



# รายงานการศึกษา แนวโน้มเทคโนโลยีที่มีผลกระทบ ต่ออุตสาหกรรมสื่อสารของประเทศไทย ประจำปี 2566

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์  
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ





รายงานการศึกษาแนวโน้มเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อ  
อุตสาหกรรมสื่อสารของประเทศไทยประจำปี 2566

เสนอ

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์  
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

โดย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กุมภาพันธ์ 2567

# คำนำ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้รับมอบหมายสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) ให้ดำเนินโครงการ “การศึกษาและสำรวจข้อมูลอินเทอร์เน็ตและศึกษามูลค่าตลาดสื่อสารของประเทศไทย”

บัดนี้ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ขอนำเสนอรายงานการศึกษาแนวโน้มเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมสื่อสารของประเทศไทยประจำปี 2566 เพื่อนำเสนอบนเว็บไซต์ของสำนักงาน กสทช.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ที่ได้ให้โอกาสมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในการดำเนินโครงการนี้ และหวังว่าผลงานที่ส่งมอบจะครบถ้วนและตรงกับความต้องการของสำนักงาน กสทช. ทุกประการ

รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน สุริยะ

หัวหน้าโครงการ

กุมภาพันธ์ 2567

# สารบัญ

		หน้า
	คำนำ	ii
	สารบัญ	iii
	สารบัญตาราง	iv
	สารบัญรูปภาพ	v
บทที่ 1	บทนำ	2
บทที่ 2	การใช้ดิจิทัลเพื่อสุขภาพ (Healthy Human)	9
บทที่ 3	ประสบการณ์ชีวิตในโลกที่เชื่อมต่อ (Connected	105
บทที่ 4	ข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์ (Data and AI)	171
บทที่ 5	ไซเบอร์และคริปโต (Cyber and Crypto)	214
บทที่ 6	การเปลี่ยนแปลงเชิงอุตสาหกรรม (Redefining	248
	รายการอ้างอิง	260

# สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1-1	คุณสมบัติของผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์ที่จะใช้งานสุขภาพดิจิทัล	11
ตารางที่ 2-1	ระดับคุณภาพบริการโทรคมนาคม	37
ตารางที่ 2-2	การประมาณค่าต้นทุนสำหรับการผลิต	46
ตารางที่ 2-3	ผลกระทบของระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ต่อพฤติกรรมและการดูแลสุขภาพ	58
ตารางที่ 2-4	สถานการณ์การใช้งานเทคโนโลยีในระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ทั่วโลก	60
ตารางที่ 2-5	สถานการณ์การใช้งานเทคโนโลยีในระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ในประเทศไทย	63
ตารางที่ 2-6	เทคโนโลยีระยะที่ 1 ความคาดหวังที่เพิ่มขึ้น	71
ตารางที่ 2-7	เทคโนโลยีระยะที่ 2 มีการนำไปใช้จริงแล้ว	77
ตารางที่ 2-8	เทคโนโลยีระยะที่ 3 พัฒนาไปสู่อนาคตใหม่ของการส่งมอบบริการดูแลสุขภาพ	82
ตารางที่ 2-9	การประมาณค่าการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการสุขภาพทางไกล (Telemedicine) ต่อคนต่อปี	89
ตารางที่ 2-10	การประมาณค่าการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการสุขภาพทางไกล (Telemedicine) ต่อคนต่อปี (ต่อ)	90
ตารางที่ 2-11	การประมาณค่าการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth) ต่อคนต่อปี	91
ตารางที่ 2-12	องค์ประกอบของระบบสุขภาพดิจิทัล	94
ตารางที่ 2-13	อุปกรณ์สำหรับเทคโนโลยี Internet of Medical Things (IoMT)	99
ตารางที่ 2-14	องค์ประกอบของระบบสุขภาพดิจิทัล	103
ตารางที่ 3-1	ความแตกต่างหลักระหว่าง Edge Computing และ Cloud Computing	111
ตารางที่ 3-2	แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง Cloud Computing และ Edge Computing	113
ตารางที่ 4-1	ความเร็วในการประมวลผลของ RDBMS และ Big data	199
ตารางที่ 4-2	แสดงสิ่งที่อาจจะถูกแทนที่ (Disrupted) จากการใช้เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่	201
ตารางที่ 4-3	แสดงการจัดอันดับเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลปี 2023 จาก The SMB Guide	204
ตารางที่ 5-1	ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นแบบครั้งเดียวในการเริ่มใช้เทคโนโลยี Digital ID	216
ตารางที่ 5-2	ราคาของความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ในแต่ละประเทศ	224

# สารบัญรูปภาพ


		หน้า
รูปที่ 1-1	การผ่าตัดผ่าน Telemedicine	4
รูปที่ 1-2	ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ Autonomous Vehicles (AVs)	5
รูปที่ 2-1	กลุ่มเป้าหมายสำหรับการออกแบบแอปพลิเคชันเพื่อสุขภาพและการแพทย์	14
รูปที่ 2-2	รูปแบบการใช้งานของแอปพลิเคชันเพื่อสุขภาพและการแพทย์	14
รูปที่ 2-3	การพัฒนาเทคโนโลยีทางการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)	19
รูปที่ 2-4	โครงสร้างการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)	20
รูปที่ 2-5	ขอบเขตการใช้งานการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)	22
รูปที่ 2-6	องค์ประกอบของการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)	26
รูปที่ 2-7	มูลค่าตลาดการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)	30
รูปที่ 2-8	จำนวนครั้งการบริการการแพทย์ทางไกลผ่านระบบ DMS Telemedicine ในปี พ.ศ. 2566	33
รูปที่ 2-9	4 แอปพลิเคชันสุขภาพ ครอบคลุม 42 กลุ่มโรคหรืออาการ	34
รูปที่ 2-10	การขยายตัวของตลาดสุขภาพทางไกล (Telemedicine)	41
รูปที่ 2-11	วิวัฒนาการของสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth)	42
รูปที่ 2-12	มูลค่าคาดการณ์ตลาดของสุขภาพเคลื่อนที่ในโลก	48
รูปที่ 2-13	สัดส่วนของตลาดในปี 2022 แบ่งตามประเภทสุขภาพเคลื่อนที่	49
รูปที่ 2-14	การใช้งานตามประเภทของแอปพลิเคชันในปี ค.ศ. 2020 ของโลก	50
รูปที่ 2-15	การใช้งานตามประเภทของแอปพลิเคชันในปี 2021 ของโลก	50
รูปที่ 2-16	การใช้งานตามประเภทของแอปพลิเคชันในปี 2020 ของประเทศไทย	51
รูปที่ 2-17	การใช้งานตามประเภทของแอปพลิเคชันในปี ค.ศ. 2021 ของประเทศไทย	51
รูปที่ 2-18	โครงสร้างระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Systems)	52
รูปที่ 2-19	ประเภทและการใช้ประโยชน์ของ Machine Learning	56
รูปที่ 2-20	The Hype cycle of the top 50 emerging digital health trends	70
รูปที่ 2-21	จำนวนผู้ใช้งานสุขภาพดิจิทัลในโลก	84
รูปที่ 2-22	รายได้กิจการสุขภาพดิจิทัลในโลก	85
รูปที่ 2-23	จำนวนผู้ใช้งานสุขภาพดิจิทัลในประเทศไทย	86
รูปที่ 2-24	รายได้ในธุรกิจสุขภาพดิจิทัลในประเทศไทย	87
รูปที่ 2-25	การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการสุขภาพดิจิทัล (Digital Health) ในประเทศไทย	92
รูปที่ 2-26	ตัวอย่างระบบการดูแลสุขภาพอัจฉริยะที่ใช้ IoT (IoT-based smart healthcare)	97
รูปที่ 2-27	ตัวอย่างระบบ Internet of Things-Electronic Health Records (IoT-EHR)	98

รูปที่ 2-28	แผนผังแสดงตัวอย่างการใช้งาน m-health ในการให้บริการทางการแพทย์	98
รูปที่ 3-1	ตำแหน่งของ Cloud และ Edge ภายในเครือข่าย	108
รูปที่ 3-2	การจำแนกประเภทของ Edge Computing	109
รูปที่ 3-3	รถยนต์ขับเคลื่อนด้วยตนเองพร้อมคอมพิวเตอร์ในตัว	119
รูปที่ 3-4	การใช้ประโยชน์ Edge computing ที่จะก่อให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจสูงสุด	120
รูปที่ 3-5	ขนาดตลาด, ส่วนแบ่ง, การเติบโต, แนวโน้ม และการคาดการณ์จากปี ค.ศ 2023 ถึงปี ค.ศ 2032	123
รูปที่ 3-6	Edge computing adoption plan in organizations worldwide as of 2019, by industry	124
รูปที่ 3-7	Hype Cycle สำหรับ Artificial Intelligence ในปี ค.ศ. 2023	125
รูปที่ 3-8	จำนวนของอุปกรณ์ IoT ทั่วโลกระหว่างปี ค.ศ. 2019-2030	127
รูปที่ 3-9	Gartner's Hype Cycle, 2015	135
รูปที่ 3-10	Gartner's Hype Cycle for Connected Vehicles and Smart Mobility, 2020	135
รูปที่ 3-11	มูลค่าตลาดของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับยานยนต์ในปี ค.ศ. 2021 - 2026	136
รูปที่ 3-12	มูลค่าตลาดรถยนต์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต	137
รูปที่ 3-13	Internet-of-Things – Thailand	137
รูปที่ 3-14	องค์ประกอบของ Data Fabric	141
รูปที่ 3-15	Data fabric adoption across industries 2018 – 2026	143
รูปที่ 3-16	Global Data Fabric Market Share, by Application, 2022	145
รูปที่ 3-17	Enterprise data fabric software providers	145
รูปที่ 3-18	Gartner's Hype Cycle – 2018	146
รูปที่ 3-19	Gartner Hype Cycle for Data Management 2023	147
รูปที่ 3-20	Asia Pacific Data Fabric Market, 2020 – 2030	148
รูปที่ 3-21	Data Fabric Market	149
รูปที่ 3-22	Data Fabric Market Share, by Deployment Type, 2022 (%)	150
รูปที่ 3-23	Extended Reality (XR)	152
รูปที่ 3-24	AR, VR, MR และ XR	155
รูปที่ 3-25	AR MR และ VR	156
รูปที่ 3-26	VR และ AR	156
รูปที่ 3-27	AR, MR, VR และ XR	157
รูปที่ 3-28	ข้อกำหนด XR ที่มีความเข้มงวดเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป	158
รูปที่ 3-29	การใช้ประโยชน์ VR และ AR	159

รูปที่ 3-30	เป้าหมายการเรียนรู้ที่เทคโนโลยี XR จะสามารถช่วยได้	160
รูปที่ 3-31	Gartner Hype Cycle predicted AR and VR	161
รูปที่ 3-32	Gartner Hype Cycle for Revenue and Sales Technology, 2023	161
รูปที่ 3-33	กลุ่มลูกค้าของ XR	162
รูปที่ 3-34	ผู้ใช้ที่สามารถเข้าถึง VR และ AR แบ่งตามตลาด	163
รูปที่ 3-35	จำนวนผู้ใช้งาน AR และ VR แบ่งตามตลาด	163
รูปที่ 3-36	ส่วนแบ่งรายได้ AR & VR ต่ออุตสาหกรรม	164
รูปที่ 3-37	รายได้เฉลี่ยของ AR และ VR ที่คาดการณ์ต่อผู้ใช้โดยแยกตามตลาด	165
รูปที่ 3-38	รายได้ AR & VR ที่คาดว่าจะได้ตามตลาด	165
รูปที่ 3-39	รายรับจาก AR และ VR ในประเทศไทย	166
รูปที่ 3-40	Three approaches to XR computation processing	168
รูปที่ 3-41	Evolution of requirements over time	170
รูปที่ 4-1	แสดงแนวโน้มพัฒนาการของ AI Machine Learning และ Deep Learning	172
รูปที่ 4-2	แสดงวัฏจักรของเทคโนโลยีสมัยใหม่ประจำปี ค.ศ. 2020	173
รูปที่ 4-3	ผลการสำรวจการปรับใช้ AI ในประเทศต่างๆในปี ค.ศ. 2022	176
รูปที่ 4-4	สัดส่วนการประยุกต์ใช้ AI	179
รูปที่ 4-5	วัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ AI	179
รูปที่ 4-6	กรอบการเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลขนาดใหญ่	190
รูปที่ 4-7	การวัดปริมาณรับส่งข้อมูลจากแอปพลิเคชันต่างๆจากตัวเมืองขนาดใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศจีน	191
รูปที่ 4-8	แบบจำลอง QoE ที่ขับเคลื่อนโดยข้อมูลขนาดใหญ่	192
รูปที่ 4-9	การวิเคราะห์ข้อมูลในการขนส่งสาธารณะ	196
รูปที่ 4-10	ตัวอย่างกรอบการทำงานของการผสมผสานทางการตลาดสำหรับการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่	198
รูปที่ 4-11	การเปรียบเทียบความเร็วในการประมวลผลของ RDBMS และ Big Data	200
รูปที่ 4-12	ต้นทุนของ ITS Data Analytics	205
รูปที่ 4-13	ขนาดข้อมูล Global Datasphere	206
รูปที่ 4-14	การลงทุนในความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่	207
รูปที่ 4-15	Hype Cycle for Emerging Technologies, 2023	208
รูปที่ 4-16	การนำเทคโนโลยีมาใช้ตามขนาดบริษัทใหญ่	210

รูปที่ 5-1	จำนวนผู้ใช้ social media ของทั่วโลก (จำนวนผู้ที่มี digital ID) ปี ค.ศ. 2018 – 2022	217
รูปที่ 5-2	Hype Cycle for Digital Identity ปี ค.ศ. 2023	218
รูปที่ 5-3	จำนวนผู้ใช้ social media ของไทย (จำนวนผู้ที่มี digital ID) ปี ค.ศ. 2018 – 2022	219
รูปที่ 5-4	จำนวนผู้ใช้ social media ของไทย (จำนวนผู้ที่มี digital ID) ปี ค.ศ. 2023 – 2026	220
รูปที่ 5-5	ขนาดของตลาดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ของทั่วโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 - 2022	226
รูปที่ 5-6	จำนวนข้อตกลงและมูลค่าการลงทุนความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ทั่วโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022 ในภาคส่วนความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์	227
รูปที่ 5-7	รายรับในตลาดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ทั่วโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022	227
รูปที่ 5-8	Hype Cycle for Security Operations ปี ค.ศ. 2023	228
รูปที่ 5-9	Hype Cycle for data Security ปี ค.ศ. 2023	228
รูปที่ 5-10	Hype Cycle for Application Security ปี ค.ศ. 2023	229
รูปที่ 5-11	ค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ของประเทศไทย ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022	230
รูปที่ 5-12	ค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ต่อหัวของประเทศไทย ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022	230
รูปที่ 5-13	รายรับของตลาดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ของประเทศไทย ในปี ค.ศ. 2018 - 2022	230
รูปที่ 5-14	รายรับของตลาดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ของประเทศไทย ในปี ค.ศ. 2023 - 2028	232
รูปที่ 5-15	จำนวนผู้ใช้ cryptocurrency ที่ยืนยันตัวตนทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 ถึงปี ค.ศ. 2022	236
รูปที่ 5-16	Gartner Hype Cycle ของเทคโนโลยีบล็อกเชนและ web3	237
รูปที่ 5-17	จำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัลในประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022	237
รูปที่ 5-18	จำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัลในประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2023 – 2027	240
รูปที่ 5-19	ต้นทุนเฉลี่ยหรือราคาของแอปพลิเคชันไบโอเมทริกซ์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2016 - 2022	244
รูปที่ 5-20	มูลค่าตลาดของเทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์ (Biometrics) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 ถึงปี ค.ศ. 2022	245

รูปที่ 5-21	มูลค่าตลาดของการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 ถึงปี ค.ศ. 2022	245
รูปที่ 5-22	มูลค่าตลาดของการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2023 ถึงปี ค.ศ. 2027	247
รูปที่ 6-1	จำนวนหุ้นยนต์อุตสาหกรรมที่ติดตั้งใหม่แบ่งตามภูมิภาค ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 – 2022	255
รูปที่ 6-2	จำนวนหุ้นยนต์อุตสาหกรรมใหม่ที่ติดตั้งใหม่รายประเทศปี ค.ศ. 2022	256
รูปที่ 6-3	มูลค่าตลาดหุ้นยนต์บริการทั่วโลกตั้งแต่ปี 2019-2032	257
รูปที่ 6-4	ยอดขายหุ้นยนต์บริการสำหรับมืออาชีพปี ค.ศ. 2022	257



การศึกษาแนวโน้มเทคโนโลยี  
ที่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมสื่อสาร  
ของประเทศไทยประจำปี 2566

อุตสาหกรรมสื่อสารได้รับผลกระทบจากเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วทั้งที่เกิดขึ้นจากด้านอุปสงค์และอุปทานของตลาด ในด้านอุปสงค์ พบว่า ประชาชนผู้ใช้บริการสื่อสารปรับตัวเข้าสู่โลกใบใหม่ที่นำพาเข้ามาโดยเทคโนโลยีสื่อสารทำให้เกิดการใช้งานอินเทอร์เน็ตมากขึ้น ซึ่งทำให้อินเทอร์เน็ตกลายเป็นสิ่งจำเป็นยิ่งยวดสำหรับชีวิตประจำวัน ในด้านอุปทาน พบว่า ผู้ให้บริการสื่อสารลงทุนเพิ่มในธุรกิจการสื่อสารข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การลงทุนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นวงกว้างเพื่อให้ความพร้อมที่จะรองรับความต้องการใช้งานของผู้บริโภค

เทคโนโลยีที่จะทำให้โลกก้าวไปสู่ยุคของเศรษฐกิจดิจิทัลอย่างเต็มตัวในทศวรรษหน้า ประกอบไปด้วย 5 ประเด็น ตาม Tech Trend Radar 2023 ดังนี้

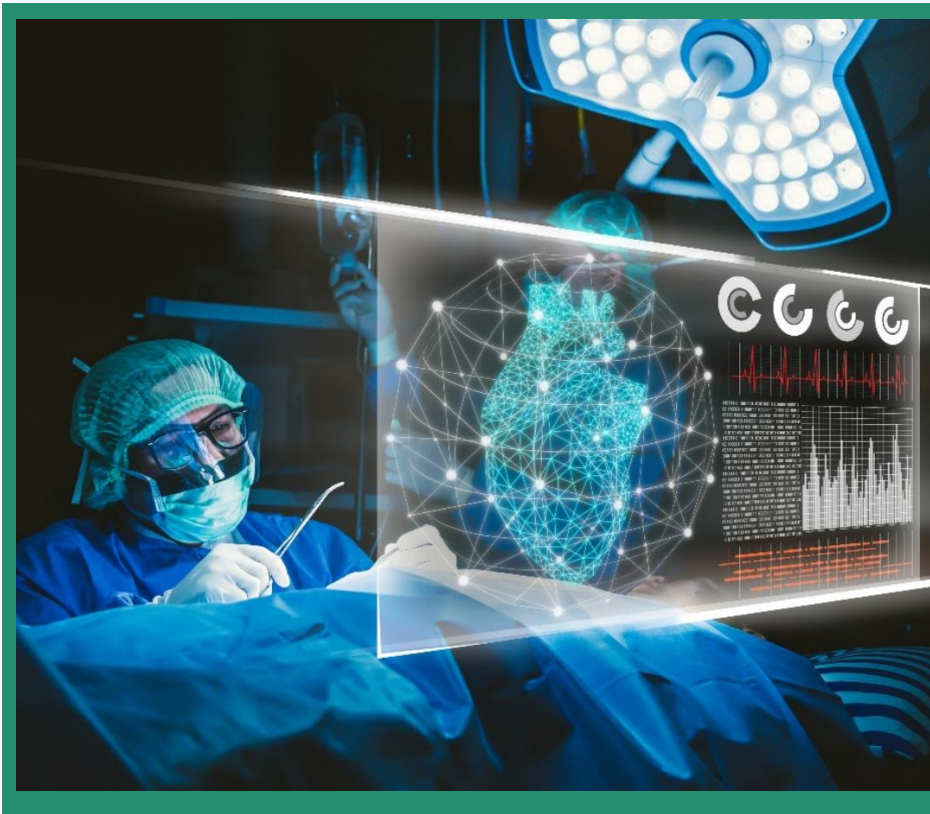
<p>1</p> <p><b>การใช้ดิจิทัลเพื่อสุขภาพ</b> (Healthy Human)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การวิเคราะห์พฤติกรรมส่วนบุคคล (Behavioural Analytics)</li> <li>● การส่งเสริมสุขภาพด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Healthcare)</li> <li>● การแพทย์ปัญญาประดิษฐ์ (AI Medicine)</li> <li>● การแพทย์เฉพาะเจาะจงรายบุคคล (Personalized Medicine)</li> </ul>
<p>2</p> <p><b>ประสบการณ์ชีวิตในโลกที่เชื่อมต่อ</b> (Connected Experience)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Edge Computing</li> <li>● Automotive IoT</li> <li>● Data Fabric</li> <li>● Extended Reality</li> </ul>
<p>3</p> <p><b>ข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์</b> (Data and AI)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Machine-driven Decisions</li> <li>● Natural-language Processing</li> <li>● Digital Twin</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>4</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ไซเบอร์และคริปโต</b> (Cyber and Crypto)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Digital Identity</li> <li>● Cyber Security</li> <li>● Digital Currencies</li> <li>● Human Recognition</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>5</b></p> <p style="text-align: center;"><b>การเปลี่ยนแปลง</b> <b>เชิงอุตสาหกรรม</b> (Redefining Industries)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Robotic Revolution</li> <li>● Smart Cities</li> <li>● Autonomous Things</li> </ul>

### ด้านการใช้ดิจิทัลเพื่อสุขภาพ (Healthy Human)

การสื่อสารข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตและเทคโนโลยีดิจิทัลจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมส่วนบุคคล (Behavioral Analytics) ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น ทำให้ประชาชนสามารถรู้ล่วงหน้าถึงโรคภัยที่อาจจะเกิดขึ้นกับตนเองและสามารถหาทางป้องกันตัวได้อย่างทันท่วงทีเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดโรคร้ายดังกล่าว นอกจากนี้เทคโนโลยีที่ทันสมัยพร้อมกับการสื่อสารข้อมูลที่ตรงไปยังประชาชนแต่ละคนผ่านทางอุปกรณ์สื่อสารหลากหลายประเภทจะช่วยในการส่งเสริมสุขภาพด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Healthcare) ซึ่งช่วยควบคุมการใช้ชีวิตให้อยู่ในพฤติกรรมที่เหมาะสม หลีกเลี่ยงภาวะที่จะทำให้เกิดโรคหรืออันตรายต่อสุขภาพ และแนะนำให้บริโภคอาหาร เครื่องดื่ม และการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับร่างกายและจังหวะเวลาของชีวิต

ไม่เพียงเท่านั้นการสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลยังเพิ่มความสามารถด้านการแพทย์ปัญญาประดิษฐ์ (AI Medicine) ทั้งในการวินิจฉัยโรคและการรักษาโรค โดยปัญญาประดิษฐ์จะเรียนรู้กรณีศึกษาจำนวนมากของการเกิดโรคแล้วให้คำทำนายว่ามีโอกาสมากน้อยเพียงใดที่บุคคลหนึ่งจะเกิดโรคร้ายแรงหรือวินิจฉัยได้ว่ากำลังป่วยเป็นโรคใดหรือไม่ อีกทั้งปัญญาประดิษฐ์ยังสามารถเลียนแบบความสามารถของแพทย์ในการให้บริการทางการแพทย์ต่าง ๆ เสมือนเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้น ทำให้ลดการขาดแคลนของแพทย์ลงไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ชนบทห่างไกล



รูปที่ 1-1  
การผ่าตัดผ่าน  
Telemedicine

ในลำดับสุดท้ายการสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลจะช่วยให้เกิดบริการแก่ประชาชนด้านการแพทย์เฉพาะเจาะจงรายบุคคล (Personalized Medicine) จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่เก็บข้อมูลจากบุคคลคนหนึ่ง ซึ่งจะทำให้เห็นได้ว่าสิ่งใดที่เหมาะสมกับการรักษาสุขภาพหรือการรักษาโรคของคน ๆ นั้น ความสามารถดังกล่าวรวมไปถึงการวิเคราะห์ในระดับพันธุกรรมของบุคคลแล้วผลิตยาที่เหมาะสมกับสภาพทางพันธุกรรมนั้น ๆ และสามารถให้ยาตรงไปยังเซลล์ที่สามารถรับยานั้นได้ดีกว่าเซลล์อื่น รวมทั้งจะก่อผลข้างเคียงที่น้อยกว่าได้อีกด้วย

### ด้านประสบการณ์ชีวิตในโลกที่เชื่อมต่อ (Connected Experience)

การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลทำให้เกิดความสามารถในการคำนวณประเภท Edge Computing ซึ่งเป็นประมวลผลข้อมูลที่เกิดขึ้นใกล้กับแหล่งสร้างข้อมูลมากที่สุด แทนการส่งข้อมูลไปประมวลผลที่ศูนย์ข้อมูลกลาง เพื่อช่วยให้การประมวลผลและเวลาตอบสนองเร็วขึ้น ซึ่งเสริมสร้างประสบการณ์ผู้ใช้ในแอปพลิเคชันเรียลไทม์ และเป็นส่วนสำคัญสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น Extended Reality (ความจริงเสริม) และ Automotive IoT (อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่งที่ยานยนต์) ที่การประมวลผลทันทีเป็นคุณสมบัติที่ช่วยพัฒนาฟังก์ชันและส่งเสริมความปลอดภัยได้อย่างมาก



รูปที่ 1-2 ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ Autonomous Vehicle (AVs)

ไม่เพียงเท่านั้นการสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลยังช่วยให้ผู้บริโภคมีโอกาสได้ใช้งาน Automotive IoT ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ผสานเข้ากับระบบยานยนต์ ทำให้รถยนต์สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์อื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอการถได้ และมีความฉลาดและความสามารถอื่น ๆ ที่เพิ่มขึ้น เช่น การคาดการณ์การบำรุงรักษา ระบบความปลอดภัยที่ดีขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานเพื่อสร้างประสบการณ์ที่ดียิ่งขึ้น

ในลำดับต่อมา การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลยังก่อให้เกิด Data Fabric คือการออกแบบโครงสร้างของข้อมูลที่ได้จากการนำข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) กลายเป็นระบบข้อมูลที่สามารถเชื่อมโยงถึงกัน สามารถเข้าถึงและแบ่งปันข้อมูลได้แบบไร้รอยต่อทั่วแพลตฟอร์ม อีกทั้งยังสามารถควบคุมข้อมูลโดยอัตโนมัติ และนำเสนอทางเลือกข้อมูล เพื่อให้มนุษย์และเครื่องจักรสามารถทำงานร่วมกันในการรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลออกมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในลำดับสุดท้าย การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลจะช่วยขยายความสามารถของมนุษย์ในด้าน Extended Reality (เทคโนโลยีเสมือนจริง) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่รวมเทคโนโลยี Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), และ Mixed Reality (MR) เข้าด้วยกัน ทำให้สามารถผสมผสานโลกดิจิทัลและโลกของความเป็นจริง เพื่อเพิ่มการรับรู้และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับโลกดิจิทัล สร้างประสบการณ์เสมือนจริง ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงสถานการณ์ได้อย่างสมจริง

### ด้านเทคโนโลยีข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์ (Data and Artificial Intelligence)

การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลช่วยให้มนุษย์ตัดสินใจได้ดีขึ้นโดยได้รับการสนับสนุนจากเครื่องจักรหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ (Machine-driven Decisions) การตัดสินใจดังกล่าวเกิดจากการรับข้อมูลประมวลผลข้อมูล การตีความข้อมูล และการส่งต่อไปยังผู้ที่จะสามารถตัดสินใจได้ที่เป็นการตัดสินใจของมนุษย์และเครื่องจักร กระบวนการเหล่านี้ใช้ความสามารถจากปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งสามารถเรียนรู้กรณีศึกษาของการตัดสินใจที่ถูกต้อง (Supervised learning) และการคาดเดาจากตัวชี้วัดแม้ว่าจะไม่เคยมีกรณีศึกษามาก่อน (Unsupervised learning) โดยมีเทคโนโลยีพื้นฐานด้านการจัดการข้อมูลและการทำเหมืองข้อมูล

(Data mining) เป็นเครื่องมือในการสร้างสรรค์ นอกจากนี้การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลยังช่วยให้เกิดการประมวลผลด้านภาษา (Natural-language Processing) ซึ่งทำให้มนุษย์สามารถสื่อสารกับเครื่องจักรได้อย่างเข้าใจกันมากขึ้นและง่ายขึ้น เช่น การพิมพ์คำสั่งด้วยภาษามนุษย์แทนการใช้ภาษาด้านโปรแกรมมิ่ง รวมถึงการแปลภาษา การสร้างเอกสารด้วยภาษาที่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ เป็นต้น ในลำดับสุดท้าย การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลช่วยสร้างให้เกิด Digital Twin ซึ่งเป็นการจำลองโลกเสมือนสำหรับการดำเนินงานที่เฉพาะเจาะจง เช่น การผลิตสินค้าในโรงงาน การเล่นเกม หรือการจำลองการรบ ที่ทำให้เกิดความสามารถในการจำลองเหตุการณ์เพื่อหาข้อสรุปที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) หรือการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนดขึ้นนั้น อีกทั้งสามารถให้ผลการวิเคราะห์ที่ทันเวลาไปพร้อม ๆ กับการดำเนินงานในโลกจริง ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากผลการวิเคราะห์ได้ในทันที

### ด้านไซเบอร์และคริปโต (Cyber and Crypto)

การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลทำให้เกิด การระบุตัวตนทางดิจิทัล (Digital Identity) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ในการพิสูจน์ยืนยันและระบุตัวตนที่บ่งบอกว่าบุคคลนั้นถูกนำเสนอและแสดงตัวตนดิจิทัลในโลกออนไลน์อย่างไร ทั้งด้วยนามจริงและนามแฝง ซึ่งเป็นการรับรองตัวตนแบบดิจิทัล และเป็นข้อมูลประจำตัวในรูปแบบดิจิทัลของบุคคลนั้น โดยสามารถใช้เป็นหลักฐานยืนยันหรือพิสูจน์ตัวตนเช่นเดียวกันกับการพิสูจน์ตัวตนในโลกแห่งความเป็นจริง ไม่เพียงเท่านั้น การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลยังช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cyber Security) ซึ่งเป็นการปกป้องและรับมือจากการถูกโจมตีจากการเข้าถึงจากบุคคลที่สามที่ไม่ได้รับอนุญาตหรือมีความประสงค์ร้ายที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์เครือข่าย โครงสร้างพื้นฐานด้านโทรคมนาคมและการสื่อสาร โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบคอมพิวเตอร์ และข้อมูลที่บันทึกไว้หรือที่กำลังรับส่งระหว่างกัน ความเปราะบางของการรักษาระบบโครงข่ายคอมพิวเตอร์ในโลกอนาคตจะยิ่งทำให้เรื่อง Cyber Security ทวีความสำคัญมากขึ้น และเป็นที่มาของการสร้างและให้บริการศูนย์ข้อมูล (Data center) ที่ผู้ประกอบการยึดถือเป็นความสำคัญอย่างยิ่งยวดเพื่อให้ความมั่นใจในด้านความปลอดภัยของข้อมูลแก่ผู้ใช้บริการ โดยที่ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องลงทุนเองทั้งในด้านเทคโนโลยีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อการรักษาความปลอดภัย ตลอดจนบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในการจัดการกับความปลอดภัยของระบบ ซึ่งต้องได้รับใบอนุญาตให้ทำงานในด้านนี้ ซึ่งแนวโน้มของการให้บริการศูนย์ข้อมูลนี้เป็นแรงผลักดันให้เกิดการเติบโตขึ้นในอุตสาหกรรมสื่อสารเป็นอย่างมาก ในลำดับต่อมา

การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลช่วยให้เกิดสกุลเงินดิจิทัล (Digital Currencies) ที่จะสามารถใช้ทดแทนสกุลเงินในโลกจริงได้ โดยสามารถใช้เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยน เพียงแต่ไม่สามารถจับต้องได้ การออกสกุลเงินดิจิทัลใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน(blockchain) ที่เป็นกลไกทางคณิตศาสตร์ที่สามารถจำกัดจำนวนของเหรียญดิจิทัลสกุลเงินดิจิทัล



แต่กระนั้นสกุลเงินดิจิทัลที่ยังไม่ได้รับการรองรับจากธนาคารกลางจะยังไม่สามารถชำระหนี้ได้ตามกฎหมาย แต่ก็มีธุรกิจหลายแห่งที่ยอมรับในการรับชำระค่าสินค้าและบริการด้วยบิตคอยน์หรือสกุลเงินดิจิทัลอื่น ๆ อย่างไรก็ตามหากเป็น “สกุลเงินดิจิทัลที่ธนาคารกลางออกใช้ (Central Bank Digital Currency: CBDC)” จะมีคุณสมบัติของเงินที่ครบถ้วนเพราะมีมูลค่าแน่นอนอนใช้แทนสกุลเงินท้องถิ่นได้ตามกฎหมายได้

ในลำดับท้ายที่สุด การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลทำให้เกิดการรู้จำมนุษย์ (Human recognition) โดยอาศัยลักษณะเฉพาะที่เป็นอัตลักษณ์ในการยืนยันตัวตนในสองรูปแบบ คือ ลักษณะเฉพาะทางสรีรวิทยา (Physiological Characteristics) เช่น ใบหน้า ม่านตา ลายนิ้วมือ เป็นต้น และลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรม (Behavioral Characteristics) เช่น เสียงพูด ลายมือ ลักษณะการเดิน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการรับรู้ตัวตน (Biometrics) ประกอบด้วย 6 รูปแบบ คือ การรู้จำใบหน้า การรู้จำลายนิ้วมือ การรู้จำลายม่านตา การรู้จำลายเส้นเลือด การรู้จำลายเซ็น และการรู้จำเสียงพูด

### ด้านการเปลี่ยนแปลงเชิงอุตสาหกรรม (Redefining Industries)

การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลช่วยทำให้เกิดการปฏิวัติหุ่นยนต์ (Robotic Revolution) ซึ่งทำให้การสื่อสารระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์และระหว่างหุ่นยนต์ด้วยกันสามารถทำได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและแม่นยำมากขึ้น ช่วยให้เกิดการใช้ประโยชน์หุ่นยนต์ได้อย่างหลากหลาย ตั้งแต่การให้บริการผู้สูงอายุ การให้บริการในโรงแรม การทำงานในแปลงเกษตร การทำงานในโรงงาน การสำรวจพื้นที่ การกู้ภัย และ

การทหาร เป็นต้น หน่วยงานจะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของสังคมมนุษย์ในทศวรรษหน้า ซึ่งจะทำให้เกิดการสื่อสารข้อมูลอีกมหาศาลตามจำนวนของหน่วยงานที่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลยังช่วยทำให้เกิดเมืองอัจฉริยะ (Smart Cities) ซึ่งทำให้สิ่งอำนวยความสะดวกและโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ภายในเมืองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและตอบสนองวิถีชีวิตของผู้คนในเมืองได้ดียิ่งขึ้น จากการรวมแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลผู้โดยสาร ต้นทุนการขนส่ง และข้อมูลอื่น ๆ แบบเรียลไทม์ แล้วพัฒนาการตัดสินใจในการกำหนดกลยุทธ์ที่ดีที่สุดสำหรับการจัดการระบบขนส่ง โดยอิงข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ และช่วยแก้ไขปัญหามาจากการขยายตัวของความเป็นเมือง (Urbanization) สามารถพัฒนาแพลตฟอร์มต่าง ๆ ที่จะอำนวยความสะดวกให้ผู้คนมากขึ้น และปรับเปลี่ยนการให้บริการต่าง ๆ ของรัฐให้เป็นระบบดิจิทัลมากขึ้น ในลำดับสุดท้าย การสื่อสารข้อมูลและเทคโนโลยีดิจิทัลช่วยทำให้เกิด สิ่งอัตโนมัติ (Autonomous Things) ที่สามารถสื่อสารกันระหว่างเครื่องจักรต่อเครื่องจักร (Machine to machine) ที่ไม่จำเป็นต้องมีมนุษย์เป็นสื่อกลางในการสื่อสารอีกต่อไป โดยการทำงานของสิ่งอัตโนมัติต่าง ๆ จะมีเป้าหมายที่แน่นอนที่จะช่วยลดการทำงานของมนุษย์ และทำให้งานต่าง ๆ ดำเนินไปได้โดยมีจำนวนมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้องน้อยที่สุด เทคโนโลยีดังกล่าวจะทำให้โรงงานอุตสาหกรรมสามารถดำเนินกิจกรรมการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ท้นเวลา ไร้ความผิดพลาด และสามารถลดต้นทุนได้ ซึ่งคาดว่าจะทำให้เกิดความจำเป็นต้องใช้การสื่อสารข้อมูลที่มากขึ้นกว่าเดิมเป็นอย่างมาก

**โดยสรุปแล้ว** การพัฒนาอย่างรวดเร็วของการใช้ดิจิทัลเพื่อสุขภาพ ประสบการณ์ชีวิตในโลกที่เชื่อมต่อข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์ ไฮเบอร์และคริปโต และการเปลี่ยนแปลงเชิงอุตสาหกรรม จะเป็นเทคโนโลยีสำคัญที่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมสื่อสารโดยตรงในทศวรรษหน้า ซึ่งผู้ประกอบการกิจกรรมโทรคมนาคมและผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมสื่อสารจำเป็นต้องปรับตัวทั้งในด้านของการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน อุปกรณ์สื่อสารและบริการสื่อสารที่เกี่ยวข้องเพื่อทำให้มีความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการใช้งานของผู้บริโภคได้อย่างดีที่สุดในอนาคตที่จะเป็นไปได้ รายละเอียดของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ จะได้นำเสนอไว้ในเนื้อหาแต่ละบทของรายงานฉบับนี้

# การใช้ดิจิทัลเพื่อสุขภาพ (Healthy Human)

## บทที่ 2

### 2.1 สุขภาพดิจิทัล (Introduction to Digital)

#### 2.1.1 บริบทของสุขภาพดิจิทัล (Digital Health)

สุขภาพดิจิทัลหรือ Digital Health นั้นเป็นการกล่าวถึงการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น แอปพลิเคชัน ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์สวมใส่ (Wearable Devices) และระบบคอมพิวเตอร์ในการประสานการทำงาน ร่วมกันเพื่อส่งเสริมการดูแลสุขภาพ การวินิจฉัย การรักษา และการติดตามสุขภาพของผู้ป่วย โดยที่การใช้งาน สุขภาพดิจิทัลสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพของการดูแลสุขภาพและทำให้มีข้อมูลสุขภาพที่มีประโยชน์ในการ ตัดสินใจและการดูแลสุขภาพของแต่ละบุคคล องค์การอนามัยโลก (World Health Organization [WHO], 2020) นั้นได้เป็นหน่วยงานที่นิยามความหมายของสุขภาพดิจิทัล “เป็นสาขาของความรู้และปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง กับการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อปรับปรุงการดูแลสุขภาพ ซึ่งขยายแนวความคิดของ eHealth บูรณาการเข้ากับนวัตกรรมที่เกิดขึ้นมาในปัจจุบัน รวมถึงการใช้อุปกรณ์สมาร์ทโฟนและอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกัน อย่างหลากหลาย นอกจากนี้ยังรวมถึงการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอื่น ๆ สำหรับการดูแลสุขภาพ เช่น อินเทอร์เน็ต ของสรรพสิ่ง (Internet of Things) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ข้อมูลมหาศาล (Big Data) และหุ่นยนต์ (Robotics) โดยทั้งหมดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสุขภาพและการดูแลสุขภาพของบุคคล ในทุกๆ ระดับ”

นอกจากนี้ สุขภาพดิจิทัลยังมีวัตถุประสงค์ในการส่งมอบการดูแลรักษาสุขภาพของทุกคนที่อยู่ใน ยุคดิจิทัล 4.0 (Digital 4.0) ซึ่งเป็นปัจจุบันเรากำลังอยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่านระหว่าง ยุคดิจิทัล 3.0 (Digital 3.0) โดยเป็นยุคของ ข้อมูลและข้อมูลขนาดใหญ่ โดยสามารถใช้งานผ่านสมาร์ทโฟน (Smartphone) และ แท็บเล็ต (Tablet) เป็นอยู่ในยุค Machine-to-Machine ซึ่งเป็นการต่อยอดการใช้เทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูง โดยหาก นำเอาองค์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัลมาบูรณาการกับสาขาวิชาการแพทย์จะสามารถช่วยส่งเสริม การดูแลสุขภาพและการรักษาผู้ป่วยอย่างแน่นอน ปัจจุบันมีการนำเอาสุขภาพดิจิทัลมาช่วยในการติดตาม การรักษาสุขภาพและการวิเคราะห์ผลการรักษา ยกตัวอย่างเช่น การตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ ผ่าน Smart Watch ซึ่งเป็น อุปกรณ์สวมใส่ (Wearable Devices) ที่จัดเป็นสุขภาพดิจิทัล การพบแพทย์ ทางไกลผ่านทางสมาร์ทโฟน แอปพลิเคชัน โดยไม่จำเป็นต้องเดินทางไปโรงพยาบาลก็สามารถรับบริการ

ทางการแพทย์ได้ทุกที่ ซึ่งสามารถช่วยลดปัญหาความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงการรักษาพยาบาลในประเทศกำลังพัฒนาและประเทศพัฒนาน้อย อีกทั้งยังมีการผ่าตัดทางไกลการใช้ Generative Artificial Intelligent ในการทำนายผลการรักษาหรือโรคของผู้ป่วย ซึ่งเกิดขึ้นจริงแล้วในปัจจุบัน

เมื่อกล่าวโดยสรุป สุขภาพดิจิทัล คือ การดูแลหรือรักษาสุขภาพด้วยการนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ มาประยุกต์เพื่อให้ได้รับประโยชน์ที่ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม สามารถทำให้ประชาชนเข้าถึงบริการการดูแลสุขภาพที่ดี การเข้าถึงข้อมูลด้านสุขภาพของตน การเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านข้อมูลการรักษา การจัดเก็บข้อมูลประวัติการรักษาของผู้ป่วย การวิเคราะห์ผลการรักษาให้กับแพทย์ผ่านการใช้เทคโนโลยีทางด้านสุขภาพรวมถึงนวัตกรรมต่างๆ (WHO, 2019)

### 2.1.2 ความสำคัญของสุขภาพดิจิทัล (Digital Health)

สุขภาพดิจิทัลถูกมองว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในด้านสุขภาพเชิงกลยุทธ์มาเป็นเวลาหลายปี แม้กระทั่งก่อนการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเสริมสร้างระบบสุขภาพและบริการดูแลสุขภาพที่มีประสิทธิภาพมีความสำคัญอย่างมาก และได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางจากนานาประเทศที่เห็นความสำคัญของสุขภาพดิจิทัล โดยเฉพาะเมื่อเชื่อมโยงกับโครงการขององค์การอนามัยโลก (WHO) ที่ระบุในการประชุมครั้งที่ 13 โครงการหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าที่มุ่งมั่นในการสร้างหลักประกันสุขภาพของประชาชนผ่านโครงการหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า สุขภาพดิจิทัลเป็นกุญแจสำคัญในการทำให้วิสัยทัศน์นี้เป็นจริงขึ้นได้ (กระทรวงสาธารณสุข, 2021) สุขภาพดิจิทัลเป็นกลุ่มของเทคโนโลยีและการใช้ข้อมูลดิจิทัลเพื่อปรับปรุงระบบสุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชาชนในประเทศไทยภายในปีหลายปีที่ผ่านมา สุขภาพดิจิทัลได้กลายเป็นส่วนสำคัญของระบบสุขภาพและเป็นหนึ่งในคำตอบสำหรับความท้าทายทางสุขภาพที่กำลังเจอในประเทศไทย โดยความสำคัญของสุขภาพดิจิทัลมีต่อไปนี้

1) การเข้าถึงบริการสาธารณสุข สุขภาพดิจิทัลช่วยให้ประชาชนไทยสามารถเข้าถึงบริการสาธารณสุขได้มากขึ้นจากเดิมอย่างมาก อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ให้บริการทางการแพทย์ อาทิ หมอ พยาบาล เภสัชกร นักกายภาพบำบัด เทคนิคการแพทย์ รวมถึงประชาชนผู้รับบริการที่จะได้รับประโยชน์จากการนำสุขภาพดิจิทัลเข้ามาใช้ในปัจจุบัน

2) การประเมินอาการทางสุขภาพแบบส่วนตัว สุขภาพดิจิทัลสามารถช่วยให้เราทุกคนที่มีสมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์สวมใส่ที่เกี่ยวข้องสุขภาพดิจิทัล ทราบผลทางสุขภาพของตนเองได้ เช่น ระดับน้ำตาลในเลือดหรือ

ความดันโลหิต การตรวจสุขภาพหัวใจ การตรวจวัดคุณภาพการนอนหลับ การประเมินการออกกำลังกาย แม้กระทั่งการแจ้งเตือนการดูแลสุขภาพ เช่นการรับประทานยา การดื่มน้ำ การวัดอุณหภูมิ เป็นต้น

3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสุขภาพและการทำนายผลการรักษาของผู้ป่วย สุขภาพดิจิทัลสามารถช่วยให้เกิดการเคลื่อนย้ายถ่ายโอนข้อมูลที่มีปริมาณมากและมีขนาดใหญ่ ส่งผ่านแลกเปลี่ยนกันระหว่างที่โรงพยาบาลหนึ่งและอีกโรงพยาบาล อีกทั้งเรายังสามารถใช้เทคโนโลยี Big Data และ Machine Learning ในการทำนายอาการทางการแพทย์และการวินิจฉัยโรค (Obermeyer et al.,2016)

4) การพัฒนาระบบสาธารณสุขของประเทศ สุขภาพดิจิทัลช่วยในการพัฒนาระบบบริหารจัดการสุขภาพที่มีประสิทธิภาพ

5) การสนับสนุนการวิจัยทางการแพทย์

### 2.1.3 กลุ่มเป้าหมายผู้ที่จะสามารถใช้งานเทคโนโลยีนั้นคือใคร กล่าวคือ เทคโนโลยีนั้นมุ่งไปสู่การใช้งานภาคประชาชน หรือภาคอุตสาหกรรม หรือภาครัฐ

กลุ่มใช้งานหลักของสุขภาพดิจิทัล แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลักได้แก่ ผู้ป่วย และแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ โดยที่ผู้ป่วยและแพทย์ผู้เชี่ยวชาญควรมีคุณสมบัติเหล่านี้เพื่อความพร้อมในการใช้งานสุขภาพดิจิทัล

ตารางที่ 1-1 คุณสมบัติของผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์ที่จะใช้งานสุขภาพดิจิทัล

คุณสมบัติ	ผู้ป่วย	แพทย์ผู้เชี่ยวชาญ
Electronic	มีเทคโนโลยีดิจิทัลด้านสุขภาพอยู่ในมือ	ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการปฏิบัติทางการแพทย์ได้อย่างง่ายดาย
Equipped	ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการโรคหรือสุขภาพ	มีเทคโนโลยีดิจิทัลด้านสุขภาพอยู่ในมือ
Enable	สามารถเข้าถึงข้อมูลสำคัญที่ได้มาใหม่	สามารถใช้งานโดยระเบียบและแนวทางปฏิบัติ
Empowered	ได้รับอำนาจมากขึ้นจากอดีตที่บางครั้งไม่สามารถออกความเห็นหรือทัศนคติได้	ได้รับพลังจากเทคโนโลยีที่สนับสนุนงานและผู้ป่วยดิจิทัล
Engaged	มีส่วนร่วมในการดูแลสุขภาพ	ต้องมีความเห็นอกเห็นใจและเอาใจใส่ เข้าใจความรู้สึกและมุมมองของผู้ป่วยตลอดทั้งกระบวนการบำบัดทั้งหมด
Expert	ผู้เชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีในการดูแลหรือการจัดการสุขภาพของตนเอง	ผู้เชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีในการปฏิบัติทางการแพทย์ตลอดกระบวนการบำบัดทั้งหมด

ที่มา: กระทรวงสาธารณสุข. (2021, January 1).

### 2.1.4 ทักษะที่จำเป็นสำหรับแพทย์ ยุคดิจิทัล

แพทย์เป็นวิชาชีพที่ต้องใช้ความรู้ความชำนาญในเชิงลึก ทั้งแพทย์เวชปฏิบัติทั่วไป และมากยิ่งขึ้นเมื่อเป็นแพทย์เฉพาะสาขา โดยนอกจากความรู้ความชำนาญเฉพาะสาขาแล้ว แพทย์ยังต้องสื่อสารและประสานงานกับคนอีกหลายกลุ่ม ทั้งผู้ป่วย ญาติผู้ป่วย ทีมงานที่ให้การรักษาซึ่งมีทั้งแพทย์ด้วยกัน พยาบาล เภสัชกร เทคนิคการแพทย์สาขาต่าง ๆ รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ยิ่งในยุคดิจิทัลอย่างปัจจุบันด้วยแล้ว แพทย์จำเป็นต้องมีทักษะหลาย ๆ อย่างเป็นการเพิ่มเติม และเพื่อที่จะเป็นแพทย์ที่ดีในยุคดิจิทัลนั้น จึงควรมีทักษะ ดังต่อไปนี้

1) **ทักษะทางเทคนิค** เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับแพทย์ในการประกอบวิชาชีพ ซึ่งมีทั้งทักษะที่เหมือนหรือแตกต่างกันไปตามแต่ละสาขาแพทย์ ทักษะทางเทคนิคนั้นจำเป็นต้องศึกษาและฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ มีความสนใจและใส่ใจในรายละเอียดที่สูงเพียงพอ โดยทักษะด้านนี้จะเพิ่มสูงขึ้นตามประสบการณ์การตรวจรักษา หรือการฝึกฝนอบรมเฉพาะทาง เช่น ทักษะการตรวจคนไข้ การวินิจฉัยแยกโรค ทักษะการรักษาด้วยเครื่องมือพิเศษ เป็นต้น

2) **ทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ** เป็นทักษะเพื่อค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้ป่วย โดยแพทย์ต้องใช้ทักษะเหล่านี้ในการประเมินอาการ การวินิจฉัย การวางแผนการรักษา การติดตามการรักษา เป็นต้น ทักษะในข้อนี้แพทย์จะต้องมีความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดเชิงแก้ปัญหา การมีทัศนคติเปิดกว้าง รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างได้

3) **ทักษะในการสื่อสารที่ดี** เพราะแพทย์ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ป่วยและเพื่อนร่วมงานตลอดเวลา ทักษะสื่อสารที่ดีช่วยให้เข้าใจอาการผู้ป่วย ง่ายต่อการวินิจฉัยและแนะนำแนวทางการรักษาที่ดีที่สุดได้ แพทย์จึงควรสื่อสารกับพยาบาลผ่านวจาหรือแผนภูมิต่าง ๆ เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ป่วยได้รับการดูแลอย่างเหมาะสม ทักษะการสื่อสารสำคัญบางส่วนจึงได้แก่ การสื่อสารด้วยวาจา การสื่อสารด้วยลายลักษณ์อักษร ภาษากาย การใช้ภาษาที่ชัดเจนสามารถให้ข้อเสนอแนะได้ และมีความตั้งใจฟังความชัดเจนในการสื่อสาร

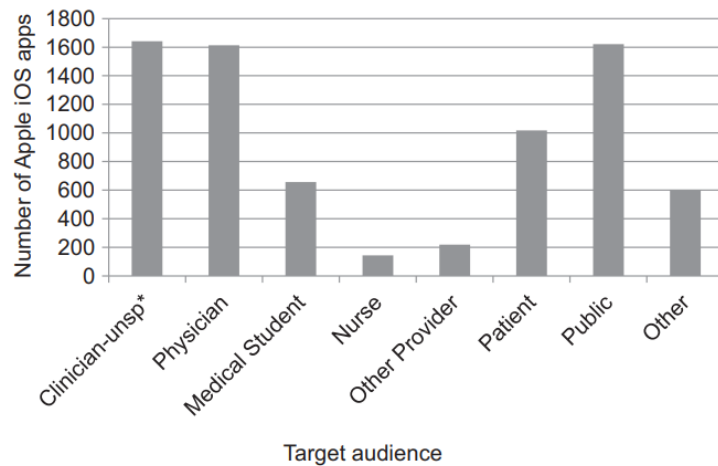
4) **ทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์** เป็นทักษะที่จำเป็นเพื่อการได้รับความร่วมมือจากผู้ป่วย ญาติผู้ป่วยและคนที่เกี่ยวข้องในงาน ทักษะนี้อาจเรียกว่าเป็นมารยาทข้างเตียงที่ดี ทำให้แพทย์ได้ตอบกับผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสม ให้ภาพลักษณ์ที่เป็นผู้ใหญ่ มีความเห็นอกเห็นใจ มีความฉลาดทางอารมณ์ ผู้ป่วยจะรู้สึกได้รับการหรือความช่วยเหลือที่มีคุณค่า และทักษะเหล่านี้ยังจำเป็นในการทำงานกับแพทย์ในหลากหลายสาขาด้วย ทักษะด้านนี้ ได้แก่ ความเอาใจใส่ ความน่าเชื่อถือ ความอดทน ความเห็นอกเห็นใจ ความอ่อนน้อมถ่อมตน ความยืดหยุ่น เป็นต้น

**5) ทักษะความเป็นมืออาชีพ** การมีทักษะทางด้านนี้ แพทย์จะต้องมีความใส่ใจรายละเอียดในทุกๆ ขั้นตอน โดยเฉพาะขั้นตอนที่ส่งผลกระทบต่อคนไข้ เช่น การตรวจวินิจฉัย การรักษา การจ่ายยา แพทย์ต้องทำอย่างละเอียด รอบคอบ ถูกต้องตามไคต์ไลน์ นอกจากนี้แพทย์ยังต้องมีทักษะที่จะทำให้ผู้ป่วยรู้สึกปลอดภัยมั่นใจในการรักษา เมื่อได้สนทนากับแพทย์ ทักษะทางด้านนี้เกี่ยวข้องกับการที่แพทย์มีอารมณ์ที่มั่นคง มีทัศนคติเชิงบวก มีความเคารพในผู้ป่วย ในวิชาชีพ มีวินัยและมีความรับผิดชอบ เป็นต้น

**6) ทักษะในการเรียนรู้ และการปรับตัว** มีการเปรียบเทียบว่าคอมพิวเตอร์จะมีความเร็วเป็นเท่าตัวทุกๆ 18-24 เดือน ส่งผลให้วิถีการดำเนินชีวิตและการทำงานในทุกสาขาอาชีพเปลี่ยนไป อาชีพแพทย์ก็เช่นเดียวกัน การเข้ามาของเทคโนโลยี AI, IoMT, Telemedicine, VR, Mobile health, Cloud computing และ Genomics ทำให้การทำงานในทุกๆด้านมีการเปลี่ยนแปลงไป แพทย์จำเป็นต้องเปิดกว้าง ในการที่จะเรียนรู้ เรื่องใหม่ ทั้งการตรวจวินิจฉัยใหม่ๆ การรักษาใหม่ ๆ เครื่องมือแพทย์ใหม่ ๆ พฤติกรรมคนไข้ใหม่ ๆ โดยทักษะการเรียนรู้จะเป็นอีกทักษะที่สำคัญสำหรับวิชาชีพแพทย์ในอนาคตอันใกล้

**7) ทักษะในการใช้เทคโนโลยี** หากได้ติดตามแนวโน้มอุตสาหกรรมสุขภาพ อุตสาหกรรมโรงพยาบาล จะพบว่าเรื่องของเทคโนโลยีได้เข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมาก เรียกได้ว่าเกือบจะทุกขั้นตอน ทั้งเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวินิจฉัย การรักษาโรค และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการ ทั้งโรงพยาบาลและหน่วยงานทางสาธารณสุข ทำให้แพทย์ที่จะประกอบวิชาชีพได้ดี ต้องเปิดใจศึกษาเรียนรู้อย่างน้อยๆต้องสามารถใช้เทคโนโลยีที่จำเป็นในการประกอบวิชาชีพ เช่น การปฏิบัติงานการแพทย์ทางไกล หรือ Telemedicine การแพทย์แบบดิจิทัล การใช้เครื่องมือในการตรวจวินิจฉัยและรักษาใหม่ ๆ เป็นต้น (Cimjournal, n.d.)

ในงานวิจัย Seabrook et al. (2014) ได้ทำการเก็บข้อมูลของแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและการแพทย์จากระบบปฏิบัติการที่ให้บริการแอปพลิเคชัน (Apple ios และ android) ทั้งหมด 4,561 แอปพลิเคชันจาก Apple ios และ 293 แอปพลิเคชันจาก android นั้น พบว่าแอปพลิเคชันถูกออกแบบโดยเน้นไปที่กลุ่มแพทย์มากกว่าผู้ป่วย จากรูปที่ 1.1 สัดส่วนของแอปพลิเคชันถูกออกแบบมาเพื่อให้สาธารณะใช้เป็นสัดส่วน 35% ซึ่งใกล้เคียงกับออกแบบมาเพื่อแพทย์ที่มีสัดส่วน 36% นอกจากนี้จากรูปที่ 1.2 จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่แอปพลิเคชันเหล่านี้มักจะถูกออกแบบเพื่อให้ใช้งานในการให้ความรู้เกี่ยวกับสุขภาพ



**Figure 1 Distribution of Apple iOS medical apps by target audience.** The clinician - unspecified category includes physicians, nurses, medical students and pharmacists and was applied when multiple audiences were possible or a general description such as "health provider" was supplied in the description. (unsp\* = unspecified).

### รูปที่ 2-1 กลุ่มเป้าหมายสำหรับการออกแบบแอปพลิเคชันเพื่อสุขภาพและการแพทย์

ที่มา: Seabrook et al. (2014)

Function	Target Audience						
	Clinician Unsp*	Physician	Medical Student	Nurse	Other HealthCare Provider	Public or Patient	Other
Motivational	3	1	0	0	0	9	0
Nutrition / Diet	1	1	0	0	0	42	0
Social Media	13	12	0	0	2	31	3
Alternative Medicine	3	1	0	0	5	56	7
Reminder	16	5	0	2	1	61	1
Diagnosis	33	35	1	2	6	31	5
Conference	90	78	1	1	3	4	10
Patient Records, Results	123	133	1	7	5	36	9
Calculator	155	181	10	10	13	113	24
Monitoring / Export	144	82	2	7	8	258	9
Tracking / Diary	61	63	3	11	11	408	21
Other	266	275	17	10	32	878	113
Education	199	423	597	94	101	392	368
Reference	1076	1166	645	119	175	758	483

**Figure 3 Colour-coded concentration graph of apps by function and target audience.** Data are coloured by quintile. The colour intensifies as the number of apps in the quintile increases. (unsp\* = unspecified).

### รูปที่ 2-2 รูปแบบการใช้งานของแอปพลิเคชันเพื่อสุขภาพและการแพทย์

ที่มา: Seabrook et al. (2014)

## 2.1.5 การส่งเสริมระบบนิเวศสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Ecosystem) ด้วยการพัฒนาอุตสาหกรรมโทรคมนาคม

ระบบนิเวศสุขภาพดิจิทัล หรือ “Digital Health ecosystem” กล่าวถึงระบบหรือโครงสร้างองค์รวมทางการแพทย์ซึ่งอธิบายถึงเครือข่ายปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล องค์กรเทคโนโลยี เครือข่ายโทรคมนาคม การสื่อสาร ข้อมูลสารสนเทศและทรัพยากรทางการแพทย์การดูแลสุขภาพในอุตสาหกรรมด้านสุขภาพ (กระทรวงสาธารณสุข, 2021) อีกทั้งยังรวมถึง แอปพลิเคชันทางการแพทย์ และเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีการเชื่อมโยงและ

ทำงานร่วมกันเพื่อสนับสนุนการดูแลสุขภาพและการรักษาโรคในรูปแบบที่มีประสิทธิภาพและมีคุณภาพ ระบบนี้ใช้เทคโนโลยีทางดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการสุขภาพ การติดตามสุขภาพ การวินิจฉัยโรค และการส่งเสริมสุขภาพของผู้รับบริการสุขภาพ รวมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลสุขภาพระหว่างผู้ให้บริการและผู้รับบริการเพื่อการบริหารจัดการสุขภาพอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ระบบนิเวศสุขภาพดิจิทัล มีความสำคัญในการทำให้ข้อมูลสุขภาพสามารถถูกส่งออกและรับเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัย การใช้เทคโนโลยีทางดิจิทัล เช่น แอปพลิเคชันในโทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์วัดสุขภาพ (Wearable devices) การติดต่อสื่อสารในโรงพยาบาลและหน่วยให้บริการเคลื่อนที่ (European Commission, 2021) ซึ่งถูกจัดเป็น Internet of Medical Things หรือกลุ่มของอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่เชื่อมต่อกันผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้ในสาขาการแพทย์และดูแลสุขภาพ โดยส่วนใหญ่เป็นเครื่องมือทางการแพทย์และอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่สามารถรวบรวมข้อมูลสุขภาพและส่งข้อมูลไปยังระบบอินเทอร์เน็ตหรือระบบคลาวด์

การพัฒนาอุตสาหกรรมโทรคมนาคมมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมระบบนิเวศด้านสุขภาพ (Digital Health ecosystem) ซึ่งมีผลกระทบต่อการให้บริการในอุตสาหกรรมด้านสุขภาพ สุขภาพดิจิทัล (Digital health) เป็นส่วนสำคัญของระบบสุขภาพในปัจจุบัน การใช้เทคโนโลยีทางการแพทย์และการสื่อสารทางโทรคมนาคมเชื่อมโยงกันเพื่อสร้างระบบนิเวศด้านสุขภาพที่สนับสนุนการดูแลสุขภาพและการรักษาโรคอย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพมากขึ้น โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทยที่กำลังเผชิญกับความต้องการในการปรับปรุงระบบสาธารณสุขของประชาชนและเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการด้านสุขภาพ หากมีการส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางด้านโทรคมนาคม ดังต่อไปนี้

### 1) พื้นที่ความสัมพันธ (Connectivity)

การให้บริการโทรคมนาคมคุณภาพสูงและการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่เร็วใช้งานในระบบดิจิทัลสุขภาพ เช่น การใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์และแอปพลิเคชันสุขภาพในเวลาเป็นระบบ (real-time) และระบบทางไกล (remote monitoring) ที่ต้องการความเร็วและความเสถียรในการสื่อสาร ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศสุขภาพดิจิทัล

### 2) การรองรับการให้บริการด้านการแพทย์แบบระยะไกล (Telemedicine)

การพัฒนาพื้นที่เครือข่ายการเข้าถึงสัญญาณโทรศัพท์และอินเทอร์เน็ตเพื่อเตรียมพร้อมในการรองรับการให้บริการแพทย์และการปรึกษาแพทย์ออนไลน์ ในกรณีที่คนไม่สามารถเข้าพบแพทย์โดยตรงที่มีแนวโน้มการใช้บริการที่สูงขึ้น

### 3) การสนับสนุนการพัฒนาแอปพลิเคชันสุขภาพ (Health Apps)

การสนับสนุนนักพัฒนาแอปพลิเคชันทางการแพทย์ในการสร้างแอปพลิเคชันที่มีประสิทธิภาพสำหรับการดูแลสุขภาพและการรักษา นอกจากนี้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีต้องพัฒนาศักยภาพเพื่อรองรับบริการที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันสุขภาพ

### 4) โซลูชันการสื่อสารที่เฉพาะเจาะจง (Specialized Communication Solutions)

การพัฒนาโซลูชันการสื่อสารที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการรับรายงานและการจัดการข้อมูลสุขภาพ เช่น ระบบสื่อสารข้อมูลทางการแพทย์ (Medical Data Communication Systems) โครงสร้างทางเทคโนโลยีที่ออกแบบมาเพื่อการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับด้านการแพทย์และสุขภาพระหว่างหน่วยงานทางการแพทย์ โรงพยาบาล คลินิก หมอ ผู้ที่ให้บริการด้านสุขภาพ และผู้ป่วย เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษา การวินิจฉัยโรค ประวัติการรักษา และข้อมูลสุขภาพอื่น ๆ ถูกส่งรับและจัดเก็บอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

#### 2.1.6 ประเภทของสุขภาพดิจิทัล (Types of Digital Health)

การจัดกลุ่มประเภทการใช้งานเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลมีหลากหลาย ทั้งนี้การศึกษานี้ได้จำแนกประเภทการใช้งานเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลเป็น 4 องค์ประกอบตาม Precedence Research (2023) คือ

##### 1) การแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

การแพทย์ทางไกลเป็นการใช้เทคโนโลยีโทรคมนาคมในการให้บริการด้านการดูแลสุขภาพแบบระยะไกล ซึ่งเป็นการใช้เทคโนโลยีโทรคมนาคมในการให้บริการด้านคลินิก เช่น การวินิจฉัยและรักษา ระบบการดูแลสุขภาพระยะไกลยังสามารถใช้ในการให้บริการที่ไม่ใช่ด้านคลินิก เช่น การติดตามสุขภาพ การให้บริการด้านการตรวจสอบระยะไกลให้แก่ผู้ป่วยที่เป็นโรคเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจล้มเหลวและโรคเบาหวาน สามารถช่วยในการระบุสัญญาณเตือนการเริ่มต้นของอาการภาวะแทรกซ้อนและป้องกันการรับเข้าโรงพยาบาล

##### 2) สุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth)

สุขภาพเคลื่อนที่ หรือ Mobile Health เป็นการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต เพื่อให้บริการและข้อมูลด้านสุขภาพ ซึ่งรวมถึงแอปพลิเคชันสุขภาพในโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถใช้ในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น การติดตามข้อมูลสุขภาพและการบริหารยา และการเข้าถึงข้อมูลด้านสุขภาพ ในการให้ข้อมูลตอบรับแบบบุคคลากรกับสุขภาพและพฤติกรรมในชีวิตประจำวันนี้สามารถช่วยให้ผู้ป่วยตัดสินใจที่ดีขึ้นเกี่ยวกับสุขภาพและปรับปรุงความมั่นใจในสุขภาพโดยรวม

### 3) การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพ (Health Analytics)

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพถูกใช้ในการระบุแนวโน้มและรูปแบบในข้อมูลด้านสุขภาพที่อาจนำไปสู่ข้อมูลที่ให้ข้อสรุปใหม่เกี่ยวกับสาเหตุและการรักษาของโรค ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพถูกใช้ในการระบุปัจจัยเสี่ยงในการเป็นโรคบางประเภท และในการระบุตัวชี้วัดใหม่ที่สามารถใช้ในการวินิจฉัยและติดตามโรค

### 4) ระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Systems)

ระบบสุขภาพดิจิทัลคือระบบที่ผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ารวมเพื่อปรับปรุงการให้บริการด้านสุขภาพซึ่งสามารถรวมถึงบันทึกการดูแลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (EHRs) ซึ่งเป็นเวอร์ชันดิจิทัลของบันทึกการรักษาของผู้ป่วย และระบบสนับสนุนการตัดสินใจในด้านคลินิก (CDSSs) Clinical Decision Support Systems เป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีและข้อมูลทางด้านสุขภาพเพื่อช่วยให้ผู้ให้บริการด้านสุขภาพตัดสินใจในการดูแลผู้ป่วย ระบบนี้มักจะใช้การประมวลผลข้อมูลคลินิกและความรู้ทางการแพทย์เพื่อให้คำแนะนำที่มีข้อความเชิงวิชาการแก่ผู้ให้บริการ ซึ่งใช้อัลกอริทึมคอมพิวเตอร์เพื่อให้คำแนะนำแก่ผู้ให้บริการด้านสุขภาพได้รับข้อมูลและแนวทางที่มีหลักฐานสนับสนุนที่จุดให้การรักษา

## 2.2 การแพทย์ทางไกล (Telemedicine)



## 2.2.1 นิยามการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization [WHO], 2020) ได้ให้นิยามของการสาธารณสุขทางไกล (Telehealth) ว่าหมายถึง การส่งมอบบริการทางด้านสุขภาพโดยที่ผู้ป่วยและผู้ให้บริการจะถูกแยกจากกันตามระยะทาง โดยที่สาธารณสุขทางไกล (Telehealth) นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technologies: ICT) เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลสำหรับการวินิจฉัยและการรักษาโรคและการบาดเจ็บ การวิจัยและการประเมินผล และเพื่อการศึกษาต่อเนื่องของผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพ ดังนั้น คำจำกัดความ สาธารณสุขทางไกล (Telehealth) จึงเป็นการใช้เทคโนโลยีข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีโทรคมนาคมเพื่อสนับสนุนการดูแลสุขภาพทางไกล การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของผู้ป่วย และการบริหารงานด้านสุขภาพ ซึ่งให้เห็นว่าสาธารณสุขทางไกล (Telehealth) นั้นหมายถึงการใช้งานทั้งทางคลินิกเพื่อการรักษาโรคและไม่ใช่ทางคลินิกเพื่อการรักษาโรคเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การให้ความรู้ด้านสุขภาพกับผู้ป่วย การส่งใบสั่งยาไปยังร้านขายยา การตรวจสอบและวัดระดับน้ำตาลหรือความดันโลหิตจากระยะไกล

ส่วนคำว่า **การแพทย์ทางไกล (Telemedicine)** องค์การอนามัยโลก (WHO, 2020) ได้ให้ความหมายเป็นการส่งมอบบริการทางด้านบริการแพทย์แก่ประชาชนที่อยู่ห่างไกลจากบุคลากรผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ โดยการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technologies: ICT) เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวินิจฉัย การรักษา และการป้องกันโรค รวมถึงการศึกษาวิจัย และเพื่อประโยชน์สำหรับการศึกษาต่อเนื่องของบุคลากรทางการแพทย์ ซึ่งส่งผลดีของทั้งผู้ป่วยและแพทย์ที่ทำการรักษาอาการอย่างมาก

เมื่อกล่าวถึงการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) อาจจะมีนิยามความหมายที่แตกต่างกันบ้าง เนื่องจากการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) จำกัดเฉพาะการให้บริการเฉพาะแพทย์เท่านั้น แต่สาธารณสุขทางไกล (Telehealth) รวมการให้บริการจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านสุขภาพโดยทั่วไปซึ่งรวมถึง เภสัชกร พยาบาล ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง เป็นต้น ซึ่งมีขอบเขตการให้บริการที่กว้างกว่าการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) (EUROPEAN COMMISSION [EC], 2018) อย่างไรก็ตาม เพื่อป้องกันความสับสนในบทความนี้ สาธารณสุขทางไกล (Telehealth) และการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) จึงมีความหมายเหมือนกันและสามารถใช้สลับกันได้

## 2.2.2 วิวัฒนาการของเทคโนโลยีการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

เทคโนโลยีการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) นั้นไม่ได้เป็นเทคโนโลยีที่เพิ่งถือกำเนิดเกิดขึ้นมาใหม่บนโลกแต่อย่างใด เทคโนโลยีนี้มีขึ้นมาตั้งแต่ในยุคสมัยกรีกโรมันและได้มีนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่

เกิดขึ้นมาส่งผลทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีทางการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) มาโดยตลอด (EUROPEAN COMMISSION [EC], 2018) ซึ่งแสดงให้เห็นจากรูปภาพด้านล่างนี้



**A brief History of Telemedicine**

The modern history of telemedicine starts in the 19<sup>th</sup> century.

- 500 BCE**  
Telenursing in ancient Greece and Rome: patients receive medical advice from doctors using representatives
- 19<sup>th</sup> century**  
The invention of the electric telegraph and telephone allow doctors and patients to communicate remotely
- 1925**  
Luxembourg-born inventor Hugo Gernsback suggests *Teledactyl* and predicts that telemedicine could use video and robotic arms by 1975.
- 1948**  
First teleradiology application: radiographs transmitted by telephone in Philadelphia.
- 1959**  
University of Nebraska uses two-way interactive television to transmit neurological examinations to students
- 1960s**  
NASA's contribution to telemedicine starts with transmitting animals' biometric data to scientists on Earth via a telemetric link.
- 1980s**  
Standards for the digital storage of medical images allow radiology images to be transmitted via a dedicated cable.
- 1993**  
The American Telemedicine Association is established, aiming to promote access to medical care via telecommunications technology
- 2010s**  
The extended use of the Internet allows telemedicine to evolve along with regulations and standards.

ในปัจจุบันทั่วโลกมีการใช้งานเทคโนโลยีการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วในช่วงที่ผ่านมา โดยมีสาเหตุมาจากการแพร่ระบาดของโควิด-19 ประกอบกับการพัฒนาอย่างรวดเร็วของการสื่อสารโทรคมนาคม และการลดต้นทุนในการบริหารการจัดการช่วยให้โรงพยาบาลและบริษัท Start-Up สามารถเชื่อมต่อกับระบบการสื่อสารความเร็วสูงที่มีประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลที่มีลักษณะเป็นภาพเสียงได้ด้วยความปลอดภัยสูงจากต่างสถานที่ที่อยู่ห่างไกลกันได้อย่างเสถียรทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งมีส่วนช่วยในการสนับสนุนในด้านการให้บริการการวินิจฉัยและการให้คำปรึกษากับผู้ที่ต้องการรับบริการได้อย่างสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และอินเทอร์เน็ตของสิ่งของทางการแพทย์ (Internet of Medical Things) ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมเทคโนโลยีการแพทย์ทางไกลและยกระดับอุตสาหกรรมทางการแพทย์ได้ทั้งสิ้น

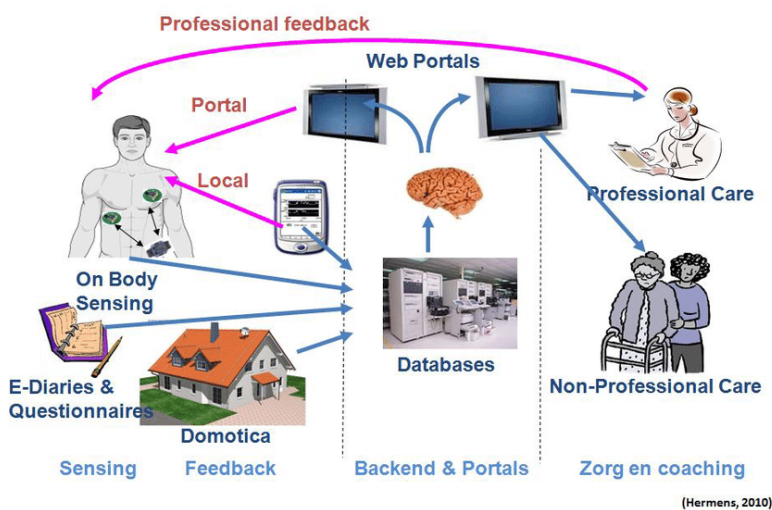
**รูปที่ 2-3** การพัฒนาเทคโนโลยีทางการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

ที่มา: European Commission (2018, October)

การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ได้มีการเริ่มใช้งานอย่างจริงจังและเป็นระบบในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2513 ซึ่งเกิดขึ้นไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคม โดยที่รูปแบบการให้บริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ในต่างประเทศใช้วิธีการเชื่อมต่อสัญญาณความเร็วสูงของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายในประเทศพร้อมทั้งมีการพัฒนาระบบ

Video Conference ที่มีประสิทธิภาพแล้วจึงนำเอาการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ไปประยุกต์ใช้ในแต่ละสาขาทางการแพทย์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป

การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) สำหรับบริบทของประเทศไทยนั้นมีเป้าหมายหลักในกลุ่มบุคลากรทางการแพทย์ ซึ่งเป็นผู้ให้การรักษาและผู้ป่วย โดยสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์เกี่ยวกับการรักษาผ่านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโทรคมนาคมเพื่อให้การเข้าถึงบริการทางการแพทย์ในมาตรฐานเดียวกันและพัฒนาไปสู่บริบทของการพัฒนาระบบบริการสุขภาพในอนาคต ต่อจากนี้ไปกรณีผู้ป่วยนอกและไม่ใช่โรคร้ายแรงหรือฉุกเฉิน ผู้ป่วยไม่จำเป็นจะต้องเดินทางไปโรงพยาบาลอีกต่อไป โดยสามารถติดต่อกับสถานพยาบาลในพื้นที่หรือโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลเพื่อรับบริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) นอกจากนี้ ผู้ป่วยสามารถเข้าถึงการรักษาจากโรงพยาบาลของเอกชนและบริษัท Strat-Up ที่ให้บริการทางด้านการให้คำปรึกษาหรือตรวจการรักษาผ่านโดยแพลตฟอร์มต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์ แอปพลิเคชัน Social Media เป็นต้น อุปกรณ์มาตรฐานในปัจจุบันประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่สื่อสารผ่านระบบสื่อสารสาธารณะ โดยการถ่ายโอนข้อมูลที่มีลักษณะที่หลากหลาย เช่น X-ray, Computed Tomography Scan, Magnetic Resonance Imaging, Ultrasound, Electrocardiogram, ภาพถ่ายรอยโรคของคนไข้ รวมไปถึงการถ่ายทอดแบบเรียลไทม์ (Real Time) ขณะทำการผ่าตัดผ่านระบบการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ซึ่งจะสามารถช่วยยกระดับการบริการสุขภาพให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงมีการใช้การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ของโรงพยาบาลโดยการทำ Tele – Consultation ระหว่างการรักษาทำให้การรักษาทำได้ทันทีทันทีเมื่อมีการตรวจร่างกายคนไข้โดยตรง (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2021)



รูปที่ 2-4 โครงสร้างการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)  
ที่มา: European Commission (2018, October)

เทคโนโลยีนี้ทำให้การบริการการรักษาทางการแพทย์และสาธารณสุขเข้าถึงได้ง่ายนี้ ผู้ป่วยและแพทย์ไม่จำเป็นต้องอยู่แต่ภายในโรงพยาบาลก็ทำการรักษาได้ การพบแพทย์ผ่านจอคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์ในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศกลุ่มยุโรปการรักษาแบบนี้ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากการพัฒนาโครงข่ายการสื่อสารและระบบการสื่อสารความเร็วสูงทำให้ประชาชนเข้าระบบได้ทุกที่ทุกเวลา โดยโรงพยาบาลร่วมพัฒนาแอปพลิเคชัน (Application) ให้คนใช้นำไปใช้งาน ซึ่งคนไข้อยู่ที่บ้านและแพทย์เองก็อยู่ที่โรงพยาบาล แต่แพทย์สามารถให้คำแนะนำการรักษากับผู้ป่วยได้ โดยที่ผู้ป่วยใช้กล้องความละเอียดสูงถ่ายรอยโรค หรือใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ ทำให้ทราบข้อมูลสุขภาพ เช่น รายงานผลการตรวจวัดความดัน ระดับน้ำตาลในเลือด ผลการตรวจปัสสาวะ สามารถส่งจากผู้ป่วยไปถึงแพทย์ผู้ให้รักษาได้ทันที

การใช้งานการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ในประเทศไทยริเริ่มตั้งแต่เมื่อมีการปล่อยดาวเทียมไทยคม 1 เมื่อปี พ.ศ. 2535 ซึ่งส่งผลทำให้ในปี พ.ศ. 2538 รัฐบาลประกาศให้เป็นปีแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งประเทศไทย เพื่อสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีให้แก่ประชาชนโดยส่วนหนึ่งรัฐบาลมีนโยบายที่จะส่งเสริมการพัฒนาการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) จึงเกิด Telemedicine Project ขึ้นในปี พ.ศ. 2538 - พ.ศ. 2541 ที่มีกระทรวงสาธารณสุขควบคุมดูแล ซึ่งทำให้เกิดการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างโรงพยาบาลในกรุงเทพมหานครกับโรงพยาบาลในส่วนภูมิภาคและโรงพยาบาลชุมชนทั้งสิ้น 19 แห่ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะเผยแพร่วิธีการรักษา การดูแลผู้ป่วย และการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสุขภาพและสาธารณสุขแก่ประชาชนที่อยู่ห่างไกล หรือเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างบุคลากรทางการแพทย์ที่อยู่ห่างไกลกัน รวมไปถึงประชากรที่อาศัยอยู่ในท้องถิ่นที่มีแพทย์หรือโรงพยาบาลไม่เพียงพอต่อการรักษาประชาชนได้อย่างทั่วถึง (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2021)

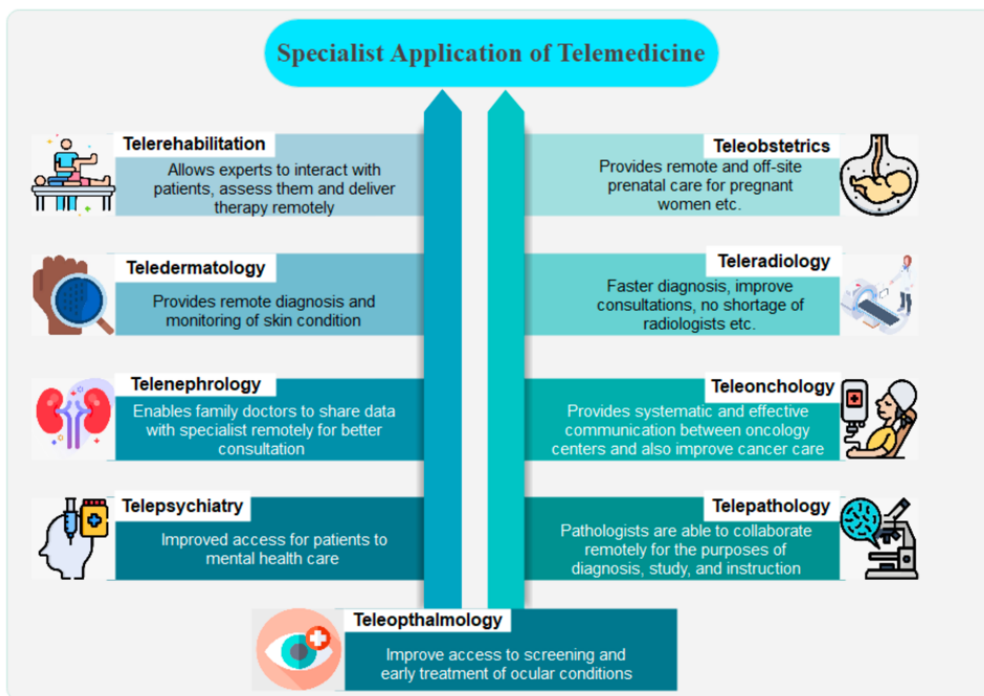
ในปัจจุบันนี้มีการให้บริการ Telemedicine นอกจากการตรวจรักษาแล้ว ยังมีการดำเนินการเพื่อการป้องกัน (Prevention) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ซึ่งมีการระบาดของ covid-19 สปสช. นำเอา Telemedicine มาใช้ในกลุ่มของผู้ป่วยโรคเรื้อรัง ซึ่งมีการกำหนดอัตราค่าจ่ายไว้ที่ 30 บาทต่อครั้ง และได้มีการพัฒนาปรับเงื่อนไขให้หน่วยบริการสามารถที่จะรับ-ส่งต่อหรือมีหน่วยประจำ โดยแอปพลิเคชันที่ใช้งานต้องสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกันได้ และปรับอัตราค่าจ่ายเพิ่มขึ้นเป็น 50 บาทต่อครั้ง ในปี พ.ศ. 2566 เพื่อให้สอดคล้องกับต้นทุน และเพิ่มกลุ่มการเจ็บป่วยเล็กน้อย (รวมเป็น 42 โรค) ที่สามารถใช้ Telemedicine ได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความแออัดในหน่วยบริการ เพิ่มช่องทางการเข้าถึงบริการทางการแพทย์แก่ประชาชน เพิ่มความสะดวกแก่คนไข้ ลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางและลดค่าใช้จ่ายของโรงพยาบาล

สำหรับทิศทางการให้บริการ Telemedicine ของ สปสช. ขึ้นอยู่กับนโยบายของประเทศและความร่วมมือจากกระทรวงสาธารณสุข โดยตั้งเป้าหมายในการขยายพื้นที่และบริการให้ครอบคลุมคนไทยในต่างประเทศ และกลุ่มผู้ป่วยหลังผ่าตัด ซึ่งต้องใช้ Platform ที่สามารถตรวจสอบได้ และเสริมสร้างความมั่นใจในการใช้งาน

ซึ่งต้องมีกฎหมายรองรับการให้บริการอย่างชัดเจน รวมถึงต้นทุนที่เหมาะสมและความพึงพอใจของทั้งผู้ให้บริการและผู้รับบริการที่มีต่อ Telemedicine (Digital Health Forum, 2023)

### 2.2.3 การประยุกต์ใช้การแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) มีการใช้กันมากขึ้นทั้งในคลินิกผู้ป่วยนอก (OPD) และโรงพยาบาล สำหรับกระบวนการทางการแพทย์ที่หลากหลาย การให้คำปรึกษาระยะไกลกับผู้ป่วยหรือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ มีประโยชน์ในแทบทุกสาขาของการแพทย์ เนื่องจากการขาดแคลนผู้ให้บริการดูแล การจำกัดการเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญ และผู้ป่วยในพื้นที่ห่างไกล การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) จึงได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นเครื่องมืออันล้ำค่าสำหรับผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาขอบเขตการใช้งานการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) หลายประการแสดงไว้ในรูปที่ 2-5 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2-5 ขอบเขตการใช้งานการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

ที่มา: European Commission (2018, October)

### 1) Teleradiology

ในสาขาการแพทย์ทางไกล รังสีวิทยาเป็นหนึ่งในสาขาเฉพาะทางแรกสุดที่เกิดขึ้น เพื่อปรับปรุงการเข้าถึงนักรังสีวิทยาของประชาชน จึงได้มีการสร้างบริการรังสีวิทยาทางไกลขึ้นมากมาย ค่อนข้างเป็นไปได้ที่โรงพยาบาลขนาดเล็กอาจไม่มีนักรังสีวิทยาคอยประจำการเสมอไป ทุกวันนี้ นักรังสีวิทยาผู้มีทักษะสามารถรับคำปรึกษาได้จากระยะไกลและรวดเร็วโดยการส่งภาพเอกซเรย์และเอกสารของผู้ป่วยไปให้ผ่านระบบรังสีวิทยาที่ปลอดภัย

### 2) Telepsychiatry

จิตแพทย์ผู้มีประสบการณ์สามารถรักษาผู้ป่วยจากระยะไกลได้โดยใช้จิตเวชศาสตร์ ซึ่งช่วยเพิ่มการเข้าถึงการดูแลสุขภาพจิตของผู้ป่วย จิตแพทย์ขาดแคลนในหลายประเทศ

### 3) Tele dermatology

การให้บริการทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับโรคผิวหนังโดยใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายในการสื่อสารระหว่างแพทย์และผู้ป่วยที่ไกลออกไปหรือไม่สามารถมาพบแพทย์ในสถานที่ที่เดียวกันได้ แพทย์ทางด้านผิวหนังจะใช้รูปถ่ายหรือวิดีโอที่ผู้ป่วยส่งมาเพื่อวินิจฉัยโรคผิวหนังและให้คำแนะนำการรักษาหรือการดูแลต่อไปผ่านช่องทางออนไลน์

### 4) Teleophthalmology

เป็นการให้บริการทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับสาขาโรคตาโดยใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายช่วยลดระยะทางและเวลาในการรับการรักษาดตาและช่วยให้ผู้ป่วยสามารถรับคำปรึกษาเกี่ยวกับปัญหาตาได้อย่างสะดวกสบายโดยไม่ต้องเดินทางไปยังคลินิกตาหรือสถานที่การรักษาทางตาในบางกรณีที่ไม่จำเป็น

### 5) Telenephronology

การให้คำปรึกษาจากแพทย์โรคไตจากระยะไกล ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Telenephrology ในระดับมืออาชีพระหว่างกันคือกรณีของแพทย์ประจำครอบครัวที่ต้องการความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับผู้ป่วยที่เป็นโรคไต

### 6) Teleobstetrics

นรีแพทย์สามารถให้การดูแลก่อนคลอดแก่สตรีมีครรภ์จากระยะไกลผ่านทางสูติศาสตร์ทางไกล ตัวอย่างเช่น แพทย์ในสถานพยาบาลแห่งหนึ่งสามารถถ่ายภาพอัลตราซาวนด์หัวใจของทารกและส่งไปให้สูติแพทย์ที่อีกแห่งเพื่อทำการวิเคราะห์

### 7) Teleonvholology

การทำให้การรักษาโรคมะเร็งเข้าถึงได้มากขึ้น มะเร็งวิทยาได้เติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีเทคโนโลยีกลไกการจัดเก็บและส่งต่อที่ส่งภาพเพื่อการวินิจฉัย และแพลตฟอร์มวิดีโอแบบเรียลไทม์ที่ช่วยให้แพทย์ด้านเนื้องอกวิทยาสามารถปรึกษากับผู้ป่วยได้

### 8) Telepathology

ด้วยการใช้เทคโนโลยีกระแสจิต นักพยาธิวิทยาสามารถทำงานร่วมกันจากระยะไกล ในกรณีทางพยาธิวิทยาเพื่อวัตถุประสงค์ในการวินิจฉัย การศึกษา และการสอนวิธีกระแสจิตหลายอย่างเป็นระบบ "Save and Forward" ที่ให้นักพยาธิวิทยาส่งและรับภาพและวิดีโอที่มีความละเอียดสูง

### 9) Telerhabilitation

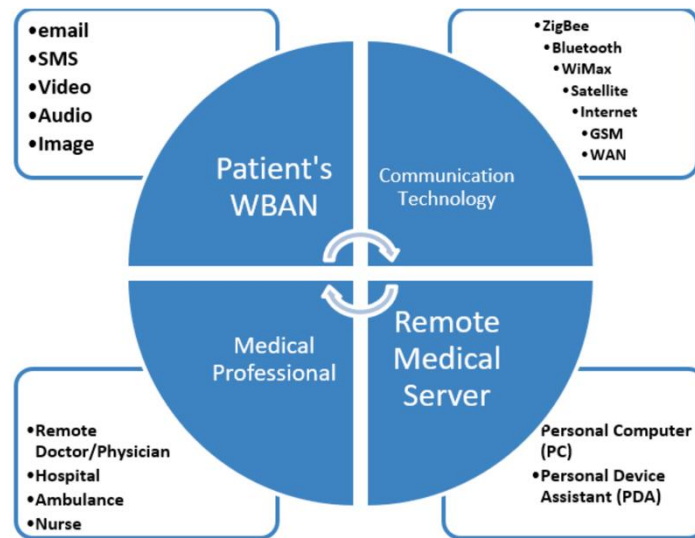
ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถรับการรีฟาบิเลชันได้โดยไม่ต้องเดินทางไปยังสถานที่รักษาหรือคลินิก โดยสามารถใช้วิดีโอคอลหรือแพลตฟอร์มการสื่อสารออนไลน์เพื่อทำงานร่วมกับนักกายภาพบำบัดหรือนักบริหารการฟื้นฟูผ่านการแนะนำและการออกกำลังกายทางร่างกายแบบระยะไกล

### 10) Telepsychiatry

การให้บริการทางจิตเวชผ่านทางสื่อสารระยะไกล โดยใช้เทคโนโลยีสื่อสารออนไลน์ เช่น วิดีโอคอล การสนทนาผ่านข้อความ หรือการให้คำปรึกษาผ่านอีเมล หรือแพลตฟอร์มอื่น ๆ ที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์เช่นคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่และแท็บเล็ต ในการสื่อสารระยะไกลระหว่างผู้ป่วยทางจิตเวชและนักจิตวิทยาหรือแพทย์จิตเวชที่อยู่ห่างออกไป

#### 2.2.4 องค์ประกอบของระบบการแพทย์ทางไกล (Telemedicine system)

องค์ประกอบหลักของระบบการให้บริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ตามรูปที่ 2-6 ด้านล่าง แสดงให้เห็นถึงกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างแพทย์และผู้ป่วยที่รับบริการผ่านระบบการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) โดยมีส่วนที่เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งองค์ประกอบของระบบการแพทย์ทางไกล (Telemedicine system) ประกอบด้วย 4 ส่วน (Alenoghenaet al., 2023) ดังนี้



รูปที่ 2-6 องค์ประกอบของการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

ที่มา: European Commission (2018, October)

### 1) Patient's WBAN Unit

หน่วย WBAN (Wireless Body Area Network) ของผู้ป่วย ซึ่งประกอบด้วยเครื่องช่วยควบคุมผู้ป่วย ระยะไกลรวมถึงเซนเซอร์ชีวภาพ (Biosensor) เซนเซอร์สภาพกาย (physiological sensors) หรือเซนเซอร์ ภายนอก (external sensors) ที่ติดอยู่ใกล้ผู้ป่วย เซนเซอร์เหล่านี้เป็นอุปกรณ์ทางร่างกายที่ใช้สำหรับการ รวบรวมข้อมูลทางการแพทย์สำคัญจากผู้ป่วยและจะถูกประมวลผ่านหน่วยการสื่อสาร (communication unit) หน่วยการสื่อสารอุปกรณ์เหล่านี้มีความสามารถในการจัดเก็บและดึงข้อมูลที่เก็บไว้และสามารถเชื่อมต่อ กับโปรแกรมแอปพลิเคชันเพื่อแบ่งปันข้อมูลที่ได้รับ เซนเซอร์สำหรับการแพทย์แบบไกลทาง (Telemedicine) ซึ่งประกอบไปด้วย 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ เซนเซอร์สภาพกาย (Physiological sensors) และเซนเซอร์สภาพแวดล้อม (environmental sensors) เซนเซอร์สภาพกาย (Physiological sensors) เป็นเครื่องที่สวมใส่หรือฝังใน ร่างกายของมนุษย์ เซนเซอร์เหล่านี้ถูกออกแบบโดยคำนึงถึงความจำเป็นในการสวมใส่ ประหยัดพลังงาน ความปลอดภัยของข้อมูลมีคุณภาพที่ดีและการป้องกันฉนวนกัน เซนเซอร์สภาพแวดล้อมเป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการ วัดหรือรวบรวมสัญญาณทางแวดล้อมรอบผู้ป่วย มีหลายเซนเซอร์ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลและการวัดค่าที่เป็น ที่สนใจในการพยากรณ์ทางการแพทย์ ยกตัวอย่างเช่น

1. Electrocardiogram (ECG) เป็นการตรวจวัดเครื่องหัวใจ
2. Pulse oximeter เครื่องวัดระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด
3. Body temperature เครื่องวัดอุณหภูมิของร่างกาย
4. Electroencephalogram (EEG) การตรวจวัดการทำงานของเซลล์สมองด้วยคลื่นไฟฟ้า
5. Electromyography การตรวจเส้นประสาทและกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า เพื่อการวินิจฉัยโรคทาง ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

WBAN (Wireless Body Area Network) ผู้ให้บริการต่างๆไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชน ควรมีฐานข้อมูลที่ปลอดภัยเพื่อบันทึกข้อมูลของผู้ป่วยอย่างปลอดภัย โดยไม่ว่าวิธีการทำงานของการแพทย์แบบไกล (Telemedicine) จะเป็นแบบเรียลไทม์หรือแบบไม่เรียลไทม์ ฐานข้อมูลแบบดังกล่าวมักประกอบด้วยบันทึกสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (EHR) เพื่อการติดตามอย่างเหมาะสม ติดตามความคืบหน้าของผู้ป่วยหรือปัจจุบันในประเทศไทยเริ่มมีการนำเอา EMR (Electronic Medical Record) มาใช้แล้ว ซึ่งการบันทึกข้อมูลที่ปลอดภัยและการรับรองตัวตนเป็นสิ่งสำคัญในการให้บริการทางการแพทย์แบบไกล (Telemedicine) เพื่อให้สามารถรักษาความปลอดภัยของข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยและให้การเข้าถึงข้อมูลเพื่อการดูแลและการจัดการที่ถูกต้อง (Kannampalliet al., 2020)

สำหรับประเทศไทย การใช้งาน Patient's WBAN Unit นั้นยังไม่ได้ได้รับความนิยม เนื่องจากมีราคาที่สูงและไม่ได้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากรูปแบบของการบริการการแพทย์ทางไกลทั้งภายในภาครัฐและเอกชนค่อนข้างมีลักษณะเฉพาะตัว

## 2) Communications Technology Unit

เทคโนโลยีการสื่อสารทำหน้าที่ในการสร้างหรือให้บริการอินเทอร์เฟซ (Interface) กับระบบการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ทั้งหมด ตั้งแต่การส่งสัญญาณข้อมูลและ Datalink layer ไปยัง Application layer เพื่อคำขอการเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ระยะไกล (Remote Devices) และสุดท้ายคำขอลิงค์หรือโปรโตคอลที่จะใช้ในการสื่อสาร หน่วยนี้เป็นส่วนสำคัญในระบบการแพทย์แบบไกล (Telemedicine) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับระบบการสื่อสารที่ใช้ในระยะสั้น (Short-range Communication) ระยะไกล (Long-range Communication) และโปรโตคอลการสื่อสาร (Communication protocols)

### 2.1) การสื่อสารที่ใช้ในระยะสั้น (Short-range Communication)

เป็นกระบวนการการสื่อสารที่ใช้เทคโนโลยีไร้สาย (Wireless technology) เพื่อส่งข้อมูลที่เก็บจากเซนเซอร์ (Sensors) ระหว่างอุปกรณ์ที่อยู่ใกล้กัน เช่น Bluetooth Wi-Fi และ ZigBee ไปยัง Local Area Network (LAN) ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่อยู่ใกล้ ๆ และมันยังสามารถสร้างเครือข่าย Wide Area Network (WAN) เพื่อทำให้การเชื่อมต่อระหว่างผู้ป่วยและแพทย์ติดต่อกันได้ง่ายขึ้น (Supriyanto al., 2020)

### 2.2) การสื่อสารที่ใช้ในระยะไกล (long-range Communication)

การสื่อสารระยะไกลใช้ในการส่งข้อมูลจากผู้ป่วยไปยังแพทย์ นั้นมีหลายเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เมื่อพิจารณาประเภทของข้อมูลที่ต้องการส่งจะต้องเลือกเทคโนโลยีการสื่อสารที่เหมาะสมที่สุด เช่น ขนาดของข้อมูล ความต้องการแบนด์วิดท์ (Bandwidth requirements) เทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกลที่ถูกใช้ในการแพทย์ทางไกลนั้นไม่จำกัดอยู่แค่เพียงดาวเทียม GSM 3G 4G 5G WAN LoRaWAN และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเท่านั้น

### 2.3) Communication Standards and Protocols

มาตรฐานและโพรโตคอลการสื่อสารเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ข้อมูลสามารถถูกส่งและรับได้อย่างเป็นระบบและสามารถใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สื่อสารสองตัวหรือมากกว่า รวมถึงกฎและข้อแนะนำที่ใช้ในการรักษาความสอดคล้องและความทั่วไปในการสื่อสาร โพรโตคอลและมาตรฐานการสื่อสารรวมถึงการพิสูจน์ตัวตน การตรวจสอบและการแก้ไขข้อผิดพลาด (EDC) เทคนิคการส่งสัญญาณ การเปลี่ยนรูปและการคืนรูป ระหว่างโพรโตคอลการสื่อสารที่รู้จักมากที่สุด คือ

1. Bluetooth stack of protocols
2. Zigbee stack of protocols
3. Wireless Application Protocol (WAP)
4. File Transfer Protocol (FTP)
5. Hypertext Transfer Protocol (HTTP)
6. TCP/IP
7. UDP

### 3) Remote Medical Server Unit

สถานที่ที่แพทย์ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ให้บริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ซึ่งข้อมูลของผู้ป่วยจาก Patient WBAN จะถูกส่งผ่านหน่วยสื่อสาร แพทย์สามารถเข้าถึงข้อมูลเพื่อการวินิจฉัย การใช้งานผ่านวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ (Video Conference) มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในการปรึกษาออนไลน์ กล้องที่เข้ากันได้ ไมโครโฟนและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ รวมถึงคอมพิวเตอร์ถูกใช้ในการประเมินประวัติการรักษาของผู้ป่วย (EHRs)

### 4) Medical Professional Unit

บุคลากรทางการแพทย์ที่ให้บริการทางการแพทย์หรือการดูแลผู้ป่วยจากระยะไกล ซึ่งอาจรวมถึงแพทย์ บุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานในโรงพยาบาล บุคลากรรพพยาบาล พยาบาล และบุคลากรด้านสุขภาพอื่น ๆ

## 2.2.5 กลุ่มเป้าหมายและความสามารถของเทคโนโลยีการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) มีกลุ่มเป้าหมายคือการให้บริการแก่ภาคประชาชน ซึ่งการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) นั้นถือว่าเป็นทางเลือกของประชาชนในการเข้ารับบริการสุขภาพ อย่างไรก็ตาม การบริการนี้ก็ไม่สามารถทดแทนการรับบริการแบบตัวต่อตัวเหมือนกับการมาพบแพทย์ที่โรงพยาบาลหรือ

คลินิกปรึกษาโรคได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) มีประโยชน์ทั้งสำหรับผู้ป่วยและผู้ให้บริการทางการแพทย์ (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2021)

### ประโยชน์ในส่วนของผู้ป่วย

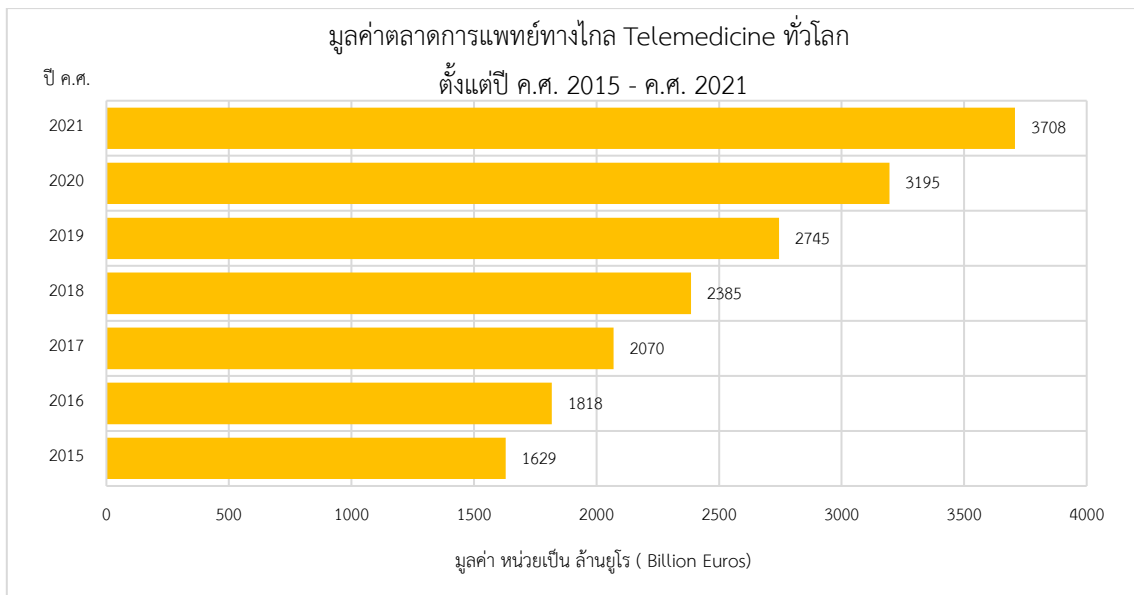
1. ใช้เวลาน้อยลงในการดำเนินการรับบริการ ลดปัญหาการรอคอยพบแพทย์ตามโรงพยาบาล ต่าง ๆ ประชาชนมีเวลามากขึ้น สามารถดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจอื่นได้
2. ไม่มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางหรือเสียเวลา
3. มีความเป็นส่วนตัวสูง ไม่มีการสัมผัสกับผู้ป่วยรายอื่นที่อาจติดเชื้อโรคระหว่างผู้ป่วยได้
4. ประชาชนสามารถเข้าถึงบริการสาธารณสุขของประเทศได้ดีขึ้น ประชาชนมีโอกาสเข้ารับการรักษาจากแพทย์ได้มากขึ้น ทำให้โอกาสในการสามารถรักษาโรคให้หาย หรือป้องกันการรุกรานของโรคได้ทันท่วงทีมากขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยมีสัดส่วนแพทย์ต่อประชากรต่ำกว่าหลายประเทศ ทั้งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศอื่นในโลก อีกทั้งการขยายโรงพยาบาลเพื่อรองรับประชาชนเข้าใช้บริการเป็นไปได้อย่างจำกัด

### ประโยชน์ในส่วนของผู้ให้บริการ

1. เพิ่มรายได้ให้ผู้ประกอบการด้านโทรคมนาคมจากการเพิ่มช่องทางการประกอบธุรกิจของโรงพยาบาลและบริษัท Strat-up
2. ปรับปรุงประสิทธิภาพการบริการเฉพาะทางของผู้ประกอบการด้านโทรคมนาคม
3. มีทางเลือกให้ผู้รับบริการที่ดีกว่าจากการแข่งขันของคลินิกสุขภาพ และ On-line Providers การติดตามและการดูแลผู้ป่วยที่ดีขึ้น
4. ลดจำนวนการนัดหมาย และการยกเลิกที่ไม่ได้รับบริการ
5. แพทย์ในโรงพยาบาลสามารถให้บริการผู้ป่วยได้มากขึ้น

## 2.2.6 สถานการณ์การใช้งานการแพทย์ทางไกลและมูลค่าตลาดของการแพทย์ทางไกลทั่วโลก

จากการสำรวจของ Statista พบว่ามูลค่าตลาดการแพทย์ทางไกลมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015 ถึงปี ค.ศ. 2021 และมีแนวโน้มจะเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ ความต้องการที่เพิ่มขึ้นในการลดต้นทุนการดูแล การรวมเป็นหนึ่งทั่วทั้งอุตสาหกรรมและความคิดริเริ่มเชิงกลยุทธ์อื่น ๆ ของบริษัทสำคัญ ๆ ถือเป็นส่วนขับเคลื่อนหลักของตลาดนี้ ตลาดมีโอกาสการเติบโตมากมายอันเนื่องมาจากการนำการแพทย์ทางไกลมาใช้มากขึ้น ความต้องการของผู้บริโภคและการยอมรับของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้น ค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาลที่สูงขึ้น ความก้าวหน้าทางเทคนิค การใช้การติดตามผู้ป่วยระยะไกลที่เพิ่มขึ้นและความชุกของโรคเรื้อรังที่เพิ่มขึ้น ล้วนเป็นปัจจัยที่มีส่วนสนับสนุนการขยายตัวของตลาดการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ทั่วโลกในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา นอกจากนี้ การระบาดทั่วโลกลักษณะที่ไม่คาดคิดของไวรัสโคโรนาคาดว่าจะเพิ่มการใช้การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ในอนาคต



รูปที่ 2-7 มูลค่าตลาดการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

ที่มา: European Commission (2018, October)

จากภาพรวมตลาดการแพทย์ทางไกลทั่วโลก ค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาลที่เพิ่มขึ้น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การติดตามผู้ป่วยทางไกลที่มากขึ้น และความชุกของการเจ็บป่วยเรื้อรังที่เพิ่มขึ้น ล้วนเป็นแรงผลักดันหลักของอุตสาหกรรมการแพทย์ทางไกลทั่วโลก คาดการณ์ว่าการแพร่ระบาดทั่วโลกอย่างไม่คาดคิดของไวรัสโคโรนาจะเพิ่มการใช้การแพทย์ทางไกล เนื่องจากเทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยให้ผู้ดูแลสื่อสารกับผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดช่วงการแพร่ระบาด

ทางด้านอุปสงค์ของการใช้บริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) มีแนวโน้มที่จะขยายตัวตลอดอันเป็นผลมาจากมาตรฐานความปลอดภัยในการติดต่อสื่อสารและคุณภาพด้านการรับบริการที่เพิ่มขึ้นที่มอบให้แก่ผู้ป่วย ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการเติบโตของตลาด นอกจากนี้ การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ยังถือเป็นเทคโนโลยีที่สามารถปรับเปลี่ยนได้มากที่สุดในการให้ความรู้ด้านสุขภาพ ข้อมูลด้านสุขภาพ และการรักษาสุขภาพแก่ผู้ที่อาศัยอยู่ห่างไกล มีความเป็นไปได้ที่จะให้การดูแลที่เน้นผู้ป่วยเป็นศูนย์กลางมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็เพิ่มการเข้าถึงพื้นที่ห่างไกลด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการพัฒนาทางด้านโทรคมนาคม นอกจากนี้ยังช่วยลดจำนวนการเข้ารับบริการแผนกฉุกเฉินและอัตราการเสียชีวิตได้อีกด้วย

### 2.2.7 สถานการณ์การใช้งานการแพทย์ทางไกลของการแพทย์ทางไกลในประเทศไทย

ปัจจุบันการรักษาแบบ Telemedicine ในประเทศไทยได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น เพื่อให้ตอบโจทย์ต่อระบบสุขภาพของประเทศไทยที่ต้องเผชิญกับสถานการณ์ท้าทายรอบด้าน อาทิ ผู้ป่วยล้นโรงพยาบาล ความเสมอภาค เข้าถึงการรักษายากในพื้นที่ทุรกันดารและห่างไกล การเป็นสังคมสูงวัยที่คาดว่าจะเข้าสู่การเป็นสังคมผู้สูงวัยที่สมบูรณ์อย่างรวดเร็ว การเกิดโรคอุบัติใหม่และโรคอุบัติซ้ำที่มีความถี่มากขึ้น

รวมทั้งการระบาดของโรคโควิด 19 ที่เป็นโรคอุบัติใหม่ ประชาชนต้องมีวิถีชีวิตแบบ New normal ส่งผลให้การรักษาแบบ Telemedicine กลายเป็นการอำนวยความสะดวกให้ประชาชนในเรื่องของการเดินทาง ประหยัดเวลาในการรอคิว ลดโอกาสที่ผู้ป่วยต้องออกจากบ้าน ลดจำนวนคนภายในโรงพยาบาลและเพิ่มความปลอดภัยจาก Covid-19 อีกด้วย

## 2.2.8 การให้บริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) จากภาครัฐ

ในปี พ.ศ. 2562 กระทรวงสาธารณสุขได้มอบนโยบาย เรื่องการลดความแออัด ลดความเหลื่อมล้ำ เพิ่มการเข้าถึงของประชาชนที่อยู่ห่างไกล ให้เกิดความเสมอภาค เพื่อสนองต่อนโยบายดังกล่าว กรมการแพทย์ ได้มีการปรับการให้บริการโดย รพ.สังกัดกรมการแพทย์ 3 แห่ง ประกอบด้วย สถาบันผิวหนัง โรงพยาบาลเมตตาประชารักษ์ (วัดไร่ขิง) สถาบันทรวงอกได้นำระบบให้คำปรึกษาทางไกล (Tele-Health) มาบริการ ให้คำปรึกษาในเรื่องการคัดกรองเบาหวานเข้าจอประสาทตา ความผิดปกติของปอด และโรคผิวหนัง การดูแล สุขภาพ อำนาจความสะดวกในการสื่อสารด้วยการส่งสัญญาณเสียงและภาพ ซึ่งถือว่าเป็นประโยชน์อย่างมาก ช่วยลดการเดินทางและความแออัดในโรงพยาบาล รวม 35 แห่ง โดย กสทช. สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือแพทย์ ในการตรวจร่างกาย ระบบการสื่อสาร สามารถให้คำปรึกษาเฉพาะทางด้านจักษุ 295 ครั้ง เฉพาะทางด้าน ทรวงอก 335 ครั้ง เฉพาะทางด้านผิวหนัง 71 ครั้ง (กรมการแพทย์, 2022) กรมการแพทย์กล่าวว่าในช่วง ปี พ.ศ. 2563 ขณะที่ประเทศไทยเกิดการระบาดของ Covid-19 กระทรวงสาธารณสุขได้มอบนโยบายเรื่องของการบริการที่ทำให้ประชาชนสะดวกปลอดภัยไม่ให้เกิดผลกระทบจาก Covid-19 กรมการแพทย์ในฐานะ หน่วยงานหลักในการให้บริการตรวจรักษาแก่ผู้ป่วย ได้นำเอาระบบการรักษาแบบ Video Call มาใช้ โดยผู้ป่วยสมัครใจรับบริการและรับยาทางไปรษณีย์ เพื่อลดความแออัดในโรงพยาบาล ลดภาระหน้างาน เพื่อห่มแพทย์ในการดูแลรักษาผู้ป่วยใน Covid-19 โดยผู้ป่วยหรือญาติสามารถใช้สมาร์ทโฟนในการ สื่อสารกับเจ้าหน้าที่ได้ ส่งผลให้สามารถลดความแออัดในโรงพยาบาลลงได้กว่า 30% (กรมการแพทย์, 2022)

ต่อมาปี พ.ศ. 2564 - 2565 กรมการแพทย์ได้นำระบบการแพทย์ทางไกล (DMS Telemedicine) มาให้บริการแก่ผู้ป่วยทดแทนระบบ Video Call ในการตรวจรักษา วินิจฉัย ให้คำแนะนำการปฏิบัติตัวของ ผู้ป่วย รวมถึงการส่งยาให้กับผู้ป่วยที่บ้านทางไปรษณีย์เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับบริการได้อย่างสะดวก รวดเร็ว แม่นยำ ช่วยลดค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยในการเดินทาง ซึ่งปัจจุบันโรงพยาบาลและสถาบันสังกัดกรมการแพทย์ มีการพัฒนาเป็นระบบการแพทย์ทางไกล (DMS Telemedicine) แล้วจำนวน 30 แห่ง เช่น โรงพยาบาล ราชวิถี มีการให้บริการผ่านระบบ 46,502 ครั้ง สถาบันประสาทวิทยา 6,200 ครั้ง ยังมีการขยายเครือข่าย เชื่อมโยงไปยังหน่วยงานอื่น ๆ ของกระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ รพ.สังกัดกรมสุขภาพจิต 17 แห่ง มีการใช้งาน ระบบ 2,444 ครั้ง รพ.ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน 7 แห่ง เชื่อมโยงกับโรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ นำร่อง ในโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 3 แห่ง ได้แก่ โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติเขาชะเมา โรงพยาบาล

เฉลิมพระเกียรติเส้าให้ โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรตินาวัง รวมแล้วมีการใช้งานระบบ 74,647 ครั้ง และ โรงพยาบาลราชทัณฑ์ สังกัดกรมราชทัณฑ์อีก 2,980 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 77,627 ครั้ง (กรมการแพทย์, 2022)

ปัจจุบันอยู่ระหว่างการพัฒนาขยายขีดความสามารถของระบบการแพทย์ทางไกล (DMS Telemedicine) ให้สามารถทำงานเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ IoT เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถเชื่อมโยงจัดเก็บข้อมูลประวัติสุขภาพพื้นฐาน ความดัน ชีพจร เพื่อใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพของตนเองได้ในเบื้องต้น สามารถรองรับการเชื่อมโยงระบบ เพื่อยืนยันตัวตนและระบบการชำระเงินผ่านทางแอปพลิเคชันเป้าตัง ซึ่งจะเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ป่วย และยังมีแผนการขยายขีดความสามารถของระบบการแพทย์ทางไกล (DMS Telemedicine) ให้รองรับ การปรึกษาแพทย์เฉพาะทางที่ซับซ้อนในลักษณะของสหสาขาวิชาเพื่อให้การวินิจฉัยและรักษาผู้ป่วยได้อย่าง แม่นยำ ซึ่งถือเป็นการแบ่งปันทรัพยากรผู้เชี่ยวชาญของกระทรวงสาธารณสุขในการให้บริการด้านสุขภาพของ ประเทศอีกด้วย (กรมการแพทย์, 2022) ซึ่งระบบ DMS Telemedicine ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

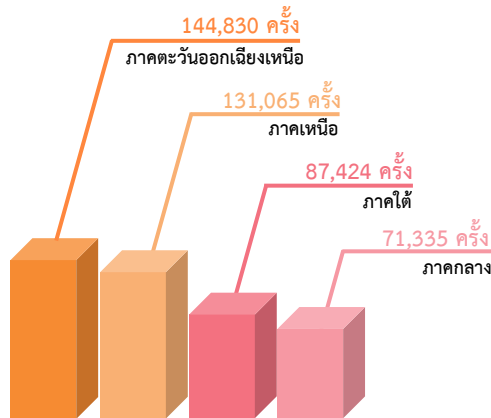
### 1. Mobile Application


การให้บริการดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน สำหรับผู้ป่วยลงทะเบียนเข้าใช้บริการ ทำการนัดหมายพบแพทย์ การพูดคุยกับแพทย์และพยาบาลผ่านระบบ วิดีโอคอล (Video Conference) ขอรับนัดยา รวมถึงสามารถชำระค่ารักษาพยาบาล ติดตามการจัดส่งยาผ่านทางไปรษณีย์ให้กับผู้ป่วย และการรับฟังคำแนะนำการใช้ยา โดยไม่ต้องเดินทางมาที่โรงพยาบาล อีกทั้งยังสามารถตรวจดูประวัติการรักษาในอดีตของตนเองได้อีกด้วย ผ่านการใช้งาน Mobile Application

### 2. Web Application

โปรแกรมการทำงานในส่วนของโรงพยาบาลที่เชื่อมต่อระหว่าง Mobile Application ระบบ HIS (Hospital Information System) ของโรงพยาบาลเพื่อการให้บริการแก่เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล

นอกจากนี้กรมการแพทย์ยังมีการจัดทำระบบ Personal Health Record (PHR) ของผู้ป่วย ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยมีสมุดประวัติสุขภาพส่วนตัว เพื่อประโยชน์ในการดูแลรักษาสุขภาพ รวมถึงใช้เป็นข้อมูลประวัติส่งต่อการรักษาไปยังโรงพยาบาล เป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาสนับสนุนด้านการบริการระบบสุขภาพ ช่วยให้การจัดการปัญหาสุขภาพเกิดประสิทธิภาพ ช่วยบริหารจัดการและสนับสนุนการเชื่อมโยงข้อมูลด้านสุขภาพของผู้ป่วยได้แบบทันที มีความถูกต้อง รวดเร็ว สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา



 ประเทศไทยมีการบริการการแพทย์ทางไกลผ่านระบบ DMS Telemedicine ในปี พ.ศ. 2566 จำนวน 434,654 ครั้ง

รูปที่ 2-8 จำนวนครั้งการบริการการแพทย์ทางไกลผ่านระบบ DMS Telemedicine ในปี พ.ศ. 2566

ที่มา: HDC (2023)

นอกจากบริการการแพทย์ทางไกลผ่านทางระบบ DMS Telemedicine ของกรมการแพทย์แล้วยังมีบริการ Telepsychiatry จากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ หรือ สปสช. มีบริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ผ่าน 4 แอปพลิเคชันสุขภาพ ครอบคลุม 42 กลุ่มโรคหรืออาการ พร้อมจัดระบบส่งยาถึงบ้าน ประชาชนสิทธิบัตรทองที่พักอาศัยอยู่ในพื้นที่ กทม. หากมีอาการเจ็บป่วยตาม 42 กลุ่มโรคหรืออาการ สามารถเลือกใช้บริการทั้ง 4 แอปพลิเคชันนี้ได้ โดยติดต่อผ่านไลน์ของทั้ง 4 แอปพลิเคชัน จะมีเจ้าหน้าที่แนะนำขั้นตอน เมื่อพบแพทย์ออนไลน์แล้ว ก็จะมีการจัดส่งยาไปให้ที่บ้านหรือที่อยู่ที่ท่านพักอาศัย ทั้งนี้ผู้มีสิทธิบัตรทองที่มีหน่วยบริการประจำอยู่ต่างจังหวัด แต่หากเดินทางมาทำธุระใน กทม. เป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วเกิดอาการเจ็บป่วยตาม 42 กลุ่มโรคหรืออาการดังกล่าวก็สามารถใช้สิทธิได้ ขอให้มียี่ที่อยู่สำหรับการจัดส่งยา ก็รับยาและรักษาตัวตามคำแนะนำของแพทย์ผ่านระบบออนไลน์ โดยได้รับความร่วมมือจากผู้ให้บริการแอปพลิเคชันด้านสุขภาพดิจิทัล จำนวน 4 แห่ง ได้แก่

- 1) แอปพลิเคชัน Saluber MD (ซาลูเบอร์ เอ็ม ดี) โดย สุขสบายคลินิกเวชกรรม
- 2) แอปพลิเคชัน Clicknic (คลิกนิค) โดย คลินิกเฮลท์คลินิกเวชกรรม
- 3) โททอลเล่เทเลเมด (Totale Telemed) โดย เดอะโททอลเล่คลินิก
- 4) แอปพลิเคชัน Mordee (หมอดี) โดย ซีวีบริรักษ์ คลินิกเวชกรรม

**สปสช. เพิ่มบริการ การแพทย์ทางไกล**  
ดูแล 42 กลุ่มโรค ผ่านแอปสุขภาพ

ทางเลือกใหม่ 'สิริบัตรทอง' พบแพทย์ 'ออนไลน์' ส่งยา 'ถึงบ้าน' เริ่มแล้ววันนี้

นำร่องเฉพาะพื้นที่ กทม.

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)

เปิดทางเลือกให้ผู้ใช้สิริบัตรทองรับบริการ "การแพทย์ทางไกล" (Telemedicine) ผ่าน 4 แอปพลิเคชันสุขภาพ ครอบคลุม 42 กลุ่มโรค/อาการ พร้อมจัดส่งยา "ถึงบ้าน" นำร่องพื้นที่ กทม.

Clickin (คลิกอิน) @clickin  
แอปพลิเคชัน Totale @totale  
แอปพลิเคชัน Sookso @sooksoclinic  
แอปพลิเคชัน Mordee @mordeeapp

สปสช. 3 เมษายน 2566

รูปที่ 2-9 4 แอปพลิเคชันสุขภาพ ครอบคลุม 42 กลุ่มโรคหรืออาการ  
ที่มา: สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (2023)

### 2.2.9 การให้บริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) จากภาคเอกชน

ปัจจุบัน โรงพยาบาลภาคเอกชนหลายแห่งได้นิยมนำเอาการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) มาใช้งานกันมากขึ้น เช่นเดียวกับโรงพยาบาลของภาครัฐ ซึ่งก็เกิดขึ้นจากปัจจัยเดียวกัน คือ การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 แต่รูปแบบของการให้บริการในภาคเอกชนจะมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเพิ่มความสะดวกให้แก่กลุ่มลูกค้าของโรงพยาบาลในด้านของการเข้าถึงบริการที่รวดเร็วและไม่ต้องเดินทางมาเพื่อเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลโดยตรง แต่ก็สามารถรับบริการในระดับคุณภาพเดียวกันกับเดินทางไปที่โรงพยาบาลเอกชน โดยใช้ช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดมีการใช้งานบริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) เป็นอย่างมาก ทำให้โรงพยาบาลเอกชนต่าง ๆ มีการพัฒนาบริการการแพทย์ทางไกลอย่างมาก เช่น โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ โรงพยาบาลกรุงเทพ โรงพยาบาลสมิติเวช เป็นต้น

ยกตัวอย่างบริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) สำหรับภาคเอกชน กรณีโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ ซึ่งเป็นอีกโรงพยาบาลหนึ่งที่ได้นำ Telemedicine มาใช้ซึ่งมีชื่อว่า Bumrungrad Anywhere บริการดูแลสุขภาพถึงที่ตามความต้องการของผู้ป่วยด้วยมาตรฐานและคุณภาพเทียบเท่ากับการรักษาตัวที่โรงพยาบาล เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ป่วยที่พักฟื้นจากอาการเจ็บป่วยหรืออาการบาดเจ็บ การบริการรวมถึง

การปรึกษาแพทย์ การทดสอบทางห้องปฏิบัติการบางประเภท การรับยาและการบริการอื่น ๆ โดยที่ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องเดินทางมายังโรงพยาบาลการบริการภายใต้ Bumrungrad Anywhere (Bumrungrad ,2022) ประกอบด้วย

- 1) Telemedicine on demand
- 2) Telemedicine by appointment
- 3) At home service

### 2.2.10 การให้บริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) จากภาคธุรกิจ Start-up

สำหรับประเทศไทยธุรกิจ Telemedicine กำลังเติบโตและมีผู้เล่นเข้ามาให้บริการเพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจ Startup เช่น See Doctor Now, Chiiwii Live, Ooca เป็นต้น ซึ่งให้บริการผ่านแอปพลิเคชันทางโทรศัพท์เพื่อให้บริการรักษาทางไกล โดยทีมแพทย์ที่รับให้คำปรึกษาผ่านวิดีโอคอล ตลอด 24 ชั่วโมง ร่วมกับการให้บริการ Medicine Delivery สำหรับการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เช่น การเจาะเลือด และการจัดส่งเวชภัณฑ์ไปยังที่อยู่ของผู้รับบริการโดยตรง เป็นต้น

ยกตัวอย่างเช่น Chiiwii แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับปรึกษาแพทย์และผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ผ่านวิดีโอคอล เสียงและแชท โดยสามารถทำนัดล่วงหน้าได้ จ่ายเงินผ่านแอปพลิเคชัน และสามารถใช้สวัสดิการองค์กรหรือตัดประกันสุขภาพได้ มีระบบจัดส่งยาตามคำสั่งแพทย์ไปถึงที่บ้าน และการบันทึกข้อมูลสุขภาพอย่างปลอดภัยบนคลาวด์ บริการของ Chiiwii นั้นจะให้ลูกค้าสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการเชื่อถือได้ ในราคาที่เหมาะสม ประหยัดเวลาและสะดวกสบาย ไม่ต้องเดินทางในกรณีที่มีปัญหาสุขภาพเบื้องต้น หรือกลุ่มโรคเรื้อรัง และจะช่วยในเรื่องของ Cost Effective Time Management ในการจัดสรรทรัพยากรของโรงพยาบาลได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งบริการของ Chiiwii นั้นมี Specialist ที่ครบและหลากหลาย และมีหมอครอบคลุมเกือบทุกสาขา ไม่ว่าจะเป็นสทวิชาชีพหรือแพทย์ทางเลือก

อีกหนึ่งบริการคือ Doctor A to Z เป็นผู้นำด้านการพัฒนาเทคโนโลยีให้กับกลุ่มผู้ประกอบการธุรกิจสุขภาพ ปรับเปลี่ยนและขยายธุรกิจในด้านออนไลน์ ด้วยโครงสร้างเทคโนโลยีที่ทันสมัย ครอบคลุมทั้งส่วน Technology และ Service Provider โดยบริการของ Doctor A to Z จะมีอยู่ 3 ส่วนหลัก คือ

- 1) Hospital on Cloud: บริการระบบ Virtual Healthcare (App & Web) ในรูปแบบ White Labelling ให้แก่ ผู้ประกอบการธุรกิจและบริการสุขภาพ เช่น โรงพยาบาลหรือบริษัทประกัน
- 2) Online Healthcare Services: บริการสุขภาพออนไลน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ปรึกษาแพทย์ออนไลน์, บริการการจัดการด้านยา หรือแพ็คเกจสุขภาพออนไลน์จากเครือข่ายโรงพยาบาล
- 3) Medical Tourism: บริการช่องทางเข้าถึงบริการสุขภาพในประเทศไทยสู่เครือข่ายโรงพยาบาลชั้นนำ

### 2.2.11 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการให้บริการอินเทอร์เน็ตและการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) สามารถใช้งานได้ทั้งในอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) และอินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband) ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์การเชื่อมต่อที่ผู้ป่วยและแพทย์เลือกใช้งาน ซึ่งทั้ง 2 แบบ สามารถเข้าใช้บริการได้ทั้งคู่ อย่างไรก็ตาม คุณภาพและลักษณะของการใช้งานบริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) อาจจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

**1) Mobile Broadband** หากผู้ใช้บริการมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือแท็บเล็ตที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น 3G, 4G, 5G คุณสามารถใช้ Telemedicine ผ่านอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่เพื่อปรึกษาแพทย์ออนไลน์ รับคำปรึกษาและรักษาทางการแพทย์ผ่านโทรศัพท์หรือแท็บเล็ตของคุณได้ทุกที่ที่มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ให้ความสะดวกในการเข้าถึงบริการโทรเวชกรรมได้จากทุกที่ที่มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ นี่อาจมีความสำคัญสำหรับผู้ป่วยที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชนบทหรือผู้ที่มีปัญหาในการเดินทางไปยังสถานพยาบาลแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตาม ความเร็วของอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่อาจแตกต่างกันไปตามตำแหน่งและเครือข่ายครอบคลุม ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของประสบการณ์โทรเวชกรรม

**2) Fixed Broadband** หากผู้ใช้บริการมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน Network Cable เช่น Asymmetric Digital Subscriber Line, Optical fiber หรือการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายความเร็วสูง เช่น ไฟเบอร์ออปติก (Fiber Optic) ผู้ใช้บริการสามารถใช้ Telemedicine ผ่านอินเทอร์เน็ตประจำที่เพื่อรับบริการการแพทย์ทางไกลที่มีคุณภาพสูงขึ้น และรับการปรึกษาแพทย์แบบเต็มรูปแบบออนไลน์ โดยทั่วไปจะเสนอความเร็วอินเทอร์เน็ตที่เร็วและเชื่อถือได้มากกว่า Mobile broadband นี่อาจมีความสำคัญสำหรับแอปพลิเคชันโทรเวชกรรมที่ต้องใช้การสตรีมวิดีโอคุณภาพสูงหรือการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ เช่น การผ่าตัดระยะไกลหรือการตรวจสอบสัญญาณชีพ อย่างไรก็ตาม Broadband แบบมีสายอาจไม่สามารถพกพาได้สะดวกเท่ากับ Mobile broadband ดังนั้นผู้ป่วยจึงต้องสามารถเข้าถึงได้จากสถานที่ที่แน่นอนหรือมีการให้บริการ Fixed broadband (Amy M. J. et al., 2023)

### 2.2.12 บทบาทของเทคโนโลยี 5G กับการส่งเสริมประสิทธิภาพและการใช้งานการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ภายในประเทศไทย

5th Generation หรือ 5G หมายถึงเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย (Wireless network technology) และได้เปิดโอกาสใหม่ๆ ด้านการดูแลสุขภาพในด้านนวัตกรรม (Innovation) และขยายการเข้าถึงการรักษา (Access to treatment) 5G คือ อินเทอร์เน็ตทางอากาศ (Air Interface) แบบครบวงจรที่ทรงพลังซึ่งสร้างขึ้นด้วยความจุที่เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับประสบการณ์และบริการของผู้ใช้งาน 5G

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการสื่อสารเคลื่อนที่ตั้งแต่ 2G (2nd Generation) จนถึง 4G (4th Generation) และรุ่นต่อ ๆ ไป ได้ทำให้เกิดการนำการแพทย์ทางไกลมาใช้อย่างแพร่หลาย วิวัฒนาการของ 3G

(3th Generation) และเทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเป็นแรงผลักดันหลักสำหรับการพัฒนาการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ในอนาคต การสื่อสารเคลื่อนที่ 2G ใช้ Time Division Multiple Access (TDMA) ต่อมามีการใช้ General Packet Radio Service (GPRS) ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 115 kbps การใช้ระบบโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (UMTS) และเทคโนโลยี Long-Term Evolution มีแนวโน้มที่จะให้ปริมาณงานที่สูงขึ้นมาก มีผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ GSM/GPRS เพื่อการสื่อสารในการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) สามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพสูงในการติดตามผู้ป่วยระยะไกล โดยผู้ดูแลเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ในเทคโนโลยีการสื่อสารมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเมื่อเวลาผ่านไป เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 2G มีพื้นฐานอยู่บนระบบสากลสำหรับการสื่อสารเคลื่อนที่ (GSM) สิ่งนี้ได้ก้าวหน้าไปสู่ 3G, 4G และ 5G โดยรุ่นต่อไปคือ 6G การแพทย์ทางไกลใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าและการพัฒนาเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มาโดยตลอด ด้วยเหตุนี้ เทคนิคการสื่อสาร อาจจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีเคลื่อนที่ทั้งหมดที่มีอยู่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) (Kannampalliet al., 2020) อย่างไรก็ตาม การแพทย์ทางไกลไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยี 5G อย่างจำเพาะเจาะจง การเชื่อมต่อด้วย 4G หรือเทคโนโลยีอื่น ๆ ก็สามารถใช้งานบริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ได้ ถึงแม้ว่าเทคโนโลยี 5G จะมีความเร็วในการส่งข้อมูลและความล่าช้า (Latency) ที่ดีกว่า 4G หรือเทคโนโลยีอื่น ๆ ก็ยังคงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับใช้งานบริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) แต่ก็ขึ้นอยู่กับกรณี โดยเฉพาะในบริเวณที่มีการบริการเครือข่ายที่มีความเร็วเพียงพอ และ Latency ต่ำพออาจจะยกระดับคุณภาพของใช้งานบริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ได้ ความเร็วในการเชื่อมต่อ (Mbps) ซึ่งแสดงให้เห็นจากตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2-1 ระดับคุณภาพบริการโทรคมนาคม

Use case	Application	Expected capacity	Expected latency	Number of devices	Other requirements
Telehealth	Telemedicine	>500 million visits per year	<1-100 ms	1-10 per appointment	Real-time backhaul connectivity Streaming data type
	Telenursing	<50 Mbps	<1-100 ms	1-10 per appointment	Real-time backhaul connectivity Streaming data type
	Telesurgery	30-50 Mbps >1 Gbps for holographic rendering	<1 ms	10-100 per surgery	Real-time backhaul connectivity Streaming data type >99.999% availability required >99.999% reliability required
	Telepharmacy	<50 Mbps	<1000 ms	1-10 per appointment	Real-time backhaul connectivity Streaming data type

ที่มา: Siriwardhana et al. (2021)

จากการศึกษาพบว่า สำหรับการแพทย์ทางไกลแบบปกติควรมีค่า Latency ในการเชื่อมต่ออยู่ในช่วง 1 - 100 มิลลิวินาที และความเร็วในการเชื่อมต่อการสนทนาผ่านวิดีโอคอลทำงานได้ดีกับความเร็วอย่างน้อย ประมาณ 2 - 4 Mbps สำหรับการสื่อสารโดยวิดีโอคอล เนื่องจากลักษณะการให้บริการการแพทย์ทางไกล

ที่หลากหลาย ความจำเป็นของความเร็วในการเชื่อมต่อและความล่าช้าสำหรับ Telemedicine จึงขึ้นอยู่กับประเภทของการให้บริการทางการแพทย์และประเภทของข้อมูลที่ต้องส่งผ่านเครือข่าย (KICS, 2021)

นอกจากนี้ การส่งเสริมและการนำการดูแลสุขภาพอัจฉริยะ 5G ไปใช้สามารถลดความไม่สอดคล้องกันในการจัดสรรทรัพยากรทางการแพทย์และเร่งความก้าวหน้าทางการแพทย์ คุณสมบัติหลักอันชาญฉลาดและเสาหลักที่ให้บริการของเทคโนโลยี 5G มากส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาส่งเสริมประสิทธิภาพและการใช้งานการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) โดยสามารถแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้ (สิริวิษณุและคณะ, 2020)

### 1) กรณีการใช้งานด้าน URLLC สำหรับงานการแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

Ultra-Reliable Low Latency Communications (URLLC) ซึ่งเป็นความสามารถในเครือข่ายโทรคมนาคม 5G ที่มุ่งเน้นการสื่อสารแบบที่มีความเชื่อถือสูงและความล่าช้าต่ำอย่างมาก สำหรับงานทางด้าน URLLC นั้น ต้องมีความหน่วงในการสื่อสารที่ต่ำมาก (ในระดับ 1 มิลลิวินาที) มีความเสถียร รวมทั้งมีความถูกต้องแม่นยำและน่าเชื่อถือสูง สำหรับความถี่ที่ใช้งานจะอยู่ในช่วง 2 - 6 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการแพทย์เป็นอย่างมาก ทำให้ระบบในการสื่อสารกันระหว่างผู้ป่วยกับแพทย์ดีกว่าเดิม ปัจจุบันนี้ มีการผ่าตัดรักษาผู้ป่วยพาร์กินสันที่ประเทศจีนได้สำเร็จผ่านการเชื่อมต่อโครงข่ายการสื่อสารแบบ 5G หรือที่เรียกกันว่า การผ่าตัดทางไกล (Telesurgery) ซึ่งสามารถเกิดขึ้นจริง โดยนายแพทย์ Ling Zhipai ได้ทำการผ่าตัดผู้ป่วยผ่านโครงข่าย 5G ขณะที่นายแพทย์ผู้นั้นอยู่ในมณฑลไหหนาน ซึ่งห่างกันถึง 3,000 กิโลเมตรได้สำเร็จ ในการผ่าตัดนั้นให้ความรู้สึกเหมือนอยู่ไม่ห่างจากผู้ป่วย เนื่องจากการควบคุมมีดผ่าตัดและการแสดงผลผู้ป่วยผ่านวิดีโอมีความตอบสนองแบบเวลาจริง ซึ่งในโครงข่าย 4G ไม่สามารถทำได้

### 2) การตรวจสอบผู้ป่วยระยะไกล (Remote Patient Monitoring)

เทคโนโลยี 5G จะปรับปรุงการดูแลสุขภาพที่บ้าน การติดตามผู้ป่วยระยะไกลและขั้นตอนการผ่าตัด เทคโนโลยีนี้จะปรับปรุงวิถีจัดการกับวิกฤติในเมืองอัจฉริยะ ข้อมูลสำคัญจะพร้อมใช้งานในแบบเกือบเรียลไทม์ ช่วยให้ทีมตอบสนองได้เร็วยิ่งขึ้นและให้การรักษาที่ดีขึ้น การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) และหุ่นยนต์ (Robots) จะมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความแม่นยำ 5G สามารถบรรเทาความท้าทายของธุรกิจการดูแลสุขภาพไปพร้อม ๆ กับการเร่งการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลของอุตสาหกรรม มันเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเรื้อรังที่เคยได้รับการทดสอบทางการแพทย์หลายครั้งและพบว่าเป็นเรื่องยากที่จะเดินทางไปพบแพทย์ที่อยู่ห่างออกไปหลายพันไมล์ ซึ่งการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) จะถือว่าเป็นทางเลือกสำหรับผู้ป่วยในกลุ่มนี้

### 3) การปรับปรุงการตอบสนอง (Improve Responsiveness)

เทคโนโลยี 5G มีความกว้างของแบนด์วิดท์ (Bandwidth) มากกว่าเทคโนโลยี 4G ซึ่งส่งผลให้มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่เร็วขึ้นและระบบการสื่อสารระดับใหญ่ของอุปกรณ์ 5G มอบความเร็วในการตอบสนองที่ดีขึ้น หมายถึงสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายได้มากขึ้น ดังนั้น 5G โดยทั่วไปถูกคาดว่าจะเป็นตัวขับเคลื่อนในการเติบโตของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) ซึ่งทำให้ดูแลสุขภาพสามารถสร้างระบบเครือข่ายของอุปกรณ์การแพทย์อัจฉริยะที่ซับซ้อนขึ้นได้ ดังนั้น 5G เป็นเครือข่ายที่เร็วที่สามารถให้การถ่ายโอนข้อมูลได้เร็วและการเชื่อมต่ออุปกรณ์มากมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยี 5G สามารถรองรับการสื่อสารและการคำนวณข้อมูลอย่างรวดเร็ว คุณภาพของภาพขณะสนทนาดียิ่งขึ้น ซึ่งเสนอโอกาสการแพทย์ใช้ประโยชน์จากการตัดสินใจแบบเรียลไทม์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงการดูแลผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 4) การติดต่อสื่อสารทางภาพและเสียง (Video Conferencing)

ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารนำไปสู่การใช้การประชุมทางวิดีโอในการแพทย์ทางไกลเพิ่มมากขึ้น สถานการณ์หนึ่งดังกล่าวคือ ระบบการแพทย์ทางไกลที่ออกแบบมาสำหรับทั้งในพื้นที่ชนบทและในเมือง อันเป็นผลมาจากการขาดแคลนบุคลากรทางการแพทย์ในพื้นที่ชนบทของอิรัก ที่เรียกว่า Mobile Field Hospital (MFH) ในสถานการณ์สมมตินี้ การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Internet) ถูกสร้างขึ้นโดยใช้อุปกรณ์ General Packet Radio Service หรือ GPRS (Mobile Phones) และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computers) ซึ่งจะช่วยให้แพทย์ในโรงพยาบาลระยะไกล (MFH) สามารถประชุมทางวิดีโอกับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในตำแหน่งอื่นได้โดยใช้ GPRS ภายในเครือข่าย อีกตัวอย่างหนึ่ง การประชุมผ่านวิดีโอการแพทย์ทางไกลถูกนำมาใช้ที่สถานีเหมืองแร่ในออสเตรเลีย ซึ่งอยู่ห่างจากคลินิกผู้เชี่ยวชาญประมาณ 1,800 กิโลเมตร หน่วยการประชุมผ่านวิดีโอเชื่อมต่อผ่าน Integrated Services Digital Network (ISDN) และให้อัตราข้อมูล 128 kbps ในการออกแบบกรอบงานการแพทย์ทางไกลใช้ทั้ง Advanced Encryption Standard (AES) และอัลกอริทึม Rivest-Shamir-Adleman (RSA) สำหรับการเข้ารหัสข้อมูล วิดีโอและเสียงที่เข้ารหัสถูกส่งโดยใช้ Real-time Transport Protocol (RTP) ผ่าน User Datagram Protocol (UDP) ในการประชุมทางวิดีโอทำได้ผ่าน Voice over Internet Protocol (VoIP) โดยใช้รูปแบบไฟล์ MPEG และ MPEG2 (Kannampalliet al., 2020)

#### 2.2.13 การเติบโตของการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ประเทศไทย

ศูนย์วิเคราะห์เศรษฐกิจ ทีทีบี หรือ ttb analytics คาดธุรกิจการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) จะสร้างรายได้ส่วนเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมสุขภาพของไทยในปี พ.ศ. 2566 ราว 4 - 6 พันล้านบาทจากระบบประกันกลุ่มที่เอื้ออำนวยต่อการเข้ารับบริการ ทั้งนี้ คาดธุรกิจ Telemedicine ยังมีศักยภาพขยายตัวต่อเนื่อง

ทั้งในมิติของการเพิ่มศักยภาพและการขยายขอบเขตในการให้บริการ ส่งผลให้ตลาด Telemedicine ทั่วโลก ในปี พ.ศ. 2566 มีมูลค่าสูงขึ้นแตะ 1.94 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐ สูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2562 ที่ 4.99 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐ นอกจากนี้ บนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ช่วยยกระดับศักยภาพ Telemedicine เพิ่มสูงขึ้น ต่อเนื่องจนในปัจจุบันมีความใกล้เคียงกับการเข้ารับการรักษาในสถานพยาบาลโดยเฉพาะในคนไข้กลุ่มติดตามอาการ (Follow-ups) ส่งผลให้ตลาด Telemedicine ยังสามารถเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง โดยคาดว่าในปี พ.ศ. 2568 มูลค่าตลาดจะขยับแตะ 2.78 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐ

สถานการณ์ของประเทศไทย พบว่า ตลาดสุขภาพทางไกล (Telemedicine) ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น (Early Stage) ความพร้อมของผู้ให้บริการและการตอบรับของผู้ใช้บริการที่คาดว่าจะขับเคลื่อนผ่านระบบ ประกันสุขภาพกลุ่มเป็นลำดับแรกในปี พ.ศ. 2565 เริ่มมีการตอบรับการใช้สิทธิ์ผ่านระบบ Telemedicine เพื่อเข้ารับบริการการดูแลรักษาในสถานะผู้ป่วยนอก (OPD) โดยไม่ต้องสำรองจ่าย ประกอบกับกลุ่มการเจ็บป่วย เล็กน้อย (Minor Illnesses) หรือกลุ่มติดตามอาการ (Follow-ups) ที่รักษาโดยไม่ต้องรับการหัตถการจาก บุคลากรทางการแพทย์หรือกลุ่มที่รับการรักษาโดยการรับประทานยา ด้วยเหตุนี้บนเงื่อนไขดังกล่าว ttb analytics จึงประเมินศักยภาพการเข้ารับการรักษาพยาบาลผ่านรูปแบบ Telemedicine ในปี พ.ศ. 2566 จะช่วยเพิ่มจำนวนการเข้ารับการรักษาพยาบาลในสถานะผู้ป่วยนอก (OPD) ได้ตอบโจทย์จากความสะดวก ที่ผู้เข้ารับบริการไม่ต้องเสียต้นทุนแฝงอื่น ๆ เช่น ค่าเดินทางและการลางานที่อาจกระทบต่อผลการประเมิน ประสิทธิภาพงานในแต่ละปี ทำให้เพิ่มโอกาสการเข้ารับบริการทางการแพทย์ราว 15 - 20% หรือ 7 - 8 ครั้ง ต่อปี จากเดิมที่มีการเข้ารับบริการ 5 - 6 ครั้งต่อปี และคาดว่าจะช่วยสร้างเม็ดเงินให้กับอุตสาหกรรม โรงพยาบาลเอกชนไทยเพิ่มขึ้นอีกราว 4,000 - 6,000 ล้านบาท นอกจากนี้ รูปแบบการให้บริการในการดูแล รักษาผ่าน Telemedicine ยังคงมีศักยภาพสูงในการขยายตัวบนมิติต่าง ๆ ตามช่วงระยะเวลา ดังนี้

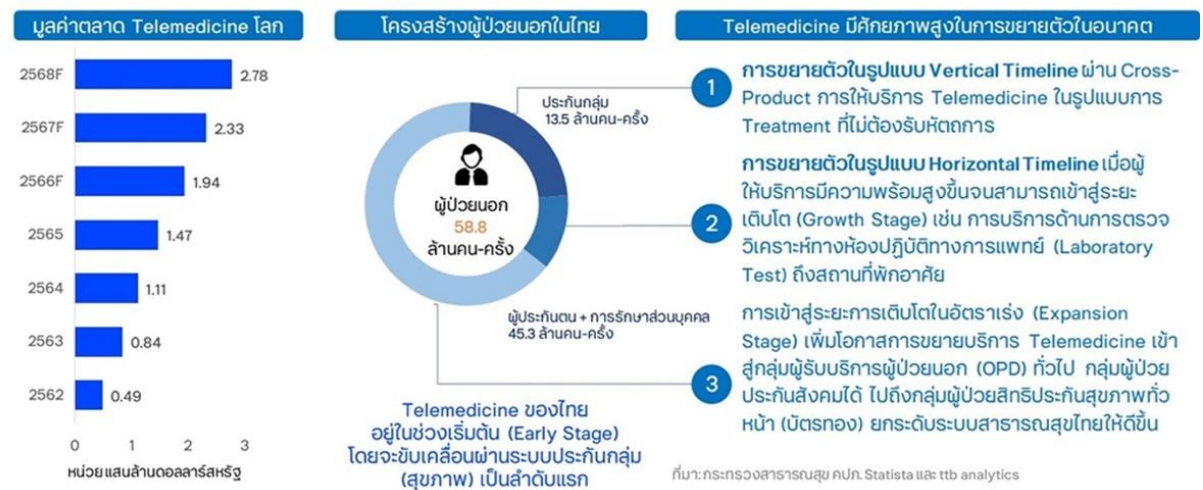
1) การขยายตัวในรูปแบบ Vertical Timeline ผ่าน Cross-Product เช่น การให้บริการ Telemedicine ในรูปแบบ Treatment ที่ไม่ต้องรับหัตถการ โดยเฉพาะในกลุ่มที่ต้องการรับการรักษาบำบัดด้านความเครียด ที่มีจำนวนมากขึ้นในระยะหลัง ซึ่งรูปแบบการรับบริการกลุ่มนี้ สอดคล้องกับข้อได้เปรียบของการให้บริการผ่าน Telemedicine ในมิติของความสะดวกด้านเวลาและความเป็นส่วนตัวของผู้รับบริการได้เป็นอย่างดี

2) การขยายตัวในรูปแบบ Horizontal Timeline เมื่อผู้ให้บริการมีความพร้อมสูงขึ้นจนสามารถเข้าสู่ ระยะเติบโต (Growth Stage) โดยขยายการบริการให้ครอบคลุมมากขึ้น เช่น การบริการด้านการตรวจวิเคราะห์ จากห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ (Laboratory Test) ถึงสถานที่พักอาศัย

3) การเข้าสู่ระยะการเติบโตในอัตราเร่ง (Expansion Stage) ศักยภาพของบริการ Telemedicine ที่ครอบคลุมมากขึ้นกว่าเดิมและเพิ่มโอกาสการขยายบริการเข้าสู่กลุ่มผู้รับบริการที่เป็นผู้ป่วยนอก (OPD) ซึ่งนอกเหนือจากประกันกลุ่มแล้ว เมื่อระบบ Telemedicine สามารถพัฒนาถึงการครอบคลุมกลุ่มผู้ป่วยสิทธิ ประกันสุขภาพถ้วนหน้า (บัตรทอง) หรือ กลุ่มผู้ป่วยประกันสังคมได้ จะเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของการยกระดับ ศักยภาพระบบสาธารณสุขไทย เนื่องจาก ปัจจุบันสถานพยาบาลหลายแห่งมีจำนวนผู้ป่วยหนาแน่นเกิน

ศักยภาพที่รองรับได้จนเกิดปัญหาด้านการจัดสรรทรัพยากรได้ไม่ทั่วถึง ซึ่งหากระบบ Telemedicine สามารถลดจำนวนผู้ป่วยโดยเฉพาะในกลุ่มเจ็บป่วยเล็กน้อย (Minor Illnesses) หรือกลุ่มติดตามอาการ (Follow-ups) ครอบคลุมทุกสิทธิ์การรักษาจะเป็นการช่วยลดความหนาแน่นของผู้ป่วยในแต่ละสถานพยาบาลได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะช่วยให้การจัดสรรทรัพยากรในการดูแลรักษาสุขภาพของผู้เข้ารับบริการมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ttb analytics มองธุรกิจ Telemedicine เป็นปัจจัยพลิกโฉมระบบรักษาพยาบาลไทย คาดระยะเริ่มต้นจะครอบคลุมสิทธิ์ผ่านประกันกลุ่มกว่า 2.6 ล้านราย สร้างเม็ดเงินเพิ่มในปี 2566 เกือบ 6 พันล้านบาท บนศักยภาพที่ขยายได้หลายเท่าตัว



รูปที่ 2-10 การขยายตัวของตลาดสุขภาพทางไกล (Telemedicine)

ที่มา: ttb analytics (2023)

## 2.3 สุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth)

### 2.3.1 นิยามสุขภาพทางไกล (mHealth)

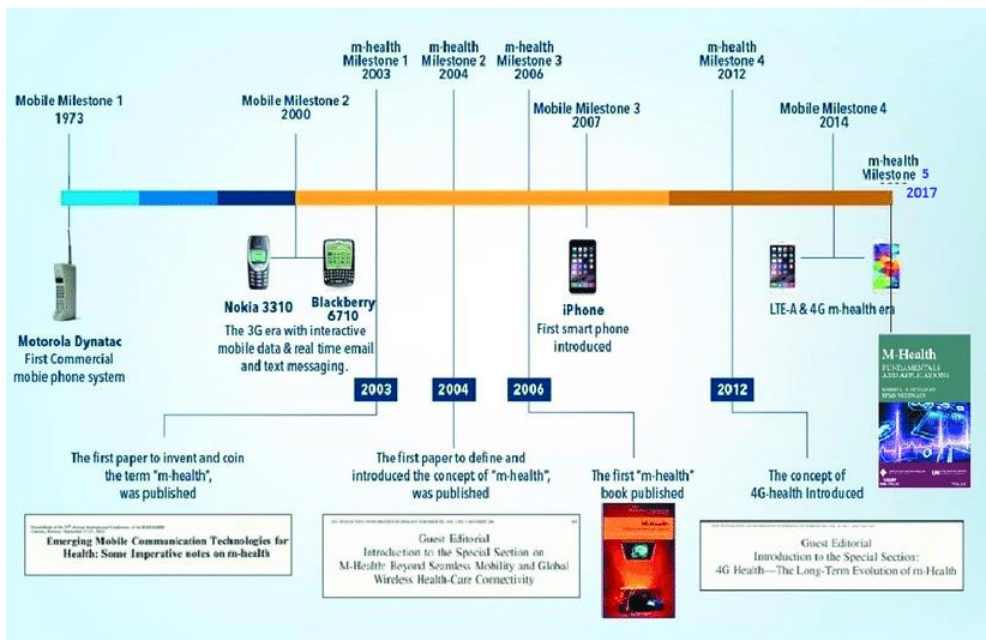
องค์การอนามัยโลก (World Health Organization [WHO], 2011) ได้ให้นิยามของสุขภาพทางไกล (mHealth) ว่าหมายถึง การปฏิบัติทางการแพทย์และสาธารณสุขที่รองรับและสนับสนุนการใช้งานผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่, อุปกรณ์ติดตามผู้ป่วย, อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาขนาดเล็ก (personal digital assistants: PDAs) และอุปกรณ์เชื่อมต่อไร้สาย นอกจากนี้ mHealth ยังเกี่ยวข้องกับการใช้งานของระบบต่าง ๆ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น การส่งข้อความเสียงและข้อความสั้น (SMS) และระบบโทรคมนาคมทั้งระบบ 3G, 4G และ Bluetooth

ถึงแม้ว่า Telehealth และ mHealth จะมีความคล้ายคลึงกันมาก แต่ทั้งสองสิ่งนี้ไม่สามารถใช้แทนกันได้ โดยข้อแตกต่างที่สำคัญของ mHealth คือ การจัดส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่และเครื่องมื่อพกพาขนาดเล็กเท่านั้น ในขณะที่ Telehealth สามารถส่งข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันในโทรศัพท์เคลื่อนที่และ

ผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และ Telehealth มักจะเป็นการสื่อสารผ่านวิดีโอคอลที่ทำให้ได้พบปะระหว่างแพทย์หรือพยาบาลกับผู้ป่วย

### 2.3.2 พัฒนาการของสุขภาพทางไกล

mHealth นั้นเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญในช่วงประมาณปี ค.ศ. 2007 ซึ่งเป็นยุคของสมาร์ทโฟนที่กำลังเติบโตและมีการใช้งานที่มากขึ้น จากผลของการผลิตสมาร์ทโฟนและความนิยมนำไปสู่การพัฒนาที่สำคัญสำหรับ mHealth ที่แบ่งออกเป็น 2 ด้านนั่นก็คือ 1) ตลาดที่ขับเคลื่อนโดยสุขภาพเคลื่อนที่หรือโมเดลของการให้สมาร์ทโฟนเป็นศูนย์กลางของระบบนิเวศ 2) ศาสตร์ของสุขภาพเคลื่อนที่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความต้องการแม่นยำตามหลักวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยในเบื้องต้นนั้นการให้บริการสุขภาพเคลื่อนที่เติบโตตามแนวคิดในด้านที่หนึ่งซึ่งมีการพัฒนา mHealth แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟน แต่ภายหลังแนวคิดในด้านที่สองก็กลับมามีบทบาทสำคัญในการตีความและมีการถกเถียงถึงนิยามและการใช้อย่างเหมาะสมของ mHealth โดยเฉพาะในช่วง COVID-19 ที่เป็นช่วงที่มีการเติบโตของ mHealth มากที่สุด (Istepanian, 2022)



รูปที่ 2-11 วิวัฒนาการของสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth)

ที่มา: Istepanian (2022)

### 2.3.3 ความสามารถของเทคโนโลยีนั้นในการเปลี่ยนแปลงโลกหรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์

ในงานวิจัยของ Shariful (2018) ที่ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมและจัดกลุ่มของทฤษฎีที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่อยู่เบื้องหลังของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการใช้งาน mHealth โดยพบว่ามี 5 ทฤษฎีที่ถูกใช้งาน ดังต่อไปนี้

1) Behavior learning theory (BLT) ทฤษฎีที่เน้นสิ่งเร้าและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าและมุ่งมองว่าการเรียนรู้พฤติกรรมเกิดขึ้นเมื่อเสริมพฤติกรรมด้วยสิ่งเร้า

2) Health belief model (HBM) ทฤษฎีที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยมองว่าการมีส่วนร่วมในพฤติกรรมเพื่อสุขภาพเป็นผลมาจากความเชื่อของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับความรุนแรงของปัญหาสุขภาพ การรับรู้ถึงประโยชน์ การรับรู้ถึงอุปสรรคหรือต้นทุนในการจัดการสุขภาพ และยังคงได้รับอิทธิพลจากการปรับเปลี่ยนปัจจัยต่างๆ เช่น การรับรู้ความสามารถของตนเองและตัวบ่งชี้ที่จะทำให้เกิดการกระทำ

3) Integrated theory of behavior change (ITHB) ทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดที่ว่าความรู้และความเชื่อ ทักษะการควบคุมตนเอง เช่น การตั้งเป้าหมายและการติดตามตนเองและการอำนวยความสะดวกทางสังคม นำไปสู่การจัดการตนเองหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

4) Social cognitive theory (SCT) ทฤษฎีที่ระบุว่าพฤติกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม และผู้คนเรียนรู้จากการสังเกตผู้อื่น โดยมีองค์ประกอบหลักสองประการ คือ ความคาดหวังผลลัพธ์และการรับรู้ความสามารถในตนเอง

5) Transtheoretical model (TTMBH) ทฤษฎีที่ให้กลยุทธ์ในการตัดสินใจเกี่ยวกับพฤติกรรมที่ดีต่อสุขภาพ โดยประเมินจากความพร้อมของแต่ละบุคคลและเสนอแนะว่าการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเกิดขึ้นผ่าน 5 ขั้นตอน ได้แก่ การไตร่ตรองล่วงหน้า การไตร่ตรอง การเตรียมตัว การกระทำ และการบำรุงรักษา

จากทฤษฎีดังกล่าวนำไปสู่การออกแบบเทคนิคในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่าง ๆ โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งเทคนิคในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่พบเจอใน mHealth, ehealth, telehealth (behavior change techniques BCTs) ออกเป็น 7 กลุ่มได้แก่ 1) social support (practical) technique 2) feedback on behavior 3) self-monitoring of behavior 4) self-monitoring of outcomes of behavior 5) feedback on outcomes of behavior 6) instruction on how to perform a behavior 7) goal setting of behavior

และผลจากการนำเทคนิคและทฤษฎีในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมาใช้ทำให้เกิดแอปพลิเคชันและการใช้งานสุขภาพดิจิทัล เช่น แอปพลิเคชันสำหรับการตั้งเป้าหมายในเรื่องของความดันที่มีการใช้เทคนิค goal setting และใช้แนวคิดของ behavior learning theory เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากการเห็นข้อความเตือนในเรื่องของเป้าหมายที่ตั้งไว้

จากพื้นฐานของแนวคิดและเทคนิคที่อยู่เบื้องหลังของสุขภาพดิจิทัล จึงทำให้การใช้งานสุขภาพดิจิทัลนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ได้

### 2.3.4 ประเภทการใช้งานของสุขภาพดิจิทัล

ประเภทการใช้งานของสุขภาพดิจิทัลนั้นแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่

#### 1) แอปพลิเคชันทางคลินิกและการวินิจฉัย (Clinical and diagnostic apps)

แอปพลิเคชันประเภทนี้ช่วยให้แพทย์รวบรวมข้อมูลสุขภาพ วิเคราะห์ แล้วแชร์ แอปพลิเคชันเหล่านี้ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถดูแลหัตถการ ปรึกษาสอบถามบันทึกสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้แต่ทำการถ่ายภาพดิจิทัลได้ แอปพลิเคชันดังกล่าวยังช่วยให้ผู้ป่วยและแพทย์สามารถตรวจอาการและวินิจฉัยโรคได้อีกด้วย

#### 2) แอปพลิเคชันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลสุขภาพ (Productivity app)

แอปพลิเคชันประเภทนี้จะเน้นไปที่การช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของผู้ที่ต้องการดูแลสุขภาพ โดยการช่วยออกแบบแผนและตารางสำหรับการจัดการดูแลสุขภาพ และแสดงผลการทำตามแผนได้อีกด้วย

#### 3) แอปพลิเคชันเตือนความจำ (Reminder app)

แอปพลิเคชันประเภทนี้ถูกออกแบบมาเพื่อเตือนผู้ป่วยถึงการนัดหมายกับแพทย์ หรือเตือนให้รับประทานยา ซึ่งแอปพลิเคชันประเภทนี้มักจะเป็นหนึ่งในฟังก์ชันของแอปพลิเคชันอื่นๆ

#### 4) แอปพลิเคชันให้ความรู้ทางการแพทย์และสุขภาพ (Education and information app)

แอปพลิเคชันประเภทนี้ถูกออกแบบมาเพื่อให้ความรู้เบื้องต้นทางสุขภาพและทางการแพทย์ ซึ่งถูกจัดหมวดหมู่และค้นหาได้ง่ายและสะดวกกว่า เมื่อเทียบกับการหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตที่อาจจะได้ข้อมูลไม่ตรงหรือไม่น่าเชื่อถือ

#### 5) แอปพลิเคชันติดตามระยะไกล (Monitoring/Tracking app)

แอปพลิเคชันตรวจสอบระยะไกลช่วยให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลเสมือนจริงจากแพทย์ ขณะอยู่ที่บ้าน ผู้ปฏิบัติงานสามารถดูแลผู้ป่วยของตนได้โดยการตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับออกซิเจน ความดันโลหิต และปัญหาด้านสุขภาพอื่น ๆ โดยไม่ต้องไปพบแพทย์เป็นประจำ ซึ่งแอปพลิเคชันดังกล่าวจะทำการติดตามและตรวจจับข้อมูลสุขภาพตลอดเวลาและส่งข้อมูลการใช้งานในแอปพลิเคชันตลอดเวลา (Tracking and sync data) (WHO 2011; Seabrook 2014; Dileep, 2023)

### 2.3.5 ราคาของเทคโนโลยีโดยประมาณหรือจำนวนเงินที่ต้องใช้ในการจัดหาเทคโนโลยีนี้

เพื่อที่จะคาดการณ์ราคาของการผลิตสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth) นั้น จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึง 5 ปัจจัยหลัก ดังต่อไปนี้

- 1) กลุ่มเป้าหมายหลัก (ผู้ป่วย หรือ บุคลากรทางการแพทย์)
- 2) ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต เช่น แอปพลิเคชันที่ใช้เพื่อเตือน, ใช้เพื่อระบุสัญญาณของโรค
- 3) ลักษณะเด่นที่จะอยู่ในผลิตภัณฑ์
- 4) เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการทำผลิตภัณฑ์

5) ข้อกำหนดและใบอนุญาตที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

นอกจากนี้ ต้นทุนในการผลิตมักจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 1) ต้นทุนก่อนจะผลิตเทคโนโลยี (ต้องใช้ต้นทุนเท่าไรในการวิจัยและคิดเทคโนโลยีดังกล่าว) 2) ต้นทุนในขั้นตอนการพัฒนา (ต้นทุนในการลงมือผลิตจริง) 3) ต้นทุนหลังจากผลิตเทคโนโลยีเสร็จแล้ว (ต้นทุนในการดูแลรักษาเทคโนโลยี)

สำหรับค่าใช้จ่ายจริงโดยประมาณสำหรับแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพที่ถูกประมาณโดย ITRex portfolio ค่าประมาณดังกล่าวมุ่งเน้นไปที่ต้นทุนในขั้นตอนการผลิต แต่ในความเป็นจริงอาจจะมีต้นทุนเพิ่มเติมต่าง ๆ ที่ยังไม่ได้รวมอยู่ เช่น ต้นทุนการดูแลรักษาเทคโนโลยี ต้นทุนของเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต ต้นทุนเกี่ยวกับใบอนุญาต โดยมีตัวอย่างดังต่อไปนี้

**1) อุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบกำหนดเองด้วยแอปพลิเคชัน iOS**

สตาร์ทอัพด้านสุขภาพดิจิทัลร่วมมือกับ ITRex เพื่อผลิตอุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่เสริมด้วยแอปพลิเคชันด้านการดูแลสุขภาพ iOS ซึ่งจะแสดงภาพข้อมูลของจอภาพและแจ้งเตือนแพทย์ในกรณีฉุกเฉินเพื่อให้สามารถรวบรวมข้อมูลเซนเซอร์ได้แบบเรียลไทม์ จึงมีการใช้ OpenGL API และย้ายภาระงานบางส่วนไปใช้ GPU โทรศัพทเคลื่อนที่

- ต้นทุนการพัฒนาแอปพลิเคชันด้านสุขภาพ: 30,000 – 50,000 ดอลลาร์
- ระยะเวลาในการผลิต: 3 เดือน
- เทคโนโลยี: iOS SDK, C, ไลบรารี OpenGL, OpenGL ES

**2) เว็บแอปพลิเคชันสำหรับแปลงไฟล์ที่มีข้อมูลสุขภาพเป็นข้อความ HL7**

ITRex ร่วมมือกับบริษัทซอฟต์แวร์ในชิคาโกเพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ช่วยกำหนดมาตรฐานข้อมูลทางการแพทย์ในองค์กรด้านการดูแลสุขภาพ ซอฟต์แวร์นี้สามารถแปลงไฟล์ CSV — ด้วยรายการทางการแพทย์ที่ค้นด้วยเครื่องหมายจุลภาค — เป็นข้อความที่สอดคล้องกับมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลการดูแลสุขภาพ HL7 โดยมีฟังก์ชันในการใช้งาน ได้แก่ ตัวแยกวิเคราะห์ CSV, ตัวแปลง HL7 และโปรแกรมอัปโหลด FTP ที่จะอัปโหลดข้อความ HL7 ที่เป็นผลลัพธ์ไปยังไฟล์บนเซิร์ฟเวอร์ FTP โดยเฉพาะ

- ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาแอปพลิเคชันด้านสุขภาพ: 10,000 – 25,000 เหรียญสหรัฐ
- ระยะเวลาในการผลิต: 3 เดือน
- เทคโนโลยี: C#, HTML/CSS, .NET Core, ASP.NET Core, Entity Framework Core, xUnit.net, Bootstrap, SQL

ตารางที่ 2-2 การประมาณค่าต้นทุนสำหรับการผลิต

Factor	Functions	Costs
Target user base	For patients	On request
	For medical professionals	On request
Healthcare app type	e-prescription app	\$40,000 – \$80,000
	Appointment scheduling app	\$20,000 – \$30,000
	Telehealth solution	\$50,000 – \$200,000
	Remote patient monitoring app	\$50,000 – \$100,000
	Symptom checker app	\$70,000 – \$100,000
	Medical diagnosis app	\$60,000 – \$80,000
	Medical billing app	\$40,000 – \$90,000
Features you are planning to implement	Patient profile creation and login	\$3,000 – \$5,000
	Notifications and reminders	\$1,000 – \$2,000
	User communities and forums	\$800 – \$15,000
	Geolocation	\$5,000
	Appointment scheduling	\$8,000 – \$10,000
	Payment gateway	\$3,000
	Collecting data from wearable devices	\$3,000 – \$6,000
	File sharing	\$4,000
	Virtual waiting room	\$5,000 – \$10,000

Factor	Functions	Costs
	Video calls	\$10,000
	Medical records integration	\$10,000
Innovative technologies your app will rely on	Artificial intelligence	On request, depending on your requirements
	IoT	On request, depending on your requirements
	Augmented reality	On request, depending on your requirements
Compliance and certification requirements your product will have to meet		Starting from \$20,000

ที่มา: Heckernoon. (2022, December 28)

### 3) แอปพลิเคชันที่ช่วยให้ผู้ใช้สร้างและรักษานิสัยที่ดีต่อสุขภาพ

สตาร์ทอัพด้านสุขภาพดิจิทัลหันมาใช้ ITRex เพื่อสร้างแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่คลินิกสามารถใช้เพื่อช่วยให้ลูกค้าปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ดีต่อสุขภาพและปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์ แอปพลิเคชันนี้จะติดตามเป้าหมายระยะยาวและระยะสั้นของผู้ใช้ ความคิดเห็นจากโค้ชหรือแพทย์ของผู้ใช้ และแผนมื้ออาหารและการออกกำลังกายที่เลือก ผู้ใช้สามารถจองการนัดหมายแพทย์ผ่านแอปพลิเคชัน รับคำแนะนำในการปรับปรุงประสิทธิภาพและพูดคุยกับโค้ชหรือแพทย์ของพวกเขา แอปพลิเคชันนี้ผสมผสานร่วมกับระบบการจัดการของคลินิก และช่วยให้ผู้ใช้สามารถดูผลการตรวจของตนได้

- ต้นทุนการพัฒนาแอปพลิเคชันทางการแพทย์: 400,000 – 600,000 เหรียญสหรัฐ
- ระยะเวลาในการผลิต: 8 - 10 เดือน
- เทคโนโลยี: React, React Native, AWS, Node.js

### 4) เว็บแอปพลิเคชันพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อรองรับภาวะหัวใจล้มเหลว

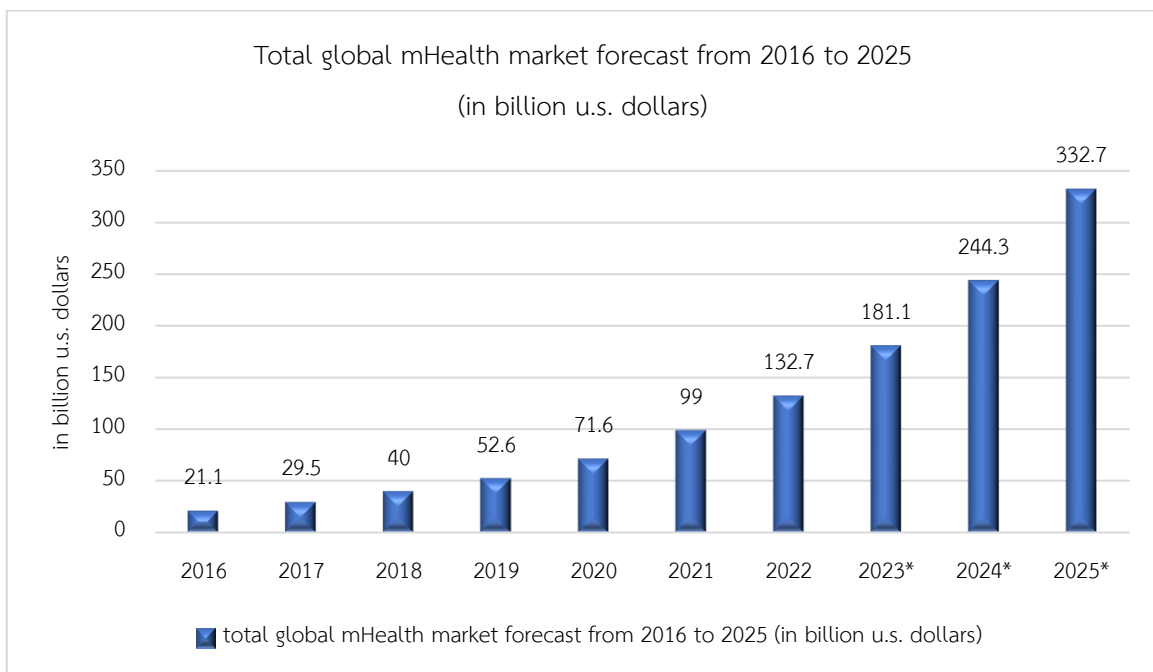
บริษัทเทคโนโลยีชีวภาพข้ามชาติหันมาใช้ ITRex เพื่อสร้างแอปพลิเคชันที่ไม่เชื่อข้อมูลจากสภาพแวดล้อมแต่จะวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวผู้ป่วยและจากการที่ผู้ป่วยตอบสนองต่อแอปพลิเคชัน ซึ่งใช้เพื่อสนับสนุนผู้ป่วยในช่วง 100 วันแรกหลังจากออกจากโรงพยาบาลเพื่อความปลอดภัยที่มากขึ้น ผู้ป่วยสามารถ

สร้างโปรไฟล์ เชื่อมโยงบัญชีผู้ดูแล และรับเนื้อหาส่วนบุคคลผ่านช่องทางที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นข้อความ SMS อีเมล หรือ WhatsApp

- ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาแอปพลิเคชันด้านสุขภาพ: 400,000 – 600,000 เหรียญสหรัฐ
- ระยะเวลาในการผลิต: 9 เดือน
- เทคโนโลยี: React, Java 11, Spring, Spring Security, Adobe Experience Manager, MySQL, Google Analytics, AWS, Twilio

### 2.3.6 สถานการณ์การใช้งานการแพทย์ทางไกลและมูลค่าตลาดของสุขภาพเคลื่อนที่ทั่วโลก

มูลค่าตลาดของสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth) นั้นมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของการใช้โทรศัพท์พกพาและการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตที่มากขึ้น นอกจากนี้ประชากรเริ่มเป็นโรคป่วยที่มีความจำเป็นต้องมีเครื่องช่วยเตือนหรือตัวบ่งบอกสัญญาณถึงอาการมากขึ้น เช่น อาการหัวใจวาย ภาวะความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดในสมอง ด้วย 2 ปัจจัยหลักดังกล่าวทำให้มีความต้องการในการใช้สุขภาพเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น และยิ่งในช่วงการระบาดของโรคโคโรนาเป็นต้นทำให้ประชากรได้ตระหนักถึงการใช้งานสุขภาพเคลื่อนที่มากขึ้น อีกปัจจัยที่สำคัญได้แก่ ภาวะสูงวัยของประชากร ที่ทำให้ความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีเพื่อรักษามีความจำเป็นมากยิ่งขึ้น (Precedence Research, 2022; Kunal & Onkar, 2023)



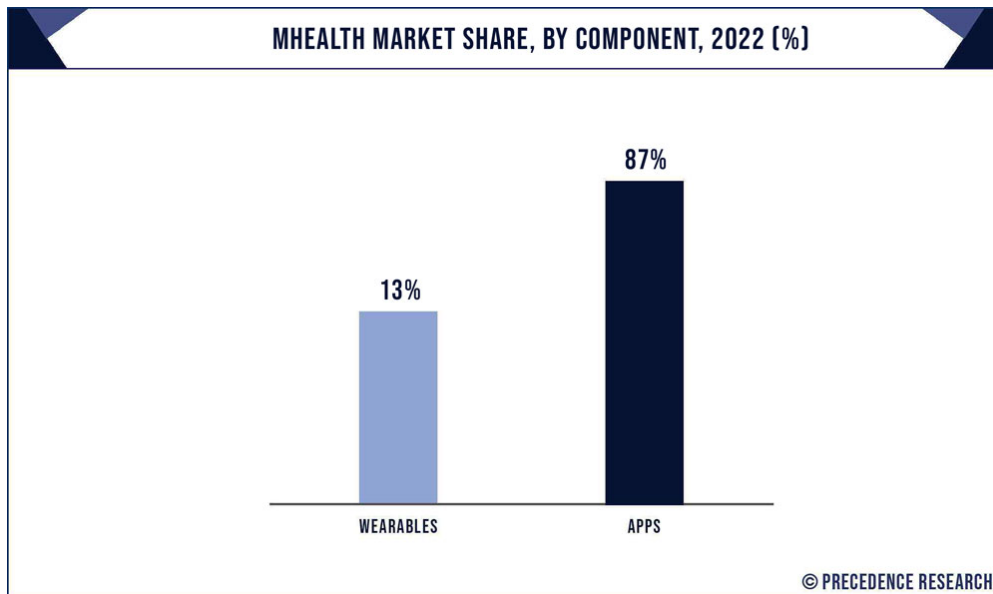
รูปที่ 2-12 มูลค่าคาดการณ์ตลาดของสุขภาพเคลื่อนที่ในโลก

ที่มา: Statista. (2018, November) หมายเหตุ: \* ค่าคาดการณ์

ในตลาดของสุขภาพเคลื่อนที่นั้น สามารถแบ่งประเภทย่อย ๆ ได้หลากหลายแบบดังต่อไปนี้

- 1) ประเภทของสุขภาพเคลื่อนที่ ซึ่งก็คือ เป็นอุปกรณ์ (mHealth devices) หรือ การบริการ (mHealth service)
- 2) แบ่งตามประเภทการใช้งาน เช่น ใช้เพื่อวัดความดัน, ใช้เพื่อวัดอัตราการเต้นหัวใจ, ใช้เพื่อช่วยในการนอนหลับ
- 3) แบ่งตามผู้ถือครองตลาด เช่น กลุ่มผู้ผลิตแอปพลิเคชันสุขภาพเคลื่อนที่, กลุ่มผู้ผลิตอุปกรณ์สุขภาพเคลื่อนที่
- 4) แบ่งตามภูมิภาคของตลาด เช่น กลุ่มสุขภาพเคลื่อนที่ในยุโรป, กลุ่มสุขภาพเคลื่อนที่ในเอเชีย (Kunal & Onkar, 2023)

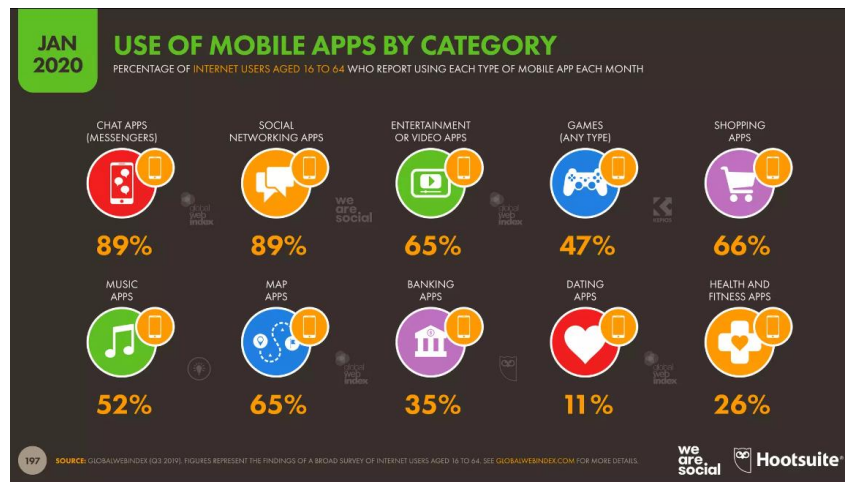
จากข้อมูลการแบ่งประเภทตลาดทำให้เราสามารถสังเกตแนวโน้มของตลาดได้จากข้อมูลของ Precedence research แสดงสัดส่วนตลาดระหว่างอุปกรณ์และการบริการผ่านแอปพลิเคชันในปี ค.ศ. 2022 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของแอปพลิเคชันนั้นมีมากกว่าอุปกรณ์ ซึ่งการที่สัดส่วนของแอปพลิเคชันนั้นมีสัดส่วนที่มากกว่า เนื่องจากการเติบโตของโซเชียลมีเดียและการใช้งานโทรศัพท์พกพาที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งประชากรเข้าถึงการดาวน์โหลดแอปพลิเคชันได้ง่ายกว่าการซื้ออุปกรณ์สุขภาพ (Precedence Research, 2022)



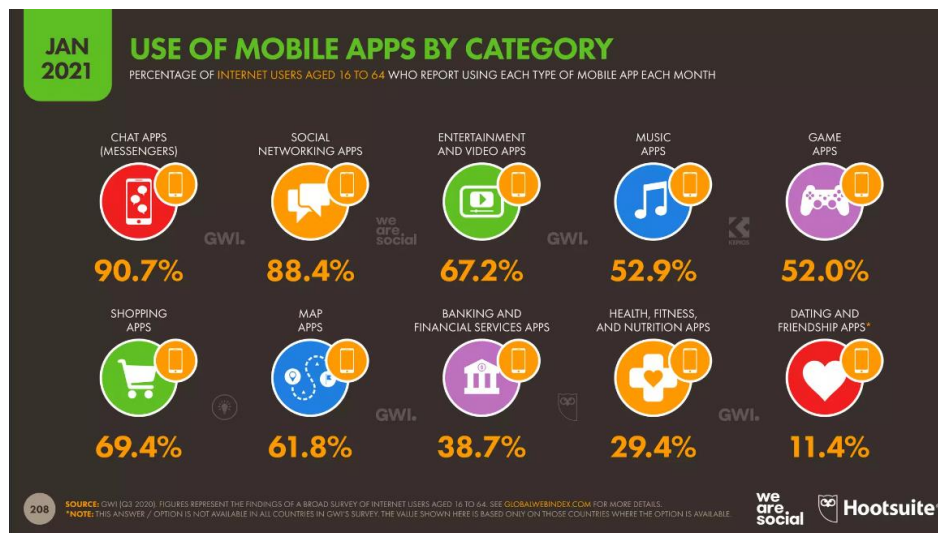
รูปที่ 2-13 สัดส่วนของตลาดในปี 2022 แบ่งตามประเภทสุขภาพเคลื่อนที่

ที่มา: Precedenceresearch. (2022, August).

สำหรับแนวโน้มการใช้งานแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ จากข้อมูลของ Datareportal การใช้งานตามประเภทของแอปพลิเคชันนั้น พบว่า มีแนวโน้มการใช้งานแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพที่เพิ่มขึ้นโดยในปี ค.ศ. 2020 อยู่ที่ 26% และในปี 2021 เพิ่มขึ้นเป็น 29.4% (Datareportal, 2020; Datareportal, 2021)



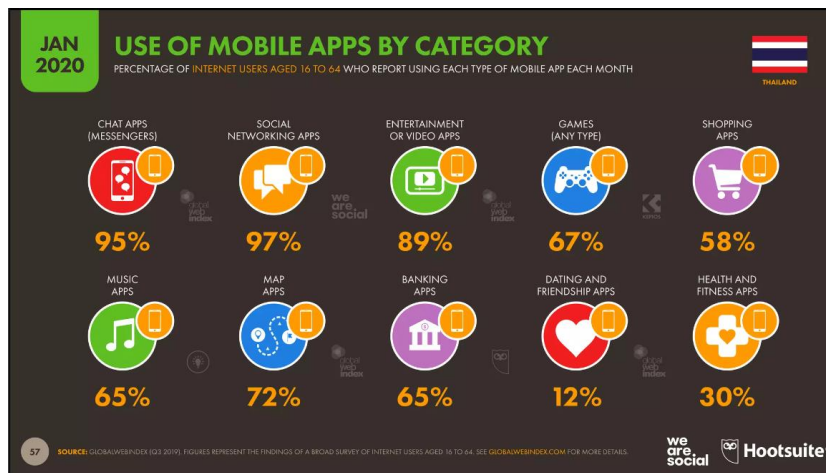
รูปที่ 2-14 การใช้งานตามประเภทของแอปพลิเคชันในปี ค.ศ. 2020 ของโลก  
ที่มา: Simon (2020, January 30)



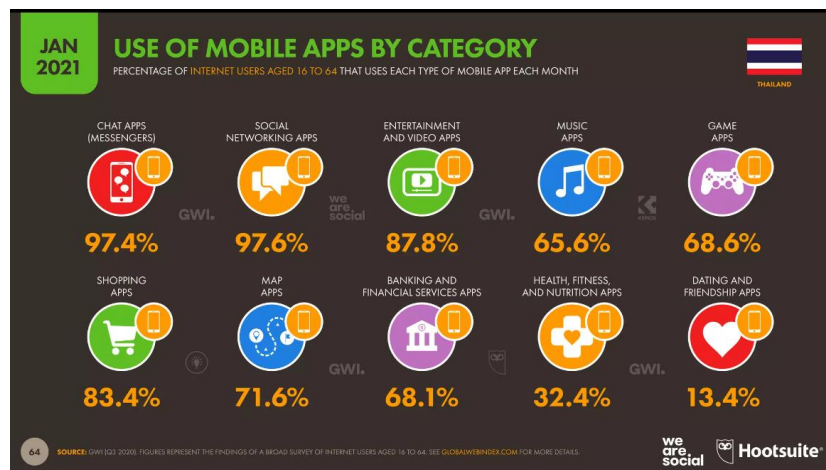
รูปที่ 2-15 การใช้งานตามประเภทของแอปพลิเคชันในปี 2021 ของโลก  
ที่มา: Simon (2021, January 27)

### 2.3.7 สถานการณ์การใช้งานการแพทย์ทางไกลและมูลค่าตลาดของสุขภาพเคลื่อนที่ในประเทศไทย

ในปัจจุบันประเทศไทยนั้นถือว่าเป็นประเทศที่ได้ทำการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตและมีการใช้สมาร์ทโฟนเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก จึงทำให้ประชากรไทยมีแนวโน้มที่จะใช้สุขภาพดิจิทัลที่มากขึ้นตามไปด้วย โดยจากข้อมูลของ Datareportal การใช้งานตามประเภทของแอปพลิเคชันนั้น พบว่า มีแนวโน้มการใช้งานแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับสุขภาพที่เพิ่มขึ้นโดยในปี ค.ศ. 2020 อยู่ที่ 30% และในปี ค.ศ. 2021 เพิ่มขึ้นเป็น 32.4% (Datareportal, 2020; Datareportal, 2021)



รูปที่ 2-16 การใช้งานตามประเภทของแอปพลิเคชันในปี 2020 ของประเทศไทย  
ที่มา: Simon (2020, February 18)



รูปที่ 2-17 การใช้งานตามประเภทของแอปพลิเคชันในปี ค.ศ. 2021 ของประเทศไทย  
ที่มา: Simon, K. (2021, February 11)

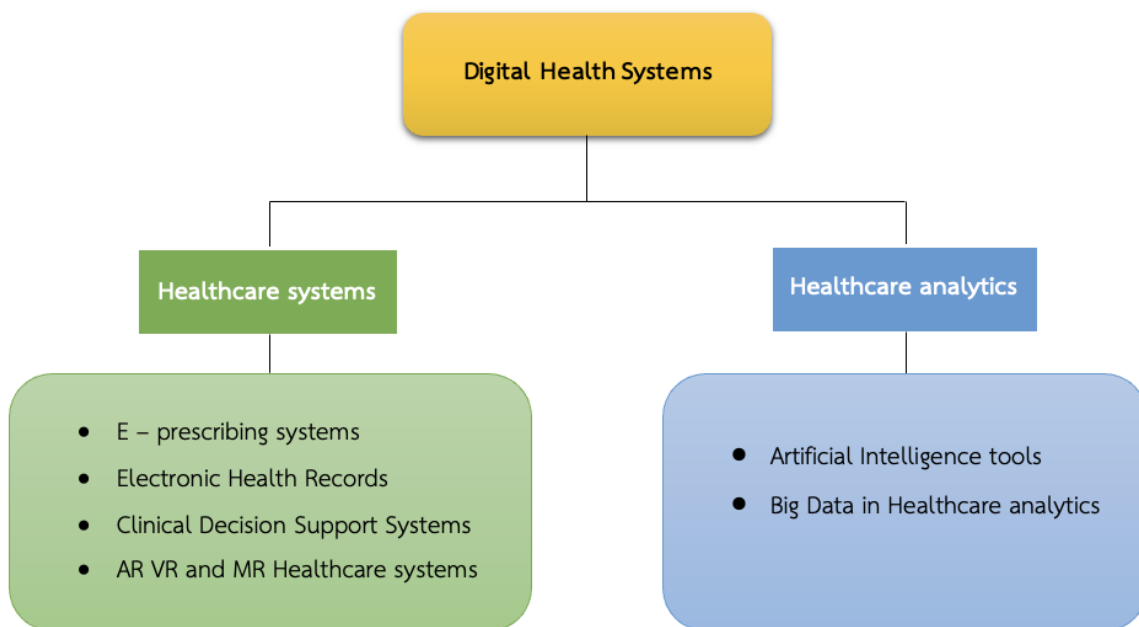
## 2.4 ระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Systems)

### 2.4.1 ความหมายและขอบเขตของระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Systems)

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ ในทางการแพทย์เข้ามาใช้ มากเพิ่มขึ้นอีกทั้งยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาระบบสุขภาพดิจิทัล อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนทางด้าน เทคโนโลยีดิจิทัลหรือ Digital Disruption โดยได้จัดทำยุทธศาสตร์สุขภาพดิจิทัล ปี พ.ศ. 2564 – 2568 โดยกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์ที่มีการดำเนินต่อยอดตามแผนยุทธศาสตร์ eHealth ปี พ.ศ.

2560 – 2564 ( กระทรวงสาธารณสุข, 2564) ยุทธศาสตร์ดังกล่าวมีเป้าหมายที่จะส่งเสริมให้เกิดระบบสุขภาพดิจิทัลให้ดียิ่งขึ้น มีการเข้าถึงการรับบริการการแพทย์และบริการสุขภาพดิจิทัลทั้งหมด และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบริการรักษาสุขภาพ (Healthcare Systems)

ระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Systems) จึงหมายความว่า ระบบที่นำเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital technologies) มาประยุกต์ใช้ทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพเพิ่มประสิทธิภาพการบริการ นอกจากนี้ ยังรวมถึงระบบที่มีการนำเทคโนโลยีหรือนวัตกรรม (Technologies or Innovations) ที่ช่วยพัฒนาระบบบริการรักษาสุขภาพ (Healthcare Systems) หรือช่วยลดปัญหาต่าง ๆ (Intervention) ให้ดีขึ้นกว่าเดิม (กระทรวงสาธารณสุข, 2564) ซึ่งไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีแบบใดก็สามารถจัดอยู่ในระบบสุขภาพดิจิทัลได้ หากมีวัตถุประสงค์ของการใช้งานตรงตามเป้าหมายข้างต้น อาทิ ระบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศสุขภาพ (health information Exchange : HIE) ระเบียบข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Health Records : EHRs) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence tools : AI tools) สำหรับ Healthcare Internet of Medical Things (IoMT) และเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิก (Clinical Decision-making support tools) เป็นต้น เทคโนโลยีในระบบสุขภาพดิจิทัลโดยส่วนใหญ่นั้นจะเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics) ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางด้านสุขภาพ อาการป่วย รวมทั้งประวัติการรักษาของผู้ป่วย ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีปริมาณมาก (Big Data) อีกทั้งยังเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ให้บริการทางการแพทย์ทั้งหมด



รูปที่ 2-18 โครงสร้างระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Systems)

ที่มา: Precedence Research (2023) และ Elragal et al. (2023)

เนื่องจากการนิยามความหมายของระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) มีคำที่มีความหมายกว้าง ๆ รวมถึงระบบทุกระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับสุขภาพทั้งหมด ในบทความนี้ ผู้จัดทำจึงได้กำหนดขอบเขตของหัวข้อ ระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ไว้ดังต่อไปนี้ โดยแบ่งระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ออกเป็น 2 หัวข้อหลักตามวัตถุประสงค์และลักษณะการใช้งานเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบการดูแลรักษาสุขภาพ (Healthcare systems) และการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพและการแพทย์ (Healthcare analytics) และยังสามารถแบ่งหัวข้อย่อยได้ตามแผนภาพข้างต้น

องค์ประกอบของระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Systems) ประกอบด้วย

### 1) ระบบบริการรักษาสุขภาพ (Healthcare systems)

Healthcare systems ตามนิยามขององค์การอนามัยโลก WHO ได้ให้นิยาม Healthcare systems ว่าเป็น โครงสร้างที่ทำให้บริการทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพเป็นไปได้อย่างเป็นระบบระเบียบ รวมถึงหน่วยงาน สถาบัน บุคคลหรือทรัพยากรที่มีส่วนช่วยในการส่งเสริมการบริการทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพ (Hospice, 2022) บทความฉบับนี้ ได้เลือกเทคโนโลยี Healthcare systems ดังต่อไปนี้

#### 1.1) E - prescribing systems

E - prescribing systems หรือ Electronic prescribing เป็นระบบสั่งจ่ายอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีทางการแพทย์ในการเข้ามาช่วยส่งเสริมการทำงานของกระบวนการสั่งจ่ายยาโดยใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ทดแทนการจ่ายยาแบบเดิมที่ใช้กระดาษ โดยที่แพทย์หรือผู้ให้บริการทางการแพทย์สามารถที่จะสั่งจ่ายยาผ่านทางระบบ Electronic prescribing ในคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ อาทิ Tablet laptop Smartphone เป็นต้น ที่ได้เชื่อมต่อกับระบบทางการแพทย์ของโรงพยาบาล (HealthIT.gov, 2019) หลังจากที่แพทย์หรือผู้ให้บริการทางการแพทย์ได้บันทึกข้อมูลการจ่ายยาของผู้ป่วยลงในระบบแล้ว ข้อมูลดังกล่าว ก็จะถูกส่งไปยังห้องจ่ายยาในโรงพยาบาล หรือถูกส่งไปตามร้านขายยา (Drugstore) ซึ่งระบบนี้สามารถช่วยส่งเสริมให้เกิดระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ที่มีประสิทธิภาพ

#### 1.2) Electronic Health Records

ระบบทะเบียนสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Health records) นั้นได้ถูกนิยามว่าเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศด้านสุขภาพชนิดหนึ่งซึ่งมีการบันทึกข้อมูล จัดเก็บข้อมูล และแบ่งปันข้อมูลทางการแพทย์หรือข้อมูลทางด้านสุขภาพทั้งหมดโดยได้เก็บไว้ในรูปแบบของอิเล็กทรอนิกส์ (Rajur & Chanadan ,2021) ปัจจุบันมีคำที่มีความหมายใกล้เคียงกันกับคำว่า ระบบทะเบียนสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Health records) คือคำว่า เวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ ( Electronic Medical records) ซึ่งจะมีความหมายที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันมาก แต่ว่า EHRs จะให้ความหมายที่กว้างกว่าครอบคลุมถึงข้อมูลทางด้านสุขภาพ

ด้วยไม่ใช่เพียงแค่ข้อมูลทางการแพทย์เท่านั้น หรืออาจจะมองได้ว่า EMRs เป็นเพียง snapshot ของข้อมูลทางการรักษาผู้ป่วยเพียง 1 ครั้งซึ่งถูกเก็บอยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ แต่หากเป็น EHR จะเป็นข้อมูลทางด้านสุขภาพและประวัติการรักษาของผู้ป่วยในระยะยาว (longitudinal records) (นวนวรรณ, 2557) รวมถึงข้อมูลทางสุขภาพทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยทั้งหมดขณะที่รับบริการในหลายที่ สามารถให้ประโยชน์ในการบริหารจัดการทางคลินิก การตัดสินใจวินิจฉัยโรคที่ต้องการข้อมูลเป็นพื้นฐาน และการวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพในมิติที่กว้างขึ้น (ProHealth, 2022)

### 1.3) Clinical Decision Support Systems

Clinical Decision Support Systems หรือ CDSS ได้ถูกนิยามว่าเป็นระบบที่ใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิก เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยส่งเสริมการทำงานของแพทย์หรือผู้ให้บริการทางการแพทย์ในการตัดสินใจเพื่อเสริมสร้างความถูกต้องของการตัดสินใจเลือกของแพทย์ ระบบ CDSS แบบทั่วไปจะมีการออกแบบซอฟต์แวร์ (Software) เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ โดยการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางคลินิกและให้คำแนะนำเบื้องต้นที่สามารถช่วยเหลืองานของแพทย์หรือผู้ให้บริการทางการแพทย์ได้ อาทิ การวินิจฉัยโรค การแนะนำการรักษา หรือแนวทางการจัดการกับผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Reed T. Sutton, 2020)

### 1.4) AR VR and MR Healthcare systems

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Reality Technology) ทั้ง 3 เทคโนโลยีหลักนี้มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการเข้ามาช่วยส่งเสริมระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งในแต่ละเทคโนโลยีก็มีลักษณะทางนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

- AR in Healthcare systems

Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีที่ทำการผสมผสานโลกที่แท้จริง (Physical Reality) กับวัตถุเสมือนจริง ด้วยการใช้ระบบซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ วัตถุเสมือนนั้นสามารถเป็นได้ทั้ง ภาพ วิดีโอ เสียง ซึ่งเราสามารถตอบสนองต่อวัตถุเสมือนที่จำลองขึ้นได้ ในระบบการบริการดูแลสุขภาพ (Healthcare systems) ได้มีการประยุกต์ใช้ AR ในหลายมิติ ยกตัวอย่างเช่น จำลองการผ่าตัด (Surgery Virtualization) AR สามารถแสดงข้อมูลวัตถุเสมือนที่เป็นรูปภาพ 3 มิติแบบเรียลไทม์ โดยแสดงโครงสร้างร่างกายผู้ป่วยในขณะที่ทำการผ่าตัดเพื่อเพิ่มความแม่นยำและลดความผิดพลาดซึ่งอาจจะทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิต (Kartik, 2023)

- **VR in Healthcare systems**

Virtual Reality หรือ VR เป็นเทคโนโลยีที่ทำการจำลองภาพให้เสมือนจริงในลักษณะที่เราสามารถมองเห็นได้แบบ 360 องศา ซึ่งเทคโนโลยีนี้จะต้องใช้งานกับอุปกรณ์ที่สำคัญ นั่นคือ แว่น VR โดยจะทำให้คนใช้แว่น VR เกิดการรับรู้ไม่ว่าจะเป็นการมองเห็น การได้ยิน การสัมผัสและทำให้เราสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งนั้นได้ ปัจจุบันนี้ เทคโนโลยี VR ได้รับความสนใจในการทำเข้ามาประยุกต์กับการใช้ในการเรียนการสอนของนักศึกษาในสายวิชาการแพทย์อย่างมาก รวมทั้งการประชุมวิชาการทางการแพทย์เพื่อจำลองสถานการณ์อีกด้วย นอกจากนี้ ได้มีการนำเอาเทคโนโลยี VR มาใช้งานกับผู้ป่วยขณะทำการผ่าตัด (Relaxing patients with Medical VR) หรือทำการรักษา เพื่อทำให้ผู้ป่วยลดระดับความเครียดลงได้ (Bertalan Mesko, 2023)

- **MR in Healthcare systems**

Merged Reality หรือ Mixed Reality โดยใช้ตัวย่อคือ MR เป็นเทคโนโลยีที่นำเอาจุดเด่นของ VR และ MR มาผสมผสานรวมด้วยกันเพื่อต่อยอดเทคโนโลยีการสร้างภาพจำลองไปอีกขั้น ซึ่งผู้ใช้งานอาจจำเป็นต้องสวมอุปกรณ์ Holographic Computing Devices หรือสิ่งที่เรียกว่า Holodisplay ที่ออกแบบมาเพื่อใช้งาน MR เป็นพิเศษซึ่งจะสามารถแสดงผลของภาพเสมือนจริงได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่ออุปกรณ์ใด ๆ มีการนำเอา MR ไปประยุกต์ใช้ในการเป็นเครื่องมือที่ช่วยอธิบายสิ่งต่าง ๆ ระหว่างผู้ป่วยและผู้ให้บริการทางการแพทย์ผ่าน Holodisplay ด้วยมือเปล่า

### 1.5) การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพและการแพทย์ (Healthcare Analytics)

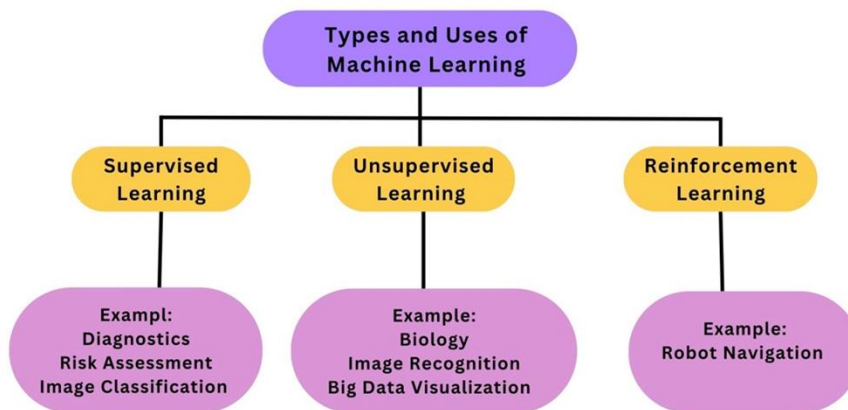
Healthcare Analytics หรือ การวิเคราะห์ข้อมูลทางการรักษาสุขภาพนั้นหมายถึง กระบวนการที่นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศการสื่อสาร (Information and Communication Technologies: ICT) เพื่อทำการรวบรวม วิเคราะห์เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้งานต่อโดยการนำเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและการแพทย์ที่มีความเป็นระบบมากยิ่งขึ้น (Health Catalyst, 2021) เนื่องจากการดูแลสุขภาพและการรักษาทางการแพทย์ในปัจจุบันมีการใช้ข้อมูลในปริมาณมาก (Big Data) หากมีการนำเอา Healthcare Analytics เข้ามาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการกับข้อมูลทางด้านสุขภาพหรือข้อมูลผู้ป่วยเหล่านี้ เพื่อให้การใช้ประโยชน์จากข้อมูลดังกล่าวได้อย่างสูงสุด เนื่องจาก Healthcare Analytics เป็นเพียงข้อมูลกว้าง ๆ บทความฉบับนี้จึงเป็นการศึกษา Healthcare Analytics ด้วยการใช้เครื่องมือการวิเคราะห์หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์ เพียงบางชนิดเท่านั้น ในบทความฉบับนี้กำหนดขอบเขตของ Health Analytics ดังต่อไปนี้ (Elragal et al., 2023)

## 2) Artificial Intelligence Tools

Artificial Intelligence หรือ AI เป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ซึ่ง AI นั้นเป็นการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถเรียนรู้การทำงานได้จากข้อมูล (Machine Learning) เพื่อสร้างหรือพัฒนาโมเดลที่มีความสามารถในการทำนายผลลัพธ์จากข้อมูลเดิมได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากกว่าหรือเทียบเท่าการตัดสินใจของมนุษย์ โดยการใช้วิธีการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ มีอัลกอริทึมและสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล (Mandala AI., 2023) ซึ่งประเภทของ AI ในการนำมาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพและทางการแพทย์ (Healthcare Analytics) ในบทความฉบับนี้เน้นที่การทำหน้าที่ของ AI ด้านการช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและช่วยในการทำงานของแพทย์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยได้แบ่งประเภทของ AI ดังต่อไปนี้

### 2.1) Machine Learning (ML) Deep Learning (DL) และ Neural Networks

Machine learning คือ เทคนิคทางสถิติที่ใช้เพื่อปรับโมเดลตามข้อมูลและเรียนรู้โดยการฝึกโมเดลด้วยข้อมูล ซึ่งเป็นหนึ่งในรูปแบบของ AI ที่ได้รับความนิยม



รูปที่ 2-19 ประเภทและการใช้ประโยชน์ของ Machine Learning

ที่มา: Elragal et al. (2023)

ในด้านสุขภาพมีการประยุกต์ในเรื่องการ Precision Medicine (อยู่ในกลุ่ม Supervised Learning) มากที่สุด ซึ่งเป็นการสร้าง protocol การรักษาสำหรับผู้ป่วยโดยการวิเคราะห์ข้อมูลและใช้ข้อมูลอาการของผู้ป่วย (Davenport et al., 2023) ส่วน Deep Learning เป็นรูปแบบการใช้งาน AI ที่มีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เพื่อสร้างการเรียนรู้ให้แก่มอเดลที่มีความสามารถในการจำแนกหรือทำนายได้ดียิ่งขึ้น (Mandala AI., 2023) การประยุกต์ใช้ DL ในทางการแพทย์มีมากมาย ยกตัวอย่างเช่น radiology images

## 2.2) Natural Language Processing (NLP)

AI ประเภทหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากคือ NLP หรือที่เรารู้จักและนิยมใช้งานกันในกลุ่ม ChatGPT หรืออาจจะเป็น ChatBot อื่น ๆ ซึ่งเป็นการประมวลผลของภาษามนุษย์เพื่อทำความเข้าใจถึงความหมายและการแปลความหมายให้คอมพิวเตอร์เข้าใจได้ (Mandala AI., 2023) บ่อยครั้งเราจะได้ยินกันในชื่อ Generative AI ปัจจุบันมีการนำมาประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพกันเป็นอย่างมาก ในรูปของแอปพลิเคชัน หรือ บน platform ต่าง ๆ

## 2.3) Rule – based expert systems

เป็นระบบ AI ที่ทำให้เสมือนมีผู้เชี่ยวชาญที่ใช้กฎที่กำหนดไว้ล่วงหน้าคือระบบที่ใช้ประกอบด้วยกฎที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เหล่านี้ใช้กฎและคำสั่ง if-then เพื่อตัดสินใจหรือแก้ปัญหา ในบริบทของการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) หรือแอปพลิเคชัน AI อื่น ๆ ระบบที่ใช้กฎมักจะพึ่งต่อกฎที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล มีการนำ AI ประเภทนี้ไปใช้ในระบบ Clinical Decision Support Systems และ Electronic Health records (Davenport et al., 2023)

## 2.4) Big Data in Healthcare analytics

ในยุคปัจจุบัน ข้อมูลมีบทบาทสำคัญต่อทุกอุตสาหกรรม รวมถึงอุตสาหกรรมดูแลสุขภาพ ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เป็นแหล่งข้อมูลที่มีคุณค่าสำหรับการวิเคราะห์และนำไปใช้ประโยชน์ในการดูแลสุขภาพและทางการแพทย์ ซึ่งสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพการรักษา เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการ และลดต้นทุนด้านสุขภาพ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้เกิดระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ที่ดีอีกด้วย ปัจจุบันมีการนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในเรื่อง Biomedical Big Data (MBD) และได้รับความสนใจมากเนื่องจากความละเอียดและความอ่อนไหวของข้อมูลสุขภาพ รวมถึงศักยภาพที่สำคัญที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัย กระตุ้นการรักษาทางการแพทย์และป้องกันโรค (wang and Alexander, 2020)

### 2.4.2 ความสามารถของระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ในการเปลี่ยนแปลงโลกและพฤติกรรมของมนุษย์

ระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) มีศักยภาพอย่างมากในการเปลี่ยนแปลงโลกทำให้ประชาชนทุกประเทศที่มีการนำเอาระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) มาใช้งานโดยจะทำให้ผู้คนมีสุขภาพที่ดีและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ดังนั้น ระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) จึงไม่ใช่เพียงแค่เทคโนโลยีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสุขภาพและทางการแพทย์และส่งเสริมให้เกิดระบบการดำเนินการในโรงพยาบาลเท่านั้น แต่ถือเป็นสิ่งที่แสดงถึงความก้าวหน้าที่สำคัญให้การเปลี่ยนแปลงโลกและพฤติกรรมของมนุษย์ ในยุคเทคโนโลยีและข้อมูลมีบทบาทสำคัญในทุกด้านของการดำเนินชีวิตของมนุษย์ โดยส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมและการดูแลสุขภาพ ดังต่อไปนี้

### ตารางที่ 2-3 ผลกระทบของระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ต่อพฤติกรรมและการดูแลสุขภาพ



ที่มา: Repustate data in sight (2021)

### 2.4.3 กลุ่มเป้าหมายผู้ที่จะสามารถใช้งานระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Systems)

ระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Systems) มีกลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ให้บริการทางด้านการดูแลสุขภาพและการรักษาทางการแพทย์ ซึ่งเทคโนโลยีนี้จะสามารถช่วยยกระดับการบริการและสร้างระบบนิเวศทางการดูแลสุขภาพ (Healthcare ecosystems) ที่ดีกว่าเดิม ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่จัดเป็นผู้ให้บริการทางด้านการดูแลสุขภาพและการรักษาทางการแพทย์สามารถขยายความได้ดังต่อไปนี้ (Maryville University, 2021)

#### 1) ผู้ปฏิบัติการทางคลินิก (Clinical Practitioners)

การใช้เทคโนโลยีระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) สามารถทำให้ผู้ปฏิบัติการทางคลินิกลดเวลาการรักษาผู้ป่วยต่อคนได้ ระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) สามารถช่วยวิเคราะห์ข้อมูลทางการแพทย์และจัดเก็บประวัติการรักษาของผู้ป่วยซึ่งจะลดเวลาในการวินิจฉัยโรคและวางแผนการรักษาที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วย

#### 2) โรงพยาบาลหรือผู้เตรียมการระบบสุขภาพดิจิทัล (Healthcare Provider systems)

โรงพยาบาลหรือผู้เตรียมการวางแผนระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ในหน่วยงานด้านสุขภาพนั้นเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างมากที่จะเลือกใช้เทคโนโลยีต่างๆ

#### 3) บริษัทประกันภัยที่ให้บริการประกันสุขภาพ (Healthcare payers)

การใช้ Healthcare Analytics สามารถสร้างประโยชน์ให้กับบริษัทประกันสุขภาพอย่างมาก โดยการนำเอา Healthcare Analytics เข้ามาใช้ในการตรวจสอบคัดกรองผู้สมัครประกันสุขภาพ ช่วยให้บริษัทประกันภัยสามารถตัดสินใจในการจัดทำนโยบายของบริษัทและราคาค่าประกันภัยและค่าความเสี่ยงที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 4) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับสาธารณสุขของประเทศ (Population Health managers)

การใช้ Healthcare Analytics สามารถทำให้ผู้ที่มีส่วนในการดูแลระบบสุขภาพของประเทศใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสุขภาพในการประเมินผลการให้บริการของโรงพยาบาล วางแผนการพัฒนาโครงสร้างสุขภาพของประเทศหรือใช้ข้อมูลในส่วนนี้ไปประกอบการตัดสินใจกำหนดรูปแบบยุทธศาสตร์แห่งชาติ

## 2.4.4 สถานการณ์การใช้งานเทคโนโลยีในระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ทั่วโลก

ตารางที่ 2-4 สถานการณ์การใช้งานเทคโนโลยีในระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ทั่วโลก

ประเภทของระบบสุขภาพดิจิทัล	ส่วนประกอบเทคโนโลยีแต่ละประเภท	ขนาดตลาด (Market Size)	อัตราการเติบโตรายปี (CAGR)	อัตราการนำเทคโนโลยีมาใช้งาน (Adoption rate)	ตัวอย่างบริษัทในตลาด (Prominent player)
1. Healthcare systems	- E - prescribing systems	2.89 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี ค.ศ. 2022	26.80 %	ไม่มีข้อมูล	1. Cerner Corporation (Oracle) 2. Allscripts Healthcare, LLC 3. Epic Systems Corporation 4. DrFirst 5. Athenahealth
	- Electronic Health Records	25 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี ค.ศ. 2022	4.70 %	โรงพยาบาล 95 % Physicians 78 % (ในปี ค.ศ. 2022)	1. Epic Systems Corp 2. Cerner Corp 3. GE Healthcare 4. Allscripts Healthcare, LLC. 5. eClinicalWorks 6. CPSi

ประเภทของระบบ สุขภาพดิจิทัล	ส่วนประกอบเทคโนโลยี แต่ละประเภท	ขนาดตลาด (Market Size)	อัตราการเติบโตรายปี (CAGR)	อัตราการนำเทคโนโลยี มาใช้งาน (Adoption rate)	ตัวอย่างบริษัทในตลาด (Prominent player)
1. Healthcare systems (ต่อ)	- Clinical Decision Support Systems	2.23 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี ค.ศ. 2023	10.44 %	น้อยกว่า 50 % (ในปี ค.ศ. 2022)	1. Siemens Healthcare 2. Koninklijke Philips NV 3. IBM 4. Cerner Corporation
	- AR VR and MR Healthcare systems	2,836.9 ล้านเหรียญสหรัฐ ในปี ค.ศ. 2023	29.04 %	ประมาณ 53 – 81 % มีผู้ใช้งาน	1. GE Healthcare 2. Microsoft Corporation 3. CAE Healthcare 4. Varjo Technologies Oy 5. 3D Systems, Inc.
2. Healthcare analytics	- Artificial Intelligence tools	11 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี ค.ศ. 2023	37.00 %	35 % (ในปี ค.ศ. 2022)	1. CloudMedX Health 2. Butterfly Network 3. Arterys 4. Caption Health

ประเภทของระบบ สุขภาพดิจิทัล	ส่วนประกอบเทคโนโลยี แต่ละประเภท	ขนาดตลาด (Market Size)	อัตราการเติบโตรายปี (CAGR)	อัตราการนำเทคโนโลยี มาใช้งาน (Adoption rate)	ตัวอย่างบริษัทในตลาด (Prominent player)
2. Healthcare analytics (ต่อ)	- Big Data in Healthcare analytics	215.71 พันล้าน เหรียญสหรัฐ ในปี ค.ศ. 2023	24.26 %	โรงพยาบาล 60 % (ในปี ค.ศ. 2023)	1. McKesson Corporation 2. Mede Analytics 3. SAS Institute INC 4. IBM Corporation

ที่มา: Statista (2023, January 17) Future (2023, June 14) Vejdani et al. (2022) Mordor Intelligence (n.d.) Watson (2022) Devabit (2023, September 10) HealthIT.gov (n.d.a) HealthIT.gov (n.d.b) และ Grand View Research (n.d.)

## 2.4.5 สถานการณ์การใช้งานเทคโนโลยีในระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ในประเทศไทย

ตารางที่ 2-5 สถานการณ์การใช้งานเทคโนโลยีในระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health systems) ในประเทศไทย

ประเภทของระบบสุขภาพดิจิทัล	ส่วนประกอบเทคโนโลยีแต่ละประเภท	สถานการณ์การใช้งานในประเทศไทย
1. Healthcare systems	- E - prescribing systems	<p><b>ระบบการสั่งยาทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-prescribing)</b></p> <p>ระบบที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสั่งยา แทนการสั่งยาด้วยกระดาษแบบเดิม ระบบนี้ช่วยให้แพทย์สามารถสั่งยาได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยยิ่งขึ้น โดยสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดในการสั่งยาและช่วยให้ผู้ป่วยได้รับยาที่ถูกต้อง ตรงเวลาและตรงตามความจำเป็น ประเทศไทยเริ่มมีการนำระบบ E-prescribing มาใช้ในโรงพยาบาลและคลินิกต่างๆ มากขึ้น โดยในปี 2566 มีโรงพยาบาลและคลินิกที่ใช้ระบบ E-prescribing ประมาณ 60% ของทั้งหมด ตัวอย่างของระบบ E-prescribing ในไทย ได้แก่ ระบบ e-Prescribe ของสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ระบบ e-Prescribing ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และระบบ e-Prescribing ของโรงพยาบาลสมิติเวช</p>

ประเภทของระบบสุขภาพดิจิทัล	ส่วนประกอบเทคโนโลยีแต่ละประเภท	สถานการณ์การใช้งานในประเทศไทย
	<p>- Electronic Health Records</p>	<p><b>รายงานสถานการณ์ระบบสารสนเทศสุขภาพของประเทศไทย ปี 2564 โดยสำนักงานพัฒนาระบบสุขภาพ (สสส.)</b></p> <p>พบว่า สถานบริการสาธารณสุขในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข (สธ.) ระดับโรงพยาบาล จำนวน 1,200 แห่ง มีการใช้ EHRs ร้อยละ 80 สถานบริการสาธารณสุขในสังกัด สสส. จำนวน 2,400 แห่ง มีการใช้ EHRs ร้อยละ 40 สถานบริการสาธารณสุขในสังกัดกระทรวงอื่นๆ จำนวน 200 แห่ง มีการใช้ EHRs ร้อยละ 20 การศึกษาวิจัยเรื่อง "การยอมรับการใช้เวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ของคลินิกแพทย์และทันตแพทย์" โดยคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่า คลินิกแพทย์และทันตแพทย์ส่วนใหญ่ยังไม่ยอมรับการใช้งาน EHRs ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการยอมรับการใช้ EHRs คือ ประสิทธิภาพการใช้คอมพิวเตอร์ การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้ EHRs การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้ EHRs และความตั้งใจในการใช้ EHRs</p>
	<p>- Clinical Decision Support Systems</p>	<p><b>การใช้งาน Clinical Decision Support Systems (CDSS)</b></p> <p>ในไทยเริ่มมีการนำมาใช้อย่างจริงจังในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบบริการสุขภาพของประเทศไทย ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ให้มีการบูรณาการระบบสารสนเทศทางการแพทย์ให้เชื่อมโยงกัน เพื่อรองรับการให้บริการสุขภาพที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัย ซึ่งรวมถึงการนำ CDSS มาใช้ในโรงพยาบาลและสถานพยาบาลต่างๆ</p>

ประเภทของระบบสุขภาพดิจิทัล	ส่วนประกอบเทคโนโลยีแต่ละประเภท	สถานการณ์การใช้งานในประเทศไทย
		<p>ปัจจุบัน โรงพยาบาลและสถานพยาบาลในไทยมีการนำ CDSS มาใช้หลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับบริบทและความต้องการใช้งานของแต่ละแห่ง โดย CDSS ที่ใช้กันทั่วไปในไทย ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1.ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการสั่งจ่ายยา (Prescribing Decision Support System)</b> ทำหน้าที่แจ้งเตือนแพทย์และเภสัชกรเกี่ยวกับข้อควรระวังในการใช้ยา ปฏิกริยาระหว่างยา และการใช้ยาที่ไม่เหมาะสม</li> <li><b>2.ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการวินิจฉัยโรค (Diagnostic Decision Support System)</b> ทำหน้าที่ช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรคจากข้อมูลการตรวจวินิจฉัยต่างๆ เช่น ผลตรวจเลือด ผลตรวจภาพทางการแพทย์ เป็นต้น</li> <li><b>3.ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการดูแลผู้ป่วย (Patient Management Decision Support System)</b> ทำหน้าที่ช่วยแพทย์และพยาบาลในการดูแลผู้ป่วย เช่น การให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดูแลตนเอง การให้ยา และติดตามอาการ</li> </ol> <p><b>จากการศึกษาวิจัยพบว่า</b> การใช้ CDSS สามารถช่วยลดข้อผิดพลาดทางการแพทย์ ปรับปรุงคุณภาพของการรักษา และเพิ่มความปลอดภัยของผู้ป่วยได้ โดยการศึกษาวิจัยชิ้นหนึ่งพบว่า การใช้ CDSS ช่วยลดการใช้ยาที่ไม่เหมาะสมในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังได้ร้อยละ 13.48 (กิตติยาพร, 2019)</p>

ประเภทของระบบสุขภาพดิจิทัล	ส่วนประกอบเทคโนโลยีแต่ละประเภท	สถานการณ์การใช้งานในประเทศไทย
	<p>- AR VR and MR Healthcare systems</p>	<p><b>สถานการณ์การใช้งานเทคโนโลยี AR ในทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพในประเทศไทย</b></p> <p>เริ่มมีมากขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยหน่วยงานและโรงพยาบาลต่างๆ ได้มีการนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการรักษาพยาบาล ตัวอย่างการใช้งานเทคโนโลยี AR ในทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพในประเทศไทย ยกตัวอย่างเช่น</p> <p><b>1. Augmented Reality Hololens for CPR</b> นวัตกรรมสร้างภาพจำลองฝึกการกู้ชีพพื้นฐาน ซึ่งพัฒนาโดยคณะแพทยศาสตร์ จุฬาฯ ความร่วมมือกับทรู ดิจิทัล (จุฬา, 2566) การใช้งานเทคโนโลยี VR ทางทางการแพทย์ในประเทศไทย ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยี VR มาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ของการแพทย์ เช่น เทคโนโลยี VR สามารถนำมาใช้ในการฝึกอบรมบุคลากรทางการแพทย์ในสถานการณ์จำลองต่างๆ ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น</p> <p><b>1. โครงการวิจัยและพัฒนาระบบ VR ทางทางการแพทย์เพื่อการศึกษาและการฝึกอบรม</b> โดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ร่วมกับมหาวิทยาลัยมหิดล พัฒนาระบบ VR ทางแพทย์ที่สามารถจำลองสถานการณ์ต่างๆ ของผู้ป่วยโรคติดเชื้อ เช่น ผู้ป่วยโรคโควิด-19 โรคไข้เลือดออก เป็นต้น ระบบนี้สามารถใช้สำหรับการศึกษาและการฝึกอบรมบุคลากรทางการแพทย์ในการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคติดเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีการนำเทคโนโลยี VR มาใช้สอนนักศึกษาอย่างจริงจังแล้ว</p>

ประเภทของระบบสุขภาพดิจิทัล	ส่วนประกอบเทคโนโลยีแต่ละประเภท	สถานการณ์การใช้งานในประเทศไทย
		<p><b>2. การพัฒนาโปรแกรม VR เพื่อบรรเทาอาการปวดของผู้ป่วย</b></p> <p>โดยโรงพยาบาลราชวิถี พัฒนาโปรแกรม VR เพื่อบรรเทาอาการปวดของผู้ป่วยมะเร็ง โดยโปรแกรมนี้ใช้เทคนิค VR จำลองสภาพแวดล้อมที่สวยงามและผ่อนคลาย เพื่อช่วยเบี่ยงเบนความสนใจของผู้ป่วยจากอาการปวด</p> <p><b>3. การพัฒนาเกม VR เพื่อบำบัดผู้ป่วยโรควิตกกังวล</b></p> <p>โดยโรงพยาบาลสงฆ์ พัฒนาเกม VR เพื่อบำบัดผู้ป่วยโรควิตกกังวล โดยเกมนี้ใช้เทคนิค VR จำลองสถานการณ์ต่างๆ ที่อาจทำให้ผู้ป่วยวิตกกังวล เพื่อช่วยฝึกให้ผู้ป่วยสามารถเผชิญกับสถานการณ์เหล่านั้นได้อย่างมีสติ</p> <p><b>การใช้งานเทคโนโลยี MR ทางการแพทย์ในประเทศไทย</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ได้พัฒนาระบบ MR-guided surgery เพื่อช่วยแพทย์ในการผ่าตัดสมองและไขสันหลังได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น</li> <li>2. โรงพยาบาลศิริราช ได้พัฒนาระบบ MR-guided radiation therapy เพื่อช่วยแพทย์ในการรักษามะเร็งด้วยรังสีรักษาได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น</li> <li>3. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้พัฒนาระบบ MR-based virtual reality เพื่อช่วยแพทย์ในการฝึกอบรมทักษะการผ่าตัด</li> </ol> <p>การพัฒนาเทคโนโลยี MR ทางการแพทย์ในประเทศไทยยังต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วนทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษา เพื่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย</p>

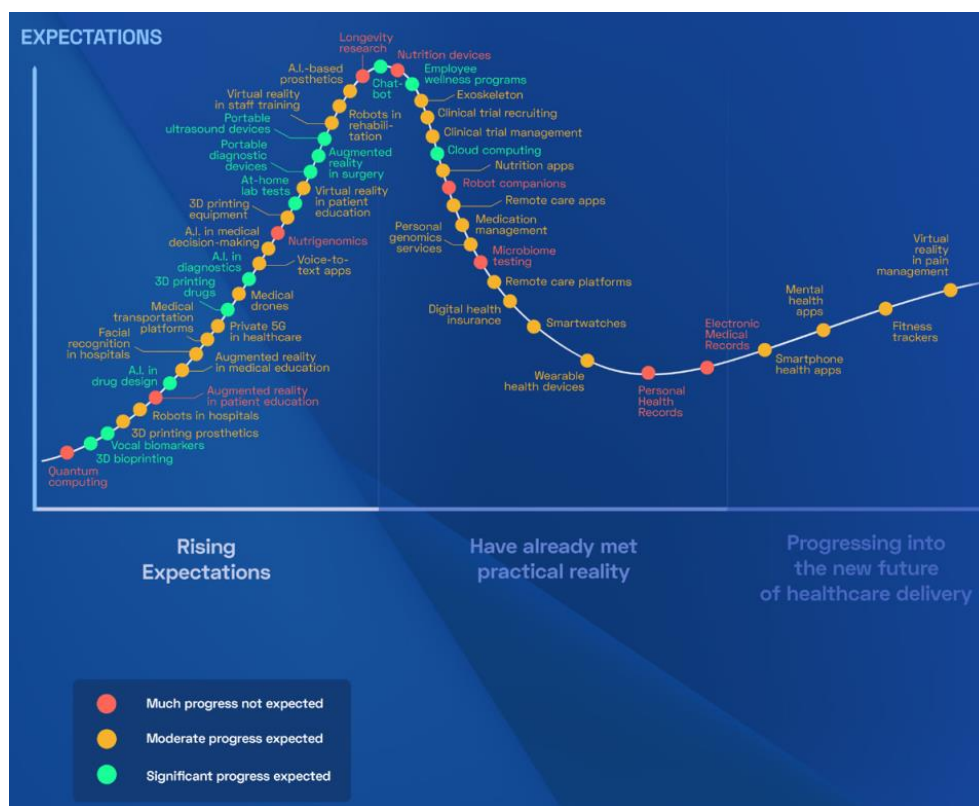
ประเภทของระบบสุขภาพดิจิทัล	ส่วนประกอบเทคโนโลยีแต่ละประเภท	สถานการณ์การใช้งานในประเทศไทย
2. Healthcare analytics	- Artificial Intelligence tools	<p><b>สถานการณ์การใช้งาน AI, ML, DL และ Generative AI ทางด้านการแพทย์ในประเทศไทย</b></p> <p>ในปัจจุบัน กำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยมีทั้งภาครัฐและภาคเอกชนเข้ามาลงทุนพัฒนาเทคโนโลยีเหล่านี้ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขาทางการแพทย์ เช่น การตรวจวินิจฉัยโรค การรักษาพยาบาล การวิจัยและพัฒนายาและวัคซีน การจัดการสุขภาพ และการศึกษาด้านการแพทย์</p> <p>ยกตัวอย่างเช่น AICute จากทีมนักวิจัยจากคณะแพทยจุฬา เป็นแอปพลิเคชันที่ช่วยวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงโรคหลอดเลือดสมองที่มีความเสี่ยงจากโรคหัวใจ</p>
	- Big Data in Healthcare analytics	<p><b>สถานการณ์การใช้งาน Big Data ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการแพทย์ในประเทศไทย</b></p> <p>มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยภาครัฐและภาคเอกชนต่างให้ความสำคัญในการนำเทคโนโลยี Big Data มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการทางการแพทย์และสุขภาพของประชาชนภาครัฐมีแผนการพัฒนาระบบบริการสุขภาพแห่งชาติ (National Health Security System) ภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) โดยแผนดังกล่าวได้กำหนดเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพบริการทางการแพทย์ เพิ่มความสามารถในการเข้าถึง ลดความเหลื่อมล้ำ</p>

ประเภทของระบบสุขภาพดิจิทัล	ส่วนประกอบเทคโนโลยีแต่ละประเภท	สถานการณ์การใช้งานในประเทศไทย
		<p>ด้านการรับบริการ และเสริมส่งให้ประชาชนดูแลสุขภาพตนเองได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเทคโนโลยี Big Data และ Artificial Intelligence (AI) จะเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยสนับสนุนให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว ยกตัวอย่างเช่น</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>กระทรวงสาธารณสุข</b> ได้พัฒนาระบบ eHealth Platform เพื่อเป็นแพลตฟอร์มกลางในการรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพของประชาชน โดยระบบดังกล่าวจะช่วยลดภาระในการเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนของสถานพยาบาลต่างๆ และช่วยให้แพทย์สามารถเข้าถึงข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยได้อย่างครบถ้วนและรวดเร็ว</li> <li><b>สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.)</b> ได้พัฒนาระบบ Health Information Exchange (HIE) เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลสุขภาพของประชาชนจากสถานพยาบาลต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยระบบดังกล่าวจะช่วยอำนวยความสะดวกให้ประชาชนในการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพของตนเอง และช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัยโรคได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น</li> </ol>

ที่มา: คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล (2566, กุมภาพันธ์ 1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2023, February 4) หน่วยประสาทศัลยกรรมกองศัลยกรรมโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช (2562) Techsauce Team (2021, พฤศจิกายน 24) กระทรวงดิจิทัลเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม (2022) และ กิตติยาพร ทองไทย และคณะ (2019, กุมภาพันธ์ 7)

## 2.5 แนวโน้มการใช้นวัตกรรมในสุขภาพดิจิทัล (Innovation Trends in Digital Health)

Bertalan Mesko นักอนาคตศาสตร์ด้านการแพทย์ ทำการวิเคราะห์แนวโน้มเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัล โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือ Gartner Hype Cycle และออกรายงาน The Hype cycle of the top 50 emerging digital health trends (2023) ดังรูปที่ 2-20 ในรายงานการวิเคราะห์แบ่งวงจรรอออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ความคาดหวังที่เพิ่มขึ้น ระยะที่ 2 มีการนำไปใช้จริงแล้ว ระยะที่ 3 พัฒนาไปสู่อนาคตใหม่ของการส่งมอบบริการดูแลสุขภาพ ซึ่งแตกต่างจาก Gartner Hype Cycle ที่มี 5 ระยะ โดย Bertalan Mesko ประเมินความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในการนำมาใช้งานจริงออกเป็น 3 สี ได้แก่ สีเขียว (Green: G) สีเหลือง (Yellow: Y) และสีแดง (Red: R) โดยสีเขียวหมายถึงเทคโนโลยีมีการพัฒนาและมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก และคาดว่าจะมีนัยสำคัญในการพลิกโฉมอุตสาหกรรมสุขภาพดิจิทัล ส่วนสีเหลืองมีความก้าวหน้าปานกลาง ยังต้องใช้เวลาพอสมควรก่อนจะก้าวมาเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญ สุดท้ายสีแดงแสดงความก้าวหน้าของการพัฒนาเทคโนโลยีต่ำ (หรือหยุดการพัฒนา) หรืออาจจะไม่มีข้อมูลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์หรือทางการแพทย์รองรับเท่าที่ควร ตารางที่ 2-6 ถึง 2-8 แสดงเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลในระยะต่างๆ ของ Hype Cycle ที่วิเคราะห์โดย Bertalan Mesko



รูปที่ 2-20 The Hype cycle of the top 50 emerging digital health trends

ที่มา: Kuzsk (2023)

ในภาพรวมจากการวิเคราะห์ของ Bertalan Mesko สามารถแบ่งกลุ่มเทคโนโลยีที่ใกล้เคียงกันใน Hype cycle ได้เป็นการพิมพ์สามมิติ (3D printing) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented reality) และเทคโนโลยีโลกเสมือน (Virtual reality) การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลกับการทดลองทางคลินิก การจัดเก็บข้อมูลดิจิทัล และการประมวลผลข้อมูลด้วย Cloud computing เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) และ m-health การใช้โดรน (Drone) และแพลตฟอร์มการขนส่ง แอปพลิเคชันสุขภาพ การใช้หุ่นยนต์ทางการแพทย์ และการดูแลสุขภาพเฉพาะบุคคล (Personalized medicine) โดยใช้ข้อมูลทางพันธุกรรม

**ตารางที่ 2-6** เทคโนโลยีระยะที่ 1 ความคาดหวังที่เพิ่มขึ้น

เทคโนโลยี	ความก้าวหน้า	รายละเอียด
Quantum computing	R	เทคโนโลยี Quantum computing เริ่มมีการนำมาใช้งานทางการแพทย์ในด้าน genomics, drug discovery และ precision medicine
3D bioprinting	G	เทคโนโลยีการพิมพ์ชีววิทยา 3 มิติ ที่สามารถพิมพ์เซลล์ที่มีชีวิต ตั้งแต่ผิวหนังไปจนถึงตับกระดุก หรือเนื้อเยื่อกระดูกอ่อน ปัจจุบันยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น แต่มีความก้าวหน้าในการพัฒนาเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก ตัวอย่างเช่น บริษัท Organovo
Vocal biomarkers	G	การใช้ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพกับเสียงของผู้ป่วยเพื่อวินิจฉัยโรค ซึ่งสามารถวินิจฉัยโรคจากเสียงผู้ป่วยที่อัดเสียงส่งมาให้ได้ เป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับการแพทย์ทางไกล ในปัจจุบันงานวิจัยสามารถใช้ในการวินิจฉัยภาวะสมองเสื่อม (dementia) ในผู้สูงอายุจากการเปลี่ยนแปลงของโทนเสียงของผู้ป่วย ซึ่งประมวลผลโดยใช้ AI
3D printing prosthetics	Y	เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติสำหรับขาเทียมหรืออวัยวะเทียมส่วนอื่น เช่น นิ้วมือ ปัจจุบันเทคโนโลยีนี้เป็นที่ยอมรับ แต่ยังมีห่างไกลจากการนำไปใช้งานในวงกว้าง

เทคโนโลยี	ความก้าวหน้า	รายละเอียด
Robots in hospitals	Y	การใช้หุ่นยนต์เพื่อทำงานในโรงพยาบาล เช่น การเจาะเลือดหรือทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคในห้อง CT scan โดยมีตัวอย่างการใช้งานจริงที่โรงพยาบาลในประเทศเบลเยียมและสาธารณรัฐเช็ก
Augmented reality in patient education	R	เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกแห่งความจริง (Augmented Reality: AR) ในการให้ความรู้กับผู้ป่วย มีการนำมาใช้งานในผู้ป่วยต้อกระจก (cataract) โดยนักวิจัยที่ TU Wien ออสเตรีย เทคโนโลยีนี้ยังมีการพัฒนาไปอย่างช้า ๆ
AI in drug design	G	การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการออกแบบยา จากการวิเคราะห์โครงสร้างของ Genomes หรือ Proteomes ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการพัฒนายาตัวใหม่ ตัวอย่างบริษัท เช่น IBM Research ร่วมมือกับ Arctoris หรือ บริษัท CaroCure ในอิสราเอล ไปจนถึง Aqemia ของฝรั่งเศส และ Exscientia ของสหราชอาณาจักร เป็นต้น
Augmented reality in medical education	Y	เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกแห่งความจริง (Augmented Reality: AR) ในการศึกษาทางการแพทย์ เช่น ช่วยในการศึกษากายวิภาคของมนุษย์ เป็นต้น มีผลิตภัณฑ์ เช่น Microsoft HoloLens แต่ในปัจจุบันยังคงมีการใช้งานอย่างจำกัด
Facial recognition in hospitals	Y	เทคโนโลยีการรู้จำใบหน้า (Facial recognition technology) ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการอ่านสัญญาณชีพจากระยะไกล และมีการนำมาใช้ในโรงพยาบาล เช่น FacePhi ในประเทศเกาหลีใต้
Medical transportation platforms	Y	แพลตฟอร์มการขนส่งผู้ป่วยที่ไม่ฉุกเฉิน เช่น ผู้ป่วยโรคเรื้อรังหรือผู้ป่วยติดเตียง ที่ไม่สามารถเดินทางโดยรถโดยสารสาธารณะได้อย่างสะดวก ในการเข้าพบแพทย์ แพลตฟอร์มให้บริการ Ride-sharing หรืออาสาสมัครในการช่วยเหลือเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากบ้านไปโรงพยาบาล ตัวอย่างบริษัทที่

เทคโนโลยี

ความก้าวหน้า

รายละเอียด

		ให้บริการ เช่น DocGo, Modivcare, Kaizen Health, Veyo ที่ให้บริการผู้ป่วยในระบบประกันสุขภาพ Medicaid ในสหรัฐอเมริกา
Private 5G in healthcare	Y	เทคโนโลยี 5G ที่มีคุณสมบัติ high bandwidth, low latency และ low-power-low-cost มีการใช้งานแพร่หลายมากขึ้น ในสถานบริการทางการแพทย์ ซึ่งช่วยสนับสนุนการให้บริการ telemedicine ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3D printing in drugs	G	เทคโนโลยีการผลิตยาโดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ในปี 2016 องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (FDA) ได้อนุมัติ ยาต้านโรคลมชักชื่อ Spritam ปัจจุบันมีความก้าวหน้าในการพัฒนาเทคโนโลยีเป็นอย่างมากโดยมีโรงพยาบาลในสเปน ได้เปิดตัวการผลิตทางคลินิกครั้งแรก เพื่อทดสอบ ประสิทธิภาพ ความทนทาน และการยอมรับของยาที่ผลิต สำหรับเด็กโดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ
Medical drones	Y	การใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการขนส่งเวชภัณฑ์ ในพื้นที่ห่างไกลเข้าถึงได้ยาก เช่น รัฐบาล Rwanda ร่วมกับ บริษัท Zipline ในการขนส่งเวชภัณฑ์ให้กับ 5 โรงพยาบาล ในประเทศ โดยเทคโนโลยีมีอุปสรรคในการนำมาใช้งานจาก ข้อจำกัดด้านกฎระเบียบทางการบิน
AI in diagnostics	G	การใช้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยวินิจฉัยโรค ในส่วนของการวิเคราะห์ ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการหรือทางรังสีวิทยา รวมถึงบันทึกทางการแพทย์ ในปัจจุบันมีหลายบริษัทที่พัฒนาเทคโนโลยีนี้ เช่น Skinvision ที่เน้นอาการทางผิวหนัง PathAI ที่วิเคราะห์ ข้อมูลพยาธิวิทยา Enlitic ที่ช่วยในการอ่านภาพถ่ายทางรังสี วิทยา และ Deepmind ที่วิเคราะห์โครงสร้างของโปรตีน เป็นต้น

## เทคโนโลยี

## ความก้าวหน้า

## รายละเอียด

Voice to text apps	Y	เทคโนโลยีการแปลงเสียงพูดเป็นข้อความ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการนำเข้าสู่ข้อมูลประวัติทางการแพทย์ของผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ เพื่อลดภาระให้กับบุคลากรทางการแพทย์ แต่อย่างไรก็ตามยังมีความกังวลเกี่ยวกับความถูกต้องของข้อมูล ที่ยังคงไม่ได้นำมาใช้จริงอย่างแพร่หลาย
AI in medical decision-making	Y	การใช้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยในการตัดสินใจทางการแพทย์ เช่น การวางแผนการรักษาหรือการเลือกเส้นทางการรักษามะเร็ง ตัวอย่างบริษัท เช่น IBM Watson, Aidoc ที่ช่วยตรวจจับความผิดปกติของร่างกายจากการอ่านภาพถ่ายทางรังสีวิทยา Metadvice ที่รวบรวมข้อแนะนำทางคลินิก และแนวทางการรักษาโรคเพื่อให้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจของแพทย์
Nutrigenomics	R	การใช้ข้อมูลพันธุกรรมเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับกระบวนการย่อยอาหารของแต่ละบุคคล เนื่องจากการบริโภคอาหารส่งผลต่อสุขภาพของคนซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละคน ในปัจจุบันเทคโนโลยียังอยู่ในช่วงเริ่มต้น
3D printing equipment	Y	เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้ก่อนการผ่าตัดหรือวิธีการรักษาอื่นๆ เช่น เฟือง ตัวอย่างบริษัทเช่น Axial 3D ที่มีเทคโนโลยีในการเปลี่ยนข้อมูล 2D ของผู้ป่วยให้เป็น 3D และสามารถพิมพ์ออกมาเป็นแบบจำลองให้แพทย์ศึกษาเพื่อวางแผนก่อนทำการผ่าตัด
At-home lab tests	G	การทดสอบทางห้องปฏิบัติการด้วยตนเองที่บ้าน ตั้งแต่การทดสอบโควิดไปจนถึงตัวบ่งชี้ฮอร์โมน ไปจนถึงการวัดการแพ้ อาหาร ซึ่งจัดว่าเป็นนวัตกรรมการดูแลสุขภาพแห่งอนาคตที่สร้างความเปลี่ยนแปลงของการให้บริการทางการแพทย์ ตัวอย่างบริษัท เช่น EverlyWell LetsGetChecked MyLabBox หรือ 23 andme

เทคโนโลยี	ความก้าวหน้า	รายละเอียด
Virtual reality in patient education	Y	การใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงเพื่อให้ผู้ป่วยได้ทราบถึงกระบวนการผ่าตัดที่จะเกิดขึ้นกับตนเอง
Portable diagnostic devices	G	อุปกรณ์วินิจฉัยโรคแบบพกพาเพื่อให้แพทย์สามารถบริการผู้ป่วยนอกสถานที่ได้อย่างสะดวกมากขึ้น เช่น Smart stethoscope, ECG device, blood pressure monitor เป็นต้น
Augmented reality in surgery	G	เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมโลกแห่งความจริง (Augmented Reality: AR) ในการผ่าตัด ซึ่งสามารถช่วยศัลยแพทย์ในการผ่าตัดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ไม่ว่าจะผ่าตัดเล็ก หรือการผ่าตัดใหญ่อย่างการตัดเนื้องอกในตับ โดยเทคโนโลยีจะฉายภาพอวัยวะให้ศัลยแพทย์ได้เห็นทั้งในช่วงเตรียมการก่อนการผ่าตัดหรือในระหว่างการผ่าตัด ในปัจจุบันมีการนำมาใช้งานจริงโดยใช้อุปกรณ์ google glass โดยนายแพทย์ Rafael Grossman ( <a href="http://www.rafaelgrossmann.com">www.rafaelgrossmann.com</a> )
Portable ultrasound devices	G	ปัจจุบันมีการใช้งานเทคโนโลยี ultrasound ในการวินิจฉัยโรคเบื้องต้น ซึ่งแพทย์สามารถใช้อุปกรณ์แบบพกพาที่มีปัญญาประดิษฐ์ช่วยในการแปลผลเบื้องต้น ในปัจจุบันมีราคาถูกลงและมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย
Virtual reality in staff training	Y	การใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงในการฝึกปฏิบัติให้กับบุคลากรทางการแพทย์ แพทย์ฝึกหัดสามารถใช้ VR ในการเรียนรู้ขั้นตอนการผ่าตัดเสมือนเข้าไปอยู่ในห้องผ่าตัดจริง แต่ในปัจจุบันยังมีกรณีที่นำมาใช้งานจริงอยู่จำกัด
Robots in rehabilitation	Y	การใช้หุ่นยนต์เพื่อช่วยฟื้นฟูผู้ที่ได้รับบาดเจ็บจากการเล่นกีฬา หรือผู้ที่มีความผิดปกติของการรับความรู้สึก (sensorimotor deficits)

เทคโนโลยี	ความก้าวหน้า	รายละเอียด
AI-based prosthetics	Y	การใช้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยประมวลผลข้อมูลสัญญาณจากเส้นประสาทจากกล้ามเนื้อของผู้ป่วยไปยังสมองเพื่อสร้างอัลกอริทึมช่วยในการควบคุมอวัยวะเทียม เช่น แขนกล โดยในปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยียังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนา
Longevity research	R	การวิจัยอายุยืนยาวยังคงอยู่ในช่วงพัฒนายังไม่มีความก้าวหน้าในการใช้งานจริง และอยู่บนจุดสูงสุดของ Hype cycle เช่น การใช้นาโนเทคโนโลยี และการแช่แข็งร่างกาย (cryonics) เป็นต้น
Chatbot	G	การใช้ chatbot ทางการแพทย์ ในการจัดการเส้นทางการรักษาผู้ป่วย การจัดการการให้ยา ให้ความช่วยเหลือในสถานการณ์ฉุกเฉินหรือให้ข้อมูลเพื่อช่วยเหลือเบื้องต้น โดยในปัจจุบันมีความก้าวหน้าของ เทคโนโลยี Generative AI เช่น ChatGPT ของ OpenAI ทำให้มีการนำ chatbot มาใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น ในสหราชอาณาจักรมีการใช้ chatbot solution ให้ข้อมูลกับผู้รับบริการสุขภาพจิตเบื้องต้น ในระหว่างรอนัดหมายเข้าพบแพทย์

ตารางที่ 2-7 เทคโนโลยีระยะที่ 2 มีการนำไปใช้จริงแล้ว

เทคโนโลยี	ความก้าวหน้า	รายละเอียด
Nutrition devices	R	เซนเซอร์อาหาร (food sensor) เพื่อให้ข้อมูลกับผู้ที่แพ้อาหารบางอย่าง เช่น SensoGenic ที่ยังอยู่ในช่วงวิจัยและพัฒนา ไปจนถึง Nima ที่มีการใช้งานเชิงพาณิชย์ในการตรวจจับสารประกอบของถั่ว และกลูเทิน เป็นต้น
Employee wellness programs	G	โปรแกรมดูแลสุขภาพของพนักงานในองค์กรขนาดใหญ่ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการดูแลสุขภาพของพนักงาน โดยการผสมผสานระหว่างพฤติกรรมศาสตร์ คำแนะนำทางคลินิกจากแพทย์ในการดูแลสุขภาพพนักงาน เช่น บริษัท Omada เสนอ Virtual care solution ในการจัดโปรแกรมดูแลสุขภาพของพนักงานที่เป็นโรคเรื้อรัง เช่น ความดัน เบาหวาน และ อาการเกี่ยวกับกล้ามเนื้อและกระดูก (musculoskeletal) ในปัจจุบันมีลูกค้ากว่า 1,500 องค์กร
Exoskeleton	Y	โครงสร้างของหุ่นยนต์ที่เป็นอุปกรณ์สวมใส่กับร่างกายมนุษย์ที่ช่วยสนับสนุน ปกคลุมและปกป้องผู้ใช้งาน ทำให้มีความแข็งแกร่งและความทนทานมากขึ้นในการทำงานหนัก เช่น การยกของหนัก หรือในอนาคตคาดว่าจะมีการพัฒนาเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยที่เป็นอัมพาตให้สามารถเคลื่อนไหวได้

เทคโนโลยี	ความก้าวหน้า	รายละเอียด
Clinical trial recruiting	Y	การสรรหาผู้เข้าร่วมทดลองทางคลินิกผ่านอินเทอร์เน็ต เช่น clinicaltrials.gov ของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา หรือบริษัท Antidote ที่เป็นแพลตฟอร์มในการเชื่อมต่อระหว่างผู้ป่วยและงานวิจัยทางคลินิก แต่อย่างไรก็ตามยังมีความท้าทายหลายประการที่ต้องจัดการก่อนจะนำเทคโนโลยีนี้มาใช้อย่างแพร่หลาย
Clinical trial management	Y	การบริหารจัดการต้นทุนในการทำการทดลองทางคลินิกของยาตัวใหม่ โดยใช้การจัดการทางไกล (remote management) ในการติดตามผู้ป่วยที่เข้าร่วมการทดลอง
Cloud computing	G	การใช้ Cloud computing ในการประมวลผลข้อมูลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ อุปกรณ์ติดตามตัว และอุปกรณ์ทางการแพทย์ ซึ่งจะช่วยให้การจัดการและประมวลผลข้อมูลเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น อีกทั้งยังสามารถใช้ร่วมกับอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ได้
Nutrition apps	Y	แอปพลิเคชันที่ช่วยดูแลในเรื่องโภชนาการ การตัดสินใจปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ เช่น MyFitnessPal ที่มีข้อมูลโภชนาการของอาหารจำนวนมาก ในปัจจุบันเริ่มมีการใช้งานมากขึ้น โดยมีผู้ใช้ประมาณ 1 ล้านราย
Remote care apps	Y	การให้บริการ telehealth ที่ผู้รับบริการสามารถติดต่อกับแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญได้โดยไม่ต้องไปที่สถานบริการ ซึ่งมีการใช้งานกัน

เทคโนโลยี	ความก้าวหน้า	รายละเอียด
		<p>อย่างแพร่หลายในช่วงสถานการณ์ระบาดของ COVID19</p>
Medication management	Y	<p>ระบบจัดการด้านยา ที่ช่วยเหลือผู้ป่วยให้ได้รับยาตรงตามคำสั่งแพทย์ ตัวอย่างบริษัทเช่น Scene drives ที่ให้บริการ chronic care management ผ่านระบบ virtual video check-ins เป็นต้น</p>
Personal genomics services	Y	<p>บริการวิเคราะห์ข้อมูลพันธุกรรมของบุคคล เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการรักษาโรค ป้องกันโรคหรือดูแลสุขภาพ ตัวอย่างเช่น บริษัท 23andme</p>
Microbiome testing	R	<p>ไมโครไบโอมในระบบทางเดินอาหาร หมายถึง จุลชีพต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นอวัยวะที่มีความหลากหลายของเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดในร่างกาย โดยแต่ละคนจะมีไมโครไบโอมที่แตกต่างกัน และเฉพาะเจาะจงแต่ละบุคคลเหมือนลายนิ้วมือ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์กำลังสนใจศึกษาถึงความสัมพันธ์และบทบาทที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของคน เพื่อช่วยในการรักษาโรค การตอบสนองของร่างกายต่อยา หรือการดูแลสุขภาพ</p>
Remote care platforms	Y	<p>แพลตฟอร์มสำหรับให้บริการ telehealth ที่มีผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการมากขึ้น โดยมีมูลค่าตลาดสูงถึง 250 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี 2022</p>

เทคโนโลยี	ความก้าวหน้า	รายละเอียด
Digital health insurance	Y	<p>ผู้ให้บริการประกันสุขภาพดิจิทัล จะต้องมีการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้ซื้อประกัน จากข้อมูลพฤติกรรมและข้อมูลทางสุขภาพ การประเมินความเสี่ยงได้แม่นยำมากขึ้น สามารถทำได้เมื่อมีข้อมูลปริมาณมากขึ้น ในการตัดสินใจให้บริการประกันสุขภาพ รวมไปถึงการคำนวณเบี้ยประกันที่เหมาะสม และการส่งเสริมพฤติกรรมดูแลสุขภาพ เช่น บริษัท Oscar Health ใช้ข้อมูลจาก Fitbit หรือ บริษัทประกันในเยอรมันที่ใช้ข้อมูลจาก mySugr digital diabetes solution ในการติดตามข้อมูลน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยก่อนที่จะจ่ายเงินชดเชย แต่อย่างไรก็ตามหลายบริษัทประกันสุขภาพยังคงประสบปัญหาทางการเงิน จึงทำให้ความสำเร็จของการนำเทคโนโลยีมาใช้ ยังคงเป็นไปอย่างช้าๆ</p>
Smartwatches	Y	<p>นาฬิกาข้อมืออัจฉริยะ เช่น Apple Watch ที่ผ่านการประเมินโดย FDA ของสหรัฐอเมริกา และสามารถใช้ประเมินอาการ ภาวะหัวใจห้องบนสั่นพลิ้ว (atrial fibrillation หรือ A-Fib) แต่อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์อาการโดย Apple Watch ยังคงให้ผล false positive ค่อนข้างสูง ซึ่งส่งผลต่อความเชื่อมั่นในการใช้เทคโนโลยี</p>
Wearable health devices	Y	
Personal health records	R	<p>การเก็บข้อมูลสุขภาพส่วนบุคคลโดยใช้อุปกรณ์สวมใส่อัจฉริยะ (smart devices) เพื่อเป็นข้อมูลประกอบเมื่อไปพบแพทย์</p>

### เทคโนโลยี

Electronic medical records

### ความก้าวหน้า

R

### รายละเอียด

ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีการนำข้อมูลประวัติทางการแพทย์ของผู้ป่วยจัดเก็บในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ แต่กระบวนการนำเข้าข้อมูลในระบบฐานข้อมูลยังคงต้องการการกรอกข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งบุคลากรทางการแพทย์ยังมองว่าเป็นภาระ ซึ่งคาดว่าจะยังคงต้องพัฒนาเทคโนโลยี voice-to-text เพื่อลดภาระในการกรอกข้อมูลเข้าสู่ระบบอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 2-8 เทคโนโลยีระยะที่ 3 พัฒนาไปสู่อนาคตใหม่ของการส่งมอบบริการดูแลสุขภาพ

เทคโนโลยี	ความก้าวหน้า	รายละเอียด
Smartphone health apps	Y	ปัจจุบันมีแอปพลิเคชันด้านสุขภาพ m-Health รวมถึง fitness apps จำนวนมากประมาณ 350,000 ตัวพร้อมให้ดาวน์โหลดมาใช้งาน โดยมีผู้ใช้งานประมาณ 87 ล้านคนในสหรัฐอเมริกาในแต่ละเดือนในปี 2020
Mental health apps	Y	แอปพลิเคชันที่ช่วยเรื่องสุขภาพจิตของผู้ใช้งานซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ระบบเสมือนจริง (virtual reality) ปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น Calm และ
Fitness trackers	Y	ปัจจุบันอุปกรณ์ที่ใช้ติดตามความเคลื่อนไหว การออกกำลังกายและการนอนหลับของผู้สวมใส่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย แต่อย่างไรก็ตามยังคงต้องมีการศึกษาพัฒนาบนฐานวิทยาศาสตร์ในการให้คำแนะนำทางสุขภาพที่แม่นยำมากขึ้นในอนาคต
Virtual reality in pain management	Y	การใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงในการจัดการความเจ็บปวด จากผลการวิจัยของ Dr. Brennan Spiegel และทีมงานที่ the Cedars Sinai Medical Center พบว่า การดูวิดีโอเกี่ยวกับธรรมชาติผ่าน VR สามารถช่วยลดความเจ็บปวดหลังการผ่าตัดได้

## 2.6

## ภาพรวมสุขภาพดิจิทัลและผลกระทบต่ออุตสาหกรรมโทรคมนาคม

## (The Digital Health Sector and Impacts on the Telecommunication Sector)

## 2.6.1 แนวโน้มการใช้งานเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัล (Digital Health) ในโลก

การพัฒนาของเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลนั้น ก่อให้เกิดบริการทางการดูแลสุขภาพ (Health and Wellness) และบริการทางการแพทย์ (Medical Service) รูปแบบใหม่ รวมทั้งการเข้าถึงบริการดั้งเดิมที่มีความครอบคลุมมากขึ้น มีหลายปัจจัยที่ส่งผลให้ความต้องการในด้านสุขภาพดิจิทัลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการกระจายการใช้สมาร์ทโฟน ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาการแพทย์ การเร่งเติบโตในการเมืองสูง มีการส่งเสริมและดำเนินนโยบายโดยภาครัฐเพิ่มสูงขึ้น และความต้องการในบริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) เพิ่มขึ้น บุคลากรทางการแพทย์สามารถขยายขอบเขตของบริการให้ครอบคลุมจำนวนผู้ป่วยที่มากเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลและยากจน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงดิจิทัลของระบบการดูแลสุขภาพ นอกจากนี้แนวโน้มการใช้งานปฏิสัมพันธ์เพิ่มขึ้นในการดูแลสุขภาพ การขยายขอบเขตของอินเทอร์เน็ตของ IoMT การแพทย์ทางไกล และการใช้งาน AR/VR ในการดูแลสุขภาพมีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางการแพทย์เป็นเหตุให้การใช้งานเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (Research And Markets, 2023)

Statista (2023a) ได้เก็บข้อมูลการให้บริการสุขภาพดิจิทัลแบบ B2C<sup>1</sup> จากทั้งฝั่งผู้ให้บริการและผู้บริโภคในการประมาณค่าจำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัล และขนาดตลาดหรือรายรับกิจการสุขภาพดิจิทัล รวมทั้งได้ทำการคาดการณ์จำนวนผู้ใช้บริการและรายรับธุรกิจสุขภาพดิจิทัลในอนาคต ดังแสดงในรูปที่ 2-21 และ 2-22

สำหรับ จำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัลแบบ B2C ทั่วโลก Statista (2023a) รายงานว่า ในปี ค.ศ. 2022 มีจำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัล 2.66 พันล้านคน โดยมีอัตราการเข้าถึง (Penetration rate) 34.90% เมื่อจำแนกตามลักษณะการใช้งาน พบว่า เป็นการให้บริการแบบ Digital Fitness & Well-Being จำนวน 0.96 พันล้านคน แบบ Digital Treatment & Care จำนวน 1.78 พันล้านคน และแบบ Online Doctor Consultations จำนวน 0.10 พันล้านคน

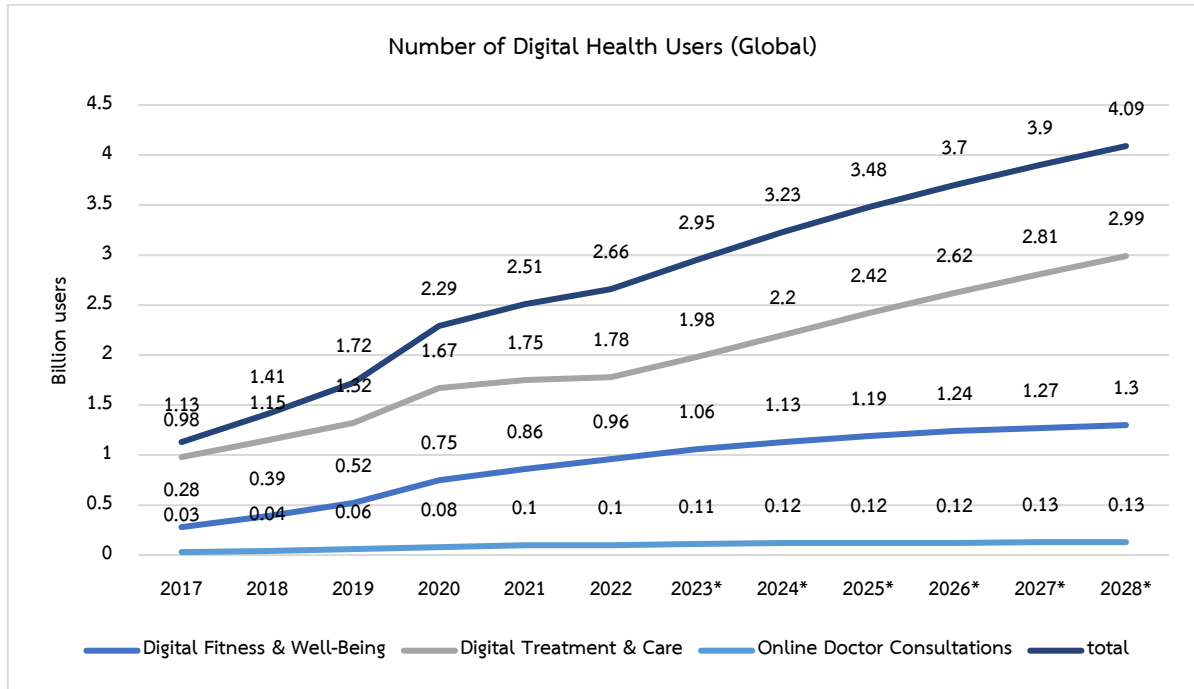
<sup>1</sup> บริการสุขภาพดิจิทัลแบบ B2C ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ

(1) Digital Fitness & Well-Being ซึ่งประกอบด้วย Fitness Trackers (Smartwatches, Smart Bands, Smart Scales) และ Health & Wellness coaching (Fitness Apps, Meditation Apps, Nutrition Apps);

(2) Digital Treatment & Care ซึ่งประกอบด้วย Connected Biometric Sensors (Smart Blood Pressure Meters, Smart Thermometers, Smart Glucose Meters, Care phones/Social Alarms) Digital care management (Contraception & Fertility Apps, Medication Checker Apps, Online Pharmacy) และ Digital Therapeutics (Diabetes Care Management, Mental & Behavioural Health Management, Cardiovascular Health Management, Musculoskeletal Health Management) และ;

(3) Online Doctor Consultations

จากปี ค.ศ. 2018 – 2022 จำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัลเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 13.54% ต่อปี<sup>2</sup> และคาดการณ์ว่าจากปี ค.ศ. 2024 – 2028 จำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัลจะเพิ่มขึ้นอีกโดยเฉลี่ย 4.83% ต่อปี โดยในปี ค.ศ. 2028 คาดการณ์ว่าจะมีจำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัลถึง 4.09 พันล้านคน และมีอัตราการเข้าถึง (Penetration rate) 51.01%



รูปที่ 2-21 จำนวนผู้ใช้งานสุขภาพดิจิทัลในโลก

ที่มา: Statista (2023a)

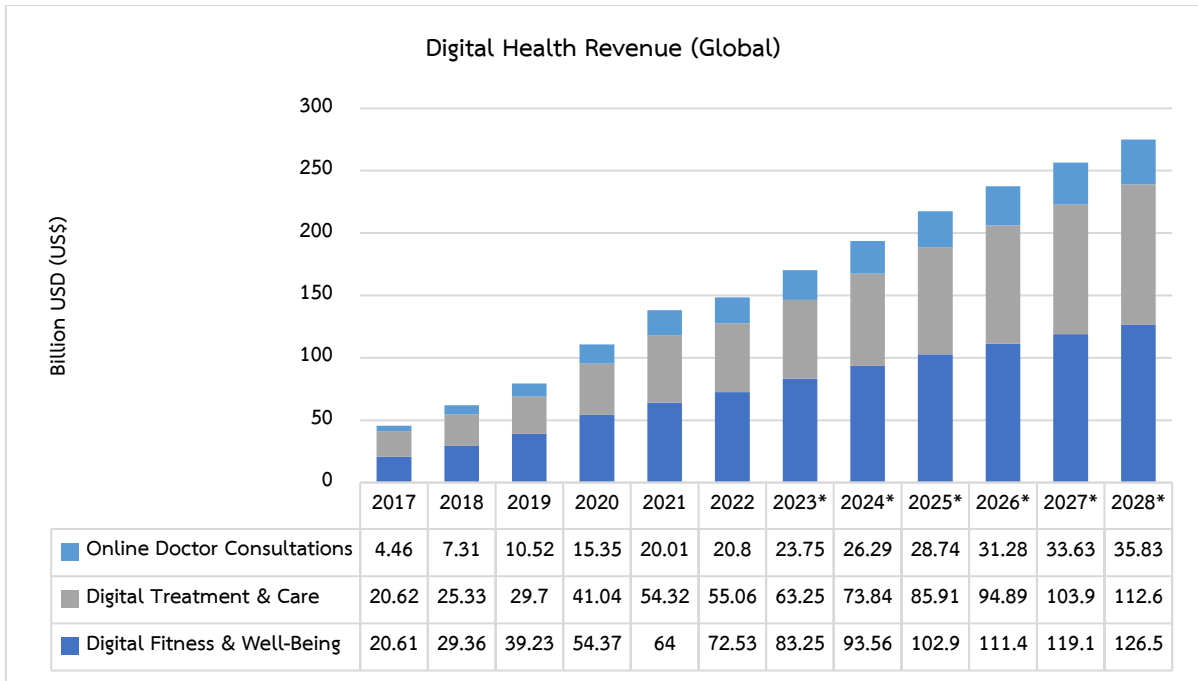
หมายเหตุ: \* ค่าคาดการณ์

สำหรับ ขนาดตลาดหรือรายรับกิจการสุขภาพดิจิทัลทั่วโลก Statista (2023a) รายงานว่า ในปี ค.ศ. 2022 รายรับกิจการสุขภาพดิจิทัลมีมูลค่า 148.39 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยมาจากบริการแบบ Digital Fitness & Well-Being จำนวน 72.53 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ แบบ Digital Treatment & Care จำนวน 55.06 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และแบบ Online Doctor Consultations จำนวน 20.8 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ

จากปี ค.ศ. 2018 – 2022 รายรับกิจการสุขภาพดิจิทัลเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 19.07% ต่อปี<sup>3</sup> และคาดการณ์ว่าจากปี ค.ศ. 2024 – 2028 รายรับกิจการสุขภาพดิจิทัลจะเพิ่มขึ้นอีกโดยเฉลี่ย 7.26% ต่อปี โดยในปี ค.ศ. 2028 คาดการณ์ว่าจะมีรายรับกิจการสุขภาพดิจิทัลทั่วโลกถึง 274.93 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ

<sup>2</sup> อัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้น (Compound Annual Growth Rate: CAGR)

<sup>3</sup> อัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้น (Compound Annual Growth Rate: CAGR)



รูปที่ 2-22 รายได้กิจการสุขภาพดิจิทัลในโลก

ที่มา: Statista (2023a)

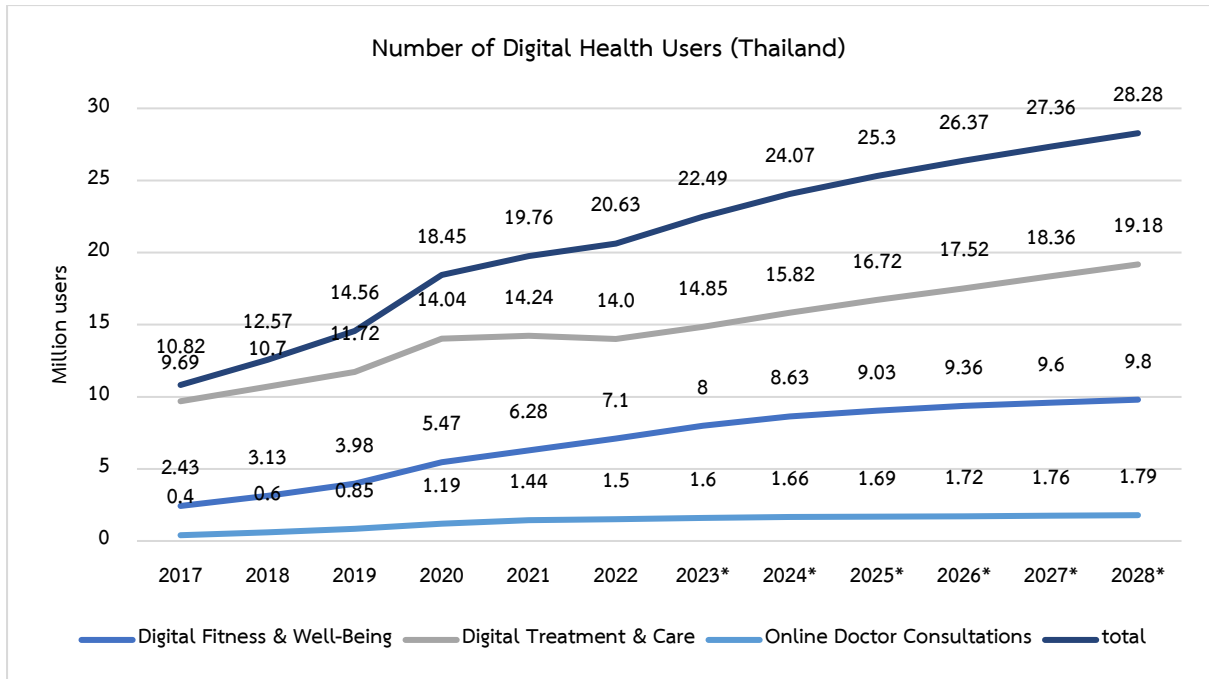
หมายเหตุ: \* ค่าคาดการณ์

## 2.6.2 แนวโน้มการใช้งานเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัล (Digital Health) ในประเทศไทย

ประเทศไทยเริ่มมีการใช้บริการสุขภาพดิจิทัลแล้ว และมีการใช้บริการอย่างแพร่หลายมากขึ้น โดย Statista (2023b) ได้เก็บข้อมูลการให้บริการสุขภาพดิจิทัลแบบ B2C และได้ทำการคาดการณ์จำนวนผู้ให้บริการและรายรับธุรกิจสุขภาพดิจิทัลในอนาคตสำหรับประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 2-23 และ 2-24

สำหรับ จำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัลแบบ B2C ในประเทศไทย Statista (2023b) รายงานว่า ในปี ค.ศ. 2022 มีจำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัล 20.63 ล้านคน โดยมีอัตราการเข้าถึง (Penetration rate) 29.43% เมื่อจำแนกตามลักษณะการใช้งาน พบว่า เป็นการให้บริการแบบ Digital Fitness & Well-Being จำนวน 7.1 ล้านคน แบบ Digital Treatment & Care จำนวน 14.0 ล้านคน และแบบ Online Doctor Consultations จำนวน 1.5 ล้านคน

จากปี ค.ศ. 2018 – 2022 จำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัลเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 10.42% ต่อปี และคาดการณ์ว่าจากปี ค.ศ. 2024 – 2028 จำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัลจะเพิ่มขึ้นอีกโดยเฉลี่ย 3.28% ต่อปี โดยในปี ค.ศ. 2028 คาดการณ์ว่าจะมีจำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัลถึง 28.28 ล้านคน และมีอัตราการเข้าถึง (Penetration rate) 40.18%



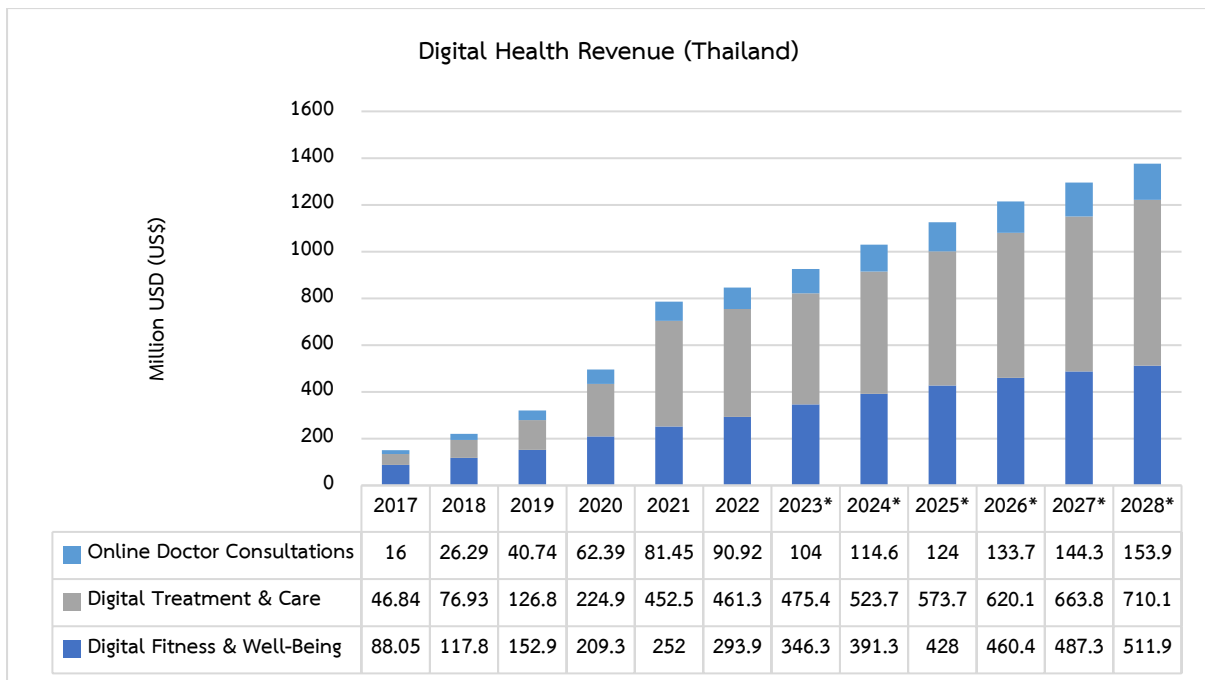
รูปที่ 2-23 จำนวนผู้ใช้งานสุขภาพดิจิทัลในประเทศไทย

ที่มา: Statista (2023b)

หมายเหตุ: \* ค่าคาดการณ์

สำหรับ ขนาดตลาดหรือรายรับกิจการสุขภาพดิจิทัลในประเทศไทย Statista (2023b) รายงานว่า ในปี ค.ศ. 2022 รายรับกิจการสุขภาพดิจิทัลมีมูลค่า 846.12 ร้อยล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยมาจากบริการแบบ Digital Fitness & Well-Being จำนวน 293.9 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ แบบ Digital Treatment & Care จำนวน 461.3 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และแบบ Online Doctor Consultations จำนวน 90.92 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ

จากปี ค.ศ. 2018 – 2022 รายรับกิจการสุขภาพดิจิทัลเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 30.80% ต่อปี และคาดการณ์ว่าจากปี ค.ศ. 2024 – 2028 รายรับกิจการสุขภาพดิจิทัลจะเพิ่มขึ้นอีกโดยเฉลี่ย 5.97% ต่อปี โดยในปี ค.ศ. 2028 คาดการณ์ว่าจะมีรายรับกิจการสุขภาพดิจิทัลทั่วโลกถึง 1375.9 ร้อยล้านดอลลาร์สหรัฐ



รูปที่ 2-24 รายได้ในธุรกิจสุขภาพดิจิทัลในประเทศไทย

ที่มา: Statista (2023b)

หมายเหตุ: \* ค่าคาดการณ์

### 2.6.3 การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตที่จะเพิ่มขึ้นจากเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัล (Digital Health) ในประเทศไทย

การศึกษานี้คาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตจากเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลแบบ B2C ในประเทศไทยจากการใช้งานการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) และสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth) 5 ปีข้างหน้าในประเทศไทย โดยทำการคาดการณ์ข้อมูลใน 2 องค์กรประกอบ ประกอบด้วย (1) ข้อมูลคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตของการให้บริการการแพทย์ทางไกลและการให้บริการสุขภาพเคลื่อนที่ต่อคนต่อปี และ (2) ข้อมูลคาดการณ์จำนวนผู้ใช้บริการในประเทศไทย

### 2.6.4 การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตของการให้บริการการแพทย์ทางไกลและการให้บริการสุขภาพเคลื่อนที่ต่อคนต่อปี

การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตของการให้บริการการแพทย์ทางไกลและการให้บริการสุขภาพเคลื่อนที่ต่อคนต่อปี ทำการประมาณค่าใน 2 กรณีหลักและ 4 กรณีย่อย คือ

- 1) การให้บริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) ประกอบด้วย (1.1) การแพทย์ทางไกลสำหรับผู้ป่วยจิตเวช และ (1.2) การแพทย์ทางไกลสำหรับผู้ป่วยเรื้อรัง

2) การใช้บริการสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth) ประกอบด้วย (2.1) สุขภาพเคลื่อนที่เพื่อการดูแลสุขภาพ (Fitness and Wellbeing) และ (2.2) สุขภาพเคลื่อนที่เพื่อการรักษาทางการแพทย์ (Treatment and Care)

โดยการประมาณค่าปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตของผู้ใช้บริการต่อคนต่อปีนั้น ทำโดย (1) จัดทำรายการกิจกรรมตามกระบวนการใช้งานของบริการแต่ละประเภทโดยอ้างอิงจากคู่มือการใช้งาน (2) กำหนดปริมาณเวลาที่ใช้สำหรับแต่ละกิจกรรมต่อปีโดยอ้างอิงจากคู่มือการใช้งาน (3) หาปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตต่อช่วงเวลาของแต่ละกิจกรรม และ (4) รวมปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตของทุกกิจกรรมที่ใช้อินเทอร์เน็ตต่อปี โดยกระบวนการประมาณค่าปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตต่อคนต่อปี กรณีการใช้งานการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) แสดงในตารางที่ 2-9 และกรณีการใช้งานสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth)

ผลการประมาณค่าพบว่าการใช้บริการการแพทย์ทางไกลสำหรับผู้ป่วยจิตเวชใช้อินเทอร์เน็ตรวม 8.22 MB หรือ 0.008 GB ต่อคนต่อปี และการใช้บริการการแพทย์ทางไกลสำหรับผู้ป่วยเรื้อรังใช้อินเทอร์เน็ตรวม 191.28 MB หรือ 0.187 GB ต่อคนต่อปี สำหรับการใช้บริการสุขภาพเคลื่อนที่ การใช้งานเพื่อการดูแลสุขภาพ (Fitness and Wellbeing) ใช้อินเทอร์เน็ตรวม 1,204 MB หรือ 1.176 GB ต่อคนต่อปี และการใช้บริการสุขภาพเคลื่อนที่เพื่อการรักษาทางการแพทย์ (Treatment and Care) ใช้อินเทอร์เน็ตรวม 910.10 MB หรือ 0.889 GB ต่อคนต่อปี

ตารางที่ 2-9 การประมาณค่าการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการสุขภาพทางไกล (Telemedicine) ต่อคนต่อปี

ประเภทการใช้บริการ	การใช้บริการ	ปริมาณการใช้	หน่วย	ประเภทการให้บริการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	การใช้อินเทอร์เน็ต (MB/นาที)	การใช้อินเทอร์เน็ต (MB/คน/ปี)	การใช้อินเทอร์เน็ต (GB/คน/ปี)	หมายเหตุ	
<b>1. ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการการแพทย์ทางไกล Telemedicine</b>									
<b>1.1 ผู้ป่วยจิตเวช</b>	1. คัดกรองผู้ป่วยเข้าสู่ระบบติดตั้งและยืนยันตัวตนผ่าน Application	1	ครั้ง/คน	กระบวนการใช้อินเทอร์เน็ตครั้งเดียว ไม่นับรวมในการศึกษานี้					
	2. ประสานนัดหมาย	1.05	ครั้ง/คน/ปี	Messaging	0.67	0.70	0.001		
	3. พบแพทย์ออนไลน์	15.74	นาที/คน/ปี	Video Conferencing - Skype	4.7	4.00	0.004	1. พบแพทย์ 15 นาที/ครั้ง และ 2. มีการพบแพทย์ผ่าน Skype 5.4% ของการใช้งาน Application	
		15.74	นาที/คน/ปี	Line/ Call	0.67	2.64	0.003	1. พบแพทย์ 15 นาที/ครั้ง และ 2. มีการพบแพทย์ผ่าน Skype 25.0% ของการใช้งาน Application	
	4. การบันทึกข้อมูลผ่านโปรแกรม e - Claim	1.05	ครั้ง/คน/ปี	Messaging	0.67	0.70	0.001		
	5. การเข้าดูข้อมูล	1.05	ครั้ง/คน/ปี	เว็บไซต์หรือเพจต่าง ๆ	0.17	0.18	0.000		
	<b>ค่าประมาณการใช้อินเทอร์เน็ตรวม ต่อคนต่อปี</b>						<b>8.22</b>	<b>0.008</b>	

ตารางที่ 2-10 การประมาณค่าการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการสุขภาพทางไกล (Telemedicine) ต่อคนต่อปี (ต่อ)

ประเภทการ ใช้บริการ	การใช้บริการ	ปริมาณ การใช้ งาน	หน่วย	ประเภทการให้บริการ ผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต	การใช้ อินเทอร์เน็ต (MB/นาที)	การใช้ อินเทอร์เน็ต (MB/คน/ปี)	การใช้ อินเทอร์เน็ต (GB/คน/ปี)	หมายเหตุ
1.2 ผู้ป่วย เรื้อรัง	1. คัดกรองผู้ป่วยเข้าสู่ระบบ ติดตั้งและยืนยันตัวตนผ่าน Application	1	ครั้ง/คน	กระบวนการใช้อินเทอร์เน็ตครั้งเดียว ไม่นับรวมในการศึกษานี้				
	2. ประสานนัดหมาย	2.5	ครั้ง/คน/ปี	Messaging	0.67	1.68	0.002	
	3. พบแพทย์ออนไลน์	37.5	นาที/คน/ปี	Video Conferencing (Video Call Line)	5	187.50	0.183	1. พบแพทย์ 15 นาที/ครั้ง
	4. การบันทึกข้อมูลผ่าน โปรแกรม e - Claim	2.5	ครั้ง/คน/ปี	Messaging	0.67	1.68	0.002	
	5. การเข้าสู่ข้อมูล	2.5	ครั้ง/คน/ปี	เข้าเว็บไซต์หรือเพจ ต่าง ๆ	0.17	0.43	0.000	
	<b>ค่าประมาณการการใช้อินเทอร์เน็ตรวม ต่อคนต่อปี</b>						<b>191.28</b>	<b>0.187</b>

ที่มา: คำนวณโดยใช้ข้อมูลจาก DMH Data Center (2023) DGA (2023) HDC (2023) Phangnga Provincial Public Health Office (2022) และ HITAP (2023)

ตารางที่ 2-11 การประมาณค่าการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth) ต่อคนต่อปี

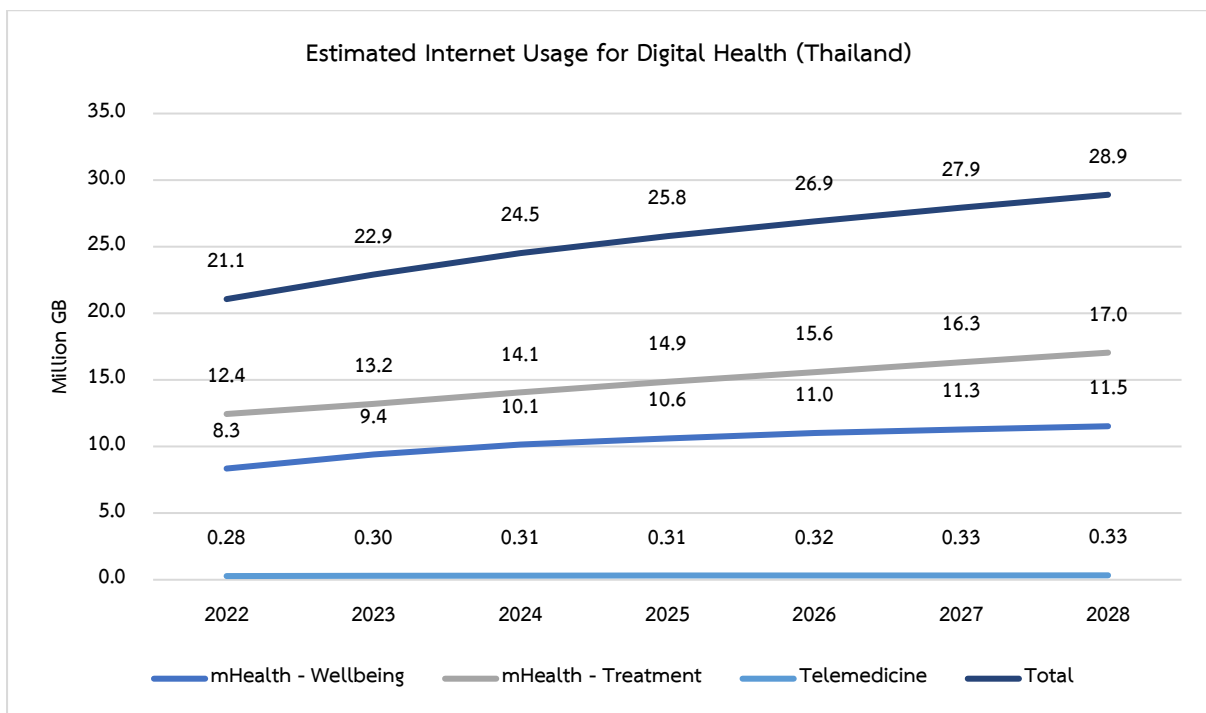
ประเภทการใช้บริการ	การใช้บริการ	ปริมาณการใช้งาน	หน่วย	ประเภทการให้บริการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	การใช้อินเทอร์เน็ต (MB/นาที)	การใช้อินเทอร์เน็ต (MB/คน/ปี)	การใช้อินเทอร์เน็ต (GB/คน/ปี)	หมายเหตุ
<b>2. ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการ mHealth</b>								
<b>2.1 Fitness &amp; Well-Being</b>	1. ติดตั้ง Application	1	ครั้ง/คน	กระบวนการใช้อินเทอร์เน็ตครั้งเดียว ไม่นับรวมในการศึกษานี้				
	2. Tracking และ Sync (Device with heart rate)	12	เดือน/คน	Tracking และ Sync (MB/เดือน)	99	1188.00	1.160	1. ใช้งานตลอดเวลา 2. หน่วยการใช้งานเป็น MB/เดือน
	3. การบันทึกข้อมูล	12	ครั้ง/คน/ปี	Messaging	0.67	8.04	0.008	
	4. การเข้าสู่ข้อมูล	12	ครั้ง/คน/ปี	Messaging	0.67	8.04	0.008	
	<b>ค่าประมาณการการใช้อินเทอร์เน็ตรวม ต่อคนต่อปี</b>						<b>1204.08</b>	<b>1.176</b>
<b>2.2 Treatment and Care</b>	1. ติดตั้ง Application	1	ครั้ง/คน	กระบวนการใช้อินเทอร์เน็ตครั้งเดียว ไม่นับรวมในการศึกษานี้				
	2 หาข้อมูลโรค หรือความรู้ทางการแพทย์	20	นาที/คน/ครั้ง	เข้าเว็บไซต์หรือเพจต่าง ๆ	0.17	3.40	0.003	1. สมมติให้มีการใช้งานทั้ง 2 ประเภท
		20	นาที/คน/ครั้ง	ดูหนัง ฟังเพลง จาก YouTube (720p HD)	45	900.00	0.879	
	3. แชนทโต้ตอบกับบอท/ผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์	10	นาที/คน/ครั้ง	แชท หรือ โทร Line	0.67	6.70	0.007	ตรวจอาการ และการรักษาเบื้องต้น
	<b>ค่าประมาณการการใช้อินเทอร์เน็ตรวม ต่อคนต่อปี</b>						<b>910.10</b>	<b>0.889</b>

ที่มา: คำนวณโดยใช้ข้อมูลจาก Fitabase (2023) และ Ada (2023)

## 2.6.5 การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการใช้บริการสุขภาพดิจิทัล (Digital Health) ในประเทศไทย

การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการใช้บริการสุขภาพดิจิทัลแบบ B2C ทั้งหมด 5 ปีข้างหน้าในประเทศไทย ทำโดยใช้ข้อมูลคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการสุขภาพดิจิทัลต่อคนต่อปีดังแสดงในตารางที่ 2-10 และ 2-11 คูณกับ ข้อมูลคาดการณ์จำนวนผู้ใช้บริการสุขภาพดิจิทัลด้านต่าง ๆ ในประเทศไทยในแต่ละปีจาก Statista (2023b) ดังแสดงในรูปที่ 2-25 โดยการศึกษาี้ประมาณค่าคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตเป็น 3 ส่วน คือ

- 1) การใช้บริการการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) รวม ซึ่งประกอบด้วยทั้งการแพทย์ทางไกลสำหรับผู้ป่วยจิตเวช และการแพทย์ทางไกลสำหรับผู้ป่วยเรื้อรัง
- 2) การใช้บริการสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth) เพื่อการดูแลสุขภาพ (Fitness and Wellbeing)
- 3) การใช้บริการสุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth) เพื่อการรักษาทางการแพทย์ (Treatment and Care)



รูปที่ 2-25 การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตของการใช้บริการสุขภาพดิจิทัล (Digital Health) ในประเทศไทย

ที่มา: จากการประมาณค่าของผู้วิจัย

ผลการคาดการณ์ คือ ประเทศไทยจะมีการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการใช้บริการสุขภาพดิจิทัลแบบ B2C เพิ่มขึ้นจาก 21.1 ล้าน GB ในปี ค.ศ. 2022 เป็น 28.9 ล้าน GB ในปี ค.ศ. 2028 โดยการเพิ่มขึ้นนี้เกิดจากการเพิ่มขึ้นของทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่คาดว่าจะมีความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มมากขึ้น

มากที่สุด คือ การใช้บริการสุขภาพเคลื่อนที่เพื่อการรักษาทางการแพทย์ ซึ่งจะมีการใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้นจาก 12.4 ล้าน GB ในปี ค.ศ. 2022 เป็น 17.0 ล้าน GB ในปี ค.ศ. 2028 ลำดับต่อมา คือ การใช้บริการสุขภาพเคลื่อนที่เพื่อการดูแลสุขภาพ ซึ่งจะมีการใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้นจาก 8.3 ล้าน GB ในปี ค.ศ. 2022 เป็น 11.5 ล้าน GB ในปี ค.ศ. 2028 และการใช้บริการการแพทย์ทางไกลจะมีการใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 0.28 ล้าน GB ในปี ค.ศ. 2022 เป็น 0.33 ล้าน GB ในปี ค.ศ. 2028

## 2.7

### โครงสร้างพื้นฐานและอุปกรณ์สื่อสารที่จำเป็นสำหรับการใช้งานสุขภาพดิจิทัล (Digital Health)

โครงสร้างพื้นฐานด้านโทรคมนาคมที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็วทำให้สามารถส่งผ่านข้อมูลดิจิทัลจำนวนมหาศาลได้ในเวลาที่รวดเร็ว เครือข่ายมีความครอบคลุมทั่วทุกภูมิภาค รวมไปถึงความสามารถของ Server ในการประมวลผลข้อมูลจำนวนมหาศาล มีบทบาทที่สำคัญต่อการพัฒนาระบบสุขภาพดิจิทัล ซึ่งส่งผลให้การบริการด้านสุขภาพและการแพทย์มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ผู้ป่วยหรือผู้รับบริการสามารถเข้าถึงบริการได้อย่างสะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น ข้อมูลสุขภาพและประวัติการรักษาพยาบาลมีการจัดเก็บแบบอิเล็กทรอนิกส์ทำให้นำมาใช้งานได้สะดวก มีประสิทธิภาพ ข้อมูลสามารถบันทึกและส่งต่อระหว่างสถานบริการได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การวินิจฉัยโรคทำได้ดีขึ้น การดูแลรักษาดีขึ้น เนื่องจากแพทย์และผู้เชี่ยวชาญมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจที่ดีขึ้น นอกจากนี้ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการประมวลผลข้อมูลอย่าง Cloud computing ที่พัฒนาขึ้นอย่างมาก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบในการส่งมอบบริการด้านสุขภาพและทางการแพทย์ให้กับผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ เช่น eHealth (เทคโนโลยีดิจิทัลและบริการ ICT ที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ให้บริการด้านสุขภาพและประชาชน เพื่อให้สามารถเข้าถึงบริการสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งถึง เป็นธรรมและปลอดภัย) และการแพทย์ทางไกล (telemedicine) เป็นต้น

Iyawa et al. (2016) เสนอระบบนิเวศของนวัตกรรมสุขภาพดิจิทัล (Digital health innovation ecosystem) จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic literature review) เพื่อสร้างกรอบแนวคิดในการนำเสนอระบบนิเวศของนวัตกรรมสุขภาพดิจิทัล จากการทบทวนวรรณกรรมจำนวน 65 ผลงาน สามารถสรุปออกมาเป็นองค์ประกอบของระบบสุขภาพดิจิทัลได้ ดังตารางที่ 2-12

ตารางที่ 2-12 องค์ประกอบของระบบสุขภาพดิจิทัล

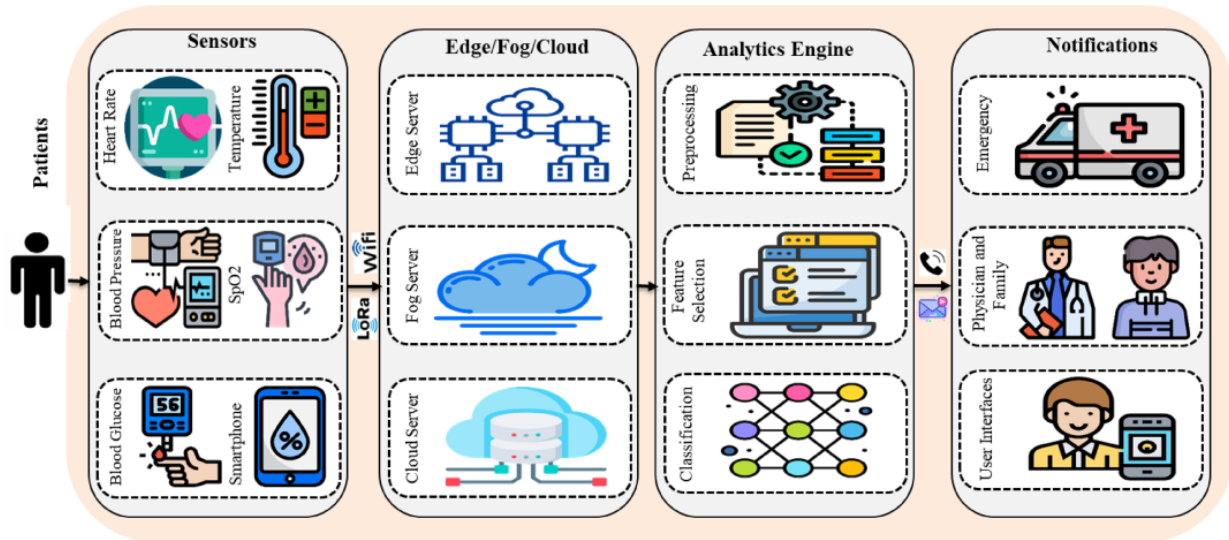
องค์ประกอบ	คำอธิบาย
e-health	การใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตและเว็บเทคโนโลยี (Internet and web technologies) ในการให้บริการด้านการส่งมอบการดูแลสุขภาพ
m-health	การใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ (mobile devices) ในการให้บริการด้านการดูแลสุขภาพ
Health 2.0/Medicine 2.0	การบูรณาการ Web 2.0 เข้ากับการใช้งานในด้านการแพทย์และการดูแลสุขภาพ เพื่อส่งเสริมการเชื่อมต่อทางสังคมออนไลน์ การมีส่วนร่วม การตรวจสอบข้อมูล โดยคนกลาง (Apomediation) การทำงานร่วมกัน และความเปิดกว้างระหว่างกลุ่มผู้ใช้งาน
Telemedicine/telecare	การใช้เทคโนโลยีข้อมูลและการสื่อสาร (ICT) โดยแพทย์เพื่อเชื่อมต่อกับผู้ป่วยหรือผู้รับบริการจากระยะไกล
ระบบเฝ้าระวังทางสาธารณสุข (Public health surveillance)	การรวบรวมข้อมูลสุขภาพของประชากร (เฉพาะกลุ่ม) เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินการเกี่ยวกับสุขภาพของประชากร ในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจง
การแพทย์แบบเฉพาะบุคคล (Personalized medicine/patient engagement)	การให้การรักษาระยะเฉพาะเจาะจงกับผู้ป่วย โดยอิงตามส่วนประกอบทางพันธุกรรมและจีโนม (หรือข้อมูลทางพันธุกรรม) ของผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ
แพลตฟอร์มสุขภาพและการแพทย์ (Health and medical platforms)	แพลตฟอร์มออนไลน์ที่ช่วยส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ป่วยหรือผู้รับบริการกับแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง
กลยุทธ์การส่งเสริมสุขภาพ (Health promotion strategies)	กระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ประชาชนหันมาดูแลสุขภาพของตนเองผ่านปัจจัยกำหนดสุขภาพต่างๆ เพื่อให้ประชาชนมีสุขภาพที่ดีขึ้น
การติดตามข้อมูลสุขภาพด้วยตนเอง (Self-tracking)	ระบบที่ช่วยให้ผู้ป่วยหรือผู้รับบริการสามารถติดตามสถานะสุขภาพของตนเองได้ โดยใช้เทคโนโลยีหลากหลายประเภท ที่ช่วยทำให้กระบวนการติดตามนี้สามารถดำเนินการได้ง่ายขึ้น

องค์ประกอบ	คำอธิบาย
เซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless sensors)	การใช้อุปกรณ์ตรวจจับ (sensor) แบบไร้สายภายในเครือข่ายไร้สาย เพื่อใช้ในการตรวจสอบสุขภาพของผู้ป่วยหรือผู้รับบริการโดยแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง
จีโนมิกส์ (Genomics)	การศึกษาข้อมูลทางพันธุกรรมของผู้ป่วยหรือผู้รับบริการเพื่อใช้ประโยชน์ในการรักษาที่เฉพาะเจาะจงต่อผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ
ภาพทางการแพทย์ (Medical imaging)	เทคนิคและกระบวนการที่ใช้สร้างภาพของส่วนต่างๆ ของร่างกายมนุษย์เพื่อวัตถุประสงค์ในการวินิจฉัยและรักษาโรค ในสาขาสุขภาพดิจิทัล
ระบบสารสนเทศในด้าน การดูแลสุขภาพ	ระบบสารสนเทศด้านสุขภาพที่ใช้ในการส่งมอบบริการการดูแลสุขภาพให้กับผู้ป่วยหรือผู้รับบริการทางการแพทย์
การเชื่อมต่อผ่านระบบ เครือข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที่	การเชื่อมต่อระหว่างเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลต่างๆ เพื่อให้แพทย์สามารถเชื่อมต่อกับผู้ป่วยได้อย่างต่อเนื่องในระบบดิจิทัล ผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่
ระบบอินเทอร์เน็ต	การใช้ระบบอินเทอร์เน็ตในการแบ่งปันข้อมูลทางการแพทย์ รวมไปถึงการเชื่อมต่อระหว่างเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลต่าง ๆ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
เครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social networking)	แพลตฟอร์มเครือข่ายสังคมออนไลน์ ที่ช่วยให้ผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ รวมไปถึงผู้ให้บริการทางการแพทย์สามารถแบ่งปันข้อมูลกันได้
การประมวลผลข้อมูล สมรรถนะสูง	ระบบสุขภาพดิจิทัลต้องการการเข้าถึงข้อมูลทางสุขภาพที่มีปริมาณมหาศาล ทำให้จำเป็นต้องมีระบบคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะในการประมวลผลสูงกับข้อมูลในรูปแบบออนไลน์จำนวนมาก จึงต้องการพื้นที่จัดเก็บข้อมูลจำนวนมาก
ความสามารถในการ แลกเปลี่ยนข้อมูล (Interoperability)	ความสามารถของระบบหรือส่วนประกอบสองระบบขึ้นไปในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและใช้ข้อมูลที่ได้รับการแลกเปลี่ยน
อุปกรณ์ตรวจจับที่สามารถสวมใส่ได้	อุปกรณ์ตรวจจับที่สามารถสวมใส่ได้โดยผู้ป่วยหรือผู้รับบริการเพื่อใช้รวบรวมข้อมูลสุขภาพ
แอปพลิเคชันด้านสุขภาพ	แอปพลิเคชันที่ช่วยในการจัดการด้านสุขภาพของผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ
Gamification	การใช้เทคนิคเกมในด้านการดูแลสุขภาพเพื่อช่วยให้ผู้ป่วยหรือผู้รับบริการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ส่งเสริมการดูแลสุขภาพหรือปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์
Electronic health records (EHRs)	ข้อมูลสุขภาพและข้อมูลอื่นๆของผู้ป่วยหรือผู้รับบริการจากผู้ให้บริการหลายราย

องค์ประกอบ	คำอธิบาย
Electronic medical records (EMRs)	ระเบียบการแพทย์อิเล็กทรอนิกส์ (EMRs) เป็นข้อมูลประวัติทางการแพทย์ของผู้ป่วยหรือผู้รับบริการที่จัดเก็บในโรงพยาบาลหรือโดยผู้ให้บริการ
Big data	ชุดข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนที่ไม่สามารถประมวลผลได้ด้วยซอฟต์แวร์สถิติมาตรฐาน
เทคโนโลยีสารสนเทศด้านสุขภาพ (Health information technology)	การใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ที่รวมทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ซึ่งจัดการกับการประมวลผล การเก็บรักษา การเรียกคืน การแบ่งปัน และการใช้ข้อมูล ข้อมูลและความรู้ด้านการดูแลสุขภาพเพื่อการสื่อสารและการตัดสินใจ
Health analytics	โซลูชันซอฟต์แวร์และความสามารถในการวิเคราะห์ที่จำเป็นสำหรับการประมวลผลข้อมูล big data
Digitized health systems	ระบบการเก็บรักษาและการแลกเปลี่ยนข้อมูลดิจิทัลของผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ
ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัย (Privacy and security)	การรักษาความปลอดภัยของข้อมูลผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ
Cloud computing	การใช้ Cloud computing ในการส่งมอบบริการด้านการดูแลสุขภาพให้กับผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ

ที่มา: Iyawa et al. (2016)

Islam et al. (2022) ศึกษาการใช้งานเทคโนโลยี IoT หรืออินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things) (ซึ่งเป็นเครือข่ายรวมของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อถึงกัน และเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับระบบคลาวด์ ตลอดจนระหว่างอุปกรณ์ด้วยตัวเอง) ในธุรกิจการดูแลสุขภาพ (Healthcare) โดยแสดงตัวอย่างกระบวนการทั่วไปของระบบการดูแลสุขภาพอัจฉริยะที่ใช้ IoT ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการหลายชั้น ข้อมูลจะถูกรวบรวมจากอุปกรณ์รับรู้แบบเวลาจริง (real time) เช่น เซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิ ความดันโลหิต ระดับออกซิเจนในเลือด ระดับน้ำตาลในเลือด และสมาร์ทโฟน เป็นต้น ข้อมูลบางส่วนจะถูกประมวลผลใน edge/fog server ในขณะที่การวิเคราะห์ข้อมูลหลักจะดำเนินการบน cloud server โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล (data analytic) ทำหน้าที่ในการทำนายสถานะของผู้ป่วย ทั้งในกรณีฉุกเฉิน และการติดตามสภาพผู้ป่วยเป็นประจำ สถานะของผู้ป่วยจะถูกส่งไปยังบริการฉุกเฉิน ครอบครัว และแพทย์ เพื่อดำเนินการต่อไปตามความจำเป็นของสถานการณ์นั้น ๆ

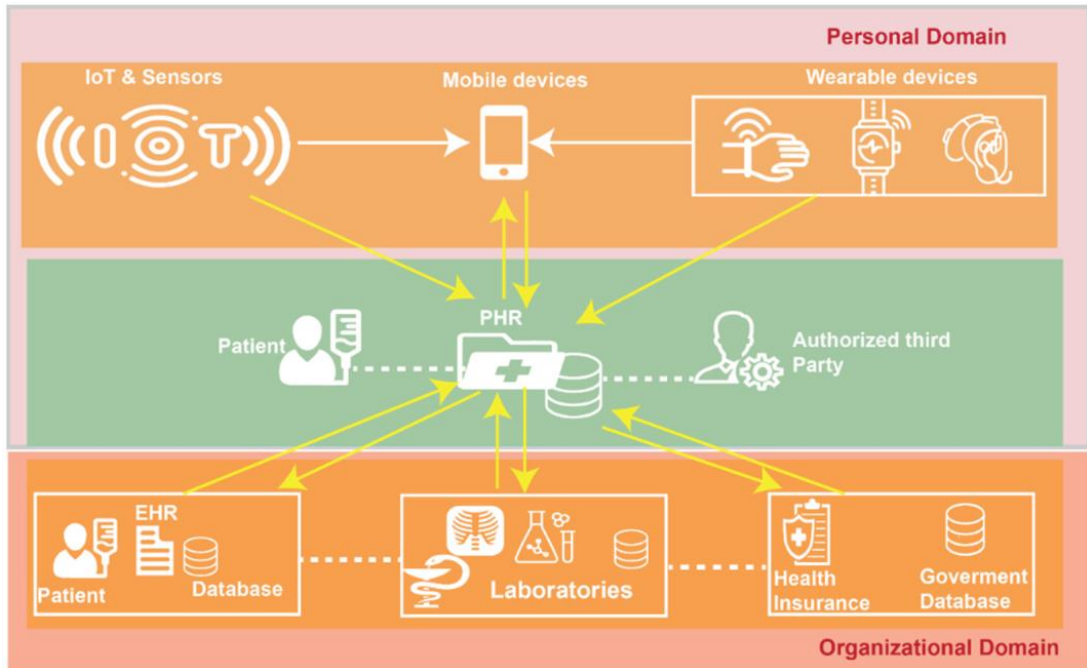


รูปที่ 2-26 ตัวอย่างระบบการดูแลสุขภาพอัจฉริยะที่ใช้ IoT (IoT-based smart healthcare)

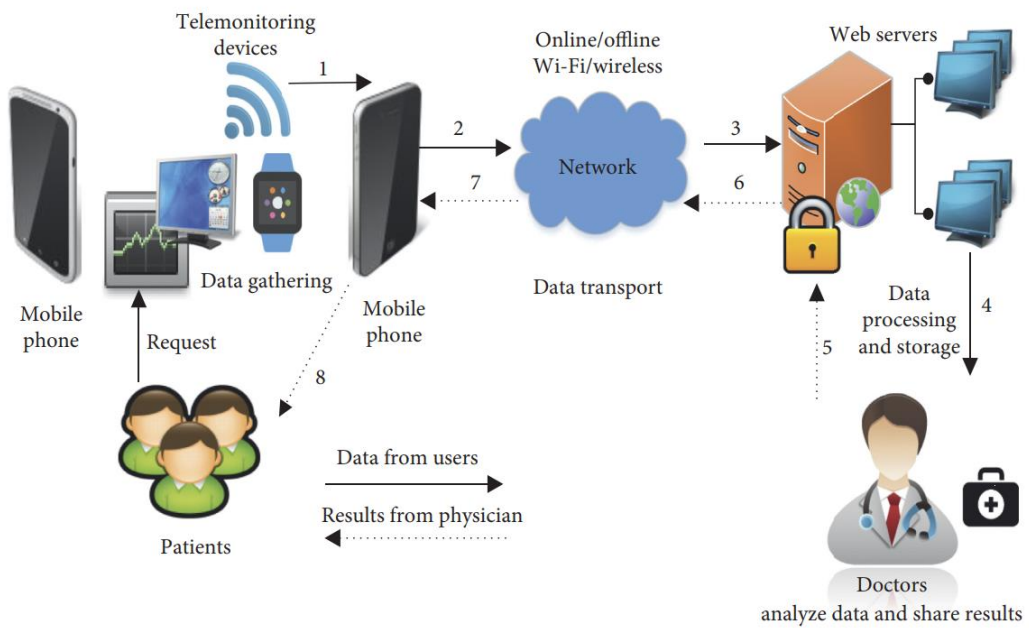
ที่มา: Islam et al. (2022)

Alam et al. (2023) แสดงตัวอย่างการผสมผสานเทคโนโลยี Internet of Things และ Electronic Health Records (EHR) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ EHR ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ โดยข้อมูลส่วนบุคคลจะถูกจัดเก็บไว้ในบันทึกสุขภาพส่วนบุคคล (Personal Health Records: PHR) ข้อมูลส่วนบุคคลจะถูกดึงมาจากอุปกรณ์ที่สามารถสวมใส่และควบคุมโดยผู้ป่วยหรือผู้รับบริการ ซึ่งสามารถส่งข้อมูลส่วนบุคคลนี้ให้กับแพทย์หรือผู้ให้บริการ โดยมีการดูแลความปลอดภัยของข้อมูลที่เก็บไว้ มีมาตรฐานความเป็นส่วนตัวและความพร้อมใช้งาน รูปที่ 2-27 แสดงโครงสร้างของระบบ IoT-EHR ที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เข้ากับระบบฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งแสดงการสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างส่วนประกอบต่างๆในระบบ ส่วนประกอบและอุปกรณ์ต่างๆในระบบ IoT-EHR ประกอบไปด้วย อุปกรณ์รับรู้หรือเซนเซอร์ (IoT & Sensors) อุปกรณ์เคลื่อนที่หรือพกพา (Mobile devices) อุปกรณ์ที่สวมใส่ได้ (Wearable devices) เช่น นาฬิกาอัจฉริยะ ระบบข้อมูลส่วนบุคคล (PHR) ระบบฐานข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (HER) ห้องปฏิบัติการ (Laboratories) และฐานข้อมูลอื่นๆ เช่น ประกันสุขภาพหรือข้อมูลภาครัฐ (Health insurance, Government database)

Khan and Alotaibi (2020) ยกตัวอย่างแสดงการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศด้านการดูแลสุขภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานด้านการดูแลสุขภาพรูปแบบ m-health ที่มีการรวบรวมข้อมูลของผู้ป่วยหรือผู้รับบริการจากอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ นาฬิกาข้อมืออัจฉริยะ เข้าสู่เครือข่ายโทรคมนาคม ไปยัง Web server เพื่อทำการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล เพื่อให้แพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการให้บริการทางการแพทย์ ดังรูปที่ 2-28 นอกจากนี้ Paul et al. (2023) สรุปลักษณะที่จำเป็นในระบบสุขภาพดิจิทัล



รูปที่ 2-27 ตัวอย่างระบบ Internet of Things-Electronic Health Records (IoT-EHR)  
ที่มา: Alam et al. (2023)



รูปที่ 2-28 แผนผังแสดงตัวอย่างการใช้งาน m-health ในการให้บริการทางการแพทย์  
ที่มา: Khan and Alotaibi (2020)

ตารางที่ 2-13 อุปกรณ์สำหรับเทคโนโลยี Internet of Medical Things (IoMT)

	ประเภทของอุปกรณ์ (IoT device types)	คุณสมบัติของอุปกรณ์
<p>อุปกรณ์ ที่สวมใส่ได้ (Wearable Devices)</p>	<p>นาฬิกาอัจฉริยะ อุปกรณ์ติดตามการออกกำลังกาย เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เครื่องวัดความดันโลหิต เครื่องวัดระดับน้ำตาลในเลือด เครื่องมือตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เครื่องวัดอัตราการหายใจ เครื่องติดตามการนอนหลับ Patch สวมใส่ได้ เสื้อผ้าอัจฉริยะ เครื่องมือติดตามการเคลื่อนไหวของดวงตา เครื่องมือจัดการความเจ็บปวด อุปกรณ์เตือนการรับประทานยา เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว อุปกรณ์สวมใส่ระดับคลินิก</p>	<p>มีความสามารถในการติดตามตัวชี้วัดสุขภาพที่สำคัญ เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต รูปแบบการนอน และกิจกรรมทางกายภาพ และสามารถสื่อสารกับผู้เชี่ยวชาญด้านการดูแลสุขภาพได้อย่างทันที</p>
<p>อุปกรณ์ การแพทย์ อัจฉริยะ (Smart Medical Devices)</p>	<p>เครื่องวัดน้ำตาลในเลือดอัจฉริยะ เครื่องมือตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจสวมใส่ได้ เครื่องวัดความดันโลหิตไร้สาย บีเอ็มไออัจฉริยะ เครื่องมือตรวจการหายใจจากระยะไกล เครื่องวิเคราะห์ส่วนประกอบของร่างกายอัจฉริยะ เครื่องมือ spirometry ไร้สาย เครื่องมือปรึกษาทางการแพทย์ทางไกลผ่านวิดีโอ เครื่องมือตรวจจับภาวะทางประสาทที่เชื่อมต่อกัน เครื่องอัลตราซาวด์แบบพกพา เป็นต้น</p>	<p>อุปกรณ์ที่มีการถูกออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับสาขาการแพทย์ โดยมีหน้าที่ติดตามตัวชี้วัดสุขภาพต่างๆ เช่น ระดับน้ำตาลในเลือด ระดับออกซิเจน และอุณหภูมิ นอกจากนี้ ยังสามารถสื่อสารแบบตามเวลาจริงกับผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพได้</p>

	ประเภทของอุปกรณ์ (IoT device types)	คุณสมบัติของอุปกรณ์
<p>อุปกรณ์สำหรับการแพทย์ทางไกล (Telemedicine Devices)</p>	<p>อุปกรณ์ติดตามการออกกำลังกายที่สวมใส่ได้ เครื่องวัดความดันโลหิตอัจฉริยะ Digital stethoscopes กล้อง Telemedicine เครื่องมือติดตามผู้ป่วยจากระยะไกล พรอทวัตซ์ Telemedicine เครื่องมือตรวจสอบสุขภาพไร้สาย เครื่องมือปรึกษาทางการแพทย์แบบวิดีโอจากระยะไกล เครื่องมือทางการแพทย์เสมือนจริง (Virtual reality medical devices) เป็นต้น</p>	<p>ผู้ป่วยได้รับความสะดวกสบายจากทางเลือกในการเข้าถึงการดูแลทางการแพทย์จากที่บ้านของตนเอง ผ่านการใช้งานด้วยประชุมทางไกล (video conference) เทคโนโลยีการตรวจสอบติดตามจากระยะไกล และแอปพลิเคชันด้านสุขภาพบนโทรศัพท์เคลื่อนที่</p>
<p>อุปกรณ์สำหรับบ้านอัจฉริยะ (Smart Home Devices)</p>	<p>เครื่องวัดความดันโลหิตอัจฉริยะ เครื่องชั่งน้ำหนักอัจฉริยะ เครื่องวัดน้ำตาลในเลือดอัจฉริยะ เครื่องจ่ายยาอัจฉริยะ พรอทวัตซ์อัจฉริยะ เครื่องเตือนการใช้ยาอัจฉริยะ เครื่องมือตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจอัจฉริยะ เครื่องมือวัดออกซิเจนในเลือดอัจฉริยะ เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจอัจฉริยะ เครื่องจ่ายอินซูลิน</p>	<p>อยู่บนพื้นฐานของการผสมผสานเทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะเข้าด้วยกันกับอุปกรณ์ทางการแพทย์ อุปกรณ์เหล่านี้สามารถติดตามสุขภาพของผู้ป่วยและแจ้งเตือนผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพหากมีปัญหาใดๆ เกิดขึ้น</p>

ที่มา: Paul et al. (2023)

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับระบบสุขภาพดิจิทัลทั้งในส่วนของ e-health m-health และ telemedicine ที่มีการศึกษาได้ประมวลผลสรุปออกมาเป็นกรอบแนวคิดองค์ประกอบโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมและอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับระบบสุขภาพดิจิทัลได้ดังตาราง 6.5 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- **โครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายและการสื่อสาร (Network and Communication Infrastructure)** มีความสำคัญสำหรับการถ่ายโอนข้อมูลทางการแพทย์จำนวนมาก รวมถึงข้อมูล EHRs ภาพการแพทย์ และการปรึกษาทางโทรศัพท์ เป็นต้น โครงสร้างพื้นฐานประกอบไปด้วย
  - อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (เครือข่ายบรอดแบนด์และไฟเบอร์ออฟติก) ช่วยให้สามารถทำการถ่ายโอนข้อมูลตามเวลาจริง (real time) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการตรวจสอบระยะไกล (remote monitoring) การแพทย์ทางไกล (telemedicine/telehealth) และการเข้าถึงแอปพลิเคชันด้านสุขภาพบนคลาวด์
  - เครือข่ายไร้สายและโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (4G, 5G) โดยเทคโนโลยี 5G มีศักยภาพสำหรับการเชื่อมต่อที่เร็วและเชื่อถือได้ ซึ่งสำคัญสำหรับการผ่าตัดระยะไกล (remote surgery) การวินิจฉัยแบบเรียลไทม์ (remote diagnostic) และการใช้ IoT ในด้านสุขภาพ (เช่น อุปกรณ์ตรวจสอบสุขภาพแบบสวมใส่)
  - ระบบการสื่อสารแบบรวมศูนย์: ระบบเหล่านี้รวมวิธีการสื่อสารต่างๆ (เช่น เสียง, วิดีโอ, อีเมล, และการส่งข้อความ) ในสภาพแวดล้อมด้านการดูแลสุขภาพ เพื่อส่งเสริมการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพและได้ผลลัพธ์ที่ดีระหว่างผู้ให้บริการด้านสุขภาพและระหว่างผู้ให้บริการกับผู้ป่วย
  - การสื่อสารด้วยดาวเทียม: สำคัญในการให้การเชื่อมต่อในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่ที่ไม่ได้รับบริการที่ไม่สามารถเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตแบบดั้งเดิมได้ การสื่อสารด้วยดาวเทียมสามารถขยายขอบเขตของบริการ telehealth ไปยังพื้นที่ชนบทและห่างไกล
- **การจัดการและจัดเก็บข้อมูล (Data Analytic, Management, and Storage)** ประกอบไปด้วย
  - ศูนย์ข้อมูลและการเก็บข้อมูล: จำเป็นสำหรับการเก็บข้อมูลจำนวนมากที่ถูกสร้างในด้านสุขภาพ รวมถึงบันทึกผู้ป่วย ข้อมูลวิจัย และไฟล์ภาพ ศูนย์ข้อมูลต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลสุขภาพ
  - โครงสร้างพื้นฐานการคำนวณแบบคลาวด์ (Cloud computing) ช่วยในการเก็บและประมวลผลข้อมูลสุขภาพจำนวนมาก บริการ Cloud มีความยืดหยุ่นและขยายได้ ช่วยให้ผู้ใช้บริการด้านสุขภาพเข้าถึงข้อมูลและแอปพลิเคชันจากที่ใดก็ได้ ซึ่งสำคัญสำหรับการดูแลผู้ป่วยแบบทำงานร่วมกัน (Interoperability) และจัดการข้อมูลผู้ป่วยในระบบสุขภาพต่างๆ
- **อุปกรณ์และเครื่องมือ (Devices and Equipment)** ประกอบไปด้วย
  - IoT และเครือข่ายอุปกรณ์รับรู้หรือเซนเซอร์: อุปกรณ์ Internet of Things (IoT) เช่น อุปกรณ์ตรวจสอบสุขภาพแบบสวมใส่และเซนเซอร์ในโรงพยาบาล สวมข้อมูลสุขภาพที่

สำคัญ เครื่องข่ายเหล่านี้ต้องเป็นที่น่าเชื่อถือและมีความเสถียรเพื่อให้มั่นใจในการตรวจสอบ และการเก็บข้อมูลต่อเนื่อง

- อุปกรณ์การถ่ายภาพทางการแพทย์ (Medical Imaging Devices) เช่น เครื่องเอกซเรย์ดิจิทัล เครื่องสแกนเอ็มอาร์ไอ เครื่อง CT Scanners เครื่องอัลตราซาวด์ อุปกรณ์เหล่านี้มักเชื่อมต่อกับเครือข่ายโรงพยาบาล (WLAN/WMAN) เพื่อการถ่ายโอนและเก็บข้อมูล
  - ระบบข้อมูลห้องปฏิบัติการ (Laboratory Information Systems) เช่น เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติสำหรับการทดสอบเลือด การวิเคราะห์ปัสสาวะ ฯลฯ กล้องจุลทรรศน์ดิจิทัล ระบบสำหรับการจัดการและเก็บผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมักผสมผสานรวมกับระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (EHR)
  - ระบบการจัดการทางเภสัชกรรม (Pharmacy Management System) เช่น ระบบจ่ายยาอัตโนมัติ ระบบสำหรับการจัดการ
  - อุปกรณ์การผ่าตัด (Surgical) เช่น ระบบผ่าตัดด้วยความช่วยเหลือจากหุ่นยนต์ (เช่น Da Vinci Surgical System)
  - โครงสร้างพื้นฐานโรงพยาบาลอัจฉริยะ (Smart Hospital Infrastructure) เช่น ระบบการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใช้เทคโนโลยี IoT (ระบบแสงสว่าง, HVAC) เต็มอัจฉริยะ และระบบติดตามผู้ป่วยในโรงพยาบาล
  - ระบบ Virtual Reality (VR) สำหรับการฟื้นฟูและบำบัดผู้ป่วย Augmented Reality (AR) สำหรับการฝึกอบรมทางการแพทย์และการวางแผนการผ่าตัด
  - อุปกรณ์ฟื้นฟูและช่วยเหลือ เช่น รวมถึงแขนขาเทียมอัจฉริยะ exoskeletons และอุปกรณ์ฟื้นฟูที่ช่วยเหลือด้วยเทคโนโลยีสำหรับการบำบัดทางกายภาพ อุปกรณ์จัดการความเจ็บปวดที่สวมใส่ได้
- **ความปลอดภัยและการปฏิบัติตามกฎหมาย (Security and Compliance) ประกอบไปด้วย**
    - โครงสร้างพื้นฐานด้านความปลอดภัย: มีความสำคัญในการปกป้องข้อมูลสุขภาพ ซึ่งรวมถึงการเข้ารหัส Firewall โพรโตคอลการถ่ายโอนข้อมูลที่ปลอดภัย และการปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านการป้องกันข้อมูล ความปลอดภัยมีความสำคัญเป็นพิเศษในแอปพลิเคชัน telehealth ที่มีการแชร์ข้อมูลผู้ป่วยผ่านอินเทอร์เน็ต
    - มาตรฐานการทำงานร่วมกัน: การแลกเปลี่ยนและใช้ประโยชน์จากข้อมูล (Interoperability) ในการให้สุขภาพดิจิทัลได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ ระบบและอุปกรณ์ต่าง ๆ จำเป็นต้องสื่อสารกันได้อย่างไม่มีสะดุด มาตรฐานการทำงานร่วมกันรับประกันว่าเครื่องมือและระบบข้อมูลสุขภาพดิจิทัลต่าง ๆ สามารถแชร์และใช้ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ระบบ IT ด้านการดูแลสุขภาพ (Healthcare IT Systems) ประกอบไปด้วย โครงสร้างพื้นฐาน ระบบข้อมูลสารสนเทศของสถานบริการ (Healthcare IT Infrastructure) ระบบการส่งมอบบริการ (Healthcare Delivery Models) เช่น e-health m-health telehealth/telemedicine
- การสนับสนุนและพัฒนา (Support and Development) เช่น โปรแกรมการศึกษาและการฝึกอบรม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการดูแลสุขภาพ) แพลตฟอร์มนวัตกรรมและการวิจัย (สำหรับการทดลองทางคลินิก การร่วมมือทางการวิจัย)

ตารางที่ 2-14 องค์ประกอบของระบบสุขภาพดิจิทัล

หมวดหมู่	ส่วนประกอบ
โครงสร้างพื้นฐาน เครือข่ายและการสื่อสาร	<ul style="list-style-type: none"> <li>• โครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคม (4G 5G สายเคเบิล บรอดแบนด์) แพลตฟอร์ม Interoperability</li> <li>• (Health Information Exchanges: HIEs, Application Programming Interfaces: APIs)</li> <li>• Network Redundancy and Resilience (ระบบสำรองและกู้คืนข้อมูล)</li> </ul>
การจัดการและจัดเก็บข้อมูล	<ul style="list-style-type: none"> <li>• โครงสร้างพื้นฐาน Cloud computing (ศูนย์ข้อมูล, บริการคลาวด์)</li> <li>• เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล (แพลตฟอร์ม, Big Data, แพลตฟอร์ม AI และ Machine Learning)</li> </ul>
อุปกรณ์และเครื่องมือ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• อุปกรณ์และโครงสร้างพื้นฐานการแพทย์ทางไกล</li> <li>• อุปกรณ์และระบบทางการแพทย์และการวินิจฉัย (อุปกรณ์การถ่ายภาพ, ระบบห้องปฏิบัติการ)</li> <li>• อุปกรณ์สวมใส่และ IoT (เซนเซอร์, อุปกรณ์สวมใส่อัจฉริยะ)</li> </ul>
ความปลอดภัย และการปฏิบัติตามกฎหมาย	<ul style="list-style-type: none"> <li>• โครงสร้างพื้นฐานด้านความปลอดภัยไซเบอร์ (โปรโตคอลความปลอดภัย, เทคโนโลยีการเข้ารหัส)</li> <li>• กรอบการทำงานและการปฏิบัติตามกฎหมาย (มาตรฐานความปลอดภัยข้อมูลและการดูแลผู้ป่วย)</li> </ul>

หมวดหมู่	ส่วนประกอบ
ระบบ IT ด้านการดูแลสุขภาพ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● โครงสร้างพื้นฐาน IT ด้านการดูแลสุขภาพ (ระบบ EHR การจัดการข้อมูลผู้ป่วย)</li> <li>● เครื่องมือสำหรับการมีส่วนร่วมของผู้ป่วย (แอปพลิเคชันสุขภาพบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Patient portal))</li> </ul>
การสนับสนุนและพัฒนา	<ul style="list-style-type: none"> <li>● โปรแกรมการศึกษาและการฝึกอบรม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการดูแลสุขภาพ)</li> <li>● แพลตฟอร์มนวัตกรรมและการวิจัย (สำหรับการทดลองทางคลินิก การร่วมมือทางการวิจัย)</li> </ul>

ที่มา: ประมวลผลโดยที่ปรึกษา

## 3.1 ประสบการณ์ชีวิตในโลกที่เชื่อมต่อ (Connected Experience)

**ประสบการณ์ชีวิตในโลกที่เชื่อมต่อ (Connected Experience)** เป็นแนวคิดที่เน้นการสร้างประสบการณ์ให้กับผู้บริโภคที่ใช้งานการเชื่อมต่ออย่างต่อเนื่องผ่านการบูรณาการเทคโนโลยีและการสื่อสารที่ทันสมัยหลายประเภท เช่น อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT), ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสร้างประสบการณ์ที่ตอบสนองและเข้าใจความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างลึกซึ้ง ซึ่ง IBM (2017) ได้อธิบายปัจจัยหลักที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงไปสู่ประสบการณ์ที่เชื่อมต่อ ดังนี้

1. Digital Natives ผู้บริโภครุ่นใหม่ที่เกิดในยุคดิจิทัลที่มีคาดหวังว่าจะได้รับสินค้าและบริการที่ตอบสนองความต้องการสำหรับประสบการณ์ที่เชื่อมต่อได้มากขึ้น การเพิ่มขึ้นของผู้บริโภคกลุ่มนี้ทำให้ตลาดสำหรับบริการเชื่อมต่อและการมีปฏิสัมพันธ์ที่เป็นส่วนบุคคลเติบโตอย่างต่อเนื่อง
2. การเพิ่มขึ้นของการใช้งานอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ (Connected devices) ซึ่งสอดคล้องกับการคาดการณ์ของ Taylor (2023) ว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ IoT จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 24.6 พันล้านชิ้นในปี 2025 ซึ่งการเติบโตของปริมาณการใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าว ทำให้ผู้บริโภคมีความต้องการที่จะเชื่อมต่ออย่างต่อเนื่องเพิ่มขึ้นด้วย
3. แนวโน้มการเติบโตของเศรษฐกิจคนติดบ้าน (Stay-at-home Economy) (สันติธาร เสถียรไทย, การสื่อสารส่วนบุคคล, 25 พฤษภาคม 2563 อ้างใน ETDA, 2563) เป็นแนวโน้มที่ผู้บริโภคสามารถทำงานและใช้จ่ายจากที่บ้านได้ ทำให้การทำธุรกรรมออนไลน์เติบโตขึ้นอย่างก้าวกระโดด ซึ่งส่งผลให้การพึ่งพาความสามารถในการเชื่อมต่อเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น ประสบการณ์ที่เชื่อมต่อจึงกลายเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวันและการทำงานของผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน

เทคโนโลยีอุปกรณ์สื่อสารที่มีความเชื่อมโยงกับประสบการณ์ชีวิตในโลกที่เชื่อมต่อ ที่ทำการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ได้แก่

### Edge Computing

การประมวลผลข้อมูลที่เกิดขึ้นใกล้กับแหล่งสร้างข้อมูลมากที่สุด แทนการส่งข้อมูลไปประมวลผลที่ศูนย์ข้อมูลกลางเพื่อช่วยให้การประมวลผลและเวลาตอบสนองเร็วขึ้น เสริมสร้างประสบการณ์ผู้ใช้ในแอปพลิเคชันเรียลไทม์และเป็นส่วนสำคัญสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น Extended Reality (ความจริงเสริม) และ Automotive IoT (อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่งที่ยานยนต์) ที่การประมวลผลทันทีเป็นคุณสมบัติที่ช่วยพัฒนาฟังก์ชันและส่งเสริมความปลอดภัยได้อย่างมาก

### Automotive IoT

การนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง (IoT) ผสานเข้ากับระบบยานยนต์ ทำให้รถยนต์มีความเป็น “สมาร์ท” ที่มีความสามารถในการสื่อสารกับอุปกรณ์อื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกได้ และมีความฉลาดและความสามารถอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้น เช่น การคาดการณ์การบำรุงรักษา ระบบความปลอดภัยที่ดีขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานเพื่อสร้างประสบการณ์ดียิ่งขึ้น

### Data Fabric

การออกแบบโครงสร้างของข้อมูลที่ได้จากการนำ Big Data ซึ่งมีคุณสมบัติกระจายไม่เป็นระบบและมีจำนวนมหาศาล มาแบ่งชั้นในการจัดการและบูรณาการกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเข้าด้วยกัน ทำให้กลายเป็นระบบข้อมูลที่สามารถเชื่อมโยงถึงกัน สามารถเข้าถึงและการแชร์ข้อมูลได้แบบไร้รอยต่อทั่วแพลตฟอร์ม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างประสบการณ์ให้กับผู้ใช้งาน และที่สำคัญ Data Fabric ยังสามารถควบคุมข้อมูลโดยอัตโนมัติและนำเสนอทางเลือกข้อมูลเพื่อให้มนุษย์และเครื่องจักรสามารถทำงานร่วมกันในการรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลออกมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### Extended Reality (เทคโนโลยีเสมือนจริง)

เทคโนโลยีที่รวมเทคโนโลยี Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) และ Mixed Reality (MR) เข้าด้วยกัน ทำให้สามารถผสมผสานโลกดิจิทัลและโลกของความเป็นจริงเพื่อเพิ่มการรับรู้ และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับโลกดิจิทัล สร้างประสบการณ์เสมือนจริง ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงสถานการณ์ได้อย่างสมจริง

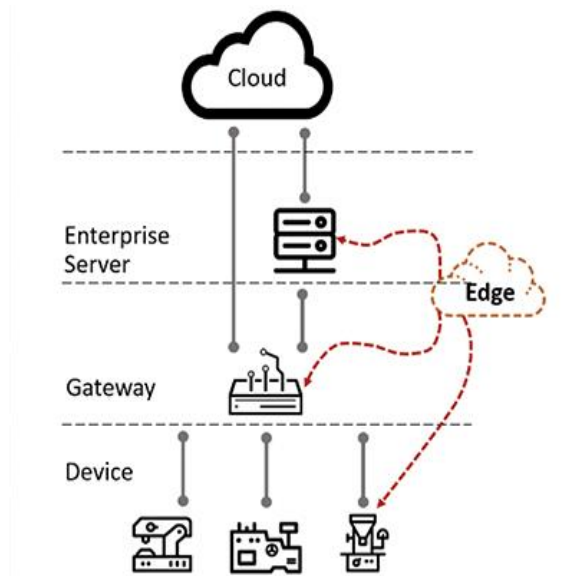
เทคโนโลยีเหล่านี้ มีความเชื่อมโยงกับประสบการณ์ในโลกที่เชื่อมต่ออย่างรอบด้าน ตั้งแต่การรับข้อมูล การประมวลผลข้อมูลให้มีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ไปจนถึงการเพิ่มขีดความสามารถของ อุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานมีปฏิสัมพันธ์ เพื่อตอบสนองการใช้งานและสร้างประสบการณ์ที่ดีมากยิ่งขึ้น

## 3.2 Edge Computing

### 3.2.1 ความหมายและขอบเขตของ Edge Computing

Edge Computing เป็นกระบวนการจัดการและประมวลผลข้อมูลที่เกิดขึ้นใกล้กับแหล่งข้อมูล มากที่สุด แทนที่จะต้องส่งข้อมูลไปยังคลาวด์เพื่อประมวลผล ซึ่งการประมวลผลนี้สามารถเกิดขึ้นได้ในหลาย ระดับ ตั้งแต่บนตัวอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) เอง ไปจนถึงระดับที่สูงขึ้นในเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network: LAN) เช่น อุปกรณ์เกตเวย์หรือเซิร์ฟเวอร์ที่ตั้งอยู่ในสำนักงานหรือโรงงาน (เอมอัชนา นิรันต สุขรัตน์, 2563)

ข้อมูลในเครือข่ายจะถูกส่งจากอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และหุ่นยนต์ในสายการผลิต (assembly line robots) กลับไปยังฐานข้อมูลกลางเพื่อการประมวลผลและการวิเคราะห์ ตัวอย่างข้อมูลจาก แชนหุ่นยนต์จะรายงานจำนวนข้อต่อที่แขนหุ่นยนต์ที่เชื่อมในวันนั้น รวมทั้งจำนวนปะเก็นที่แขนหุ่นยนต์และ เคลื่อนย้ายบนสายพานลำเลียง อีกตัวอย่างหนึ่งที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันคือแอปพลิเคชันบน สมาร์ทโฟน ของคุณมีข้อมูลการประมวลผลที่ถ่ายโอนกลับไปยังนักพัฒนาจากศูนย์ข้อมูลส่วนกลางเพื่อวิเคราะห์กับผู้ ใช้ รายอื่นของผลิตภัณฑ์เดียวกัน (Kirz, 2566)



รูปที่ 3-1 ตำแหน่งของ Cloud และ Edge ภายในเครือข่าย

ที่มา: เอ็มอัชนา นิรันตสุวรรณ์ (2563)

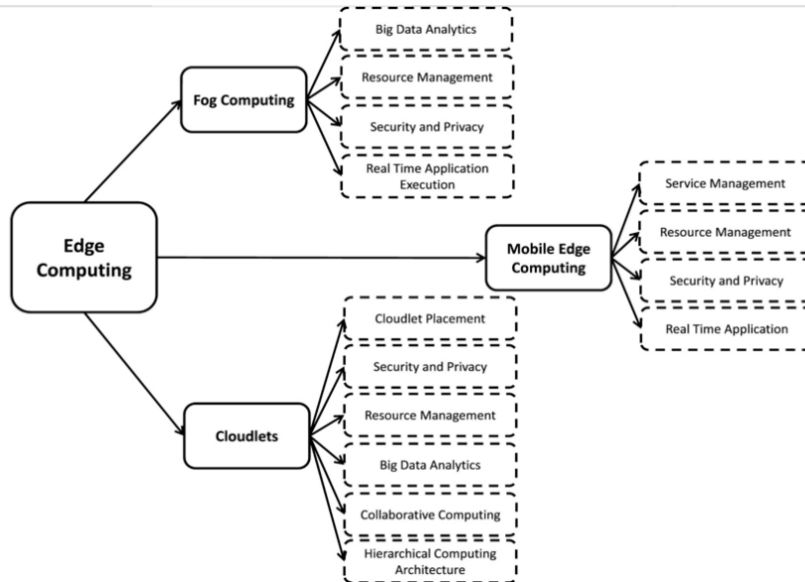
ระบบการทำงานของ Edge Computing เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายที่ต้องการให้การประมวลผลตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งข้อมูลมากที่สุดเพื่อลด Latency และ Bandwidth ที่ใช้ในการส่งข้อมูล โดยจะมีการประมวลผลบนคลาวด์น้อยลงและกระบวนการเหล่านั้นจะถูกย้ายไปยังตำแหน่งต้นทางแทน เช่น อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน อุปกรณ์ IoT หรืออาจจะเป็น Network Edge ก็จะช่วยลดระยะห่างในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานและ Server (Cloud HM, 2564) ซึ่ง Cloud HM (2564) ได้อธิบาย Network Edge ว่าเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตและติดตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งข้อมูล ตัวอย่างของ Network Edge ได้แก่ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือหน่วยประมวลผลที่ติดตั้งในกล้องถ่ายรูป หรืออุปกรณ์ IoT เป็นต้น วัตถุประสงค์ของ Network Edge คือการจัดตั้งอุปกรณ์ให้ใกล้กับแหล่งข้อมูลมากที่สุด เพื่อประสิทธิภาพในการสื่อสารและการประมวลผลที่ดีกว่า ซึ่งต่างจากเซิร์ฟเวอร์ทั่วไปและเซิร์ฟเวอร์บนคลาวด์ที่สามารถติดตั้งได้ทุกที่ที่มีการเชื่อมต่อกับแหล่งผลิตข้อมูลต้นทาง

### 3.2.2 การจำแนกประเภทของ Edge Computing

Fog Computing คือ Edge Computing ประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นใน Network Infrastructure ใกล้กับแหล่งข้อมูลแต่ไม่ใกล้กับอุปกรณ์ Edge จริง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลบนอุปกรณ์ตัวกลาง เช่น เราเตอร์ สวิตช์ และเกตเวย์

Cloudlets เป็นศูนย์ข้อมูลขนาดเล็กที่มีการแปลเป็นภาษาท้องถิ่นหรือโหนดการประมวลผลซึ่งวางตำแหน่งอย่างมีกลยุทธ์ที่ Edge ใกล้กับอุปกรณ์ของผู้ใช้ปลายทาง

Mobile Edge Computing เป็นการนำทรัพยากรและบริการด้านการคำนวณมาใกล้กับ Edge ของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มากขึ้น แต่ได้รับการออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะของเครือข่ายการสื่อสารเคลื่อนที่และไร้สาย เช่น 4G LTE และ 5G



รูปที่ 3-2 การจำแนกประเภทของ Edge Computing

ที่มา: Khan, W. Z., Ahmed, E., Hakak, S., Yaqoob, I., & Ahmed, A. (2019)

### 3.2.3 ความแตกต่างระหว่าง Edge Computing และ Cloud Computing

**Cloud** คือสถานที่จัดเก็บข้อมูลหรือใช้งานแอปพลิเคชัน โดยเป็นสภาพแวดล้อมที่กำหนดและควบคุมโดยซอฟต์แวร์ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยศูนย์ข้อมูล (Data Center) หรือ Server farms ส่วน **Edge** เป็นจุดที่มีการรวบรวมข้อมูล และเป็นสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ตั้งอยู่นอกศูนย์ข้อมูล (Kirz, 2023)

ในยุคที่เทคโนโลยีพัฒนาความสามารถในการประมวลผลข้อมูลขึ้นอย่างก้าวกระโดด ส่งผลให้มีการสร้างและสะสมข้อมูลในปริมาณมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้งาน Internet of Things (IoT) ในหลายบริษัท ไปจนถึงการใช้แอปพลิเคชันที่ต้องใช้งานระบบ Cloud Computing เพิ่มขึ้น จึงทำให้เครือข่ายไม่สามารถรองรับการส่งข้อมูลและการประมวลผลได้เต็มประสิทธิภาพ และจำเป็นต้องใช้เวลานานในการส่งข้อมูลและผลของการประมวลผลข้อมูล (Thai Config, 2566)

Cloud Computing เป็นโมเดลในการจัดหาระบบการคำนวณที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ผ่านเครือข่ายโครงสร้างพื้นฐานของศูนย์ข้อมูลที่ประกอบด้วยเซิร์ฟเวอร์จำนวนมาก Cloud Computing คือการเรียกใช้ปริมาณงานภายในระบบคลาวด์ ซึ่งการประมวลผลแบบคลาวด์ประกอบด้วยสามส่วน ได้แก่ การประมวลผล พื้นที่จัดเก็บข้อมูล และ Network ซึ่งจะต้องควบคุมโดยตัวควบคุม จุดแข็งของคลาวด์คือความสามารถในการจัดสรรทรัพยากรแบบพลวัตที่ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนปริมาณของการโหลดใช้งานได้

ซึ่งค่าธรรมเนียมของการใช้บริการคลาวด์จะคิดตามปริมาณการใช้งานจริง และนี่เป็นหนึ่งในเหตุผลที่บริการคลาวด์ได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง ตามรายงานประจำปี 2562 ของ Rightscale (เอมอชนา นิรันตสุขรัตน์, 2563) พบว่า 94% ของบริษัทที่สำรวจใช้คลาวด์ โดยมีปริมาณการใช้งานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี นอกจากนี้ แต่ละบริษัทยังมีแนวโน้มที่จะลงทุนระบบคลาวด์เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย แต่ด้วยระบบการประมวลผลไปยังคลาวด์ต้องใช้เวลาในการรับและส่งข้อมูล และการเชื่อมต่อ Cloud Computing จะไม่สามารถทำงานได้ในพื้นที่ที่ไม่มีสัญญาณ นอกจากนี้ เมื่อข้อมูลทั้งหมดจะต้องถูกอัปโหลดไปยังคลาวด์เพื่อการประมวลผล ทำให้ Cloud Computing มีปัญหาในประเด็นความเป็นส่วนตัวด้วย

ด้วยปัจจัยดังกล่าว การพัฒนาเทคโนโลยี Edge Computing จึงเกิดขึ้น เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพในการประมวลผลและการจัดการข้อมูลในระดับ Edge ด้วยการประมวลผลข้อมูลโดยตรงที่อุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งติดตั้งในระบบ และอยู่ใกล้กับผู้ใช้งานหรือแหล่งที่มาของข้อมูล และประมวลผลข้อมูลบนอุปกรณ์ Edge ซึ่งไม่ต้องมีตัวควบคุม ทำให้ต้นทุนการติดตั้งลดลง และ Network ขยับขึ้นไปอยู่ที่ Edge Switch ซึ่งจะสื่อสารโดยตรงกับ Core Switch ดังนั้น Edge Computing จึงรวมเพียงแค่ส่วนของการประมวลผลและการจัดเก็บข้อมูลเท่านั้น (Kirz, 2566) นอกจากนี้ Edge Computing ยังส่งเสริมความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล โดยอุปกรณ์ในระบบของ Edge Computing จะดำเนินการประมวลผลและจัดการข้อมูลในพื้นที่ที่ใกล้กับผู้ใช้งาน ทำให้การควบคุมและการดูแลข้อมูลเป็นไปอย่างง่ายตายและปลอดภัยมากขึ้น (Thai Config, 2566)

อย่างไรก็ตาม รูปแบบ Cloud Computing มีแนวโน้มที่จะประสบกับความล่าช้า (Latency) ที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากระยะทางระหว่างผู้ใช้ (User) และศูนย์ข้อมูล (Data Center) ที่ติดตั้งบนคลาวด์ ในทางตรงกันข้าม Edge Computing จะย้ายกระบวนการคำนวณ (Compute) ให้อยู่ใกล้กับผู้ใช้ เพื่อลดระยะเวลาการส่งข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลไปยังผู้ใช้ แต่ในขณะเดียวกันก็ยังรักษาแนวคิดหลักของการจัดการข้อมูลแบบศูนย์กลาง ซึ่งเป็นลักษณะที่เหมือนกับ Cloud Computing (Cloud HM, 2564)

สิ่งสำคัญคือ Cloud Computing และ Edge Computing เป็นเทคโนโลยีที่แตกต่างกันและไม่สามารถใช้แทนกันได้ Edge Computing ใช้เพื่อประมวลผลข้อมูลที่ไวต่อเวลา ในขณะที่ Cloud Computing ใช้เพื่อประมวลผลข้อมูลที่ไม่ขึ้นอยู่กับการแฝงในการถ่ายโอนข้อมูล ทำให้ใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่าการถ่ายโอนข้อมูลกลับไปยังระบบคลาวด์ การใช้เวลาที่แตกต่างกันเพียง 2 วินาทีในการส่งข้อมูลไปยังศูนย์ข้อมูลแบบรวมศูนย์ สามารถส่งผลกระทบต่อกระบวนการตัดสินใจล่าช้า อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อองค์กรได้ ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อ Edge Computing ถูกจัดตั้งให้อยู่ในสถานที่ของลูกค้าหรือผู้ใช้งาน จึงส่งผลให้มีความปลอดภัยของข้อมูลสูงกว่าการใช้ระบบคลาวด์ เพราะข้อมูลที่ส่งกลับไปยังคลาวด์มีความเสี่ยงที่จะถูกแฮกเกอร์ดักจับ (Kirz, 2566)

ตารางที่ 3-1 ความแตกต่างหลักระหว่าง Edge Computing และ Cloud Computing

Cloud computing	Difference Between	Edge computing
Global	Applicable situation	Local
More	Network bandwidth pressure	Less
Low*	Real-time	High*
Large scale centralized processing	Calculation mode	Small scale intelligent analysis

\*Revised

ที่มา: Cao, K., Liu, Y., Meng, G., & Sun, Q. (2020)

กล่าวโดยสรุป คือ Edge Computing เป็นรูปแบบการประมวลผลใหม่ที่รวมทรัพยากรให้อยู่ใกล้กับผู้ใช้ในระยะทางทางภูมิศาสตร์หรือระยะทางของ Network เพื่อให้บริการการประมวลผล และพื้นที่เก็บข้อมูลสำหรับแอปพลิเคชันต่าง ๆ ดังนั้น Edge จึงหมายถึงทรัพยากรการประมวลผลและเครือข่ายระหว่างแหล่งข้อมูลและศูนย์ข้อมูลระบบคลาวด์ ตัวอย่างเช่น บ้านอัจฉริยะเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องใช้ภายในบ้านกับระบบคลาวด์ เนื่องจากเทคโนโลยีขั้นสูงได้เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ กับอินเทอร์เน็ตมากขึ้น และมีปริมาณการรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายมากขึ้น ส่งผลให้การส่งข้อมูลล่าช้าและใช้พลังงานสูง ดังนั้น เพื่อเติมเต็มช่องว่างที่เทคโนโลยี Cloud Computing แบบเดิมที่ถ่ายโอนข้อมูลไปยังศูนย์การประมวลผลบนคลาวด์ และจัดเก็บข้อมูลเหล่านั้นแบบรวมศูนย์ จึงได้เกิดเทคโนโลยี Edge Computing ขึ้น (Cloud HM, 2564)

### 3.2.4 จุดเด่นของการประมวลผล Edge Computing เมื่อเปรียบเทียบกับ Cloud Computing (Cloud HM, 2564; Kirz, 2023)

1) การประหยัดงบประมาณ – Edge Computing ช่วยลดการใช้ Bandwidth และลดการใช้ทรัพยากรบน Server ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ในระดับหนึ่ง

2) การเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลข้อมูลที่รวดเร็วและเรียลไทม์ – ทุกครั้งที่อุปกรณ์ติดต่อสื่อสารกับ Server ที่อยู่ห่างไกลจะมีการล่าช้า (Latency) ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่พนักงานสองคนทำงานในสำนักงานเดียวกันส่งข้อความหากันผ่านแอปพลิเคชันแชท อาจมีปัญหาในการรับข้อความช้าเนื่องจากข้อความต้องส่งไปยัง Server ของผู้ให้บริการแชทก่อน แล้วค่อยส่งกลับมายังปลายทาง หากขั้นตอน

นี้ถูกย้ายไปทำที่ Edge จะช่วยลดปัญหานี้ได้เนื่องจากการประมวลผล Edge Computing และการจัดเก็บ Data Edge Node ทำให้ส่วนประมวลผลอยู่ใกล้กับแหล่งข้อมูลมากขึ้นและลดกระบวนการส่งข้อมูลระดับกลาง ดังนั้นจึงให้การตอบสนองที่รวดเร็วและเรียลไทม์มากขึ้น

3) การใช้พลังงานต่ำและต้นทุน Bandwidth ต่ำ – ด้วยการใช้ Edge Computing ข้อมูลจะถูกประมวลผลที่ Edge Node และไม่ได้อัปโหลดไปยัง Cloud Computing จึงไม่ได้ใช้ Bandwidth เครือข่าย และพลังงานมากนัก ดังนั้นต้นทุนจึงลดลง

4) ความปลอดภัย – เนื่องจาก Edge Computing รับผิดชอบเฉพาะงานภายในขอบเขตของตนเองเท่านั้น การประมวลผลข้อมูลจะขึ้นอยู่กับท้องถิ่นจึงไม่จำเป็นต้องอัปโหลดไปยังระบบคลาวด์ จึงสามารถหลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่เกิดจากกระบวนการรับส่งข้อมูลของเครือข่าย ดังนั้นสามารถรับประกันความปลอดภัยของข้อมูลได้

5) การใช้งานใหม่ – บริษัทสามารถใช้ Edge Computing เพื่อประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลของตัวเองได้ที่ Edge ซึ่งช่วยให้สามารถประมวลผลได้ทันที

### 3.2.5 จุดด้อยของการประมวลผล Edge Computing เมื่อเทียบกับ Cloud Computing (Cloud HM, 2564; Kirz, 2023)

1) จำเป็นต้องมี Local Hardware – Edge Computing ต้องมี Local Hardware เพื่อการติดตั้ง เช่น กล้องวงจรปิด IoT ที่ต้องส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะถ่ายโอนไปยัง Web Server ซึ่งต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่สามารถประมวลผลอัลกอริทึมการตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม แต่ก็ได้เปรียบจากการใช้งานอุปกรณ์ Smart

2) Cloud Computing ช่วยให้ผู้ใช้สามารถลดต้นทุนในการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลได้อย่างมีนัยสำคัญ ผู้ให้บริการระบบคลาวด์ดำเนินการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลในศูนย์ข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากการประหยัดเนื่องจากขนาดของระบบ และมอบบริการที่มีต้นทุนต่ำแก่องค์กรหรือผู้บริโภค นอกจากนี้ยังมีความน่าเชื่อถือสูงและสามารถนำเสนอนวัตกรรมที่ทุกคนในฐานะลูกค้าจะได้รับประโยชน์

3) Edge Computing มีโอกาสในการถูกโจมตีจากผู้ไม่หวังดี – เนื่องจากการเพิ่มอุปกรณ์ Smart เข้าไป เช่น Edge Server และอุปกรณ์ IoT ที่มีคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กภายใน ทำให้มีช่องทางที่จะถูกโจมตีได้

ตารางที่ 3-2 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง Cloud Computing และ Edge Computing

Cloud computing	Difference Between	Edge computing
X	Low latency	/
X	Data security	/
/	Cost	X
X	Speed of data processing	/
/	Volume of data storage	X

ที่มา: Kirz (2023)

ตัวอย่างของรถ Tesla ที่ใช้ระบบ Autopilot หรือ FSD System (Full-Self Driving) ซึ่งมีการประยุกต์ใช้ Edge Computing โดยมีหน่วยประมวลผลติดตั้งอยู่บนรถเอง ส่งผลให้ข้อมูลจากเซนเซอร์และกล้องถูกประมวลผลโดยตรงผ่านคอมพิวเตอร์บนรถ ช่วยลดปัญหาเรื่องสัญญาณอินเทอร์เน็ตและความล่าช้า ทำให้รถตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นได้อย่างรวดเร็ว บางครั้งอาจเร็วกว่ามนุษย์อีกด้วย (Arnon Puitrakul, 2564)

แม้ว่า Edge จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากระบบคลาวด์ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่า การคำนวณบนคลาวด์จะลดลง ขณะที่กระบวนการเปลี่ยนผ่านสู่ยุคดิจิทัลยังคงดำเนินต่อไป แอปพลิเคชันจำนวนมากขึ้นจะย้ายไปยังระบบคลาวด์ ขณะที่ Edge Computing ก็เติบโตขึ้นเช่นกัน (Kirz, 2023)

การย้ายการประมวลผลให้ใกล้กับผู้ใช้งานมากขึ้นสามารถช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับการเข้าถึง (Coverage), ความล่าช้า (Latency) และความเป็นส่วนตัว (Privacy) ได้เป็นอย่างดี สาเหตุมาจากการที่ประมวลผลอยู่ภายในเครื่องของผู้ใช้เองทำให้ไม่ต้องกังวลเรื่อง Coverage และ Latency เนื่องจากข้อมูลไม่ต้องเดินทางไกล ใช้เวลาเพียง 2 - 3 มิลลิวินาที และมั่นใจในเรื่อง Privacy ได้เนื่องจากข้อมูลถูกจัดเก็บในเครื่องของเราเอง ทำให้ข้อมูลนั้นมีความเป็นส่วนตัว แต่อย่างไรก็ตาม การย้ายหน่วยประมวลผลให้มาอยู่ใกล้ตัวผู้ใช้งานมากขึ้นนั้น ข้อจำกัดของ Edge Computing คือความสามารถในการประมวลผล โดย Cloud ที่อาศัย Data Centre สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง มีหน่วยความจำขนาดใหญ่ในพื้นที่ที่ไม่จำกัด ในขณะที่หน่วยประมวลผลที่อยู่กับเรา เช่น ที่บ้านหรือบนโทรศัพท์ มีขนาดและความสามารถที่จำกัดตามเทคโนโลยีที่เรามี ทำให้ Edge Computing มีข้อจำกัดในด้านนี้ ดังนั้น Edge Computing และ Cloud Computing สามารถใช้ร่วมกันได้ (Arnon Puitrakul, 2564)

ตัวอย่างเช่น ในรถยนต์ Tesla ส่วนที่ประมวลผลเวลาทำงานคือฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ แต่เมื่อเรากลับถึงบ้านรถก็อัปเดตระบบต่าง ๆ กลับไปที่ Tesla เพื่อให้ข้อมูลกับบริษัท Tesla นำไปใช้เพื่อปรับปรุงการใช้งานของโมเดลและส่งกลับมายังผู้ใช้โดย OTA (Over-the-Air) Update ดังนั้น งานหนักและความจำเป็นในการรวบรวมข้อมูลจำนวนมากจะถูกระบุดำเนินการบนคลาวด์ของบริษัท Tesla เอง โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการรวบรวมข้อมูลและต้นทุนในการประมวลผล จะเห็นได้ว่าการแบ่งแยกหน้าที่กันอย่างชัดเจน Edge Computing เป็นแนวคิดที่เราย้ายหน่วยประมวลผลให้ใกล้กับตำแหน่งที่เราต้องการใช้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อลดความหน่วงในการเชื่อมต่อ นอกจากนี้ยังช่วยให้เราสามารถรักษาความเป็นส่วนตัวได้เหมือนกับการทำงานบน Cloud Computing นี่เป็นแนวคิดที่มีการใช้งานจริง และแม้แต่รถยนต์ที่ขับก็มีคอมพิวเตอร์อยู่ด้วย (Arnon Puitrakul, 2564)

ความสามารถในการเชื่อมต่อเทคโนโลยี Edge Computing กับอุปกรณ์สมัยใหม่ ทำให้ Edge Computing ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นด้วยคุณสมบัติดังนี้

- 1) การกระจายทางภูมิศาสตร์ที่หนาแน่น: เนื่องจากข้อมูลถูกจัดเก็บไว้ที่ Edge จึงสามารถอำนวยความสะดวกในการให้บริการเคลื่อนที่ตามสถานที่และนำเสนอการวิเคราะห์แบบเรียลไทม์ด้วยความแม่นยำมากขึ้น
- 2) การสนับสนุนด้านการเคลื่อนไหว: Edge Computing ช่วยให้สามารถประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้
- 3) การรับรู้ตำแหน่ง: ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลของตนผ่านทาง Edge Sever ที่ใกล้กับตำแหน่งผู้ใช้มากที่สุด
- 4) ความใกล้เคียง: ความพร้อมใช้งานของทรัพยากรและบริการด้านการคำนวณในบริเวณใกล้เคียงทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลบริบทของเครือข่ายสำหรับการตัดสินใจในการถ่ายข้อมูลและการตัดสินใจใช้บริการ
- 5) เวลาแฝงต่ำ: เนื่องจากการประมวลผลแบบเอดจ์ ทำให้ทรัพยากรการประมวลผลและบริการใกล้กับผู้ใช้มากขึ้นจึงลดเวลาแฝงในการเข้าถึงบริการ ดังนั้นผู้ใช้สามารถเรียกใช้แอปพลิเคชันที่ใช้ทรัพยากรมากและมีความล่าช้าได้
- 6) การรับรู้บริบท: นอกเหนือจากการรับรู้ตำแหน่งแล้ว Edge Computing ยังเข้าใจบริบทที่จัดเก็บไว้ในอุปกรณ์เคลื่อนที่อีกด้วย
- 7) ความแตกต่าง: สามารถกำหนดในลักษณะที่องค์ประกอบเอดจ์และอุปกรณ์ปลายทางประเภทต่าง ๆ สามารถมีอยู่บน Edge Computing ได้

### 3.2.6 ข้อดีและข้อเสียของการใช้ Edge Computing

โดยมีข้อดีของ Edge Computing ดังนี้

- ประหยัดเงิน: Edge Computing จะช่วยลด Bandwidth ในการใช้งานและลดทรัพยากรที่ต้องใช้บนเซิร์ฟเวอร์ทำให้สามารถประหยัดเงินได้ไม่น้อย

- ประสิทธิภาพ: นอกจาก Latency ที่ลดลงแล้ว ทุกครั้งที่อุปกรณ์สื่อสารกับเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ห่างไกลก็จะมีค่าล่าช้าเกิดขึ้นด้วย เช่น พนักงานสองคนในออฟฟิศเดียวกันติดต่อกันอาจมีปัญหาในการรับข้อความเข้าเนื่องจากต้องส่งข้อความไปที่เซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการ Chat นั้นแล้วส่งกลับไปยังปลายทาง หากสามารถใช้ขั้นตอนที่ย้ายไปยังเอดจ์ได้จะไม่เกิดปัญหาในการรับข้อความเข้า

- แอปพลิเคชันใหม่: บริษัทต่างๆ สามารถใช้ Edge Computing เพื่อประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลของตนเองที่เอดจ์ได้แบบเรียลไทม์

ทั้งนี้ หนึ่งในข้อเสียของการประมวลผลแบบเอดจ์ คือ การเพิ่มโอกาสในการโจมตีที่เป็นอันตรายด้วยการเพิ่มอุปกรณ์อัจฉริยะ เช่น Edge Sever และอุปกรณ์ IoT ที่มีไมโครคอมพิวเตอร์ในตัว จึงมีช่องทางสำหรับการโจมตีมากขึ้น ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือ Edge Computing ต้องมีการติดตั้งฮาร์ดแวร์ในเครื่องอยู่เสมอ เช่นกล่องวงจรปิดที่ IoT ต้องส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ก่อนส่งไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่สามารถรองรับกระบวนการอัลกอริธึมของการตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ส่งผลให้อาจมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนนี้ นอกจากนี้ เกี่ยวกับหัวข้อความเสี่ยงด้านความปลอดภัย ตามรายงานของ IDC “Edge Computing กำลังเปลี่ยนแปลง IoT: ถึงเวลาที่บริษัทในยุโรปจะต้องแจ้งให้ทราบ” ความปลอดภัยของ Edge Computing นั้นเชื่อมโยงกับความปลอดภัยของ IoT ด้วยการขยายศูนย์ข้อมูล โครงสร้างพื้นฐานการประมวลผลแบบเอดจ์กำลังขยายตัวและเผชิญกับภัยคุกคาม นี่เป็นเรื่องจริงโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอุปกรณ์ประมวลผลเอดจ์ที่สร้างขึ้นด้วยการรักษาความปลอดภัยที่สร้างไว้ในโปรโตคอลแบบดั้งเดิมซึ่งหมายความว่าจุดข้อมูลที่ไม่ปลอดภัยอาจถูกดึงเข้าสู่การโจมตีแบบ Denial of Service (DDoS) และทำให้แฮกเกอร์สามารถเข้าถึงเครือข่ายที่กว้างขึ้นที่สามารถเชื่อมต่อได้มากขึ้น นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางกายภาพด้วย หากอุปกรณ์สามารถเข้าถึงได้โดยผู้ประสงค์ร้ายหรือบุคคลที่อาจมีแนวโน้มที่จะมีเจตนาร้าย อย่างไรก็ตามหากได้รับการตรวจสอบอย่างเหมาะสม Edge Computing สามารถลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของ IoT ได้โดยการจำกัดปริมาณข้อมูลที่หมุนเวียนระหว่างจุดจัดเก็บข้อมูลและศูนย์จัดเก็บข้อมูลหลัก

ตัวอย่างในชีวิตจริงของ Edge Computing คือการทำงานของแท่นขุดเจาะน้ำมัน เนื่องจากการนำการควบคุมระยะไกลมาจากนอกชายฝั่ง เทคโนโลยีจึงถูกนำมาใช้เพื่อเอาชนะปัญหาศูนย์ข้อมูลที่วันระยะห่างกันอย่างกว้างขวางและสัญญาณเครือข่ายที่ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงใช้การควบคุมระยะไกลแบบเรียลไทม์ผ่านฮับคลาวด์ Edge Computing ช่วยแก้ไขข้อจำกัดของเวิร์กโพล์เพื่อช่วยให้การดำเนินการขุดเจาะดำเนินไปโดยไม่ล่าช้าหรือหยุดชะงัก ตัวอย่างที่คล้ายกันคือในรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ ซึ่งทำงานด้วยการเชื่อมต่อต่ำและต้องการการวิเคราะห์แบบเรียลไทม์บนท้องถนนซึ่งมีจุดเชื่อมต่อเครือข่ายหลายจุดภายในรถยนต์

สามารถรวบรวมข้อมูลจากยานพาหนะคันอื่น สัญญาณไฟจราจร อุปกรณ์ GPS ระบบป้องกัน เซนเซอร์ ตรวจสอบการชน ตัวควบคุม และแอปพลิเคชันบนคลาวด์ และสามารถประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลอื่นๆ ได้

### 3.2.7 ความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ Edge และวิธีแก้ไข

แม้ว่า Edge Computing จะมีประโยชน์หลายประการแต่ก็มีความท้าทายอยู่บ้าง ได้แก่

- การเชื่อมต่อเครือข่าย: อุปกรณ์เอดจ์และเซนเซอร์อาจอยู่ในพื้นที่ห่างไกลหรือเข้าถึงยาก ซึ่งอาจทำให้การรักษาการเชื่อมต่อเครือข่ายที่เสถียรได้ทำได้ยาก
- ความปลอดภัย: อุปกรณ์เอดจ์จะต้องปลอดภัยจากภัยคุกคามทางไซเบอร์ เช่น การแฮ็กหรือการละเมิดข้อมูล ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อข้อมูลที่ละเอียดอ่อนได้
- ความสามารถในการปรับขนาด: เมื่อจำนวนอุปกรณ์เอดจ์และเซนเซอร์เพิ่มมากขึ้น การจัดการและปรับขนาดโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นในการรองรับจึงอาจเป็นเรื่องยาก
- การจัดการข้อมูล: อุปกรณ์เอดจ์สร้างข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งอาจเป็นเรื่องยากในการจัดการและจัดเก็บข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น เพื่อจัดการกับความท้าทายเหล่านี้ มีกลยุทธ์หลายประการที่สามารถนำมาใช้ได้ ดังนี้

- สร้างโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่แข็งแกร่ง: โครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่รวดเร็ว เชื่อถือได้ และปรับขนาดได้ เช่น Private 5G ของ NTT เป็นกุญแจสำคัญในการทำให้อุปกรณ์เอดจ์สามารถเชื่อมต่อและสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- สร้างโปรโตคอลความปลอดภัย: การใช้โปรโตคอลความปลอดภัย เช่น การเข้ารหัส การตรวจสอบสิทธิ์ และการควบคุมการเข้าถึงสามารถช่วยปกป้องข้อมูลที่ละเอียดอ่อนได้
- ใช้แพลตฟอร์มที่เหมาะสม: แพลตฟอร์มที่มีเครื่องมือสำหรับการจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ และการพัฒนาแอปพลิเคชันสามารถช่วยลดความยุ่งยากในการปรับใช้ และการจัดการ Edge Computing
- รับการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญ: นอกเหนือจากเทคโนโลยีแล้ว องค์กรของคุณอาจขาดความเชี่ยวชาญที่กว้างขึ้นและการสนับสนุนที่คุณต้องการเพื่อทำให้ Edge Computing ประสบความสำเร็จ โซลูชันต่างๆ เช่น Edge as a Service ของ NTT สามารถเร่งความพยายามในการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลของคุณในเรื่องนี้ด้วยวิธีที่ปรับขนาดได้และคุ้มค่า
- การรวมระบบคลาวด์: การรวม Edge Computing เข้ากับบริการคลาวด์สามารถช่วยเพิ่มพลังการประมวลผล พื้นที่จัดเก็บ และความสามารถในการวิเคราะห์

### 3.2.8 เหตุใดจึงต้องใช้ Edge Computing

Big Data และการไหลของข้อมูลจำนวนมากเข้าสู่ศูนย์ข้อมูลมีความสำคัญมากกว่าความเร็วในการวิเคราะห์และประมวลผล อย่างไรก็ตามการเชื่อมต่อข้อมูลผ่าน Internet of Things (IoT) จำเป็นต้องได้รับการตอบสนองทันที แม้ว่าการวิเคราะห์และการแสดงผลอาจจำเป็นต้องเกิดขึ้นทันที แต่การประมวลผลข้อมูลและการวิเคราะห์ใน Edge Computing สามารถทำได้ในศูนย์ข้อมูลขนาดเล็ก ศูนย์ข้อมูลเฉพาะทางในสถานที่หรือเชื่อมต่อผ่าน IoT

Internet of Things (IoT) หมายถึง เครือข่ายของอุปกรณ์ที่แปลงสภาพแวดล้อมทางกายภาพให้เป็นข้อมูลดิจิทัล ตัวอย่างเช่น เซนเซอร์อุณหภูมิหรือความชื้น อุปกรณ์ติดตามตำแหน่งของสิ่งของ และกล้องวิดีโอที่เชื่อมต่อซึ่งทั้งหมดติดตั้งเซนเซอร์ ระบบการประมวลผล และการเชื่อมต่อเครือข่าย สรรพสิ่งเหล่านี้มีความสามารถในการรวบรวม แลกเปลี่ยนข้อมูล สามารถตรวจสอบและควบคุมได้จากระยะไกล ซึ่งอุปกรณ์ IoT ทำให้ผู้ใช้งานสามารถสื่อสารกับสรรพสิ่งได้ และ Edge มีศักยภาพในการทำให้การสื่อสารนั้นเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น สรรพสิ่งเหล่านี้จะสามารถประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ใกล้กับแหล่งรับข้อมูลที่เรียกว่าเป็น “Edge” ของเครือข่าย แทนที่จะต้องส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์กลางในคลาวด์เพื่อประมวลผล ตัวอย่างเช่น แทนที่จะส่งการอ่านอุณหภูมิหลายพันครั้งในสถานที่เก็บของไปยังคลาวด์ แต่ edge สามารถดูแลสถานที่และส่งการแจ้งเตือนเฉพาะเมื่อตู้แช่แข็งล้มเหลวและอุณหภูมิเริ่มเพิ่มขึ้น วิธีการนี้สามารถช่วยลดความล่าช้า (เวลาที่ใช้ในการตอบสนองของเครือข่าย) ปรับปรุงความน่าเชื่อถือของเครือข่าย และประหยัดแบนด์วิดท์ (Yaung, 2023)

ด้วยการรวมอุปกรณ์ IoT กับ Edge Computing ทำให้ธุรกิจสามารถใช้ทรัพยากรของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และได้รับข้อมูลเชิงลึกแบบเรียลไทม์ที่สามารถขับเคลื่อนการตัดสินใจที่ดีขึ้น และเมื่อผสานกับอัตโนมัติ IoT สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างมากโดยการทำให้กระบวนการต่างๆ มีความเป็นระเบียบมากขึ้น และลดการแทรกแซงของมนุษย์ซึ่งอุปกรณ์ IoT อำนวยความสะดวกในการสื่อสารระหว่างวัตถุและผู้ใช้และเอเจนต์มีศักยภาพที่จะทำให้การสื่อสารนั้นเร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยการประมวลผลแบบเอเดจ์ ออบเจกต์เหล่านี้สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลภายในเครื่องของเครือข่ายเอเดจ์ แทนที่จะต้องส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์กลางในระบบคลาวด์เพื่อการประมวลผล ตัวอย่างเช่น แทนที่จะส่งการอ่านค่าอุณหภูมิหลายพันค่าในสถานที่จัดเก็บไปยังคลาวด์ เอเดจ์สามารถเฝ้าดูสถานที่และส่งการแจ้งเตือนเฉพาะในกรณีที่ช่องแช่แข็งทำงานล้มเหลวและอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นเท่านั้น วิธีการนี้สามารถช่วยลดเวลาแฝง (เวลาที่เครือข่ายใช้ในการตอบสนอง) ปรับปรุงความน่าเชื่อถือของเครือข่าย และประหยัดแบนด์วิดท์ด้วยการรวมอุปกรณ์ IoT เข้ากับการประมวลผลแบบเอเดจ์ ธุรกิจต่างๆ สามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และรับข้อมูลเชิงลึกแบบเรียลไทม์ที่สามารถขับเคลื่อนการตัดสินใจที่ดีขึ้น และเมื่อรวมเข้ากับระบบอัตโนมัติ IoT ก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างมากโดยการปรับปรุงกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งลดการแทรกแซงของมนุษย์ (Yaung, 2023)

ตัวอย่างการติดตั้งกล้องวงจรปิดแบบ IoT หลายตัว ซึ่งกล้องเหล่านี้จะผลิต Output ในรูปแบบวิดีโอ และส่งข้อมูลไปยัง Cloud Server ที่จะประมวลผลผ่าน Application สำหรับการตรวจจับการเคลื่อนไหว ซึ่งจะช่วยให้มั่นใจว่ามีเพียงบางคลิปที่จะถูกบันทึกลงใน Database กระบวนการนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการถ่ายโอนข้อมูลวิดีโอไปยัง Cloud ต้องจะใช้ Bandwidth อย่างมหาศาล แต่หากเราย้าย Motion Sensor ไปตั้งอยู่ที่ Network edge แทน ผลที่ได้คือกล้องแต่ละตัวจะเหมือนกับว่ามีคอมพิวเตอร์เป็นของตัวเองเพื่อใช้กับแอปพลิเคชันตรวจจับการเคลื่อนไหว และส่งเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นไปยัง Cloud วิธีนี้จะช่วยลดการใช้ Bandwidth ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากข้อมูลภาพหรือวิดีโอจากกล้องทั้งหมดไม่จำเป็นต้องส่งไปยัง Cloud โดยตรง (Cloud HM, 2564)

### 3.2.9 Edge ในภาคอุตสาหกรรม

การพัฒนาเทคโนโลยี IoT ในภาคอุตสาหกรรมนั้นมีปัจจัยที่จำเป็นต้องพิจารณาแตกต่างจากสาขาอื่น ๆ หลายประการ (เอม่อชนา นรินตสุขรัตน์, 2563) ดังนี้

- 1) ในขณะที่ IoT มักอาศัยการเชื่อมต่อแบบไร้สายเนื่องจากมีความยืดหยุ่นสูงในด้านการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ แต่ในด้านอุตสาหกรรม เราไม่สามารถประยุกต์ใช้วิธีเดียวกันได้ เนื่องจากกระบวนการทางอุตสาหกรรมมักต้องการความเชื่อถือได้สูง โดยปกติจะใช้มาตรฐานการสื่อสารแบบมีสาย เช่น Fieldbus หรือ Ethernet
- 2) อุปกรณ์ในโรงงานมักจะมาจากหลากหลายผู้ผลิต มีโปรโตคอลการสื่อสารที่ต่างกัน หรือบางเครื่องอาจเป็นเครื่องเก่าที่ไม่สามารถสื่อสารได้ ดังนั้น edge computing จึงมีบทบาทสำคัญ โดยอุปกรณ์ edge ควรจะต้องมีความสามารถในการแปลงข้อมูลจากเครื่องจักรหลากหลายยี่ห้อ และร่นเป็นรูปแบบมาตรฐานเพื่อการบูรณาการ จากนั้นจึงดำเนินการประมวลผลหรือส่งข้อมูลไปยังคลาวด์
- 3) การสังเคราะห์แบบจำลองข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจทางอุตสาหกรรม จำเป็นต้องรวมความรู้ทางด้านการทำงานของเทคโนโลยี (OT) และด้านข้อมูล (IT) เข้าด้วยกัน การเลือกใช้ระบบสำเร็จรูปหรือจ้างผู้เชี่ยวชาญมาพัฒนาอาจให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็ว แต่อาจไม่ยั่งยืน เนื่องจากสถานะในโรงงานหรือธุรกิจมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น ความต้องการของตลาด สภาพอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน การเพิ่มเครื่องจักรใหม่เข้าสู่ระบบ หรือการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตทั้งหมดนี้ทำให้โมเดลที่มีอยู่ไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไป การนำ Edge Computing มาใช้ที่สามารถปรับตัวได้กับแอปพลิเคชัน ผลิตภัณฑ์ หรือบริการต่าง ๆ มีความสำคัญ

Edge Computing มีประโยชน์ในหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเครือข่าย การขนส่ง สาธารณูปโภค การผลิต และอื่น ๆ ที่มีการเก็บรวมข้อมูลและประมวลผลข้อมูลอย่างต่อเนื่อง การนำ Edge Computing มาใช้จึงเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบในยุคปัจจุบันและอนาคต



รูปที่ 3-3 รถยนต์ขับเคลื่อนด้วยตนเองพร้อมคอมพิวเตอร์ในตัว

ที่มา: Cloud HM (2021)

### 3.2.10 5G ปลดล็อกศักยภาพของ Edge Computing

5G เป็นเทคโนโลยีไร้สายที่ให้ความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลที่สูงกว่า ความหน่วงที่ต่ำกว่า และความจุที่มากกว่ารุ่นก่อน ๆ โดยที่ 5G สามารถรองรับ Edge Computing โดยมอบการเชื่อมต่อไร้สายที่รวดเร็วและเชื่อถือได้มากขึ้นกับอุปกรณ์และแอปพลิเคชันที่ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ Edge network ด้วยเวลาแฝงที่ต่ำและความสามารถแบนด์วิดท์สูง ซึ่งสามารถช่วยลดเวลาที่อุปกรณ์ IoT และ Edge Server ใช้ในการสื่อสารระหว่างกัน ช่วยให้สามารถประมวลผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ที่ Edge ได้ นอกจากนี้ยังสามารถรองรับการปรับใช้โครงสร้างพื้นฐานการประมวลผลแบบ Edge โดยเปิดใช้งานการเชื่อมต่อที่รวดเร็วและเชื่อถือได้มากขึ้นระหว่าง Edge Server และคลาวด์แบบรวมศูนย์ ช่วยให้สามารถถ่ายโอนและวิเคราะห์ข้อมูลผ่านเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกเหนือจากความน่าเชื่อถือสูงและมีความปลอดภัยสูงแล้ว 5G ยังมีข้อดีของเวลาแฝงที่ต่ำอีกด้วย ช่วยให้เกิดความเร็ว ความปลอดภัย ความคล่องตัว และการควบคุมทั้งหมดที่องค์กรต้องการในทุกแง่มุมของเครือข่าย เช่น การออกแบบ การสร้าง การบูรณาการ การจัดการ และการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยที่ประโยชน์หลักของ 5G สรุปได้ดังนี้

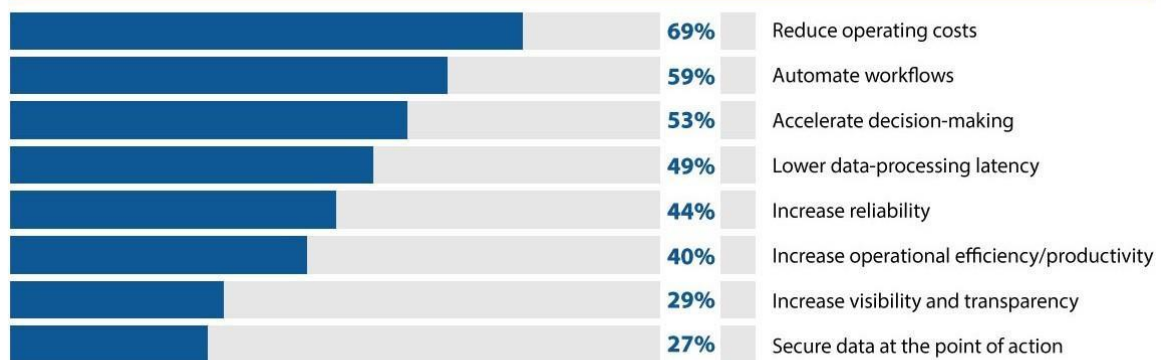
- 1) ประสิทธิภาพสูง: เครือข่ายเชื่อมโยงกับพื้นที่เฉพาะและให้ความเร็วในการเชื่อมต่อที่รวดเร็ว เวลาแฝงต่ำ และปราศจากการรบกวน รับประกันประสิทธิภาพ
- 2) ความปลอดภัยและการควบคุมเครือข่าย: เป็นเครือข่ายส่วนตัวโดยสมบูรณ์ที่สามารถขยายหรือลดขนาดได้ตามความจำเป็น ช่วยให้การรับส่งข้อมูลเครือข่ายอยู่ในสถานที่ปลอดภัย
- 3) ประหยัดต้นทุนและเพิ่มงบประมาณ: เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ปรับใช้ได้ง่ายกว่าเครือข่ายแบบมีสายและ Wi-Fi

4) ความคล่องตัว: ในสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรม 5G ส่วนตัวให้การควบคุมวิธีที่แอปพลิเคชันใช้เครือข่ายได้อย่างแม่นยำ และเมื่อคุณเคลื่อนที่ อุปกรณ์ต่าง ๆ จะสามารถสลับระหว่างส่วนของเครือข่ายได้อย่างราบรื่นโดยไม่ขาดการเชื่อมต่อ

### 3.2.11 Edge Computing ในอนาคตเป็นอย่างไร

อนาคต Edge Computing คาดว่าจะมีการใช้การประมวลผลแบบเอดจ์เพิ่มมากขึ้นในภาคส่วนต่างๆ รวมถึงการเกษตร การขนส่ง และโลจิสติกส์ เมื่อ Edge Computing แพร่หลายมากขึ้น ความต้องการฮาร์ดแวร์พิเศษ เช่น Edge Server และเซนเซอร์ เพื่อรองรับโครงสร้างพื้นฐานก็เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งการเปิดตัวเครือข่าย 5G คาดว่าจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการประมวลผลแบบเอดจ์ให้ดียิ่งขึ้น โดยให้ความเร็วที่เร็วเป็นพิเศษและความหน่วงต่ำสำหรับการประมวลผลและส่งข้อมูล นอกจากนี้ Edge Computing ยังเหมาะอย่างยิ่งสำหรับแอปพลิเคชัน AI เนื่องจากสามารถประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ ซึ่งคาดว่าจะช่วยส่งเสริมการเติบโตของ Edge AI และเมื่อมีการปรับใช้ระบบ Edge Computing มากขึ้น ก็จำเป็นต้องมีมาตรฐานและความสามารถในการทำงานร่วมกันเพื่อให้แน่ใจว่าระบบต่าง ๆ สามารถสื่อสารได้อย่างราบรื่น (Hadavi, 2023)

Elements of operational responsiveness where edge computing is expected to have the greatest impact in five years



Source: 2020 IBM Edge Computing Study; n=70.

#### รูปที่ 3-4 การใช้ประโยชน์ Edge computing ที่จะก่อให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจสูงสุด

ที่มา: Panamax; Naiashil Jha (2021)

จากการสำรวจโดยไอบีเอ็ม พบว่า 94% ของผู้ให้บริการด้านการสื่อสารคาดการณ์ว่าการประมวลผลแบบเอดจ์จะส่งผลดีต่อการตอบสนองในการปฏิบัติงานใน 5 ปี ตามมาด้วยค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่ลดลง เวิร์กโฟลว์อัตโนมัติ การตัดสินใจที่รวดเร็วขึ้น และลดความหน่วงในการประมวลผลข้อมูล ทั้งนี้ Edge Computing ถูกนำมาใช้เนื่องจากแรงผลักดันหลักสามประการที่ผลักดันจากบริการคลาวด์ ดึงจาก IoT และเปลี่ยนจากผู้บริโภคข้อมูลไปยังผู้ผลิต สิ่งนี้คาดว่า Edge Computing จะถูกนำไปใช้ในห้าภาคส่วนที่มีศักยภาพดังต่อไปนี้ (Shi W. et al, 2016)

### Cloud Offloading

แอปพลิเคชันหรือบริการที่ต้องการการตอบสนองแบบเรียลไทม์ เช่น การช้อปปิ้งออนไลน์และอุปกรณ์นำทาง ตัวอย่างของ Edge Computing เมื่อมีคนไปช้อปปิ้งออนไลน์ อาจมีการจัดการตะกร้าสินค้าบ่อยครั้ง หากข้อมูลได้รับการประมวลผลโดยค่าเริ่มต้นด้วยการประมวลผลแบบคลาวด์ อาจเป็นเรื่องยากหรือใช้เวลาพอสมควรในการเปลี่ยนแปลงตะกร้าสินค้า เช่นเดียวกับแอปพลิเคชันการนำทาง

### Cloud Offloading

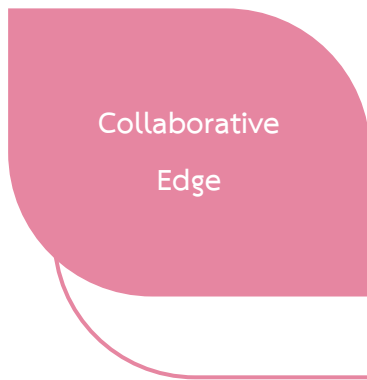
การวิเคราะห์วิดีโอ: เนื่องจากความล่าช้าในการส่งข้อมูลที่ยาวนานและข้อกังวลด้านความเป็นส่วนตัวที่อาจเกิดขึ้นจากการประมวลผลบนคลาวด์ที่จัดเก็บข้อมูลแบบรวมศูนย์ จึงไม่เหมาะสมสำหรับแอปพลิเคชันหรืออุปกรณ์ที่ต้องการการวิเคราะห์วิดีโออีกต่อไป ตัวอย่างเมื่อเด็กหายตัวไปในเมืองที่ติดตั้งกล้องวงจรปิด และหากใช้การประมวลผลแบบคลาวด์ การค้นหาเด็กอาจเป็นเรื่องยากเนื่องจากมีข้อมูลจำนวนมากบนเครือข่ายและการตอบสนองที่ช้า Edge Computing อาจเป็นประโยชน์สำหรับกรณีประเภทนี้

### บ้านอัจฉริยะ

การติดตั้งบ้านอัจฉริยะไม่ได้เป็นเพียงการเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านกับเครือข่าย Wi-Fi หรืออินเทอร์เน็ตเท่านั้น มันปล่อยข้อมูลปริมาณมากซึ่งจำเป็นต้องได้รับการประมวลผลเพื่อบริโภค เนื่องจากข้อมูลจากบ้านอัจฉริยะถูกใช้เฉพาะในบ้านนั้นเท่านั้น การประมวลผลแบบคลาวด์จึงไม่ใช่เทคโนโลยีที่สมบูรณ์แบบในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล

### เมืองอัจฉริยะ

แนวคิดเดียวกันนี้ใช้ได้กับเมืองอัจฉริยะเช่นกัน เนื่องจากปริมาณข้อมูลขนาดใหญ่ เวลาแฝงต่ำ และการรับรู้ตำแหน่ง การประมวลผล Edge ตามภูมิศาสตร์จึงเป็นประโยชน์



ด้วยการประมวลผลแบบคลาวด์ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บและส่งบนคลาวด์ เนื่องจากข้อกังวลด้านความปลอดภัยการทำงานร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้านข้อมูลจำนวนมากจึงมีข้อจำกัด ดังนั้น Edge Computing ซึ่งเชื่อมโยงเอเจจ์ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายราย ซึ่งมีการกระจายทางภูมิศาสตร์ แม้ว่าจะมีตำแหน่งทางกายภาพและโครงสร้างเครือข่ายก็ตาม จึงเป็นแอปพลิเคชันที่จะสามารถเข้ามาช่วยแก้ปัญหาในเรื่องนี้

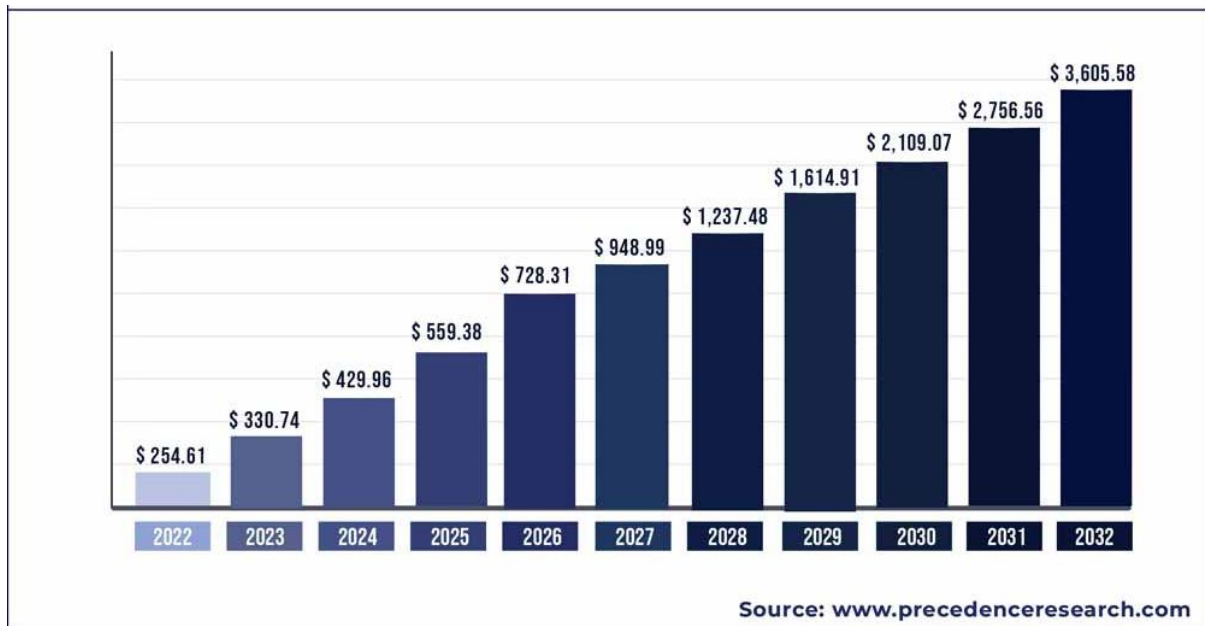
ตามที่ Gartner (2018) รายงานในบทความ “โครงสร้างพื้นฐานทางธุรกิจดิจิทัลจะขับเคลื่อน Edge Computing” ข้อมูลที่รวบรวมและประมวลผลโดยธุรกิจที่อยู่บนระบบรวบรวมข้อมูลแบบเดิมจะเพิ่มขึ้นจากน้อยกว่า 10% ในปี ค.ศ 2561 เป็น 75% ภายในปี ค.ศ 2565 ความนิยมของ IoT กำลังเพิ่มขึ้นสำหรับทั้งภาคธุรกิจและผู้บริโภค ขณะนี้มาถึงจุดที่รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติกำลังได้รับการพัฒนาบนท้องถนน อย่างไรก็ตามยังต้องการเทคโนโลยีที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สุดท้ายนี้นักวิเคราะห์ยังคงคาดการณ์ตั้งแต่เริ่มต้นเทคโนโลยีในปี ค.ศ 2562 ว่าอาจมีการเพิ่มเทคโนโลยีเพิ่มเติมจาก Edge Computing โดยเฉพาะปัญญาประดิษฐ์และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่จะมีบทบาทสำคัญในเทคโนโลยีนี้ที่จะมาถึงภายใน 5 ถึง 10 ปีข้างหน้า

### 3.2.12 การจำแนกตลาด Edge Computing

- จำแนกตามส่วนประกอบ: ฮาร์ดแวร์, ซอฟต์แวร์, บริการ, แพลตฟอร์มที่จัดการที่ขอบข่าย
- จำแนกตามขนาดองค์กร: องค์กรขนาดใหญ่, องค์กรขนาดกลางและขนาดเล็ก (SMEs)
- จำแนกตามการจัดตั้ง: ในสถานที่ (On Premise), บนคลาวด์
- จำแนกตามภาคอุตสาหกรรม: อุตสาหกรรม, พลังงานและสาธารณูปโภค, สุขภาพ, เกษตรกรรม, การขนส่งและโลจิสติกส์, คำปลีก, ศูนย์ข้อมูล, อุปกรณ์สวมใส่, เมืองอัจฉริยะ, บ้านอัจฉริยะ, อาคารอัจฉริยะ
- จำแนกตามการใช้งาน: Industrial Internet-of-Things (IoT), การตรวจสอบระยะไกล, การส่งมอบเนื้อหา, การวิเคราะห์วิดีโอ, AR/VR, อื่น ๆ

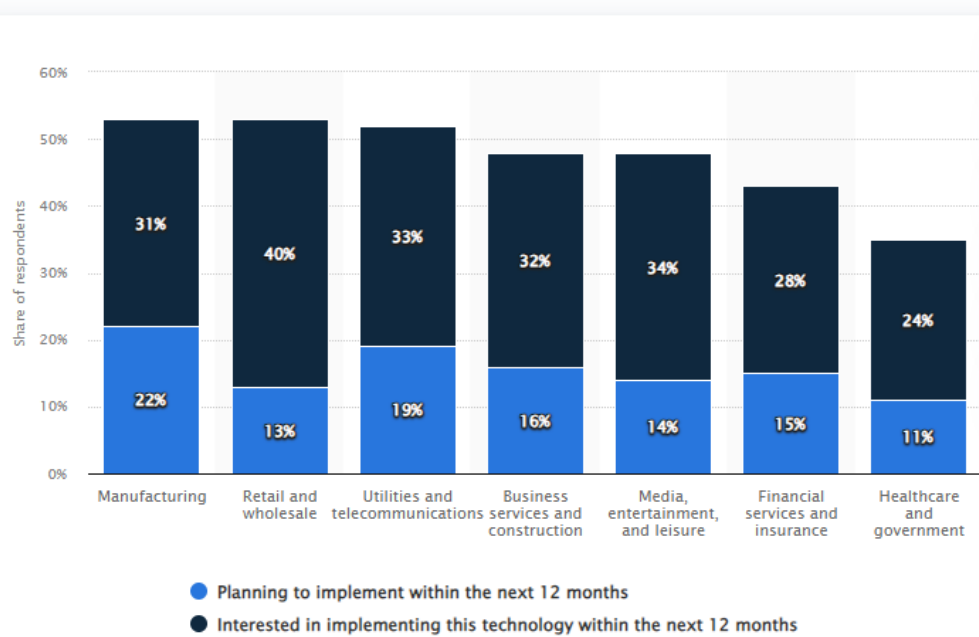
ขนาดตลาด Edge Computing ในตลาดโลกมีมูลค่าอยู่ที่ 11.99 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2022 และคาดการณ์ว่าจะเติบโตจาก 15.96 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ 2023 ถึง 139.58 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี ค.ศ 2030 โดยแสดงอัตราการเติบโตเฉลี่ยรวมปี (CAGR) ที่ 36.3% ในช่วงเวลาที่คาดการณ์ไว้

ตลาดในอเมริกาเหนือมีมูลค่า 4.13 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ 2022 การคำนวณที่ขอบข่ายเป็นเทคโนโลยีของการประมวลผลและการจัดเก็บข้อมูลใกล้กับแหล่งข้อมูลเพื่ออนุญาตให้มีการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างรวดเร็วและเรียลไทม์ ซึ่งเป็นเครือข่ายตาข่ายของศูนย์ข้อมูลขนาดเล็กที่ประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลในท้องถิ่น และส่งข้อมูลที่ได้รับทั้งหมดไปยังพื้นที่จัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์ ตลาดโลกคาดว่าจะเติบโตอย่างก้าวกระโดดเนื่องจากการใช้งานอุปกรณ์ขอบข่ายที่เพิ่มขึ้น อุปกรณ์เหล่านี้มีตั้งแต่อุปกรณ์ Internet of Things (IoT) เช่น จุดขายเคลื่อนที่, กล้องสมาร์ท, คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม และเซนเซอร์ทางการแพทย์ ไปจนถึงเกตเวย์และโครงสร้างพื้นฐานการคำนวณเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกอย่างรวดเร็วและเรียลไทม์จากแหล่งข้อมูล ตามการศึกษาของ Gartner ระบุว่า 75% ของข้อมูลจะถูกสร้างขึ้นนอกศูนย์ข้อมูลส่วนกลางภายในปี ค.ศ 2025 เทคโนโลยีที่กำลังเกิดขึ้นเช่น Industry 4.0, ปัญญาประดิษฐ์ และ IoT คาดว่าจะส่งเสริมการเติบโตของตลาดการคำนวณที่ขอบข่ายในช่วงเวลาที่คาดการณ์ไว้ (Fortune Business Insights, 2023)



รูปที่ 3-5 ขนาดตลาด, ส่วนแบ่ง, การเติบโต, แนวโน้ม และการคาดการณ์จากปี ค.ศ 2023 ถึงปี ค.ศ 2032

Precedenceresearch (2022) ได้ประเมินขนาดตลาด Edge Computing ของโลกในปี ค.ศ 2022 ไว้ที่ 254.61 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดว่าจะเติบโตไปมากกว่า 3,605.58 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี ค.ศ 2032 ซึ่งคิดเป็นอัตราการเติบโตเฉลี่ยรวมปี (CAGR) 30.4% ในช่วงเวลาการคาดการณ์จากปี ค.ศ 2023 ถึงปี ค.ศ 2032



รูปที่ 3-6 Edge computing adoption plan in organizations worldwide as of 2019, by industry  
ที่มา: Statista (2023)

ปัญญาประดิษฐ์แห่งสรรพสิ่ง (Artificial Intelligence of Things: AIoT) ได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงปีที่ผ่านมา รวมถึงมีการลงทุนอย่างมหาศาลเพื่อส่งเสริมการเติบโต ตั้งแต่อุปกรณ์ติดตามสุขภาพ ไปจนถึงอุปกรณ์ AR & VR และระบบขนส่งสาธารณะอัจฉริยะ (Smart Public Transit) ซึ่งนำ AI และ Machine Learning มาใช้เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของอุปกรณ์ IoT และด้วยความสามารถของ AIoT นี้ เครือข่ายและระบบต่าง ๆ จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบข้ามอุตสาหกรรม (Across Industry Verticals) และการนำใช้ AI ชิพเซ็ต และ Edge Network สามารถเพิ่มสมรรถนะของกระบวนการวิเคราะห์ และการตัดสินใจได้ (Fortune Business Insights, 2023)

Virtual Reality (VR) และ Augmented Reality (AR) กำลังได้รับการยอมรับอย่างรวดเร็วจากทั้งประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา เกมออนไลน์ที่ใช้เทคโนโลยี Metaverse การช้อปปิ้งเสมือนจริง และเมืองอัจฉริยะ ที่ได้เชื่อมต่อกับโลกดิจิทัล ช่วยให้ผู้บริโภคได้รับประสบการณ์เสมือนจริง ตามรายงานของ IDC ในปี ค.ศ 2022 การใช้จ่ายโลกใน AR/VR มีมูลค่า 13.8 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ 2022 และคาดว่าจะเติบโตเป็น 50.9 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี ค.ศ 2026 ความต้องการการใช้งานแอปพลิเคชันเรียลไทม์บน Edge Computing ร่วมกับเทคโนโลยี Cloud แบบผสมจะมีบทบาทสำคัญในการสร้างโลกเสมือนจริง ตัวอย่างเช่น ในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ 2021 Philips ได้เปิดตัวแพลตฟอร์มที่ใช้ AI เพื่อปรับปรุงการวินิจฉัยจากการสแกนภาพ ซึ่งทำให้กระบวนการรวบรวมและแบ่งปันข้อมูลผู้ป่วยง่ายขึ้น (Fortune Business Insights, 2023)

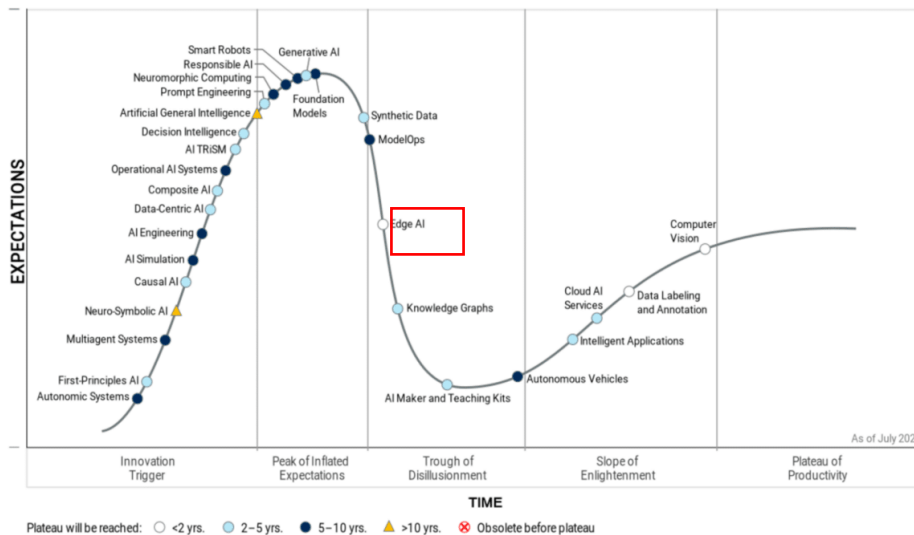
บริษัททั่วโลกกำลังผนวกบริการของตนเองเข้ากับระบบ Cloud แต่ด้วยการพึ่งพาออนไลน์ที่เพิ่มขึ้นจากปริมาณอุปกรณ์ IoT และ AI ทำให้เป็นปัญหาด้านการจราจรข้อมูลและการประมวลผล จึงส่งผล

ให้การให้บริการซอฟต์แวร์พร้อมใช้งานที่ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต หรือ Software as a Service (SaaS) ที่ขับเคลื่อนด้วย Edge บนโครงข่าย 5G ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ด้วยการเปิดตัว 5G การลงทุนของบริษัททั่วโลกที่ยังคงเพิ่มขึ้น มีบริษัทโทรคมนาคมมากกว่า 380 แห่งที่ลงทุนใน 5G เพื่อเพิ่มความเร็วและความคล่องตัว Edge Computing บนโครงสร้างพื้นฐาน 5G/6G จะสามารถลดความซับซ้อน ประหยัดค่าใช้จ่าย และเสริมสร้างการป้องกันด้านความปลอดภัยไซเบอร์ได้ ตัวอย่างเช่น ในเดือนมิถุนายน 2021 IBM Corporation ได้ร่วมมือกับบริษัทคู่ความร่วมมือมากกว่า 30 รายไม่ว่าจะเป็น Capgemini, Atos, Foghorn, HP Inc., Lenovo และอื่น ๆ ที่ให้บริการบน Edge ความร่วมมือนี้จะช่วยส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงดิจิทัลสำหรับลูกค้าองค์กร ให้ธุรกิจบรรลุเทคโนโลยี Edge เข้ากับการดำเนินงานกับลูกค้า โดยใช้ประโยชน์จากปัญญาประดิษฐ์ คลาวด์แบบผสม และ 5G (Fortune Business Insights, 2023)

ด้วยแรงผลักดันจากความต้องการข้อมูลและข้อมูลเชิงลึกแบบเรียลไทม์ในองค์กรต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันการเติบโตของ Edge Computing ได้มีการ คาดการณ์ว่าการใช้จ่ายทั่วโลกสำหรับ Edge Computing จะสูงถึง 176,000 ล้านดอลลาร์ในปี พ.ศ. 2565 และคาดว่าจะเติบโตเป็น 274,000 ล้านดอลลาร์ภายในปี พ.ศ. 2568 และภายในปี พ.ศ. 2566 คาดว่ามากกว่า 50% ของข้อมูลที่สร้างโดยองค์กรจะถูกสร้างและประมวลผลนอกศูนย์ข้อมูลหรือในคลาวด์ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากไม่ถึง 10% ในปี พ.ศ. 2562 (Columbus, 2022)

Gartner's Hype Cycle ได้แสดงความคาดหวังต่อการใช้งาน Edge Computing อย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ซึ่งความคาดหวังนี้เกิดขึ้นจากการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ซึ่ง Gartner เชื่อว่า Edge Computing เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่จะเป็นตัวเร่งความสามารถของ AI ล่าสุดปี พ.ศ. 2566 มุมมองของ Gartner ได้ขยับจาก Edge Computing ไปเป็น Edge AI แล้ว

Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2023



Gartner

รูปที่ 3-7 Hype Cycle สำหรับ Artificial Intelligence ในปี ค.ศ. 2023

ที่มา: Gartner (2023)

### 3.2.13 ผลของ Edge Computing ในอุตสาหกรรมโทรคมนาคม

**ประโยชน์หลักประการหนึ่งของ Edge Computing** คือ ช่วยลดผลกระทบของเวลาแฝงในแอปพลิเคชันได้อย่างมาก ซึ่งช่วยให้แอปพลิเคชันและบริการใหม่ ๆ บนเครือข่ายสามารถใช้ประโยชน์จากเวลาแฝงที่ลดลง และปรับปรุงประสบการณ์ของแอปที่มีอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามความก้าวหน้าใน 5G สำหรับบริษัทโทรคมนาคม แอปพลิเคชันและบริการที่ลูกค้าต้องการใช้บนเครือข่าย Edge ถือเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างรายได้ แต่ความสำเร็จขึ้นอยู่กับ การสร้างระบบนิเวศที่เหมาะสม และการประสานงานระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและพันธมิตรด้านเทคโนโลยี ผู้ให้บริการโทรคมนาคม โดยเฉพาะมีความน่าเชื่อถือ ทักษะและความสัมพันธ์ในการคว้าโอกาสในการสร้างรายได้เหล่านี้ในตลาดเอจด์ ขณะที่เราพัฒนาแพลตฟอร์มและบริการที่สามารถใช้ประโยชน์จากการเชื่อมต่อแบนด์วิดท์สูงที่แพร่หลายของ Edge Computing ลูกค้าของพวกเขา ก็อยู่ในตำแหน่งที่ดีขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการในด้านต่าง ๆ เช่น การส่งมอบการดูแลคุณภาพ การตอบสนองในกรณีฉุกเฉิน ประสิทธิภาพการผลิต ความแออัดของการจราจร และความปลอดภัยทางอุตสาหกรรม

นอกจากนี้ การประมวลผลแบบเอจด์ช่วยให้บริษัทโทรคมนาคมสามารถสร้างเครือข่ายที่มี **ความยืดหยุ่นมากขึ้น** ซึ่งสามารถรักษาการดำเนินงานได้แม้ภายใต้สภาวะที่ซับซ้อนหรือในกรณีของเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด เนื่องจากในโมเดลเอจด์ตำแหน่งอุปกรณ์ต่อพ่วงมีความเป็นอิสระในการจัดการ และสามารถรักษาระดับพลังงานประมวลผลที่ดีเพื่อให้สามารถทำงานได้ต่อไป แม้ว่าศูนย์ข้อมูลส่วนกลางจะมีปัญหาหรือหยุดทำงานไปเลยก็ตาม สุดท้ายนี้แพลตฟอร์มแบบเอจด์ยังอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานที่ราบรื่นสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันจำนวนมาก โดยเสนอความสามารถในการทำงานร่วมกันที่ดีขึ้นและสามารถรองรับสภาพแวดล้อมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย (Righini, 2022)

### 3.2.14 การใช้ Edge Computing ในประเทศไทย

Edge computing เป็นกระบวนการประมวลผลและการดำเนินงานที่อุปกรณ์เอง ซึ่งสามารถประมวลผลได้ที่ขอบ (Edge) ของเครือข่ายและทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ที่แหล่งที่มาของข้อมูล ส่งผลให้ลดปริมาณข้อมูลที่ต้องถูกถ่ายโอน และลดค่าใช้จ่ายในการรับส่งข้อมูลรวมทั้งลดความหน่วงของเวลา อย่างไรก็ตาม Edge Computing ต้องการเครือข่ายที่มีศักยภาพสูง ซึ่งจำเป็นต้องมีการออกแบบใหม่เพื่อให้บริการในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายของผู้ให้บริการ และทำให้เกิดรูปแบบการกำหนดราคาที่มีความซับซ้อนขึ้น

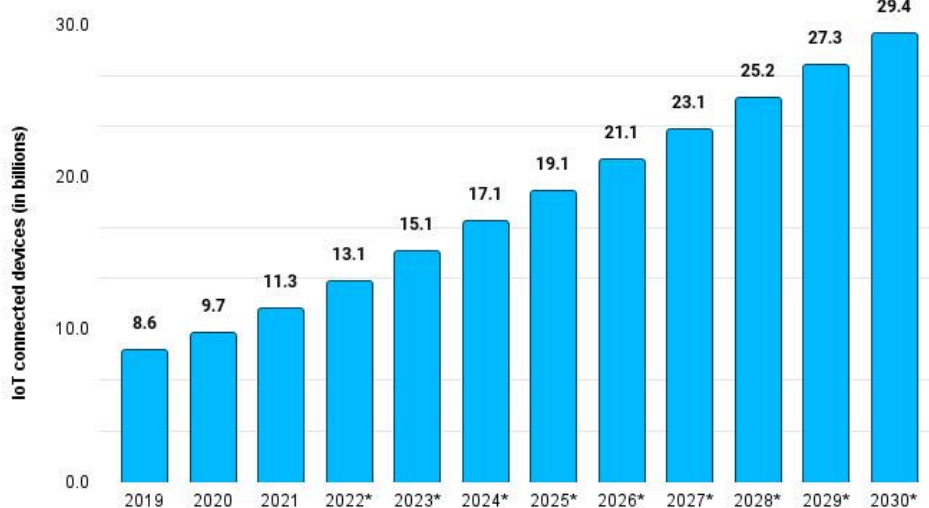
ซึ่งสำหรับประเทศไทย มีการคาดการณ์ว่าจะมีสัดส่วนการประมวลผลสูงถึง 40% เกิดขึ้นที่ Edge network ในระยะเวลา 1-2 ปีข้างหน้า (นับจากปี พ.ศ. 2563) ตลาด Edge computing ทั่วโลกคาดว่าจะมีการเติบโตจาก 41,000 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2560 เป็น 574,000 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2565 ด้วยอัตราการเติบโต 69.5% โดยปัจจัยหลักที่ขับเคลื่อนการเติบโตของ Edge Computing ก็คือ จำนวนอุปกรณ์ IoT ที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก การใช้งานคลาวด์ที่เพิ่มขึ้น และความต้องการสำหรับการประมวลผลที่มากขึ้นในอุปกรณ์ขนาดเล็ก (Depa, 2563)

### 3.3 Automotive IoT

#### 3.3.1 Automotive IoT คืออะไร และทิศทางในอนาคตของอุตสาหกรรมนี้จะเป็นอย่างไ

การเติบโตของผู้คนที่ใช้ชีวิตแบบดิจิทัลอย่างต่อเนื่องทำให้ความต้องการอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในปัจจุบันปริมาณความต้องการทั่วโลกมีมากกว่า 13 พันล้านอุปกรณ์จากความต้องการการทำงานแบบอัตโนมัติที่ช่วยส่งเสริมให้ธุรกิจต่าง ๆ นำ Smart solutions ไปใช้ในโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งทำให้ธุรกิจโทรคมนาคมมีความได้เปรียบ เนื่องจากกลุ่มธุรกิจโทรคมนาคมมีทั้งทักษะและทรัพยากรในการเชื่อมต่อควบคุม และจัดการอุปกรณ์ IoT ผ่านเครือข่ายของตน บริษัทโทรคมนาคมส่วนใหญ่จะรวมการให้บริการเซ็นเซอร์ อุปกรณ์ การเชื่อมต่อเครือข่าย และแอปพลิเคชัน IoT ไว้ด้วยเพื่อสร้างบริการที่มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น และดีขึ้น (York, 2022)

Number of IoT connected devices worldwide 2019-2030



รูปที่ 3-8 จำนวนของอุปกรณ์ IoT ทั่วโลกระหว่างปี ค.ศ. 2019-2030

ที่มา: York (2022)

IoT ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยานยนต์เป็นอย่างมาก โดยถือเป็นการปฏิวัติวิธีการทำงานของยานพาหนะ ที่มีความสามารถในการสื่อสารและโต้ตอบกับสภาพแวดล้อมรอบตัว และเนื่องจาก IoT ยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางมากขึ้น อุตสาหกรรมยานยนต์จึงมีแนวโน้มที่จะพัฒนาสามารถและมีความก้าวหน้าได้มากขึ้นอีกมหาศาล (Sotatek, 2023)

เมื่อบูรณาการ IoT ในอุตสาหกรรมยานยนต์จะเรียกว่า Automotive IoT เป็นการบูรณาการเซนเซอร์อัจฉริยะ อุปกรณ์ และโซลูชันการเชื่อมต่อในยานพาหนะเพื่อสร้างประสบการณ์การขับขี่ที่เชื่อมต่อและชาญฉลาดยิ่งขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์มีความสามารถในการรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับยานพาหนะอื่น ๆ โครงสร้างพื้นฐาน และแพลตฟอร์มบนคลาวด์ สามารถใช้งานคุณสมบัติขั้นสูงที่หลากหลาย เช่น ตรวจสอบข้อมูลการจราจรแบบเรียลไทม์ การคาดการณ์การบำรุงรักษา และบริการสาธารณะที่ส่วนบุคคล สิ่งสำคัญที่สุดคือ การบูรณาการ IoT ในอุตสาหกรรมยานยนต์ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถก้าวไปสู่นวัตกรรมที่เป็นที่ต้องการคือการเปลี่ยนรถยนต์ให้กลายเป็นปัญญาประดิษฐ์ได้ (Sotatek, 2023)

Internet of Things (IoT) เป็นระบบฝังตัวและโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายเชื่อมต่อสิ่งต่าง ๆ ทางกายภาพกับระบบผู้ใช้ปลายทาง เพื่อใช้ประมวลผลและถ่ายโอนข้อมูลด้วยการใช้อินเทอร์เน็ต อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นหนึ่งในภาคส่วนการพัฒนา IoT ที่เติบโตอย่างรวดเร็ว อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตที่ใหญ่ที่สุดในโลก โดยมีการผลิตรถยนต์และรถบรรทุกมากกว่า 70 ล้านคันทุกปี และรายได้รวมของอุตสาหกรรมรถยนต์ทั่วโลก 3 ล้านล้านดอลลาร์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 3.65 ของ GDP รวมทั่วโลก (Ismail et al., 2022)

การประยุกต์ใช้ IoT ในอุตสาหกรรมยานยนต์ได้สร้างโอกาสใหม่มากมายสำหรับผู้ผลิตและผู้ซื้อรถยนต์ทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการเชื่อมต่อระหว่างกันของยานพาหนะ ไปจนถึงการขนส่งอัตโนมัติ ซึ่ง IoT ได้รวมเอาเทคโนโลยีที่นำไปสู่การเกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ ในยานยนต์ ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ Radio Frequency Identification (RFID) บลูทูธ Wi-Fi Vehicle-to-vehicle (V2V) Vehicle-to-everything (V2X) และ Ethernet ในรถยนต์ ซึ่งนำประโยชน์มากมายมาสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สำหรับทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดียิ่งขึ้น การบันทึกข้อมูลเหตุการณ์ระบบนำทางยานพาหนะแบบเรียลไทม์ กระบวนการผลิตที่เร็วขึ้นและปรับปรุง ลดความเสี่ยงและเพิ่มมาตรฐานความปลอดภัยจากการโจรกรรม ระบบการจัดการยานพาหนะฉุกเฉิน การจัดการการจราจรและระบบเก็บค่าผ่านทาง การหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุ การนำทางที่รวดเร็วเพื่อลดเวลาการเดินทางและเชื้อเพลิง ระบบรักษาความปลอดภัยและการตรวจสอบอุปกรณ์ รวมทั้งการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์เกี่ยวกับสมรรถนะของยานพาหนะและความสามารถทางกายภาพของผู้ขับขี่ ซึ่งช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานและปรับปรุงความปลอดภัยของยานพาหนะ ความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลและเปิดใช้งานคุณสมบัติต่าง ๆ ของรถยนต์ได้อย่างง่ายดายผ่านทางแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น ตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงและตำแหน่งที่จอดรถ การสตาร์ทเครื่องยนต์ตามกำหนดเวลา และอัปเดตประสบการณ์ระบบสาธารณะในรถยนต์ (Ismail et al., 2022; Rahim et al., 2021)

### 3.3.2 การใช้ IoT ในอุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบัน

Statek (2023) ได้อธิบายกรณีการใช้งานอันดับต้น ๆ ของ Automotive IoT ไว้ 5 รูปแบบ ดังนี้

#### รูปแบบที่ 1 การจัดการยานพาหนะ

IoT มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินการจัดการกลุ่มยานพาหนะ ด้วยระบบติดตามที่เปิดใช้งาน IoT ผู้ใช้ยานพาหนะสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพของยานพาหนะ พฤติกรรมของผู้ขับขี่ขณะขับขี่ อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และข้อกำหนดในการบำรุงรักษาแบบเรียลไทม์ แนวทางที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลนี้ช่วยให้ใช้งานกลุ่มยานพาหนะได้อย่างมีประสิทธิภาพ กำหนดเส้นทางที่เหมาะสม และกำหนดเวลาการบำรุงรักษาเชิงรุก นอกจากนี้โซลูชัน IoT ยานยนต์ยังให้ข้อมูลเชิงลึกในด้านความปลอดภัยของผู้ขับขี่ ช่วยให้บริษัทต่าง ๆ สามารถดำเนินโปรแกรมการฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยรวมได้

#### รูปแบบที่ 2 รถยนต์ที่เชื่อมต่อ

หนึ่งในแอปพลิเคชันหลักของ Automotive IoT คือการอำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อที่ราบรื่นระหว่างยานพาหนะด้วยกันเอง รถยนต์สามารถสร้างเครือข่ายโดยการบูรณาการอุปกรณ์ IoT และเซนเซอร์ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเรียลไทม์ การเชื่อมต่อนี้เรียกว่า CV2X (Cellular vehicle to everything) ตามการเชื่อมต่อของรถกับวัตถุต่างๆ CV2X แบ่งย่อยออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1) Vehicle-to-vehicle (V2V): การสื่อสารนี้ช่วยให้ยานพาหนะระยะใกล้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ ครอบคลุมข้อมูลที่สำคัญ เช่น ตำแหน่ง ความเร็ว และพลวัต ด้วยการเชื่อมต่อ V2V จึงสามารถป้องกันอุบัติเหตุได้ และอำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายยานพาหนะฉุกเฉิน เช่น รถพยาบาลและรถดับเพลิงท่ามกลางการจราจร

2) Vehicle-to-infrastructure (V2I): การเชื่อมต่อ V2I เกี่ยวข้องกับเครือข่ายที่เกี่ยวข้องกับยานพาหนะและโครงสร้างพื้นฐานของถนน โดยทั่วไปองค์ประกอบโครงสร้างพื้นฐานใน V2I ได้แก่ สัญญาณไฟจราจร เครื่องหมายช่องทางเดินรถ และตู้เก็บค่าผ่านทาง V2I มีบทบาทสำคัญในการรับประกันการสัญจรที่ราบรื่นและลดปัญหาการต่อคิวยาวที่ด่านเก็บเงินหรือปั้มน้ำมัน

3) Vehicle-to-pedestrian (V2P): ช่วยให้คนเดินถนนเชื่อมต่อกับเครือข่าย CV2X ผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ แอปพลิเคชันนี้ช่วยให้คนเดินเท้าสามารถค้นหาและหลีกเลี่ยงและติดตามเวลาโดยประมาณที่จะมาถึงเพื่อการขนส่ง นอกจากนี้คนเดินเท้ายังสามารถโต้ตอบกับระบบคนเดินถนนและควบคุมสัญญาณไฟจราจรเพื่อให้ทางแยกได้อย่างปลอดภัย

4) Vehicle-to-network (V2N): เกี่ยวข้องกับการบูรณาการระบบ Intelligent Transport System (ITS) และแผนกพยากรณ์อากาศเข้ากับเครือข่าย การบูรณาการนี้ช่วยให้ผู้ขับขี่ได้รับการแจ้งเตือนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศหรืออุบัติเหตุบนท้องถนน นอกจากนี้ยานพาหนะยังสามารถเชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟนช่วยให้ผู้ขับขี่ใช้คำสั่งเสียงเพื่อควบคุมระบบเพลงของรถและ GPS ในขณะขับขี่

### รูปแบบที่ 3 ระบบบำรุงรักษายานยนต์

IoT มีความสามารถที่โดดเด่นในด้านของการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์สำหรับยานยนต์ ด้วยความสามารถของเซนเซอร์ที่อยู่ในส่วนประกอบต่าง ๆ ของรถยนต์ ที่จะรวบรวมข้อมูลและส่งไปยังแพลตฟอร์มแบบรวมศูนย์ และการประมวลผลผ่านการใช้อัลกอริทึม ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ในอนาคตสำหรับแต่ละองค์ประกอบของยานยนต์ตามประสิทธิภาพในปัจจุบัน นอกจากนี้ IoT ยังช่วยให้ผู้ใช้สามารถป้องกันระบบการบำรุงรักษายานยนต์แบบเชิงรุกเพื่อป้องกันไม่ให้อินส่วนของยานพาหนะเกิดความเสียหายอย่างกะทันหัน และเช่นเดียวกับไฟแสดงบนแผงหน้าปัดในรถยนต์ ระบบนี้จะแจ้งให้ผู้ขับขี่ทราบทันทีเกี่ยวกับความผิดปกติที่อาจจะเกิดขึ้น ซึ่ง IoT สามารถปฏิบัติภารกิจได้ทั้งการแจ้งเตือนในรถยนต์ และการแจ้งเตือนที่จะถูกส่งไปยังอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ขับขี่ล่วงหน้าก่อนที่ปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น ผู้ขับขี่สามารถตรวจสอบประสิทธิภาพของยานพาหนะของตน และซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนรถยนต์แบบเชิงรุกก่อนเกิดความเสียหาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการเดินทางในระยะไกล และยานพาหนะที่บรรทุกของหนัก ด้วยการควบคุมพลังงาน ระบบบำรุงรักษายานยนต์ ด้วยเหตุนี้ ผู้ขับขี่จึงได้รับทั้งความคุ้มค่า ความปลอดภัย และประหยัดเวลา รวมทั้งยังหลีกเลี่ยงความเสียหายของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของยานยนต์ในขณะที่อยู่บนท้องถนนอีกด้วย

### รูปแบบที่ 4 ยานพาหนะขับเคลื่อนอัตโนมัติ

การบูรณาการ IoT ในรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติได้ปลดล็อกความเป็นไปได้ในขอบเขตของรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยตนเอง ด้วยการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี IoT เช่น เซนเซอร์ กล้อง และอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง ยานพาหนะอัตโนมัติสามารถรับรู้สภาพแวดล้อม ทำการตัดสินใจแบบเรียลไทม์และนำทางได้อย่างปลอดภัย IoT ช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างต่อเนื่องระหว่างรถยนต์และสภาพแวดล้อม ทำให้มั่นใจได้ถึงประสบการณ์การขับขี่อัตโนมัติที่ราบรื่น ด้วยความก้าวหน้าอย่างมากที่มากขึ้นรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยตนเองมีศักยภาพในการปฏิวัติการคมนาคมขนส่งโดยให้ประโยชน์ต่างๆ เช่น อุบัติเหตุที่ลดลง การไหลเวียนของการจราจรที่ดีขึ้น และความคล่องตัวที่เพิ่มขึ้นสำหรับบุคคลที่มีความคล่องตัวจำกัด

### รูปแบบที่ 5 ระบบ Infotainment และ Telematics ในรถยนต์

ระบบสาระบันเทิงในรถยนต์ที่ได้รับการปรับปรุงโดย IoT นำเสนอบริการต่างๆ รวมถึงการสตรีมเพลง การนำทาง ระบบนำทางด้วยเสียง และการโทรแบบแฮนด์ฟรี โดยที่ Volvo ได้สร้างนวัตกรรมระบบสาระบันเทิง Sensus Connect โดยผสมผสานบริการบนคลาวด์ ซึ่งรวมถึงการนำทางขั้นสูงที่มีแผนที่ 3 มิติ การอัปเดตแผนที่เป็นประจำ และความสามารถในการส่งคำแนะนำเกี่ยวกับจุดหมายปลายทางจากระยะไกล การพัฒนาเหล่านี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างการเชื่อมต่อที่ราบรื่นระหว่างรถยนต์ Volvo กับเครือข่ายออนไลน์ที่กว้างขึ้นซึ่งจะทำให้ประสบการณ์การเป็นเจ้าของรถยนต์มีความคล่องตัวในท้ายที่สุด

ทั้งนี้ Ismail et al. (2022) ได้ชี้ให้เห็นว่าการที่ IoT กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากการใช้งานที่หลากหลาย และเจ้าของรถยนต์และผู้ผลิตรถยนต์ก็สนใจใช้งาน IoT มากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ระบบขั้นสูงนี้อาจมีข้อผิดพลาดได้ในเรื่อง on-board diagnostic port (OBD) การโจมตีทางไซเบอร์เพื่อเข้าสู่เครือข่ายของ

ยานยนต์ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์เพื่อดูแลให้ระบบทำงานได้อย่างราบรื่น เพราะความปลอดภัยถือเป็นเรื่องสำคัญที่สุด

### 3.3.3 IoT กำลังเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมยานยนต์อย่างไร

Internet of Things ในอุตสาหกรรมยานยนต์ช่วยให้รถยนต์ที่เชื่อมต่ออยู่ในการสื่อสารต่อเนื่องแบบเรียลไทม์กับระบบนิเวศที่เชื่อมต่ออยู่โดยรอบ สิ่งนี้ทำให้อุตสาหกรรมขั้นสูงเป็นไปได้และเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมยานยนต์อย่างต่อเนื่องในหลาย ๆ ด้าน รวมถึงดังต่อไปนี้ (Nødskov, 2022)

## 1

### ยานพาหนะขับเคลื่อนอัตโนมัติ

การบูรณาการเทคโนโลยี IoT ในอุตสาหกรรมยานยนต์ทำให้เรามีรถยนต์ที่เชื่อมต่อและรถยนต์อัจฉริยะ ซึ่งปูทางไปสู่อนาคตของอุตสาหกรรมยานยนต์ ในขณะที่เทคโนโลยีระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ก้าวหน้าไป ยานพาหนะไร้คนขับก็ได้รับความสนใจในอุตสาหกรรมยานยนต์มากขึ้น เมื่อปี พ.ศ. 2562 ทาง Statista คาดการณ์ว่าภายในปี พ.ศ. 2566 ตลาดรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติจะเติบโตเกือบ 60% รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติมีประโยชน์ต่อทั้งผู้สัญจรและผู้ขับขี่เชิงพาณิชย์ สามารถช่วยเหลืองานต่างๆ เช่น การขับขี่ การเบรก การจอดรถ และการเปลี่ยนเลน

ทั้งนี้ไม่เพียงแต่นำมาซึ่งความสะดวกสบายของผู้ใช้ในระดับใหม่ แต่ยังสามารถเพิ่มความปลอดภัยทางถนนโดยการลดข้อผิดพลาดของมนุษย์ ซึ่งนำไปสู่สภาพถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้นสำหรับทุกคน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความก้าวหน้า เช่น Robotaxi ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ประกาศโดย Tesla ซึ่งจะช่วยให้เจ้าของ Tesla ทุกคนสามารถแบ่งปันรถของตนกับผู้อื่นในช่วงเวลาที่กำหนดผ่านแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนได้ นอกจากนี้ยังสามารถส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมด้วย เนื่องจากจะช่วยลดจำนวนรถยนต์บนท้องถนนและยังรวมถึงมลพิษทางอากาศที่เกี่ยวข้องกับยานพาหนะอีกด้วย

## 2

## การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์

รถยนต์ที่ผลิตด้วยความสามารถของ IoT จะมีเซนเซอร์ฝังอยู่ซึ่งรวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพของชิ้นส่วนเฉพาะของยานพาหนะ จากนั้นพวกเขาจะถ่ายโอนข้อมูลที่รวบรวมไปยังคลาวด์ซึ่งมีการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ เช่น ประมวลผลข้อมูล ประเมินสภาพของส่วนประกอบแต่ละชิ้น ประเมินความเสี่ยงของการทำงานผิดพลาด และคาดการณ์เมื่อชิ้นส่วนจำเป็นต้องได้รับการอัปเดต ซ่อมบำรุง หรือเปลี่ยนใหม่

การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์เป็นคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคทั้งในภาคอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ ตั้งแต่การตรวจสอบประสิทธิภาพของกลุ่มรถไปจนถึงการแจ้งปัญหาใดๆ แก่ผู้ขับขี่ และการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการบริการหรือการซ่อมแซมที่อาจเกิดขึ้น การบำรุงรักษาแบบคาดการณ์ล่วงหน้าจะช่วยปรับปรุงประสบการณ์ผู้ใช้สำหรับทุกคน

## 3

## ระบบติดตามผู้ขับขี่

ระบบติดตามผู้ขับขี่จะตรวจสอบพฤติกรรมและการกระทำของคนขับผ่านกล้องในรถยนต์ที่ใช้พลังงานต่ำและเทคโนโลยีการมองเห็นขั้นสูง และส่งการแจ้งเตือนเพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุและภัยพิบัติ ระบบตรวจสอบผู้ขับขี่ที่ใช้ AI ประกอบด้วยคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น

- **การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ขับขี่:** ตรวจจับอาการง่วงนอนของผู้ขับขี่ การขับรถฟุ้งซ่าน และแม้แต่อารมณ์ของผู้ขับขี่ หากผู้ขับขี่มีอาการเช่น อาการง่วงนอนหรือส่งข้อความขณะขับรถ ระบบจะแจ้งเตือนผู้ขับขี่ผ่าน SMS ภาพ เสียง หรือการสั่น ทำให้ผู้ขับขี่สามารถตื่นตัวอยู่บนท้องถนนได้

- **การตรวจสอบตำแหน่งผู้ขับขี่:** ประเมินว่าผู้ขับขี่คาดเข็มขัดนิรภัยหรือไม่ และยังสามารถปรับแต่งเพื่อตรวจจับว่าผู้ขับขี่อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการติดตั้งถุงลมนิรภัยไว้อันตรายหรือไม่

- **จำนวนผู้เข้าพักในห้องพักโดยสาร:** ตรวจสอบจำนวนผู้เข้าพักในห้องโดยสารและแจ้งให้ผู้ขับขี่ทราบหากมีผู้โดยสารสูญหายออกจากห้องพักโดยสาร

#### 4

### การวิเคราะห์สภาพถนนและการให้ความช่วยเหลือในการนำทาง

หนึ่งในแอปพลิเคชันที่น่าตื่นตาตื่นใจที่สุดใน IoT ของยานยนต์คือการวิเคราะห์สภาพถนนและการให้ความช่วยเหลือในการนำทาง นวัตกรรมนี้ช่วยให้แอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนที่ขับเคลื่อนด้วย AI สามารถตรวจจับสภาพถนนได้แบบเรียลไทม์ และอัปเดตข้อมูลให้กับผู้ขับขี่อย่างต่อเนื่อง เช่น การจำกัดความเร็ว งานก่อสร้าง การปิดถนน และอุบัติเหตุ ด้วยข้อมูลนี้ผู้ขับขี่สามารถเลือกเส้นทางอื่นไปยังจุดหมายปลายทางได้ รวมทั้งความช่วยเหลือในการนำทางช่วยอำนวยความสะดวกนี้ โดยอิงตามสภาพถนนและการจราจรแบบเรียลไทม์ คุณสมบัติที่ผสมผสานรวมนี้ให้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุดและช่วยนำทางผู้ขับขี่ไปยังจุดหมายปลายทาง สิ่งนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้ขับขี่ที่เดินทางผ่านเส้นทางที่ไม่คุ้นเคย

#### 5

### Automotive IoT ช่วยลดปัญหาการขยายตัว

ในข้างต้นเป็นเพียงตัวอย่างบางส่วนของแนวโน้มใน Automotive IoT แม้ว่ายานพาหนะที่ขับเคลื่อนอัตโนมัติมีแนวโน้มที่จะมีความสำคัญ แต่การใช้เซนเซอร์และระบบ ADAS ที่เพิ่มขึ้นในยานพาหนะในปัจจุบัน เช่น การจอดรถอัตโนมัติและการเปลี่ยนเส้นทางเพื่อหลีกเลี่ยงความแออัดก็มีความสำคัญไม่แพ้กันในการเดินทางสู่ระบบนิเวศการขนส่งที่เชื่อมต่อกัน

### 3.3.4 แนวโน้มการใช้งาน Automotive IoT

ในปี พ.ศ. 2553 หลังจากที่ Google เริ่มโปรโมทการทดลองรถยนต์ขับเคลื่อนด้วยตนเอง และหลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2557 ผู้ผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่อย่าง Mercedes S Class ก็เริ่มการผลิต Autonomous car และมีผู้ผลิตเพิ่มขึ้นทุกปีหลังจากนั้น ทำให้ Gartner ได้พิจารณาการจัดอันดับ Autonomous Vehicles ให้อยู่ในจุดของการเริ่มต้นการเติบโต (Ross, 2015) ซึ่ง Gartner (Firstpost, 2015) ได้ระบุการคาดการณ์การเติบโตของ Automotive IoT ไว้ใน Gartner Hype Cycle ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ว่าเป็นเทคโนโลยีในกลุ่มที่อยู่จุดสูงสุดของความคาดหวัง (The peak of inflated expectations) ที่มีการโฆษณาชวนเชื่อถึงการใช้งานของนวัตกรรมมากกว่าหลักฐานที่ยืนยันการใช้งานจริง ดังนั้น Automotive IoT หรือ Autonomous Vehicles จึงเป็นเทคโนโลยีที่ถูกจับตามอง และคาดการณ์การใช้งานจริงไว้ที่ปี พ.ศ. 2560 – 2563

จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2563 Gartner Hype Cycle (2020) ได้จัดให้ Autonomous Vehicles ไปอยู่ในกลุ่มเทคโนโลยีที่มีความน่าสนใจถดถอยลง เพราะยังไม่มีผลลัพธ์ที่เป็นรูปเป็นร่างในตลาดของการใช้งานมายืนยัน (Trough of Disillusionment) และคาดการณ์การใช้งานจริงไว้ว่าจะเกิดขึ้นหลังจากปี พ.ศ. 2573 ไปแล้ว

ตลาด IoT ในอุตสาหกรรมยานยนต์ได้ขยายตัวไปทั่วโลกตั้งแต่ยุคเริ่มต้นของอินเทอร์เน็ต จากข้อมูลสถิติของ researchandmarkets (Severoni, 2022) พบว่ามูลค่าตลาดในปี พ.ศ. 2563 มีถึง 31,000 ล้านดอลลาร์ โดยมีการคาดการณ์อัตราการเติบโต 21.12% ในปี พ.ศ. 2564 ซึ่ง และคาดว่าจะมีมูลค่าเกือบ 100,000 ล้านดอลลาร์ในปี พ.ศ. 2569 และในขณะเดียวกัน Statista (2022, cited in AimproSoft, 2023) ได้ประมาณการรายได้ในตลาด IoT สำหรับยานยนต์ว่าจะสูงถึง 23,600 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี พ.ศ. 2568 โดยคาดหวังว่า IoT จะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่ง เพิ่มความสามารถในการจัดการยานพาหนะขั้นสูง และสร้างประสบการณ์การขับขี่ที่เหนือกว่าไปสู่วิสัยทัศน์ของยานยนต์ไร้คนขับแห่งอนาคต

แต่ไม่ว่าเป้าหมายและแรงขับเคลื่อนจะเป็นอย่างไร ทุกบริษัทที่ดำเนินธุรกิจในอุตสาหกรรมยานยนต์จะต้องคำนึงถึงแนวโน้มบางประการที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ 4 แนวโน้ม ได้แก่

1) รูปแบบการบริโภคใหม่ (ตั้งแต่การเป็นเจ้าของไปจนถึงการแบ่งปัน): แม้ว่าการเป็นเจ้าของรถยนต์จะยังคงเป็นรูปแบบที่โดดเด่น แต่ผู้คนจำนวนมากขึ้นโดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ในเมืองและคนรุ่นใหม่จะตัดสินใจไม่ซื้อรถยนต์โดยเลือกทางเลือกอื่น เช่น การเช่า การแบ่งปัน (Car sharing) หรือการใช้บริการเคลื่อนที่ ซึ่งมีแนวโน้มว่าผู้คนจำนวนมากจะหันมาให้ความสนใจกับการใช้จ่ายระยะสั้นที่มีความยืดหยุ่นพร้อมบริการระดับพรีเมียม ซึ่งก็คือกระบวนการที่ใหม่ที่มองระบบการเดินทางเป็น Mobility as a Service (MaaS)

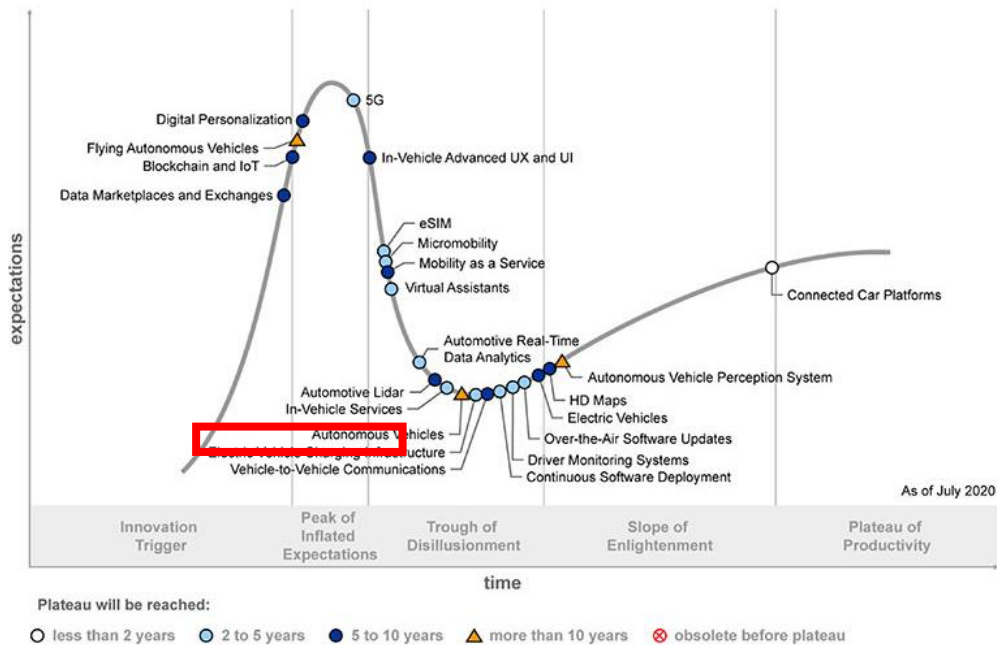
2) ระบบนิเวศดิจิทัลที่ไร้รอยต่อ: ลูกค้านำความคาดหวังกับบริการการเชื่อมต่อ การเดินทาง ความบันเทิง สัมคม การต้อนรับแบบองค์รวมที่ราบรื่น

3) โซลูชันส่วนบุคคล (Personalized): IoT สามารถมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการปรับเปลี่ยนประสบการณ์ของลูกค้าผู้ขับขี่ยานยนต์ ที่ออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการ โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่รวมเอาข้อมูลเชิงลึกและข้อมูลแบบเรียลไทม์เข้าด้วยกัน



รูปที่ 3-9 Gartner's Hype Cycle, 2015

ที่มา: Firstpost (2015)

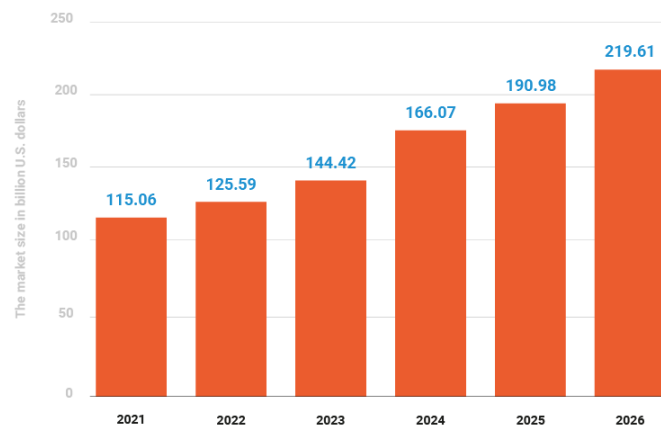


รูปที่ 3-10 Gartner's Hype Cycle for Connected Vehicles and Smart Mobility, 2020

ที่มา: Thales Group (2020)

4) นวัตกรรมที่บูรณาการเข้ากับสภาพแวดล้อมโดยรอบ: ในระยะยาว นวัตกรรมของอุตสาหกรรมยานยนต์ เช่น รถยนต์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจะต้องสามารถบูรณาการภายในเมืองอัจฉริยะได้ ไม่ว่าจะเป็นระบบจัดการจราจรและดูแลการปล่อยก๊าซมลพิษได้จะต้องตั้งค่าให้มีความชาญฉลาดมากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีการรับข้อมูลของ IoT ก็ส่งผลต่อการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานภายในและภายนอกบริบทของเมือง รวมถึงการใช้เครือข่าย 5G ซึ่งเป็นมาตรฐานที่นำมาใช้ทั่วโลกเพื่อปรับปรุงการสื่อสารข้อมูลอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ที่จะส่งผลกระทบต่อ การเชื่อมต่อระหว่างรถยนต์และสภาพแวดล้อมด้วย

**MARKET SIZE OF THE AUTOMOTIVE INTERNET OF THINGS (IOT) IN 2021, WITH A FORECAST THROUGH 2026**  
(in billion U.S. dollars)



**รูปที่ 3-11** มูลค่าตลาดของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับยานยนต์ในปี ค.ศ. 2021 - 2026

ที่มา: AimproSoft (2023)

ผู้เล่นรายใหญ่ของอุตสาหกรรม IoT ในยานยนต์ระดับโลก อาทิ Robert Bosch GmbH, DENSO CORP, Valeo SA, NXP Semiconductors N.V และ Delphi Technologies (PSMarketresearch, 2022)

การแบ่งขนาดตลาดตามกลุ่ม รายงานจะวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยขับเคลื่อนหลักและข้อจำกัดในตลาดเพื่อเสนอการประมาณตลาดที่แม่นยำสำหรับในปี พ.ศ. 2560 – 2573 (PSMarketresearch, 2022)

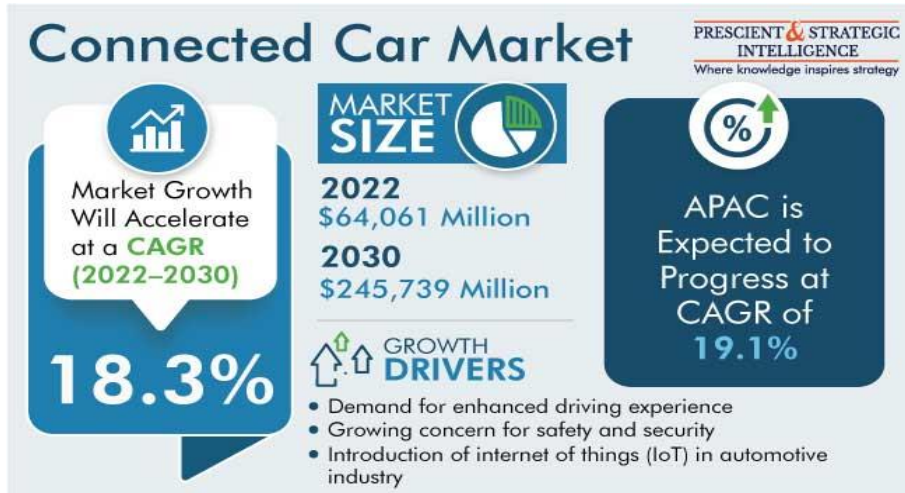
- แบ่งกลุ่มตลาดตามการบริการ ได้แก่ การช่วยเหลือผู้ขับขี่ ความบันเทิง ความปลอดภัยของยานพาหนะ การจัดการการเคลื่อนไหว และการจัดการยานพาหนะ

- แบ่งกลุ่มตลาดตามเทคโนโลยี ได้แก่ รุ่น 2 (G)/3G, 4G/ long-term evolution (LTE) และ 5G

- แบ่งกลุ่มตลาดตามแอปพลิเคชัน ได้แก่ Navigation, Infotainment และ Telematics

- แบ่งกลุ่มตลาดตามการเชื่อมต่อ ได้แก่ Embedded, Integrated และ Tethered

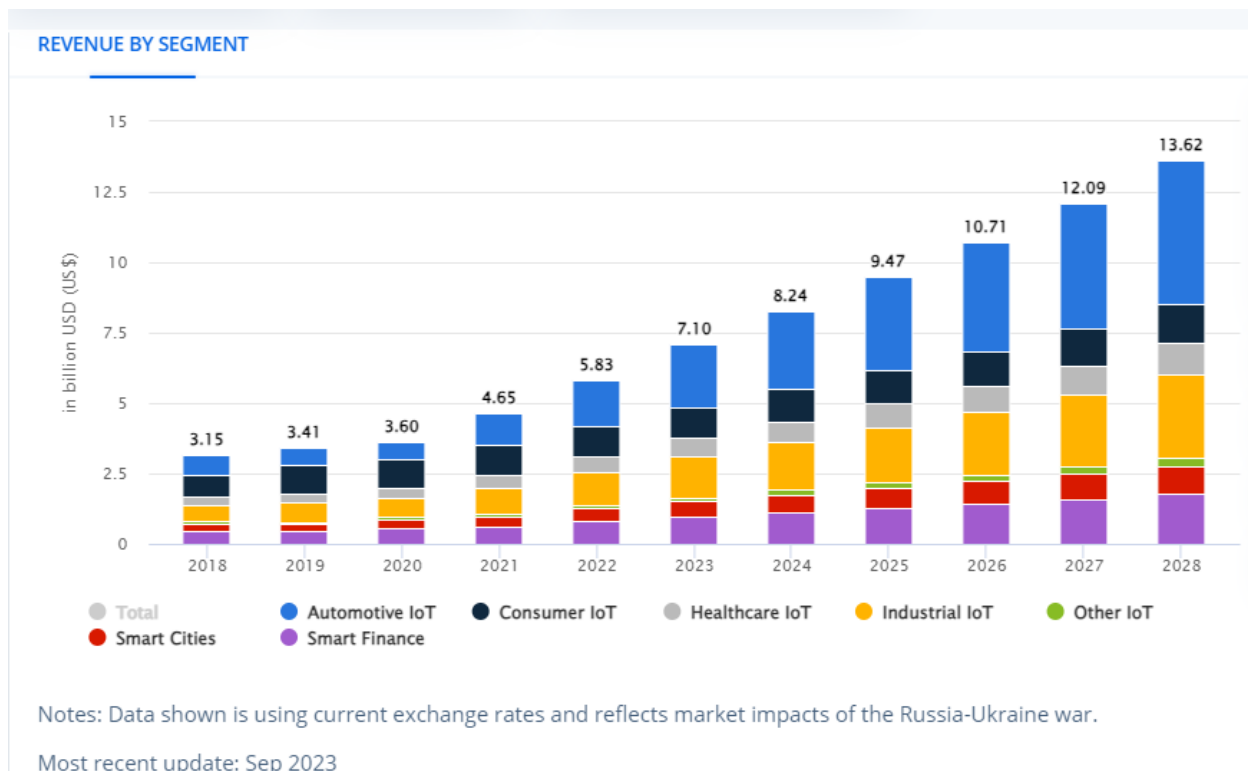
- แบ่งกลุ่มตลาดตามการใช้งานขั้นสุดท้าย ได้แก่ Original Equipment Manufacturer (OEM) และ Aftermarket



รูปที่ 3-12 มูลค่าตลาดรถยนต์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต  
ที่มา: PSMarketresearch (2022)

### 3.3.5 Automotive IoT ในประเทศไทย

การคาดการณ์ของ Statista Market Insights (September, 2023) จะเห็นได้ว่า Automotive IoT ในประเทศไทยเป็นเทคโนโลยีที่คาดว่าจะสามารถครองตลาดได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้ IoT ในกลุ่มอื่น ๆ ด้วยมูลค่าตลาดที่คาดการณ์ไว้ที่ประมาณ 2,240 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2023



รูปที่ 3-13 Internet-of-Things – Thailand  
ที่มา: Statista Market Insights (September, 2023)

### 3.3.6 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่คาดการณ์ไว้

5G จะเป็นตัวขับเคลื่อนอุตสาหกรรมยานยนต์ให้ก้าวไปข้างหน้า โดยมีฟีเจอร์ enhanced mobile broadband (eMBB) ultra-reliable low-latency communications (URLLC) ที่ความน่าเชื่อถือเป็นพิเศษ และ massive machine-type communications (mMTC) ที่จะสามารถตอบสนองความต้องการและความต้องการของรถยนต์ที่เชื่อมต่อในอนาคตได้ (Ooi, 2020) ดังนี้

1) 5G จะมีความเร็วสูงสุดด้วย eMBB ด้วย 5G ที่เข้าถึง 10 กิกะบิตต่อวินาที จึงเร็วกว่าเครือข่าย 4G ถึง 100 เท่า จะสามารถรองรับข้อมูลสื่อที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและการโต้ตอบกับวิดีโอ 3 มิติและความเป็นจริงเสริม (AR) / ความเป็นจริงเสมือน (VR)

2) URLLC เป็นตัวช่วยให้การสื่อสารจะเกิดขึ้นได้แบบเรียลไทม์ และจะมีความล่าช้า น้อยมาก 1 ถึง 5 มิลลิวินาทีบนเครือข่าย 5G ในขณะที่เครือข่าย 4G ในปัจจุบันของเรา มีความล่าช้า 20 มิลลิวินาที ซึ่งสำหรับกรณีรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ จะหมายถึงเวลาแฝงที่เกือบจะเรียลไทม์ โดยจะสามารถให้ข้อมูลด้านความปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่ล่วงหน้าได้

3) mMTC ช่วยให้อุปกรณ์จำนวนมากสามารถเชื่อมต่อกันได้ด้วยความสะดวก ซึ่งทำให้รถยนต์จำนวนมากสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลที่น่าสนใจใช้ในการควบคุมการจราจรหรือเตือนผู้ขับขี่ถึงอันตรายได้

อุตสาหกรรมยานยนต์มีส่วนแบ่งที่สำคัญในอุปกรณ์ปลายทาง IoT และอุตสาหกรรม 5G เนื่องจากโทรคมนาคมยังคงมีบทบาทสำคัญในฐานะผู้ให้บริการองค์ประกอบหลักของระบบนิเวศของยานยนต์ไร้คนขับ ที่ได้ช่วยปรับปรุงความสามารถยานพาหนะอย่างมากด้วย Telematics ระบบอัตโนมัติ ระบบสาระบันเทิง การนำทางและการจัดการกลุ่มยานพาหนะ ตัวอย่างเช่น Nokia เพิ่มขีดความสามารถในการขับเคลื่อนอัตโนมัติด้วย Worldwide IoT Network Grid (WING) ซึ่งได้นำเสนอให้กับผู้ผลิตรถยนต์ดั้งเดิม (Original Equipment Manufacturers: OEMs) เพื่อให้บริการโครงสร้างพื้นฐานและแพลตฟอร์มการจัดการ IoT ที่เป็นส่วนกลางที่มีผู้เช่าหลายรายบน Cloud ซึ่งนอกจากจะสามารถให้บริการการเชื่อมต่อที่จัดการได้อย่างปลอดภัยและเชื่อถือได้แล้ว การที่มีผู้ให้บริการบริการสื่อสาร (CSPs) มาร่วมลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการเชื่อมต่อ ทำให้สามารถขยายการให้บริการไปได้ในระดับสูง ที่รวมไปถึงประสบการณ์ความบันเทิงภายในรถและประสบการณ์ภายนอกที่พร้อม ๆ กัน (York, 2022)

### 3.3.7 วิวัฒนาการของ telco-as-a-service

โอกาสสำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคมในอุตสาหกรรมยานยนต์นั้นไม่มีที่สิ้นสุด การเชื่อมต่อจะเป็นเสาหลักของโปรแกรมการขับเคลื่อนอัตโนมัติและช่วยเหลือผู้ขับขี่ สามารถปรับปรุงการสื่อสารภายในรถเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุและลดการจราจรติดขัด รวมถึงเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนนผ่านซอฟต์แวร์ที่เปิดใช้งาน AI ภายใน และระบบสาระบันเทิง ซึ่ง Telco-as-a-service จะช่วยให้ผู้ให้บริการโทรคมนาคมหลักสามารถมอบการเชื่อมต่อที่สามารถใช้งานได้หลายอุตสาหกรรม ซึ่งช่วยให้พวกเขาสามารถปรับใช้กรณีการใช้งานได้มากขึ้น หนึ่งในอุตสาหกรรมเหล่านี้คือยานยนต์ ซึ่งการวิจัยชี้ให้เห็นว่ารถยนต์ในอนาคตอันใกล้จะ

ขับเคลื่อนด้วยซอฟต์แวร์ ซึ่งติดตั้งฮอตสปอตอัตโนมัติ SNS ภายในรถยนต์ และเครือข่ายที่ปลอดภัยที่กำหนดไว้ล่วงหน้า การเคลื่อนตัวสู่ยานยนต์ที่มีเทคโนโลยีล้ำหน้ามากขึ้นเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคมองต้องเปิดกว้าง และภายในปี พ.ศ. 2568 รถยนต์ใหม่ทั้งหมดที่จำหน่ายมากกว่า 75% จะเชื่อมโยงกันในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง (Davenport, 2022)

อุตสาหกรรมโทรคมนาคมเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเปลี่ยนแปลงนี้ เนื่องจากบริษัทโทรคมนาคมเป็นผู้ให้บริการการเชื่อมต่อ 5G ที่จำเป็นให้กับยานพาหนะเพื่อพัฒนารถยนต์แห่งอนาคต แต่การเปลี่ยนแปลงนี้จะต้องมีวิวัฒนาการเพิ่มเติมของโทรคมนาคมเพื่อเพิ่มการเชื่อมต่อนอกเหนือจากยานพาหนะแต่ละคัน เพื่อเปลี่ยนอุตสาหกรรมให้เป็นระบบนิเวศที่เชื่อมต่อกัน และเครือข่ายสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ไม่ใช่เพียงการพัฒนาการเชื่อมต่อในรถยนต์เพียงคันเดียว ตัวอย่างเช่น ระบบกล้องสัญญาณกันขโมยภายในบ้านที่เชื่อมต่อกับ Wi-Fi หากเพื่อนบ้านรายหนึ่งตัดสินใจวางกล้องไว้นอกขอบเขตเครือข่าย Wi-Fi ของตนเอง แต่เพื่อนบ้านรายอื่นใช้ระบบกล้องสัญญาณเตือนแบบเดียวกันบน Wi-Fi ของตนเอง เทคโนโลยีในระบบนิเวศของสัญญาณเตือนภัยจะสามารถช่วยให้เพื่อนบ้านรายแรกเปิดการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายของเพื่อนบ้านคนที่สองได้ เนื่องจากบริษัทแจ้งเตือนได้พัฒนาเครือข่ายอุปกรณ์ที่ขับเคลื่อนโดยการเชื่อมต่อทั้งหมด ดังนั้นการแบ่งปันทรัพยากรจึงสามารถเกิดขึ้นระหว่างอุปกรณ์ IoT แต่ละเครื่องได้ ซึ่งในกรณีของอุตสาหกรรมยานยนต์ก็เช่นเดียวกัน ด้วยการพัฒนาระบบนิเวศของยานยนต์เพื่ออนุญาตให้มีการแชร์เครือข่ายและความสามารถของอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ ซึ่งแนวทางการเชื่อมต่อแบบองค์รวมระหว่าง OEM สามารถส่งเสริมอนาคตของการเชื่อมต่อภายในอุตสาหกรรมยานยนต์ได้ (Davenport, 2022)

แนวทางระบบนิเวศนี้จะเป็นกุญแจสำคัญสำหรับการก้าวเข้าสู่อนาคตของการเป็น Mobility-as-a-service (MaaS) ซึ่งการขับเคลื่อนอัตโนมัติและความสามารถในการขับเคลื่อนอัตโนมัติจะมีความโดดเด่นมากขึ้น และรถยนต์ไร้คนขับจะทำงานควบคู่กันไปบนถนน เป้าหมายสูงสุดสำหรับบริษัทยานยนต์หลายแห่งคือการทำให้ยานพาหนะมีการสื่อสารระหว่างกันมากขึ้น ซึ่งสามารถบรรลุได้ด้วยการพัฒนาระบบนิเวศดังกล่าว (Davenport, 2022)

## 3.4 Data Fabric

### 3.4.1 Data Fabric คืออะไร

แนวคิด Data Fabric เกิดขึ้นเพื่อตอบสนองต่อข้อจำกัดในกระบวนการจัดการข้อมูลแบบดั้งเดิม แนวคิดนี้ได้รับแรงผลักดันจากความต้องการการวิเคราะห์ Big Data ที่รวดเร็ว และความจำเป็นในการขยายเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลขององค์กรในสินทรัพย์ข้อมูลทั้งหมดภายในศูนย์การขนส่งและถนน ซึ่งแสดงถึงแนวทางการเปลี่ยนแปลงในการจัดการชุดข้อมูลจำนวนมาก โดยเฉพาอย่างยิ่งในบริบทของระบบการขนส่งระดับองค์กร แพลตฟอร์ม Data Fabric อาศัยฐานความรู้ขององค์กร เช่น แบบจำลองของทุกสิ่งที่สำคัญต่อธุรกิจ ความรู้ที่เชื่อมโยงคำศัพท์และแนวคิด และเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลแต่ละแห่ง การเพิ่มแหล่งข้อมูล

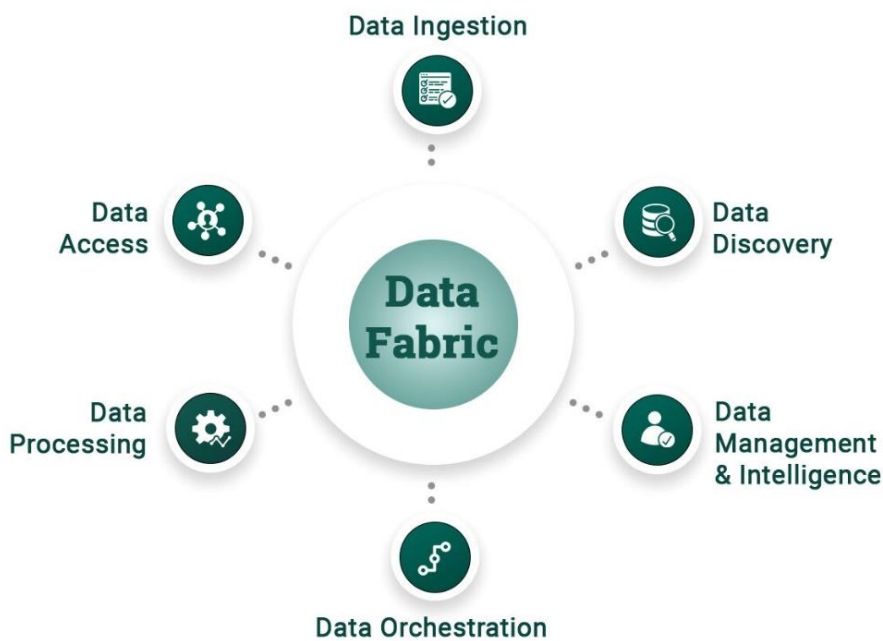
ใหม่จะเร็วขึ้นและง่ายขึ้น เนื่องจากแพลตฟอร์มจะเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับส่วนที่เกี่ยวข้องของกราฟความรู้ โดยอัตโนมัติ สิ่งนี้มีประโยชน์สำหรับธุรกิจที่ต้องจัดการกับข้อมูลประเภทต่าง ๆ จากที่ต่าง ๆ ไม่ว่าจะแบบมีโครงสร้าง ไม่มีโครงสร้าง หรือมีโครงสร้างบางส่วน และมาถึงในเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งวิธีการทำงานของเทคโนโลยี Data Fabric โดยใช้ตัวอย่างจากแพลตฟอร์ม IBM Microsoft และ Cloudera (Kuftinova N. G. et al, 2022)

ปัจจุบันหลายๆ องค์กรเริ่มเปลี่ยนแปลงตัวเองให้เข้ากับยุค Digital Transformation หรือมองหาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาเสริมศักยภาพธุรกิจที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นจนสามารถแข่งขันกับคู่แข่งในอุตสาหกรรมได้จนทำให้ตัวเองกลายเป็นผู้นำอุตสาหกรรมได้ ในการวิจัยของ Forrester พบว่าข้อมูล 60% ถึง 70% ถูกสร้างขึ้นภายในและไม่ได้ถูกนำมาใช้ ส่งผลให้มีการสร้างแนวคิด Data Fabric เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานกับข้อมูลที่มีจำนวนมากและซับซ้อนมากขึ้น ข้อมูลมีกระจุกกระจาย หลากหลาย และเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งทำให้ยากต่อการจัดการ พวกเขายังประสบปัญหาไซโลข้อมูล ทำให้องค์กรไม่สามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างเต็มที่ IBM ได้เปิดตัวสถาปัตยกรรม Data Fabric เพื่อให้องค์กรสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายด้วย Data Self-service สถาปัตยกรรมไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อม กระบวนการ และสถานที่ ในขณะที่สามารถบูรณาการความสามารถทั่วทั้งการจัดการแบบ End-to-end รวมถึงการบูรณาการ การค้นพบ การกำกับดูแล การดูแลจัดการ และการจัดระบบ ก็สามารถจัดการได้โดยอัตโนมัติช่วยให้องค์กรต่าง ๆ ได้รับประโยชน์สูงสุดจากข้อมูล (สถาบันนวัตกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล, 2565)

โดยปกติองค์กรต่าง ๆ จะมีการเผยแพร่ข้อมูลระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แต่ละแผนกมีหน้าที่จัดการข้อมูลของตนเอง การจัดสรรข้อมูลประเภทนี้เรียกว่าการจัดการไซโลข้อมูล (Data Silo) ไซโลคือปัญหาที่ข้อมูลบางอย่างถูกจัดเก็บโดยคนบางคนในองค์กรเท่านั้น แต่ส่วนที่เหลือในองค์กรจะไม่ถูกแชร์หรือใช้อีก กล่าวอีกนัยหนึ่งเป็นการยากที่จะรวมข้อมูลระหว่างกัน Data Fabrics จะช่วยสร้างระบบที่ช่วยให้ข้อมูลนี้ถูกจัดเรียงและถักทอเข้าด้วยกันเป็นข้อมูลที่จัดระเบียบ Data Fabrics เป็นโครงสร้างการจัดการข้อมูลแบบรวมศูนย์ที่ช่วยให้องค์กรสามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากทุกที่ภายในสภาพแวดล้อม Hybrid Cloud “การใช้เทคโนโลยีและบริการเหล่านี้ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับข้อมูลและทำให้มีประโยชน์มากขึ้นสำหรับผู้ใช้” David Proctor ผู้จัดการฐานข้อมูลอาวุโสของ Everconnect ซึ่งเป็นบริษัทจัดการฐานข้อมูลระยะไกลกล่าว นอกจากนี้ Data Fabric ยังเป็นการออกแบบโครงสร้างสำหรับการบูรณาการ Big Data หรือข้อมูลจำนวนมากเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล โครงสร้างทั้งหมดของทุกกระบวนการจะถูกบูรณาการจนมีลักษณะคล้ายผืนผ้าใบเพื่อใช้ในการออกแบบ ปรับใช้ และใช้ประโยชน์จากทุกกระบวนการของงานข้อมูล ที่จะช่วยลดอุปสรรคต่างๆ ในการเข้าถึงข้อมูลจากทั้งผู้ใช้ที่เป็นมนุษย์ และ AI ที่จะนำข้อมูลไปวิเคราะห์ เมื่ออุปสรรคในกระบวนการลดลง ประสิทธิภาพเชิงวิเคราะห์ก็จะเพิ่มขึ้น การสร้างแนวคิด Data Fabric เกิดขึ้นจากความจำเป็นในการเข้าถึงข้อมูลจำนวนมาก มีความซับซ้อนและมีความแตกต่างในด้านโครงสร้างทำให้ใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว ตอบโจทย์ความต้องการใช้งานข้อมูล บางครั้งปัญหาใหญ่ก็คือการรวบรวมข้อมูลกระจุกกระจาย รูปแบบของข้อมูลไม่สม่ำเสมอ และมีความหลากหลาย ซึ่งล้วนเป็นอุปสรรคสำคัญในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งนี้ Data Fabric จึงเป็นที่มาของการแก้ปัญหาทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น (Big Data Thailand, 2565)

ดังนั้น Data Fabric จึงอำนวยความสะดวกในการรวมไปป์ไลน์ของข้อมูลต่างๆ และสภาพแวดล้อมคลาวด์แบบ end-to-end โดยใช้ระบบอัจฉริยะและระบบอัตโนมัติ ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาการพัฒนาภายในไฮบริดคลาวด์ ปัญญาประดิษฐ์ อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง (IoT) และการประมวลผลแบบเอเดจ์ ทำให้ข้อมูลขนาดใหญ่ขององค์กรต่าง ๆ มีความซับซ้อนมากขึ้นแบบทวีคูณในด้านการจัดการ ส่งผลให้การบูรณาการและการกำกับดูแลสภาพแวดล้อมของข้อมูลมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากการเติบโตนี้ได้สร้างความท้าทายที่สำคัญ เช่น ไซโลข้อมูล ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยและปัญหาคอขวดทั่วไปในการตัดสินใจ ทีมจัดการข้อมูลจัดการกับความท้าทายเหล่านี้โดยตรงด้วยโซลูชัน Data Fabric โดยใช้ประโยชน์จากโครงสร้างข้อมูลเพื่อรวมระบบข้อมูลที่แตกต่างกัน ฝังการกำกับดูแล เสริมสร้างมาตรการรักษาความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว และช่วยให้พนักงานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้มากขึ้น โดยเฉพาะผู้ใช้ทางธุรกิจ ความพยายามเหล่านี้ช่วยให้เกิดการตัดสินใจแบบองค์รวมและเน้นข้อมูลเป็นศูนย์กลางมากขึ้น ในอดีตองค์กรอาจมีแพลตฟอร์มข้อมูลที่แตกต่างกันซึ่งสอดคล้องกับสายธุรกิจเฉพาะ ตัวอย่างเช่น คุณอาจมีแพลตฟอร์มข้อมูล HR แพลตฟอร์มข้อมูลห่วงโซ่อุปทาน และแพลตฟอร์มข้อมูลลูกค้า ซึ่งจัดเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันและแตกต่างกันโดยมีการทับซ้อนกันบ้าง อย่างไรก็ตามโครงสร้างข้อมูลสามารถช่วยให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจข้อมูลนี้ในลักษณะที่สอดคล้องกันมากขึ้น เพื่อให้เข้าใจวงจรชีวิตของลูกค้าได้ดีขึ้น ให้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ไม่เคยมีมาก่อนโดยการปิดช่องว่างเหล่านี้ในการทำความเข้าใจลูกค้า ผลิตภัณฑ์ และกระบวนการ Data Fabric กำลังเร่งการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลและความคิดริเริ่มด้านระบบอัตโนมัติทั่วทั้งธุรกิจ (IBM, n.d.)

### 3.4.2 องค์ประกอบที่สำคัญในกระบวนการ Data Fabric



รูปที่ 3-14 องค์ประกอบของ Data Fabric

ที่มา: ScaleFresh (2020)

องค์ประกอบที่สำคัญของการสร้าง Data Fabric ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 6 ประการ คือ

#### 1) การนำเข้าข้อมูล (Data Ingestion)

เป็นกระบวนการนำเข้าข้อมูล ข้อมูลที่นำเข้ามาใช้งานจำเป็นต้องรองรับข้อมูลที่หลากหลายตั้งแต่ข้อมูลที่มีโครงสร้างไปจนถึงข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง และต้องรองรับแหล่งข้อมูลจากหลายแหล่ง เช่น ข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ในองค์กรหรือบนคลาวด์ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการการใช้งานข้อมูลได้ทันทั่วถึง

#### 2) การประมวลผลข้อมูล (Data Processing)

กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลต้องใช้เครื่องมือที่หลากหลายเพื่อรองรับกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อนเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำที่สุด ดังนั้น Data Fabric จึงต้องรวบรวมเครื่องมือจากหลายแหล่งมารวมไว้ในที่เดียว

#### 3) การจัดการข้อมูลและความอัจฉริยะ (Data Management and Intelligence)

เป็นองค์ประกอบของกระบวนการจัดการข้อมูลเพื่อให้เกิดการรักษาความลับและความปลอดภัยของข้อมูลตามนโยบายการกำกับดูแลข้อมูลที่ดี

#### 4) การประสานข้อมูล (Data Orchestration)

กระบวนการนี้มีความสำคัญที่สุดเนื่องจากเป็นกระบวนการที่ต้องนำมารวมกันจากทุกส่วนเพื่อใช้ในกระบวนการ Transforming Data, Cleaning Data และ Integrating Data เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลทางธุรกิจ

#### 5) การค้นพบข้อมูล (Data Discovery)

เป็นกระบวนการค้นหาโอกาสใหม่ ๆ เพื่อสร้างบนโครงสร้าง Data Fabric ที่มีอยู่เพื่อรับประโยชน์ใหม่ในการดำเนินธุรกิจ

#### 6) การเข้าถึงข้อมูล (Data Access)

เป็นกระบวนการเข้าถึงข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น กระบวนการเข้าถึงจำเป็นต้องกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงว่าใครสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในระดับใด เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุดแก่ข้อมูล

### 3.4.3 ประโยชน์ของการใช้ Data Fabric ในองค์กร

Techtalkthai (2565) ได้เสนอแนะแนวทางสำหรับองค์กรให้สามารถใช้ประโยชน์จาก Data Fabric เพื่อผลประโยชน์ทางธุรกิจและการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ ดังนี้

#### 1) เพิ่มความสามารถในการดึงข้อมูลมาใช้เอง (Data Self-service)

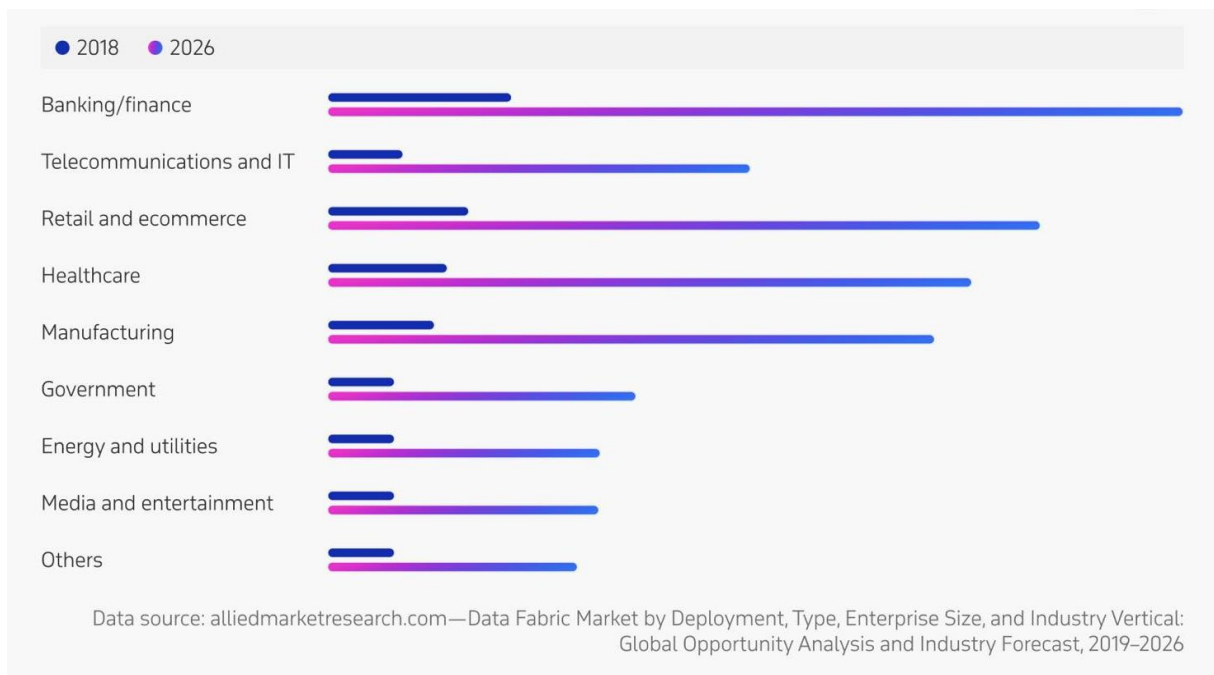
ความสามารถในการดึงข้อมูลมาใช้เอง (Data Self-service) ช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียขององค์กรของคุณค้นหาข้อมูลที่มีคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว และทันกับความต้องการ และมีเวลาสำรวจข้อมูลมากขึ้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ Data ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อรับข้อมูลเชิงลึกที่ช่วยสร้างมูลค่าให้กับธุรกิจ เพิ่ม ROI ได้มากถึง 86% - 158%

#### 2) จัดการเรื่องการกำกับดูแลข้อมูล การป้องกัน และความปลอดภัยโดยอัตโนมัติ

ในปัจจุบันข้อมูลสามารถสร้างได้ทุกที่ทุกเวลา ทำให้รัฐบาลต้องออกกฎหมายเพื่อควบคุมประเด็น  
ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลมากขึ้น ส่งผลให้องค์กรที่จัดเก็บข้อมูลไว้ใช้งานมีความเสี่ยง  
ที่จะฝ่าฝืนกฎหมาย ดังนั้น Data Fabric จะช่วยให้องค์กรเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติตามกฎเกณฑ์  
เกี่ยวกับธรรมาภิบาลอย่างถูกต้องและรวดเร็ว สามารถจัดการจัดการการกำกับดูแลข้อมูล ความปลอดภัย และ  
การป้องกันอย่างมีประสิทธิภาพ และลดความเสี่ยงเหล่านี้

### 3) จัดการงานวิศวกรรมข้อมูลโดยอัตโนมัติและเพิ่มประสิทธิภาพในการรวมข้อมูล

Data Fabric มีประโยชน์ในด้านการปรับปรุงโครงสร้างกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่โครงสร้าง  
การรวบรวมข้อมูล การส่งข้อมูล และกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลภายในองค์กร กำจัดกระบวนการบูรณาการ  
ข้อมูลที่ไม่มีประสิทธิภาพและซ้ำซ้อน อีกทั้งยังช่วยสร้างการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์อย่างต่อเนื่องและ  
อัตโนมัติเพื่อรองรับการส่งมอบข้อมูลที่มีคุณภาพให้กับองค์กร เพื่อลดอุปสรรคต่อกระบวนการดังกล่าว เมื่อมี  
สิ่งกีดขวางน้อยลงผลลัพธ์ก็จะแม่นยำยิ่งขึ้น



รูปที่ 3-15 Data fabric adoption across industries 2018 – 2026

ที่มา: Korobeyko (2022)

### 3.4.4 แนวทางการใช้ Data Fabric

Big Data Thailand (2565) ได้เสนอแนะแนวทางการใช้ Data Fabric ดังนี้

1) นวัตกรรมองค์กร: เทคโนโลยี Data Fabric เป็นนวัตกรรมใหม่ขององค์กรเพื่อเร่งวงจรข้อมูลและการวิเคราะห์ Data Fabric ช่วยให้องค์กรรวมแหล่งข้อมูลจากระบบคลาวด์ เครื่องมือการคำนวณ และโดเมนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

2) ปกป้องและบำรุงรักษาระบบ: เทคโนโลยี Data Fabric สามารถใช้วิเคราะห์จุดอ่อนเพื่อป้องกันความล้มเหลวของระบบได้ ซึ่งช่วยลดเวลาหยุดทำงานเนื่องจากสามารถรับข้อมูลเชิงลึกจากจุดข้อมูลหลายจุดและคาดการณ์รอบการบำรุงรักษาล่วงหน้าได้เรียกว่าป้องกันก่อนรักษา นอกจากนี้ ยังช่วยวางแผนการเตรียมเครื่องมือ อะไหล่ ทรัพยากรบุคคล และทุนสำรองที่จำเป็นในลักษณะที่เป็นระบบระเบียบ

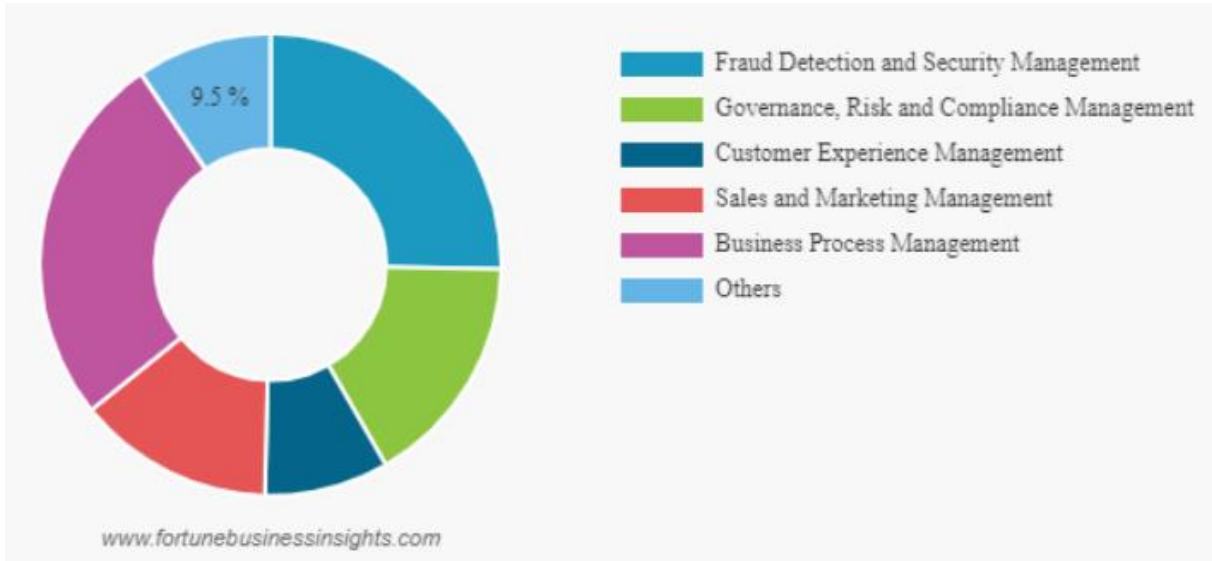
3) กำจัดปัญหาไซโล: วิธีการของ Data Fabric ในการผสมฐานข้อมูลเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถขัดขวางไซโลข้อมูลได้ โดย Data Fabric จะแยกข้อมูลออกจากแอปพลิเคชัน ทำให้หลักการที่เน้นข้อมูลเป็นศูนย์กลางใช้งานได้จริง ทำให้เราสามารถยุติวงจรของการซื้อโปรแกรม การสร้างโปรแกรม และการเชื่อมต่อกับระบบที่มีอยู่ได้

4) รับข้อมูลเชิงลึกของลูกค้า: Data Fabric ช่วยสรุปข้อมูลการใช้บริการของลูกค้าซึ่งสามารถนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างกลยุทธ์ที่ปรับปรุงประสบการณ์โดยรวมของลูกค้า ซึ่งถือเป็นการบริหารความเสี่ยง

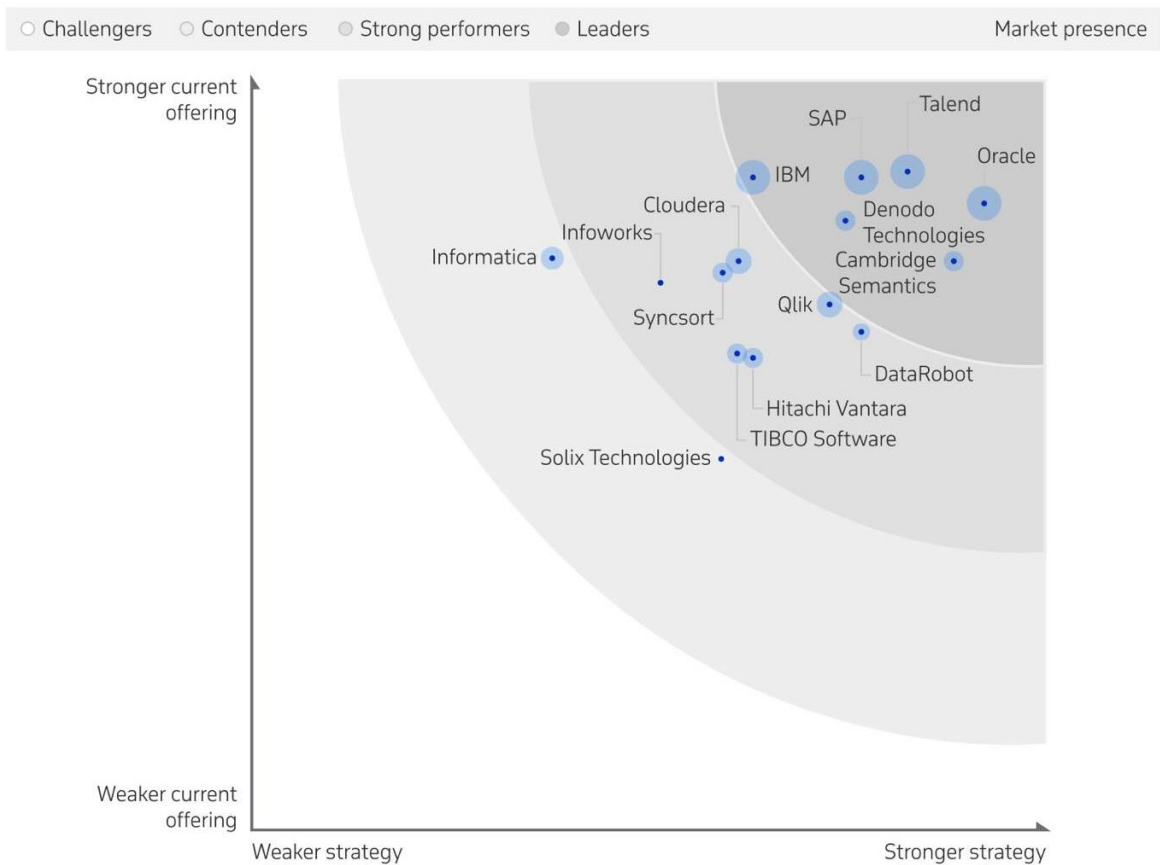
5) ให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านข้อมูล: ข้อกำหนดด้านความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลกำลังมีความสำคัญมากขึ้น ซึ่งกลายเป็นความเสี่ยงสำคัญสำหรับองค์กรในการหาวิธีบรรเทาผลกระทบ ซึ่ง Data Fabric ถือเป็นการกำกับดูแลข้อมูล และจัดการข้อมูลให้องค์กรได้รับความเชื่อถือจากลูกค้า

6) ปรับปรุงการใช้ข้อมูลในองค์กรด้านวิจัยและพัฒนา: Data Fabric ส่งผลกระทบต่อองค์กรในด้านการวิจัยและพัฒนา เนื่องจากองค์กรเหล่านี้จำเป็นต้องจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก ส่งผลให้มีข้อมูลจำนวนมากและจำเป็นต้องจัดเก็บเนื้อหาสำคัญจำนวนมาก นอกจากนี้ยังอาศัยการแบ่งปันความรู้อย่างมากเพื่อกระตุ้นการวิจัยและขับเคลื่อนนวัตกรรม และ Data Fabric จะช่วยเสริมสร้างความยืดหยุ่นและความปลอดภัยให้กับแพลตฟอร์มโดยไม่ต้องรีเซ็ตโครงสร้างพื้นฐาน

ดังนั้น Data Fabric ถือเป็นการลงทุนทางเทคโนโลยีที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ Gartner ได้จัดให้เป็นหนึ่งใน 12 กลยุทธ์ด้านเทคโนโลยีในปี พ.ศ. 2565 โดยรวมแล้ว Data Fabric จะช่วยให้องค์กรอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดอุปสรรคต่าง ๆ และช่วยให้ใช้งาน Big Data ได้มากขึ้น ข้อมูลในองค์กร ดังนั้น Data Fabric จึงเป็นอีกโครงสร้างหนึ่งที่จะช่วยตอบปัญหาที่เกิดขึ้นภายในองค์กรที่จะยกระดับองค์กรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม (สถาบันนวัตกรรมและธรรมเนียมปฏิบัติข้อมูล, 2565)



รูปที่ 3-16 Global Data Fabric Market Share, by Application, 2022  
ที่มา: Fortune Business Insights (2023)

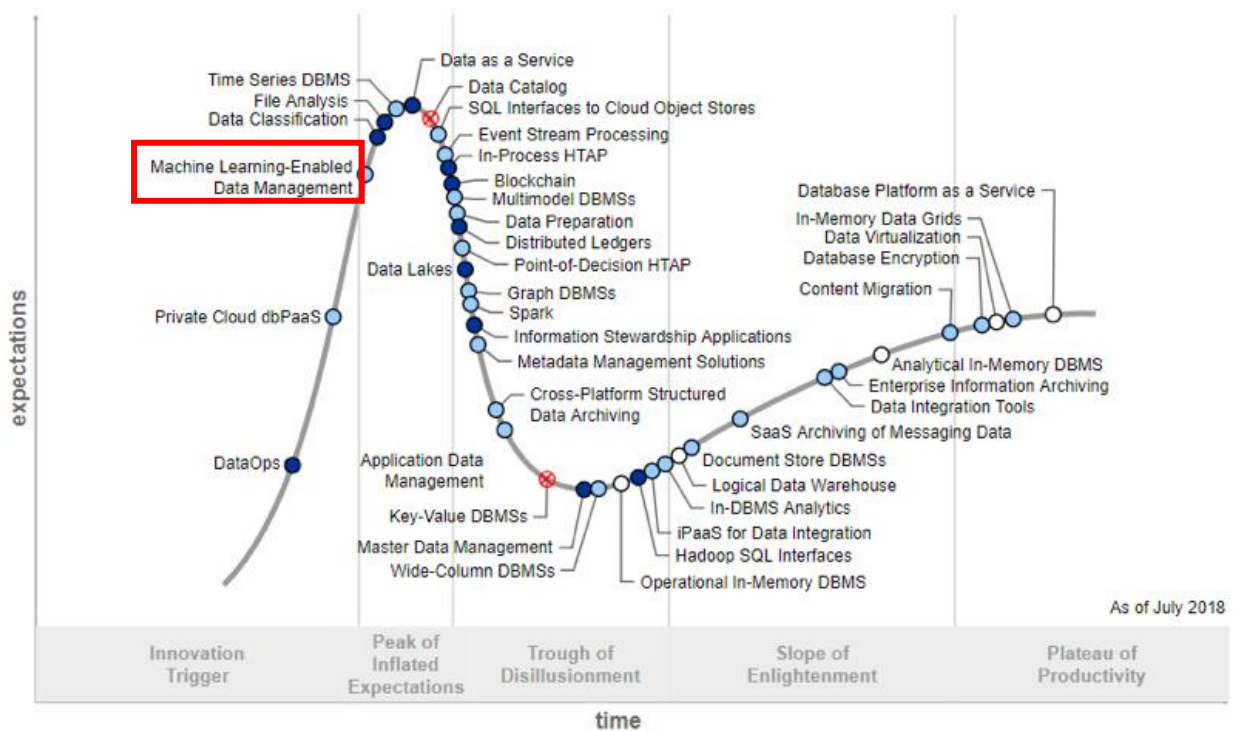


Data source: forrester.com—The Forrester Wave™: Enterprise Data Fabric, Q2 2020

รูปที่ 3-17 Enterprise data fabric software providers  
ที่มา: Korobeyko (2022)

### 3.4.5 แนวโน้มการใช้งาน Data Fabric

Gartner’s Hype Cycle เริ่มกล่าวถึง Machine Learning Enabled Data Management ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ว่าเป็นเทคโนโลยีในกลุ่มที่อยู่ในจุดสูงสุดของความคาดหวัง ที่มีการโฆษณาถึงการใช้งานของนวัตกรรมมากกว่าหลักฐานที่ยืนยันการใช้งานจริง และเรียกเป็น Data Fabric ในปี พ.ศ. 2562 จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2565 จนถึงปี พ.ศ. 2566 ได้จัดให้ Data Fabric อยู่ในกลุ่มเทคโนโลยีที่มีความน่าสนใจถดถอยลง เพราะยังไม่มีผลลัพธ์ที่เป็นรูปเป็นร่างในตลาดของการใช้งานมายืนยัน (Trough of Disillusionment) และคาดการณ์การใช้งานจริงไว้ว่าจะเกิดขึ้นภายในปี พ.ศ. 2571 – 2576

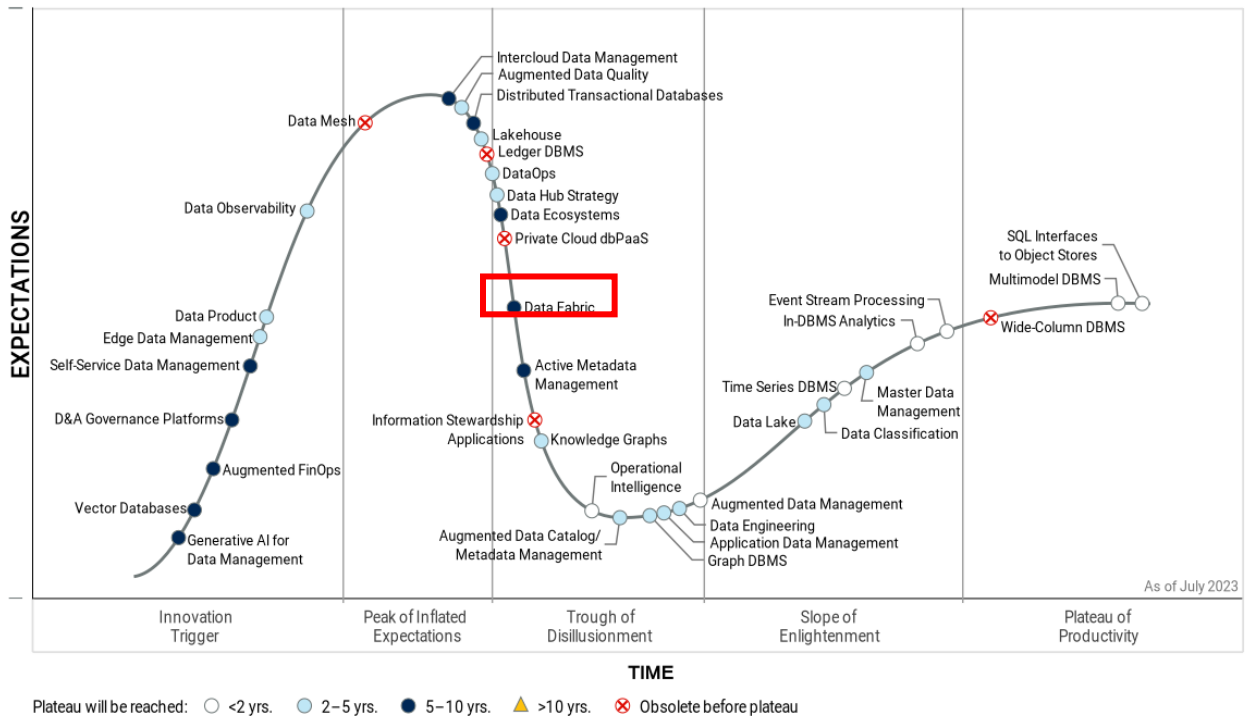


Plateau will be reached:

- less than 2 years
- 2 to 5 years
- 5 to 10 years
- ▲ more than 10 years
- ⊗ obsolete before plateau

รูปที่ 3-18 Gartner’s Hype Cycle – 2018

ที่มา: Gartner (2018)



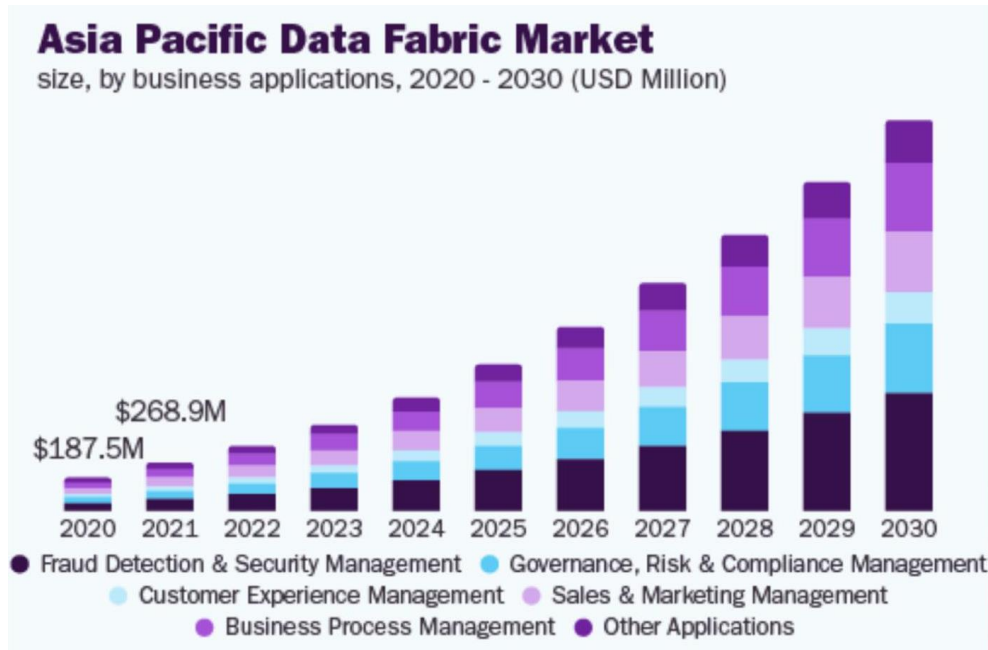
รูปที่ 3-19 Gartner Hype Cycle for Data Management 2023

ที่มา: Denodo (2023)

### 3.4.6 การใช้งาน Data Fabric

- ตลาด Data Fabric ระดับโลกมีมูลค่า 1,900 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2022 และคาดว่าจะเติบโตจาก 2,290 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2023 ไปได้ถึง 9,360 ล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี ค.ศ. 2030 ซึ่งแสดงถึงการคาดการณ์อัตราการเติบโตผลตอบแทนรวม (CAGR) ถึง 22.3% (Fortune Business Insights, 2023)

- ตลาด Data Fabric ในภูมิภาค North America (United States, Canada and Mexico)
- ตลาด Data Fabric ในภูมิภาค Europe (UK, France, Germany, Italy, Spain, Sweden, Austria and Rest of Europe)
- ตลาด Data Fabric ในภูมิภาค Asia Pacific (China, South Korea, Japan, India, Australia, Indonesia, Malaysia, Vietnam, Taiwan, Bangladesh, Pakistan and Rest of APAC)
- ตลาด Data Fabric ในภูมิภาค Middle East and Africa (South Africa, GCC, Egypt, Nigeria and Rest of ME&A)
- ตลาด Data Fabric ในภูมิภาค South America (Brazil, Argentina Rest of South America)

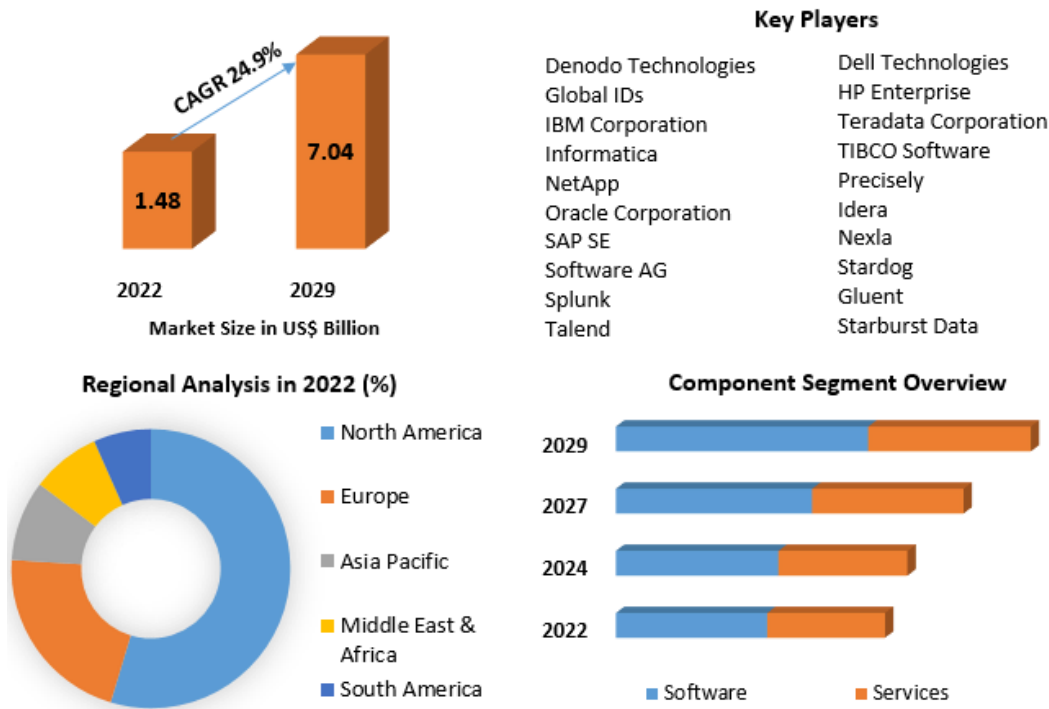


รูปที่ 3-20 Asia Pacific Data Fabric Market, 2020 – 2030

ที่มา: Grand View Research (2022)

การลงทุนทั้งในภาครัฐและเอกชนได้เพิ่มขึ้นสู่หลายล้านดอลลาร์ในแอปพลิเคชันการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ การเติบโตอย่างรวดเร็วของปริมาณและความซับซ้อนของข้อมูลที่เกิดจากการใช้ข้อมูลอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่และคอมพิวเตอร์คลาวด์ รวมถึงการใช้เทคโนโลยีที่ล้ำหน้าอย่างปัญญาประดิษฐ์ (AI) และอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง (IoT) ได้ขับเคลื่อนความต้องการในการใช้เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งเทคโนโลยีนี้มีศักยภาพที่จะเปลี่ยนแปลงวิธีการดำเนินงานของธุรกิจ ชุดข้อมูลที่มีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้างขนาดใหญ่สามารถวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้แพลตฟอร์มข้อมูลขนาดใหญ่ อุตสาหกรรมการธนาคารและการเงินก็เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีความก้าวหน้าในการลงทุนอย่างมหาศาลในข้อมูลขนาดใหญ่และการวิเคราะห์ (MMR, 2022)

หนึ่งในปัจจัยสำคัญของตลาด Data Fabric คือเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งช่วยให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จากข้อมูลที่มีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง รวมถึงข้อมูลเว็บและสื่อสังคมออนไลน์ การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่นำเสนอข้อมูลสำคัญสำหรับธุรกิจเพื่อปรับปรุงการรักษาลูกค้า การค้นพบตลาดใหม่ การเพิ่มคุณภาพการบริการลูกค้า การรักษาพนักงาน และการเพิ่มความภักดีของลูกค้า ดังนั้น ความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นสำหรับการวิเคราะห์แบบเรียลไทม์จึงช่วยเสริมการเติบโตของตลาด Data Fabric (MMR, 2022)

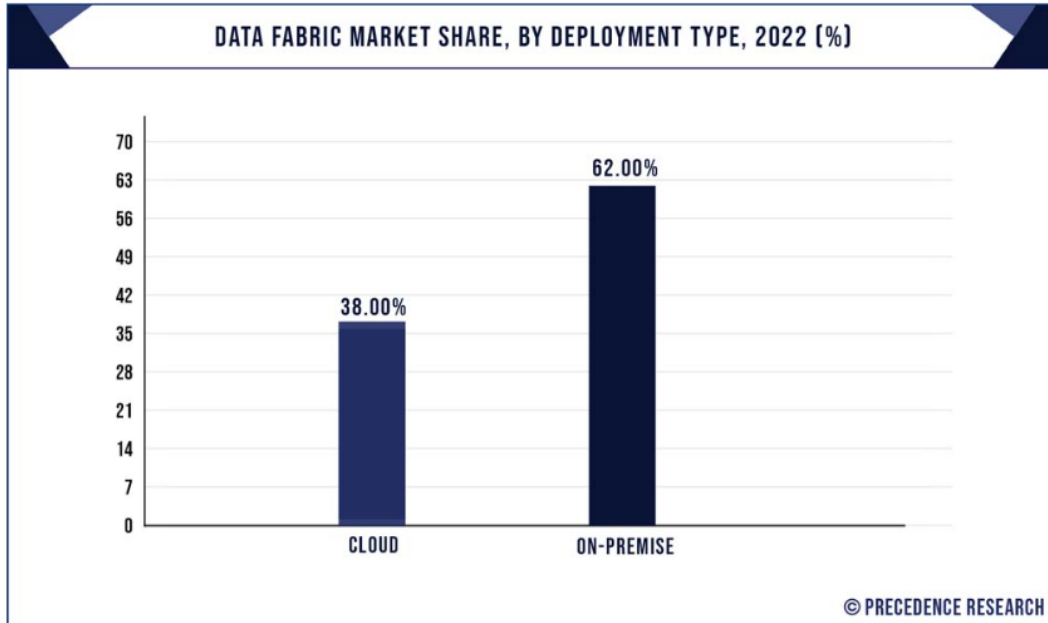


รูปที่ 3-21 Data Fabric Market

ที่มา: MMR (2022)

เมื่อพูดถึงการประยุกต์ใช้งาน Data Fabric ได้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของการจัดการประสบการณ์ลูกค้า การจัดการตรวจจับการฉ้อโกง การจัดการกระบวนการทางธุรกิจ การจัดการสินทรัพย์ และอื่น ๆ ซึ่งการจัดการกระบวนการทางธุรกิจมีส่วนแบ่งตลาดสูงสุดในปี พ.ศ. 2565 และจะเป็นตัวขับเคลื่อนการเติบโตของตลาดในช่วงทำนายการเติบโต ธุรกิจที่ใช้การจัดการกระบวนการทางธุรกิจสามารถปรับกระบวนการทางธุรกิจให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ติดตามและวัดทรัพยากรของบริษัท การจัดการกระบวนการทางธุรกิจสามารถใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิต ลดต้นทุน ลดความเสี่ยง และลดข้อผิดพลาดได้

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีมีส่วนสำคัญในการเพิ่มแนวโน้มการนำไปใช้โดยบริษัทและลูกค้า ผู้จัดจำหน่ายเทคโนโลยีการวิเคราะห์ขั้นสูงในปัจจุบันกำลังมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาชุดบริการบนคลาวด์แบบครบวงจรที่จะสามารถประเมินและเพิ่มประสิทธิภาพทรัพย์สินดิจิทัล ด้วยรูปแบบนี้ องค์กรสามารถประหยัดเวลาและเงินในการติดตั้งและจัดการโซลูชันซอฟต์แวร์ในสถานที่ ตามรายงานที่เผยแพร่โดย Hosting Tribunal เมื่อเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 พบว่า 50% ขององค์กรใช้จ่ายเกินกว่า 1.2 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อปีสำหรับบริการคลาวด์ และ 94% ใช้บริการคลาวด์อยู่แล้ว ดังนั้น การใช้งานเทคโนโลยีคลาวด์ที่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมต่างๆ จะสร้างโอกาสมหาศาลให้กับผู้จัดจำหน่ายโซลูชันข้อมูลบนคลาวด์ (MMR, 2022)



รูปที่ 3-22 Data Fabric Market Share, by Deployment Type, 2022 (%)

ที่มา: Precedence Research (2022)

ในปี พ.ศ. 2565 กลุ่มตลาด on-premises มีส่วนแบ่งการขายเป็นส่วนใหญ่ที่ระดับ 62% Precedence Research (2022) เนื่องจากในหลายอุตสาหกรรมที่มีความไวต่อการสูญเสียข้อมูล การละเมิดความเป็นส่วนตัว และการละเมิดความปลอดภัย จึงมักจะเลือกการติดตั้งโซลูชันการจัดการข้อมูลแบบ on-premises ซึ่งเป็นเหตุผลว่าทำไมการติดตั้งแบบ on-premises จึงถูกนำมาใช้บ่อยขึ้น (MMR, 2022)

## 3.5 Extended Reality

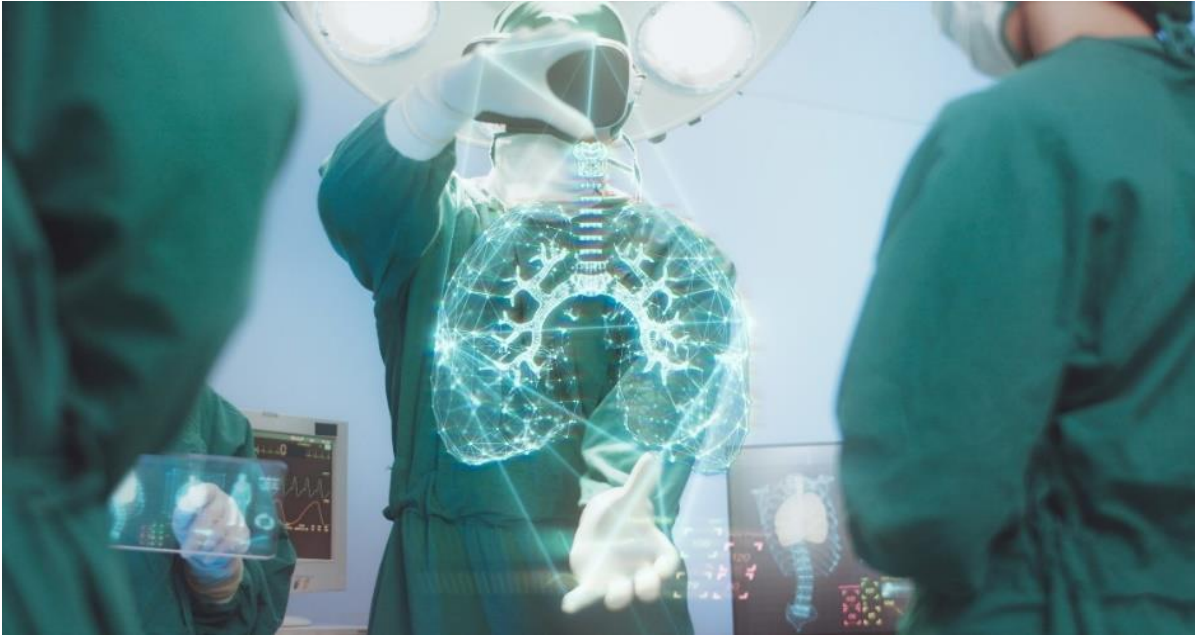
### 3.5.1 Extended Reality คืออะไร

Extended Reality (XR) เป็นคำที่ใช้เรียก Virtual Reality, Augmented Reality และ Mixed Reality ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนโลกทางกายภาพให้เป็นโลกดิจิทัล อุปกรณ์ XR สามารถทำให้ผู้ใช้รู้สึกราวกับว่าพวกเขาอยู่ในโลกดิจิทัลโดยการสร้างภาพลวงตา เทคโนโลยี XR สามารถนำไปใช้ในหลากหลายภาคส่วน เช่น การท่องเที่ยว การศึกษา และอื่นๆ อย่างไรก็ตามเนื่องจากต้นทุนที่สูงข้อจำกัดทางเทคนิคและอุปสรรคอื่นๆ XR ยังคงดิ้นรนเพื่อให้ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคและองค์กรต่างๆ เทคโนโลยี XR (Extended Reality) เป็นการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนที่มีอยู่ทั้งหมด รวมไปถึงดังนี้

- เทคโนโลยี VR (Virtual Reality) ที่ทำให้เราเห็นสภาพแวดล้อมจำลอง มันเหมือนกับการเข้าสู่อีกโลกหนึ่งหรือไปที่อื่นด้วยการสวมอุปกรณ์ VR
- เทคโนโลยี AR (Augmented Reality) คือ การสร้างวัตถุจำลองให้ปรากฏในโลกแห่งความเป็นจริงในรูปแบบลอยตัวและซ้อนทับด้านบนเท่านั้น มองเห็นได้ผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ แท็บเล็ต จอภาพ และแว่นตา
- เทคโนโลยี MR (Mixed Reality) ผสมผสานจุดแข็งของ VR และ AR ทั้งการจำลองสภาพแวดล้อมและการจำลองวัตถุ และยกระดับขึ้นไปอีกระดับด้วยการผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงและเสมือนจริงให้เป็นหนึ่งเดียว ช่วยให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับการจำลองเหล่านั้นได้

ยิ่งไปกว่านั้น X หมายถึงตัวแปรที่สามารถแทนที่ด้วยตัวอักษรอื่นได้ หากในอนาคตมีเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนใหม่ ๆ เข้ามาก็จะถูกรวมไว้ภายใต้เทคโนโลยี XR และด้วยศักยภาพของเทคโนโลยี XR ที่เป็นประโยชน์ต่อธุรกิจ นอกจากนี้อุปกรณ์ AR และ VR ก็มีราคาถูกลงเช่นกัน ดังนั้น IPLYtics คาดการณ์ว่าตลาด XR ทั่วโลกจะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นจาก 31 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี พ.ศ. 2564 เป็นเกือบ 300 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี พ.ศ. 2567 ปัจจุบันเทคโนโลยี XR ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การดูแลสุขภาพ พลังงานทดแทน และ Esports เป็นต้น (Tisco Wealth, n.d.)

บทบาทของเทคโนโลยี XR ในการดูแลสุขภาพคือการให้ความช่วยเหลือบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุขในแง่ของการปรับปรุงระบบเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มการเข้าถึงการรักษา พร้อมทั้งพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาทั้งร่างกายและจิตใจ ในกรณีตัวอย่างของโรงพยาบาลในประเทศสหรัฐอเมริกา XR ได้ถูกนำมาใช้รักษาผู้ป่วยโรคหรือความผิดปกติทางจิตจากการเผชิญประสบการณ์รุนแรงหรืออุบัติเหตุที่ทำให้เกิดบาดแผลในจิตใจ (Post-Traumatic Stress Disorder; PTSD) ด้วยการบำบัดเสมือนจริงโดย สร้างสถานการณ์และสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดความบอบช้ำทางจิตใจภายในพื้นที่เสมือนจริง เพื่อให้ผู้ป่วยเรียนรู้วิธีการรับมือและเอาชนะบาดแผลทางจิตใจ ตลอดระยะเวลาการรักษาจะมีนักบำบัดคอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือผู้ป่วยให้สามารถเอาชนะสถานการณ์ได้ อีกกรณีหนึ่งหุ่นยนต์ผ่าตัดชื่อ Vicarious Surgical ถูกสร้างขึ้นโดยสตาร์ทอัพจากแมสซาชูเซตส์สหรัฐอเมริกาโดยมีผู้สนับสนุนหลักคือ Bill Gates เมื่อศัลยแพทย์สวมเครื่อง VR จะทำให้คุณมองเห็นอวัยวะภายในที่ต้องผ่าตัดได้อย่างชัดเจนและในมุมมอง 360 องศา โดยการใส่กล้องและอุปกรณ์เข้าไปในบริเวณที่จะทำการผ่าตัด ช่วยให้ควบคุมการผ่าตัดผ่านแขนหุ่นยนต์ได้แม่นยำยิ่งขึ้น



รูปที่ 3-23 Extended Reality (XR)

ที่มา: TiscoWealth (n.d.)

ในด้านพลังงานหมุนเวียนซึ่งเป็นพลังงานแห่งอนาคต เทคโนโลยี XR ได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการปรับเปลี่ยนโซลูชันต่างๆ ให้เหมาะสมและครบถ้วนยิ่งขึ้น ช่วยให้นักพัฒนาและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมองเห็นความเป็นจริงเสมือนในสภาพแวดล้อมการทำงานจริง พร้อมทั้งเปิดเผยสภาพการทำงานจริงในพื้นที่ก่อนที่จะลงทุนในผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ทางกายภาพใดๆ ตัวอย่างเช่น การสร้างกังหันลมนอกชายฝั่งเป็นเรื่องยากเนื่องจากต้องเผชิญกับพายุ ความเค็มของทะเล และความผันผวนของกระแสน้ำที่อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของกังหันลม เทคโนโลยี XR ช่วยสร้างกังหันลมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการจำลองกังหันลมจากวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่วิศวกรเลือกมาแล้ว พร้อมทั้งทดสอบประสิทธิภาพการทำงานโดยใส่ปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่นั้นมาทดสอบ ซึ่งจะช่วยให้วิศวกรสามารถตรวจสอบให้แน่ใจว่าแต่ละส่วนประกอบที่เลือกนั้นเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างแท้จริง ในกรณีนี้ AfterNow Prez จากแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ใช้เทคโนโลยี XR เพื่อช่วยในการขาย เพื่อให้พนักงานขายสามารถนำเสนอกังหันลมให้กับลูกค้าได้สมจริง เริ่มตั้งแต่การเลือกวัสดุในการผลิตไปจนถึงการติดตั้งและใช้งานกังหันลมบนทรัพย์สินของลูกค้า

อีกด้านที่เทคโนโลยี XR ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันคือธุรกิจเกมออนไลน์และ Esports เรียกได้ว่าเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้คนได้รู้จักและเห็นภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนที่มีอยู่เหล่านี้ได้อย่างชัดเจน จะนำเทคโนโลยี XR มาเพิ่มความเพลิดเพลินและประสบการณ์การเล่นเกมให้สนุกและสมจริงมากขึ้น เช่น Teslasuit บริษัทในประเทศอังกฤษที่สร้างสรรค์ชุด Teslasuit สำหรับสวมใส่ทั้งตัวพร้อมอุปกรณ์ครบครัน เช่น แวนตา หูฟัง และ ถุงมือเพื่อส่งผู้ใช้ไปสู่โลกเสมือนจริงด้วยกลไก Haptic ที่ให้ผู้สวมใส่ได้สัมผัสรู้สึกและรับรู้สิ่งเร้าที่ตอบสนองต่อฉากต่าง ๆ ในเกม คาดว่าในอนาคตชุดดังกล่าวก็จะนำไปใช้ในด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น การฝึกงานที่มีความเสี่ยงสูง หรือการฝึกกีฬา เพราะชุดนี้สามารถรวบรวมข้อมูลการเคลื่อนไหวร่างกายได้

เพื่อให้ผู้ใช้พัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องและลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจากการฝึกอบรมความปลอดภัยทางไซเบอร์ก็มีความสำคัญเช่นกัน เทคโนโลยี XR จะถูกนำมาใช้เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับ Cyber Security โดยใช้ XR Simulator ช่วยสร้างความตระหนักและความเข้าใจเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ผ่านเกมจำลองในโลกเสมือนจริง สิ่งนี้ทำให้ผู้ใช้สามารถสัมผัสกับการโจมตีทางไซเบอร์ได้อย่างแท้จริงและแนะนำวิธีการป้องกันให้กับผู้ใช้

นอกจากนี้ในอนาคตอันใกล้เทคโนโลยี XR จะถูกผสมผสานเข้ากับความคิดสร้างสรรค์เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในรูปแบบต่างๆ มากมาย เช่น การบอกทิศทางแบบเรียลไทม์ด้วยลูกศรกะพริบที่ลอยอยู่ด้านหน้า การลองเสื้อผ้าที่คุณสามารถลองสวมได้ เสมือนจริงหรือการเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ ที่สามารถสัมผัสบรรยากาศโดยรอบได้เสมือนอยู่ในสถานที่นั้นจริงเป็นต้น นี่เป็นเพียงส่วนหนึ่งของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี XR ในธุรกิจต่างๆ ซึ่งเชื่อว่าในอีกไม่กี่ปีข้างหน้าเทคโนโลยี XR จะเปลี่ยนประสบการณ์และวิถีชีวิตไปอย่างสิ้นเชิง

### 3.5.2 ความแตกต่างกันของ AR, VR, MR และ XR

AR, VR, MR และ XR มีแกนหลักในการเล่นกับความเป็นจริงที่เหมือนกัน (it24hours, 2566; Keen Collective, 2019) โดยมีข้อแตกต่างดังต่อไปนี้

<p>AR (Augmented Reality)</p>	<p>เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกเสมือนจริง (Virtual) เข้ากับโลกแห่งความจริง (Real) โดยแสดงผลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่หรืออุปกรณ์แท็บเล็ต ทำให้หน้าจอกลายเป็นวัตถุ 3 มิติที่ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริงซึ่งมีการเพิ่ม Overlay เพื่อตกแต่งภาพในโลกแห่งความเป็นจริงทั้งหมดถือเป็น AR ดังนั้น AR จึงเป็นสื่อใหม่ที่สามารถทำให้ภาพวัตถุลอยอยู่นอกจอคอมพิวเตอร์ได้ซึ่งเหมาะสำหรับการทำงานในชีวิตประจำวันเพราะไม่จำเป็นต้องเพิ่มหรือซื้ออุปกรณ์เพิ่มเติมที่สามารถใช้งานผ่านโทรศัพท์ได้</p>
<p>VR (Virtual Reality)</p>	<p>การจำลองสภาพแวดล้อมจริงผ่านการรับรู้ทางภาพ เสียง สัมผัส และแม้กระทั่งกลิ่น โดยจะมาในรูปแบบแว่นตา VR ซึ่งจะตัดเราออกจากสภาพแวดล้อมปัจจุบันและเข้าสู่ภาพจำลองที่ไม่สามารถรับรู้ถึงสิ่งที่อยู่ในโลกแห่งความเป็นจริงได้ เหมือนได้ย้ายไปอีกโลกหนึ่ง เช่น จำลองสถานที่ Google Street View การแข่งขัน Drone Racing เป็นต้น ปัจจุบันเทคโนโลยี VR มีการพัฒนาไปไกลและนำไปใช้งานต่างๆ ได้จริง แต่ปัญหาคืออุปกรณ์มีขนาดค่อนข้างใหญ่และราคาสูง</p>

### MR (Mixed Reality)

โลกแห่งความเป็นจริงที่มีบางสิ่งเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง โดยมีวัตถุหรือสภาพแวดล้อมที่มองเห็นได้ มันมีมิติที่ไม่เพียงแต่ลอยอยู่เหนือเหมือน AR และตอบสนองเหมือนสิ่งที่มีอยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง MR เป็นส่วนขยายของ AR ที่สามารถโต้ตอบกับวัตถุและสภาพแวดล้อมทั้งในโลกแห่งความเป็นจริงและเสมือนจริง โดยใช้เทคโนโลยีการตรวจจับและการถ่ายภาพยุคใหม่ MR ช่วยให้มองเห็นและสัมผัสโลกรอบตัวคุณในขณะที่โต้ตอบกับสภาพแวดล้อมเสมือนจริงโดยไม่ต้องถอดแว่นตา

เทคโนโลยีนี้ทำให้สามารถวางเท้าข้างหนึ่งหรือมือข้างหนึ่งในโลกแห่งความเป็นจริง และอีกข้างหนึ่งในโลกเสมือนจริงได้ อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ Magic Leap One และ Microsoft HoloLens

### XR Extended Reality

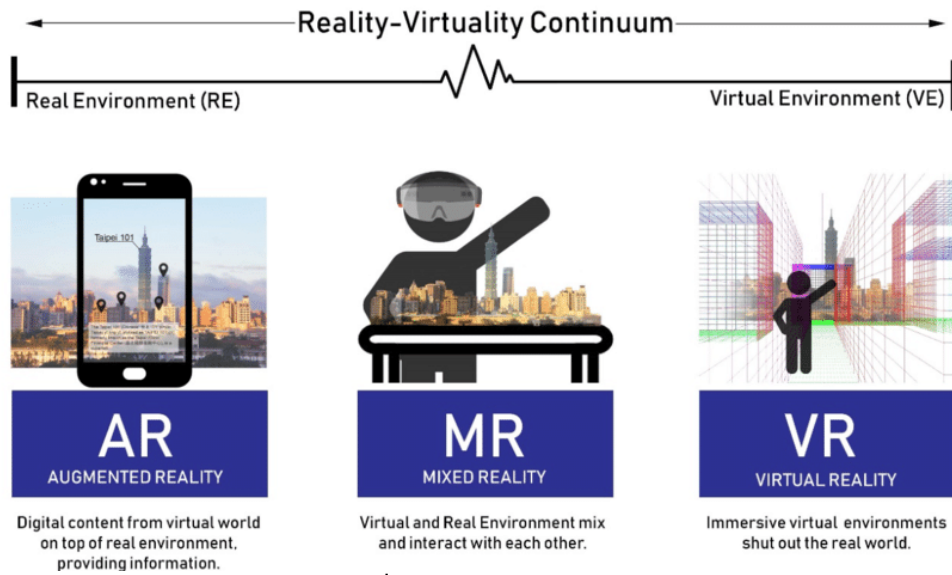
คำที่รวม AR, VR, MR และทุกสิ่งที่อยู่ระหว่างนั้น VR เปลี่ยนมุมมองของผู้ใช้โดยนำพวกเขาเข้าสู่โลกเสมือนจริง VR ส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมบันเทิงและเกม เนื่องจากการมองเห็นช่วยให้ผู้ใช้เปลี่ยนนามธรรมให้กลายเป็นความเป็นจริงได้อย่างง่ายดาย AR อนุญาตให้ผู้ใช้โต้ตอบกับวัตถุเสมือนโดยการซ้อนทับสภาพแวดล้อมเสมือนจริงในโลกแห่งความเป็นจริง มันสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงและวางวัตถุ 3 มิติในโลกแห่งความเป็นจริง MR ช่วยให้วัตถุทางกายภาพและเสมือนอยู่ร่วมกัน ใช้การปรับสามมิติโดยแสดงแบบจำลองในขนาดจริง



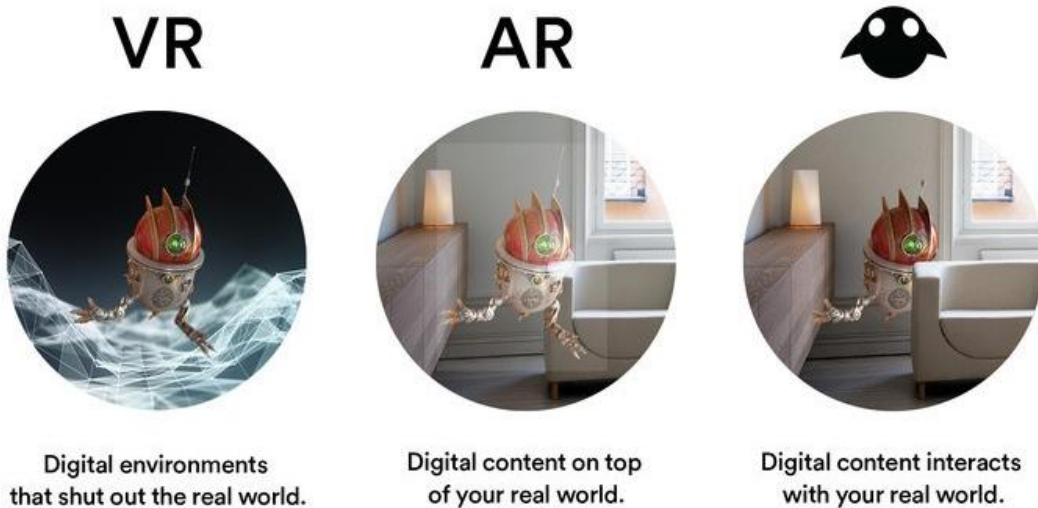
รูปที่ 3-24 AR, VR, MR และ XR

ที่มา: Garner (2022)

Internet of Things (IoT) คืออุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จากระยะไกล และเป็นอัตโนมัติร่วมกับแอปพลิเคชัน XR และ IoT ในปัจจุบันได้จาก HoloLens การสาธิตวิดีโอ VR ของ Cisco, Eye Create Worlds มีองค์ประกอบหลักสี่ประการสำหรับ XR และ IoT ในการทำงานร่วมกัน 1) อุปกรณ์ IoT 2) ผู้ให้บริการคลาวด์ 3) โมดูลซอฟต์แวร์ที่ทำงานเป็นอินเทอร์เน็ตเฟส และ 4) อุปกรณ์ XR



รูปที่ 3-25 AR MR และ VR  
ที่มา: Carrasco & Chen (2021)



รูปที่ 3-26 VR และ AR  
ที่มา: Keen Collective (2562)

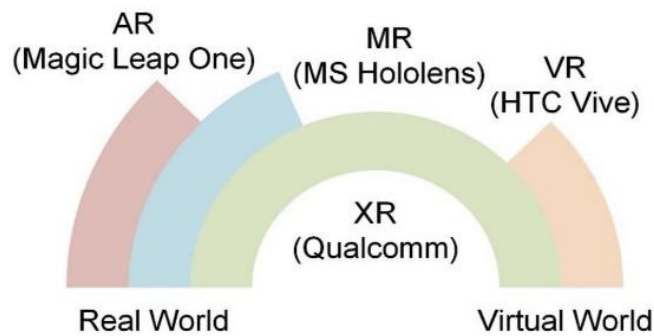
XR จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับจอแสดงผล LED ขนาดใหญ่ที่ขยายภาพดิจิทัลไปสู่โลกแห่งความเป็นจริง ในขณะที่เดียวกันก็เปลี่ยนวิธีที่ผู้คนรับรู้ถึงความเป็นจริง ผู้สร้างภาพยนตร์ในปัจจุบันใช้หน้าจอ LED ขนาดใหญ่เป็นฉากหลังที่สมจริง ดังนั้น พวกเขาจึงไม่ต้องเสียเงินมากมายในการเดินทางเพื่อพาทีมงานไปทั่วโลกเพื่อถ่ายทำ ไม่ว่าจะเป็นฉากในทะเลทรายหรือฉากอื่น ๆ ก็สามารถช่วยเอาชนะข้อจำกัดของโควิด-19 และทำให้สามารถผลิตภาพยนตร์ได้อย่างคุ้มค่า ในทำนองเดียวกันการแสดงสดกำลังหันไปใช้หน้าจอ LED และ XR ขนาดใหญ่มากขึ้น เพื่อขยายประสบการณ์ของผู้ชมให้มากกว่าสิ่งที่เกิดขึ้นจริงบนเวทีคอนเสิร์ตหรือในการประชุม (Samsung, 2565)

### 3.5.3 แอปพลิเคชัน XR และพฤติกรรมผู้ใช้

XR (Extended Reality) กำลังสร้างความเป็นจริงและขยายขอบเขตออกไป ไม่ว่าจะเป็นความจริงเสมือนหรือความเป็นจริงในโลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งหมายความว่า XR เป็นสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่ผสมกับโลกแห่งความเป็นจริง ผู้ใช้จะสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายและโต้ตอบกับผู้ใช้รายอื่น โดยผสมผสานความสามารถทั้ง AR+VR และ MR โดยปัจจุบัน XR ยังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนาซึ่งมีแผนจะใช้ในอุตสาหกรรม การศึกษา การทหาร สุขภาพ การเดินทาง และความบันเทิง อุปกรณ์ใช้งานเป็นแว่นลักษณะคล้ายแว่น VR

**Table 1. Comparison of Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality, and Extended Reality**

	Virtual Contents	Real Contents	Interactivity
Virtual reality (VR)	High	Low	Middle
Augmented reality (AR)	Low	High	Middle
Mixed reality (MR)	Middle	High	High
Extended reality (XR)	Switchable	Switchable	Switchable



**Fig. 1.** Differences among VR, AR, MR, and XR.

รูปที่ 3-27 AR, MR, VR และ XR

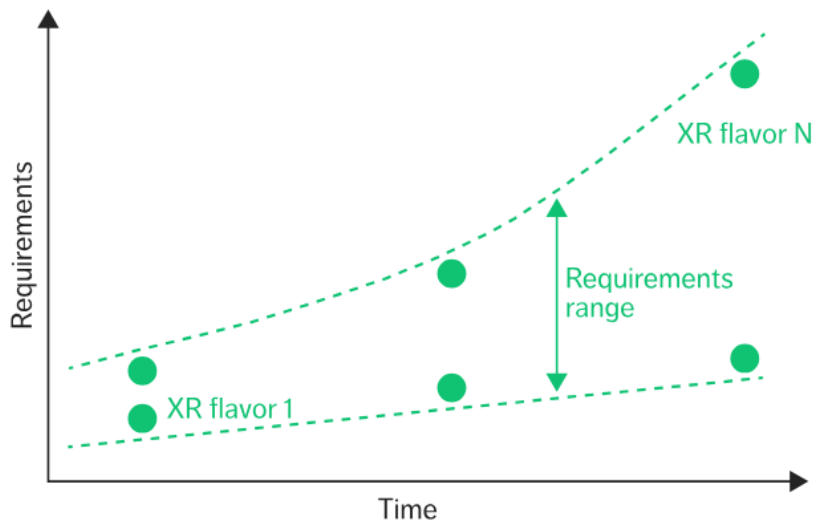
ที่มา: He et al. (2019)

Extended Reality เป็นคำที่ครอบคลุมเทคโนโลยีตั้งแต่ Virtual Reality (VR) ไปจนถึง Mixed Reality (MX) และ Augmented Reality (AR) โดยอุปกรณ์ XR ได้รับการคาดหวังให้มอบประสบการณ์ที่ผสมผสานวัตถุดิจิทัล ข้อมูล และการซ้อนทับเข้ากับโลกแห่งความเป็นจริง XR แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญสามประการ (Ariksson et al., 2023) ดังนี้

- 1) จากจอแบนและเนื้อหา 2D ไปจนถึงเนื้อหา 3D ที่สมจริงที่แสดงและฉากในโลกแห่งความเป็นจริง
- 2) จากอินเทอร์เน็ตผู้ใช้แบบกราฟิกไปจนถึงการโต้ตอบตามธรรมชาติในโลกแห่งความเป็นจริง
- 3) จากการสลับบริบท (ระหว่างหน้าจอและโลกแห่งความเป็นจริง) ไปจนถึงการรับรู้บริบท

พื้นที่แอปพลิเคชันที่มีศักยภาพสูงในการเข้าถึงในวงกว้าง ได้แก่ เกมและความบันเทิง การค้าปลีกและการช้อปปิ้ง การสื่อสารทางสังคม และงานเสมือนจริง ซึ่งรวมถึงการใช้เนื้อหา XR ในการตั้งค่าผู้ใช้คนเดียว เช่นเดียวกับบริการการสื่อสาร เช่น การสื่อสารโฮโลแกรมกับผู้ใช้ XR สองคนขึ้นไป ซึ่งแอปพลิเคชัน XR มีความแตกต่างกันในแง่ของความซับซ้อนของกราฟิก รวมถึงความสอดคล้องของกราฟิกที่แอปพลิเคชันเหล่านั้นต้องสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจริง ทั้งนี้แอปพลิเคชัน XR มีตั้งแต่บริการนำทางอย่างง่ายพร้อมลูกศรชี้ไปยังจุดหมายปลายทางไปจนถึงการสื่อสารโฮโลแกรมขั้นสูงพร้อมวัตถุ 3 มิติที่กำลังเคลื่อนที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจริงอย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันสมัยใหม่ที่มีระดับออฟโหลดการประมวลผลสูงที่สุด ซึ่งมีผลกระทบต่อความต้องการของเครือข่ายมากที่สุด และแอปพลิเคชันทั่วไปที่มีปริมาณการประมวลผลน้อยที่สุดจะได้รับผลกระทบน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามแอปพลิเคชันเดียวสามารถยืดหยุ่นได้ในแง่ที่ว่าสามารถทำงานที่ความละเอียดต่างกันได้

กราฟแสดงให้เห็นว่าข้อกำหนด XR ที่มีความเข้มงวดเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป



รูปที่ 3-28 ข้อกำหนด XR ที่มีความเข้มงวดเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป

ที่มา: Alriksson et al. (2023)

ข้อกำหนดเครือข่ายยังได้รับผลกระทบจากตำแหน่งการใช้งานและการกระจายการใช้งานในช่วงเวลาของวัน การศึกษาผู้บริโภคระบุว่า การเปิดตัว XR อาจไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบผู้ใช้อย่างฉับพลัน กล่าวคือ ผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะใช้บริการประเภทเดียวกันในสถานที่และเวลาเดียวกันกับปัจจุบัน ในแง่นี้ XR เป็นเพียงอินเทอร์เฟซผู้ใช้ใหม่ เมื่อเวลาผ่านไป XR คาดว่าจะสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผู้บริโภคในด้านการใช้งานที่หลากหลาย (Alriksson et al., 2023)

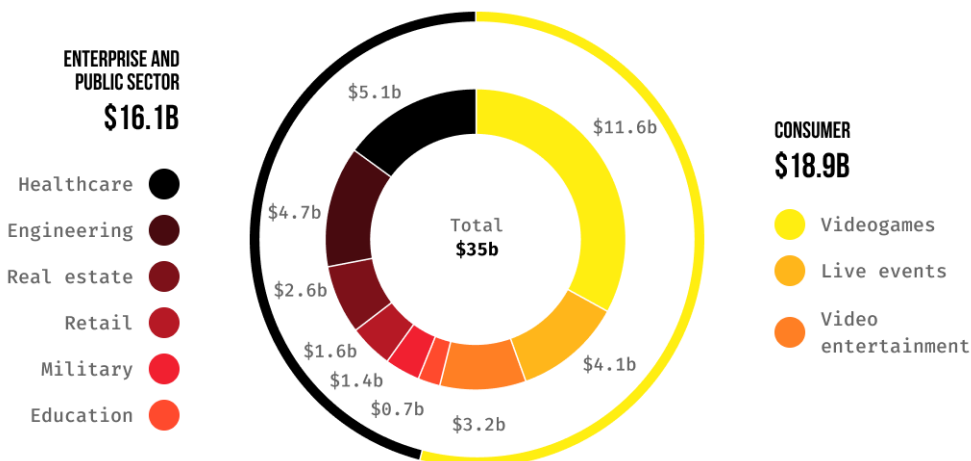
โดยที่คาดว่าจะการใช้งาน XR ในแต่ละวันจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก เนื่องจากอุปกรณ์ XR มีขนาดบางลงและสวมใส่สบายมากขึ้นเป็นระยะเวลานานขึ้น แต่ถ้าเป็นไปได้ที่คนจำนวนมากสวมอุปกรณ์ XR ตลอดทั้งวัน ประเภทของบริการ XR ที่ใช้จะแตกต่างกันไปตลอดทั้งวันคล้ายกับรูปแบบการใช้บริการสมาร์ทโฟนในปัจจุบัน

ดังนั้นจึงคาดว่าขนาดเครือข่ายในอนาคตจะเพียงพอที่จะรองรับการใช้งาน XR ขนาดใหญ่ได้ในเวลาเพียงหนึ่งชั่วโมงหรือสองสามชั่วโมงต่อวัน (Corsactech, 2021)

## THE DIVERSE POTENTIAL OF VR & AR APPLICATIONS

MARKET SIZE OF VR/AR SOFTWARE FOR DIFFERENT USE CASES IN 2021

(IN BILLION U.S. DOLLARS)



Source: Statista

### รูปที่ 3-29 การใช้ประโยชน์ VR และ AR

ที่มา: Corsac Tech (2021)

เมื่อกล่าวถึงศักยภาพอันกว้างขวางของแอปพลิเคชัน Virtual และ Augmented Reality เราสามารถพูดได้ว่าภายในปี พ.ศ. 2568 ตลาดซอฟต์แวร์ AR และ VR ของภาครัฐจะมีมูลค่า 16.1 พันล้าน และในตลาดผู้บริโภคประมาณ 18.9 พันล้านเมื่อเทียบกับปีนี้ ขนาดของตลาดโลกจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 800% จาก 35 พันล้านเป็น 296.9 พันล้าน เนื้อหาเกมเป็นผู้นำด้วยมูลค่าประมาณ 11.6 พันล้าน และคิดเป็นประมาณ 34% ของตลาด AR/VR ทั้งหมด อุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่มีส่วนแบ่งสำคัญของตลาด AR/VR ได้แก่ การดูแลสุขภาพที่ประมาณ 5.1 พันล้าน หรือ 15% วิศวกรรมที่ประมาณ 4.76 พันล้าน หรือ 14% อสังหาริมทรัพย์ประมาณ 2.6 พันล้าน หรือ 7% คำปลีกประมาณ 1.6 พันล้าน หรือ 5% และการทหารประมาณ 1.4 พันล้าน หรือ 4% (Corsac Tech, 2021)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำ XR มาใช้ระดับบุคคล ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี XR (เฉพาะเทคโนโลยี เฉพาะแพชชั่น เฉพาะสื่อ) การรับรู้ความเสี่ยงของเทคโนโลยี XR (ความเสี่ยงด้านเทคโนโลยี ความเสี่ยงด้านความเป็นส่วนตัว) ความแตกต่างส่วนบุคคล (บุคลิกภาพของผู้บริโภค การเปิดกว้าง ความมีสติ ความเปิดเผย ความเห็นอกเห็นใจ โรคประสาท ข้อมูลประชากรของผู้บริโภค ประสบการณ์และนิสัย) ตัวแปร

ที่เกี่ยวข้องกับผู้ผลิต (ทัศนคติของแบรนด์ มูลค่าราคา) ตัวแปรทางจิตวิทยา (บรรทัดฐาน/อิทธิพลทางสังคม) และตัวแปรสถานการณ์ (Corsac Tech, 2021)

ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการนำ XR มาใช้ระดับบริษัท ได้แก่ ผลประโยชน์-ต้นทุนที่คาดหวังของเทคโนโลยี XR ความพร้อมด้านเทคโนโลยี ความพร้อมขององค์กร ความปลอดภัย สภาพแวดล้อมและแรงกดดันภายนอก และบรรยากาศองค์กร (Corsac Tech, 2021)

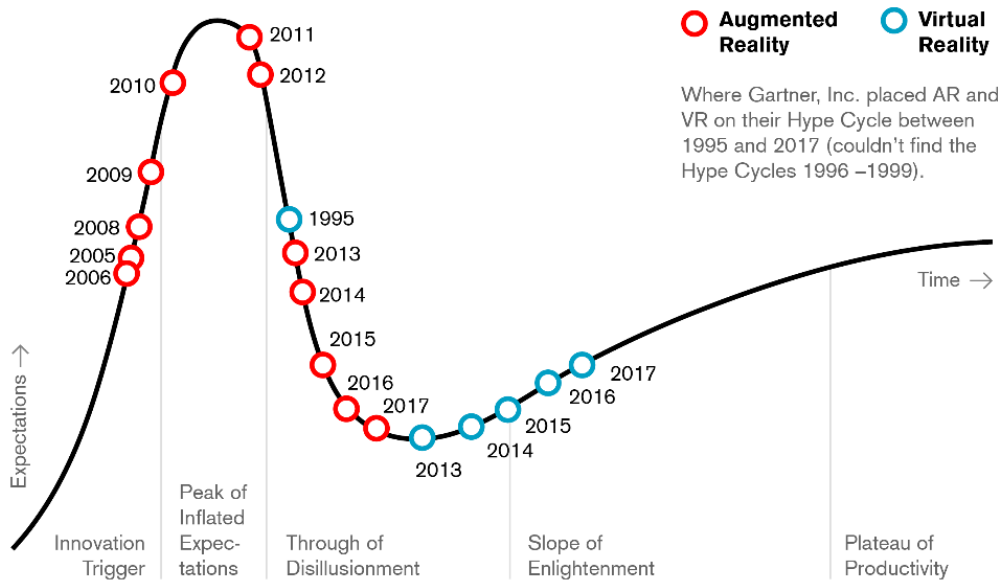
การวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยี Extended Reality (XR) เช่น Augmented Reality (AR) และ Virtual Reality (VR) ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการทำความเข้าใจว่าเทคโนโลยีเหล่านี้ส่งผลต่อปริมาณงานของผู้ใช้อย่างไร มีช่องว่างในการแยกแยะความท้าทายและต้นทุนในการใช้ XR สำหรับงานต่างๆ และการศึกษาที่มีอยู่มักมุ่งเน้นไปที่อุปกรณ์หรือวิธีการเฉพาะมากกว่าการใช้งานโดยรวม หลายคนยังไม่ชี้แจงว่าผลกระทบที่สังเกตได้มาจากเทคโนโลยีหรือการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาโดยเจตนา โดยรวมแล้วขีดขวางความเข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น

*Table 1. Some learning goals that XR technologies are effective in helping to meet*

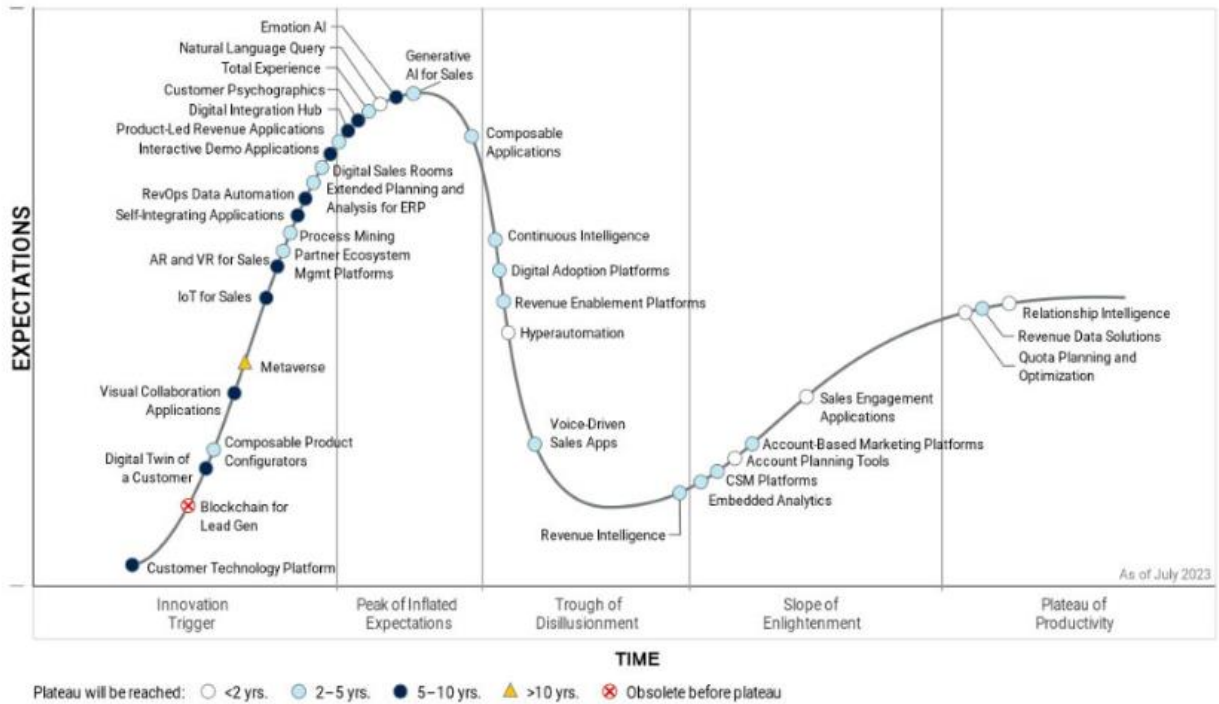
<b>Learning goal</b>	<b>Mechanism</b>
Develop ethical awareness	Simulations designed to require empathy or communal approaches to solve
Develop analytical skills	Simulations designed to structure the achievement of learning goals
Develop systems thinking skills	Simulations designed to structure analytic and synthetic problem-solving
Gaining practice in complex tasks	Iteration of simulated experiences and shared simulations
Self-confidence in practical tasks	Iteration of simulated experiences
Develop strategies for collaboration	Shared simulations
Develop scientific literacy	Interaction with objects too large or too small to interact with in the physical world

รูปที่ 3-30 เป้าหมายการเรียนรู้ที่เทคโนโลยี XR จะสามารถช่วยได้

ที่มา: Pomerantz, J. (2019)



รูปที่ 3-31 Gartner Hype Cycle predicted AR and VR  
ที่มา: Muth (2017)



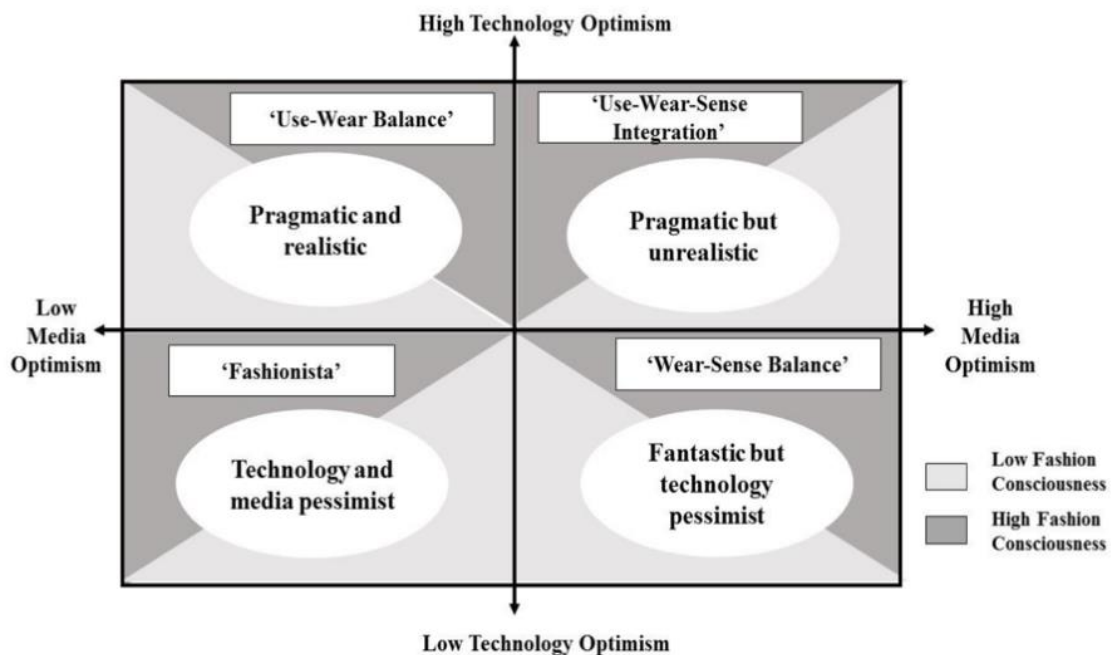
รูปที่ 3-32 Gartner Hype Cycle for Revenue and Sales Technology, 2023  
ที่มา: Gartner (July 2023)

Gartner Hype Cycle ได้พยากรณ์การเติบโตของ VR ไว้ครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1995 และ AR เมื่อปี ค.ศ. 2005 และในปี ค.ศ. 2023 ยอดขายของอุปกรณ์ AR และ VR ได้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเทคโนโลยีที่มีการเปิดตัวและผู้คนเริ่มพูดถึง

### 3.5.4 ผู้ใช้ที่คาดการณ์ไว้

ประเภทลูกค้าที่จะใช้ XR สามารถแบ่งได้ดังนี้

**Figure 1** Customer types (fashion-media-technology) matrix

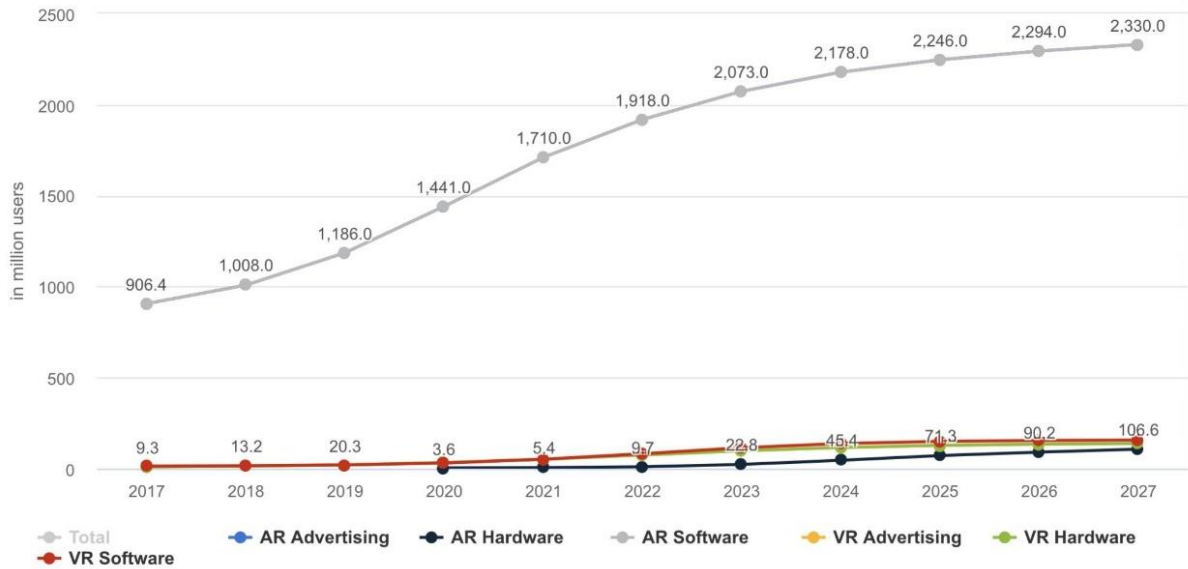


รูปที่ 3-33 กลุ่มลูกค้าของ XR

ที่มา: Chuah S. H. W. (2018)

REACH BY MARKET

PENETRATION BY MARKET

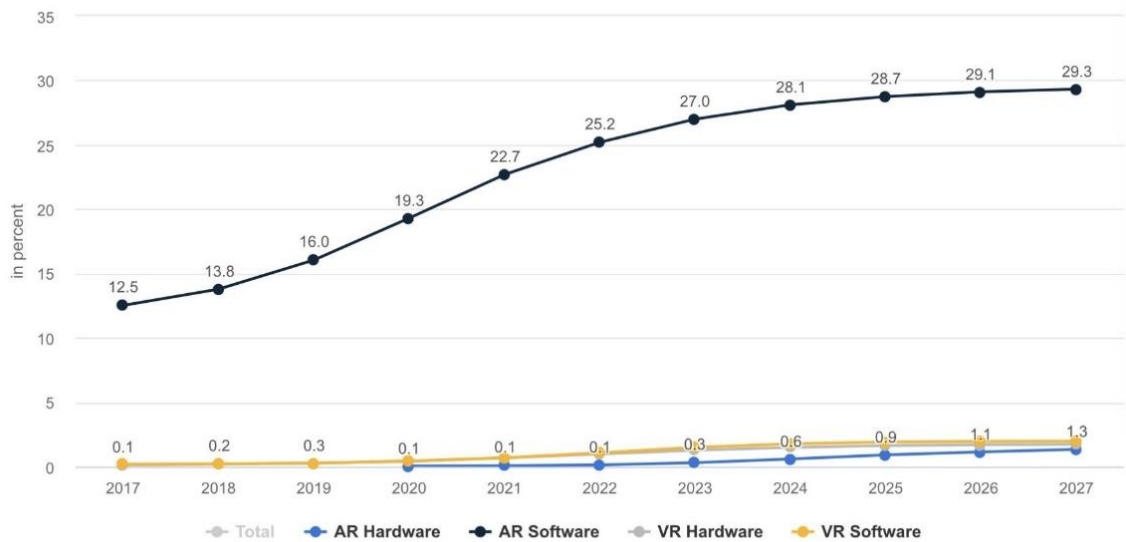


Most recent update: Aug 2023

รูปที่ 3-34 ผู้ใช้ที่สามารถเข้าถึงได้ แบ่งตามตลาด  
ที่มา: Statista (2023)

REACH BY MARKET

PENETRATION BY MARKET

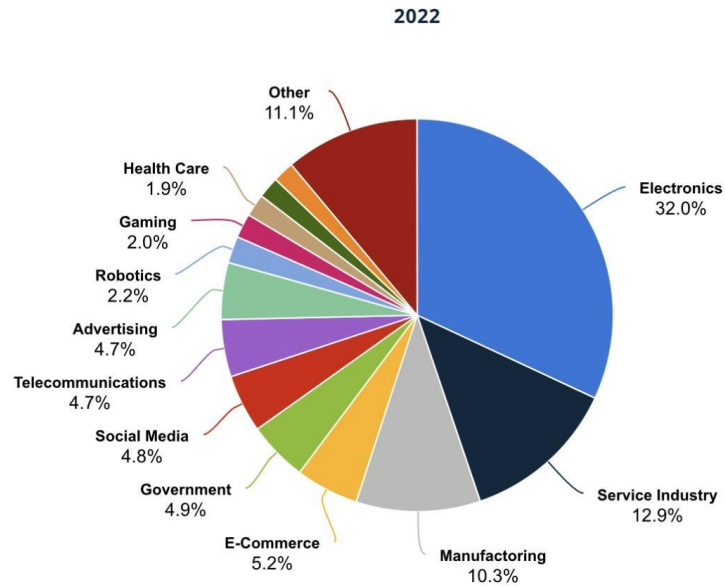


Most recent update: Aug 2023

รูปที่ 3-35 จำนวนผู้ใช้งาน แบ่งตามตลาด  
ที่มา: Statista (2023)

## REVENUE SHARES PER INDUSTRY

in percent



Notes: Industry shares are calculated according to the total market size that comes from B2B and B2C.

Most recent update: Aug 2023

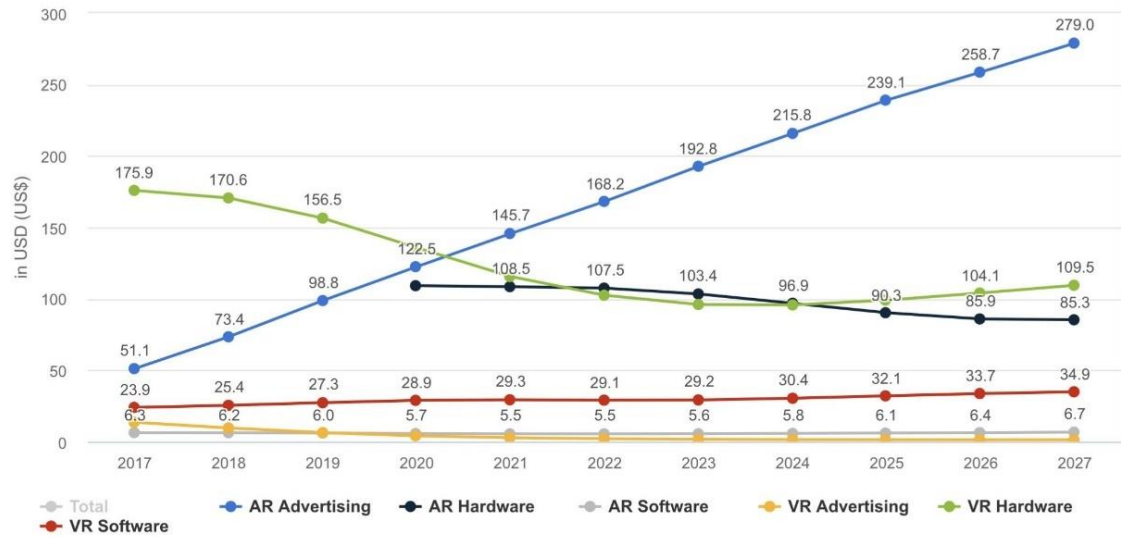
### รูปที่ 3-36 ส่วนแบ่งรายได้ AR & VR ต่ออุตสาหกรรม

ที่มา: Statista (2023)

ขนาดตลาดความเป็นจริงเสมือนทั่วโลกมีมูลค่า 19.44 พันล้านในปี พ.ศ. 2565 และคาดว่าจะเติบโตจาก 25.11 พันล้านในปี พ.ศ. 2566 เป็น 165.91 พันล้านภายในปี พ.ศ. 2573 รายชื่อผู้เล่นหลักในอุตสาหกรรม AR และ VR (Fortunebusinessinsights, 2023)

- Oculus (Meta Platforms, Inc.) (U.S.)
- Google LLC (Alphabet Inc.) (U.S.)
- Microsoft Corporation (U.S.)
- Sony Interactive Entertainment LLC (Japan)
- HTC Corporation (Taiwan)
- Samsung Electronics Co., Ltd. (South Korea)
- Unity Software Inc. (U.S.)
- Qualcomm Incorporated (U.S.)
- Nvidia Corporation (U.S.)
- HaptX Inc. (U.S.)
- Shenzhen MetaVision Tech Co. (China)

AVERAGE REVENUE PER USER BY MARKET

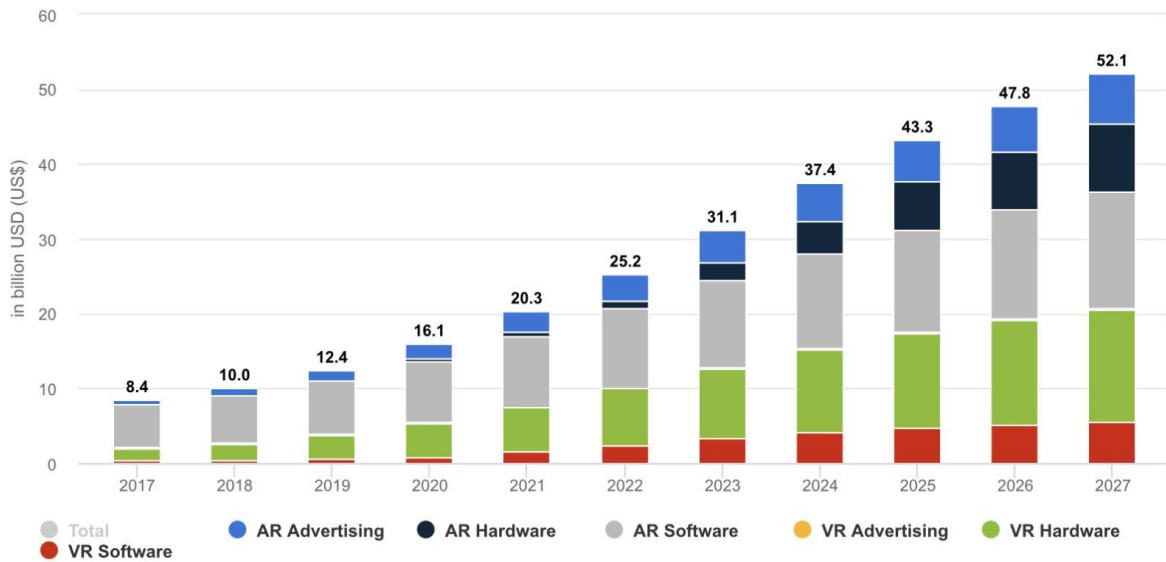


Most recent update: Aug 2023

รูปที่ 3-37 รายได้เฉลี่ยของ AR และ VR ที่คาดการณ์ต่อผู้ใช้โดยแยกตามตลาด  
ที่มา: Statista (2023)

REVENUE BY MARKET

REVENUE CHANGE BY MARKET



Notes: Data shown is using current exchange rates and reflects market impacts of the Russia-Ukraine war. Data represents only the B2C revenue covered in the market.

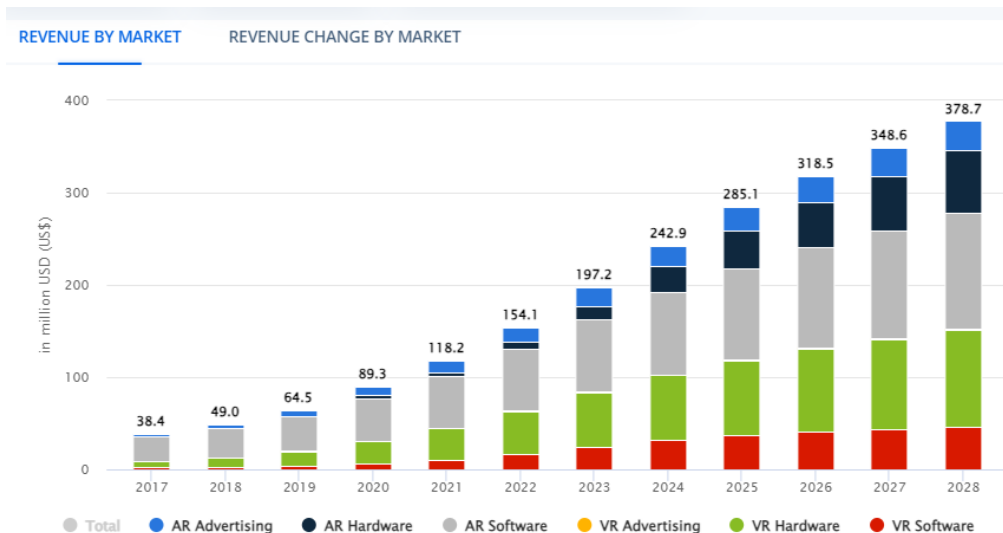
Most recent update: Aug 2023

รูปที่ 3-38 รายได้ AR & VR ที่คาดว่าจะได้ตามตลาด  
ที่มา: Statista (2023)

### 3.5.5 แนวโน้มการใช้งาน Extended Reality ในประเทศไทย

เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) และ Virtual Reality (VR) ในประเทศไทยได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงปีที่ผ่านมา บริษัทเทคโนโลยีขนาดใหญ่ได้เข้าสู่ตลาดและกลายเป็นผู้นำตลาดโดยการซื้อกิจการของบริษัทที่ดำเนินธุรกิจในอุตสาหกรรม AR และ VR ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างต่อเนื่องและจำนวนการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 5G ที่เพิ่มขึ้น ตลาดนี้จึงคาดว่าจะมีการเติบโตอย่างแข็งแกร่งในอนาคต (Statista, 2023)

สำหรับ AR ได้รับอิทธิพลจากการใช้งานแอปพลิเคชันสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Snapchat, Instagram, Facebook และล่าสุดคือ TikTok รวมถึงนวัตกรรมมากมาย เช่น เลนส์และคุณลักษณะใหม่ๆ ได้ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคและกลายเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ แต่ไม่ใช่เพียงแค่แอปพลิเคชันสื่อสังคมเท่านั้นที่นำ AR มาใช้ แอปพลิเคชันเกมและอีคอมเมิร์ซก็ได้เสริมความแข็งแกร่งในตลาด ด้วยจำนวนการดาวน์โหลดมากกว่า 600 ล้านครั้ง Pokémon Go ซึ่งเป็นแอปพลิเคชัน AR ที่มีชื่อเสียงมากที่สุด ได้กลายเป็นจุดสูงสุดของเกม AR และเนื่องจากแอปพลิเคชันเกมมากมายกำลังตามรอยเกมนี้ ตลาดจึงมีการเติบโตอย่างมาก ภาคอีคอมเมิร์ซก็ยังคงปรับตัวเข้ากับเทคโนโลยี AR และ VR แต่กำลังเดินหน้าเพื่อสร้างตำแหน่งในตลาดที่แข็งแกร่งด้วยแอปพลิเคชันเฟอร์นิเจอร์ เช่น Ikea Place และ Wayfair หรือแอปพลิเคชันแต่งหน้าเช่น Sephora ซอฟต์แวร์ AR ครองตลาด AR ในขณะที่ฮาร์ดแวร์ AR ยังคงตามหลัง อย่างไรก็ตาม Apple จะเข้าสู่ตลาดด้วยแว่นตา AR แข่งขันกับ HoloLens ของ Microsoft ซึ่งเป็นผู้เล่นหลักในตลาด นี่เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ตลาด AR จะได้เห็นการเติบโตที่แข็งแกร่งในอนาคต (Statista, 2023)



Notes: Data shown is using current exchange rates and reflects market impacts of the Russia-Ukraine war. Data represents only the B2C revenue covered in the market.

#### รูปที่ 3-39 รายรับจาก AR และ VR ในประเทศไทย

ที่มา: Statista (2023)

ในทางกลับกัน เทคโนโลยี VR ได้เป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างธรรมดาตามวัฏจักรหนึ่งแล้ว ด้วยแอปพลิเคชันต่าง ๆ เช่น Google Earth แต่อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยี VR จะยังคงพัฒนาต่อไป และคุณภาพของหูฟัง VR โดยเฉพาะแบบ Standalone จะดีขึ้นอย่างมากในอนาคต ด้วยหูฟัง VR รวมไปถึง Meta Quest ที่ครองตลาดโดยมีส่วนแบ่งยอดขายมากกว่าหนึ่งในสามของยอดขายรวม ในขณะที่เกมในช่วงแรก ๆ ของการนำมาใช้มีเพียงเกมพื้นฐาน ตลาดกำลังเคลื่อนไหวไปสู่เกมที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งต้องการการมีส่วนร่วมมากขึ้นจากผู้บริโภค (Statista, 2023)

### 3.5.6 ข้อกำหนดสำหรับการพัฒนาเครือข่ายในอนาคต (Aliksson et al., 2023) การใช้งานเครือข่ายในปัจจุบัน - แอปพลิเคชัน XR ที่ไม่มีการ Offload

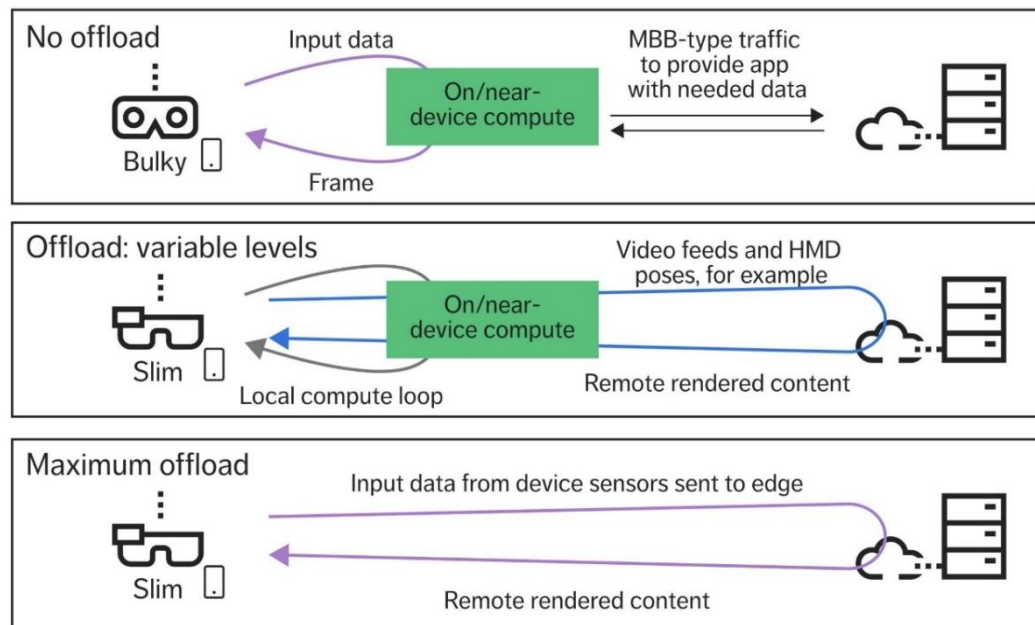
ในแอปพลิเคชัน XR แบบที่ไม่มีการ offload นั้นให้ประโยชน์ที่จำกัด เนื่องจากการประมวลผลทั้งหมดดำเนินการภายในเครื่องบน HMD หรือบนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ซึ่งคล้ายกับวิธีการทำงานของแอปพลิเคชัน AR บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบัน ข้อกำหนดนี้เหมือนกับข้อกำหนดของ MBB มาก และไม่มีข้อกำหนดที่เข้มงวดเกี่ยวกับเวลาแฝง แอปพลิเคชันตัวอย่างประกอบด้วยบริการการนำทางที่เรียบง่ายและความสามารถในการขยายอินเทอร์เน็ตเฟซผู้ใช้หน้าจอสัมผัสของสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตให้เกินขอบเขตของหน้าจอจริงด้วยหน้าจอเสมือนที่ควบคุมโดยท่าทางมือ ส่วนที่เกี่ยวข้องของการเป็นตัวแทนระดับโลกของโลกจะถูกดาวน์โหลดโดยไม่มีข้อจำกัดใด ๆ ในแบบเรียลไทม์ แผนที่โลกที่ใช้โดยแอปพลิเคชันเหล่านี้ได้รับการอัปเดตในเวลาที่ยาวนานกว่า เวลาที่ผ่านมาที่ออบเจกต์ AR ที่สร้างขึ้นใหม่ เช่น ร้านอาหารใหม่ในแอปพลิเคชันการนำทางหรือออบเจกต์เสมือนแบบคงที่ที่เพิ่มโดยผู้ใช้ในแอปพลิเคชัน AR geocaching จะปรากฏแก่ผู้ใช้อย่างอื่น ขึ้นอยู่กับความถี่ที่แผนที่ทั่วโลกได้รับการอัปเดตตามข้อมูลผู้ใช้/ผู้ปฏิบัติงาน และความถี่ที่ท้องถิ่นถูกริเฟรชจากแผนที่ทั่วโลก

### 3.5.7 การพัฒนาเครือข่ายในระยะเวลายังไม่ถึง - แอปพลิเคชัน XR พื้นฐาน

สำหรับแอปพลิเคชัน XR แบบธรรมดาที่มีการเรนเดอร์ระยะไกล เราถือว่า SLAM ทำงานบน HMD เนื้อหาที่เรนเดอร์ระยะไกลจะเป็นเนื้อหาวิดีโอ 2D หรือเนื้อหาเชิงปริมาตรแบบธรรมดาที่ส่งใน DL ไปยัง HMD บิตเรต DL จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความละเอียด อัตราเฟรม และระดับการบีบอัด การรับส่งข้อมูล UL ประกอบด้วยท่าทาง HMD และการป้อนข้อมูลของผู้ใช้ ซึ่งจะถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ระยะไกลเพื่อให้แน่ใจว่ามีการเรนเดอร์ที่เหมาะสม อุปกรณ์ประเภทนี้จะต้องมีอัตรา UL ที่ค่อนข้างต่ำที่ 0.5Mbps จำเป็นต้องมีอัตรา DL ที่สูงขึ้นเล็กน้อยซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและความละเอียดของเนื้อหาเสมือนที่สร้างขึ้นใน Edge Cloud เราเลือกจุดตัวอย่างประมาณ 5Mbps เวลาแฝงทางเดียวสำหรับกรณีการใช้งานดังกล่าวจะอยู่ที่ประมาณ 20 มิลลิวินาที รวมถึงเครือข่ายการเข้าถึงวิทยุ (RAN) แกนหลัก และเครือข่ายการรับส่งข้อมูล ในลักษณะนี้ การแลกเปลี่ยนจุดยึดระหว่างผู้ใช้ทำให้สามารถจัดตำแหน่งของระบบพิกัดและแอปพลิเคชันที่มีผู้ใช้หลายรายในพื้นที่ เช่น เกมกระดาน ในแอปพลิเคชัน XR แบบธรรมดาที่ถ่ายทั้งการเรนเดอร์และการคำนวณเชิงพื้นที่

บางส่วน การแปลเป็นภาษาท้องถิ่นจะเกิดขึ้นใน HMD ในขณะที่การทำแผนที่เชิงพื้นที่ การเพิ่มประสิทธิภาพแผนที่ และการตรวจจับวัตถุจะถูกถ่ายออก ซึ่งหมายความว่าวัตถุ 3 มิติจะถูกเรนเดอร์บนเซิร์ฟเวอร์ระยะไกล และภาพ 2 มิติสำหรับจอแสดงผลจะถูกเรนเดอร์ใน HMD การตั้งค่านี้จะทำให้ HMD มีเนื้อหา 3 มิติและช่วยให้สามารถปรับเฉพาะในการเรนเดอร์เพื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวของศีรษะของผู้ใช้ให้ช้าที่สุดในห่วงโซ่การเรนเดอร์ ส่วนปริมาณงาน DL ขึ้นอยู่กับการบีบอัดและความละเอียดของเนื้อหา 3D ซึ่งจะใช้ 10Mbps เป็นค่าประมาณของสิ่งที่อาจเป็นจริงสำหรับเนื้อหา 3D ความละเอียดต่ำ โดยข้อมูล UL ประกอบด้วยท่าทาง HMD ข้อมูลอินพุตของผู้ใช้และข้อมูลที่แสดงถึงสภาพแวดล้อมที่ตรวจพบในรูปแบบของวิดีโอ UL และข้อมูลเซนเซอร์ เป็นต้น บิตเรต UL ขึ้นอยู่กับความละเอียดและอัตราเฟรมของวิดีโอและข้อมูลเซนเซอร์ การแสดงสภาพแวดล้อมที่ตรวจพบโดยละเอียดยิ่งขึ้นจำเป็นต้องมีแผนที่ที่ดีกว่าและการแปลเป็นภาษาท้องถิ่นที่แม่นยำยิ่งขึ้น บางส่วนของการทำแผนที่เชิงพื้นที่และการเรนเดอร์ระยะไกลมีผลกระทบต่อข้อกำหนดด้านเวลาแฝงฟังก์ชันการคำนวณเชิงพื้นที่ที่ไม่โหลดของรสชาตินี้ช่วยให้เข้าใจสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นได้มากขึ้น

รูปแบบ AR แบบสนทนาที่เราได้พิจารณาในระยะเวลาอันใกล้นี้ไม่เกี่ยวข้องกับการลดภาระในการคำนวณ ข้อกำหนดมุ่งเน้นไปที่การส่งสตรีมข้อมูลเชิงปริมาณที่สร้างโดยอุปกรณ์หนึ่งเครื่องไปยังการรับ HMD ที่ปลายด้านหนึ่ง บุคคลจะถูกสแกนอย่างต่อเนื่อง และสร้างสตรีมข้อมูลเชิงปริมาณและส่งไปยัง HMD ที่รับเพื่อแสดงผล ในสถานการณ์นี้ เราถือว่าการเรนเดอร์จากข้อมูลเชิงปริมาณไปยัง HMD จะดำเนินการบน HMD บิตเรต UL และ DL ขึ้นอยู่กับความละเอียดของพอยต์คลาวด์ อัตราเฟรม และระดับการบีบอัด ช่วงการทำงานที่เหมาะสมในระยะสั้นจะสูงถึง 20Mbps ใน DL และ 10Mbps ใน UL บิตเรต DL จะขึ้นอยู่กับจำนวนผู้เข้าร่วมในการสนทนา



รูปที่ 3-40 Three approaches to XR computation processing

ที่มา: Alriksson et al. (2023)

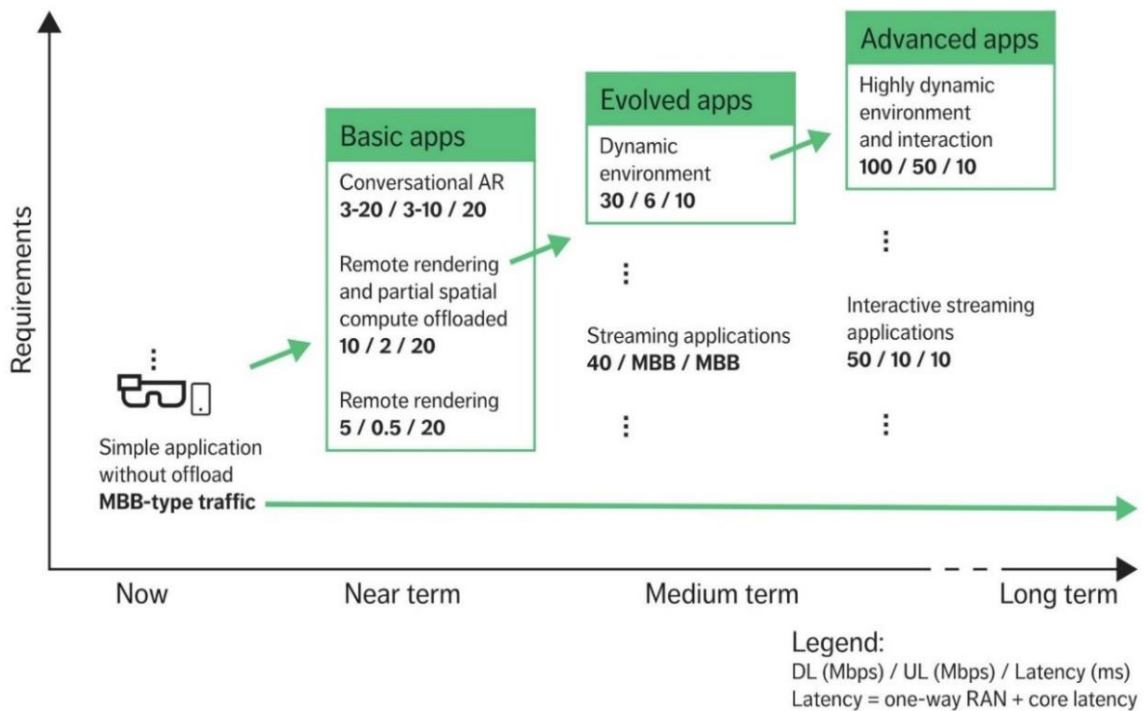
### 3.5.8 การพัฒนาเครือข่ายในระยะกลาง – พัฒนาแอปพลิเคชัน XR

ข้อกำหนดในการรองรับแอปพลิเคชันขั้นสูงจะมีความท้าทายมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพแวดล้อมแบบไดนามิกที่วัตถุ AR จะต้องปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงในโลกทางกายภาพแบบเรียลไทม์ ตัวอย่างหนึ่งคือการมีตัวละคร AR เสมือน เช่น โปเกมอน เดินเคียงข้างผู้ใช้บนทางเท้าและหลีกเลี่ยงการชนกับใครหรือสิ่งอื่นใดที่อยู่รอบตัวพวกเขา ซึ่งอาจต้องใช้ทั้งการเรนเดอร์ระยะไกลและลดภาระของการทำแผนที่เชิงพื้นที่เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้ สิ่งสำคัญคือต้องอัปเดตการแสดงผลภาพดิจิทัลของสภาพแวดล้อมทางกายภาพอย่างรวดเร็วเพียงพอสำหรับกลไกแอปพลิเคชันในการตอบสนองต่อการเรนเดอร์วัตถุ AR ในเวลาที่เหมาะสมและเหมาะสม ข้อกำหนดด้านเวลาแฝงใน UL และ DL สำหรับรูปแบบนี้เข้มงวดกว่าเวอร์ชันก่อนหน้ามาก เนื่องจากความล้มเหลวในการตรวจจับและจัดทำแผนที่บางส่วนของสภาพแวดล้อมที่มีคุณภาพเพียงพอนั้นเป็นเรื่องปกติ ตัวอย่างเช่น ประสบการณ์ AR จะถูกทำลายหากตรวจไม่พบวัตถุที่อยู่ด้านหน้าโปเกมอนและโปเกมอนจะเดินผ่านมันแทนที่จะกระโดดข้ามมัน เพื่อหลีกเลี่ยงเหตุการณ์ข้อผิดพลาดดังกล่าว การแสดงผลสภาพแวดล้อมที่ตรวจพบจะต้องเพิ่มขนาด (เช่น ความละเอียดของเซนเซอร์ที่สูงขึ้นและอัตราเฟรมของเซนเซอร์ที่สูงขึ้น เป็นต้น) ซึ่งส่งผลให้บิตเรต UL เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับรูปแบบก่อนหน้า โดยอิงจากสมมติฐานที่ว่าเนื้อหาที่ส่งใน DL นั้นมีการแสดงผลสตรีมวิดีโอ 2D คุณภาพสูงจากระยะไกล

ในระยะกลางคาดว่าจะเห็นแอปพลิเคชันสตรีมมิ่งพัฒนาไปใช้ XR ตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชันที่ให้บริการเนื้อหา เช่น Netflix, TikTok และ Snapchat อาจจัดให้มีสตรีมวิดีโอเชิงปริมาตรที่ให้ประสบการณ์การรับชม 3 มิติที่สมจริงยิ่งขึ้น เช่น ฉากภาพยนตร์ Star Wars ที่ Princess Leia ฉายโดย R2D2 เป็นโฮโลแกรมในรูปแบบนี้ SLAM ได้รับการจัดการบน HMD พร้อมด้วยการถอดรหัสเป็น 2D ข้อกำหนด DL จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับคุณภาพวิดีโอและอัตราเฟรม ตัวอย่างสตรีมคลาวด์แบบพอยต์ขนาด 40Mbps สามารถเป็นตัวแทนของวัตถุดิจิทัลสองตัวที่ความละเอียดที่กำหนด ข้อกำหนดบิตเรตและเวลาแฝงของ UL สำหรับรสชาตินี้คล้ายคลึงกับข้อกำหนดการรับส่งข้อมูล MBB

### 3.5.9 การพัฒนาเครือข่ายในระยะยาว – แอปพลิเคชัน XR ขั้นสูง

ในระยะยาว เราคาดหวังว่าแอปพลิเคชันสตรีมมิ่งเชิงโต้ตอบจะมีความสามารถในการสตรีมวิดีโอเชิงปริมาตรและเปิดใช้งานการโต้ตอบของผู้ใช้ กล่าวคือ พฤติกรรมของผู้ใช้จะส่งผลต่อเนื้อหาที่สตรีมจากเซิร์ฟเวอร์ ในรูปแบบนี้ SLAM จะถือว่าถูกตัดออก การเรนเดอร์สตรีมวิดีโอปริมาตรตามการโต้ตอบของผู้ใช้จะดำเนินการที่เซิร์ฟเวอร์ระยะไกล บิตเรต DL ขึ้นอยู่กับความซับซ้อน ความละเอียด และอัตราเฟรมของเนื้อหา UL มันถูกรอบงำด้วยข้อมูลเซนเซอร์ HMD ที่จำเป็น ในการถ่ายโอน SLAM จำเป็นต้องมีเวลาแฝงต่ำสำหรับทั้งการถ่ายโอนข้อมูล SLAM และการโต้ตอบของผู้ใช้กับเนื้อหา



รูปที่ 3-41 Evolution of requirements over time

ที่มาภาพ 4.15: Alriksson et al. (2023)

ในแอปพลิเคชัน XR ขั้นสูงในอนาคตที่รองรับสภาพแวดล้อมและการโต้ตอบที่มีไดนามิกสูง วัตถุ AR จะต้องปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมแบบไดนามิก ซึ่งเคลื่อนไหวราวกับว่ามีวัตถุอยู่ในนั้น ผู้ใช้หลายคนยังสามารถรับรู้และโต้ตอบกับวัตถุ AR พร้อมกันได้อีกด้วย วัตถุ AR สามารถถูกบังคับด้วยวัตถุทางกายภาพและแสดงอย่างถูกต้องเป็นส่วนหนึ่งของโลกทางกายภาพ ในลักษณะนี้ เราจะพิจารณาแอปพลิเคชันที่มีผู้ใช้หลายคนแบบไดนามิกซึ่งมีผู้ใช้หลายคนในสภาพแวดล้อมเดียวกันที่โต้ตอบกันและวัตถุ AR โลกดิจิทัลถูกแบ่งปันบนคลาวด์ รูปแบบ XR นี้จะต้องมีการสตรีมเนื้อหาเชิงปริมาณคุณภาพสูงใน DL ซึ่งอาจมีขนาดใหญ่มาก อีกทางหนึ่งอาจพิจารณาสตรีมวิดีโอ 2D ที่เรนเดอร์ระยะไกลที่มีความละเอียดสูงและอัตราเฟรมสูง โดยมีหรือไม่มีการเรนเดอร์แบบลอยตัวก็ได้ เพื่อให้การเรนเดอร์ถูกต้องและความเข้าใจเชิงพื้นที่ ชุดข้อมูลเซนเซอร์ HMD ความละเอียดสูงชุดใหญ่จะถูกส่งใน UL ไปยังคลาวด์ การทำแผนที่เชิงพื้นที่จะถูกลดภาระลงและสอดคล้องกับความเร็วประมาณ 10-20Mbps ใน UL นอกจากนี้ข้อมูลพอยต์คลาวด์ 3 มิติที่มีความละเอียดสูงจะถูกส่งไป UL เพื่อเปิดใช้งานประสบการณ์ที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งอาจสอดคล้องกับ 30-40Mbps ข้อกำหนดด้านเวลาแฝงจะเข้มงวดพอ ๆ กับข้อกำหนดของสภาพแวดล้อมแบบไดนามิกในระยะกลาง

การวิเคราะห์โดยละเอียดเกี่ยวกับข้อกำหนดเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าเครือข่ายที่สามารถรองรับอัตราบิต 10 Mbps โดยมีเวลาแฝง (Latency) 10-20 ms ที่มาพร้อมกับความน่าเชื่อถือ เป็นเป้าหมายที่ทำให้ยากกว่าสนับสนุนบริการรอดแบนด์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันมาก (Alriksson et al., 2023)

# ข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์ (Data and AI)

## บทที่ 4

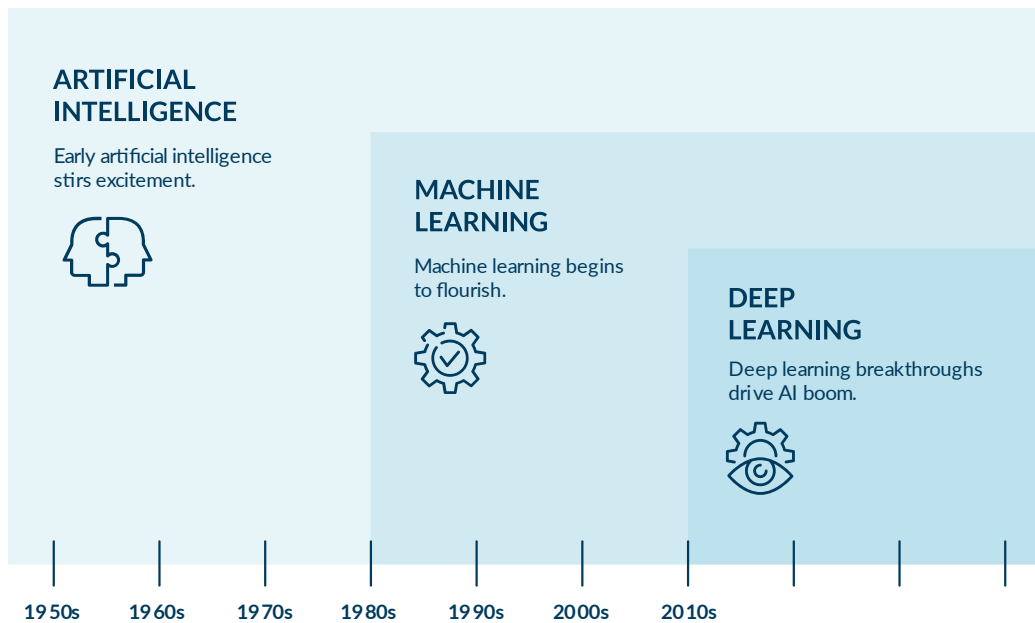
### 4.1 ความหมายและขอบเขตของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

AI (Artificial Intelligence) หรือปัญญาประดิษฐ์ คือ เทคโนโลยีด้านระบบการประมวลผลที่มีความสามารถในการจัดการข้อมูล ทั้งเรียนรู้ชุดคำสั่งและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์

รูปแบบการทำงานของ AI มีการเชื่อมโยงองค์ประกอบซ้อนกันหลายอย่างทั้ง การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning: ML) และ การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

- **การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning: ML)** คือ การทำให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้ข้อมูลเป็นสื่อการเรียนรู้ ซึ่งจะเน้นไปที่การจดจำลักษณะเด่นเพื่อจำแนกความแตกต่างของข้อมูลเป็นหลัก หรือเป็นศาสตร์ที่ทำให้คอมพิวเตอร์หรือเครื่องจักรสามารถเรียนรู้ที่จะทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ถูกป้อนเข้า (Input) และสร้างผลลัพธ์การตอบสนองต่อข้อมูล (Output) ขึ้นมาได้เองโดยไม่ต้องถูกโปรแกรมหรือได้รับการป้อนคำสั่งเข้าไปใหม่ทุกครั้งที่คอมพิวเตอร์หรือเครื่องจักรได้รับข้อมูลใหม่
- **การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)** คือ การเรียนรู้ของประเภทหนึ่งที่สามารถประมวลผลทรัพยากรข้อมูลได้หลากหลาย (เช่น รูปภาพที่นอกเหนือจากข้อความ) ต้องการการแทรกแซงของมนุษย์น้อยกว่า และมักจะให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำมากกว่าการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) แบบดั้งเดิม การเรียนรู้เชิงลึกใช้โครงข่ายประสาทเทียม (neural networks) ตามวิธีที่เซลล์ประสาทโต้ตอบในสมองมนุษย์ เพื่อนำเข้าข้อมูลและประมวลผลผ่านการวนซ้ำหลายครั้งเพื่อเรียนรู้คุณลักษณะที่ซับซ้อนมากขึ้นของข้อมูล โครงข่ายประสาทเทียมสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูล เรียนรู้ว่าการตัดสินใจนั้นถูกต้องหรือไม่ และใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้มาตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลใหม่ ตัวอย่างเช่น เมื่อ "เรียนรู้" ว่าวัตถุมีลักษณะอย่างไร ก็สามารถจดจำวัตถุในภาพใหม่ได้

ในรูปที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่าปัญญาประดิษฐ์ (AI) คือพื้นที่ที่ขึ้นนอกที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ขึ้นต่อมาเป็น Machine Learning (ML) ที่ต้องอาศัยการใช้งานของ Deep Learning (DL)



รูปที่ 4-1 แสดงแนวโน้มพัฒนาการของ AI Machine Learning และ Deep Learning

ที่มา: New Era Technology (2020)<sup>4</sup>

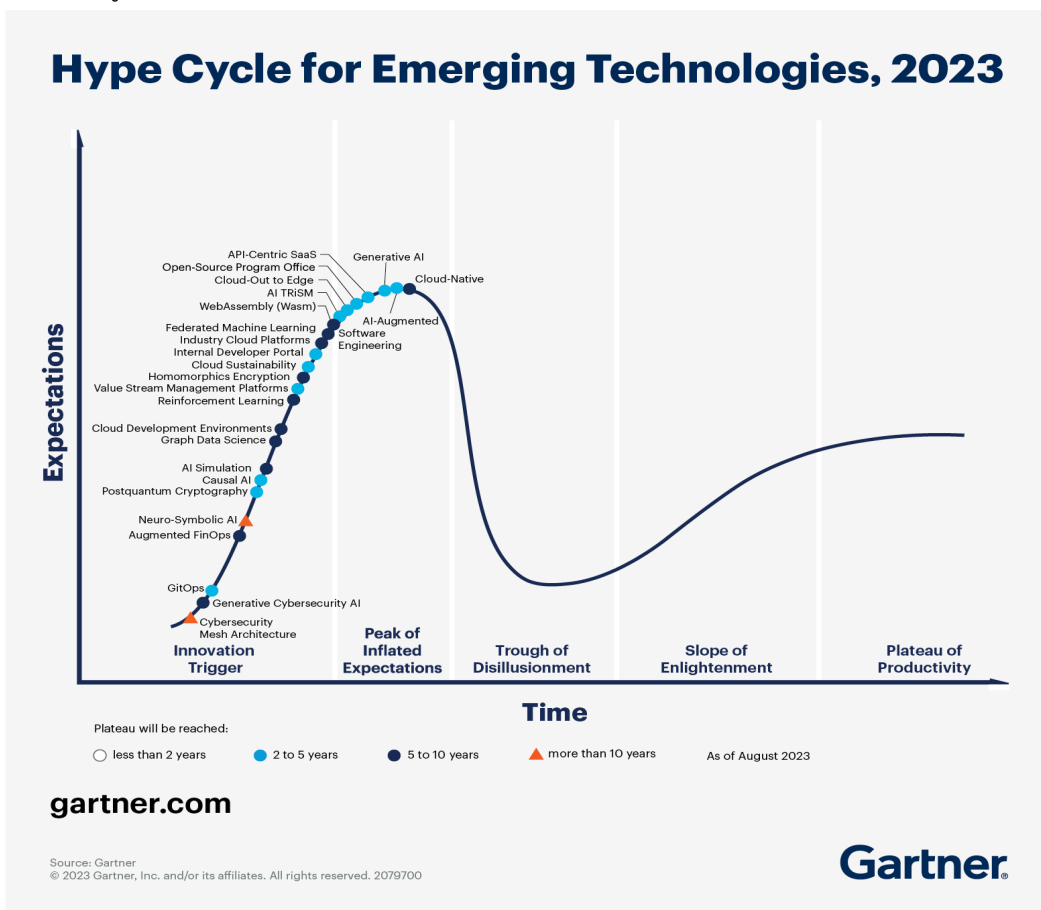
ข้อมูลจากรายงานการวิจัยทางการตลาด (market research reports) ของบริษัท Gartner Inc. ซึ่งแสดงวัฏจักรของเทคโนโลยีสมัยใหม่ประจำปี ค.ศ. 2023 ดังรูปที่ 4-2 จะพบว่า Emergent AI หรือ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในรูปแบบใหม่ๆ ถือเป็น 1 ใน 4 ฮีตหลักของ Hype Cycle for Emerging Technologies โดยนั้น Emergent AI มีความสามารถในการเข้ามาเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับ ธุรกิจ สร้างความแตกต่าง และยกระดับประสบการณ์ในการเข้ารับบริการสำหรับลูกค้าและประสิทธิภาพและ ประสบการณ์ในการทำงานของพนักงานในองค์กร หนึ่งในตัวอย่างในกลุ่มนี้คือ Generative AI ที่สามารถ สร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ออกมาจากคลังข้อมูลความรู้ที่ปัญญาประดิษฐ์ได้เรียนรู้มา และในขณะเดียวกันก็ยังมี AI ประเภทอื่นๆ ที่อยู่ในระยะเริ่มต้นและน่าจับตามองภายใน 2-5 ปีข้างหน้า เช่น

- **AI Simulation** – การใช้เทคโนโลยีในการจำลองสถานการณ์ สภาพแวดล้อม หรือเงื่อนไข อื่นๆ เพื่อช่วยในการพัฒนา เทรน ทดสอบ และใช้งาน AI
- **Causal AI** – AI ที่สามารถระบุเหตุและผลที่เหนือไปกว่าการทำนายด้วยเทคนิค Correlation ซึ่งจะช่วยให้การทำนายและคำแนะนำจาก AI แม่นยำ มีประสิทธิภาพ และ ตัดสินใจโดยอัตโนมัติได้ดีกว่าเดิม
- **Federated Machine Learning** – การเทรนโมเดล Machine Learning โดยไม่ต้องใช้ ข้อมูลโดยตรง ซึ่งช่วยเพิ่มความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยในขั้นตอนการพัฒนาโมเดล

<sup>4</sup> <https://digital.neweratech.com/articles/artificial-intelligence-machine-learning-and-deep-learning-overview>

- **Graph Data Science (GDS)** – การใช้เทคนิคด้านวิทยาการข้อมูลร่วมกับข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพฤติกรรม และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดเป็นโมเดลทำนายหรือวิเคราะห์ข้อมูล
- **Neuro-symbolic AI** – AI ที่รวมความสามารถของ Machine Learning และระบบสัญลักษณ์ (หมายถึง ระบบที่ถูกสร้างและประกอบไปด้วยสัญลักษณ์ เช่น ภาษาทั่วไป ภาษาโปรแกรมมิ่ง ตรรกศาสตร์ ตลอดไปจนถึงการทำงานของสมอง คอมพิวเตอร์ เครือข่าย และระบบสังคมอื่นๆ) ขึ้นมาสร้าง AI ที่ดีและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น
- **Reinforcement Learning (RL)** – AI ที่เรียนรู้การทำงานได้ด้วยตัวเองผ่านกลไก Positive และ Negative Feedback

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับปัญญาประดิษฐ์อยู่ในช่วงเริ่มต้นมีความสำคัญต่อสังคมและเริ่มเปิดตัวให้ได้รับรู้ และจะอยู่ในกระแสเช่นนี้ต่อไปอีกเป็นระยะเวลา 5-10 ปี ข้างหน้า



รูปที่ 4-2 แสดงวัฏจักรของเทคโนโลยีสมัยใหม่ประจำปี ค.ศ. 2020

ที่มา: Gartner hype cycle for emerging technologies, ค.ศ. 2023<sup>5</sup>

<sup>5</sup> <https://www.gartner.com/en/articles/what-s-new-in-the-2023-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies>

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI technology) ถือกำเนิดขึ้นมาในปี ค.ศ. 1956 และผ่านช่วงเวลาของวิวัฒนาการมาเป็นระยะ เช่น การมีเครื่องประมวลผลความเร็วสูง การมีชิป (Chip) สำหรับการประมวลผลเฉพาะทางด้วย Digital Signal Processor (DSP) วิวัฒนาการสู่การใช้ Graphic Processing Unit (GPU) สุดท้ายคือศักยภาพของแนวคิด (Algorithm) ในด้านการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine learning) และ Deep learning เริ่มมีบทบาทในการใช้งานมากยิ่งขึ้นเมื่อเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต (Internet of Things, IoT) ก่อให้เกิดข้อมูลจำนวนมหาศาล (Big data) โดยในปี ค.ศ. 2016 ระบบปัญญาประดิษฐ์ที่ชื่อ AlphaGo สามารถชนะแชมป์โลก Go ที่ชื่อ Lee Sedol ได้ รวมทั้งมีการเปิดตัวรถยนต์ไร้คนขับ (Self-drive car) จากหลายค่าย เช่น Tesla เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันการวิจัยและพัฒนาเข้าสู่ส่วนที่เรียกว่า Artificial General Intelligence (AGI) ที่มีความพยายามทำให้ปัญญาประดิษฐ์คิดได้ใกล้เคียงมนุษย์มากที่สุด เรียกกระดับขั้นนี้ว่า Strong AI

สำหรับระดับการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ คือ Machine Learning ที่พัฒนาได้ง่ายที่สุด ไปสู่ Machine Intelligence เป็นการใช้เทคนิคขั้นสูงขั้นที่พบได้มากในปัจจุบันและ Machine Consciousness ที่เป็นการพัฒนาในระดับสูงสุดแต่ยังไม่ถูกนำมาใช้แพร่หลายมากนัก ทั้งนี้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในปัจจุบันมีความสามารถที่หลากหลายรูปแบบ อาทิ 1) การเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine Learning, ML) เป็นความสามารถในการเรียนรู้และวิเคราะห์ ข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อพยากรณ์ผลลัพธ์ โดยมีเทคนิคย่อย คือ Supervised, Unsupervised, Semi-supervised และ Reinforcement ที่มีความแตกต่างกันด้วยอัลกอริทึม การเรียนรู้ ข้อมูลที่กำหนดให้เรียนรู้ และวัตถุประสงค์ในการใช้งาน 2) ความสามารถในการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing, NLP) เป็นเทคนิคที่ทำให้เครื่องเข้าใจภาษามนุษย์ โดยมีเป้าหมายที่จะให้มนุษย์กับเครื่องสามารถสื่อสาร กันได้ในลักษณะเดียวกับที่มนุษย์สื่อสารกับมนุษย์โดยไม่จำกัดภาษา รวมทั้งการสื่อสารกับบุคคล ที่มีความต้องการพิเศษ 3) ความสามารถในการวางแผน (Automated Planning, Scheduling & Optimization) เป็นการทำให้เครื่องสามารถตัดสินใจและเลือกการดำเนินงานที่บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ 4) ความสามารถในการวิเคราะห์แบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) เป็นเทคโนโลยีการ เลียนแบบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และตัดสินใจแบบมนุษย์ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านที่ เฉพาะเจาะจง 5) ความสามารถในการรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition) เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้เครื่องรับรู้ และจดจำเสียงพูดของมนุษย์ และนำไปใช้ต่อยอดในการสื่อสารกับเครื่องเพื่อให้เครื่องดำเนินการ ตามความต้องการได้ เช่น การจดบันทึกอัตโนมัติ การควบคุม และสั่งการเครื่องมือด้วยเสียง ตลอดจนนำไปใช้ในการระบุตัวบุคคลด้วยเสียงพูด ความปลอดภัยส่วนบุคคล เป็นต้น 6) ความสามารถในการมองเห็น (Computer Vision) เป็นเทคนิคที่ทำให้เครื่องมองเห็นและ เข้าใจ โครงสร้างภาพเพื่อวิเคราะห์และทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้จากภาพ 7) ความสามารถในการเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ โดยใช้วิทยาการหุ่นยนต์ (Robotics) ซึ่งเป็น สาขาวิชาที่พัฒนาเครื่องยนต์ให้มีรูปร่างที่สามารถเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่อัตโนมัติได้ตาม วัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น หุ่นยนต์ทางการแพทย์ และอุตสาหกรรม

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ข้างต้นนี้ส่วนหนึ่งเป็นการเลียนแบบความสามารถของมนุษย์ในด้านประสาทสัมผัส ทั้งห้า ความสามารถทางภาษา การคิดคำนวณ และยังพัฒนาให้มีความสามารถเกินขีดจำกัดของมนุษย์ได้อีกด้วย

## 4.2 การนำปัญญาประดิษฐ์ ไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ

ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ถูกนำมาใช้ในหลายอุตสาหกรรม องค์กรทั้งในภาครัฐและเอกชนที่เน้นการเสริมสร้างประสบการณ์ของลูกค้าเริ่มนำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้มากขึ้น นอกจากนี้ การผสมผสานเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) และเทคโนโลยีการสื่อสาร เช่น 5G จะยิ่งส่งเสริมให้เกิดการใช้งาน AI ที่แพร่หลายในวงกว้างมากขึ้นในอนาคต ตัวอย่างการใช้ในแต่ละอุตสาหกรรม<sup>6</sup>

### - อุตสาหกรรมการเงิน (Financial)

ธนาคารหรือธุรกิจอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการเงิน สามารถนำ Machine Learning มาเพื่อป้องกันการฉ้อโกง ตรวจสอบทุจริต หรือสามารถเป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจในการปล่อยเงินกู้ รวมไปถึงการวิเคราะห์ความเสี่ยงและการคาดการณ์โอกาสในการลงทุน

### - หน่วยงานภาครัฐ (Government)

ปัจจุบัน หน่วยงานภาครัฐได้มีการนำ AI มาเป็นตัวช่วยในการทำงานให้กับมนุษย์ เช่นระบบตรวจคนเข้าเมืองในสนามบิน รวมไปถึงนำมาป้องกันการโจรกรรมข้อมูลส่วนบุคคลที่ถูกเก็บไว้โดยภาครัฐ

### - การแพทย์ (Healthcare)

อุตสาหกรรมการแพทย์ได้มีการเล็งเห็นความสำคัญของการนำปัญญาประดิษฐ์และ Machine Learning เข้ามาใช้ในด้านต่างๆมากขึ้น เช่น การวินิจฉัยหรือประเมินสุขภาพ อีกทั้งนำมาใช้กับการวิจัยทางการแพทย์ต่างๆ ซึ่งบุคลากรทางการแพทย์สามารถเพิ่มศักยภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคโนโลยีมากขึ้น

### - การค้าปลีก (Retail)

Machine Learning สามารถนำมาวิเคราะห์ประวัติการซื้อขายและแนะนำสินค้าที่เหมาะสมกับกลุ่มของลูกค้า เพื่อเพิ่มยอดขายและเพื่อประสบการณ์ในการใช้งานที่ดีของลูกค้ามากขึ้นด้วย อีกทั้งยังสามารถคาดการณ์การตลาดและความต้องการของผู้บริโภคได้

### - การขนส่ง (Logistic)

ในอุตสาหกรรมการขนส่งก็ได้้นำ Machine Learning เข้ามาใช้งานเช่นในเรื่องของ Warehouse Management หรือ การประเมินยานพาหนะเพื่อใช้ในการขนส่ง รวมไปถึงการทำระบบขับขี่ยานพาหนะแบบไร้คนขับ (Automated Driving System)

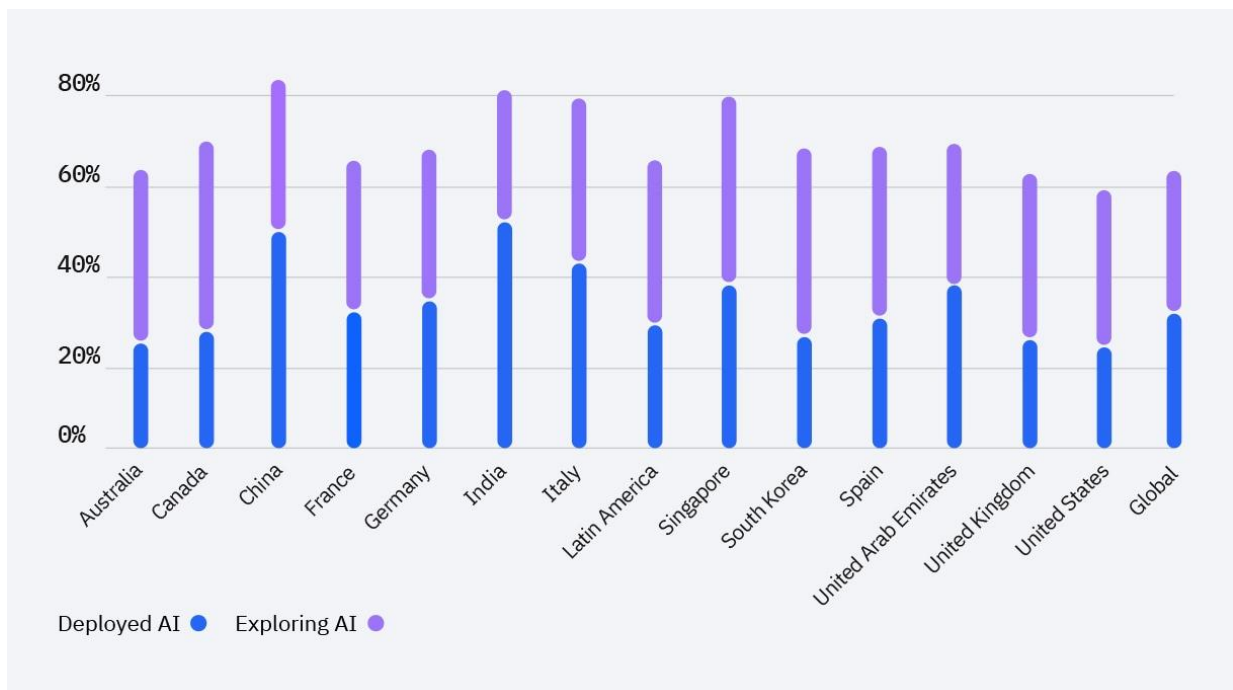
<sup>6</sup> <https://cloud-ace.co.th/blogs/o0v9a6-ai-machine-learning-ml-ai-ml-goog>

- พลังงาน (Oil and Gas)

พลังงานเป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนสิ่งต่างๆ ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สามารถนำมาช่วยในการคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงานเพื่อใช้ในการคำนวณ รวมไปถึงการพยากรณ์การใช้พลังงานของประเทศในอนาคต

#### 4.2.1 แนวโน้มการใช้ AI ในระดับโลก

จากการศึกษาของบริษัท IBM เกี่ยวกับ IBM Global AI Adoption Index 2022<sup>7</sup> ที่เป็นรายงานเกี่ยวกับการตัดสินใจใช้ AI ในธุรกิจ IBM ทำการเก็บข้อมูลผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจ จำนวน 7,502 คน ผลการสำรวจพบว่า ร้อยละ 35 ของบริษัทมีการรายงานการใช้ AI ในธุรกิจ และอีกร้อยละ 42 รายงานว่ากำลังมีสำรวจ AI การนำ AI มาใช้มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 31 ของบริษัทมีการรายงานการใช้ AI ในธุรกิจ และอีกร้อยละ 43 รายงานว่ากำลังมีสำรวจ AI จากปี ค.ศ. 2021 นอกจากนี้ ประเทศจีน (58%) และอินเดีย (57%) มีการนำ AI มาใช้ในระดับสูงกว่าประเทศ เกาหลีใต้ (22%) ออสเตรเลีย (24%) สหรัฐฯ (25%) และอังกฤษ (26%) ดังแสดงในรูปที่ 4-3 อย่างไรก็ตามการใช้ AI ยังอยู่ในขั้นของ Early Adopters ของวงจรการเปิดรับเทคโนโลยีของตลาด (technology adoption life cycle) เนื่องจาก AI ถูกใช้ในด้านระบบอัตโนมัติและการตัดสินใจเป็นหลัก โดยมีศักยภาพที่สำคัญสำหรับการเติบโตในด้านอื่นๆ เช่น การดูแลสุขภาพ การขนส่ง และการเงิน



รูปที่ 4-3 ผลการสำรวจการปรับใช้ AI ในประเทศต่างๆในปี ค.ศ. 2022

ที่มา: IBM (2022)

<sup>7</sup> <https://www.ibm.com/watson/resources/ai-adoption>

ประเทศที่พัฒนาเทคโนโลยี AI ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถประยุกต์ใช้ในบริบทที่หลากหลาย จะสร้างความได้เปรียบในหลายมิติ และเพิ่มขีดความสามารถด้านการแข่งขันของประเทศ อาทิเช่น การลดต้นทุน และค่าใช้จ่าย, การยกระดับคุณภาพชีวิต, ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เพิ่มศักยภาพด้านผลผลิต เป็นหลาย ๆ ประเทศ ได้มีนโยบายการพัฒนา AI ของประเทศ เช่น

- รัฐบาลประเทศจีน มีแผนยุทธศาสตร์ ผลักดันประเทศจีนไปสู่การเป็นผู้นำด้าน AI ภายในปี ค.ศ. 2030 โดยได้ทำความร่วมมือกับ Giant Tech Companies เช่น Tencent, Baidu, Alibaba, Huawei เป็นต้น ในการพัฒนาเทคโนโลยี AI
- รัฐบาลประเทศญี่ปุ่น ได้มีการออกนโยบายสังคม 5.0 ของญี่ปุ่น เป็นการนำระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ หรือ Big Data มาใช้ร่วมกับหุ่นยนต์ พร้อมทั้งเชื่อมโยงระบบเข้ากับ IoT ซึ่งจะเป็นการทำให้กิจกรรมประจำวันของคนญี่ปุ่น ตลอดจนบริษัทห้างร้านต่าง ๆ มีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

### ผลกระทบทางเศรษฐกิจของการใช้ AI

จากการศึกษาของบริษัทไพร์ซวอเตอร์เฮาส์คูเปอร์ส์ (PwC)<sup>8</sup> ในปี พ.ศ. 2561 ระบุว่า ปัญญาประดิษฐ์ จะสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจเพิ่มได้มากกว่าร้อยละ 14 ภายในปี พ.ศ. 2575 โดยมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดจากปัญญาประดิษฐ์ จะมีมูลค่าสูงถึง 15.7 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ (สูงกว่าขนาดเศรษฐกิจของจีนและอินเดียรวมกัน) มูลค่าที่เพิ่มขึ้นมาจากการเพิ่มประสิทธิภาพธุรกิจโดยเปลี่ยนจากระบบเดิมไปใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ และระบบอัตโนมัติซึ่งส่วนนี้คิดเป็นมูลค่า 6.6 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ ส่วนอีก 9.1 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ<sup>9</sup> เป็นผลมาจากการสร้างมูลค่าจากการบริโภคสินค้าและบริการที่เกี่ยวข้องกับ ปัญญาประดิษฐ์ ขณะที่ในรายงานวิจัยของ บริษัท Accenture Research<sup>9</sup> ซึ่งเป็นบริษัทที่ปรึกษาด้านไอทีของ Apple และ Microsoft ซึ่งร่วมมือกับบริษัท Frontier Economics ทำการศึกษาผลกระทบของ AI ที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ พบว่าการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์จะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวม (GDP) โลกขยายตัวได้ถึง 1.7 เท่าภายในปี พ.ศ. 2578 โดยเป็นผลจากการขยายตัวของเศรษฐกิจของประเทศที่มีการศึกษาและพัฒนาปัญญาประดิษฐ์อย่างจริงจัง เช่น ประเทศสิงคโปร์ที่การเติบโตของเศรษฐกิจขยับไปอยู่ที่ระดับร้อยละ 5.4 เพิ่มขึ้นจากระดับร้อยละ 3.2 และเกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจเพิ่มถึง 215,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ<sup>9</sup>ปัญญาประดิษฐ์ยังสามารถช่วยเพิ่มผลิตภาพแรงงาน (labor productivity) ของโลกได้ประมาณร้อยละ 30 - 40 ภายในปี พ.ศ. 2578 อีกด้วย

<sup>8</sup> <https://www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/publications/artificial-intelligence-study.html>

<sup>9</sup> <https://newsroom.accenture.com/news/2016/artificial-intelligence-poised-to-double-annual-economic-growth-rate-in-12-developed-economies-and-boost-labor-productivity-by-up-to-40-percent-by-2035-according-to-new-research-by-accenture>

## 4.2.2 การใช้งาน AI ในประเทศไทย

ประเทศไทยมีการจัดทำ “แผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (พ.ศ. 2565 – 2570)”<sup>10</sup> เพื่อส่งเสริมการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่มีประสิทธิภาพสูงชันและนำไปสู่การยกระดับเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตของประชาชน ผ่าน 5 ยุทธศาสตร์ 15 แผนงาน ดังนี้

**ยุทธศาสตร์ที่ 1** การเตรียมความพร้อมของประเทศในด้านสังคม จริยธรรม กฎหมาย และกฎระเบียบสำหรับการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์

- ประชาชนไม่ต่ำกว่า 600,000 คน เกิดความตระหนักทางด้าน AI
- กฎหมาย / ระเบียบ / ข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับ AI ถูกประกาศใช้ไม่น้อยกว่า 1 ฉบับ

**ยุทธศาสตร์ที่ 2** การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบสนับสนุนด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

- พร้อมยกระดับดัชนีความพร้อมด้าน AI ของรัฐบาลไทยให้สูงขึ้นไม่ต่ำกว่าลำดับที่ 50 ของโลก
- เกิดการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลสำหรับสนับสนุนงานด้าน AI ในภาครัฐและเอกชน เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ต่อปี

**ยุทธศาสตร์ที่ 3** การเพิ่มศักยภาพบุคลากรและการพัฒนาการศึกษาด้านปัญญาประดิษฐ์

- บุคลากรด้าน AI ของประเทศ เพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่า 30,000 คน

**ยุทธศาสตร์ที่ 4** การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อสนับสนุน เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

- ความเข้มแข็งทางเทคโนโลยี AI เพิ่มขึ้น โดยเกิดต้นแบบจากผลงานวิจัยพัฒนาและนวัตกรรมด้าน AI ไม่น้อยกว่า 100 ต้นแบบ
- ผลงานวิจัย พัฒนาและนวัตกรรมด้าน AI ถูกนำไปใช้อย่างทั่วถึงและช่วยสร้างผลกระทบในภาคธุรกิจและภาคสังคมได้ไม่ต่ำกว่า 4.4 หมื่นล้านบาทในปี พ.ศ. 2570

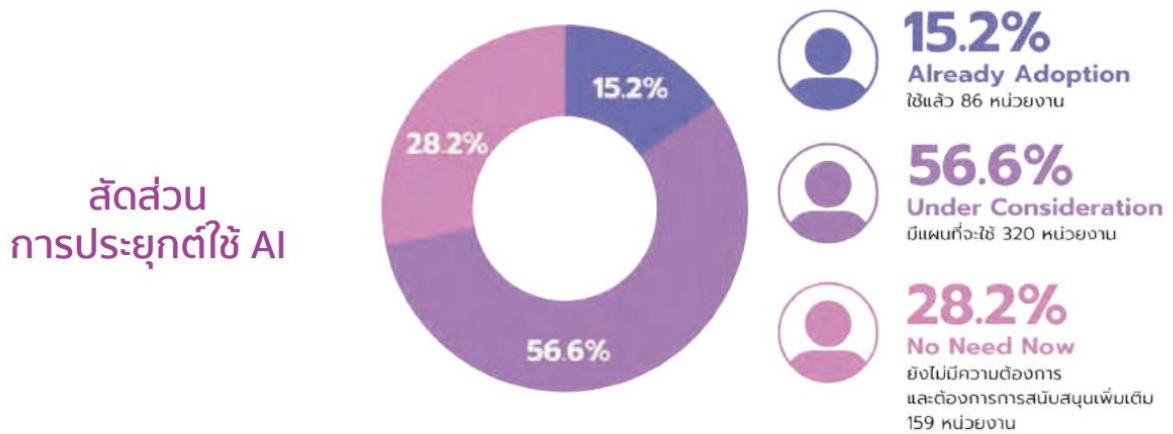
**ยุทธศาสตร์ที่ 5** การส่งเสริมให้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและ ระบบปัญญาประดิษฐ์ในภาครัฐและภาคเอกชน

- เกิดจำนวนหน่วยงานที่มีการใช้งานนวัตกรรม AI ทั้งในภาครัฐ ผู้ประกอบการใหม่ เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ต่อปี หรือไม่ต่ำกว่า 600 รายใน 6 ปี
- ชีตความสามารถในการแข่งขันด้าน AI ของประเทศเพิ่มขึ้น ด้วยมูลค่าตลาด AI ที่เพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 60,000 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2570

สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (สพธอ.) ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ทำการสำรวจความพร้อมในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ขององค์กรในประเทศไทยจำนวน 565 หน่วยงาน ครอบคลุม 10 สาขาเป้าหมาย ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566 พบว่า มีสัดส่วนการใช้ AI ในองค์กรต่างๆ แยกเป็นองค์กรที่มีการใช้แล้วจำนวน 86 หน่วยงานหรือคิดเป็นร้อยละ 15.2 ขององค์กรทั้งหมด องค์กรที่มีแผนที่จะใช้จำนวน 320 หน่วยงานหรือคิดเป็นร้อยละ 56.6

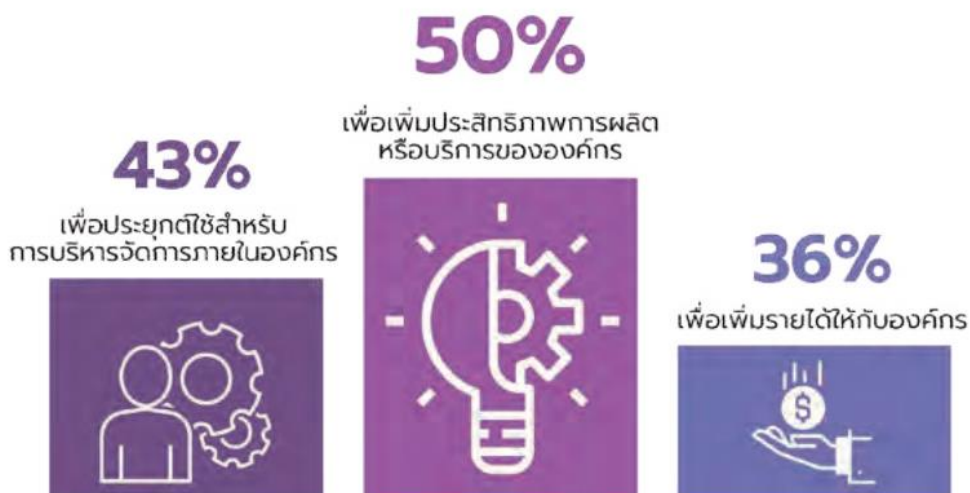
<sup>10</sup> <https://ai.in.th/about-ai-thailand/>

ขององค์กรทั้งหมด และองค์กรที่ยังไม่มีความต้องการและต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติมจำนวน 159 หน่วยงานหรือคิดเป็นร้อยละ 28.2 ขององค์กรทั้งหมด ดังภาพที่ 4-4<sup>11</sup>



รูปที่ 4-4 สัดส่วนการประยุกต์ใช้ AI

ที่มา: รายงานประจำปี พ.ศ. 2566 แผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (พ.ศ. 2565 - 2570)



หมายเหตุ: วัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ AI ตอบซ้ำได้

รูปที่ 4-5 วัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ AI

ที่มา: รายงานประจำปี พ.ศ. 2566 แผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (พ.ศ. 2565 - 2570)

<sup>11</sup> <https://ai.in.th/wp-content/uploads/2023/08/AI-Thailand-Annual-2023-1.pdf>

จากรูปที่ 4-4 จะพบว่ามีคาดการณ์ว่าจะมีการใช้ AI เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีหน่วยงานจำนวนมากที่มีแผนในการใช้ AI ในอนาคต สำหรับวัตถุประสงค์ของการใช้ AI จากผลสำรวจพบว่า วัตถุประสงค์ 3 อันดับแรกที่องค์กรต่างๆหันมาใช้ AI เนื่องจาก ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหรือบริการขององค์กร เพื่อประยุกต์ใช้สำหรับบริหารจัดการภายในองค์กร และเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับองค์กร ดังรูปที่ 4-5 ลักษณะการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี AI ที่พบบ่อยขององค์กรทั้งภาคเอกชนและภาครัฐของไทย ได้แก่ การตรวจสอบคุณภาพสินค้าในกระบวนการผลิตให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน การวิเคราะห์ข้อมูลสินค้าและเครื่องจักรภายในโรงงาน การนำข้อมูลการบริหารจัดการความสัมพันธ์ลูกค้า (CRM) มาใช้ประมวลผลพฤติกรรมลูกค้า ผู้ให้บริการเพื่อกิจกรรมส่งเสริมการขาย ออกแบบบริการต่างๆ และการประมวลผลข้อมูลรูปภาพและเสียง เพื่อรองรับระบบ ChatGPT/Chatbot ที่สามารถช่วยตอบคำถามพื้นฐาน หรือคำถามที่พบบ่อย

สำหรับองค์กร หรือหน่วยงานที่ไม่นำ AI มาประยุกต์ใช้งาน มีสาเหตุมาจาก 1) ยังอยู่ในช่วงของการศึกษาหาข้อมูลเนื่องจากยังไม่ทราบว่าจะนำ AI มาประยุกต์ใช้อย่างไร 2) ยังขาดความพร้อมในด้านต่างๆ เช่นโครงสร้างพื้นฐาน บุคลากร และงบประมาณ เป็นต้น และ 3) ยังไม่มีความจำเป็นในการนำ AI มาใช้

โครงการด้าน AI ของหน่วยงานรัฐในปี 2566 โปรแกรมที่ปรากฏในฐานข้อมูลโครงการภาครัฐที่เป็นฐานข้อมูลเปิด (ระบบ eMENSOCR) มีโครงการด้าน AI ที่ดำเนินการในภาครัฐจำนวน 122 โครงการ ซึ่งจำนวนโครงการไม่แตกต่างจากปี พ.ศ. 2565 แต่ในด้านงบประมาณที่ใช้เพื่อการนำ AI ไปประยุกต์ใช้หรือพัฒนา AI มีมูลค่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2565 โดยในปี พ.ศ. 2566 มีมูลค่าประมาณ 7,354.57 ล้านบาท ดำเนินงานโดย 68 หน่วยงาน (ระดับกรม) เพิ่มขึ้นจากมูลค่าประมาณ 6,410.80 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2565 โครงการที่ดำเนินการประกอบด้วยทั้งด้านการฝึกอบรมบุคลากร เพื่อให้สามารถใช้เทคโนโลยี AI ได้อย่างเท่าทัน โครงการด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและข้อมูลที่รองรับการใช้งาน AI และด้านการวิจัยพัฒนาทั้งด้านเทคโนโลยีและกฎ/ระเบียบ/แนวทางเพื่อเตรียมรับการขยายตัวของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI ที่กำลังขยายตัวอย่างกว้างขวาง เป็นต้น

กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายที่มุ่งเน้นให้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI ในช่วงปี พ.ศ. 2565-2570 ได้แก่

- 1) การใช้งาน และบริการภาครัฐ (Government administration, Government services)
- 2) การเกษตร และอาหาร (Digital farm, Food quality)
- 3) การแพทย์และสุขภาพ (AI in self-care, Chronic disease, Medical assistant)
- 4) การเงินและการค้า (Credit scoring, CRM)
- 5) โลจิสติกส์และการขนส่ง (Intelligent transportation, Transport map)
- 6) ความมั่นคง และปลอดภัย (Public surveillance platform, Crime response system, Cyber security)

- 7) ท่องเที่ยว และเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Smart guidance and planning, Tourism service quality, Smart tourism area)
- 8) การศึกษา (Smart education, Geography of educational opportunities)
- 9) พลังงานและสิ่งแวดล้อม (Energy management, Environmental geospatial analytics)
- 10) อุตสาหกรรมการผลิต (Smart manufacturing, Industry assessment and testbed)

#### 4.2.3 การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตที่จะเพิ่มขึ้นจากเทคโนโลยี AI ในประเทศไทย

การนำเครือข่าย 5G มาใช้นั้นมีความซับซ้อนมากมาย และวิธีหนึ่งที่อุตสาหกรรมจะจัดการกับความซับซ้อนเหล่านั้นคือการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์เข้ากับเครือข่าย Ericsson (2019)<sup>12</sup> ทำการสำรวจผู้บริหารระดับสูงจำนวน 165 คน จาก 132 ผู้ให้บริการด้านการสื่อสารทั่วโลก ผลการสำรวจพบว่า ผู้ให้บริการมากกว่าครึ่ง หรือร้อยละ 53 คาดว่าจะมีนำ AI มาใช้ในเครือข่ายของตนในช่วงสิ้นปี ค.ศ. 2020 และร้อยละ 19 จะมีการปรับใช้ภายในระยะเวลาภายใน 3 ถึง 5 ปี เป้าหมายหลักของการรวม AI คือการลดรายจ่ายด้านทุน เพิ่มประสิทธิภาพเครือข่าย และสร้างรายได้ใหม่ ร้อยละ 55 ของผู้มีอำนาจตัดสินใจระบุว่า AI กำลังถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงการบริการลูกค้าและปรับปรุงประสบการณ์ของลูกค้าโดยการปรับปรุงคุณภาพเครือข่ายและนำเสนอบริการส่วนบุคคล ร้อยละ 70 เชื่อว่าการใช้ AI ในการวางแผนเครือข่ายเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการลดใช้เงินลงทุนในการเปลี่ยนเครือข่ายไปใช้ 5G และร้อยละ 64 ของผู้ตอบแบบสำรวจจะมุ่งเน้นไปที่ความพยายามด้าน AI ของพวกเขาไปที่การจัดการประสิทธิภาพ

จากผลสำรวจของ Ericsson จะพบว่ามีผู้นำ AI มาใช้ในการพัฒนาเครือข่ายทั้งในด้านการปรับปรุงบริการลูกค้า

นอกจากนี้จากยุทธศาสตร์ที่ 2 ของแผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย พ.ศ. 2565 - 2570 เรื่องการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบสนับสนุนด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อการพัฒนา อย่างยั่งยืน พบว่าการส่งเสริมการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในประเทศเพื่อสนับสนุนการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ เป็นประเด็นที่ถูกนำเสนอในแผนฯ

การวิเคราะห์การคาดการณ์การใช้งานอินเทอร์เน็ตที่จะเพิ่มขึ้นจากเทคโนโลยี AI ในประเทศไทยสามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นประเด็นดังต่อไปนี้

<sup>12</sup> <https://www.ericsson.com/en/network-services/ai-5g-networks>

### 1. การใช้งานกับอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile Broadband) หรืออินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed Broadband):

เทคโนโลยี AI สามารถใช้งานกับทั้ง Mobile Broadband และ Fixed Broadband ตามลักษณะงานหรือการใช้งานต่าง ๆ โดยตัวอย่างเช่น การใช้งาน AI บนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือการเข้าถึงบริการ AI ในบ้านผ่านอินเทอร์เน็ตที่คงที่.

### 2. คุณลักษณะเฉพาะที่ต้องใช้ระบบสื่อสารโทรคมนาคมแบบพิเศษ:

การใช้งาน AI บนโทรศัพท์เคลื่อนที่หรืออุปกรณ์ต่อพ่วงอาจต้องการเชื่อมต่อกับเทคโนโลยี 5G เพื่อให้การตอบสนองเร็วขึ้น และมีความเสถียรสูง สถาบันดาโมในเครืออาลีบาบาได้ทำนายและจัดอันดับ 10 อันดับแรกของเทคโนโลยีที่น่าจับตามองในปี 2563 พบว่า เทคโนโลยี 5G และ AI เป็น 2 เทคโนโลยีสำคัญที่กำลัง “มาแรง” เทคโนโลยี 5G จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ AI ได้ด้วยการทำให้สามารถรองรับการเชื่อมต่อจากอุปกรณ์ได้เพิ่มมากขึ้นสำหรับในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งความหน่วงเวลาที่ลดลงยังช่วยให้การถ่ายทอดสตรีมมิ่งวิดีโอเป็นไปอย่างลื่นไหล ทั้งยังสามารถดาวน์โหลดข้อมูลจำนวนมากได้ภายในระยะเวลาอันสั้น ทำให้เกิดประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3. ความเร็วในการเชื่อมต่อและค่า Latency หรือค่าความเสถียรที่เกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูล (Packet) ระหว่างเครื่องลูกข่าย (Client) กับ เครื่องแม่ข่าย (Server):

ความต้องการในความเร็วของอินเทอร์เน็ตขึ้นอยู่กับลักษณะงาน แต่สำหรับการใช้งาน AI ที่ต้องการการตอบสนองที่รวดเร็วและค่า Latency ที่ต่ำ การใช้งานกับเทคโนโลยี 5G ที่มีความเร็วสูงและ Latency ต่ำจะเป็นที่ต้องการสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการใช้ AI

#### 4. ปริมาณการใช้ข้อมูล

การใช้งาน AI สามารถต้องการปริมาณข้อมูลที่สูง โดยเฉพาะในการส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์หรือรับข้อมูลจากระบบ AI ที่ทำงานบนคลาวด์

#### 5. อัตราการยอมรับ (Adoption Rate) ใน 5 ปีข้างหน้า

การคาดการณ์ อัตราการยอมรับ (Adoption Rate) ต้องพิจารณาตลาดปัจจุบันและแนวโน้มการใช้งานในอนาคต การเพิ่มขึ้นของความต้องการในการใช้งาน AI สามารถส่งผลต่ออัตราการยอมรับ (Adoption Rate) จากการศึกษาของ IBM พบว่าอัตราการใช้งาน AI จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสอดคล้องกับแผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (พ.ศ. 2565 – 2570) ที่ส่งเสริมให้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและ ระบบปัญญาประดิษฐ์ ในภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งคาดว่าจะมีอัตราการใช้เพิ่มขึ้น โดยปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ AI ในองค์กรร้อยละ 15.2

#### 6. มูลค่าตลาด

มูลค่าตลาดขึ้นอยู่กับอัตราการยอมรับ (Adoption Rate) และสถานการณ์ตลาดในปัจจุบัน การคำนวณมูลค่าตลาดต้องพิจารณาความต้องการจากผู้ใช้, การพัฒนาโครงสร้างอินเทอร์เน็ต, และการลงทุนในพื้นที่ AI

#### 7. การจำหน่ายอุปกรณ์สื่อสาร

การใช้งาน AI อาจต้องการอุปกรณ์ที่รองรับ เช่น สมาร์ทโฟน, อุปกรณ์ IoT, หรืออุปกรณ์เครือข่ายที่สามารถเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีนี้ได้ การเติบโตของตลาดอุปกรณ์เหล่านี้ต้องพิจารณาการใช้งานของเทคโนโลยี AI

### 4.3 Big Data คืออะไร และครอบคลุมเรื่องไหนบ้าง

ในปัจจุบัน ข้อมูลถือเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง โดยทำหน้าที่เป็นแรงผลักดันหลักที่อยู่เบื้องหลังการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลและเทคโนโลยีมาอย่างต่อเนื่อง มีบทบาทต่อทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญ องค์กรสมัยใหม่หลายแห่งมีการใช้ประโยชน์จากข้อมูลขนาดใหญ่อย่างแพร่หลาย เช่น ในด้านการปรับปรุงประสบการณ์ของลูกค้า การขยายสู่ตลาดใหม่ การเพิ่มผลผลิต การเพิ่มข้อได้เปรียบทางการแข่งขัน รวมไปถึงการออกแบบและตัดสินใจเชิงนโยบาย หรือเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน เป็นต้น การพัฒนาของเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องทำให้มีการเก็บและใช้งานข้อมูลแบบดิจิทัลเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

ในช่วงทศวรรษที่ 1990s ซึ่งเป็นช่วงที่เทคโนโลยีมีการพัฒนาแบบก้าวกระโดดเนื่องมาจากการใช้งานอินเทอร์เน็ตและคอมพิวเตอร์อย่างแพร่หลาย คำว่า Big Data ตามนิยามของ Dr. John Mashey คือ การรวมข้อมูลขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถใช้โปรแกรมทั่วไปจัดการภายในเวลาที่ยอมรับได้ จนกระทั่งในปี ค.ศ. 2001 บริษัทการ์ทเนอร์ (Gartner, Inc.) ซึ่งเป็นบริษัทวิจัยและให้คำปรึกษาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศชั้นนำของโลก ได้ให้นิยาม Big Data ตามหลักการ 3V (Volume, Velocity, Variety) ว่าคือ สินทรัพย์ข้อมูลที่มีปริมาณ (Volume) มาก มีความเร็ว (Velocity) สูง และ/หรือมีความหลากหลาย (Variety) สูง รวมไปถึงต้องอาศัยรูปแบบการประมวลผลข้อมูลที่คุ้มค่าและเป็นนวัตกรรมใหม่อันจะก่อให้เกิดมุมมอง การตัดสินใจ และกระบวนการอัตโนมัติที่ดีและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ในปี ค.ศ. 2011 รายงานของ International Data Corporation (IDC) กำหนดให้ Big data เป็นคำอธิบายของเทคโนโลยีและสถาปัตยกรรมรุ่นใหม่ที่จะออกแบบมาเพื่อดึงคุณค่าจากข้อมูลที่หลากหลายในปริมาณมหาศาลอย่างประหยัด โดยมีความสามารถในการจับภาพ การค้นพบ หรือการวิเคราะห์ด้วยความเร็วสูง (Gantz and Reinsel, 2011) ในเวลาต่อมาจึงมีการขยายคำนิยามของ Big Data เป็น 5V+1C (เพิ่มเติม Variability, Veracity และ Complexity จาก 3V) อย่างไรก็ตาม Big Data ยังคงเป็นคำที่มีนิยามไม่ชัดเจน (De Mauro *et al.*, 2016) และอาจเปลี่ยนแปลงไปในทุกๆ สมัยของการพัฒนาเทคโนโลยีการเก็บข้อมูล

Big Data ในนิยามของ 5V+1C (Volume, Velocity, Variety, Variability, Veracity และ Complexity) สามารถอธิบายได้ดังนี้

- 1) *Volume*: ปริมาณของข้อมูลขนาดใหญ่ที่ขยายตัวต่อไปได้โดยไม่หยุดอยู่กับที่ ทำให้ไม่สามารถใช้การจัดเก็บข้อมูลแบบปกติได้ อสม่า กุลวานิชไชยนันท์ (2018) ยกตัวอย่างให้เห็นภาพง่ายๆ ว่า ข้อมูลขนาดใหญ่ มีปริมาณที่ไฟล์ Excel พื้นที่ 1,048,576 แกลว และ 16,384 คอลัมน์ ไม่สามารถรองรับได้ ยกตัวอย่างเช่น อย่างไรก็ตามในปัจจุบันที่ข้อมูลมาจากธุรกรรมในธุรกิจ อุปกรณ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม smart devices และ Internet of Things (IoT) รวมไปถึงข้อมูลบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ วิดีโอ

คลิป และ streams ต่างๆที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย การกำหนดขนาดของ Big data มักจะอยู่ในหน่วยของ petabytes (1,024 terabytes) หรือ exabytes (1,024 petabytes) ซึ่งเปรียบเสมือนการจัดเก็บข้อมูลนับเป็นพันล้านหรือล้านล้านรายการจากหลายล้านบุคคล

- 2) *Velocity*: หมายถึง ความเร็วของข้อมูล ทั้งความเร็วในการเกิด การจัดเก็บ การย้ายและการวิเคราะห์ข้อมูล แม้ว่าปริมาณข้อมูลของ Big data จะมีขนาดใหญ่ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาและพลังงานในการประมวลผลสูง แต่การใช้งาน Big data ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่มีความจำเป็นต้องดึงข้อมูลจากหลายแหล่งได้อย่างรวดเร็วต่อเนื่องและจำเป็นต้องเป็นแบบเรียลไทม์ (real time) เช่น การทำ Fraud Detection ในระบบธนาคาร หรือการจองแท็กซี่ในแอปพลิเคชัน Grab เป็นต้น
- 3) *Variety*: Big data มีรูปแบบของข้อมูลที่หลากหลาย สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่
  - Structured Data คือ ข้อมูลที่มีการจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ ชัดเจน หรือระบุได้ด้วยตัวเลข และพร้อมใช้งานได้ทันที เช่น ยอดขาย รายได้ เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของหุ้นภายในตลาดหุ้น โดยถือเป็นข้อมูลที่ค่อนข้างสะอาดและจะถูกจัดเก็บใน relational database อย่าง MySQL, Server, Oracle เป็นต้น
  - Unstructured Data เป็นข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้างที่ชัดเจนและต้องอาศัยเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ข้อความ (text) รูปภาพ (images) เสียง (audio) วิดีโอ (video) หรือไฟล์ที่ไม่มีการจัดหมวดหมู่ เป็นต้น
  - Semi-structured Data เป็นรูปแบบของข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มีโครงสร้างระดับหนึ่งแต่ยังไม่สมบูรณ์ หรือมีความใกล้เคียงกับข้อมูลที่มีโครงสร้าง กล่าวคือ เป็นข้อมูลที่จะอาจไม่ได้มีโครงสร้างชัดเจน แต่มีตัวกำกับไว้ว่าข้อมูลนี้คืออะไร เช่น เอกสาร Extensible Markup Language (XML) การเขียนข้อมูลแลกเปลี่ยนกันผ่านเว็บไซต์ หรือ การโพสต์สถานะใน social media เป็นต้น
- 4) *Variability*: Big data สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ตามลักษณะการใช้งาน หรือการวิเคราะห์ได้จากหลายมุมมอง อันส่งผลให้สามารถนำไปใช้ทำงานต่างกันได้ เช่น การเก็บประวัติพฤติกรรมของ Google เพื่อวิเคราะห์ความสนใจของผู้ใช้งาน และสำหรับนำไปวางแผนทางการตลาดต่อไป เป็นต้น
- 5) *Veracity (the data can be messy, noisy and contain uncertainty and error)* (Marr, 2014): เป็น V ที่ IBM (International Business Machines หรือผู้ผลิตและให้บริการด้าน คอมพิวเตอร์และสารสนเทศ) เพิ่มขึ้นมาเพื่อนำเสนอถึงความไม่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลบางแหล่ง ดังนั้น Big Data ต้องเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มา และมีกระบวนการในการตรวจสอบยืนยันความถูกต้อง เช่น ข้อมูลจาก social media มีความแตกต่างและความไม่แน่นอนของข้อมูลค่อนข้างสูง จึงต้องมีการทำความสะอาดข้อมูลก่อนนำมาใช้วิเคราะห์ต่อไป

- 6) *Complexity*: เป็นนิยามที่ SAS (Statistical software) นำเสนอพร้อมกับ Variability ซึ่งหมายถึง การที่ Big data มีแหล่งที่มาของข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้เกิดความท้าทายในการเชื่อมต่อ จับคู่ ทำความสะอาด หรือปรับเปลี่ยนข้อมูลจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน

#### 4.4 Big Data พัฒนามาตั้งแต่ประมาณปีไหน โดยใคร

อสมมา กุลวานิชไชยนันท์ (2018) ได้เรียงวิวัฒนาการของการเก็บข้อมูลในช่วงศตวรรษที่ 20 ในหนังสือ Big Data Series 1: Introduction to a Big Data Project ปฐมบทในการทำโปรเจก Big Data ไว้ดังต่อไปนี้

- 1663: John Graunt เสนองานวิเคราะห์เชิงสถิติในการทหาร
- 1837: Charles Babbage ผลิตเครื่องประมวลผลการวิเคราะห์ ที่เป็นรากฐานของ คอมพิวเตอร์
- 1865: กำเนิดแนวคิด “Business Intelligence” หลักการเก็บข้อมูลเพื่อมองหาข้อ ได้เปรียบ-เสียเปรียบเชิงธุรกิจ
- 1881: Hollerith Tabulating machine ประมวลผลการสำมะโนประชากร โดยเก็บข้อมูล ลงบัตรเจาะรู (Punch Card)
- 1928: มีการพัฒนาการเก็บข้อมูลด้วยเทปเสียง
- 1951: กำเนิดคอมพิวเตอร์สำหรับการค้า UNIVAC1 เครื่องแรก
- 1954: กำเนิด IBM600 และ IBM700 คอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำระบบการสั่งงาน อ่าน เทปหรือแผ่นดิสก์ และส่งพิมพ์งานผ่านปริ้นเตอร์ได้
- 1961: Cloud เริ่มมีบทบาทและพัฒนาาเรื่อยๆ จากการเสนอแนวคิดเรื่องการแชร์ สาธารณูปโภค โดย John McCarthy (ผู้ริเริ่มแนวคิด Artificial Intelligence หรือ AI)
- 1963: ยุครุ่งเรืองของคอมพิวเตอร์ โดยมีเครื่องเล็กลง ประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำงานได้ หลากหลายมากขึ้น
- 1965: รัฐบาลสหรัฐอเมริกาสร้าง Data Center ที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับภาษีได้ 742 ล้านข้อมูล
- 1969: กำเนิด Internet
- 1980: กำเนิ ดระบบ Microsoft Disk Operating System (MS-DOS) และ Personal Computer (PC) ที่พัฒนาโดยบริษัท IBM
- 1983: Apple สร้าง Macintosh computer

- 1991: เกิด Platform ที่ทำให้ข้อมูลส่งต่อกันง่ายขึ้นชื่อ World Wide Web by Tim Berners-Lee
- 1997: กำเนิด Google search
- 1999: “Cloud Computing” พัฒนาไปเรื่อย ๆ จนเกิด Software as a Service (SaaS) เพื่อการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ (CRM: Customer Relationship Management) และมี การพูดถึง Internet of things ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถส่งผ่านข้อมูลถึงกันได้อย่างอัตโนมัติ

## 4.5

### กลุ่มเป้าหมายผู้ที่จะสามารถใช้งาน Big data และความสามารถของ Big Data ในการเปลี่ยนแปลงโลก หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์

ในปัจจุบัน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และอุตสาหกรรมต่างๆ ล้วนแล้วแต่มีการใช้ประโยชน์หรือมีแนวโน้มที่จะใช้ประโยชน์จาก Big Data เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งสิ้น โดยสามารถนำไปวิเคราะห์และปรับใช้ได้ ในหลายรูปแบบ ในหลายกิจกรรม และในหลากหลายอุตสาหกรรม

#### 4.5.1 ด้านการบริหารและการปกครอง (Governance)

การรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในการบริหารและปกครองของรัฐบาลแบบ อิเล็กทรอนิกส์ได้เป็นประเด็นที่น่าสนใจในสาขาต่าง ๆ มากมาย เช่น การจัดการธุรกิจ วิทยาศาสตร์ การตัดสินใจ สังคมศาสตร์ และวรรณกรรมเชิงนโยบาย (Abuljadai *et al.*, 2023) เพราะการวิเคราะห์ข้อมูล ขนาดใหญ่สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับประสิทธิผลของโครงการและนโยบายของรัฐบาลได้ รวมถึงยังสามารถช่วยในการทำความเข้าใจความรู้สึกของสาธารณะ (public sentiment) และความคิดของประชาชน เกี่ยวกับการลงประชามติและการออกนโยบายต่างๆของรัฐบาล (government initiatives) อีกด้วย (Zwitter and Gstrein, 2023) นอกจากนี้ในการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ (AI) และเทคโนโลยีล้ำสมัยในอุตสาหกรรมต่างๆ ภาครัฐก็มีความจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลขนาดใหญ่เช่นกัน เพื่อให้สามารถจัดทำกรอบการกำกับดูแลและจัดการ กับข้อกังวลด้านจริยธรรม ความปลอดภัย และความเป็นส่วนตัวจากการใช้ข้อมูลและเทคโนโลยีได้อย่าง เหมาะสม (Samuel *et al.*, 2023) อย่างไรก็ตาม ผลกระทบของข้อมูลขนาดใหญ่ต่อสังคมและการกำกับดูแล ยังเป็นหัวข้อที่ยังต้องการการศึกษาเพิ่มขึ้น โดยในระยะหลังมีการมุ่งเน้นไปที่ผลกระทบทางการเมือง ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ และกฎระเบียบทางกฎหมาย (Knieps, 2023) รวมไปถึงการกำกับดูแลและ สถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนสำหรับระบบประมวลผลต่อเนื่องแบบกระจาย (Distributed Computing Continuum Systems: DCCS) เพื่อติดตามและคาดการณ์ประสิทธิภาพของระบบ (Donta *et al.*, 2023)

จากแบบสำรวจ A survey of big data analytics in healthcare and government จากวารสาร วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ Procedia Computer Science (2015) โดย Archenaa and Anita (2015) เราสามารถพบการใช้เทคโนโลยี Big Data ที่เป็นประโยชน์ต่อภาครัฐได้ดังนี้

- Hadoop คือ เทคโนโลยีการวิเคราะห์ Big Data มีบทบาทอย่างมากในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากที่สร้างโดยหน่วยงานภาครัฐแบบเรียลไทม์ ทำให้สามารถคาดการณ์สถานการณ์ฉุกเฉินก่อนที่จะเกิดขึ้นได้
- Hadoop Distributed File System (HDFS) คือ วิธีจัดเก็บข้อมูลที่ช่วยปรับขนาดและจัดการกับไฟล์ข้อมูลขนาดใหญ่ได้ ซึ่งหน่วยงานภาครัฐสามารถนำไปใช้ในการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลได้
- MapReduce คือ เทคโนโลยีที่ช่วยลดความยุ่งยากในการประมวลผลข้อมูลกลุ่มใหญ่ ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานภาครัฐที่มีปัญหาการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่
- Cloud computing เป็นอีกหนึ่งการเก็บและการประมวลผลข้อมูลที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี Big data ในการนำเสนอแพลตฟอร์มที่ปลอดภัยสำหรับการจัดเก็บ ประมวลผล และวิเคราะห์ข้อมูลของหน่วยงานภาครัฐ

#### 4.5.2 ด้านการโทรคมนาคม (Telecommunications)

ในปัจจุบัน เครือข่ายโทรคมนาคมแบบเคลื่อนที่ได้ผลิตข้อมูลจำนวนมากในทุก ๆ วันทั้งจากผู้ใช้เครื่องมือสื่อสารและจากตัวเครือข่ายเอง การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่เหล่านี้จะช่วยเพิ่มโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายให้กับผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile network operators: MNOs) รวมถึงขยายขอบเขตของข้อมูลเกี่ยวกับเครือข่ายในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น อันจะนำไปสู่การตัดสินใจต่าง ๆ ขององค์กรที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Zheng *et al.*, 2016)

จากเดิมที่ MNOs มีการตั้งเสาสัญญาณขนาดใหญ่เป็นระยะตามจุดต่าง ๆ ส่งผลเสียต่อผู้ใช้งานที่อยู่ในพื้นที่ระยะไกลกว่าเสาสัญญาณ ทำให้มีการใช้งานไม่มีประสิทธิภาพ การใช้ Heterogeneous network (HetNet) ถือเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการพัฒนาประสิทธิภาพของเครือข่ายในพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่น เทคโนโลยีนี้เกิดจากการผสมผสานระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ (Macrocell) และเซลล์ขนาดเล็ก (Microcell) โดยเซลล์แรกช่วยเพิ่มความคล่องตัว ส่วนเซลล์ที่สองจะช่วยเพิ่มความครอบคลุมและความจุในขนาดใหญ่ขึ้น ผู้ใช้งานเครือข่ายก็จะได้รับประสบการณ์การใช้เครือข่ายหรืออินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้เซลล์ขนาดเล็ก (Microcell) จะช่วยเพิ่มความจุของเครือข่ายทั้งหมด แต่ก็ไม่สามารถรองรับการปรับตัวของลักษณะการรับส่งข้อมูลต่างๆ (time-changing traffic characteristics) หลาย ๆ ข้อมูลเวลาเดียวกันได้ ดังนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data analytics) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่ายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ดียิ่งขึ้น

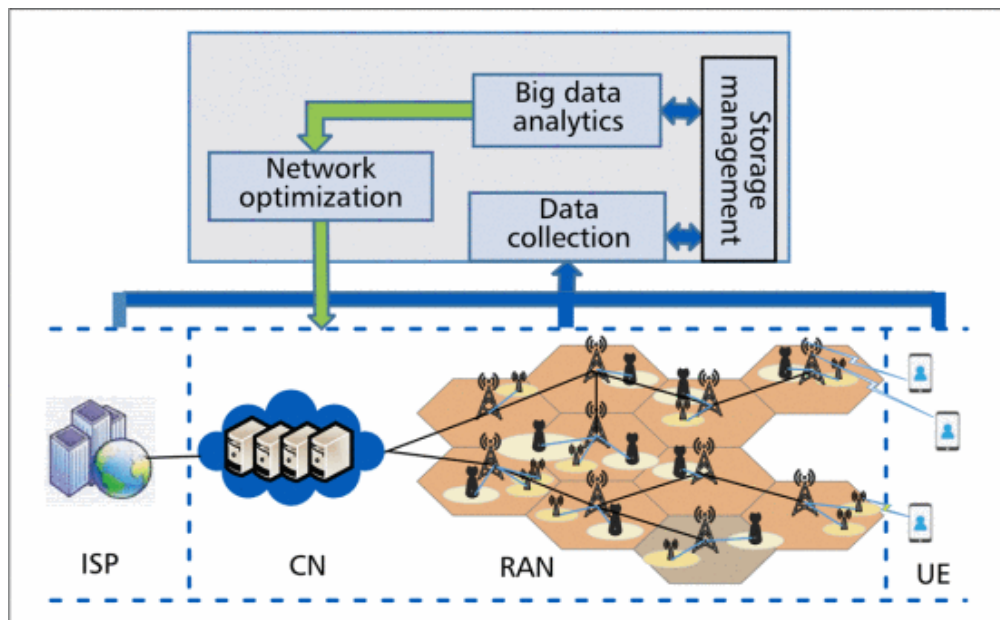
จากกรณีศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลขนาดใหญ่ โดย Zheng *et al.* (2016) ดังแสดงในรูปที่ 4-7 ที่มีการนำเสนอปริมาณรับส่งข้อมูลจากแอปพลิเคชันต่าง ๆ (เช่น WeChat ข่าว และบริการเพลงออนไลน์) ใน 3 เขตจากตัวเมืองขนาดใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (เช่น a) เขตธุรกิจ b) เขตร้านอาหาร c) เขตที่อยู่อาศัย) พบว่าในเวลาหนึ่งสัปดาห์ ปริมาณการเข้าชม ปริมาณการใช้บริการแต่ละแอปพลิเคชัน และปริมาณการรับส่งข้อมูล (traffic) ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันจะแตกต่างกันออกไป ดังนั้น การนำ Big Data มาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะการรับส่งข้อมูลต่างๆ (traffic characteristics) จะสามารถปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายของ MNOs ได้ ดังนี้

- I. *การจัดการทรัพยากรใน HetNets*: MNOs ต้องจัดการทรัพยากรเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพ หากเป็นวิธีแบบดั้งเดิมจะทำการสังเกตการณ์สัญญาณแบบแมนนวล และทดสอบโดยการใช้รถตรวจสอบคุณภาพสัญญาณเคลื่อนที่ (driving test) ซึ่งจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาและทรัพยากรมนุษย์จำนวนมาก แต่การวิเคราะห์ด้วยข้อมูลขนาดใหญ่ (big data analytics) สามารถช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ รวมทั้งใช้ข้อมูลย้อนหลัง (historical data) เพื่อศึกษา traffic characteristics และพฤติกรรมของผู้ใช้งานได้ ดังนี้
  - ช่วยในการวางแผนที่ตั้งของสถานีเครือข่ายให้มีความเหมาะสมมากขึ้น โดยอิงจากปริมาณการรับส่งข้อมูล
  - ช่วยในการจัดสรรทรัพยากรแบบไดนามิกเพื่อรองรับปริมาณการรับส่งข้อมูลที่มีความแตกต่างกันของผู้ใช้งาน ด้วยการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์
  - ช่วยในการประสานงานจากสัญญาณรบกวน (Interference Coordination)
- II. *การปรับใช้เซิร์ฟเวอร์แคช (cache) ในเครือข่ายการจัดส่งเนื้อหาบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile CDN: A mobile content delivery network or mobile content distribution network)*: เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น การวิเคราะห์แบบคลัสเตอร์ จะช่วยให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่วางเซิร์ฟเวอร์แคชแบบกระจายใน RAN (Radio Access Network) ของตนได้อย่างเหมาะสม เพื่อลดเวลาแฝงและการใช้งานแบ็คฮอวล (backhaul usage) ให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งการวิเคราะห์ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับรูปแบบการใช้งานจะช่วยให้สามารถดึงประสิทธิภาพแคชที่สูงที่สุด (maximization) ออกมาได้<sup>13</sup>

<sup>13</sup> คำนียามศัพท์เฉพาะเพิ่มเติม

Cache หมายถึง ส่วนของข้อมูลที่ถูเก็บเข้าไว้ในคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ใช้งานในครั้งต่อไปสามารถทำได้ไวขึ้น

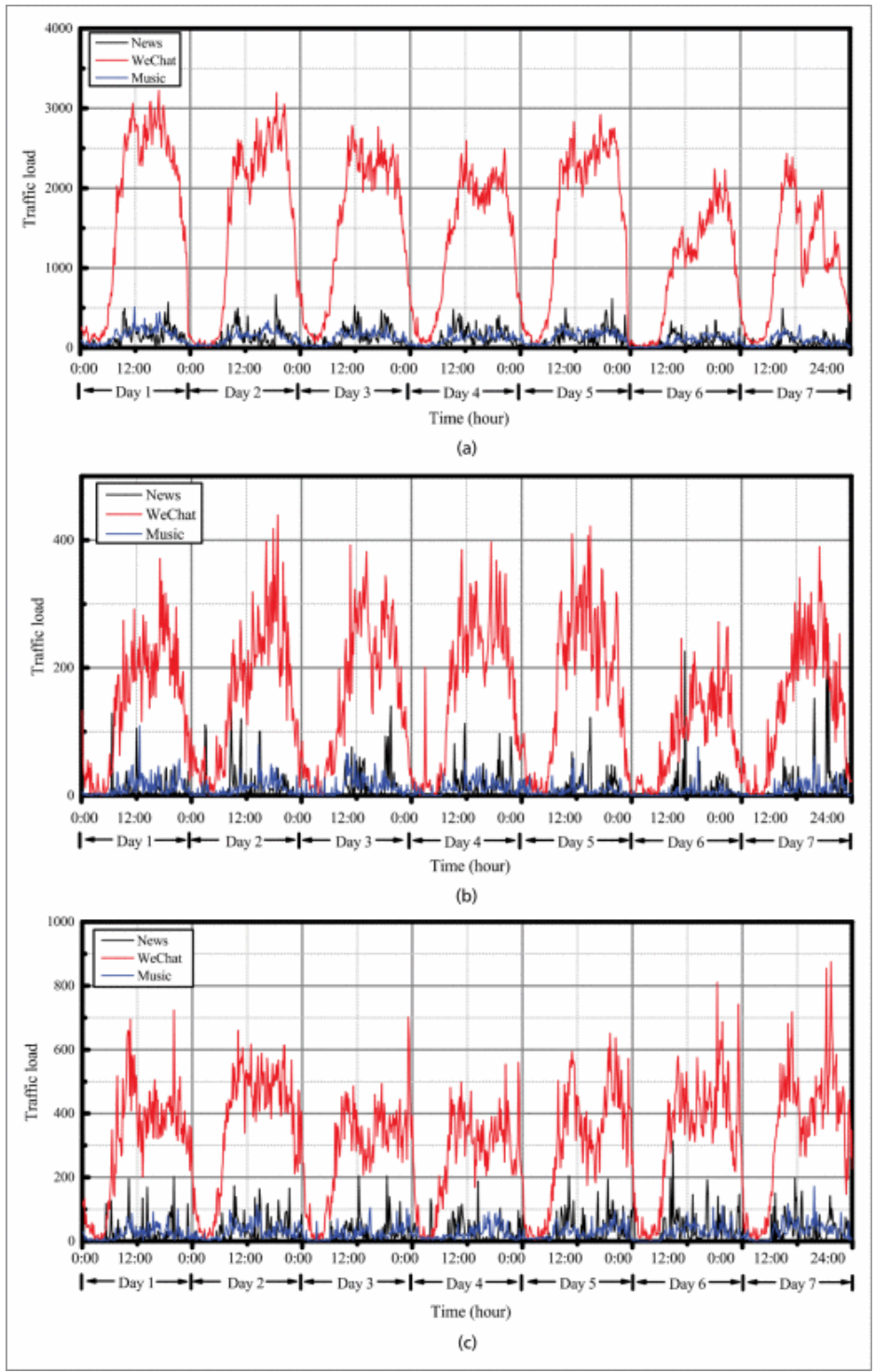
- III. การใช้การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่สำหรับการสร้างแบบจำลองคุณภาพประสบการณ์ (QoE: quality of experience) และการเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่าย: การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ช่วยให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายโดยพิจารณาจากคุณภาพประสบการณ์โดยประมาณ (QoE) แทนที่จากเดิมจะเป็นเพียงตัวชี้วัดของคุณภาพการบริการเพียงอย่างเดียว (QoS: quality of service) เพื่อทำความเข้าใจผู้ใช้งานจากอุปกรณ์ต่างๆ, บริการทางเครือข่าย, และทรัพยากรทางเครือข่ายได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงยังช่วยเพิ่มฟังก์ชันในการระบุปัญหาเพื่อการดำเนินการอย่างเหมาะสมได้อีกด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์ด้วยการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่สามารถ maximize คุณภาพประสบการณ์ (QoE) ของผู้ใช้งาน และ minimize ต้นทุนโครงสร้างพื้นฐานได้



รูปที่ 4-6 กรอบการเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลขนาดใหญ่  
ที่มา: อ้างอิงจากบทความวิจัย: K. Zheng, Z. Yang, K. Zhang, P. Chatzimisios, K. Yang and W. Xiang, "Big data-driven optimization for mobile networks toward 5G,"

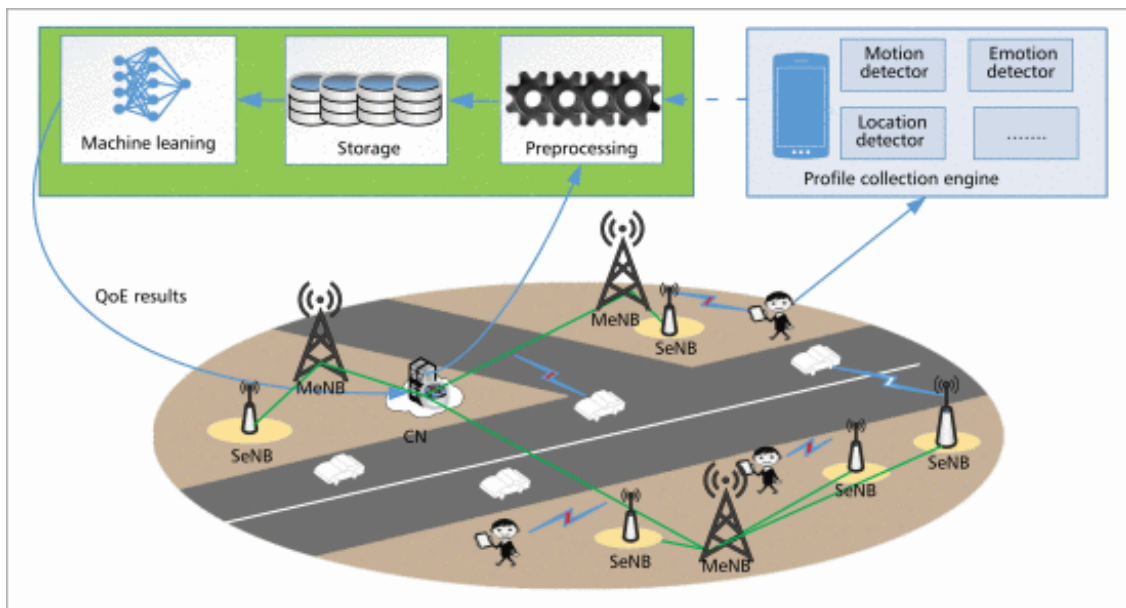
CND หมายถึง เครือข่ายของเซิร์ฟเวอร์ที่เชื่อมต่อกันซึ่งเพิ่มความเร็วในการโหลดหน้าเว็บสำหรับแอปพลิเคชันที่มีข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งช่วยลดเวลาแฝงหรือลดความล่าช้าของการสื่อสารที่เกิดขึ้นจากการออกแบบเครือข่ายได้

Backhaul หมายถึง ส่วนหนึ่งของเครือข่ายดาวเทียมที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างเครือข่ายหลักและเครือข่ายขนาดเล็กที่ใช้เพื่อกระจายไปยังช่องสัญญาณขนาดเล็กอื่นๆ



รูปที่ 4-7 การวัดปริมาณรับส่งข้อมูลจากแอปพลิเคชันต่างๆจากตัวเมืองขนาดใหญ่  
ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศจีน

ที่มา: อ้างอิงจากบทความวิจัย: K. Zheng, Z. Yang, K. Zhang, P. Chatzimisios, K. Yang and W. Xiang, "Big data-driven optimization for mobile networks toward 5G,"



รูปที่ 4-8 แบบจำลอง QoE ที่ขับเคลื่อนโดยข้อมูลขนาดใหญ่

ที่มา: อ้างอิงจากบทความวิจัย: K. Zheng, Z. Yang, K. Zhang, P. Chatzimisios, K. Yang and W. Xiang, "Big data-driven optimization for mobile networks toward 5G,"

#### 4.5.3 ด้านสุขภาพ (Healthcare)

การจัดการ การวิเคราะห์ และการดึงข้อมูลจากข้อมูลในปริมาณมาก ทำให้ข้อมูลขนาดใหญ่มีบทบาทสำคัญในการดูแลสุขภาพเป็นอย่างมาก รวมทั้งมีศักยภาพในการปฏิวัติอุตสาหกรรมด้านการดูแลสุขภาพอย่างเห็นได้ชัด (Dash *et al.*, 2019; Abhishek *et al.*, 2020) แหล่งที่มาของข้อมูลขนาดใหญ่ต่าง ๆ ในการดูแลสุขภาพ ได้แก่ บันทึกของโรงพยาบาล เวชระเบียน และผลลัพธ์จากการตรวจสุขภาพ (Akila *et al.*, 2022; Sri *et al.*, 2021) อย่างไรก็ตาม การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ก่อให้เกิดความท้าทายที่ต้องใช้วิธีการและเทคนิคประมวลผลระดับสูง (Rajbhandari *et al.*, 2019) เช่น เทคนิค Machine learning ประเภทเครื่องสนับสนุนเวกเตอร์ (support vector machine) และโครงข่ายประสาทเทียมที่มักใช้ในการระบุและพยากรณ์โรคมะเร็ง โดยวิทยาศาสตร์ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่สามารถช่วยในการประมวลผล จัดการ และวิเคราะห์ข้อมูลด้านการดูแลสุขภาพที่กระจุกกระจายได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น ด้วยการใช้ประโยชน์จากการตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (data-driven) องค์กรด้านการดูแลสุขภาพสามารถปรับปรุงคุณภาพการรักษายาบาลและยกระดับการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ได้ ถึงแม้จะเป็นความท้าทายอย่างมาก แต่การบูรณาการข้อมูลขนาดใหญ่ในกระบวนการดูแลสุขภาพถือเป็นโอกาสที่ดีในอนาคตสำหรับ Precision medicine หรือ personalized medicine (การแพทย์แบบจำเพาะบุคคล) และการพัฒนาบริการด้านสุขภาพ

Akila *et al.* (2022) พบว่า Big data analytics สามารถนำไปปรับใช้ในบทบาทของการดูแลสุขภาพ (Healthcare) ได้ดังนี้

- ช่วยระบุรูปแบบและความสัมพันธ์ที่ตรวจพบได้ยากในข้อมูลทางการแพทย์ ซึ่งนำไปสู่การวินิจฉัยและแผนการรักษาที่แม่นยำยิ่งขึ้น
- ช่วยในการระบุและค้นพบมะเร็งได้ ด้วยเทคนิค Machine learning (ML) ซึ่งนำไปปรับใช้ในการวิเคราะห์เชิงโปรตีโอมิกส์ (Proteomics) และ การวัดเชิง Genomics (การศึกษาเกี่ยวกับยีนหรือพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต) ได้ เช่น เครื่องสนับสนุนเวกเตอร์ (support vector machine), โครงข่ายประสาทเทียม, K-nearest neighbor, AdaBoost, การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ (logistic regression analysis) และ random forest
- ช่วยอำนวยความสะดวกในการพยากรณ์และการทำนายโรคมะเร็ง เพราะสามารถฝึกโมเดล ML บนชุดข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อระบุรูปแบบและคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำ
- ข้อมูลขนาดใหญ่ในบทบาทของการดูแลสุขภาพ สามารถสนับสนุนการแพทย์เฉพาะบุคคล โดยการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วยแต่ละราย และปรับแต่งการรักษาตามลักษณะและความต้องการเฉพาะของผู้ป่วยรายนั้นๆ ได้
- การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่สามารถปรับปรุงการจัดการด้านสุขภาพของประชากรได้ จากการระบุแนวโน้ม ปัจจัยเสี่ยง และการแทรกแซงเพื่อผลลัพธ์ด้านสาธารณสุขที่ดีขึ้น

#### 4.5.4 ด้านอุตสาหกรรมการเงิน (Finance)

ข้อมูลขนาดใหญ่กำลังปฏิวัติอุตสาหกรรมการเงินด้วยศักยภาพในการกำหนดรูปแบบการวิจัยทางการเงินในอนาคตที่ผลักดันขอบเขตของคำถามพื้นฐานในด้านการเงิน รวมถึงการเงินขององค์กร (corporate finance) โครงสร้างจุลภาคของตลาด (microstructure) และการกำหนดราคาสินทรัพย์ (Fang and Zhang, 2016) รวมถึงยังช่วยเพิ่มการแพร่กระจายของข้อมูลและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักลงทุน (Barr *et al.*, 2018) โดยในปัจจุบันสถาบันการเงินชั้นนำหลายแห่งได้มีการนำเทคโนโลยี Big Data ขึ้นสูงมาใช้เพื่อรับข้อมูลเชิงลึกจากข้อมูลตลาดขนาดใหญ่ สร้างมาตรฐานข้อมูลทางการเงิน และปรับปรุงความสามารถในการปรับขนาดของอัลกอริทึม (Goldstein *et al.*, 2020) ไม่เพียงเท่านั้น ข้อมูลขนาดใหญ่ยังสามารถช่วยระบุความเสี่ยงเพิ่มเติมสภาพทางการเงิน เพิ่มความโปร่งใส และปรับปรุงการเข้าถึงประชากรที่ด้อยโอกาสได้อีกด้วย (Shen and Chen, 2018) ในส่วนของภาคการเงินและการประกันภัยได้มีการปรับใช้การขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (data-driven) โดยการจัดการข้อมูลลูกค้าจำนวนมาก และการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลในการซื้อขายในตลาดทุน (Husain and Prieto., 2016)

Shen and Chen (2018) ได้นำเสนอเทคโนโลยี Big Data ที่เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการเงินไว้ดังนี้

- Data Analytics Platforms: แพลตฟอร์มการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น Hadoop และ Apache Spark สามารถช่วยประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลทางการเงินปริมาณมาก รวมถึงนำเสนอข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับการตัดสินใจ
- Machine Learning และ AI: เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่อำนวยความสะดวกในการประยุกต์ใช้ Machine Learning และอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ในด้านการเงินในด้านต่างๆ เช่น การตรวจจับการฉ้อโกง การประเมินความเสี่ยง และการสร้างแบบจำลองเชิงคาดการณ์
- Cloud Computing: การใช้ข้อมูลขนาดใหญ่ด้วยการประมวลผลแบบคลาวด์สามารถนำเสนอความสามารถในการขยายขนาดและการประเมินประสิทธิภาพของโครงการ (Cost-Effectiveness) ได้ รวมถึงช่วยให้สถาบันการเงินจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลจำนวนมากโดยไม่จำเป็นต้องลงทุนโครงสร้างพื้นฐานเพิ่ม
- Data Visualization Tools: เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่สามารถสร้างเครื่องมือสร้างภาพข้อมูลขั้นสูงที่ช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเงินตีความชุดข้อมูลที่ซับซ้อน รวมถึงระบุรูปแบบและแนวโน้มได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ในรูปแบบแผนภูมิ รูปภาพ ตาราง เป็นต้น
- Real-Time Data Processing: เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ช่วยให้สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลทางการเงินได้แบบเรียลไทม์ ช่วยให้ตัดสินใจได้เร็วขึ้นและติดตามตลาดได้แม่นยำยิ่งขึ้น

#### 4.5.5 ด้านการทำธุรกิจหรือโฆษณาผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce)

จากบทความ Big data analytics and innovation in e-commerce: current insights and future directions โดย Alsmadi *et al.* (2023) พบว่าการใช้เทคโนโลยี Big Data มีส่วนช่วยและยกระดับอุตสาหกรรมอีคอมเมิร์ซได้ในลักษณะดังต่อไปนี้

- Big data analytics ช่วยให้ธุรกิจสามารถวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณมากเพื่อรับข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรม ความชอบ และแนวโน้มของลูกค้า ซึ่งนำไปสู่การตัดสินใจและประสบการณ์ส่วนตัวของลูกค้าที่ดีขึ้น
- สนับสนุนการพัฒนาโมเดลและกลยุทธ์อีคอมเมิร์ซที่เป็นนวัตกรรม เช่น การวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ ระบบการแนะนำ และการกำหนดราคาแบบไดนามิกส์ ซึ่งนำไปสู่ความสามารถในการแข่งขันและการเติบโตของตลาดที่เพิ่มขึ้น

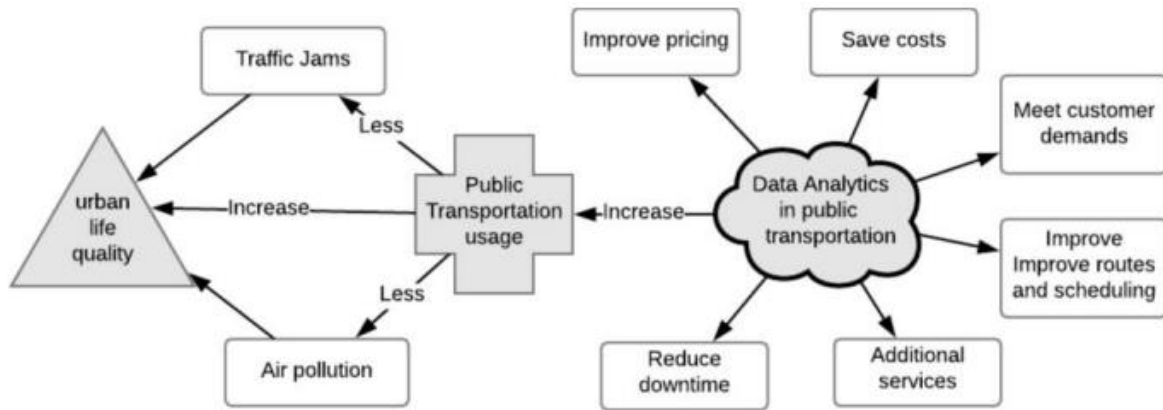
- อำนวยความสะดวกในการติดตามและวิเคราะห์การดำเนินงานอีคอมเมิร์ซแบบเรียลไทม์ ช่วยให้ธุรกิจสามารถระบุและแก้ไขปัญหาได้ทันที ปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงาน และเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า

ในส่วนของวิทยาศาสตร์ข้อมูล (data science) ก็มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนบริษัทอีคอมเมิร์ซ ด้วยเช่นกันเนื่องจากปริมาณข้อมูลที่มากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ช่วยให้ตัดสินใจทางธุรกิจได้ดียิ่งขึ้น (Sharma et al., 2023) การใช้การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในอีคอมเมิร์ซยังนำไปสู่การพัฒนาอัลกอริทึม ระบบการแนะนำ และ Price optimization ซึ่งช่วยในการพัฒนาประสบการณ์ส่วนบุคคลของลูกค้าและความสามารถในการทำกำไรได้อีกด้วย (Wu and Wu, 2023; Zhang et al., 2023)

#### 4.5.6 ด้านอุตสาหกรรมขนส่งและโลจิสติกส์ (Transportation and Logistics)

##### 1) ด้านการขนส่ง

เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการขนส่งเพื่อรวบรวม วิเคราะห์ และประยุกต์ข้อมูลจำนวนมากให้เกิดประโยชน์อยู่ก่อนแล้ว (Khaled, 2023) โดยมีการใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งในเมืองอัจฉริยะ (smart cities) รวมถึงการรวมแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลผู้โดยสาร ต้นทุนการขนส่ง และข้อมูลอื่น ๆ แบบเรียลไทม์ ดังรูปที่ 4-9 (Bulatova, 2023) ซึ่งเป้าหมาย คือ การพัฒนาการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ในระบบขนส่งโดยอิงข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Reem et al., 2022) ข้อมูลขนาดใหญ่ยังสามารถผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการวางแผนการขนส่งและขั้นตอนการตัดสินใจ โดยเฉพาะการแก้ไขปัญหาจากการขยายตัวของความเป็นเมือง (urbanization) (Abdel et al., 2022) รวมถึงยังสามารถพัฒนาแพลตฟอร์มการขนส่งอัจฉริยะที่จัดการและวิเคราะห์ข้อมูลการขนส่ง ซึ่งเป็นแนวทางกำหนดหน่วยงานในเมืองในการทำให้เมืองของตนมีความทันสมัยและเป็นดิจิทัลมากขึ้น นอกจากนี้ Big Data ยังถูกใช้ในโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งในเมืองเพื่อการวางแผน การกำหนดเส้นทาง การกำหนดค่าเครือข่าย (network configuration) และการบำรุงรักษาได้อีกด้วย ดังนั้น โดยรวมแล้วสามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลขนาดใหญ่มีบทบาทสำคัญในการยกระดับบริการขนส่ง ปรับปรุงประสิทธิภาพ และการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ



รูปที่ 4-9 การวิเคราะห์ข้อมูลในการขนส่งสาธารณะ (Victor Change,2021)

ที่มา: อ้างอิงจากบทความงานวิจัย: Bulatova O. Using big data in smart cities transportation systems. E3S Web of Conferences. 2023;371

สามารถสรุปเทคโนโลยี Big Data ที่เป็นประโยชน์ต่อการขนส่งได้ดังนี้

- การวางแผนข้อมูลการขนส่งขนาดใหญ่ (Big transportation data planning: BTDP) สามารถใช้เพื่อการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลการขนส่งจำนวนมาก โดยให้ข้อมูลเชิงลึกสำหรับการวางแผนการขนส่งและขั้นตอนการตัดสินใจ
- แพลตฟอร์มการขนส่งอัจฉริยะ เช่น แพลตฟอร์มการขนส่งทางเศรษฐกิจและสังคมอัจฉริยะ (Smart socio-economic transportation platform: S2TP) ที่ในหนังสือแนะนำเสนอ สามารถใช้เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการขนส่ง ช่วยให้หน่วยงานในเมืองสามารถตัดสินใจได้อย่างชาญฉลาดและมีข้อมูลครบถ้วนมากขึ้น
- การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่สามารถช่วยระบุและจัดการกับความท้าทายที่สำคัญในการขนส่ง เช่น ความแออัดของการจราจร การวางแผนโครงสร้างพื้นฐาน และการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการขนส่ง
- การใช้เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ สามารถช่วยปรับและเพิ่มประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และความยั่งยืนของระบบการขนส่ง ซึ่งนำไปสู่ประสบการณ์การขนส่งที่ดีขึ้นสำหรับทั้งภาครัฐและประชาชน (Reem *et al.*, 2022)

## 2) ด้านโลจิสติกส์

ข้อมูลขนาดใหญ่เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในหลายๆ ด้าน ประการแรก คือ ช่วยให้การขุดค้นและการใช้ข้อมูลมีประสิทธิภาพ ทำให้องค์กรโลจิสติกส์สามารถปรับปรุงระดับการบริการและจุดแข็งของตนได้ (Jinyang, 2023) ประการที่สอง เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่สามารถรวบรวมข้อมูลประเภทต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ได้ จนทำให้มีข้อมูลที่แม่นยำและการสนับสนุนทางเทคนิคที่แข็งแกร่งมากขึ้นสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรม (Zin and Zhu, 2023; Xie and Ou, 2022) นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยี

ข้อมูลขนาดใหญ่ในการจัดการโลจิสติกส์สามารถนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพ การลดต้นทุน และเพิ่มประสบการณ์ผู้ใช้ได้ (Cheng and Peng, 2022) ยิ่งไปกว่านั้นแพลตฟอร์มการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ยังสามารถช่วยสร้างระบบการวิเคราะห์โลจิสติกส์ระดับมืออาชีพ ส่งเสริมการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลโลจิสติกส์ที่รวดเร็วยิ่งขึ้น ตลอดจนพัฒนาอำนาจในการตัดสินใจ (decision-making power) และลดต้นทุนการดำเนินงานได้อีกด้วย ดังนั้นโดยสรุปแล้ว เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพ การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล และการพัฒนาอุตสาหกรรมโลจิสติกส์

#### 4.5.7 ด้านการตลาดและการโฆษณา (Marketing and Advertising)

บทบาทของข้อมูลขนาดใหญ่ในด้านการตลาดและการโฆษณาก็เป็นอีกส่วนที่น่าสนใจ เพราะ ข้อมูลขนาดใหญ่มีศักยภาพในการปฏิวัติการตลาดและการโฆษณาด้วยการจัดหาข้อมูลเชิงลึกและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการตัดสินใจ มีส่วนช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบพฤติกรรมผู้บริโภค การคาดการณ์ความต้องการและความปรารถนาของผู้บริโภค และการสร้างกลยุทธ์การตลาดส่วนบุคคล (Bynding *et al.*, 2018) ด้วยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ บริษัทต่าง ๆ สามารถรับข้อมูลที่ครอบคลุมเกี่ยวกับผู้บริโภค เข้าใจแนวโน้มของตลาด และสร้างแคมเปญการตลาดที่ตรงเป้าหมายได้ (Gantz, 2011) การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ให้ข้อมูลเชิงลึกทางการตลาดที่แม่นยำและครอบคลุม ช่วยให้องค์กรต่าง ๆ เข้าใจความต้องการและความชอบของผู้บริโภคได้ดีขึ้น (De Mauro *et al.*, 2018) ส่งผลให้สามารถพัฒนากลยุทธ์การตลาดส่วนบุคคลที่แม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยในการปรับปรุงการทำความเข้าใจข้อมูลเชิงลึกของผู้บริโภค การวางตำแหน่งตลาดเป้าหมายและการปรับใช้กลยุทธ์การตลาดส่วนบุคคลอีกด้วย (Kitchin and McArdle, 2016) แม้จะมีความท้าทายในการเชื่อมโยงกับข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น การเสริมสร้างสมรรถนะหรือทักษะใหม่ ๆ เพิ่มเติม การจัดเก็บและการประมวลผลข้อมูล รวมถึงช่องว่างระหว่างเวลาระหว่างการเกิดข้อมูลและกระบวนการตัดสินใจ

อ้างอิงจากบทความนิตยสาร Big Data Research (2015) เรื่อง ไขปริศนาการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่สำหรับระบบธุรกิจอัจฉริยะผ่านเลนส์การผสมผสานทางการตลาด (Demystifying Big Data Analytics for Business Intelligence Through the Lens of Marketing Mix) Fan *et al.* (2015) พบประโยชน์ ของเทคโนโลยี Big Data ในอุตสาหกรรมการตลาดและการโฆษณา ดังนี้

- การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ช่วยในการติดตามความคิดเห็นของลูกค้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ บริการ หรือบริษัทได้โดยอัตโนมัติด้วยการขุดข้อมูลโซเชียลมีเดีย (Social media data mining) และให้ข้อมูลเชิงลึกสำหรับการตัดสินใจด้านกลยุทธ์การตลาด
- การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ใน marketing intelligence หรือ marketing research ช่วยให้บริษัทหลายแห่งรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลโซเชียลมีเดีย

ข้อมูลธุรกรรม ข้อมูลการสำรวจ และข้อมูลเครือข่ายเซนเซอร์ได้สะดวกขึ้น รวมถึงช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมและความชอบของลูกค้าได้อย่างครอบคลุม

- เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ยังช่วยเพิ่มความสามารถในการสร้างข้อมูลให้มีความเร็วยิ่งขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลในโซเชี่ยลมีเดีย ซึ่งทำให้นักการตลาดสามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลได้เร็วกว่าที่เมื่อก่อน

เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ในปัจจุบันที่นิยมใช้กันแนวทางการตลาดและการโฆษณาที่มีหลายแบบ เช่น Hadoop, Apache Spark, MongoDB, และ Tableau เป็นต้น

	People	Product	Promotion	Price	Place
Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demographics</li> <li>Social Networks</li> <li>Customer Review</li> <li>Click Stream</li> <li>Survey Data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Product Characteristics</li> <li>Product Category</li> <li>Customer Review</li> <li>Survey Data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promotional Data</li> <li>Survey Data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transactional Data</li> <li>Survey Data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Location-based social networks</li> <li>Survey Data</li> </ul>
Method	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clustering</li> <li>Classification</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Association</li> <li>Clustering</li> <li>Topic Modeling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regression</li> <li>Association</li> <li>Collaborative Filtering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regression</li> <li>Association</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regression</li> <li>Classification</li> </ul>
Application	<ul style="list-style-type: none"> <li>Customer Segmentation</li> <li>Customer Profiling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Product Ontology</li> <li>Product Reputation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promotional Marketing Analysis</li> <li>Recommender Systems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pricing Strategy Analysis</li> <li>Competitor Analysis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Location-based Advertising</li> <li>Community Dynamic Analysis</li> </ul>

**รูปที่ 4-10** ตัวอย่างกรอบการทำงานของการผสมผสานทางการตลาดสำหรับการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่  
ที่มา: อ้างอิงจากบทความวิจัย: Fan, Shaokun, Raymond YK Lau, and J. Leon Zhao. "Demystifying big data analytics for business intelligence through the lens of marketing mix." Big Data Research 2.1 (2015): 28-32.

#### 4.5.8 ด้านการวิจัยและการศึกษา (Research and education)

เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่มีประโยชน์ต่อแนวทางการศึกษาและการวิจัยหลายประการ เช่น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางวิชาการของนักเรียนได้โดยการมอบประสบการณ์การเรียนรู้เฉพาะบุคคลหรือตามความถนัดแต่ละคน (personalized learning) การระบุขอบเขตของปัญหาและพัฒนาการแทรกแซงแบบกำหนดเป้าหมาย (targeted interventions) ช่วยปรับปรุงแนวทางปฏิบัติในการให้คะแนนด้วยการกำจัดข้อผิดพลาด นำเสนอการให้คะแนนตามวัตถุประสงค์ และช่วยประหยัดเวลาได้ รวมถึงช่วยลดอัตราการออกกลางคัน โดยจัดให้มีตัวบ่งชี้การเตือนภัยล่วงหน้า จากการใช้ข้อมูลในการระบุและให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนที่กำลังมีปัญหาการเรียน (Lutfiani and Meria, 2022) นอกจากนี้ ข้อมูลขนาดใหญ่ยังสามารถมีส่วนร่วมใน

การเรียนรู้ด้านการศึกษาและเทคโนโลยีการศึกษาโดยการพัฒนากลยุทธ์การเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการวิจัย (Sui and Sui, 2022; Ting, 202) เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ยังส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงในแนวคิดด้านการศึกษา แนวทางการสอน และระบบการศึกษา ด้วยการประยุกต์ใช้ข้อมูลขนาดใหญ่จะสามารถพัฒนาการศึกษา ปรับเปลี่ยนการสอนให้เหมาะกับแต่ละบุคคล และสามารถส่งเสริมการผสมผสานระหว่างการศึกษาและเทคโนโลยีได้

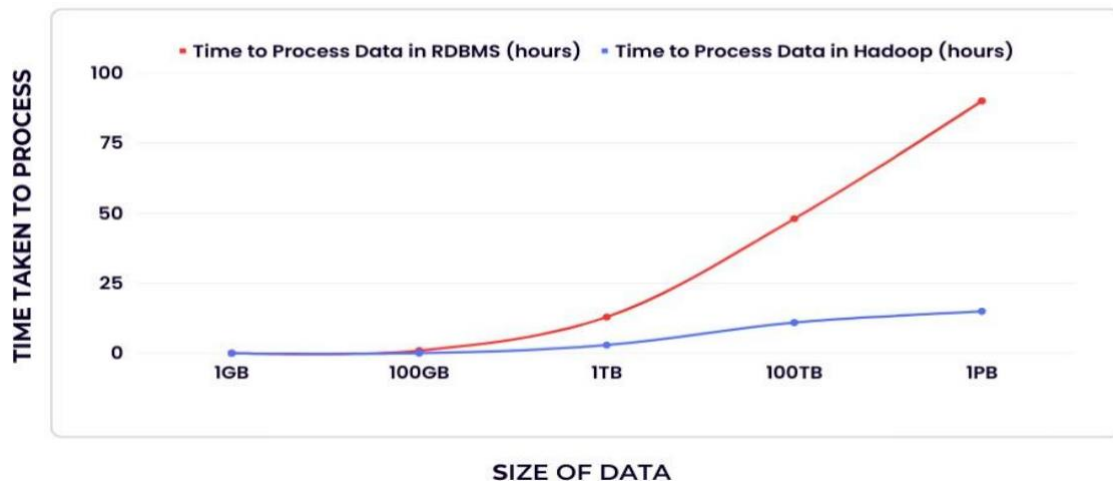
อ้างอิงจาก International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT) เรื่อง Leveraging Big Data for Educational Improvement: Opportunities, Challenges, and Future Directions การพัฒนาการศึกษาด้วยเทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ มีตัวอย่างดังต่อไปนี้

- Map Reduce: เทคนิคการประมวลผลข้อมูลที่ใช้สำหรับการคำนวณแบบกระจายของชุดข้อมูลขนาดใหญ่บนคลัสเตอร์ Hadoop
- VADER (Valence Aware Dictionary and Sentiment Reasoner): เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความรู้สึกผ่านข้อความ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในบริบททางการศึกษาได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับสถานะทางอารมณ์และความเป็นอยู่ของนักเรียน
- Collaborative Filtering: อัลกอริทึมยอดนิยมที่ใช้ในระบบการแนะนำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขอบเขตการศึกษา เพื่อใช้ในการแนะนำหลักสูตร สื่อการเรียนรู้ และทรัพยากรทางการศึกษาแก่นักเรียนตามความสนใจและประวัติการเรียนรู้ของนักเรียน

<b>DATA SIZE</b>	<b>PROCESSING SPEED IN RDBMS</b>	<b>PROCESSING SPEED IN BIGDATA</b>
1GB	0.097	0.0987
100GB	0.98	0.989
1TB	12.8	2.876
100TB	47.6	11.082
1PB	89	15.008

ตารางที่ 4-1 ความเร็วในการประมวลผลของ RDBMS และ Big data

ที่มา: "Leveraging Big Data for Educational Improvement: Opportunities, Challenges, and Future Directions." International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology, null (2023):.60-



รูปที่ 4-11 การเปรียบเทียบความเร็วในการประมวลผลของ RDBMS และ Big Data

ที่มา: "Leveraging Big Data for Educational Improvement: Opportunities, Challenges, and Future Directions." International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology, null (2023):.60-67. doi: 10.48175/ijarsct-9659

ทั้งนี้ การทดลองใช้เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่แทนการใช้ระบบการจัดการข้อมูลแบบดั้งเดิมอย่าง RDBMS systems ได้ผลลัพธ์ดังนี้

- MapReduce สามารถประมวลผลข้อมูลขนาด 1 TB ได้เร็วกว่าระบบ RDBMS มากกว่า 50 เท่า รวมถึงความเร็วในการอัปโหลด Hadoop นั้นเร็วกว่า RDBMS สำหรับปริมาณข้อมูลขนาดใหญ่ ดังตารางที่ 4-1 และรูปที่ 4-11
- การใช้การวิเคราะห์ความรู้สึกของ VADER กับผลตอบรับของนักเรียน โดยช่วยในการระบุประเด็นที่ต้องปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการศึกษาจากการตัดสินใจโดยการใช้การขับเคลื่อนทางข้อมูล (data-driven)
- Collaborative filtering ช่วยเพิ่มการลงทะเบียนเรียน โดยการแนะนำหลักสูตรตามความสนใจและผลการปฏิบัติงานของนักเรียน
- MapReduce และเครื่องมือ Big Data อื่นๆ จัดการข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง (unstructured data) เช่น ความคิดเห็นของนักเรียนและโซเชียลมีเดียได้ดีกว่า ซึ่งแตกต่างจาก RDBMS ซึ่งเหมาะกับข้อมูลที่มีโครงสร้าง (structured data)

นอกจากนี้ Big data ยังถูกนำมาใช้ประโยชน์ในภาคการผลิตและการบริการ อุตสาหกรรมพลังงาน ภาคเกษตรกรรม บันเทิง กีฬา อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมยานยนต์ อสังหาริมทรัพย์ ธุรกิจการประกันภัย การตรวจสอบด้านสิ่งแวดล้อม การบริหารทรัพยากรมนุษย์ และองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรและบริการสังคม เป็นต้น ทั้งนี้ เนื่องมาจากเทคโนโลยีสมัยใหม่หลายประการที่มนุษย์พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องนั้น อาศัยการใช้ข้อมูลเป็นพื้นฐานการพัฒนาและการใช้งานของเทคโนโลยี

#### 4.6 เทคโนโลยีที่จะถูกแทนที่ (Disrupted) จากการใช้เทคโนโลยี Big Data

การปรากฏตัวของ Big Data ส่งผลกระทบต่อเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหรือการวิเคราะห์ข้อมูล (Maxwell, 2016) อ้างอิงจากหนังสือ Disruptive possibilities: How big data changes everything (Needham, 2013) ผลกระทบของข้อมูลขนาดใหญ่นั้นมีหลายแง่มุมและอาจจะก่อให้เกิดการหยุดชะงัก (disruption) ของเทคโนโลยีสารสนเทศหรือไอทีแบบดั้งเดิม รวมไปถึงการปฏิวัติคอมพิวเตอร์ เพราะ Big Data มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปสู่รูปแบบใหม่ของซูเปอร์คอมพิวเตอร์เชิงพื้นที่ ซึ่งเปลี่ยนจากการประมวลผลสไตล์ John von Neumann แบบคลาสสิก เราสามารถสรุปสิ่งที่จะถูกแทนที่ (disrupted) จากการพัฒนา Big data

ตารางที่ 4-2 แสดงสิ่งที่จะถูกแทนที่ (Disrupted) จากการใช้เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่

ประเภทอุตสาหกรรม	สิ่งที่จะถูกแทนที่ (Disrupted)	การใช้เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่
การบริหารและการปกครอง (Governance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบกระดาษเอกสาร</li> <li>- ข้าราชการ</li> <li>- การตัดสินใจเชิงนโยบายที่ปราศจากการใช้ข้อมูลประกอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data Analytics Platforms เช่น Hadoop</li> <li>- MapReduce</li> <li>- Hadoop Distributed File System (HDFS)</li> <li>- Cloud computing</li> <li>- การตัดสินใจเชิงนโยบายที่มีข้อมูลสนับสนุน (evidence-based decision making)</li> </ul>
การสื่อสารโทรคมนาคม (Telecommunications)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การตั้งเสาสัญญาณขนาดใหญ่เป็นระยะตามจุดทางต่างๆ</li> <li>- แรงงานที่ขาดความรู้ความชำนาญในการใช้ Big Data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heterogeneous network (HetNet) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสัญญาณในพื้นที่แออัด</li> <li>- การวิเคราะห์แบบคลัสเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแคช (cache)</li> <li>- การสร้างแบบจำลองคุณภาพประสบการณ์ (QoE: Quality of Experience)</li> </ul>

ประเภทอุตสาหกรรม	สิ่งที่จะอาจถูกแทนที่ (Disrupted)	การใช้เทคโนโลยี ข้อมูลขนาดใหญ่
<p>สุขภาพ (Healthcare)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การวินิจฉัยโรคแพทย์</li> <li>- ข้อมูลทางการแพทย์ในรูปแบบของกระดาษเอกสาร</li> </ul>	<p>ปรับใช้เทคนิค Machine Learning เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เครื่องสนับสนุนเวกเตอร์ (support vector machine)</li> <li>- โครงข่ายประสาทเทียม</li> <li>- K-nearest neighbour, AdaBoost</li> <li>- การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ (logistic regression analysis)</li> <li>- random forest</li> </ul>
<p>การเงิน (Finance)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบกระดาษเอกสาร</li> <li>- นักวิเคราะห์ข้อมูลทางการเงินหรือนักประเมินความเสี่ยงทางการเงิน</li> <li>- ดำรงในการตรวจจับการฉ้อโกงทางการเงิน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data Analytics Platforms เช่น Hadoop และ Apache Spark</li> <li>- การประยุกต์ใช้ Machine Learning และอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ ในด้านการเงินในด้านต่างๆ</li> <li>- Cloud Computing</li> <li>- Data Visualization Tools</li> <li>- Real-Time Data Processing</li> </ul>
<p>การขนส่งและโลจิสติกส์ (Transportation and Logistics)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบกระดาษเอกสาร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การวางแผนข้อมูลการขนส่งโดยใช้ข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น Big transportation data planning (BTDP), Smart socio-economic transportation platform (S2TP)</li> </ul>
<p>การตลาดและการโฆษณา (Marketing and)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบกระดาษเอกสาร</li> <li>- นักการตลาด</li> <li>- นักออกแบบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data Analytics Platforms เช่น Hadoop, Apache Spark, MongoDB, และ Tableau</li> <li>- Data Visualization Tools</li> </ul>

ประเภทอุตสาหกรรม	สิ่งที่จะอาจถูกแทนที่ (Disrupted)	การใช้เทคโนโลยี ข้อมูลขนาดใหญ่
การวิจัยและการศึกษา (Research and education)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบกระดาษเอกสาร</li> <li>- คุณครู</li> <li>- RDBMS systems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Map Reduce</li> <li>- VADER (Valence Aware Dictionary and Sentiment Reasoner)</li> <li>- Collaborative Filtering</li> </ul>
การทำธุรกิจหรือโฆษณาผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ร้านขายของแบบออฟไลน์ หรือห้างสรรพสินค้าต่างๆ</li> <li>- พนักงานขาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data Analytics Platforms เช่น Hadoop, Apache Spark, MongoDB, และ Tableau</li> <li>- แพลตฟอร์มหรือแอปพลิเคชัน การซื้อ-ขายสินค้า</li> </ul>

#### 4.6.1 ราคาโดยประมาณหรือจำนวนเงินที่ต้องใช้ในการจัดหา Big Data

##### - ค่าใช้จ่ายด้านการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในส่วนของภาคเอกชน

ในปัจจุบันมีเครื่องมือสำหรับการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่มากมายสำหรับองค์กรต่างๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้นจากข้อมูล การพยากรณ์แนวโน้มด้านต่างๆของบริษัท การจัดสรรทรัพยากร หรือกำหนดราคาผลิตภัณฑ์ของบริษัท เช่น Tableau Google Cloud Microsoft Power BI Oracle database และอื่นๆอีกประมาณเกือบ 200 ซอฟต์แวร์ โดยช่วงราคาของเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลจะอยู่ที่ประมาณ 0 ถึง \$10,000 หรือมากกว่าต่อปี ขึ้นอยู่กับจำนวนพนักงานและประเภทของธุรกิจ<sup>14</sup>

<sup>14</sup> ข้อมูลจาก Top Data Analytics Tools for 2023. The SMB Guide. URL: <https://www.thesmbguide.com/data-analytics-tools>

ตารางที่ 4-3 แสดงการจัดอันดับเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลปี 2023 จาก The SMB Guide

Rank	Name	Offer	Review
1.	Klipfolio	Free and paid options.	Is user-friendly, and customer support is good.
2.	Dataiku	Free and paid options.	Easy to set up and use, and doubles as a collaboration tool.
3.	Knime	Contact for quote.	Built for massive quantities of data, supports integrations, but can be a drain on memory.
4.	Looker	Contact for quote.	Is easy to use and has an explore function.
5.	RapidMiner	Contact for quote.	Has a great auto-model feature and is intuitive.
6.	Sisense	Contact for quote.	Is flexible and intuitive, with excellent presentation tools.
7.	ThoughtSpot	From \$95.00 /mo.	Is user-friendly, and has an automatic search index, but importing data is challenging.
8.	Domo	Contact for quote.	Can automatically upload data to the cloud, but cost and complexity makes it more for large companies.
9.	Qlik	From \$30.00 /user /mo.	Has a highly functional dashboard but is not always flexible.
10.	Tableau Server	From \$15.00 /user /mo.	Has drag-and-drop functionality, can manage CSV files, but requires some technical experience.
11.	Talend	Contact for quote.	Easy to use, and integrates well, but some experience with Java is needed.

จากการอ้างอิงราคาจากบริษัท Intelligent Technical Solutions (ผู้ให้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีการจัดการที่เชี่ยวชาญในการสนับสนุนเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) ทุกรูปแบบและการซ่อมแซมคอมพิวเตอร์) ปัจจัยในการกำหนดราคา คือ ประเภทของซอฟต์แวร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล จำนวนแหล่งข้อมูล และจำนวนชั่วโมงในการสร้างรายงานและแดชบอร์ด เช่น

- ประเภทของซอฟต์แวร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ Microsoft Power BI จะต้องจ่ายอย่างน้อย \$10 ต่อหนึ่งผู้ใช้งานต่อหนึ่งเดือนสำหรับ Power BI Pro license
- ค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ \$1,000 ต่อหนึ่งแหล่ง
- ค่าบริการสำหรับการสร้างและออกแบบรายงาน โดยแต่ละแหล่งข้อมูลจะต้อง 4 ชั่วโมงในการดำเนินการ โดยมีค่าบริการอยู่ที่ \$225 ต่อชั่วโมง
- ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ข้อมูลอยู่ที่ประมาณ \$1,000 - \$5,000 เดือน

## ITS Data Analytics Cost

	Rate	
Power BI Pro License	<b>\$10/user/month</b>	> Required for each report user > Only need a handful
Data Source Management	<b>\$1000/data source</b>	> Companies usually have 1-2 datasources > Includes 4 service hours per database
Service Hours	<b>\$225/hour</b>	> Anything that exceeds the included 4 hours > Keeps your ongoing costs low while only building reports when you need them

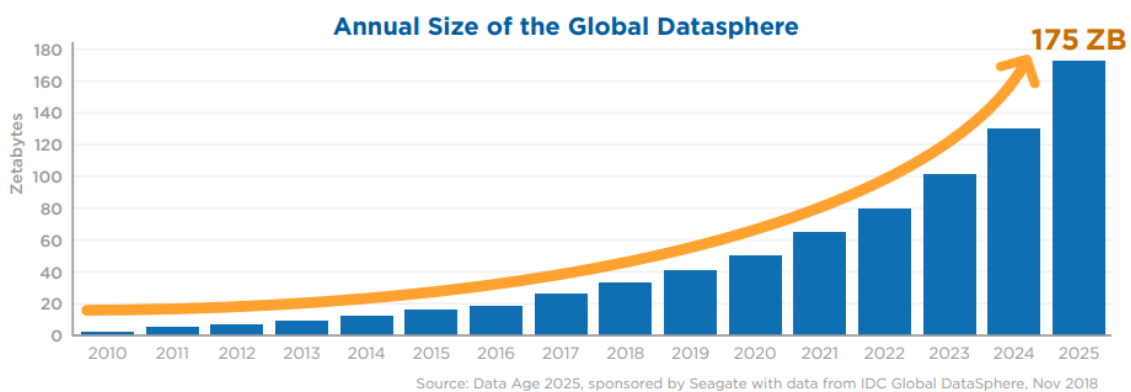
### รูปที่ 4-12 ต้นทุนของ ITS Data Analytics

ที่มา: บริษัท Intelligent Technical Solutions

## 4.7 สถิติและกราฟแสดงปริมาณการใช้งานทั่วโลกในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา

การขยายตัวของ Global Datasphere (การวัดปริมาณข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นในแต่ละปี) ไม่มีขอบเขตจากข้อมูลของ IDC (International Data Corporation) การแปลงเป็นดิจิทัลกำลังเกิดขึ้นอยู่ในสามส่วนหลัก ซึ่งแต่ละส่วนมีส่วนช่วยในการสร้าง digital content ได้แก่ Core ซึ่งครอบคลุมทั้งศูนย์ข้อมูลแบบดั้งเดิมและแบบคลาวด์ (Cloud) Edge ซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานที่แข็งแกร่ง เช่น หอส่งสัญญาณ สาขาของ

สำนักงานต่าง ๆ และอุปกรณ์ปลายทาง เช่น พีซี (PCs) สมาร์ทโฟนและอุปกรณ์ IoT (Internet of things) โดยข้อมูลทั้งหมดที่สร้างขึ้น ที่มีการบันทึก หรือการทำซ้ำทั่วทั้งสถานที่เหล่านี้ก่อตัวเป็น Global Datasphere และมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง การคาดการณ์ของ IDC ระบุว่า Global Datasphere จะเพิ่มขึ้นจาก 33 เซตตะไบต์ (ZB) หรือ 33 หมื่นล้านเทราไบต์(TB) ในปี ค.ศ. 2018 เป็น 175 เซตตะไบต์ (ZB) หรือ 175 แสนล้านเทราไบต์ (TB) หรือเทียบเป็นความจุของโทรศัพท์ iPhone ขนาด 1TB 175 แสนล้านเครื่องท ภายในปี ค.ศ. 2023 (Rydning *et al.*, 2018) โดยมีข้อมูลประมาณ 2.5 ล้านเทราไบต์ (TB) ถูกสร้างขึ้นในทุก ๆ วัน (Olabode *et al.*, 2022)



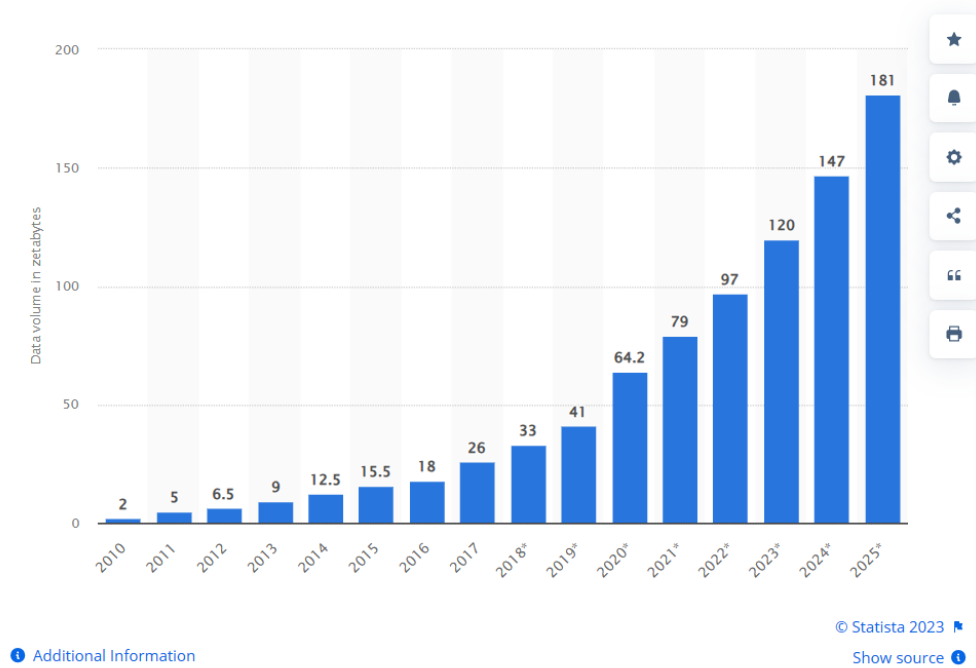
รูปที่ 4-13 ขนาดข้อมูล Global Datasphere

ที่มา: Statista (2023)

การคาดการณ์นี้ตรงกับสิ่งที่ Statista (แหล่งข้อมูลทางสถิติและการพยากรณ์) คาดการณ์ไว้ โดย Statista ให้ข้อมูลว่าจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่สร้างใช้ทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 64.2 เซตตะไบต์ ในปี ค.ศ. 2020 ซึ่งถือเป็นปริมาณข้อมูลที่สร้างและคัดลอกเพิ่มขึ้นอย่างมากกว่าที่คาดไว้ โดยอาจเกิดจากการที่ผู้คนใช้ชีวิตอยู่ที่บ้านมากขึ้นเนื่องจากการแพร่ระบาดของโควิด-19 โดยในอีก 5 ปีข้างหน้า Statista พยากรณ์ว่าตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 - 2023 การสร้างข้อมูลทั่วโลกจะมีปริมาณมากขึ้นมากกว่า 180 เซตตะไบต์เลยทีเดียว<sup>15</sup> โดย 90% ของข้อมูลทั่วโลกสร้างขึ้นภายในสองทศวรรษที่ผ่านมา โดยบริษัทหลายแห่ง (เช่น Uber, Airbnb, Deutsche Postbank และ Amazon) กำลังพยายามใช้ข้อมูลขนาดใหญ่ในการสร้างนวัตกรรมและโมเดลทางธุรกิจใหม่ๆ บริษัทที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลเหล่านี้กำลังแยก บุรณาการ และเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลขนาดใหญ่จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย (เช่น Google Maps, บัญชี Netflix, แผนภูมิการซื้อของออนไลน์) เพื่อสร้าง

<sup>15</sup> ข้อมูลจาก Data growth worldwide 2010-2025 | Statista

ข้อมูลเชิงลึกใหม่เกี่ยวกับผู้บริโภค คู่แข่ง และห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งการสำรวจทั่วโลกโดย McKinsey รายงานว่า บริษัทต่างๆ มีกำไรจากการลงทุนข้อมูลขนาดใหญ่ที่ 6% และเพิ่มขึ้นเป็น 9% สำหรับการลงทุนในช่วงระยะเวลาห้าปีที่ผ่านมา ดังนั้นการลงทุนในความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (BDAC) อาจเป็นการเพิ่มความได้เปรียบทางการแข่งขันของแต่ละบริษัทได้<sup>[13]</sup>



รูปที่ 4-14 การลงทุนในความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่  
 ที่มา: Statista (2023)

## 4.8 ความเชื่อมโยงกับ Gartner Hype Cycle

Gartner Hype Cycle คือ เทคนิคการวิเคราะห์และการจัดลำดับเทคโนโลยีที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในวงการธุรกิจและเทคโนโลยี โดย Gartner Hype Cycle จะแสดงถึงระยะเวลาและขั้นตอนการเจริญเติบโตของเทคโนโลยีต่างๆ โดยจะแบ่งเป็น 5 ช่วงหลัก ได้แก่

- 1) Innovation Trigger
- 2) Peak of Inflated Expectations
- 3) Trough of Disillusionment
- 4) Slope of Enlightenment
- 5) Plateau of Productivity



อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันไม่ได้มีการระบุตำแหน่งของเทคโนโลยี Big data analytics ใน Gartner Hype Cycle อย่างชัดเจนว่าอยู่ในช่วงไหน แต่จากในรายงาน Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies 2023 เสนอหนึ่งในธีมเทคโนโลยีเกิดใหม่ที่มีหัวข้อใกล้เคียงกันคือ Pervasive cloud โดยเทคโนโลยีเหล่านี้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนา ระบบ cloud computing (การใช้ซอฟต์แวร์ ระบบ และทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการ ผ่านอินเทอร์เน็ต) ไปสู่ตลาดที่กระจายออกไปทั่วและกลายเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญของนวัตกรรมทางธุรกิจ ซึ่ง cloud computingจะมีรูปแบบการกระจายมากขึ้นโดยจะมุ่งไปที่อุตสาหกรรมแนวตั้ง โดยการลงทุนบนคลาวด์เพื่อให้ได้มูลค่าสูงสุดจะต้องอาศัยการปรับขนาดการปฏิบัติงานแบบอัตโนมัติ การเข้าถึงเครื่องมือแพลตฟอร์มบนคลาวด์และการกำกับดูแลที่เพียงพอ เทคโนโลยีสำคัญอื่นๆ ใน Pervasive Cloud ได้แก่ Augmented FinOps, Cloud Development Environments, Cloud sustainability, Cloud-Native, Cloud-Out To Edge, Industry Cloud Platforms และ WebAssembly (Wasm) โดยสังเกตได้ว่าเทคโนโลยีเหล่านี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง Innovation Trigger ส่วน WebAssembly (Wasm) และ Cloud-Out To Edge จะอยู่ในช่วงต้นของ Peak of Inflated Expectations

#### 4.9 สถิติและกราฟแสดงปริมาณการใช้งานในประเทศไทยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา

จากการค้นคว้า ยังไม่สามารถหาข้อมูลที่แสดงถึงสถิติและกราฟแสดงปริมาณการใช้งานของ Big Data ในประเทศไทยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาอย่างชัดเจนได้ แต่จากรายงานผลการสำรวจการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลของประเทศไทยปี ค.ศ. 2023 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปี ค.ศ. 2022 และปี ค.ศ. 2023 ในบริษัทเอกชนมีจำนวนผู้ที่ดำเนินการหรือวางแผนที่จะลงทุนในเทคโนโลยี Data Analytics เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยสูงขึ้นจาก 58% เป็น 74%<sup>16</sup>

โดยจากข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลของอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ข้อสรุปดังนี้

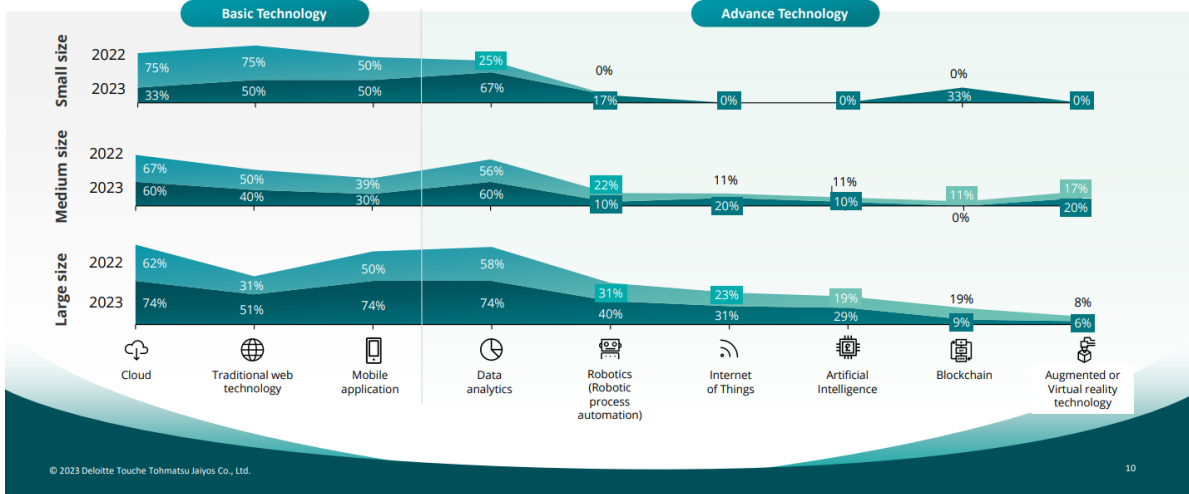
- อุตสาหกรรมผู้บริโภค การใช้การวิเคราะห์ข้อมูลหรือ Data Analytics ได้มีการวางแผนที่จะนำไปหรือนำไปใช้แล้วถึง 72% เพื่อให้เข้าใจลูกค้าดิจิทัลมากขึ้น
- อุตสาหกรรมพลังงาน ทรัพยากรและสินค้าอุตสาหกรรม พบว่าเทคโนโลยีดิจิทัลได้มีการวางแผนที่จะนำไปหรือนำไปใช้แล้วมากที่สุดในการดำเนินงานในอุตสาหกรรม คือ การวิเคราะห์ข้อมูลหรือ Data Analytics และแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งมีปริมาณถึง 75%
- อุตสาหกรรมการเงิน การวิเคราะห์ข้อมูลหรือ Data Analytics และแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้มีการวางแผนที่จะนำไปหรือนำไปใช้แล้ว 80%

<sup>16</sup> ข้อมูลจากรายงานการคาดการณ์อนาคตเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035 โดยฟรอสต์ แอนด์ ซัลลิวัน ซึ่งจัดทำเพื่อสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (depa) URL: Second Deliverable RevVer TH V12 140819 FIN.pdf (depa.or.th)

### Technology Implementation by Company Size

Higher number of those already implemented or planned to invest in technology can be found in 2023 compared to 2022, especially in the data analytics field.

Q: Please select digital technologies that you already implemented or planned to invest? (C-level n=53)



รูปที่ 4-16 การนำเทคโนโลยีมาใช้ตามขนาดบริษัทใหญ่

ที่มา: Chutijirawong N., Gobind Rattivarakorn., Malee Ekviriyakit. The Thailand Digital Transformation Survey Report 2023, Deloitte, 2023

- อุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อชีวิตและการดูแลสุขภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลหรือ Data Analytics และ Cloud ได้มีการวางแผนที่จะนำไปหรือนำไปใช้แล้ว 56% รองจากเทคโนโลยีเว็บไซต์แบบดั้งเดิมซึ่งอยู่ที่ 67%

- อุตสาหกรรมเทคโนโลยี สื่อ และโทรคมนาคมการวิเคราะห์ข้อมูลหรือ Data Analytics ได้มีการวางแผนที่จะนำไปหรือนำไปใช้แล้วเพียง 29% ซึ่งต่างจาก Cloud ที่มีการวางแผนที่จะนำไปหรือนำไปใช้แล้วถึง 100%

#### 4.10 มูลค่าของธุรกิจ Big Data analytics ของประเทศไทย

จากรายงานการคาดการณ์อนาคตเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035 โดยฟรอสต์ แอนด์ ซัลลิวัน ซึ่งจัดทำเพื่อสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (depa)<sup>17</sup> พบว่า มูลค่าของธุรกิจ Big Data analytics ของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2017 อยู่ที่ 1.18 หมื่นล้านบาทจำแนกเป็น

- 6.4 พันล้านบาท จากผู้จัดจำหน่าย (Vendor)

<sup>17</sup> ข้อมูลจากรายงานการคาดการณ์อนาคตเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035 โดยฟรอสต์ แอนด์ ซัลลิวัน ซึ่งจัดทำเพื่อสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (depa) URL: Second Deliverable RevVer TH V12 140819 FIN.pdf (depa.or.th)

- 4.4 พันล้านบาท จาก System Integrator
- 906 ล้านบาท จากตัวแทนจำหน่าย

โดยในปี ค.ศ. 2017 บริษัทไทยใช้จ่ายเงิน 6.4 พันล้านบาท สำหรับการบริการไอทีและธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับ Big Data จำแนกออกเป็น 3.8 พันล้านบาทสำหรับซอฟต์แวร์ และ 1.5 พันล้านบาทสำหรับฮาร์ดแวร์ ซึ่งในปี ค.ศ.2018 มูลค่าของธุรกิจ Big Data analytics คาดการณ์ว่าเพิ่มขึ้น 15% ที่ 1.36 หมื่นล้านบาท และในปี ค.ศ. 2019 มูลค่าตลาดของ Big Data คาดว่าจะเติบโตขึ้นไปถึง 1.56 หมื่นล้านบาท โดยแบ่งเป็น

- 9.2 พันล้านบาท การใช้จ่ายในการบริการไอทีและธุรกิจ
- 4.7 พันล้านบาท การใช้จ่ายสำหรับซอฟต์แวร์
- 1.7 พันล้านบาท การใช้จ่ายสำหรับฮาร์ดแวร์

สำหรับวิสาหกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ในประเทศไทยยังไม่มีการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี Big Data และ Data Analytics มากนัก แต่อ้างอิงผลสำรวจของ SCB ในปี 2017 คาดว่า SME กว่า 70% มีการวางแผนจะใช้ประโยชน์จาก Big Data analytics ในอนาคตอันใกล้

#### 4.11

#### การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตที่จะเพิ่มขึ้นจากเทคโนโลยีนั้นในประเทศไทย

Main point: ความต้องการใช้ประโยชน์จากข้อมูลขนาดใหญ่นี้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเนื่องจากเทคโนโลยีสมัยใหม่ต้องอาศัยข้อมูลทั้งในการใช้งานและการพัฒนาเทคโนโลยีให้ดีขึ้น ร่วมกับการใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ปริมาณความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตย่อมมีปริมาณที่สูงขึ้นตามไปด้วย

- 1) เทคโนโลยีนี้ใช้กับอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) หรืออินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband)
- 2) คุณลักษณะเฉพาะที่ทำให้ต้องใช้ระบบสื่อสารโทรคมนาคมแบบพิเศษ กล่าวคือ มีความจำเป็นต้องเชื่อมต่อด้วย 5G หรือไม่ ความเร็วในการเชื่อมต่อที่ควรใช้คือเท่าใด (Mbps) หรือมีค่า Latency ในการเชื่อมต่อไม่มากกว่ากี่มิลลิวินาที เป็นต้น
- 3) ปริมาณการใช้ Data ของเทคโนโลยีนั้น (GB ต่อหน่วยเป็นเครื่อง หรือหน่วยเวลา) ประมาณ 250 ล้านล้านกิกะไบต์ (GB) ถูกสร้างขึ้นในทุกๆวัน
- 4) คาดการณ์ Adoption rate ใน 5 ปีข้างหน้าว่าจะครอบคลุมผู้ใช้งานร้อยละเท่าใด (%) ของกลุ่มเป้าหมาย และคิดเป็นจำนวนประมาณกี่ราย

- จากการสำรวจที่จัดทำโดย Statista พบว่าประมาณ 53% ขององค์กรทั่วโลกใช้เทคโนโลยี Big Data ในปี 2019 อย่างไรก็ตาม การสำรวจล่าสุดจากธุรกิจ 116 แห่งทั่วโลกที่ดำเนินการโดยองค์กรเดียวกันเปิดเผยว่าประมาณ 60% ของผู้ตอบแบบสอบถามกำลังขับเคลื่อนนวัตกรรมด้วยข้อมูล ในปี 2023 (Petroc Taylor, 2022)

5) คาดการณ์ มูลค่าตลาด ของเทคโนโลยีนี้ใน 5 ปีข้างหน้า (จำนวนเงินที่จะต้องใช้ในการจัดหาเทคโนโลยีนี้มาใช้งานในประเทศไทย) ซึ่งสอดคล้องกับตัวเลข Adoption rate

#### 5.1) ขนาดตลาดการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่

ประมาณการมูลค่าตลาดโลกสำหรับข้อมูลขนาดใหญ่ระบุว่ามูลค่าจะเพิ่มขึ้นจาก 193.14 พันล้านดอลลาร์ในปี ค.ศ. 2019 เป็น 420.98 พันล้านดอลลาร์ในปี ค.ศ. 2027 (Olabode *et al.*, 2022) จากการค้นคว้าวิเคราะห์มูลค่าตลาดโลกของการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในเชิงสถิติในสถาบันอื่น ๆ พบว่ามีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่มีตัวเลขต่างกัน ดังนี้

- a. Statista (แหล่งข้อมูลทางสถิติและการพยากรณ์): ขนาดตลาดการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ทั่วโลกมีมูลค่ามากกว่า 240 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2021 คาดว่าตลาดจะมีการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า โดยมีมูลค่าตลาดที่คาดการณ์ไว้มากกว่า 650 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี ค.ศ. 2029
- b. Credence Research (บริษัทวิจัยและให้คำปรึกษาตลาดระดับโลก): ขนาดตลาดการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ทั่วโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยเฉลี่ยต่อปี (CAGR = Compound Annual Growth Rate) อย่างมีนัยสำคัญที่ 12.7% ในไม่อีกกี่ปีข้างหน้า โดยในปี ค.ศ. 2021 มีมูลค่าที่ 224.1 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดว่าจะสูงถึง 459.1 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2028
- c. Strait research (องค์กรวิจัยตลาดและตลาดข่าวกรอง): ตลาดการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ทั่วโลกจะมีร้อยละของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยเฉลี่ยต่อปี (CAGR = Compound Annual Growth Rate) อย่างมีนัยสำคัญที่ 13.7% ในช่วงปี ค.ศ. 2023 - 2031 โดยมีมูลค่า 254.6 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2022 และคาดว่าจะสูงถึง 808.5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี ค.ศ. 2031
- d. Fortune Business Insights Pvt. Ltd. (องค์กรวิจัยตลาดและตลาดข่าวกรอง): ตลาดการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ทั่วโลกมีมูลค่ามากกว่า 271.83 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2022 และคาดว่าจะเติบโตจาก 307.52 พันล้านดอลลาร์ในปี ค.ศ. 2023 เป็น 745.15 พันล้านดอลลาร์ภายในปี ค.ศ. 2030 จากร้อยละของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยเฉลี่ยต่อปี (CAGR = Compound Annual Growth Rate) อย่างมีนัยสำคัญ

ที่ 13.5% โดยมีการแบ่งการตลาดตามอุตสาหกรรมดังภาพ ซึ่งอุตสาหกรรมที่มีส่วนแบ่งทางการตลาดมากที่สุดคือ อุตสาหกรรมการเงินการธนาคารและประกันชีวิต (BFSI: Banking, financial services and insurance)

- e. Allied Market Research (บริษัทวิจัยตลาดระดับโลก): ขนาดตลาดการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่และธุรกิจทั่วโลกมีมูลค่า 198.08 พันล้านดอลลาร์ในปี ค.ศ. 2020 และคาดว่าจะสูงถึง 684.12 พันล้านดอลลาร์ภายในปี ค.ศ. 2030 ซึ่งจะมีร้อยละของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยเฉลี่ยต่อปี (CAGR = Compound Annual Growth Rate) อย่างมีนัยสำคัญที่ 13.5% ในช่วงปี ค.ศ. 2021 – 2030 โดยมีการแบ่งการตลาดตามอุตสาหกรรมดังภาพ ซึ่งอุตสาหกรรมที่มีส่วนแบ่งทางการตลาดมากที่สุดคือ อุตสาหกรรมการเงินการธนาคารและประกันชีวิต (BFSI: Banking, financial services and insurance)

6) คำนวณปริมาณ Data ที่คาดว่าจะต้องใช้ในแต่ละปี (GB) สำหรับเทคโนโลยีนี้ ใน 5 ปีข้างหน้า

- a. การคาดการณ์ของ IDC ระบุว่า Global Datasphere ปริมาณข้อมูลขนาดใหญ่ของโลกจะเพิ่มขึ้นเป็น 175 เซตตะไบต์ (ZB) หรือ 175 ล้านล้านกิกะไบต์ (GB) ภายในปี ค.ศ. 2025 (Rydning *et al.*, 2018) โดยมีข้อมูลประมาณ 250 ล้านล้านกิกะไบต์ (GB) ถูกสร้างขึ้นในทุก ๆ วัน (Olabode *et al.*, 2022) ซึ่งการคาดการณ์นี้ตรงกับสิ่งที่ Statista (แหล่งข้อมูลทางสถิติและการพยากรณ์) คาดการณ์ไว้ โดย Statista พยากรณ์ว่าตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 - 2025 การสร้างข้อมูลทั่วโลกจะมีปริมาณมากขึ้นมากกว่า 180 เซตตะไบต์ (ZB) หรือ 180 ล้านล้านกิกะไบต์ (GB)<sup>18</sup>

7) เปรียบเทียบว่าปริมาณ Data นั้นเป็นกี่เท่าของการใช้งาน Facebook

- a. หากเปรียบเทียบการสร้างปริมาณข้อมูลต่อวัน Facebook จะมีการสร้างอยู่ที่ประมาณ 4 petabytes ต่อวัน (Maddy, 2023) ในขณะที่ปริมาณข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีการสร้างขึ้นประมาณ 2500 petabytes ต่อวัน คิดเป็น 625 เท่าของปริมาณข้อมูลของ Facebook ที่ถูกสร้างขึ้นในแต่ละวัน

8) การจำหน่ายอุปกรณ์สื่อสารประเภทใด ที่จำเป็นสำหรับการใช้งานกับเทคโนโลยีนั้น และคาดว่าจะเติบโตไปพร้อมกับการใช้งานเทคโนโลยีนั้น

<sup>18</sup> ข้อมูลจาก Data growth worldwide 2010-2025 | Statista

## 5.1 Digital Identity

## 5.1.1 ความหมายและขอบเขตของเทคโนโลยี Digital Identity

**Digital Identity** หรือ **Digital Identification** หรือ **Digital ID** คือ ข้อมูลที่ใช้ในการพิสูจน์ยืนยันและระบุตัวตน เป็นการบ่งบอกว่าบุคคลนั้นถูกนำเสนอและแสดงตัวแบบดิจิทัลในโลกออนไลน์อย่างไร ซึ่งเป็นการรับรองตัวตนแบบดิจิทัล หรือก็คือ ข้อมูลประจำตัวในรูปแบบดิจิทัลของบุคคลนั้น ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันหรือพิสูจน์ตัวตนเช่นเดียวกันกับการการพิสูจน์ตัวตนในโลกแห่งความเป็นจริง ซึ่ง Digital Identity มีคุณลักษณะที่ต้องเป็นยอมรับในระดับสากล ได้แก่ (Lama, S., 2020)

- 1) Digital ID จะต้องเป็นส่วนบุคคลและไม่สามารถถ่ายโอนได้ หมายความว่า คนที่จะมีสิทธิ์ในการเข้าถึงและใช้งานได้จะมีเฉพาะบุคคลที่เป็นเจ้าของเท่านั้น
- 2) Digital ID สามารถใช้ซ้ำได้ หรือสามารถนำมามันกลับมาใช้ใหม่ได้ทุกเมื่อที่ต้องการ
- 3) Digital ID จะต้องมีความสะดวกสบายในการเข้าถึงและใช้งานได้ทุกเมื่อที่ต้องการ โดยไม่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคใด ๆ
- 4) Digital ID จะต้องอนุญาตให้ดำเนินการตามที่ระบุไว้ หรือตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้

Digital ID ที่พบบ่อยที่สุดออกเป็น 4 ประเภทดังนี้ (Lama, S., 2020)

**1) Digital ID ในฐานะข้อมูลประจำตัว** เป็นการเก็บข้อมูลเฉพาะบุคคลนั้นที่สามารถใช้เพื่อระบุตัวตนของคนนั้นได้ ได้แก่ เอกสารที่ออกโดยทางราชการ เช่น สูติบัตร ใบขับขี่ เลขประกันสังคม หนังสือเดินทาง

**2) Digital ID ในฐานะผู้ใช้งาน** เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อกันพฤติกรรมในโลกดิจิทัลของคนนั้น ซึ่งในกรณีนี้ คู่สัญญาที่ติดต่อได้ตอบทางออนไลน์ รวมทั้งบุคคลที่สามที่ได้รับให้อนุญาตจะสามารถรวมข้อมูลนี้ไปและใช้เพื่อกำหนดข้อมูลประจำตัวของบุคคลนั้นๆ ได้ (ซึ่งมักจะมีการใช้เป็นการภายใน) โดยอาจจะมีข้อมูลเกี่ยวกับ ความชอบ นิสัย และลำดับการให้ความสำคัญ เช่น เว็บไซต์ที่นิยมเข้า การสัมมนาผ่านเว็บไซต์ที่เข้าร่วม การซื้อออนไลน์ เป็นต้น

3) **Digital ID ในฐานะบุคคล** เป็นประเภทที่บุคคลนั้นได้สร้างขึ้นมากเพื่อใช้ในการระบุตัวตนของตนเองบนโลกออนไลน์ เช่น การอธิบายตัวตนของตนเอง การแสดงความคิดเห็น การโต้ตอบกับผู้อื่น ๑ เช่น โปรไฟล์บนโซเชียลมีเดีย โปรไฟล์ใน Metaverse โปรไฟล์ในแอปพลิเคชันหาคู่ เป็นต้น

4) **Digital ID ในฐานะชื่อเสียง** เป็นข้อมูลที่รวบรวมโดยหน่วยงานที่มีชื่อเสียงและได้รับอนุญาตแล้ว โดยจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับประวัติของบุคคล ประวัติการทำงาน ประวัติการศึกษา ประวัติอาชญากรรม และเครดิตทางการเงิน

Digital ID เริ่มใช้ครั้งแรกโดยผ่านการใส่ชื่อผู้ใช้ (Usernames) และ รหัสผ่าน (Passwords) โดยนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ Fernando Corbat ในขณะที่ทำงานที่สถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology: MIT) ในทศวรรษ 1960 เพื่อช่วยรักษาไฟล์แต่ละไฟล์ให้เป็นส่วนตัวอย่างปลอดภัย เนื่องจากนักวิจัยทุกคนสามารถเข้าถึงเมนเฟรม (mainframe) เดียวกันได้ (Business Reporter, 2023)

ความสามารถของเทคโนโลยีนั้นในการเปลี่ยนแปลงโลก หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ จากเดิมที่เคยใช้บัตรประชาชนในการยืนยันตัวตนนั้นยังไม่เพียงพอ เพราะเบื้องหลังนั้นจะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ร่วมด้วยเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าผู้ที่นำบัตรประชาชนมาทำธุรกรรมนั้นเป็นเจ้าของบัตรจริง ๆ และป้องกันการหลอกลวง การปลอมแปลง หรือทำในสิ่งที่ไม่ถูกต้องในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเทคโนโลยี Digital ID เป็นเทคโนโลยีในการระบุตัวตน หรือทำการพิสูจน์ยืนยันตัวตนที่มีความน่าเชื่อถือ มีความมั่นคงปลอดภัยมากขึ้น มีความรวดเร็วและสามารถทำได้โดยอัตโนมัติตลอด 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ Digital ID ยังได้ทำการต่อยอดจากเทคโนโลยี Smart Card โดยการสร้างตัวตนของบุคคลบนโลกดิจิทัลที่ไม่สามารถถูกปลอมแปลงได้ขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหาในภาคธุรกิจเรื่องของการหลอกลวงปลอมแปลงตัวตนได้ด้วย (Techtalkthai, 2021)

เนื่องจาก Digital ID เป็นเทคโนโลยีในการระบุตัวตน หรือทำการพิสูจน์ยืนยันตัวตน จึงมีบทบาทที่เกี่ยวข้องทั้งภาคประชาชน ภาคอุตสาหกรรม และภาครัฐบาล ในการยืนยันตัวตน เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องของการหลอกลวงปลอมแปลงตัวตน (Techtalkthai, 2021) ดังนั้นในภาคประชาชนก็ต้องเรียนรู้เทคโนโลยี Digital ID เพื่อสามารถนำไปใช้ในการยืนยันตัวตนได้ ส่วนภาคอุตสาหกรรมและรัฐบาล ก็จะได้มีเทคโนโลยีในการยืนยันตัวตนที่น่าเชื่อถือไว้ใช้งาน

### 5.1.2 ราคาของเทคโนโลยีโดยประมาณ หรือจำนวนเงินที่ต้องใช้ในการจัดหาเทคโนโลยีนี้

ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นแบบครั้งเดียวบางส่วนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในการเริ่มใช้เทคโนโลยี Digital ID มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5-1 ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นแบบครั้งเดียวในการเริ่มใช้เทคโนโลยี Digital ID

Startup Cost	Average Amount (USD)
Technology infrastructure and software development	\$150,000-\$500,000
Licensing fee for digital verification software	\$50,000-\$150,000
Hiring IT and development staff for maintenance and updates	\$75,000-\$200,000
Creation of an online portal or mobile app for verification services	\$100,000-\$250,000
Marketing and business development expenses for partnerships	\$50,000-\$100,000
Legal fees for contracts and management compliance	\$25,000-\$75,000
Research and development of new verification technologies	\$100,000-\$250,000
Training and development of customer service and technical support teams	\$50,000-\$100,000
Investments in cybersecurity measures and data protection technology	\$75,000-\$200,000
<b>Total</b>	<b>\$750,000-\$2,000,000</b>

ที่มา: Finmodelslab, 2023

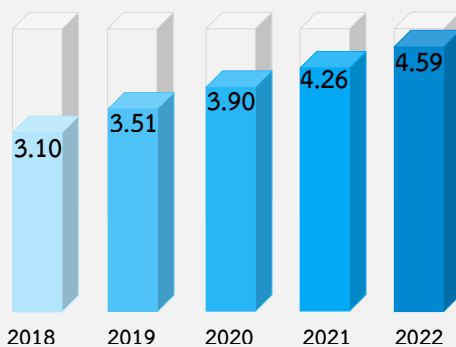
### 5.1.3 เทคโนโลยีที่จะถูกแทนที่ (Disrupted) จากการใช้เทคโนโลยีนี้

เทคโนโลยี Digital ID เป็นเทคโนโลยีในการระบุตัวตน หรือทำการพิสูจน์ยืนยันตัวตนที่มีความน่าเชื่อถือ มีความมั่นคงปลอดภัยมากขึ้น มีความรวดเร็วและสามารถทำได้โดยอัตโนมัติตลอด 24 ชั่วโมง (Techtalkthai, 2021) ดังนั้น Digital ID จึงเป็นเทคโนโลยีที่มาแทนที่เอกสารในการยืนยันตัวตนที่เคยใช้ ซึ่งก็คือ บัตรประชาชน เพราะจากเดิมที่เคยใช้บัตรประชาชนในการยืนยันตัวตนนั้นยังไม่เพียงพอเพราะยังจะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ร่วมด้วย เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

### 5.1.4 แนวโน้มการใช้งานเทคโนโลยี Digital Identity ในโลก

จากงาน Digital identification A key to inclusive growth ของ McKinsey Global Institute ปี ค.ศ. 2019 ได้คำนวณจำนวนผู้มี digital ID จาก จำนวนผู้ใช้ social media โดยสันนิษฐานผู้ใช้ social media ว่ามี Digital ID เช่นเดียวกัน (McKinsey Global Institute, 2019) โดยจำนวนผู้ใช้ social media ของทั่วโลกในปี 2018 คือ 3.1 พันล้านคน โดยเพิ่มขึ้นเป็น 4.59 พันล้านคนในปี ค.ศ. 2022 ซึ่งแสดงว่าจำนวนผู้มี digital ID เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องด้วย

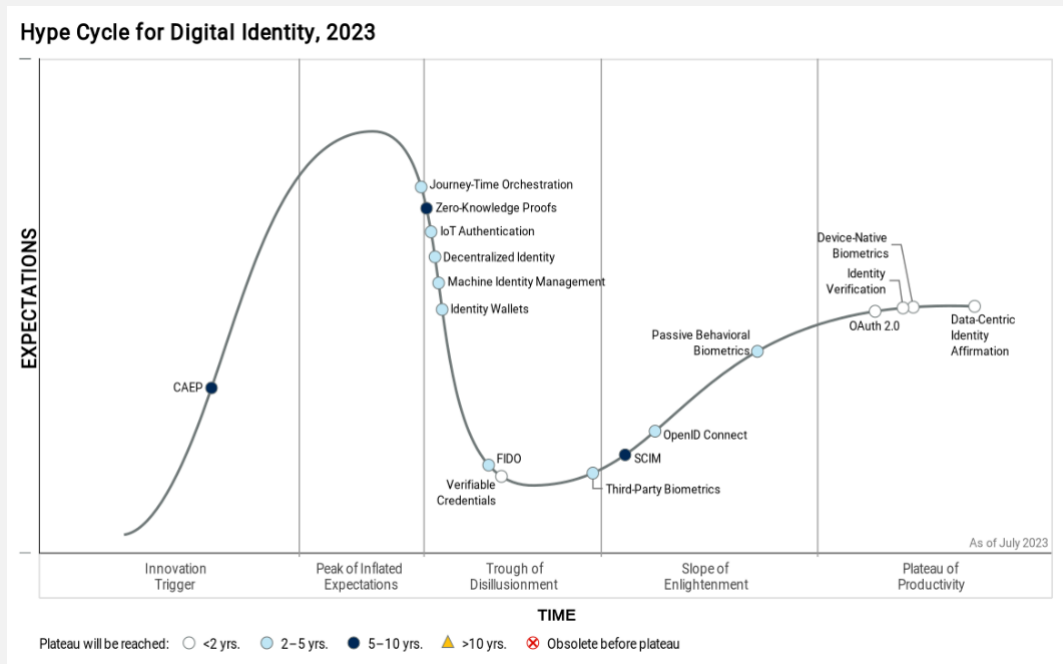
• สถิติและกราฟแสดงปริมาณการใช้งานทั่วโลกในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา



รูปที่ 5-1 จำนวนผู้ใช้ social media  
ของทั่วโลก (จำนวนผู้ที่มี digital ID)  
ปี ค.ศ. 2018 – 2022  
ที่มา: Dixon, S.J. (2023)

■ Number of social media users worldwide

• ความเชื่อมโยงกับ Gartner Hype Cycle ข้อมูล Hype Cycle for Digital Identity ปี ค.ศ. 2023



Gartner.

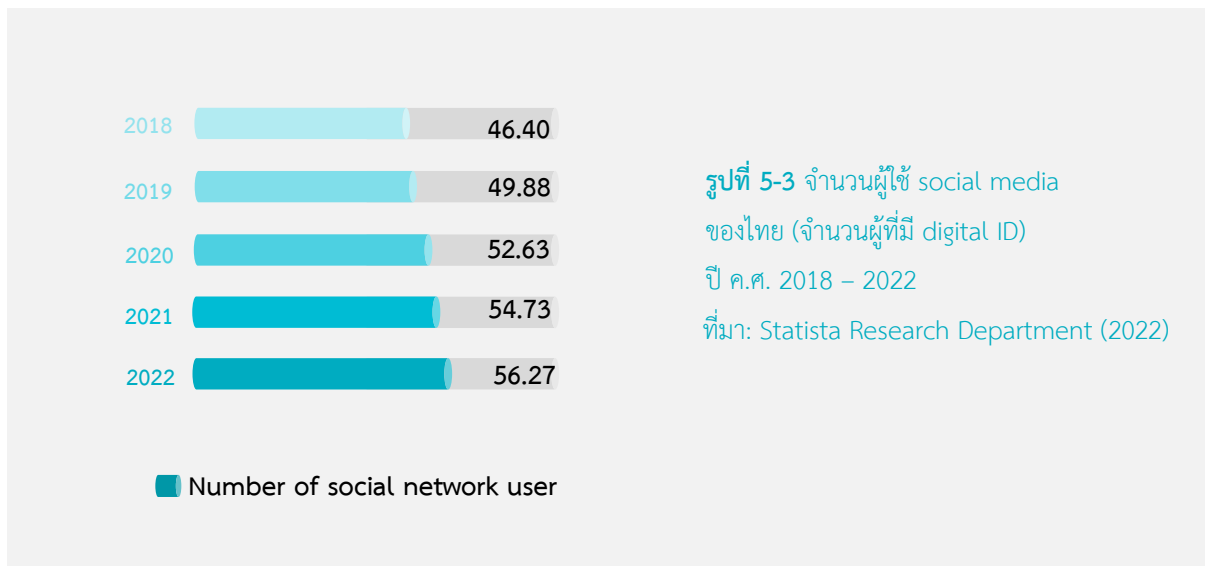
รูปที่ 5-2 Hype Cycle for Digital Identity ปี ค.ศ. 2023

ที่มา: Microsoft (2023)

### 5.1.5 การเข้ามาของ Digital Identity ในประเทศไทย และการใช้งานในประเทศไทย

• สถิติและกราฟแสดงปริมาณการใช้งานในประเทศไทยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา

หากใช้หลักการเดียวกันกับงาน Digital identification A key to inclusive growth ของ McKinsey Global Institute ปี ค.ศ. 2019 ได้คำนวณจำนวนผู้มี digital ID จาก จำนวนผู้ใช้ social media โดยสันนิษฐานผู้ใช้ social media ว่ามี Digital ID เช่นเดียวกัน (McKinsey Global Institute, 2019) ดังนั้น จากจำนวนผู้ใช้ social media ของประเทศไทยในปี 2018 คือ 46.4 ล้านคน โดยเพิ่มขึ้นเป็น 56.27 ล้านคน ในปี ค.ศ. 2022 แสดงว่าจำนวนผู้มี digital ID เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องด้วย



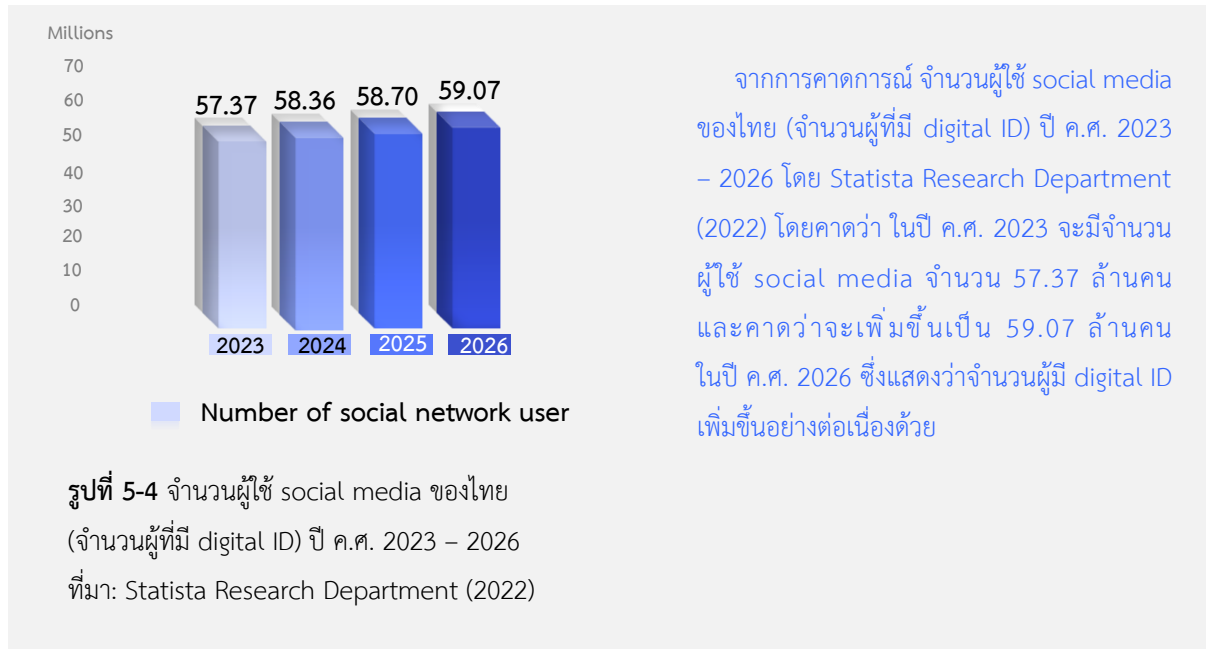
### 5.1.6 การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตที่จะเพิ่มขึ้นจากเทคโนโลยี Digital Identity ในประเทศไทย

เนื่องจากเทคโนโลยี Digital ID เป็นเทคโนโลยีในการระบุตัวตนนั้น ขึ้นอยู่กับนำไปใช้ในการระบุตัวตนผ่านอุปกรณ์ใด ซึ่งส่วนมากที่นิยมใช้จะเป็นอุปกรณ์ทางไอทีที่นำพกพาไปได้สะดวก เช่น แท็บเล็ต หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งการเชื่อมต่อสามารถทำได้ทั้งอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) และอินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband) ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้

เทคโนโลยี Digital ID ในปัจจุบันสามารถใช้เครือข่าย 4G ได้ แต่จากการคาดการณ์ปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วโลกคาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากเดิม 5 เท่าภายในปี ค.ศ. 2024 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นของประชากร จึงทำให้เครือข่าย 4G ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้เครือข่าย 5G จึงจะมีบทบาทในการลดช่องว่างดังกล่าว โดยเทคโนโลยี 5G มีขีดความสามารถใหม่ๆ รวมถึงแบนด์วิดท์สูงมากขึ้น ความจุโครงข่าย (Capacity) ความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น และการมีความหน่วงที่ต่ำลง (Frost & Sullivan, 2023) ดังนั้นในอนาคตเทคโนโลยี Digital ID อาจมีความจำเป็นต้องเชื่อมต่อด้วย 5G โดยเฉพาะในเขตเมือง

จากข้อมูลค่าอ้างอิงปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตใน Video Call Line มีปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 5 MB ต่อนาที หรือ ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 300 MB ต่อชั่วโมง ซึ่งเทคโนโลยี Digital ID ที่นำมาใช้ในประเทศไทยส่วนมากนำมาใช้ในระบบการยืนยันตัวตน โดยใช้การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ซึ่งจะต้องใช้กล้องที่ถ่ายภาพผู้ยืนยันตัวตน และให้มีการเคลื่อนไหวของใบหน้าไปมา จึงประมาณการว่าการใช้อินเทอร์เน็ตจะใกล้เคียงกับการใช้ Video Call Line ที่มีปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 5 MB ต่อนาที หรือ ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 300 MB ต่อชั่วโมง

ทิศทางของระบบการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลชีวภาพพบว่าประมาณร้อยละ 70 ขององค์กรคาดว่าจะนำระบบการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลชีวภาพ (Frost & Sullivan, 2023) ดังนั้นจึงคาดว่าเทคโนโลยี Digital ID ที่มาใช้ในระบบการยืนยันตัวตนจะเพิ่มขึ้นในอัตราเดียวกัน



เนื่องจากเทคโนโลยี digital ID เป็นข้อมูลที่ใช้ในการพิสูจน์ยืนยันและระบุตัวตน ซึ่งในประเทศไทยใช้การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) มาใช้ในระบบการยืนยันตัวตนในการเข้าใช้งาน ดังนั้นคาดว่าอุปกรณ์สื่อสารที่จำเป็นสำหรับการใช้งานกับเทคโนโลยีนี้ที่คาดว่าจะเติบโตไปพร้อมกันคือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ แท็บเล็ต และอุปกรณ์สื่อสารที่สามารถพกพาไปได้สะดวกที่สามารถใช้ยืนยันตัวตนได้

## 5.2 Cyber Security

### 5.2.1 ความหมายและขอบเขตของเทคโนโลยี Cyber Security

**Cyber Security** หรือ **ความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์** คือ การนำเทคโนโลยี ที่เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่ออกแบบมาเพื่อปกป้องและรับมือจากการถูกโจมตีที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์เครือข่าย โครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศ โปรแกรมหรือระบบ และข้อมูล จากการเข้าถึงจากบุคคลที่สามที่ไม่ได้รับอนุญาต (พลากร ลากอลงกรณ์, 2566 และ บริษัท กลุ่มแอดวานซ์ รีเสิร์ช จำกัด, 2563)

ความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cyber Security) มีความเกี่ยวข้องหรือครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (Testbook Edu Solutions Pvt. Ltd., 2023 และ บริษัท กลุ่มแอดวานซ์ รีเสิร์ช จำกัด, 2563)

**1) Network security** หรือความปลอดภัยของเครือข่าย โดยเป็นกระบวนการในการปกป้องเครือข่าย หรือเน็ตเวิร์คคอมพิวเตอร์จากผู้ที่ต้องการโจมตีและการบุกรุกเข้ามาในเครือข่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต การใช้งานในทางที่ผิด รวมถึงการใช้ firewall ที่เป็นระบบตรวจจับและป้องกันการบุกรุก และ การใช้ virtual private networks (VPNs) เพื่อรักษาความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูลเครือข่ายและป้องกันการโจมตีทางไซเบอร์ (cyber attacks)

**2) Application security** หรือความปลอดภัยของแอปพลิเคชัน เป็นการป้องกันแอปพลิเคชันจากการโจมตีทางไซเบอร์ โดยการระบุและแก้ไขช่องโหว่ในโค้ดซอฟต์แวร์ รวมถึงการเขียนโค้ดที่ปลอดภัยให้อัปเดตและการทดสอบอย่างต่อเนื่อง และ การใช้ web application firewalls เพื่อป้องกันการโจมตี

**3) Information security หรือ Data security** หรือความปลอดภัยของข้อมูล รวมถึง Cloud security เนื่องจากข้อมูลเป็นสิ่งที่อยู่ภายในเครือข่ายและแอปพลิเคชัน นอกจากนี้ปัจจุบันข้อมูลจำนวนมากเก็บไว้ในรูปแบบดิจิทัลหรือเก็บไว้ใน Cloud ดังนั้นการป้องกันข้อมูลดิจิทัลจากการเข้าถึง การใช้ การเปิดเผย การดัดแปลง หรือการทำลายโดยไม่ได้รับอนุญาต รวมถึงการใช้การควบคุมการเข้าถึง การเข้ารหัส และ ขั้นตอนการสำรองข้อมูลและการกู้คืนข้อมูลเพื่อปกป้องข้อมูลที่ละเอียดอ่อน (sensitive information) ของบริษัทหรือองค์กร หรือข้อมูลลูกค้าให้ความปลอดภัยจึงเป็นเรื่องสำคัญ

**4) Operational security** หรือ การรักษาความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันความผิดพลาดของคน ภัยคุกคามจากบุคคลภายใน (insider threats) เช่น การขโมยข้อมูล และภัยคุกคามทางกายภาพ (physical threats) เช่น ฮาร์ดดิสก์เสีย ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย โดยรวมถึงการใช้งานนโยบายในการป้องกัน โดยการฝึกอบรมและสร้างความตระหนักรู้แก่พนักงาน และ การใช้มาตรการรักษาความปลอดภัยทางกายภาพ เช่น ตั้งกล้องวงจรปิด และการควบคุมการเข้าถึงข้อมูล

**5) Disaster recovery and business continuity** คือ การกู้คืนความเสียหายและความต่อเนื่องทางธุรกิจ เพื่อที่หากธุรกิจถูกโจมตีทางไซเบอร์หรือภัยพิบัติอื่น ๆ จะต้องยังสามารถดำเนินธุรกิจที่สำคัญต่อไปได้ และการพัฒนาและทดสอบแผนการกู้คืนความเสียหายและความต่อเนื่องทางธุรกิจ รวมถึงขั้นตอนการสำรองข้อมูลและการกู้คืนเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลและระบบที่สำคัญมีความพร้อมใช้งาน

ความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cyber Security) ถูกคิดค้นมาโดย Bob Thomas ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ โดยในปี ค.ศ. 1971 Bob Thomas ได้สร้างไวรัสคอมพิวเตอร์ตัวแรกที่เรียกว่า "Creeper virus" ซึ่งเป็นการช่วยแสดงให้เห็นถึงช่องโหว่ของระบบคอมพิวเตอร์ และเขายังได้ร่วมเขียน

2 บทความเกี่ยวกับความปลอดภัยทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการวางรากฐานของระบบความปลอดภัยของคอมพิวเตอร์สมัยใหม่และช่วยกำหนดขอบเขตของความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cyber Security) (Testbook Edu Solutions Pvt. Ltd., 2023)

ความสามารถของเทคโนโลยี Cyber Security ในการเปลี่ยนแปลงโลก หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ จากการที่การทำงาน การสื่อสารต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป โดยตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1984 ที่เป็นช่วงที่คนเริ่มเปลี่ยนจากการทำงานแบบ Manual มาใช้คอมพิวเตอร์แทน และเป็นช่วงที่มี World Wide Web จากนั้นทำให้ดิจิทัลเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตคนเรามากขึ้น (สโรจ เลหาศิริ, 2560) และเมื่อสังคมเป็นสังคมดิจิทัลมากขึ้น การโจมตีทางไซเบอร์ก็มีมากขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งเดิมความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cyber Security) จะเป็นเรื่องที่จะพูดคุยกันเฉพาะในทีมที่ดูแลเกี่ยวกับเรื่อง IT ขององค์กรเท่านั้น แต่ทุกวันนี้เรื่องความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ เป็นเรื่องที่สำคัญที่ถูกรวมเข้าไว้ในแผนการดำเนินงานหลักของธุรกิจ และเป็นเรื่องที่ทุก ๆ คนในองค์กรจะต้องตระหนักรู้ และร่วมกันสร้างให้เกิดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ขององค์กร (FRONTIS, 2022) ดังนั้นเรื่องความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์จึงเป็นเรื่องที่ทุก ๆ คน จะต้องให้ความสำคัญ ตระหนักรู้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการโจมตีทางไซเบอร์

กลุ่มเป้าหมายผู้ที่จะสามารถใช้งานเทคโนโลยี Cyber Security เนื่องจากความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cyber Security) จะเกี่ยวข้องกับทุก ๆ คน ในการป้องกันจากการโจมตีทางไซเบอร์ ดังนั้นจึงเกี่ยวข้องกับทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นภาคประชาชน ภาคอุตสาหกรรม และรัฐบาล ในการป้องกันข้อมูลของตัวเอง ขององค์กรและหน่วยงานภาครัฐต่าง ๆ เนื่องจาก Cyberattack หรือ การโจมตีทางไซเบอร์ เนื่องจากการโจมตีทางไซเบอร์มีทั้งต้องการ ขโมย ทำลาย หรือ บิดเบือน รวมถึงการปิดกั้นการเข้าถึงข้อมูลของเราเอง และรวมถึงการรีดไถเงินจากการถูกขโมยข้อมูลของเราไป ดังนั้นเป้าของกลุ่มแฮกเกอร์ จึงเป็นไปได้ทั้งตั้งแต่ บุคคลธรรมดา บริษัทเอกชน และหน่วยงานรัฐบาล โดยหากทำการแบ่งกลุ่มใหญ่ ๆ ในการโจมตีทางไซเบอร์ออกได้เป็น 3 ประเภท

**1) Malicious Software** หรือที่เรียกว่า Malware ซึ่งใช้เรียกโปรแกรม หรืออะไรก็ตามที่สร้างขึ้นเพื่อทำให้เกิดความเสียหายต่อคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่าย หรือเซิร์ฟเวอร์ เช่น การเข้ามาลบข้อมูล การปิดกั้นการเข้าถึงข้อมูล ตัวอย่างเช่น Ransomware หรือ Trojan

**2) Denial-of-Service (DoS) Attacks และ Distributed Denial of Service (DDoS)** คือ การทำให้ระบบ หรือเว็บไซต์ค้างหรือล่มจนไม่สามารถให้บริการได้ชั่วคราว โดยผู้โจมตีจะส่งคำขอการเข้าถึงมายังเซิร์ฟเวอร์หรือเว็บไซต์ เป็นจำนวนมากมายมหาศาลในระยะเวลายาว ๆ จนเว็บไซต์ หรือเซิร์ฟเวอร์ล่ม

**3) Phishing** คือ การทำการหลอกเพื่อเอาข้อมูลสำคัญของคนเราไป เช่น รหัสผ่าน โดยทำการหลอกลวงผ่านช่องทางต่าง ๆ เช่น อีเมล SMS หรือ โทรศัพท์

นอกเหนือจาก 3 ประเภทนี้แล้ว ยังมีการโจมตีทางไซเบอร์ (Cyberattack) ประเภทอื่น ๆ อีกมากมาย ดังนั้น ความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cybersecurity) จึงเป็นเรื่องที่คนทุก ๆ คน ทุก ๆ องค์กร และหน่วยงานของรัฐบาลควรศึกษา และทำความเข้าใจ เพื่อป้องกันความเสี่ยงต่อ ความปลอดภัยของข้อมูลส่วนตัวของเรา และข้อมูลของธุรกิจ องค์กร และหน่วยงานของรัฐบาล โดยเฉพาะธุรกิจกลุ่มการแพทย์ เช่น โรงพยาบาล เนื่องจากโรงพยาบาลส่วนมาก จะเก็บข้อมูลของคนไข้ไว้ในระบบทั้งหมด โดยหากเกิดเหตุการณ์ที่ระบบโดนโจมตีทางไซเบอร์ จนไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ ก็จะมีผลทำให้หมอไม่ทราบประวัติของคนไข้ และทำการรักษาต่อได้ลำบาก (ลงทุนแมน, 2566)

### 5.2.2 ราคาของเทคโนโลยีโดยประมาณ หรือจำนวนเงินที่ต้องใช้ในการจัดหาเทคโนโลยีนี้

ในเรื่องค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ ไม่มีค่าใช้จ่ายใดที่เหมาะสมกับทุกคน เพราะมีตัวแปรและปัจจัยต่าง ๆ มากมายที่เกี่ยวข้องในการพิจารณาต้นทุนด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ รวมถึง ขนาดบริษัท และขึ้นอยู่กับ เครื่องมือไอทีที่มีในปัจจุบัน และความละเอียดอ่อนของข้อมูลที่บริษัทที่มีโดยเฉลี่ยแล้วบริษัทต่าง ๆ จะมีใช้จ่ายประมาณร้อยละ 10 ของงบประมาณด้านไอทีประจำปี สำหรับใช้ในด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ และประมาณ 2,700 เหรียญสหรัฐโดยเฉลี่ยต่อพนักงานเต็มเวลา ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ จะขึ้นอยู่กับประเภทของบริการและโซลูชันด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ที่ต้องการ โดยบริการรักษาความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ที่พบบ่อยที่สุด โดยมีค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

1) **Endpoint detection and response (EDR)** หรือ การตรวจจับและตอบสนองทางปลายทางในทุกปลายทาง ตั้งแต่แล็ปท็อปไปจนถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่และแท็บเล็ต ด้วยการตรวจสอบตำแหน่งข้อมูลเพื่อตรวจจับพฤติกรรมที่ผิดปกติ และตรวจสอบว่ามีบางสิ่งที่เป็นอันตรายเกิดขึ้นหรือไม่ โดยทั่วไปค่าบริการตรวจจับและตอบสนองปลายทางอยู่ในช่วงราคา 5 – 8 ดอลลาร์ต่อผู้ใช้ต่อเดือน และ 9 – 18 ดอลลาร์ต่อเซิร์ฟเวอร์ต่อเดือน

2) **Vulnerability assessment** หรือการประเมินช่องโหว่ และแก้ไขช่องโหว่ด้านความปลอดภัยที่มีอยู่ในโครงสร้างพื้นฐานของบริษัท รวมถึงเครือข่ายภายในองค์กรและบนคลาวด์ โดยมีค่าใช้จ่ายอยู่ในช่วง 1,500 – 6,000 เหรียญสหรัฐสำหรับการประเมินช่องโหว่ของเครือข่ายที่มีเซิร์ฟเวอร์ 1 - 3 เครื่อง และ 5,000 – 10,000 เหรียญสหรัฐสำหรับเครือข่ายที่มีเซิร์ฟเวอร์ 5 - 8 เครื่อง

3) **Firewall** ทำหน้าที่เป็นแนวป้องกันแรกระหว่างเครือข่ายของบริษัทกับโลกภายนอก ซึ่งมีหลายขนาด ดังนั้นจะต้องเลือกขนาดที่เหมาะสมกับขนาดและการกำหนดค่าเครือข่ายของบริษัทมากที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วค่าใช้จ่ายประมาณ 400 ดอลลาร์สำหรับระดับต่ำสุด และสูงถึง 6,000 ดอลลาร์สำหรับระดับสูงสุด

4) **Two-Factor Authentication (2FA)** คือการตรวจสอบสิทธิ์แบบสองขั้นตอน เพื่อเพิ่มขั้นตอนการป้องกันพิเศษ ด้วยการตรวจสอบสิทธิ์แบบสองขั้นตอน โดยผู้โจมตีทางไซเบอร์ไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้โดยไม่สามารถเข้าถึงวิธีการตรวจสอบสิทธิ์เพิ่มเติมที่ระบุในโปรไฟล์ของผู้ใช้ ซึ่งค่าใช้จ่ายสำหรับการตรวจสอบสิทธิ์แบบสองขั้นตอนมักจะอยู่ระหว่าง 5 – 10 ดอลลาร์ต่อผู้ใช้ต่อเดือน

5) **Web application assessment** หรือ การประเมินแอปพลิเคชันบนเว็บเพื่อทดสอบเว็บแอปพลิเคชันของคุณเพื่อระบุช่องโหว่ด้านความปลอดภัย โดยค่าใช้จ่ายในการประเมินเว็บแอปพลิเคชันจะขึ้นอยู่กับเวลาที่วิศวกรใช้ในการประเมิน แต่โดยเฉลี่ยแล้ว มีค่าใช้จ่ายประมาณ 4,000 เหรียญสหรัฐ แต่หากเว็บแอปพลิเคชันมีหลายหน้า/แบบฟอร์มที่ไม่ซ้ำกันจำนวนมาก วิศวกรจะใช้เวลาานมากขึ้นในการทดสอบ อาจมีค่าใช้จ่ายเกือบ 8,000 เหรียญสหรัฐได้

6) **Email security** หรือ ความปลอดภัยของอีเมล เนื่องจากมากกว่าร้อยละ 90 ของการโจมตีทางไซเบอร์นั้นจะเริ่มต้นทางอีเมล ผู้โจมตีทางไซเบอร์มักใช้ข้อความหลอกลวงเพื่อชักชวนเหยื่อให้ข้อมูลที่ละเอียดอ่อน เปิดไฟล์แนบหรือคลิกลิงก์ที่อนุญาตให้พวกเขาติดตั้งมัลแวร์ (malware) บนอุปกรณ์ของเหยื่อ ดังนั้นการรักษาความปลอดภัยอีเมลสามารถป้องกันไม่ให้ธุรกิจตกเป็นเหยื่อของแรนซัมแวร์ (ransomware) สพายแวร์ (spyware) โทรจัน (trojans) วิศวกรรมสังคม (social engineering) และภัยคุกคามมัลแวร์อื่น ๆ โดยค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยของอีเมลจะขึ้นอยู่กับจำนวนพนักงานและอุปกรณ์ปลายทาง (คอมพิวเตอร์) ที่ต้องการความปลอดภัย โดยทั่วไปธุรกิจจะมีค่าใช้จ่ายอยู่ในช่วง 3 – 6 เหรียญสหรัฐต่อผู้ใช้ต่อเดือนสำหรับบริการป้องกันอีเมลพร้อมฟิเจอร์ขั้นสูงที่จำเป็น (Atlantic-IT.net, 2023)

ราคาของความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ

ตารางที่ 5-2 ราคาของความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ในแต่ละประเทศ

ประเทศ	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อชั่วโมง
 สหรัฐอเมริกา	\$150 - \$199
 อินเดีย	\$25 - \$49

ประเทศ	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อชั่วโมง
 อังกฤษ	\$100 - \$149
 แคนาดา	\$100 - \$149
 ออสเตรเลีย	\$150 - \$199
 ฟิlippินส์	\$25 - \$49
 โปแลนด์	\$50 - \$99
 สเปน	\$25 - \$49
 แม็กซิโก	\$40,000-\$80,000

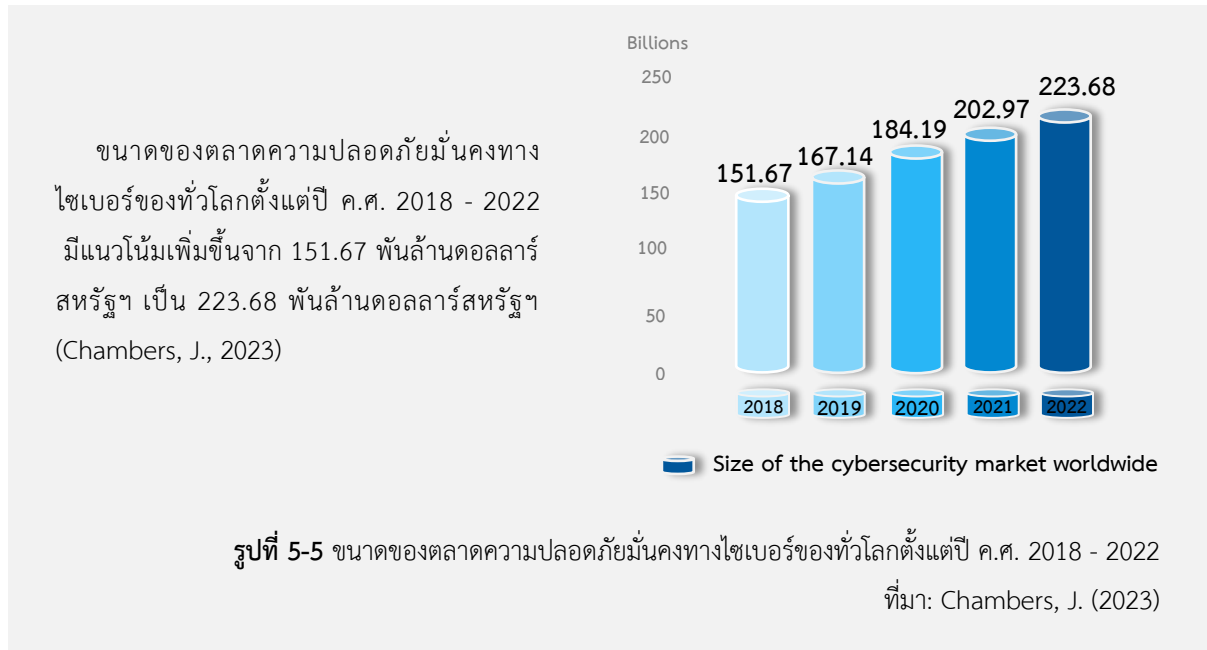
ที่มา: Clutch, 2023

### 5.2.3 เทคโนโลยีที่จะถูกแทนที่ (Disrupted) จากการใช้เทคโนโลยีนี้

ในยุคแรกก่อนจะมีการติดต่อสื่อสารหรือเป็นโลกดิจิทัลกันมากแบบในปัจจุบัน เดิมข้อมูลต่าง ๆ จากเก็บในรูปแบบของกระดาษ เอกสารต่าง ๆ ก็เริ่มเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลจึงเป็นการรักษาความปลอดภัยทางด้านกายภาพ (Physical Security) เช่น เก็บเอกสารไว้ในห้อง การเก็บคอมพิวเตอร์ไว้ในอาคารที่มีการตรวจตราผู้ผ่านเข้าออก ใส่กุญแจป้องกันการขโมยเอกสาร แผ่นดิสก์หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ แต่เมื่อมีระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตใช้กันมากขึ้น จึงทำให้การเฝ้ารักษาความปลอดภัยจะเป็นในรูปแบบการเข้ารหัสข้อมูลแทนเพื่อไม่ให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ (จาสิบเอกธานิล ม่วงพูล, 2566) ระบบความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์จึงเข้ามาช่วยในการป้องกันความปลอดภัยของข้อมูลต่าง ๆ ของบุคคล ขององค์กร หรือของรัฐบาล โดยระบบความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์นั้นได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการโจมตีทางไซเบอร์ (Cyberattack) ที่มีเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ดังนั้นเทคโนโลยีนี้จึงเข้ามาเสริมการป้องกันความปลอดภัยของข้อมูลแบบเดิม

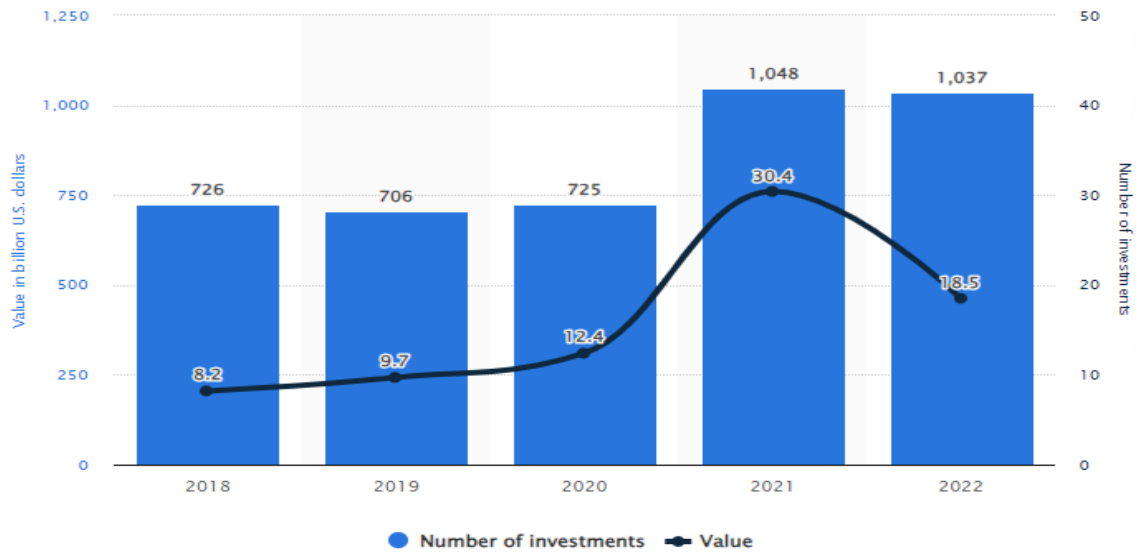
## 5.2.4 แนวโน้มการใช้งานเทคโนโลยีนั้นในโลก

ขนาดของตลาดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 - 2022 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 151.67 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เป็น 223.68 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ (Chambers, J., 2023)



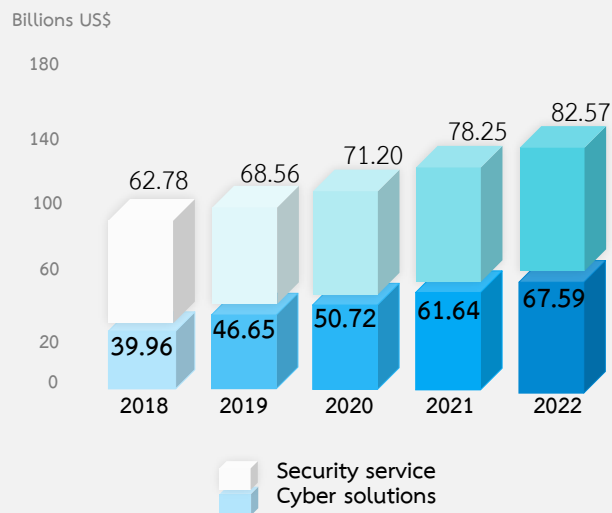
หากพิจารณาถึงจำนวนข้อตกลงการลงทุนทั่วโลกในภาคส่วนความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ต่อปี จะพบว่า ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 ข้อตกลงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสูงสุดในปี ค.ศ. 2021 ที่ 1,048 ข้อตกลง ในปี ค.ศ. 2022 จำนวนข้อตกลงการลงทุนด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์ลดลงเล็กน้อยเป็น 1,037 ข้อตกลง โดยมูลค่าของข้อตกลงดังกล่าวเพิ่มขึ้นจากในปี ค.ศ. 2018 มีมูลค่าของข้อตกลง 8.2 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เป็น 18.5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในปี ค.ศ. 2022

รายรับในตลาดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ทั่วโลกโดยแบ่งเป็น cyber solutions และ security service แล้วจะพบว่า ในปี ค.ศ. 2022 รายรับจาก cyber solutions เท่ากับ 82.57 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ และรายรับจาก security service เท่ากับ 67.59 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ซึ่งรายรับเพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2018 ที่มีรายรับจาก cyber solutions เท่ากับ 62.78 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ และรายรับจาก security service เท่ากับ 39.96 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ



รูปที่ 5-6 จำนวนข้อตกลงและมูลค่าการลงทุนความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ทั่วโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022 ในภาคส่วนความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์  
ที่มา: Statista Research Department (2023)

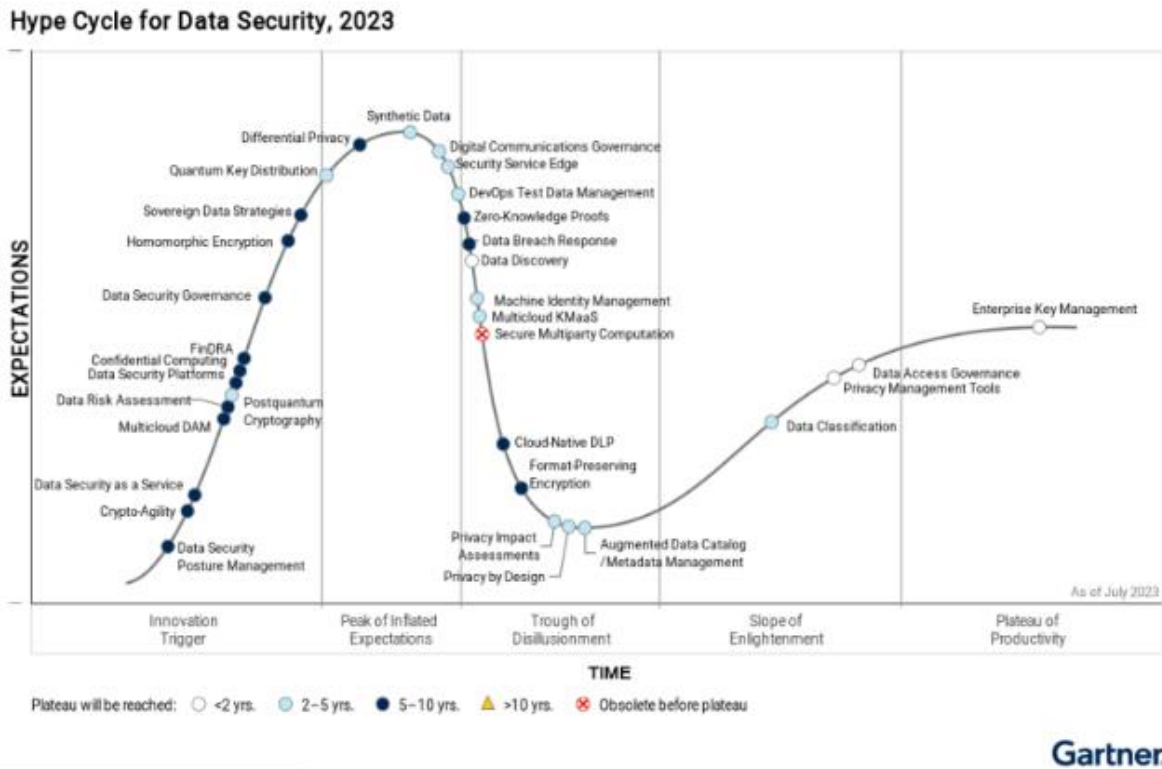
รูปที่ 5-7 รายรับในตลาดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022  
ที่มา: Statista Research Department (2023)



ความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cyber security) ตาม Gartner Hype Cycle จะพบว่า Hype Cycle for Security Operations ปี ค.ศ. 2023 ดังรูปที่ 5-8 ส่วน Hype Cycle for data Security ปี ค.ศ. 2023 ดังรูปที่ 5-9 และ Hype Cycle for Application Security ปี ค.ศ. 2023 ดังรูปที่ 5-10

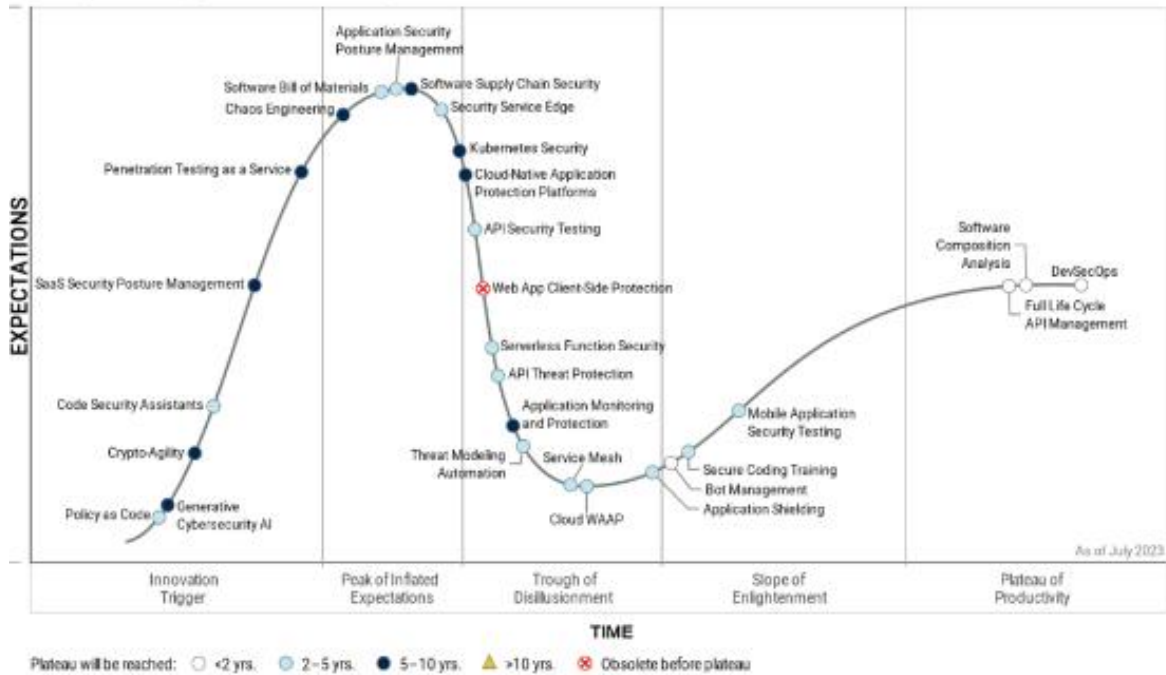


รูปที่ 5-8 Hype Cycle for Security Operations ปี ค.ศ. 2023  
ที่มา: Cowper, J. (2023)



รูปที่ 5-9 Hype Cycle for data Security ปี ค.ศ. 2023  
ที่มา: Columbus, L. (2023)

### Hype Cycle for Application Security, 2023



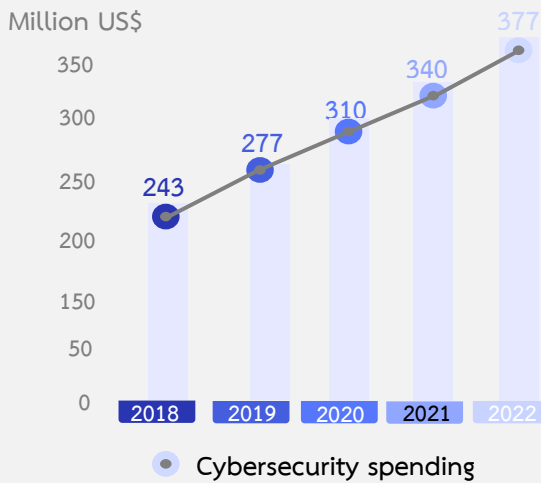
รูปที่ 5-10 Hype Cycle for Application Security ปี ค.ศ. 2023

ที่มา: Promon (2023)

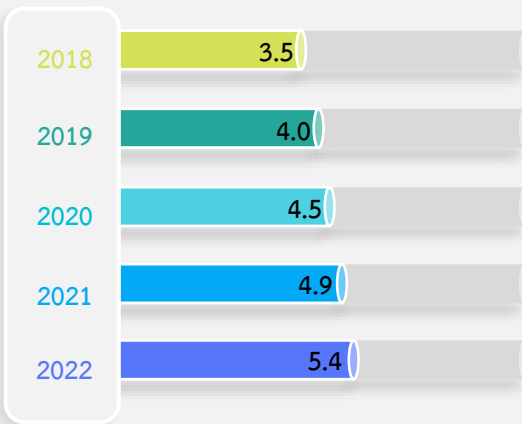
## 5.2.5 การเข้ามาของ Cyber security ในประเทศไทย และการใช้งานในประเทศไทย

- สถิติและกราฟแสดงปริมาณการใช้งานในประเทศไทยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา

ปัจจุบันในประเทศไทยมีบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cyber security) ตัวอย่างเช่นบริษัทที่จดทะเบียนอยู่ในตลาดหลักทรัพย์ เช่น บมจ.เอ็นฟอร์ซ ซีเคียว, บมจ.วินท์คอม เทคโนโลยี นอกจากนี้ก็ยังมี บริษัทที่มีธุรกิจหลักคือการให้คำปรึกษา หรือเป็นตัวแทนจำหน่ายซอฟต์แวร์อย่างอื่นแล้วมีบริการความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์เป็นบริการเสริม เช่น บมจ.บลูบิค กรุ๊ป, บมจ.ไอแอนดีไอ กรุ๊ป แต่อย่างไรก็ตาม ความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cyber security) ของประเทศไทยในขณะนี้ยังคงดำเนินธุรกิจในรูปแบบของ Distributor หรือเป็นตัวแทนจำหน่ายให้กับบริษัทอื่น โดยจะมีแค่บางบริษัทเท่านั้นที่เริ่มพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นของตัวเอง (ลงทุนแมน, 2566) โดยค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (Cyber security) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 ถึงปี ค.ศ. 2022 เพิ่มขึ้นจาก 243 ล้านดอลลาร์สหรัฐเป็น 577 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และเมื่อคิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ต่อหัว (cybersecurity spending per capita) จะพบว่า มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจาก 3.5 ดอลลาร์สหรัฐ ในปี ค.ศ. 2018 เป็น 5.4 ดอลลาร์สหรัฐ ในปี ค.ศ. 2022



รูปที่ 5-11 ค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ของประเทศไทย ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022  
ที่มา: Frost & Sullivan (2023)

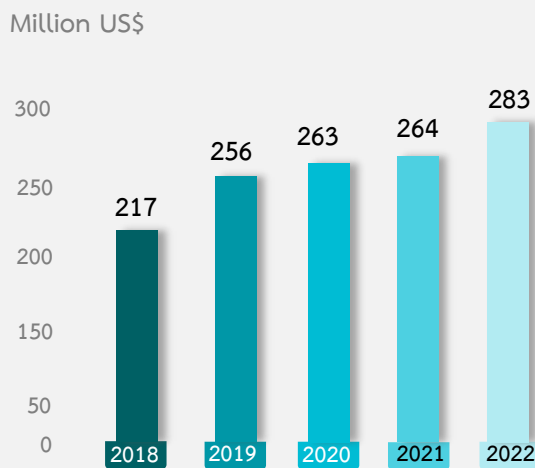


รูปที่ 5-12 ค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ต่อหัวของประเทศไทย ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022  
ที่มา: Frost & Sullivan (2023)

Cybersecurity Spending per Capita (US\$)

แต่หากพิจารณาจากการประมาณของ Statista Research Department ถึงรายรับของตลาดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2018 - 2022 พบว่ารายรับของตลาดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ของประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 217 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2018 เป็น 283 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2022

ที่มา: Statista Research Department (2023)



Total revenue of the cybersecurity market in Thailand

รูปที่ 5-13 รายรับของตลาดความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2018 - 2022

## 5.2.6 การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตที่จะเพิ่มขึ้นจากเทคโนโลยี Cyber security ในประเทศไทย

- เทคโนโลยีที่ใช้กับอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) หรืออินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband)

เนื่องจากเทคโนโลยีที่มีความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์นั้น มีทั้งอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์แบบพกพา แท็บเล็ต โทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังนั้น ผู้ใช้งานสามารถใช้ได้ทั้งอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) และอินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband) ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้

- คุณลักษณะเฉพาะที่ทำให้ต้องใช้ระบบสื่อสารโทรคมนาคมแบบพิเศษ

กล่าวคือ มีความจำเป็นต้องเชื่อมต่อด้วย 5G หรือไม่ ความเร็วในการเชื่อมต่อที่ควรใช้คือเท่าใด (Mbps) หรือมีค่า Latency ในการเชื่อมต่อไม่มากกว่ากี่มิลลิวินาที เป็นต้น

เทคโนโลยีความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ในปัจจุบันสามารถใช้เครือข่าย 4G ได้ แต่จากการคาดการณ์ปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วโลกคาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากเดิม 5 เท่า ภายในปี ค.ศ. 2024 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นของประชากร จึงทำให้เครือข่าย 4G ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้เครือข่าย 5G จึงจะมีบทบาทในการลดช่องว่างดังกล่าว โดยเทคโนโลยี 5G มีขีดความสามารถใหม่ๆ รวมถึงแบนด์วิดท์สูงมากขึ้น ความจุโครงข่าย (Capacity) ความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น และการมีความหน่วงที่ต่ำลง (Frost & Sullivan, 2023) ดังนั้นในอนาคตเทคโนโลยีความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์อาจมีความจำเป็นต้องเชื่อมต่อด้วย 5G โดยเฉพาะในเขตเมือง แต่อย่างไรก็ตามจากบทความในเว็บไซต์ kaspersky ได้กล่าวว่าจากระบบ 5G ที่มีความเร็วและปริมาณที่มากขึ้นนั้นทางทีมผู้ดูแลรักษาความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์จะต้องทำการปรับปรุงเครื่องมือให้มากยิ่งขึ้นให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้เทคโนโลยีที่จะมีพร้อมกับระบบ 5G ด้วย (Kaspersky, 2023)

- ปริมาณการใช้ Data ของเทคโนโลยีนั้น (GB ต่อหน่วยเป็นเครื่อง หรือหน่วยเวลา)

เนื่องจากเทคโนโลยีความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์จะเกี่ยวข้องกับ Application security และ Information security หรือ Data security หรือความปลอดภัยของข้อมูล ดังนั้นจึงการเกี่ยวข้องกับการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตในหลายอย่างตั้งแต่การใช้ Google map การเข้าเว็บไซต์หรือเพจต่าง ๆ ไปจนถึงการยืนยันตัวตน ดังนั้นปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตจากข้อมูลค่าอ้างอิงปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตตั้งแต่การใช้ Google map ที่มีปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 0.08 MB ต่อนาที หรือ ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 5 MB ต่อชั่วโมง ไปถึงระบบการยืนยันตัวตนโดยใช้การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ซึ่งจะต้องใช้กล้อง

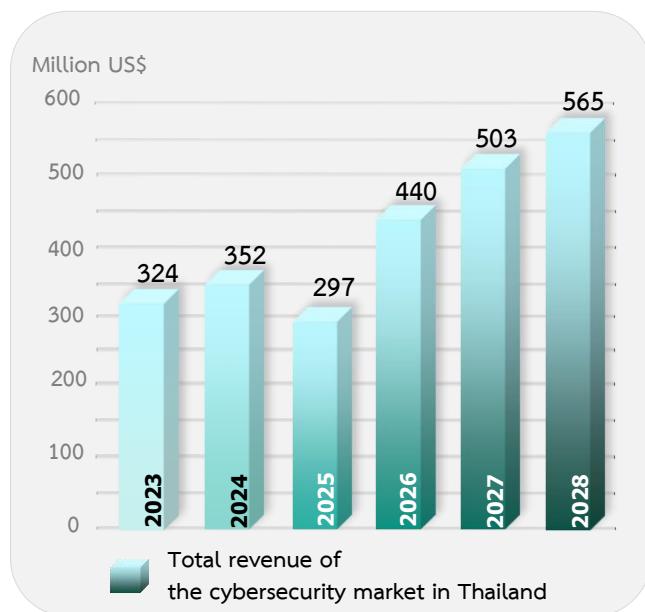
ที่ถ่ายภาพผู้ยืนยันตัวตน และให้มีการเคลื่อนไหวของใบหน้าไปมา จึงประมาณการว่าการใช้อินเทอร์เน็ตจะใกล้เคียงกับการใช้ Video Call Line ที่มีปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 5 MB ต่อนาที หรือ ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 300 MB ต่อชั่วโมง ดังนั้นเทคโนโลยีความปลอดภัยมัลแวร์ทางไซเบอร์ จึงคาดการณ์ว่าจะมีการใช้อินเทอร์เน็ตประมาณ 0.08 - 5 MB ต่อนาที หรือ ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 5 - 300 MB ต่อชั่วโมง

- คาดการณ์ Adoption rate ใน 5 ปีข้างหน้าว่าจะครอบคลุมผู้ใช้งานร้อยละเท่าใด (%) ของกลุ่มเป้าหมาย และคิดเป็นจำนวนประมาณกี่ราย

จากรายงานของ ได้กล่าวถึงทิศทางของระบบการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลชีวภาพโดยประมาณการว่าร้อยละ 70 ขององค์กรคาดว่าจะนำระบบการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลชีวภาพ (Frost & Sullivan, 2023) และเนื่องจากระบบการยืนยันตัวตนจะต้องใช้เทคโนโลยีความปลอดภัยมัลแวร์ทางไซเบอร์ประกอบด้วย ดังนั้นจึงคาดว่า เทคโนโลยีความปลอดภัยมัลแวร์ทางไซเบอร์ที่มาใช้ในระบบการยืนยันตัวตนจะเพิ่มขึ้นในอัตราเดียวกัน

- คาดการณ์ มูลค่าตลาด ของเทคโนโลยีนี้ใน 5 ปีข้างหน้า (จำนวนเงินที่จะต้องใช้ในการจัดหาเทคโนโลยีนี้มาใช้งานในประเทศไทย) ซึ่งสอดคล้องกับตัวเลข Adoption rate

จากการคาดการณ์ของ Statista Research Department ถึงรายรับของตลาดความปลอดภัยมัลแวร์ทางไซเบอร์ของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2023 - 2027 พบว่า รายรับของตลาดความปลอดภัยมัลแวร์ทางไซเบอร์ของประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 324 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ในปี ค.ศ. 2023 เป็น 565 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ในปี ค.ศ. 2027



รูปที่ 5-14 รายรับของตลาดความปลอดภัยมัลแวร์ทางไซเบอร์ของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2023 - 2028  
ที่มา: Statista Research Department (2023)

- คำนวณปริมาณ Data ที่คาดว่าจะต้องใช้ในแต่ละปี (GB) สำหรับเทคโนโลยีนี้ ใน 5 ปีข้างหน้า เปรียบเทียบว่าปริมาณ Data นั้นเป็นกี่เท่าของการใช้งาน Facebook
- การจำหน่ายอุปกรณ์สื่อสารประเภทใดที่จำเป็นสำหรับการใช้งานกับเทคโนโลยีนั้น และคาดว่าจะเติบโตไปพร้อมกับการใช้งานเทคโนโลยีนั้น

จากผลการศึกษาส่วนหนึ่งจาก Capgemini บริษัทผู้ให้บริการด้านเทคโนโลยีจากฝรั่งเศส ระบุว่ากว่า 2 ใน 3 ของบริษัทในกลุ่มธุรกิจต่าง ๆ เชื่อว่า AI จะเป็นเครื่องมือหลักและอนาคตของความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ (NT cyfence, 2022) นอกจากนี้เทคโนโลยีความปลอดภัยมั่นคงทางไซเบอร์ยังมีความเกี่ยวข้องกับระบบการยืนยันตัวตน และเทคโนโลยี Internet of Thing ดังนั้นจึงคาดว่าอุปกรณ์สื่อสารที่จำเป็นสำหรับการใช้งานกับเทคโนโลยีนี้ที่คาดว่าจะเติบโตไปพร้อมกันคือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์สื่อสารที่สามารถพกพาไปได้สะดวกที่สามารถยืนยันตัวตนได้ และอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเทคโนโลยี Internet of Thing ต่าง ๆ ด้วย

## 5.3 Digital Currencies

### 5.3.1 ความหมายและขอบเขตของเทคโนโลยี Digital Currencies

**Digital Currencies หรือ สกุลเงินดิจิทัล หรือ คริปโทเคอร์เรนซี (Cryptocurrency)** เป็นสกุลเงิน หรือ สินทรัพย์ดิจิทัล (Digital Asset) ประเภทหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทางอินเทอร์เน็ตที่มีการรักษาความปลอดภัย สะดวกในการโอนจ่ายแลกเปลี่ยน ต้นทุนต่ำและโปร่งใส 100 % โดยการโอนไปยังเครือข่ายสกุลเงินต่าง ๆ ด้วย เทคโนโลยีบล็อกเชน (blockchain) ที่เกิดจากการนำกลไกทางคณิตศาสตร์ที่ถูกกำหนดจำนวนไว้จำกัด และต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มาถอดรหัสเพื่อสกัดเงินออกมาในรูปแบบสกุลเงินดิจิทัล โดยถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยน เช่นเดียวกับสกุลเงินทั่วไป (Fiat Currency) เพียงแต่ไม่สามารถจับต้องได้ แต่เนื่องจากสกุลเงินดิจิทัล มีความผันผวนไม่แน่นอนของมูลค่า จึงทำให้สกุลเงินดิจิทัลยังไม่ได้รับการรองรับจากธนาคารกลางให้จะยังไม่สามารถใช้ชำระหนี้ได้ตามกฎหมายดังเช่นสกุลเงินทั่วไป แต่ก็มีธุรกิจหลายแห่งเริ่มมีการนำเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสกุลเงินดิจิทัล มาใช้เพื่อปรับตัวรับโลกการเงินที่กำลังจะเปลี่ยนแปลงไป เช่น การรับชำระค่าสินค้าและบริการด้วยบิตคอยน์ หรือสกุลเงินดิจิทัลอื่น ๆ (planet 46, 2022) แต่อย่างไรก็ตามถ้าเป็น “สกุลเงินดิจิทัลที่ธนาคารกลางออกใช้ (central bank digital currency: CBDC)” จะมีคุณสมบัติของเงินที่ครบถ้วนเพราะมีมูลค่าแน่นอนอนใช้แทนสกุลเงินท้องถิ่นได้ตามกฎหมายได้ (Fillgoods, 2021)

ในปัจจุบันมีสกุลเงินดิจิทัล มากกว่า 9,600 เหรียญ แต่ละเหรียญก็มีฟังก์ชันการใช้งานที่แตกต่างกันไป โดยสามารถแยกได้ดังนี้ (planet 46, 2022)

1) กลุ่มรักษามูลค่า (Store of Value) เหรียญกลุ่มที่มีอุปทานอย่างจำกัด อาจทำให้เพิ่มกำลังซื้อได้เมื่อเวลาผ่านไป เช่น Bitcoin (ที่มีจำนวนอุปทานอย่างจำกัดเพียง 21 ล้านเหรียญ) Litecoin (LTC), Bitcoin Cash (BCH) เป็นต้น

2) กลุ่มสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) เป็นเหรียญกลุ่มที่เป็นเครือข่ายบล็อกเชน (blockchain) ซึ่งสามารถใช้ Smart Contract ได้ โดย Smart Contract จะเป็นกระบวนการทางดิจิทัลที่กำหนดขั้นตอนในการทำธุรกรรมแบบอัตโนมัติไว้ล่วงหน้า โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ซึ่งจะทำให้นักพัฒนาสามารถสร้างแพลตฟอร์ม DeFi รวมถึงแอปพลิเคชันแบบกระจายศูนย์ (Decentralized application: Dapp) บนเครือข่ายเหล่านี้ได้ เช่น เหรียญ Ethereum (ETH), Cardano (ADA), Solana (SOL) และ Kusama (KSM) เป็นต้น

3) กลุ่ม Stablecoin เป็นสกุลเงินดิจิทัลที่ถูกสร้างมาเพื่อให้มูลค่าของเหรียญมีเสถียรภาพมากขึ้น โดยการอ้างอิงกับมูลค่าของสินทรัพย์บางอย่าง เพื่อเป็นตัวเชื่อมระหว่างสกุลเงิน Fiat และสกุลเงินดิจิทัลในเรื่องของความมีเสถียรภาพ ความโปร่งใส และค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมที่ต่ำ โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ Fiat-Collateralized (อ้างอิงด้วยเงินเฟียด), Commodity-Collateralized (อ้างอิงด้วยสินค้าโภคภัณฑ์), Crypto-Collateralized (อ้างอิงด้วยสกุลเงินดิจิทัล) และ Non-Collateralized (ไม่อ้างอิงด้วยอะไรเลย) เช่น เหรียญ USDT และ USDC เป็น Stablecoin ประเภท Fiat-Collateralized ที่อ้างอิงกับมูลค่าของสกุลเงิน Fiat อย่างดอลลาร์สหรัฐฯ (USD) ในอัตราส่วน 1:1 เป็นต้น

4) กลุ่ม DeFi ซึ่งย่อมาจาก Decentralized Finance แปลว่า ระบบการเงินไร้ตัวกลาง โดยโปรโตคอลและแพลตฟอร์ม DeFi ส่วนใหญ่ถูกสร้างบน Ethereum Blockchain จึงถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า โทเคน (Token) โดยเหรียญ DeFi มักจะถูกตั้งชื่อตามเครือข่ายบล็อกเชนที่เป็นผู้ออกเหรียญนั้น ๆ และจะสามารถใช้งานได้บนแพลตฟอร์มของผู้ออกเหรียญหรือแพลตฟอร์มที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ซึ่งมูลค่าของเหรียญจะมาจากความนิยมของแพลตฟอร์มผู้ออก รวมถึงความนิยมใน DeFi ด้วย เช่น Maker (MKR), SushiSwap (SUSHI), Uniswap (UNI), Pancakeswap (CAKE) และ Aave (AAVE) เป็นต้น

5) กลุ่มส่งต่อมูลค่า (Value Transfer) เป็นเหรียญที่ถูกพัฒนาและออกแบบมาเพื่อส่งต่อมูลค่าผ่านอินเทอร์เน็ต โดยเน้นไปที่ความสามารถในการทำธุรกรรมที่รวดเร็วและมีค่าธรรมเนียมที่ค่อนข้างต่ำ เช่น เหรียญ XRP (Ripple), Stellar (XLM), OMG (OMG Network) และ Velo (VELO) เป็นต้น

6) กลุ่ม GameFi เป็นเหรียญที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในเกมหรือโลกเสมือนจริง (Metaverse) โดยเฉพาะ ซึ่งปัจจุบัน GameFi ได้รับความนิยมมาก เพราะจะทำให้ผู้เล่นเกมสนุกไปกับเกมแล้วยังสามารถสร้างรายได้

จากเกมได้ด้วย โดยรางวัลที่จะได้รับจากการเล่นเกมจะอยู่ในรูปของเหรียญในกลุ่ม GameFi ที่เป็นเหรียญหลักในระบบนิเวศของเกมนั้น ๆ ซึ่งสามารถใช้เหรียญ GameFi ที่ได้มาในการซื้อไอเทมต่าง ๆ ในเกม หรือจะขายบนกระดาน Exchange ได้ เช่น Decentraland (MANA), The Sandbox (SAND), Axie Infinity (AXS) และ My Neighbor Alice (ALICE) เป็นต้นกลุ่ม

7) เหรียญมีม (Meme Coins) เป็นเหรียญที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อความสนุกโดยเฉพาะ โดยมีแรงบันดาลใจมาจากมีม (Meme) ที่เป็นได้รับความนิยมบนทางออนไลน์ เช่น Dogecoin (DOGE) Shiba Inu (SHIB), Dogelon Mars (ELON), Dogs of Elon (DOE) และ Samoyedcoin (SAMO) เป็นต้น

เมื่อวันที่ 31 ตุลาคม ค.ศ. 2008 โปรแกรมเมอร์คอมพิวเตอร์หรือกลุ่มโปรแกรมเมอร์ภายใต้นามแฝง ซาโตชิ นากาโมโตะ (Satoshi Nakamoto) ซึ่งตัวตนที่แท้จริงไม่เคยได้รับการยืนยัน ได้เผยแพร่เอกสารที่ชื่อว่า Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System เป็นเอกสารที่อธิบายรายละเอียดของบิตคอยน์ (Bitcoin) อย่างละเอียดหรือ Whitepaper และหลังจากซาโตชิสร้างบล็อกแรกขึ้นบนบล็อกเชนของบิตคอยน์ หรือที่ในวงการเรียกว่า Genesis block เครือข่ายบิตคอยน์ โดยเครือข่ายดังกล่าวเริ่มการทำงานอย่างเป็นทางการ เมื่อวันที่ 3 มกราคม ค.ศ. 2009 และมีการใช้บิตคอยน์ในการซื้อสินค้าได้เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม ค.ศ. 2010 โดยโปรแกรมเมอร์ในรัฐฟลอริดานำไปซื้อพิซซ่า จึงทำให้วันที่ 22 พฤษภาคมของทุกปีถูกกำหนดให้เป็นวัน Bitcoin Pizza Day (Bitkub, 2023)

เนื่องจากจุดเด่นของเทคโนโลยีบล็อกเชน ได้แก่ 1) เป็นระบบที่มีความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ 2) มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำ 3) มีความโปร่งใสและตรวจสอบได้ 4) สามารถส่งผ่านมูลค่าได้จึงสามารถใช้แปลงสินทรัพย์ให้อยู่ในรูปดิจิทัล และ 5) สามารถใส่โปรแกรมได้ ดังนั้นจึงคาดว่าเทคโนโลยีบล็อกเชนจะขยายตัวอย่างมากโดยเฉพาะในธุรกิจการเงินและธนาคาร และจากการขยายตัวของการใช้ Smart Contract ในด้านการชำระเงิน การให้สินเชื่อ ระบบเคลียร์ริง การระดมทุน และการระบุตัวตน ซึ่งเป็นตัวอย่างเบื้องต้นของการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ในภาคธนาคาร โดยส่วนใหญ่ธนาคารจะได้รับประโยชน์เนื่องจากต้นทุนและขั้นตอนที่ลดลง รวมทั้งการประเมินความเสี่ยงที่ดีขึ้น แต่ธนาคารอาจต้องเผชิญกับการแข่งขันที่มากขึ้น มีความเสี่ยงในการสูญเสียรายได้และลูกค้าได้ ดังนั้น ธนาคารจะต้องมีการวางแผนและเปลี่ยนรูปแบบการทำธุรกิจเพื่อที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้เทคโนโลยีบล็อกเชนยังได้เข้ามามีบทบาทในด้านสาธารณสุข การผลิต การขนส่ง และอื่นๆ อีกมากมาย (รชฎ เลียงจันทร์, 2565)

เทคโนโลยีบล็อกเชนจะเกี่ยวข้องกับทุกภาคส่วน โดยในภาคประชาชน จะเกี่ยวข้องในด้านการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัลและด้านใช้บริการต่างๆ ของธนาคาร หรือธุรกิจใดๆ ที่ประชาชนเข้าไปเกี่ยวข้อง และในส่วนของภาคอุตสาหกรรมจะเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนเข้าไปในอุตสาหกรรมนั้น อาจเป็นทางด้านการทำสัญญา เป็นต้น ส่วนในภาครัฐบาลจะเกี่ยวข้องในด้านกำหนดดูแลการใช้เทคโนโลยีนี้

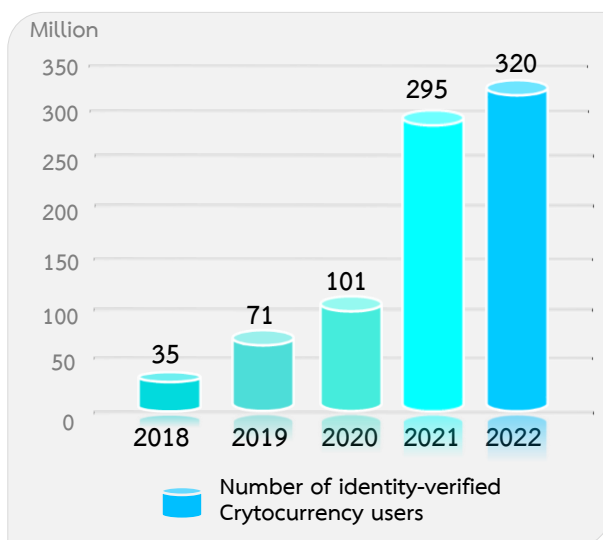
### 5.3.2 ราคาของเทคโนโลยีโดยประมาณ หรือจำนวนเงินที่ต้องใช้ในการจัดหาเทคโนโลยีนี้

ต้นทุนการพัฒนาแอปพลิเคชันบล็อกเชนอาจแตกต่างกันไปตั้งแต่ 30,000 ถึง 300,000 ดอลลาร์ โดยมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการพัฒนาบล็อกเชนโดยรวม ซึ่งรวมถึงอัตรารายชั่วโมงของนักพัฒนา คุณสมบัตินี้และเทคโนโลยีของแอปพลิเคชัน เป็นต้น (Sudeep Srivastava, S., 2023)

### 5.3.3 เทคโนโลยีที่จะถูกแทนที่ (Disrupted) จากการใช้เทคโนโลยีนี้

สกุลเงินดิจิทัลซึ่งใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน อาจเข้ามาทดแทนหรือลดการใช้เงินสดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการชำระเงินในประเทศ เพิ่มความปลอดภัยในการทำธุรกรรมชำระเงิน และเพิ่มการเข้าถึงบริการทางการเงินดิจิทัลต่าง ๆ ได้ ซึ่งก็คือเงินสกุลดิจิทัลที่ออกโดยธนาคารกลางของแต่ละประเทศ หรือ Central Bank Digital Currency (CBDC) โดยในกรณีของประเทศไทย CBDC ก็จะมีเหมือนเงินบาทหรือธนบัตรที่ออกโดยธนาคารแห่งประเทศไทย (ธปท.) ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นสื่อกลางเพื่อชำระค่าสินค้าและบริการ สามารถรักษามูลค่า และเป็นหน่วยวัดทางบัญชีได้ เพียงแต่อยู่ในรูปแบบ “ดิจิทัล” (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566) นอกจากนี้ในกลุ่มสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) ที่จะเป็นกระบวนการทางดิจิทัลที่กำหนดขั้นตอนในการทำธุรกรรมแบบอัตโนมัติไว้ล่วงหน้า โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง อาจเข้ามาแทนที่การทำสัญญาต่าง ๆ ที่ทำให้มีความน่าเชื่อถือได้มากขึ้นได้ (planet 46, 2022)

### 5.3.4 แนวโน้มการใช้งานเทคโนโลยี Digital Currencies ในโลก

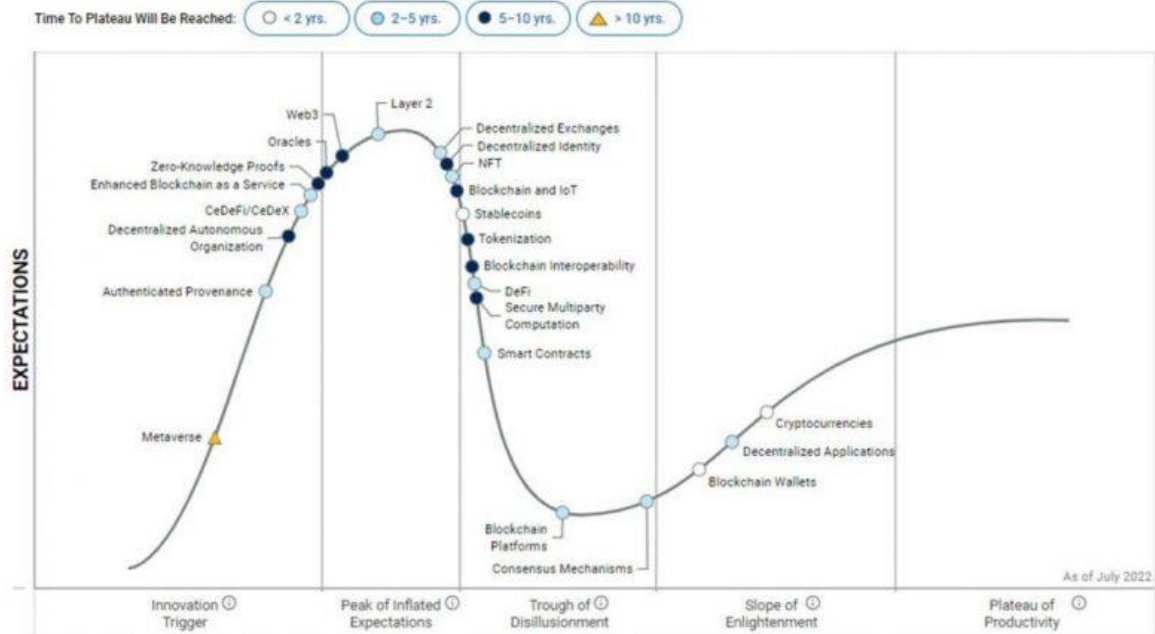


สถิติจำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัลที่ยืนยันตัวตนทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 ถึงปี ค.ศ. 2022 พบว่าเพิ่มขึ้นจาก 35 ล้านคนเป็น 320 ล้านคน โดยเฉพาะในช่วงปี ค.ศ. 2021 ที่เพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2020 อย่างมาก

รูปที่ 5-15 จำนวนผู้ใช้ cryptocurrency ที่ยืนยันตัวตนทั่วโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 ถึงปี ค.ศ. 2022 ที่มา: Statista, Huobi Research, 2022

- ความเชื่อมโยงกับ Gartner Hype Cycle ของเทคโนโลยีบล็อกเชนและ web3

### Gartner blockchain, web3 hype cycle 2022

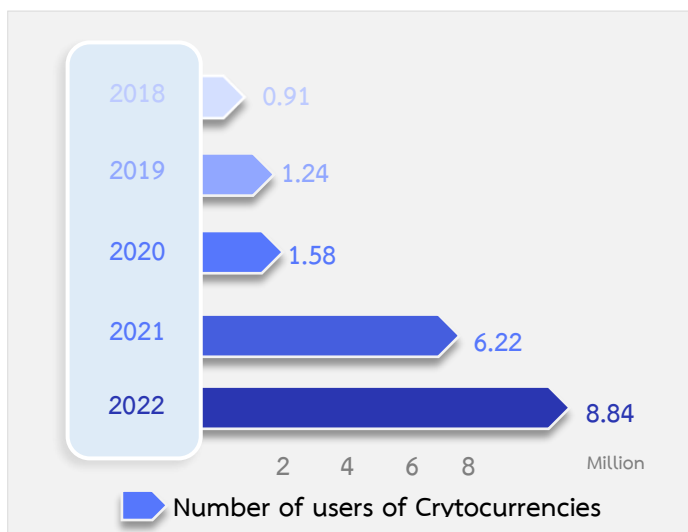


รูปที่ 5-16 Gartner Hype Cycle ของเทคโนโลยีบล็อกเชนและ web3

ที่มา: Ledger Insights (2022)

### 5.3.5 การเข้ามาของ Digital Currencies ในประเทศไทย และการใช้งานในประเทศไทย

- สถิติและกราฟแสดงปริมาณการใช้งานในประเทศไทยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา



รูปที่ 5-17 จำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัลในประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022

ที่มา: Statista Research Department, 2023

จำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัลในประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 – 2022 จะพบว่ามีจำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัลเพิ่มขึ้น โดยในปี ค.ศ. 2018 มีจำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัล 0.91 ล้านคนและเพิ่มขึ้นเป็น 8.84 ล้านคนในปี ค.ศ. 2022 ซึ่งในปัจจุบันการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลในประเทศไทยที่คณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ (ก.ล.ต.) ได้เปิดให้มีการลงทุนอย่างถูกต้องตามกฎหมาย โดยจะต้องซื้อ – ขายผ่านสกุลเงินดิจิทัลที่มีการกำหนดไว้ 7 สกุลเท่านั้น ได้แก่ Bitcoin, Bitcoin Cash, Ethereum, Etheremu Classic, Litecoin, Ripple และ Stellar (บริษัท บัตรกรุงไทย จำกัด (มหาชน), 2021)

### 5.3.6 การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตที่จะเพิ่มขึ้นจากเทคโนโลยี Digital Currencies ในประเทศไทย

- เทคโนโลยีนั้นใช้กับอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) หรืออินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband)

เนื่องจากเทคโนโลยีบล็อกเชนที่ใช้ในสกุลเงินดิจิทัลนั้น สามารถทำการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลได้ทั้งจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์แบบพกพา แท็บเล็ต โทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังนั้นผู้ใช้งานสามารถใช้ได้ทั้งอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) และอินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband) ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ในซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล

- คุณลักษณะเฉพาะที่ทำให้ต้องใช้ระบบสื่อสารโทรคมนาคมแบบพิเศษ

กล่าวคือ มีความจำเป็นต้องเชื่อมต่อด้วย 5G หรือไม่ ความเร็วในการเชื่อมต่อที่ควรใช้คือเท่าใด (Mbps) หรือมีค่า Latency ในการเชื่อมต่อไม่มากกว่ากิโลวินาที เป็นต้น

เทคโนโลยีบล็อกเชนในปัจจุบันสามารถใช้เครือข่าย 4G ได้ แต่จากการคาดการณ์ปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วโลกคาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากเดิม 5 เท่าภายในปี ค.ศ. 2024 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นของประชากร จึงทำให้เครือข่าย 4G ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้เครือข่าย 5G จึงจะมีบทบาทในการลดช่องว่างดังกล่าว โดยเทคโนโลยี 5G มีขีดความสามารถใหม่ๆ รวมถึงแบนด์วิดท์สูงมากขึ้น ความจุโครงข่าย (Capacity) ความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น และการมีความหน่วงที่ต่ำลง (Frost & Sullivan, 2023) ดังนั้นในอนาคตเทคโนโลยีบล็อกเชนอาจมีความจำเป็นต้องเชื่อมต่อด้วย 5G โดยเฉพาะในเขตเมือง

- ปริมาณการใช้ Data ของเทคโนโลยีนั้น (GB ต่อหน่วยเป็นเครื่อง หรือหน่วยเวลา)

เนื่องจากเทคโนโลยีบล็อกเชนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลายอย่าง ทั้งทางด้านการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล กลุ่มสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) กลุ่ม GameFi เป็นเหรียญที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในเกมหรือโลกเสมือนจริง (Metaverse) โดยเฉพาะ ซึ่งปัจจุบัน GameFi ได้รับความนิยมมาก และยังมีการนำมาประยุกต์ใช้ในระบบการยืนยันตัวตนด้วย ดังนั้นจากข้อมูลค่าอ้างอิงปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตในการเล่นเกมนออนไลน์ มีปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 1.9 MB ต่อนาที หรือปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 114 MB ต่อชั่วโมง และปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตใน Video Call Line มีปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 5 MB ต่อนาที หรือ ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 300 MB ต่อชั่วโมง ซึ่งระบบการยืนยันตัวตนที่นำมาใช้ในประเทศไทยส่วนมาก โดยการใช้การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ซึ่งจะต้องใช้กล้องที่ถ่ายภาพผู้ยืนยันตัวตน และให้มีการเคลื่อนไหวของใบหน้าไปมา จึงประมาณการว่าการใช้อินเทอร์เน็ตจะใกล้เคียงกับการใช้ Video Call Line ที่มีปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 5 MB ต่อนาที หรือ ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 300 MB ต่อชั่วโมง ดังนั้นจึงคาดการณ์ว่าปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตในเทคโนโลยีบล็อกเชนจะอยู่ในช่วง 1.9 - 5 MB ต่อนาที หรือปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 114 - 300 MB ต่อชั่วโมง

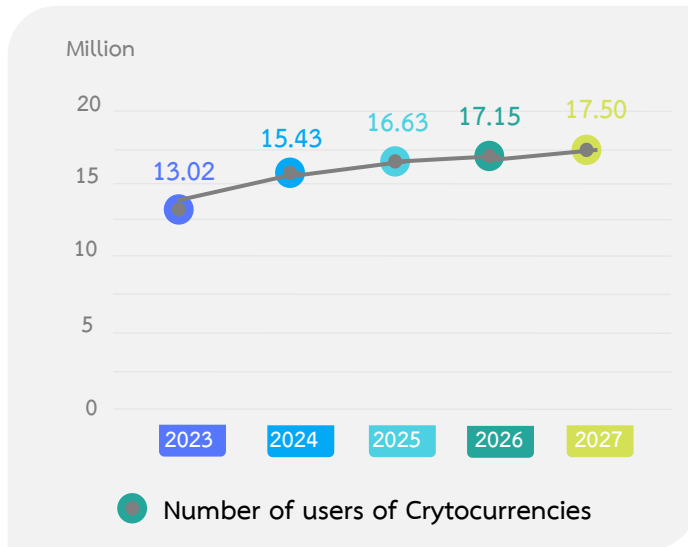
- คาดการณ์ Adoption rate ใน 5 ปีข้างหน้าว่าจะครอบคลุมผู้ใช้งานร้อยละเท่าใด (%) ของกลุ่มเป้าหมาย และคิดเป็นจำนวนประมาณกี่ราย

จากรายงานของ ได้กล่าวถึงทิศทางของระบบการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลชีวภาพโดยประมาณการว่าร้อยละ 70 ขององค์กรคาดว่าจะนำระบบการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลชีวภาพ (Frost & Sullivan, 2023) ดังนั้นจึงคาดว่าเทคโนโลยีบล็อกเชนที่นำมาใช้ในระบบการยืนยันตัวตนจะเพิ่มขึ้นในอัตราเดียวกัน

- คาดการณ์ มูลค่าตลาด ของเทคโนโลยีนี้ใน 5 ปีข้างหน้า (จำนวนเงินที่จะต้องใช้ในการจัดหาเทคโนโลยีนี้มาใช้งานในประเทศไทย) ซึ่งสอดคล้องกับตัวเลข Adoption rate

- การจำหน่ายอุปกรณ์สื่อสารประเภทใด ที่จำเป็นสำหรับการใช้งานกับเทคโนโลยีนั้น และคาดว่าจะเติบโตไปพร้อมกับการใช้งานเทคโนโลยีนั้น

เนื่องจากเทคโนโลยีบล็อกเชนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในระบบการยืนยันตัวตน ซึ่งในประเทศไทยใช้การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) มาใช้ในระบบการยืนยันตัวตนในการเข้าใช้งาน ดังนั้นคาดว่าอุปกรณ์สื่อสารที่จำเป็นสำหรับการใช้งานกับเทคโนโลยีนี้ที่คาดว่าจะเติบโตไปพร้อมกันคือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์สื่อสารที่สามารถพกพาไปได้สะดวกที่สามารถใช้ยืนยันตัวตนได้ นอกจากนี้เทคโนโลยีบล็อกเชนยังสามารถใช้ในเรื่องอื่นๆ ทั้งทางด้านการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล กลุ่มสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) กลุ่ม GameFi ดังนั้น อุปกรณ์ที่อาจเติบโตไปพร้อมกับกับเทคโนโลยีนี้ เช่น คอมพิวเตอร์ หรือเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา



รูปที่ 5-18 จำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัลในประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2023 – 2027  
ที่มา: Statista Research Department, 2023

จากการคาดการณ์ของ Statista Research Department จำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัลในประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2023 – 2027 จะพบว่ามีจำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัลเพิ่มขึ้น โดยในปี ค.ศ. 2023 มีจำนวนผู้ใช้สกุลเงินดิจิทัล 13.02 ล้านคนและเพิ่มขึ้นเป็น 17.5 ล้านคนในปี ค.ศ. 2027

## 5.4 Human Recognition

### 5.4.1 ความหมายและขอบเขตของเทคโนโลยี Human Recognition

**Human Recognition หรือ การรู้จำมนุษย์** เนื่องจากคนแต่ละคนจะมีลักษณะเฉพาะที่เป็นอัตลักษณ์ (Identity) ในการยืนยันตัวตน เช่น ลายนิ้วมือ ลักษณะบนใบหน้า ดวงตา หรือ การเต้นของหัวใจ ดังนั้นจึงเทคโนโลยีที่ยืนยันตัวบุคคล หรือที่เรียกว่า ไบโอเมตริกซ์ (Biometrics) โดยเป็นการใช้เทคโนโลยีทางด้านชีวภาพ ร่วมกับเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการระบุตัวบุคคลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และตรวจพิสูจน์ผู้ใช้ (Verification) (ธนาคารไทยพาณิชย์, 2566) โดยลักษณะเฉพาะไบโอเมตริก (Biometric Characteristics) สามารถแบ่งออกเป็นสองรูปแบบคือ ลักษณะเฉพาะทางสรีรวิทยา (Physiological Characteristics) เช่น ใบหน้า ม่านตา ลายนิ้วมือ เป็นต้น และลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรม (Behavioral Characteristics) เช่น เสียงพูด ลายเซ็น ลักษณะการเดิน เป็นต้น ซึ่งไบโอเมตริกที่นิยมใช้ 6 รูปแบบคือ การรู้จำใบหน้า การรู้จำลายนิ้วมือ การรู้จำลายม่านตา การรู้จำลายเส้นเลือด การรู้จำลายเซ็น และการรู้จำเสียงพูด (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2566)

Human Recognition ในระบบไบโอเมตริกซ์ที่นิยมใช้ 6 รูปแบบคือ การรู้จำใบหน้า การรู้จำลายนิ้วมือ การรู้จำลายม่านตา การรู้จำลายเส้นเลือด การรู้จำลายเซ็น และการรู้จำเสียงพูด มีดังนี้

1) การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) เป็นลักษณะทางกายภาพที่มีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของแต่ละบุคคล โดยปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถจำแนกลักษณะของคนได้ โดยการวิเคราะห์จากโครงสร้างบนใบหน้า จากลักษณะของดวงตา คิ้ว จมูก ปาก ริมฝีปาก คาง หน้าผาก โหนกแก้ม ขากรรไกร และความสัมพันธ์กันของอวัยวะต่าง ๆ เป็นต้น (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2566) โดยการรู้จำใบหน้า เป็นรูปแบบที่ได้ความนิยมมากที่สุดในปัจจุบันในการยืนยันตัวตนด้วยเทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์ ซึ่งมีความปลอดภัยมาก โดยมีอัตราความปลอดภัย 1:1,000,000 ซึ่งระบบจะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ ของใบหน้าอย่างละเอียด และยังสามารถแยกได้ว่าเป็นคนจริงหรือรูปภาพได้อีกด้วย (บริษัท ไอเจ็น จำกัด, 2566)

2) การรู้จำลายนิ้วมือ (Finger Recognition) การรับรู้ลายนิ้วเป็นอัตลักษณ์ของบุคคลแบบแรก ๆ ที่นำมาใช้ในการยืนยันตัวตนด้วยเทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์ และถูกใช้อย่างแพร่หลาย โดยมีลักษณะจำเพาะที่ต่างกันประมาณ 40 รูปแบบ แต่ยังมีโอกาสที่จะถูกปลอมแปลงได้ (บริษัท ไอเจ็น จำกัด, 2566)

3) การรู้จำลายม่านตา (Iris Recognition) เป็นอัตลักษณ์ของบุคคลที่นิยมมาใช้ในช่วงหนึ่ง เพราะมีความปลอดภัยสูง มีลักษณะจำเพาะประมาณ 266 แบบ ทำให้ปลอมแปลงได้ยาก (บริษัท ไอเจ็น จำกัด, 2566)

4) การรู้จำลายเส้นเลือด (Vascular Recognition) โดยลายเส้นเลือดที่ใช้ในการรู้จำตัวคนนั้น นอกจากเส้นเลือดบริเวณมือของบุคคลแล้วยังมีลายเส้นเลือดในบริเวณอื่น ๆ ที่สามารถใช้ในการรู้จำตัวคนได้ เช่น ลายเส้นเลือดที่บริเวณนิ้วมือ ลายเส้นเลือดบริเวณข้อมือ และลายเส้นเลือดในดวงตา เป็นต้น (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2566)

5) การรู้จำลายเซ็น (Signature Recognition) เนื่องจากลายเซ็นเป็นสัญลักษณ์ที่บุคคลนั้นสร้างขึ้นเพื่อใช้แทนตัวตนในการยืนยันตัวตนสำหรับเอกสารสำคัญต่าง ๆ เช่น ข้อสัญญา ข้อตกลงที่ต้องลงนาม (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2566)

6) การรู้จำเสียงพูด (Voice Recognition) การใช้เสียงเป็นลักษณะเฉพาะอย่างหนึ่งของแต่ละบุคคลที่สามารถนำมาใช้ในการพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลได้ โดยเสียงของมนุษย์มีข้อมูลประกอบที่สามารถ บอกถึง เพศ สถานะทางอารมณ์ และสุขภาพของผู้พูดได้ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2566)

Human Recognition หรือ การรู้จำมนุษย์ ซึ่งไบโอเมตริกซ์ที่นิยมใช้ 6 รูปแบบคือ การรู้จำใบหน้า การรู้จำลายนิ้วมือ การรู้จำลายม่านตา การรู้จำลายเส้นเลือด การรู้จำลายเซ็น และการรู้จำเสียงพูด โดยแต่ละวิธีมีการพัฒนามาดังนี้

1) การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) เริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1964 และปี ค.ศ. 1965 โดยนักวิศวกรรมคือ Woody Bledsoe, Helen Chan Wolf and Charles Bisson ได้ใช้คอมพิวเตอร์ในการรู้จำใบหน้าของมนุษย์ (facial recognition) ขึ้นครั้งแรก ซึ่งต่อมาในทศวรรษ 1970 ได้พัฒนาความแม่นยำของการรู้จำใบหน้ามากขึ้น จนกระทั่งช่วงปลายทศวรรษ 1980 ได้มีความก้าวหน้าเพิ่มเติมด้วยการพัฒนาซอฟต์แวร์การรู้จำใบหน้าให้เป็นไบโอเมตริก (Biometric) ที่ใช้งานได้สำหรับธุรกิจ และในปี ค.ศ. 1988 นั้น Sirovich และ Kirby เริ่มใช้พีชคณิตเชิงเส้น (Linear Algebra) ในการแก้ปัญหาของการรู้จำใบหน้า ต่อมาในปี ค.ศ. 1991 Turk และ Pentland สานต่องานของ Sirovich และ Kirby โดยค้นพบวิธีการตรวจจับใบหน้าที่แยกแยะใบหน้าจากภาพถ่ายกับคนจริง ซึ่งนำไปสู่การรู้จำใบหน้าอัตโนมัติในช่วงแรก ๆ แต่ยังมีข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี แต่ความก้าวหน้านี้นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการรู้จำใบหน้าในอนาคตต่อไป (NEC, 2022)

2) การรู้จำลายนิ้วมือ (Finger Recognition) เป็นในการระบุตัวตนบุคคลมีการค้นพบมาตั้งแต่สมัยราชวงศ์ฉิน (221 – 206 ปี ก่อนคริสต์ศักราช) ของจีน อ้างอิงจาก history of fingerprint ที่เรียบเรียงโดย German และ Barnes 2011 โดยสามารถพบได้บนตราดิน (Clay sealed) ของหนังสือทำจากไม้ไผ่ที่ด้านหนึ่งจะเป็นตัวอักษรชื่อ ส่วนอีกด้านเป็นลายนิ้วมือของผู้แต่งหนังสือ เพื่อแสดงความเป็นเจ้าของผลงาน และต่อมาประมาณปี ค.ศ. 105 เมื่อมีการสร้างกระดาษในประเทศจีน จึงทำให้การทำเอกสารสัญญาต่าง ๆ ทั้งทางทหารและทางธุรกิจ จะมีการประทับลายนิ้วมือลงในเอกสาร และต่อมาในปี ค.ศ. 1788 หมอชาวเยอรมัน ชื่อ J.C.A. Mayer ได้ค้นพบลักษณะเฉพาะที่เป็นเอกลักษณ์ (Uniqueness) ของลายนิ้วมือของแต่ละบุคคล ครั้งแรกในทวีปยุโรป และได้มีการตีพิมพ์หนังสือเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะที่เป็นเอกลักษณ์และคงทนถาวร (Permanence) ของลายนิ้วมือเล่มแรกโดย Sir Francis Galton ซึ่งเป็นชาวอังกฤษขึ้นในปี ค.ศ. 1892 ซึ่งปัจจุบันมีการนำลายนิ้วมือมาใช้ในการระบุตัวตนอย่างแพร่หลาย (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2566)

3) การรู้จำลายม่านตา (Iris Recognition) ได้เริ่มมีการคิดค้นขึ้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1936 โดยจักษุแพทย์ชื่อ Frank Burch เพื่อระบุความแตกต่างของม่านตามนุษย์และได้เสนอเป็นรูปแบบการรู้จำตัวบุคคลโดยใช้ลายม่านตา ต่อมา Leonard Flom และ Aran Safir ได้นำเสนอแนวคิดระบบการรู้จำตัวบุคคลด้วยลายม่านตา และได้จดสิทธิบัตรประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อปี ค.ศ. 1987 ต่อมาในปี ค.ศ. 1992 John G. Daugman ศาสตราจารย์มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ได้พัฒนาอัลกอริทึมระบบการรู้จำลายม่านตาขึ้นมาได้สำเร็จและจดสิทธิบัตรในปี ค.ศ. 1994 ซึ่งหลังการสิทธิบัตรได้หมดอายุลง และจากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันมีการผลิตและจำหน่ายระบบการรู้จำลายม่านตาในหลายๆ ประเทศ และมีการใช้ในการพิสูจน์ตัวบุคคลอย่างแพร่หลายมากขึ้น (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2566)

4) การรู้จำลายเส้นเลือด (Vascular Recognition) ได้เริ่มมีการศึกษาในช่วงปี ค.ศ. 1890s ทางด้านนิติเวช พบว่า รูปแบบของลายเส้นเลือดของมือแต่ละคู่ของบุคคลมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ซึ่งต่อมาได้มีการศึกษาค้นคว้าการนำโครงสร้างของเส้นเลือดมายืนยันตัวตนของมนุษย์ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทาง

อิเล็กทรอนิกส์, 2566) โดยแนวคิดเรื่องการรู้จำรูปแบบหลอดเลือดดำ (Vein Pattern Recognition) ได้รับการเสนอโดย Joe Rice นักวิศวกรควบคุมระบบอัตโนมัติที่โรงงาน Annesley ของ Kodak ในช่วงทศวรรษ 1980 อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีนี้ล้มเหลวในตอนแรก โดยเครื่องสแกนหลอดเลือดดำที่ฝ่ามือ (Palm vein scanners) ถูกนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ในช่วงปลายทศวรรษ 1990 เท่านั้น แต่เริ่มดำเนินการในพื้นที่ต่าง ๆ เริ่มขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 2000 (Sujitha, J. MS., 2022)

5) การรู้จำลายเซ็น (Signature Recognition) โดยเมื่อ 3500 ปีก่อนคริสตกาล ชาวสุเมเรียน (Sumerians) ได้คิดค้นลายเซ็นขึ้นมา โดยทำเป็นตราประทับ (Seal) ซึ่งติดอยู่กระบอกกลมเล็ก ๆ ยาวประมาณ 1 นิ้วและถูกอัดลงในดินเหนียวเปียก และต่อมาใน ปีค.ศ. 57 ประเทศญี่ปุ่นเริ่มใช้ตราประทับ ฮานาโกะ (Hanko) ซึ่งเป็นตราประทับในการมอบอำนาจ และปัจจุบันยังใช้อยู่เพื่อแสดงถึงความเป็นเจ้าของ หรือผู้เขียน (DocuSign Contributor, 2018) โดยในปี ค.ศ. 1965 การบินในอเมริกาเหนือได้พัฒนาระบบการรู้จำลายเซ็น (Signature Recognition) ขึ้นเป็นครั้งแรก (Chaudhari, R.D., Pawar, A.A., and Deore, R.S. , 2013)

6) การรู้จำเสียงพูด (Voice Recognition) โดยระบบแรกเริ่มในปี ค.ศ. 1952 โดย Bell Laboratories ได้ออกแบบระบบ "Audrey" ซึ่งสามารถรู้จำตัวเลขที่พูดด้วยเสียงเพียงเสียงเดียวได้ แต่อีกสิบปีต่อมา IBM เปิดตัว "Shoebbox" ซึ่งเข้าใจและตอบสนองต่อคำศัพท์ภาษาอังกฤษ 16 คำ (Sonix, 2023)

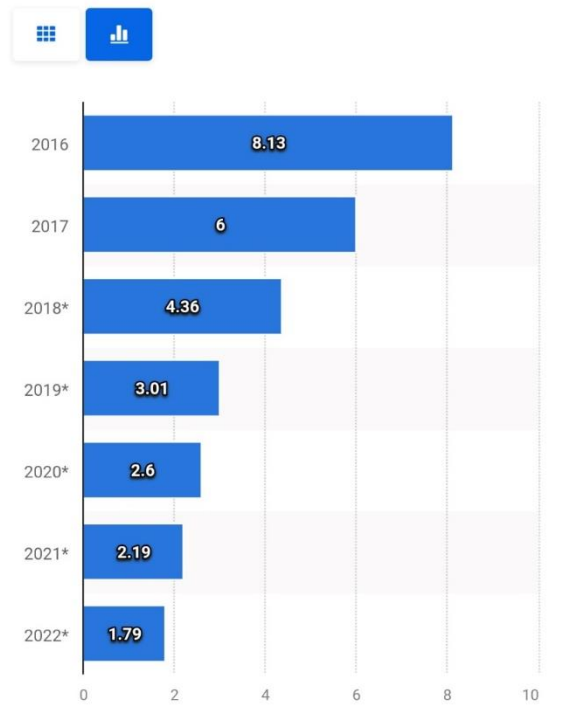
เทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์ (Biometrics) ที่ใช้ใน Human Recognition หรือ การรู้จำมนุษย์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโลกหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ โดยนำมาใช้ในการในเรื่องการติดต่อราชการ การรับส่งพัสดุไปรษณีย์ การตรวจเข้าออกอาคารและสถานที่ต่าง ๆ การยืนยันรับสิทธิจากภาครัฐ การตรวจสอบการเข้าทำงานของพนักงาน และการทำธุรกรรมทางการเงินต่าง ๆ (รวีศ หาญอุตสาหะ, 2019 และ Dynamic Intelligence Asia, 2023)

เทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์ (Biometrics) ที่ใช้ใน Human Recognition หรือ การรู้จำมนุษย์ นั้นเป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้งานในทุกภาคส่วน โดยในภาคประชาชนนั้น เกี่ยวข้องตั้งแต่การติดต่อราชการ การรับพัสดุไปรษณีย์ การเดินทางโดยรถไฟหรือเครื่องบิน และทำธุรกรรมทางการเงินต่างๆ ส่วนทางภาคอุตสาหกรรมหรือภาครัฐบาล เทคโนโลยีนี้นำมาใช้ในการเก็บข้อมูลของลูกค้า (customer onboarding) ช่วยในการเก็บข้อมูลและสถิติของลูกค้าเพื่อนำไปปรับปรุงผลิตภัณฑ์การตรวจสอบและยืนยันตัวตนบุคคลบนโลกออนไลน์ (online authentication) การวิเคราะห์ใบหน้า (face analysis) การล็อกอินเข้าใช้บริการของธนาคาร (bank lobby service) การจ่ายสินค้าผ่านการสแกนใบหน้า (face payment) การทำธุรกรรมกับธนาคาร ร้านค้าปลีกรายใหม่ อาคารอัจฉริยะ (smart buildings) ยืนยันรับสิทธิจากภาครัฐ ตรวจสอบการเข้าทำงานของพนักงาน เป็นต้น (รวีศ หาญอุตสาหะ, 2019 และ Dynamic Intelligence Asia, 2023)

## 5.4.2 ราคาของเทคโนโลยีโดยประมาณ หรือจำนวนเงินที่ต้องใช้ในการจัดหาเทคโนโลยีนี้

### Average cost of biometric apps worldwide from 2016 to 2022

(in U.S. dollar)



รูปที่ 5-19 ต้นทุนเฉลี่ยหรือราคาของแอปพลิเคชันไบโอเมตริกซ์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2016 - 2022

สถิติต้นทุนเฉลี่ยหรือราคาของแอปพลิเคชันไบโอเมตริกซ์ที่จ่ายโดยผู้ดาวน์โหลด หรือผู้ให้บริการทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 2016 - 2022 คาดว่าจะลดลงอย่างมาก เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โดยในปี ค.ศ. 2016 ราคาแอปพลิเคชันโดยเฉลี่ยคาดว่าจะลดลงจากมากกว่า 8 ดอลลาร์สหรัฐ เหลือน้อยกว่า 2 ดอลลาร์สหรัฐภายในปี ค.ศ. 2022 (Statista Research Department, 2023)

แต่หากพิจารณาถึงราคาสำหรับระบบควบคุมการเข้าออกด้วยไบโอเมตริกซ์ จะมีตั้งแต่รวม \$ 2,500 ถึง \$ 10,000 ต่อประตู (Hansen, L., 2023)

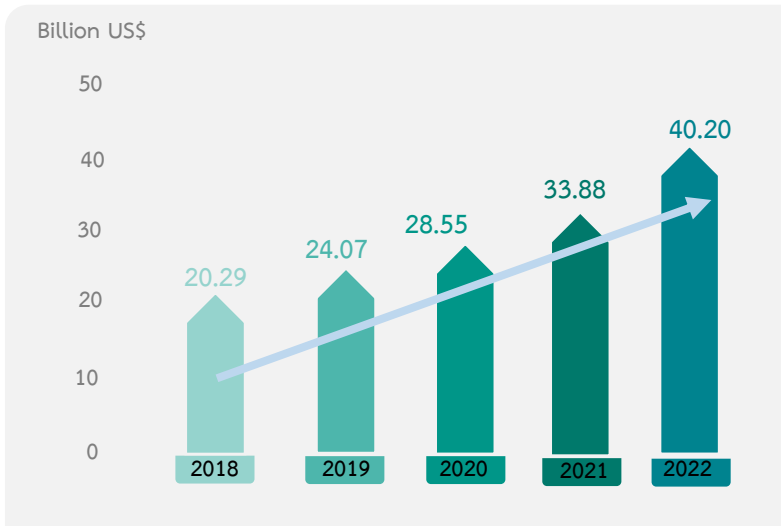
ที่มา: Statista Research Department (2023)

## 5.4.3 เทคโนโลยีที่จะถูกแทนที่ (Disrupted) จากการใช้เทคโนโลยีนี้

เทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์ (Biometrics) ที่ใช้ใน Human Recognition หรือ การรู้จำมนุษย์นั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในเรื่องของความปลอดภัย เช่น การตรวจสอบการเข้าทำงานของพนักงาน การตรวจสอบผู้เข้ามาใช้บริการหรือเข้าออกอาคาร ดังนั้นเทคโนโลยีนี้จะมาแทนที่เทคโนโลยีเครื่องตอกบัตร หรือบัตรเข้าออกอาคาร หรือการเซ็นชื่อเข้าทำงานได้ (Dynamic Intelligence Asia, 2023) นอกจากนี้เทคโนโลยีนี้ยังเข้ามาแทนที่งานด้านการใส่ password เพื่อรักษาความปลอดภัยในการยืนยันตัวตน หรือที่เรียกว่า Passwordless identity ด้วย (McKinsey & Company, 2022)

### 5.4.4 แนวโน้มการใช้งานเทคโนโลยี Human Recognition ในโลก

จากงานของ Bakunova, T.V., Trofimova, E.A., and Lapteva, E.V. (2019) พบว่ามูลค่าตลาดของเทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์ (Biometrics) ตั้งแต่ปี 2018 ถึงปี 2022 เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง 20.29 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2018 เพิ่มขึ้นเป็น 40.2 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2022

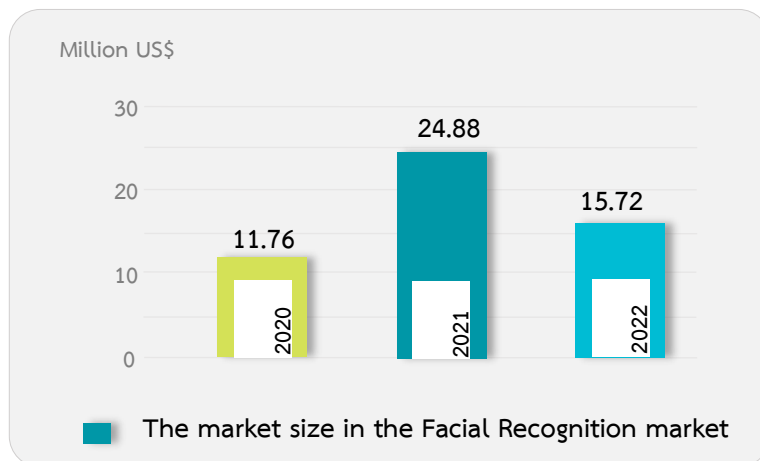


รูปที่ 5-20 มูลค่าตลาดของเทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์ (Biometrics) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 ถึงปี ค.ศ. 2022 (USD billion)  
ที่มา: Bakunova, T.V., Trofimova, E.A., and Lapteva, E.V. (2019)

### 5.4.5 การเข้ามาของ Human Recognition ในประเทศไทย และการใช้งานในประเทศไทย

ข้อมูลในประเทศไทยนั้นมีเพียงแค่มูลค่าตลาดของการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 ถึงปี ค.ศ. 2030 ซึ่งจะพบว่า ในปี ค.ศ. 2020 มีมูลค่าตลาดของการรู้จำใบหน้า 11.76 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และเพิ่มขึ้นเป็น 24.88 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2021 แล้วปรับตัวลดลงในปี ค.ศ. 2022 ที่มีมูลค่าตลาดของการรู้จำใบหน้า 15.72 ล้านดอลลาร์สหรัฐ

รูปที่ 5-21 มูลค่าตลาดของการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 ถึงปี ค.ศ. 2022  
ที่มา: Statista Market Insights (2023)



#### 5.4.6 การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตที่จะเพิ่มขึ้นจากเทคโนโลยี Human Recognition ในประเทศไทย

- เทคโนโลยีนั้นใช้กับอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) หรืออินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband)

เทคโนโลยี Human Recognition หรือ การรู้จำมนุษย์สามารถใช้ได้ทั้งแบบอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) หรืออินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband) ขึ้นอยู่กับว่าเป็นการใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการรู้จำมนุษย์ เช่น การเข้าใช้งานแอปพลิเคชันของธนาคารต่าง ๆ ซึ่งเป็นการใช้ร่วมกับเทคโนโลยี digital ID ในการยืนยันตัวตน นั่นก็อาจจะใช้แบบอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) เป็นต้น ส่วนการเข้าออกอาคารต่าง ๆ อาจจะใช้อินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband)

- คุณลักษณะเฉพาะที่ทำให้ต้องใช้ระบบสื่อสารโทรคมนาคมแบบพิเศษ

กล่าวคือ มีความจำเป็นต้องเชื่อมต่อด้วย 5G หรือไม่ ความเร็วในการเชื่อมต่อที่ควรใช้คือเท่าใด (Mbps) หรือมีค่า Latency ในการเชื่อมต่อไม่มากกว่ากี่มิลลิวินาที เป็นต้น

เทคโนโลยี Human Recognition หรือ การรู้จำมนุษย์ ในปัจจุบันสามารถใช้เครือข่าย 4G ได้ แต่จากการคาดการณ์ปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วโลกคาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากเดิม 5 เท่า ภายในปี ค.ศ. 2024 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นของประชากร จึงทำให้เครือข่าย 4G ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้เครือข่าย 5G จึงจะมีบทบาทในการลดช่องว่างดังกล่าว โดยเทคโนโลยี 5G มีขีดความสามารถใหม่ๆ รวมถึงแบนด์วิดท์สูงมากขึ้น ความจุโครงข่าย (Capacity) ความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น และการมีความหน่วงที่ต่ำลง (Frost & Sullivan, 2023) ดังนั้นในอนาคตเทคโนโลยี Human Recognition หรือการรู้จำมนุษย์อาจมีความจำเป็นต้องเชื่อมต่อด้วย 5G โดยเฉพาะในเขตเมือง

- ปริมาณการใช้ Data ของเทคโนโลยีนั้น (GB ต่อหน่วยเป็นเครื่อง หรือหน่วยเวลา)

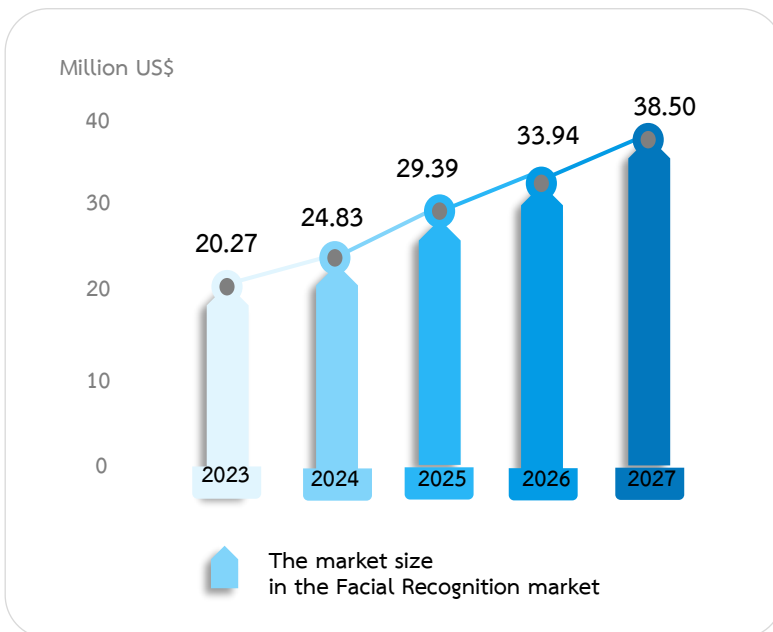
จากข้อมูลค่าอ้างอิงปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตใน Video Call Line มีปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 5 MB ต่อนาที หรือ ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 300 MB ต่อชั่วโมง ซึ่งเทคโนโลยี Human Recognition หรือ การรู้จำมนุษย์ที่นำมาใช้ในประเทศไทยส่วนมากนำมาใช้ในระบบการยืนยันตัวตน โดยใช้การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ซึ่งจะต้องใช้กล้องที่ถ่ายภาพผู้ยืนยันตัวตนและให้มีการเคลื่อนไหวของใบหน้าไปมา จึงประมาณการว่า การใช้อินเทอร์เน็ตจะใกล้เคียงกับการใช้ Video Call Line ที่มีปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 5 MB ต่อนาที หรือปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ต 300 MB ต่อชั่วโมง

- คาดการณ์ Adoption rate ใน 5 ปีข้างหน้าว่าจะครอบคลุมผู้ใช้งานร้อยละเท่าใด (%) ของกลุ่มเป้าหมาย และคิดเป็นจำนวนประมาณกี่ราย

ทิศทางของระบบการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลชีวภาพโดยประมาณการว่า ร้อยละ 70 ขององค์กรคาดว่าจะนำระบบการยืนยันตัวตนด้วยข้อมูลชีวภาพ (Frost & Sullivan, 2023) ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยี Human Recognition หรือ การรู้จำมนุษย์มาใช้ในระบบการยืนยันตัวตน

- คาดการณ์ มูลค่าตลาด ของเทคโนโลยีนี้ใน 5 ปีข้างหน้า (จำนวนเงินที่จะต้องใช้ในการจัดหาเทคโนโลยีนี้มาใช้งานในประเทศไทย) ซึ่งสอดคล้องกับตัวเลข Adoption rate

จากการคาดการณ์ของ Statista Market Insights (2023) ถึงมูลค่าตลาดของการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2023 ถึงปี ค.ศ. 2027 พบว่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2023 ที่คาดว่าจะมีมูลค่าตลาด 20.27 ล้านดอลลาร์สหรัฐจะเพิ่มขึ้นเป็น 38.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2027



รูปที่ 5-22 มูลค่าตลาดของการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2023 ถึงปี ค.ศ. 2027 ที่มา: Statista Market Insights (2023)

- การจำหน่ายอุปกรณ์สื่อสารประเภทใด ที่จำเป็นสำหรับการใช้งานกับเทคโนโลยีนั้น และคาดว่าจะเติบโตไปพร้อมกับการใช้งานเทคโนโลยีนั้น

เทคโนโลยี Human Recognition หรือ การรู้จำมนุษย์ที่นำมาใช้ในประเทศไทยส่วนมากนำมาใช้ในระบบการยืนยันตัวตนในการเข้าใช้งาน โดยในประเทศไทยนิยมใช้รู้จำใบหน้า (Face Recognition) ดังนั้น คาดว่าอุปกรณ์สื่อสารที่จำเป็นสำหรับการใช้งานกับเทคโนโลยีนี้ที่คาดว่าจะเติบโตไปพร้อมกันคือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ แท็บเล็ต และอุปกรณ์สื่อสารที่สามารถพกพาไปได้สะดวกที่สามารถใช้ยืนยันตัวตนได้

# การเปลี่ยนแปลงเชิงอุตสาหกรรม (Redefining Industries)

## บทที่ 6

### 6.1 การเปลี่ยนแปลงเชิงอุตสาหกรรม

เทคโนโลยีนับเป็นปัจจัยขับเคลื่อนที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงเชิงอุตสาหกรรมของประเทศไทย ทำให้เกิดการสร้างงานและโอกาสทางธุรกิจใหม่ ๆ และการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน เช่น การเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงาน วิธีการผลิตสินค้า และระบบการผลิต สามารถเรียกระบบการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า “การปฏิวัติอุตสาหกรรม” (industrial revolution) การปฏิวัติอุตสาหกรรมเกิดขึ้นครั้งแรกในช่วงปี ค.ศ. 1760 จนถึงปัจจุบันมีการปฏิวัติอุตสาหกรรมมาแล้ว 4 ครั้ง และบางการปฏิวัติอุตสาหกรรม 5 ครั้ง ได้แก่ (Finnomena, 2566)

#### การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 1 (ช่วงปี 1760)

1. เป็นยุคที่มีการปฏิวัติจากการใช้แรงงานคน และสัตว์มาเป็นเครื่องจักรไอน้ำจากพลังงานถ่านหิน แรงงานเปลี่ยนจากเกษตรกร ช่างฝีมือ เข้าสู่การทำงานในโรงงาน

2. เป็นยุคที่มีการปฏิวัติจากการใช้พลังงานถ่านหินมาเป็นไฟฟ้า น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ การใช้ระบบสายพานและไฟฟ้าในการผลิตจึงทำให้เกิดการผลิตสินค้าในปริมาณมากและรวดเร็ว (mass production)

#### การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 2 (ช่วงปี 1870)

### การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 3 (ช่วงปี 1970)

**3.** เป็นยุคที่มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ ทำให้เกิดเครื่องจักรอัตโนมัติและหุ่นยนต์ แรงงานบางส่วนจึงถูกแทนที่ด้วยหุ่นยนต์

**4.** เป็นยุคที่มีการนำเอา Internet of Things (IoT) มาเชื่อมโยงในการผลิต ทำให้กระบวนการผลิตมีการเชื่อมกับเทคโนโลยีดิจิทัล รวมถึงการใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้ามาช่วยในการทำงาน ทำให้การผลิตสินค้าเป็นไปอย่างรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากขึ้น

### การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 (ช่วงปี 2000)

อย่างไรก็ตาม จากการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 เทคโนโลยีต่าง ๆ ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง บทบาทของหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่ทำตามคำสั่งเดิม ๆ ที่ตั้งไว้เป็นหุ่นยนต์ที่สามารถเรียนรู้ได้ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2566)

### การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 5 (ตั้งแต่ปี 2020)

**5.** เป็นยุคที่มีการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์ ระบบอัจฉริยะ (AI) และหุ่นยนต์ (robot) ทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมนุษย์จะดำเนินการในส่วนการผลิตที่เน้นในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ การวางแผนงาน ระบบอัจฉริยะ (AI) และหุ่นยนต์จะดำเนินการในส่วนของการทำงานที่ต้องมีผลกระทัดล้ม มีความเสี่ยง หรือเป็นงานที่มีรูปแบบการทำงานแบบซ้ำ ๆ หุ่นยนต์ร่วมปฏิบัติ

(Collaborative Robots: Cobots) เป็นหุ่นยนต์ที่มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

แนวความคิดการเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีที่สำคัญคือหุ่นยนต์ปฏิวัติ (robotic revolution) เมืองอัจฉริยะ (smart cities) และสิ่งอัตโนมัติ (autonomous things) โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

## 6.2 หุ่นยนต์ปฏิวัติ (Robotic Revolution)

รายงานของสภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum) กล่าวถึง หุ่นยนต์ปฏิวัติ (robot revolution) ว่าเป็นการปฏิบัติของหุ่นยนต์ที่มีต่อตลาดแรงงานที่กำลังเกิดขึ้นทั่วโลก แม้ว่าการพัฒนาเทคโนโลยีจะทำให้เกิดการจ้างงานเพิ่มขึ้นทั่วโลก สาเหตุหนึ่งเกิดการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้เกิดการเร่งพัฒนาและนำหุ่นยนต์มาใช้แทนแรงงานคนเร็วขึ้น แต่ในขณะเดียวกันนั้นหุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence robot) ก็ทำให้มีคนตกงานมากมายเช่นกัน (สยามรัฐออนไลน์, 2563)

### 6.2.1 ความหมายและขอบเขตของหุ่นยนต์ปฏิวัติ (Robotic Revolution)

หุ่นยนต์ (robot) หมายถึง เครื่องจักรอัตโนมัติทุกชนิดที่ถูกออกแบบให้สามารถทำงานบางประเภทแทนมนุษย์ โดยทำงานด้วยคำสั่งเดิมซ้ำ ๆ ในรูปแบบที่มีความซับซ้อนและยืดหยุ่นได้ดี สามารถปรับเปลี่ยนโปรแกรมทำงานได้หลากหลาย สามารถติดตั้งระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้ตัดสินใจเองได้ และติดตั้งระบบอัตโนมัติให้เริ่มทำงานด้วยตัวเองตามโปรแกรมที่วางไว้ (สารานุกรมไทย, 2566) ในขณะที่ International Federation of Robotics ได้นิยามว่า หุ่นยนต์ (robot) หมายถึง เครื่องจักรกลที่มีกลไกถูกกำหนดด้วยการติดตั้งโปรแกรม สามารถเคลื่อนไหวไปปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้โดยขึ้นอยู่กับการออกแบบให้ตรงกับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ โดยสามารถเคลื่อนที่ได้ 2 แกนในระนาบหรือมากกว่านั้น (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2566; อ้างถึง International Federation of Robotics, 2022) ดังนั้น สรุปได้ว่าหุ่นยนต์หมายถึงเครื่องจักรซึ่งมีกลไกการทำงานที่ถูกออกแบบมาให้ทำงานตามโปรแกรมที่ได้ติดตั้งไว้

## 6.2.2 การทำงานของหุ่นยนต์ (มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2566)

หุ่นยนต์ทำงานครอบคลุม 6 ระดับตามเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (Japanese Industrial Robot Association) ดังนี้

ระดับที่ 1 กลไกที่ถูกควบคุมด้วยมนุษย์ (manual-handling device)

ระดับที่ 2 หุ่นยนต์ที่ทำงานตามแผนล่วงหน้าที่กำหนดไว้ โดยไม่สามารถปรับเปลี่ยนแผนงานได้ (fixed-sequence robot)

ระดับที่ 3 หุ่นยนต์ที่ทำงานตามแผนล่วงหน้าที่กำหนดไว้ โดยสามารถปรับเปลี่ยนแผนงานได้ (variable-sequence robot)

ระดับที่ 4 ผู้ควบคุมเป็นผู้สอนงานให้แก่หุ่นยนต์ หุ่นยนต์จะทำงานเล่นย้อนกลับตามที่หน่วยความจำบันทึกไว้ (playback robot)

ระดับที่ 5 ผู้ควบคุมบันทึกข้อมูลเชิงตัวเลขการเคลื่อนที่ให้แก่หุ่นยนต์และหุ่นยนต์สามารถทำงานได้เอง โดยไม่ต้องมีการสอนงาน (numerical control robot)

ระดับที่ 6 หุ่นยนต์มีความฉลาด สามารถเรียนรู้สภาพแวดล้อมและตัดสินใจทำงานได้ด้วยตัวเอง (intelligent robot)

อย่างไรก็ตาม สถาบันหุ่นยนต์แห่งสหรัฐอเมริกา (The Robotics Institute of America) จะไม่นับระดับที่ 1-2 ว่าเป็นหุ่นยนต์ การทำงานของหุ่นยนต์ในระดับที่ 3 ขึ้นไปเท่านั้น จึงจะถือว่าเป็นหุ่นยนต์

ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ดังนี้ (1) ส่วนการควบคุม เป็นเทคโนโลยีที่เน้นศึกษาด้านการออกแบบชิ้นส่วนหุ่นยนต์ การประกอบหุ่นยนต์ และการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (2) ส่วนการรับรู้ เป็นเทคโนโลยีที่เน้นพัฒนาส่วนของการรับรู้ข้อมูลหุ่นยนต์จากอุปกรณ์เซนเซอร์ต่าง ๆ รวมทั้งระบบคอมพิวเตอร์ที่ทำให้หุ่นยนต์มองเห็น หรือตรวจสอบระยะใกล้ไกลของวัตถุ โดยข้อมูลที่ได้มานั้นจะนำมาประมวลผลและส่งต่อคำสั่งไปที่ตัวขับเคลื่อนต่าง ๆ และ (3) ส่วนการเข้าใจ เป็นเทคโนโลยีที่เน้นการพัฒนาระบบการตัดสินใจของหุ่นยนต์เมื่อได้รับข้อมูลจากตัวตรวจจับ ซึ่งเป็นการใช้หลักการของวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และมีความเกี่ยวข้องกับ AI และ Machine Learning

## 6.2.3 วิวัฒนาการของหุ่นยนต์ (มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2566)

มนุษย์ได้คิดค้นและประดิษฐ์อุปกรณ์ที่เคลื่อนไหวมาตั้งแต่ยุคโบราณ โดยสิ่งประดิษฐ์ที่มีหลักฐานบันทึกไว้ว่าถูกสร้างขึ้นเป็นชิ้นแรกของโลกคือ “นกพิราบกล” ที่สามารถบินและขยับปีกขึ้นลงเองได้ โดยอาศัยแรงขับเคลื่อนจากไอน้ำ จากนั้นมาได้มีการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ที่เคลื่อนไหวได้อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 (พ.ศ. 2482-2488) หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตัวแรกของโลกได้ถูกสร้างขึ้นในรูปแบบของระเบิดบิน (flying bomb) และในปี พ.ศ. 2504 หุ่นยนต์อุตสาหกรรมตัวแรกของโลกถูกสร้างขึ้นโดย George Devol และ Joseph Engelberger วิศวกรชาวอเมริกัน โดยได้ประดิษฐ์แขนกลหุ่นยนต์สำหรับใช้ในงาน

อุตสาหกรรมชื่อ “Unimate” แม้ว่าหุ่นยนต์อุตสาหกรรมตัวแรกของโลกจะถูกคิดค้นโดยวิศวกรชาวอเมริกา แต่วิวัฒนาการของหุ่นยนต์มีความก้าวหน้าอย่างมากจะเกิดจากประเทศญี่ปุ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในช่วงการปฏิวัติอุตสาหกรรมที่นำหุ่นยนต์มาใช้อย่างแพร่หลาย เพื่อทดแทนแรงงานคน เพิ่มผลผลิต และรองรับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ อาทิ อุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม หุ่นยนต์ในช่วงแรกนี้ยังขาดความสามารถในการเรียนรู้ และต้องทำงานภายใต้คำสั่งของมนุษย์เท่านั้น

เมื่อเข้าสู่ยุคอินเทอร์เน็ต (internet) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 เป็นต้นมา หุ่นยนต์มีความสามารถมากขึ้น สามารถเรียนรู้ความรู้ที่มนุษย์ถ่ายทอดสู่สมองกลได้ในเวลาสั้น ๆ เท่านั้น และในปี พ.ศ. 2540 หุ่นยนต์ที่ชื่อว่า “Deep Blue” สามารถชนะแชมป์หมากรุกโลกได้ แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของหุ่นยนต์ในการวิเคราะห์และตัดสินใจได้เองโดยไม่ต้องใช้คำสั่งจากมนุษย์ จากนั้นเป็นต้นมาหุ่นยนต์ได้รับการพัฒนาทั้งความสามารถทางกายภาพและความคิดมาอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2542 บริษัทโซนี่ ประเทศญี่ปุ่น ได้พัฒนาหุ่นยนต์สุนัขชื่อ “Aibo” ที่มีความรู้สึกและตอบสนองได้ เป็นการเปลี่ยนบทบาทของหุ่นยนต์จากเครื่องกลที่มีประโยชน์ในการผลิตภาคอุตสาหกรรมเป็นหุ่นยนต์ที่มีอารมณ์และความรู้สึก และในปี พ.ศ. 2545 หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติตัวแรกของโลกชื่อ “Roomba” ได้ถูกนำออกจำหน่าย โดยประเทศไทยได้มีการใช้หุ่นยนต์ดูดฝุ่นซึ่งเป็นหุ่นยนต์บริการมาแล้วเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่าทศวรรษ และมีขยายการใช้งานไปยังร้านอาหารเพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันมีการใช้งานหุ่นยนต์ที่หลากหลายมากขึ้น อาทิ หุ่นยนต์ “Atlas” ที่สามารถหยิบจับของได้ สามารถทรงตัวบนพื้นผิวที่ไม่เรียบ สามารถโยนของและกระโดดตีสองเท้าได้ และหุ่นยนต์ “1L” หุ่นยนต์แกะสลักที่สามารถสร้างผลงานศิลปะขึ้นได้ เป็นต้น

#### 6.2.4 การใช้งานหุ่นยนต์ (International Federation of Robotics, 2565; ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2566)

จากวิวัฒนาการที่รวดเร็วและต่อเนื่องของหุ่นยนต์ ทำให้ปัจจุบันนี้หุ่นยนต์ได้เข้ามามีบทบาทมากมาย ทั้งการมีบทบาทสำคัญในการผลิตของภาคอุตสาหกรรม เพื่อช่วยเหลือนุ้ชย์จากการทำงานเดิมซ้ำ ๆ ที่น่าเบื่อ และงานที่เป็นอันตราย และการสร้างความสะดวกสบายให้กับมนุษย์ และการมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกและสนับสนุนช่วยเหลือในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เมื่อพิจารณาลักษณะการใช้งานของหุ่นยนต์ตามประเภทของหุ่นยนต์ โดยแบ่งตามเทคโนโลยีภายในตัวหุ่นยนต์ สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1) หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (industrial robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ถูกนำมาใช้ในระบบการผลิต สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติตามโปรแกรมที่ถูกเขียนไว้ และเคลื่อนไหวได้ใน 3 แกนหรือมากกว่า ซึ่งสามารถยึดอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ได้ เพื่อใช้ในระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม เช่น แขนกลในงานผลิตสินค้า

2) หุ่นยนต์บริการ (service robot) เป็นหุ่นยนต์ที่ถูกนำมาใช้ในงานอื่นที่ไม่ใช่งานอุตสาหกรรม เป็นเครื่องจักรที่มีกลไกถูกกำหนดด้วยการติดตั้งโปรแกรม สามารถเคลื่อนไหวไปปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ และทำงานร่วมกับมนุษย์ได้มากกว่าหุ่นยนต์อุตสาหกรรม โดยสามารถเคลื่อนที่ได้ 2 แกนในระนาบ

หรือมากกว่านั้นเช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำรวจอวกาศ โดยหุ่นยนต์บริการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 หุ่นยนต์บริการสำหรับมืออาชีพ (professional service robot) คือ หุ่นยนต์ที่ปฏิบัติหน้าที่ช่วยเหลือหรือสนับสนุนการทำงานของคนประเภทมืออาชีพ ซึ่งผู้ใช้ต้องผ่านการอบรมการใช้งาน เช่น หุ่นยนต์เพื่อการเกษตรและการทำฟาร์ม หุ่นยนต์ทำความสะอาด หุ่นยนต์เพื่อการก่อสร้างและรีดถนน หุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อการขนส่งสินค้า และหุ่นยนต์เพื่อการแพทย์ เป็นต้น

2.2 หุ่นยนต์บริการสำหรับผู้บริโภค (consumer service robot) คือ หุ่นยนต์ที่ปฏิบัติหน้าที่ช่วยเหลือหรือสนับสนุนการทำงานในรูปแบบบุคคล ซึ่งผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องผ่านการอบรมการใช้งาน เช่น หุ่นยนต์เพื่อใช้งานในบ้าน หุ่นยนต์เพื่อการศึกษาของเด็กและนักเรียน และหุ่นยนต์ช่วยเหลือผู้สูงอายุหรือผู้พิการ เป็นต้น

เทคโนโลยีหุ่นยนต์ในรูปแบบ Cobots มีการใช้งานในภาคอุตสาหกรรมหลัก 8 ประเภท ได้แก่ (1) อุตสาหกรรมอาหารและการเกษตร (2) อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์ (3) อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยี (4) อุตสาหกรรมโลหะและเครื่องจักรกล (5) อุตสาหกรรมยานยนต์และผู้รับเหมา (6) อุตสาหกรรมพลาสติกและโพลีเมอร์ (7) อุตสาหกรรมยาและเคมี และ (8) อุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์และการวิจัย

### 6.2.5 ราคาของหุ่นยนต์

ในปี ค.ศ. 2023 ราคาหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทั่วโลกโดยประมาณ 2,160 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อยูนิต เพิ่มขึ้นประมาณ 2,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อยูนิตจากปีก่อนหน้า โดยมีการคาดการณ์ว่าราคาหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทั่วโลกจะยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยราคาหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในภูมิภาคยุโรปจะมีราคาสูงที่สุด เฉลี่ยประมาณ 4,470 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อยูนิต ซึ่งโดยทั่วไปแล้วราคาต่อหน่วยของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะสูงกว่าหุ่นยนต์บริการอย่างมาก โดยราคาหุ่นยนต์บริการในภูมิภาคยุโรปเฉลี่ยประมาณ 1,400 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อยูนิต รองลงมาคืออเมริกาเหนือ มีราคาเฉลี่ยประมาณ 1,340 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อยูนิต (Statista, 2023a; Statista, 2023d; Statista, 2023e)

สำหรับราคาหุ่นยนต์ในประเทศไทยเมื่อแบ่งตามรูปแบบการทำธุรกิจของตลาดหุ่นยนต์ สามารถแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) การขาย โดยราคาขายหุ่นยนต์ส่งของรวมค่าติดตั้งโดยประมาณเท่ากับ 400,000 – 500,000 บาท ในขณะที่ราคาขายหุ่นยนต์บริการประเภทอื่น ๆ โดยประมาณจะเท่ากับ 100,000 – 2,000,000 บาท โดยราคาของหุ่นยนต์จะขึ้นกับฟังก์ชันการใช้งาน ความสวยงาม ระบบหน้าจอและเสียงภาษาไทย เป็นต้น และ (2) การเช่าซื้อ ในประเทศไทยจะนิยมเช่าซื้อหุ่นยนต์ส่งของและหุ่นยนต์บริการประเภทอื่น ๆ เป็นส่วนมาก โดยค่าเช่าบริการหุ่นยนต์ส่งของรวมค่าบำรุงรักษาโดยประมาณเท่ากับ 15,000 –

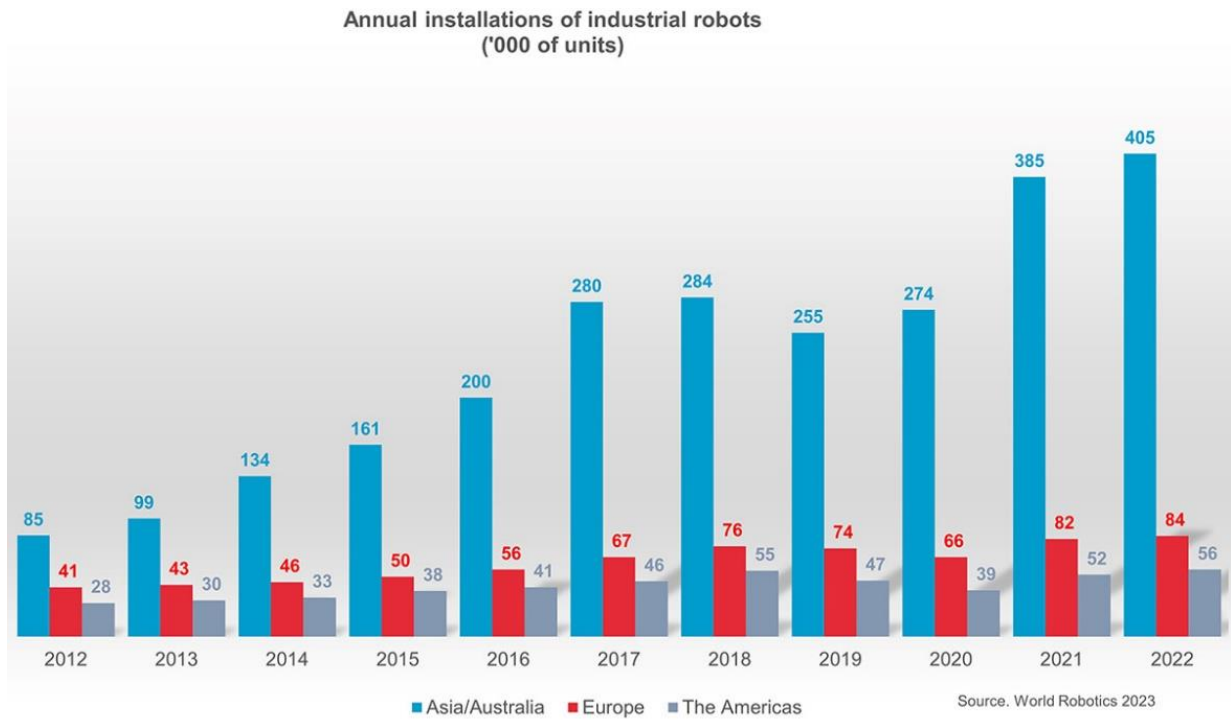
18,000 บาท/เดือน/ตัว และหากมีการเช่าบริการหลายปี ราคาเช่าหุ่นยนต์จะถูกกลง (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2566)

จากการที่หุ่นยนต์มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง จึงทำให้หุ่นยนต์ที่ใช้เทคโนโลยีรุ่นเก่าถูกแทนที่ (Disrupted) อย่างรวดเร็วด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ มีการพัฒนาอยู่ตลอด ผู้ใช้หุ่นยนต์ อาทิ ภาคอุตสาหกรรมที่ใช้หุ่นยนต์ในการผลิตเองก็ต้องปรับตัวให้รวดเร็วกับเทคโนโลยีใหม่ในหุ่นยนต์ เพื่อให้คงความสามารถในการแข่งขันทั้งทางด้านต้นทุนและประสิทธิภาพการผลิต ในขณะที่ผู้ใช้หุ่นยนต์ต้องเผชิญหน้ากับการปรับตัวเพื่อให้ทันกับเทคโนโลยีใหม่ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นั้น สิ่งอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ของประเทศไทยต้องเผชิญคือการผลิตหุ่นยนต์จากประเทศจีน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุจึงทำให้มีความต้องการหุ่นยนต์ภาคบริการเพิ่มขึ้น และการขยายตัวของเศรษฐกิจไทยในภาคบริการที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ของประเทศไทยมีโอกาสในการขยายตัวในอนาคต

### 6.2.6 แนวโน้มการใช้งานหุ่นยนต์ในโลก

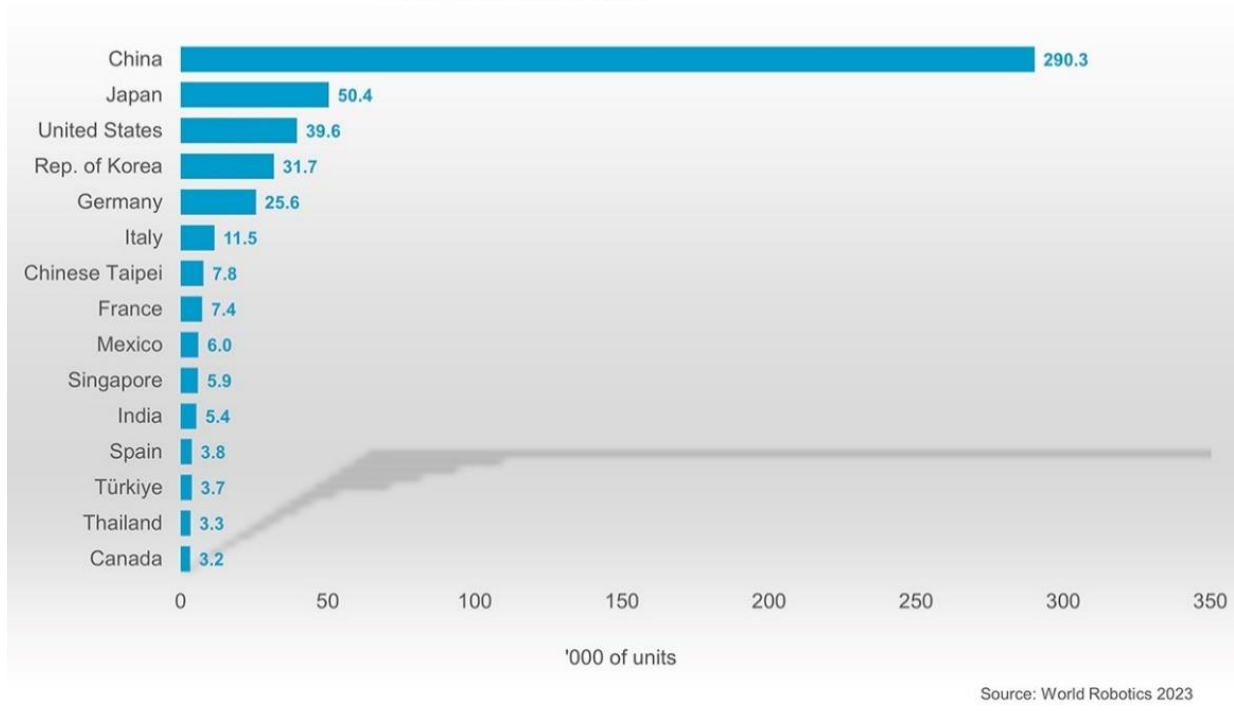
แม้ว่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี 2018-2022) ทั่วโลกเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมากมาย ไม่ว่าจะเป็น การที่ทั่วโลกต้องเผชิญหน้ากับภาวะการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 สงครามทางการค้า และความขัดแย้งทางด้านภูมิรัฐศาสตร์ แต่การใช้งานหุ่นยนต์ทั่วโลกยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ โดยในปี ค.ศ. 2023 ภูมิภาคเอเชียมีปริมาณหุ่นยนต์มากที่สุดในโลกจำนวนประมาณ 2.7 ล้านยูนิต รองลงมาคือยุโรปมีจำนวนหุ่นยนต์ประมาณ 743,000 ยูนิต และอเมริกาเหนือมีจำนวนหุ่นยนต์ประมาณ 55,000 ยูนิต (Statista, 2023b) และเมื่อพิจารณาแบ่งตามประเภทของหุ่นยนต์ พบว่าในปี ค.ศ. 2023 มีการใช้หุ่นยนต์บริการทั่วโลกประมาณ 4.09 ล้านยูนิต เพิ่มขึ้น 200,000 ยูนิตจากปีก่อนหน้า ในขณะที่มีการใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมประมาณ 450,000 ยูนิต ซึ่งคาดการณ์ว่าปริมาณหุ่นยนต์บริการจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่สูงกว่าปริมาณหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Statista, 2023c)

International Federation of Robotics (2023) ได้รายงานจำนวนการติดตั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมใหม่ทั่วโลก พบว่า จากปี ค.ศ. 2019 ทั่วโลกมีการติดตั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมใหม่ลดลงเล็กน้อยจากปี ค.ศ. 2018 แต่หลังจากนั้นได้ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 2022 มีการติดตั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมใหม่ถึง 553,052 ยูนิต เพิ่มขึ้น 5 เท่าจากปี ค.ศ. 2021 ซึ่งภูมิภาคเอเชียมีการติดตั้งหุ่นยนต์ใหม่มากที่สุดถึงร้อยละ 73 ของการติดตั้งหุ่นยนต์ใหม่ทั่วโลก



**รูปที่ 6-1** จำนวนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ติดตั้งใหม่แบ่งตามภูมิภาคตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 – 2022  
ที่มา: International Federation of Robotics (2023)

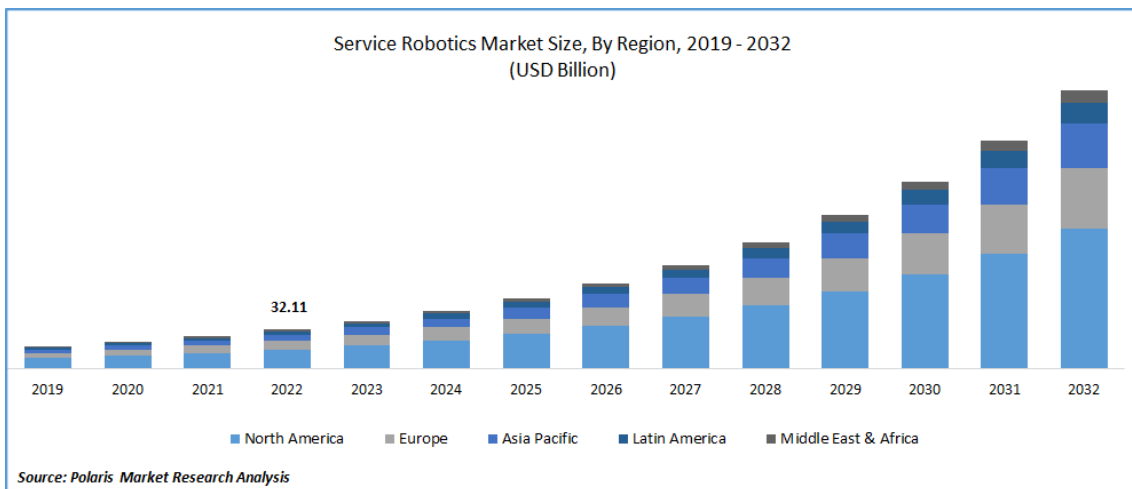
เมื่อพิจารณารายประเทศพบว่าประเทศจีนเป็นประเทศที่มีการติดตั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในปี ค.ศ. 2022 มากที่สุด โดยติดตั้ง 290,258 ยูนิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปีก่อนหน้า และเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 13 ต่อปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2018 - 2022 จำนวนการติดตั้งที่เพิ่มขึ้นอย่างมากมาหลายปีเกิดขึ้นเพื่อรองรับการขยายกำลังการผลิตสินค้าที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมยานยนต์ รองลงมาคือประเทศญี่ปุ่นมีการติดตั้งถึง 50,413 ยูนิต ซึ่งเป็นระดับที่เพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงก่อนสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในช่วงปี ค.ศ. 2019 นอกจากนี้ประเทศญี่ปุ่นยังคงเป็นประเทศผู้ผลิตหุ่นยนต์รายใหญ่ของโลก โดยมีส่วนแบ่งการตลาดถึงร้อยละ 46 ของการผลิตหุ่นยนต์ทั่วโลกอีกด้วย (International Federation of Robotics, 2023)

Annual installations of industrial robots  
15 largest markets 2022

รูปที่ 6-2 จำนวนหุ่นยนต์อุตสาหกรรมใหม่ที่ติดตั้งใหม่รายประเทศปี ค.ศ. 2022

ที่มา: International Federation of Robotics (2023)

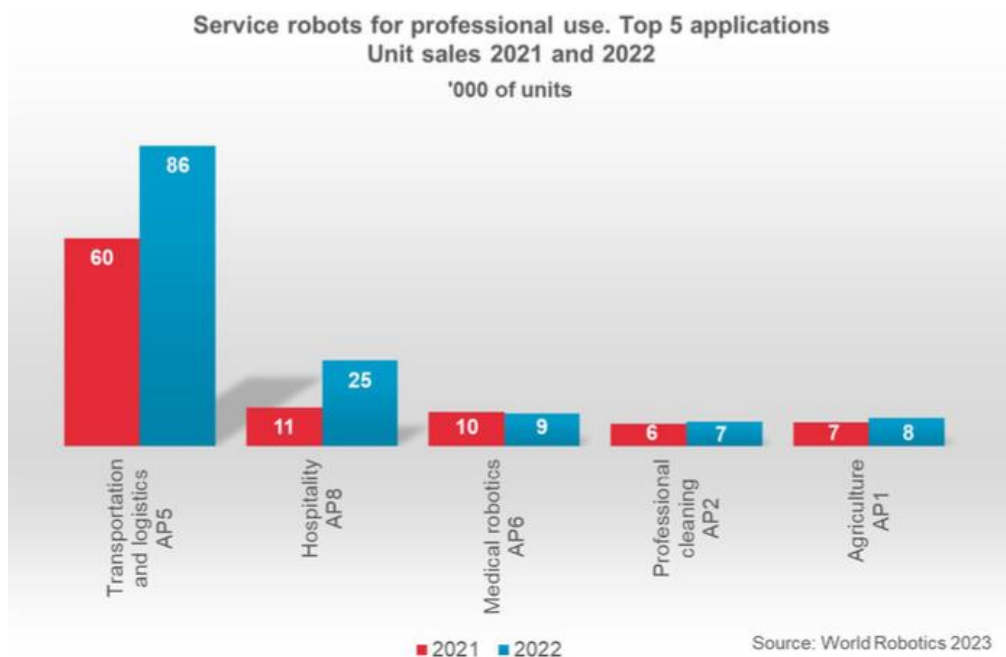
จากรายงานของ Polaris Market Research (2023) กล่าวว่าในปี ค.ศ. 2022 มูลค่าหุ่นยนต์บริการทั่วโลกมีมูลค่าตลาดถึง 32.11 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เนื่องจากความต้องการหุ่นยนต์บริการในช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เพิ่มขึ้น และคาดการณ์ว่าอัตราการเติบโตเฉลี่ยสะสมต่อปีในช่วงปี ค.ศ. 2023 - 2032 จะเท่ากับร้อยละ 21.6 เนื่องจากหุ่นยนต์บริการจะสามารถเข้ามาทำงานที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ได้เพิ่มขึ้น โดยคุณสมบัติที่เป็นที่ต้องการของหุ่นยนต์บริการสำหรับมืออาชีพคือการเคลื่อนไหว ความแม่นยำ ความเร็ว และความปลอดภัย นอกจากนี้ หุ่นยนต์บริการสำหรับผู้บริโภคมักจะถูกใช้งานในบ้าน และเพื่อความบันเทิง ดังนั้น หุ่นยนต์เหล่านี้จึงต้องมีคุณสมบัติขั้นสูง เช่น เซนเซอร์ทางอารมณ์ ปัญญาประดิษฐ์ ความรู้และจดจำเสียง และความเสมือนจริง



รูปที่ 6-3 มูลค่าตลาดหุ่นยนต์บริการทั่วโลกตั้งแต่ปี 2019-2032

ที่มา: Polaris Market Research (2023)

ในปี ค.ศ. 2022 หุ่นยนต์บริการสำหรับผู้บริโภคมียอดขายจำนวน 5 ล้านยูนิต ลดลงร้อยละ 12 จากปีก่อนหน้า ในขณะที่หุ่นยนต์บริการสำหรับมืออาชีพมียอดขายจำนวน 158,000 ยูนิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 48 จากปีก่อนหน้า โดยหุ่นยนต์บริการสำหรับมืออาชีพที่มียอดขายมากที่สุดคือหุ่นยนต์ขนส่งและโลจิสติกส์ (transportation and logistics) มียอดขายประมาณ 86,000 ยูนิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 44 จากปีก่อนหน้า รองลงมาคือหุ่นยนต์ต้อนรับ (hospitality) มียอดขายประมาณ 25,000 ยูนิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 125 จากปีก่อนหน้า



รูปที่ 6-4 ยอดขายหุ่นยนต์บริการสำหรับมืออาชีพปี ค.ศ. 2022

ที่มา: International Federation of Robotics (2023)

ดังนั้น จะเห็นได้ว่ายอดติดตั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมใหม่และยอดขายหุ่นยนต์บริการทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เกิดจากโครงสร้างประชากรโลกที่เปลี่ยนแปลงไป ประชากรเกิดใหม่มีจำนวนน้อยลงทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน จึงต้องใช้หุ่นยนต์มาทำงานทดแทนแรงงานที่ขาดแคลน และจากการมีประชากรสูงอายุมากขึ้นทำให้ความต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกมากขึ้น อีกทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เช่น AI ที่มีส่วนทำให้หุ่นยนต์สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานในรูปแบบที่หลากหลายได้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีส่วนช่วยให้การทำงานในกระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอีกด้วย (International Federation of Robotics, 2023)

### 6.2.7 การเข้ามาของหุ่นยนต์และการใช้งานหุ่นยนต์ในประเทศไทย

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมของไทยได้มีการนำหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติมาใช้ในระบบการผลิตสินค้ามากขึ้น เนื่องจาก หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติมีประโยชน์ในการแบ่งเบาภาระการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดรอบการผลิตลดต้นทุนการผลิต ลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต และมีส่วนในการเพิ่มความน่าเชื่อถือของคุณภาพสินค้าอีกด้วย โดยเฉพาะบทบาทที่เพิ่มเติมจากเดิมภายหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 หรือยุคความปกติใหม่ (new normal)

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2566) ได้รายงานมูลค่าตลาดหุ่นยนต์บริการสำหรับมืออาชีพที่มีการใช้งานส่วนใหญ่ในประเทศไทย (เฉพาะหุ่นยนต์ด้านการต้อนรับ การทำความสะอาด และการขนส่งและโลจิสติกส์) ในปี พ.ศ. 2565 มีมูลค่าประมาณ 398 ล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 30.5 จากปีก่อนหน้า และมีหุ่นยนต์อยู่ในตลาดประมาณ 1,600 ยูนิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 147.8 จากปีก่อนหน้า โดยหุ่นยนต์บริการด้านการส่งของและหุ่นยนต์ทำความสะอาดแบบมืออาชีพมีจำนวนมากที่สุดคือประมาณ 1,300 ยูนิต รองลงมาคือหุ่นยนต์ต้อนรับมีการใช้งานประมาณ 360 ยูนิต เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการทดแทนแรงงาน และการใช้หุ่นยนต์เป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีของผู้ประกอบการ จึงเป็นปัจจัยทำให้หุ่นยนต์ส่งของในร้านอาหารมีส่วนแบ่งทางการตลาดมากที่สุด โดยประมาณการว่าตลาดหุ่นยนต์บริการในประเทศไทยช่วงปี พ.ศ. 2566 - 2567 จะมีอัตราการเติบโตต่อปีประมาณร้อยละ 20 ซึ่งหุ่นยนต์ส่งของที่ใช้ในโรงพยาบาลจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นมากกว่า ในขณะที่หุ่นยนต์ส่งของที่ใช้ในร้านอาหารจะมีการเติบโตที่ชะลอลง และคาดว่าในอนาคตอาจมีการนำหุ่นยนต์ส่งของที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้เพราะมีราคาที่ถูกลง คล่องตัวสูง และบำรุงรักษาง่าย

นอกจากนี้ ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีการนำเข้าหุ่นยนต์อุตสาหกรรมมาจำหน่ายประมาณ 270,485 ยูนิต โดยคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2566 จะมีการนำเข้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 หรือประมาณ 370,000 ยูนิต เนื่องจาก ประชาชนต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกสบาย จึงยินดีจะจ่ายเพื่อซื้อเครื่องทุ่นแรงในการทำความสะดวกมากขึ้น

### 6.2.8 การคาดการณ์ความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตที่จะเพิ่มขึ้นจากการใช้หุ่นยนต์ในประเทศไทย

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต (internet) นับเป็นส่วนหนึ่งของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things (IoT) ซึ่งเป็นเครือข่ายการสื่อสารที่มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ยานพาหนะ หรือสิ่งอื่น ๆ โดยฝังระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ อุปกรณ์ตรวจจับ ที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลในโครงข่าย เพื่อให้มนุษย์สามารถควบคุม สั่งการอุปกรณ์ และสามารถนำข้อมูลจากอุปกรณ์เหล่านั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ดังนั้น หุ่นยนต์ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่มนุษย์สามารถควบคุมและสั่งการจึงต้องมีความเกี่ยวข้องกับการใช้งานอินเทอร์เน็ตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

### 6.2.9 หุ่นยนต์กับการใช้งานกับอินเทอร์เน็ต

การใช้งานหุ่นยนต์ในแต่ละประเภทไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์อุตสาหกรรมหรือหุ่นยนต์บริการต่างก็มีลักษณะการใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป อย่างไรก็ดี ไม่ว่าจะเป็หุ่นยนต์อุตสาหกรรมหรือหุ่นยนต์บริการต่างก็มีความเกี่ยวข้องกับอินเทอร์เน็ต อาทิ โดยเป็นการใช้งานอินเทอร์เน็ตประจำที่ (fixed broadband) เป็นหลัก

- หุ่นยนต์โดรนเพื่อการเกษตร โดรนพ่นยาฆ่าเชื้อใช้งาน (mobile broadband)
- อินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile broadband) และอินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed broadband)
- ได้ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยมีแอปพลิเคชัน
- การบังคับหุ่นยนต์ผ่านสมาร์ตโฟน
- การควบคุมจากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- หุ่นยนต์จ่ายยาอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เป็นหุ่นยนต์จ่ายยาอัตโนมัติที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับการจ่ายยาและแจ้งเตือนเวลาและการรับประทานยาในเครื่องเดียวกัน
- หุ่นยนต์อุตสาหกรรม น่าจะต้องใช้ fixed broadband
- การควบคุมหุ่นยนต์ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยใช้แอปพลิเคชันควบคุม โดยหุ่นยนต์จะต้องเชื่อมต่อ WiFi แต่แอปพลิเคชันควบคุมจะใช้อินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่หรือ WiFi ก็ได้

## ประเด็นที่ 1 การใช้ดิจิทัลเพื่อสุขภาพ (Healthy Human)

### ส่วนที่ 1: บทนำเรื่องสุขภาพดิจิทัล (Introduction to Digital Health)

- Precedence Research (2023) Digital Health Market (By Component: Software, Hardware, and Services; By Technology: Telehealthcare [Telehealth and Telecare], mHealth [Apps and Wearables], Digital Health Systems [E-prescribing Systems and Electronic Health Records], and Health Analytics) - Global Market Size, Trends Analysis, Segment Forecasts, Regional Outlook 2023 – 2032. Available at <https://www.precedenceresearch.com/digital-health-market>
- Seabrook, H. J., Stromer, J. N., Shevkenek, C., Bharwani, A., de Grood, J., & Ghali, W. A. (2014). Medical applications: a database and characterization of apps in Apple iOS and Android platforms. *BMC research notes*, 7(1), 1-8.
- World Health Organization [WHO]. (2020). *Global strategy on digital health 2020 – 2025* <https://www.who.int/docs/default-source/documents/gs4dhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf>
- Ziad Obermeyer, Ezekiel J. Emanuel. (2016, September 29) *Predicting the Future — Big Data, Machine Learning, and Clinical Medicine*. Massachusetts Medical Society. [https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp1606181#article\\_references](https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp1606181#article_references)
- European Commission. (2018 ,October). *Market study on Telemedicine*, [https://health.ec.europa.eu/system/files/2019-08/2018\\_provision\\_marketstudy\\_telemedicine\\_en\\_0.pdf](https://health.ec.europa.eu/system/files/2019-08/2018_provision_marketstudy_telemedicine_en_0.pdf)
- Enrico Coiera. (2006 ,May 27). *Communication systems in healthcare*. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1579411/pdf/cbr27\\_2p089.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1579411/pdf/cbr27_2p089.pdf)
- Elragal R, Elragal A and Habibipour A. (2023). *Healthcare analytics-A Literature review and Proposed research agenda*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdata.2023.1277976/full>
- กระทรวงสาธารณสุข. (2021, January 1). ยุทธศาสตร์สุขภาพดิจิทัล กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2564 – 2568. <https://ict.moph.go.th/th/extension/954>
- คณะกรรมการการสื่อสารโทรคมนาคม [กสทช.]. (2021). *การศึกษา telemedicine ในประเทศไทย* <https://dl.parliament.go.th/bitstream/handle/20.500.13072/588649/hrCR1625641111.pdf?sequence=1>

## ส่วนที่ 2: การแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

World Health Organization [WHO]. (2020). *Global strategy on digital health 2020 – 2025*.

<https://www.who.int/docs/default-source/documents/gs4dhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf>

European Commission. (2018, October). *Market study on Telemedicine*,

[https://health.ec.europa.eu/system/files/2019-08/2018\\_provision\\_marketstudy\\_telemedicine\\_en\\_0.pdf](https://health.ec.europa.eu/system/files/2019-08/2018_provision_marketstudy_telemedicine_en_0.pdf)

Caroline Omoanitse Alenoghena, Henry Ohiani Ohize , Achonu Oluwole Adejo , Adeiza James Onumanyi , Emmanuel Esebanme Ohihoin, Aliyu Iaris Balarabe, Supreme Ayewoh Okoh , Ezra Kolo, and Benjamin Alenoghena. (2023) *Telemedicine: A Survey of Telecommunication Technologies, Developments, and Challenges*. <https://www.mdpi.com/2224-2708/12/2/20>

HDC (2023) จังหวัดที่มีบริการการแพทย์ทางไกลตามเกณฑ์ที่กำหนด ปีงบประมาณ 2566 Available at

[https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report\\_kpi.php?flag\\_kpi\\_level=1&flag\\_kpi\\_year=2023&source=pformatted/formatg.php&id=cbd664002bac0b8f0ed57ccba8bfad19#](https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report_kpi.php?flag_kpi_level=1&flag_kpi_year=2023&source=pformatted/formatg.php&id=cbd664002bac0b8f0ed57ccba8bfad19#)

Kannampallil, T.; Ma, J. Digital Translucence: Adapting Telemedicine Delivery Post-COVID-19. *Telem. e-Health 2020*, 26, 1120–1122 <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/tmj.2020.0158>

Mohd Javaid, Adid Haleem, Ravi Pratap Singh, Rajiv Suman. (2023). 5G technology for healthcare: Features, serviceable, and applications.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949866X23000011>

Siriwardhana, Y., Gür, G., Ylianttila, M., & Liyanage, M. (2021). The role of 5G for digital healthcare against COVID-19 pandemic: Opportunities and challenges. *Ict Express*, 7(2), 244-252.

ttb analytics. (2023). ttb analytics มองธุรกิจ Telemedicine เป็นปัจจัยพลิกโฉมระบบสุขภาพไทย คาดระยะเริ่มต้นจะครอบคลุมสิทธิ์ผ่านประกันกลุ่มกว่า 2.6 ล้านราย. <https://www.ttbbank.com/th/analytics/business-industry/tourism-healthcare/20231503-ttb-analytics-telemedicine#>

คณะกรรมการการสื่อสารโทรคมนาคม [กสทช.]. (2021). *การศึกษา telemedicine ในประเทศไทย*

<https://dl.parliament.go.th/bitstream/handle/20.500.13072/588649/hrCR1625641111.pdf?sequence=1>

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ [สปสช.]. (2023). สปสช. เพิ่มบริการการแพทย์ทางไกล ดูแล 42 กลุ่มโรค ผ่านแอปสุขภาพ นำร่องพื้นที่ กทม. เริ่มแล้ววันนี้. <https://www.nhso.go.th/news/3952>

ภัทรวิรินทร์ อัดตะสาระ. (2020). DMS Virtual Hospitals DMS Telemedicine (A Way to Personal-based Medicine).

[https://ict.dmh.go.th/events/events/files/Telemed%20กรมจิต\\_ผอ.ภัทรวิรินทร์.pdf](https://ict.dmh.go.th/events/events/files/Telemed%20กรมจิต_ผอ.ภัทรวิรินทร์.pdf)

โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์. (2021). Bumrungrad Anywhere ไม่ว่าคุณจะอยู่ที่ไหน เราก็ไปบริการได้ทั่วถึง.

<https://www.bumrungrad.com/th/anywhere>

### ส่วนที่ 3: สุขภาพเคลื่อนที่ (mHealth)

- Cimjournal. (n.d.). Update: ทักษะที่จำเป็นสำหรับแพทย์ ยุคดิจิทัล. <https://cimjournal.com/special-articles/skills-doctors-digital-age/>
- Dileep, G. (2023, October 31). Everything You Need to Know About mHealth Apps. Appinventiv. <https://appinventiv.com/blog/everything-need-know-mhealth-apps/>
- Heckernoon. (2022, December 28). How Much Does it Cost to Develop a Health App. <https://hackernoon.com/how-much-does-it-cost-to-develop-a-health-app>
- Istepanian, R. S. (2022). Mobile health (m-Health) in retrospect: the known unknowns. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 3747.
- Klaudi, R. (2019, February 21). How much does it cost to develop a digital health app and why. Untitled.kingd. <https://www.untitledkingdom.com/blog/digital-health-app-development-costs>
- Kunal S, Onkar S, (2023, july). MHealth Market Statistics, Developments | Forecast - 2032. Allied Market Research. <https://www.alliedmarketresearch.com/mobile-health-market>.
- Precedence Research. (2022, August). mHealth Market (By Component: Apps and Wearables; By Application: Diagnosis, Monitoring, and Treatment; By Participants: Mobile Operators, Device Vendors, Content Players, Healthcare Providers) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2023 – 2032. <https://www.precedenceresearch.com/mhealth-market>
- Shariful, I. M. (2018). Theories applied to m-health interventions for behavior change in low-and middle-income countries: a systematic review. *Telemedicine and e-Health*.
- Simon, K. (2020, February 18). Digital 2020: Thailand. Datareportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2020-thailand>
- Simon, K. (2020, January 30). Digital 2020: global overview report. Datareportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2020-global-digital-overview>
- Simon, K. (2021, February 11). Digital 2021: Thailand. Datareportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2021-thailand>
- Simon, K. (2021, January 27). Digital 2021: global overview report. Datareportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report>
- Statista. (2018, November). Total global mHealth market forecast from 2016 to 2025. <https://www.statista.com/statistics/938544/mhealth-market-size-forecast-globally/>
- Successive digital. (n.d.). How Much Does Healthcare App Development Cost In 2023. <https://successive.tech/blog/healthcare-app-development-cost/>
- World Health Organization. (2011). mHealth: new horizons for health through mobile technologies. *mHealth: new horizons for health through mobile technologies*.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2021, January 1). ยุทธศาสตร์สุขภาพดิจิทัล กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2564 – 2568. <https://ict.moph.go.th/th/extension/954>

#### ส่วนที่ 4: ระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital Health Systems)

All American Hospice. (2022, August 17). *A Guide to Health Care Systems*.

<https://myallamericanhospice.com/guide-health-care-systems/>

Rawan Elragal, Ahmed Elragal\* and Abdolrasoul Habibipour. (2023, October 05)

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdata.2023.1277976/full>

HealthIT.gov. (2019, September 10). What is electronic prescribing? <https://www.healthit.gov/faq/what-electronic-prescribing>

Rajiur Rahman & Chandan K. Reddy. (2015). Chapter 2 Electronic Health Records: Survey, *Healthcare Data Analytics*, (22-52). <https://dmkd.cs.vt.edu/papers/HDA-EHR.pdf>

HealthIT.gov. (2019, September 10). What is electronic prescribing?. <https://www.healthit.gov/faq/what-electronic-prescribing>

Pro Health ware. (2022). *ความแตกต่างระหว่าง Electronic medical Records และ Electronic Health Record*

<https://prohealthware.com/th/differences-between-electronic-medical-records-emr-and-electronic-health-records-ehr/>

Leona Rajae. (2023, May 17). *EMR vs. EHR : what are the Differences?*. Elation.

<https://www.elationhealth.com/resources/blogs/the-difference-between-emrs-vs-ehrs>

Reed T. Sutton, David Pincock, Daniel C. Baumgart, Daniel C. Sadowski, Richard N. Fedorak and Karen I. Kroeker. (2023). *An overview of clinical decision support systems: banefits,risks, and strategies for success*. <https://www.nature.com/articles/s41746-020-0221-y.pdf>

Kartik Subodh Ballal. (2021, June 2021). *Application of Augmented reality in healthcare*. Wipro.

<https://www.wipro.com/innovation/application-of-augmented-reality-in-healthcare/>

Mesko, B. (2023, November 16). *5 Ways Medical Virtual Reality Is Already Changing Healthcare*.

<https://medicalfuturist.com/5-ways-medical-vr-is-changing-healthcare/>

HealthCatalyst. (2021). *Health Data & Analytics 2021*. <https://www.healthcatalyst.com/news/health-data-analytics-2021>

Mandala AI. (2023, March 23). *Artificial intelligence (AI) คืออะไร ? เครื่องมือไหนบ้างที่ใช้*.

<https://www.mandalasystem.com/blog/th/297/What-is-artificial-intelligence-AI>

Thomas Davenport and Ravi Kalakoda. (2019). *The potential for artificial intelligence in healthcare*. *Future Healthcare Journal*, 2019(6). 94-8.

<https://www.rcpjournals.org/content/futurehosp/6/2/94.full.pdf>

Wang L, Alexander CA. (2020, June 5). *Big data analytics in medical engineering and healthcare: methods, advances and challenges*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32498594/>

Mohd Javaid, Adid Haleem,Ravi Pratap Singh, Rajiv Suman. (2023). *5G technology for healthcare: Features, serviceable, and applications*.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949866X23000011>

- Techsauce Team. (2021,24 พฤศจิกายน). สจล.ลุย Metaverse เปิดตัว KMITL Interactive Digital Center ศูนย์วิจัย และเรียนรู้เทคโนโลยีโลกเสมือนครบวงจรแห่งแรกในไทย. <https://techsauce.co/metaverse/kmitl-interactive-digital-center-metaverse>
- Statista. (2023, January 17). State of big data/AI adoption among firms worldwide 2019-2023. <https://www.statista.com/statistics/742993/worldwide-survey-corporate-disruptive-technology-adoption/>
- Future, M. R. (2023, June 14). Healthcare Big Data Analytics market size worth USD 794.08 billion by 2030 at 24.26% CAGR – Report by Market Research Future (MRFR). GlobeNewswire News Room. <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/06/14/2687890/0/en/Healthcare-Big-Data-Analytics-Market-Size-Worth-USD-794-08-Billion-by-2030-at-24-26-CAGR-Report-by-Market-Research-Future-MRFR.html>
- Vejdani et al. (2022). BMC Medical Informatics and Decision Making <https://doi.org/10.1186/s12911-022-01948-w>
- Mordor Intelligence (n.d.) Clinical decision support Systems market insights. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/clinical-decision-support-systems-market>
- Watson. (2022). IBM Global AI Adoption Index 2022, 2022, 1-20. [www.ibm.com/downloads/cas/FGVAGA3JP&usg=AOvVaw1TXSNJdN6Bl86HfXAu0Wjy&opi=89978449](http://www.ibm.com/downloads/cas/FGVAGA3JP&usg=AOvVaw1TXSNJdN6Bl86HfXAu0Wjy&opi=89978449)
- Devabit. (2023, September 10). 5 Charts to Understand the Mainstream AR & VR Adoption. <https://devabit.com/blog/ar-vr-mass-adoption/>
- HealthIT.gov. (n.d.a). National Trends in hospital and physician adoption of electronic health Records. <https://www.healthit.gov/data/quickstats/national-trends-hospital-and-physician-adoption-electronic-health-records>
- HealthIT.gov. (n.d.b). What are electronic health records (EHRs)?. <https://www.healthit.gov/topic/health-it-and-health-information-exchange-basics/what-are-electronic-health-records-ehrs>
- Grand View Research (n.d.) E-Prescribing Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Solutions, Services), By Delivery Mode, By End-use, By Usage Methods, By Substances, By Specialties, By Region, And Segment Forecasts, 2023 - 2030. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/e-prescribing-market>
- กระทรวงสาธารณสุข. (2021, January 1). ยุทธศาสตร์สุขภาพดิจิทัล กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2564 - 2568. <https://ict.moph.go.th/th/extension/954>
- นวนรณ ธีระอัมพรพันธุ์. (2014, November 2). Electronic Health Records, Personal Health Records & Meaningful Use. <https://www.slideshare.net/nawanan/ehrs-phrs-and-meaningful-use>
- คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล. (2566, กุมภาพันธ์ 1). ศิริราชเปิดตัว 2 นวัตกรรม สุดล้ำ พัฒนาการวินิจฉัยเอกซเรย์ด้วย AI และรักษาโรคสันหลังที่เฝ้ารอสาเหตุ MRI และอัลตราซาวด์ [https://www.si.mahidol.ac.th/th/hotnewsdetail.asp?hn\\_id=2884](https://www.si.mahidol.ac.th/th/hotnewsdetail.asp?hn_id=2884)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2023, February 4). แพทย์จุฬาฯ ผนึก ทูร ดิจิทัล ดึงเทคโนโลยี AR เสริมประสิทธิภาพด้านการแพทย์ <https://www.chula.ac.th/clipping/103581/>

หน่วยประสาทศัลยกรรมก้องศลยกรรมโรงพยาบาลภูมิพลดุสิต. (2562). หลักสูตรการฝึกอบรมแพทย์ ประจำบ้านเพื่อวุฒิบัตรแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบอาชีพเวชกรรมสาขา ประสาทศัลยศาสตร์. 2562(1). 1-179. <https://www.rcnst.or.th/public/new/files/1641397926.pdf>

กระทรวงดิจิทัลเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม. (2022) การคาดการณ์อนาคต เทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035. <https://www.depa.or.th/storage/app/media/file/Second%20Deliverable%20RevVer%20TH%20V12%20140819%20FIN.pdf>

กิตติยาพร ทองไทย, น้องเล็ก คุณวรชาติชัย, แสงว วุฒิธรณกิจ. (2019, กุมภาพันธ์ 7) การยอมรับการใช้เวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ของคลินิกแพทย์และทันตแพทย์. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/TJPP/article/view/170920>

## ส่วนที่ 5: แนวโน้มการใช้นวัตกรรมในสุขภาพดิจิทัล (Innovation Trends in Digital Health)

Kuszk, J. (2023). The Hype cycle of the top 50 emerging digital health trends. Available at <https://medicalfuturist.com/healthcare-trends-hype-cycle/>

## ส่วนที่ 6: ภาพรวมสุขภาพดิจิทัลและผลกระทบต่ออุตสาหกรรมโทรคมนาคม (The Digital Health Sector and Impacts on the Telecommunication Sector)

Statista (2023a) Digital Health – Worldwide. Available at <https://www.statista.com/outlook/hmo/digital-health/worldwide#revenue>

Statista (2023b) Digital Health – Thailand. Available at <https://www.statista.com/outlook/hmo/digital-health/thailand#revenue>

DMH Data Center (2023) การบริการด้านสุขภาพจิต Available at <https://dtdc.dmh.go.th/SysReport201Dashboard>

DGA (2023) จำนวนผู้เข้ารับบริการ Telemedicine Available at <https://data.go.th/dataset/msd006>

HDC (2023) จังหวัดที่มีบริการการแพทย์ทางไกลตามเกณฑ์ที่กำหนด ปีงบประมาณ 2566 Available at [https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report\\_kpi.php?flag\\_kpi\\_level=1&flag\\_kpi\\_year=2023&source=pformatted/formatg.php&id=cbd664002bac0b8f0ed57caba8bfad19#](https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report_kpi.php?flag_kpi_level=1&flag_kpi_year=2023&source=pformatted/formatg.php&id=cbd664002bac0b8f0ed57caba8bfad19#)

HITAP (2023) บริการสุขภาพยุคใหม่ การศึกษาเพื่อสนับสนุนระบบบริการการแพทย์ทางไกล (telemedicine) Available at <https://www.hitap.net/documents/186238>

Phangnga Provincial Public Health Office (2022) ความก้าวหน้าโครงการพัฒนาระบบรักษาพื้นที่ทางไกล และพื้นที่เกาะ Telehealth / Telemedicine จังหวัดพังงา Available at <http://www.pngo.moph.go.th/pna/wp-content/uploads/2022/03/5.2-Telehealth.pdf>

- Fitabase (2023) Fitbit App Data Usage. Available at <https://www.fitabase.com/resources/knowledge-base/working-with-participants/fitbit-app-data-usage/#:~:text=Internal%20testing%20has%20confirmed%20that,approximately%2010.2%20MB%20per%20month>
- Ada (2023) Ada Clinical and Diagnostic App. Available at <https://ada.com/app/>
- Iyawa, G. E., Herselman, M., & Botha, A. (2016). Digital health innovation ecosystems: From systematic literature review to conceptual framework. *Procedia Computer Science*, 100, 244-252.
- Portnoy, J. M., Pandya, A., Waller, M., & Elliott, T. (2020). Telemedicine and emerging technologies for health care in allergy/immunology. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 145(2), 445-454.
- Khan, Z. F., & Alotaibi, S. R. (2020). Applications of artificial intelligence and big data analytics in m-health: a healthcare system perspective. *Journal of healthcare engineering*, 2020, 1-15.
- Pradhan, B., Bhattacharyya, S., & Pal, K. (2021). IoT-based applications in healthcare devices. *Journal of healthcare engineering*, 2021, 1-18.
- Paul, M., Maglaras, L., Ferrag, M. A., & AlMomani, I. (2023). Digitization of healthcare sector: A study on privacy and security concerns. *ICT Express*.
- Alenoghena, C. O., Ohize, H. O., Adejo, A. O., Onumanyi, A. J., Ohihoin, E. E., Balarabe, A. I., ... & Alenoghena, B. (2023). Telemedicine: a survey of telecommunication technologies, developments, and challenges. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 12(2), 20.
- Nawaz, N. A., Abid, A., Rasheed, S., Farooq, M. S., Shahzadi, A., & Mubarik, I. (2022). Impact of telecommunication network on future of telemedicine in healthcare: A systematic literature review. *Int. J. Adv. Appl. Sci*, 9, 122-138.
- Islam, M. M., Nooruddin, S., Karray, F., & Muhammad, G. (2022). Internet of Things: Device Capabilities, Architectures, Protocols, and Smart Applications in Healthcare Domain. *IEEE Internet of Things Journal*, 10(4), 3611-3641.
- Ahmadi, H., Arji, G., Shahmoradi, L., Safdari, R., Nilashi, M., & Alizadeh, M. (2019). The application of internet of things in healthcare: a systematic literature review and classification. *Universal Access in the Information Society*, 18, 837-869.
- Alam, S., Bhatia, S., Shuaib, M., Khubrani, M. M., Alfayez, F., Malibari, A. A., & Ahmad, S. (2023). An overview of blockchain and IoT integration for secure and reliable health records monitoring. *Sustainability*, 15(7), 5660.

## ประเด็นที่ 2 ประสบการณ์ชีวิตในโลกที่เชื่อมต่อ (Connected Experience)

AimproSoft. (2023, March 23). Internet of Things in the Automotive Industry: Solutions for Vehicles, Smart, and Connected Cars. Retrieved 20 August 2023 from

<https://www.aimprosoft.com/blog/automotive-iot-use-cases-for-cars-vehicles/>

Alriksson, F., Drugge, O., Furuskär, A., Kang, D.H., Kronander, J., Pradas, J.L., & Sun, Y. (2023, April 4). Future network requirements for extended reality applications. Ericsson

Technology Review, 1-12. <https://www.ericsson.com/496150/assets/local/reports-papers/ericsson-technology-review/docs/2023/future-network-requirements-for-xr-apps.pdf>

Arnon Puitrakul. (2564, ตุลาคม 28). Edge Computing เบื้องหลังของ Technology ที่มี Privacy และ Smart ไปพร้อม ๆ กัน. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2566 จาก <https://arnondora.in.th/what-is-edge-computing/>

Big Data Thailand. (2565, มีนาคม 18). 6 แนวทางยอดนิยมของการใช้งาน Data Fabrics. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2566 จาก <https://bigdata.go.th/movements/6-data-fabrics-use-cases/>

Cao, K., Liu, Y., Meng, G., & Sun, Q. (2020). An overview on edge computing research. IEEE access, 8, 85714-85728. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2991734.

<https://blog.cloudhm.co.th/what-is-edge-computing/>

Carrasco, M.D.O. & Chen, P.H. (2021). Application of Mixed Reality for Improving Architectural Design Comprehension Effectiveness. Automation in Construction, Vol.126, DOI: 10.1016/j.autcon.2021.103677

Chuah, S. H. W. (2018). Why and who will adopt extended reality technology? Literature review, synthesis, and future research agenda. Literature Review, Synthesis, and Future Research Agenda (December 13, 2018).

Cloud HM. (2564, มกราคม 19). Edge Computing ระบบการประมวลผลขนาดจิ๋ว ๆ แต่ไม่จิ๋วอย่างที่คิด. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2566 จาก <https://blog.cloudhm.co.th/what-is-edge-computing/>

Columbus, L. (2022, April 18). Why private edge networks are gaining popularity. Retrieved 19 November 2023 from <https://venturebeat.com/security/why-private-edge-networks-are-gaining-popularity-in-the-enterprise-right-now/>

Corsac Tech. (2021, April 9). VR/AR market analysis and trends. Retrieved 18 November 2023 at <https://blog.corsactech.com/vr-ar-market-analysis-and-trends>

- Davenport, D. (2022, May 16). How telco and auto are joining forces to take cars to the next level of connectivity (Reader Forum). Retrieved 18 November 2023 at <https://www.rcrwireless.com/20220516/business/how-telco-and-auto-are-joining-forces-to-take-cars-to-the-next-level-of-connectivity-reader-forum>
- Denodo. (2023). Discover the Future of Data Management 2023 Gartner Hype Cycle for Data Management. Retrieved 18 November 2023 at <https://www.denodo.com/en/document/analyst-report/gartner-hype-cycle-data-management-2023>
- Depa. (2563). การคาดการณ์อนาคต เทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035. [online] (น.149). <https://www.depa.or.th/storage/app/media/file/Second%20Deliverable%20RevVer%20TH%20V12%20140819%20FIN.pdf>
- ETDA. (2563). ปรับไลฟ์สไตล์ชีวิตใหม่รับ New Normal หลังวิกฤตโควิด-19 รอดได้ด้วย Digital Technology. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2566 จาก <https://www.etda.or.th/th/Useful-Resource/knowledge-sharing/articles/New-Normal-Lifestyle.aspx?feed=590fb9ad-c550-4bc5-9a56-459ad4891d74>
- Fortune Business Insights. (2023, May). Data Fabric Market Size. Retrieved 18 November 2023 at <https://www.fortunebusinessinsights.com/data-fabric-market-105979>
- Fortune Business Insights. (2023, October 25). Edge Computing Market Size to Surpass USD 139.58 Billion by 2030. Retrieved 18 November 2023 at <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/10/25/2766372/0/en/Edge-Computing-Market-Size-to-Surpass-USD-139-58-Billion-by-2030-exhibiting-a-CAGR-of-36-3.html#:~:text=Pune%2C%20India%2C%20Oct.,36.3%25%20during%20the%20forecast%20period.>
- Garner, A. (2022, June 28). What's the Difference Between AR, VR, MR and XR?. In Kaloo. Retrieved 19 November 2023 from <https://kaalo.com/whats-the-difference-between-ar-vr-mr-and-xr/>
- Gartner. (2018, October 3). What Edge Computing Means for Infrastructure and Operations Leaders. Retrieved 19 November 2023 from <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/what-edge-computing-means-for-infrastructure-and-operations-leaders>

- Gartner. (2018). Gartner Hype Cycle for Data Management Positions Three Technologies in the Innovation Trigger Phase in 2018. Retrieved 19 November 2023 from <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-09-11-gartner-hype-cycle-for-data-management-positions-three-technologies-in-the-innovation-trigger-phase-in-2018>
- Gartner. (2023). Gartner Hype Cycle for Revenue and Sales Technology, 2023. Retrieved 19 November 2023 from <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-08-17-gartner-says-generative-ai-is-at-the-peak-of-inflated-expectations-for-revenue-and-sales-technology>
- Grand View Research. (2022). Data Fabric Market Size. Retrieved 19 November 2023 from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/data-fabric-market-report>
- Hadavi, M. (2023, April 14). What is edge computing and why is it so important?. In NTT Data. Retrieved 19 November 2023 from [https://services.global.ntt/en-us/insights/blog/what-is-edge-computing-and-why-is-it-so-important?utm\\_source=PPCSiteLink&utm\\_medium=Paid&utm\\_campaign=NTTGL\\_Edge&utm\\_content=WhatisEdgeComputingBlog&gclid=EAlaIqobChMI5va\\_0r3PgAMV6oNLBR29bwy6EAAYASABEgLPYfD\\_BwE](https://services.global.ntt/en-us/insights/blog/what-is-edge-computing-and-why-is-it-so-important?utm_source=PPCSiteLink&utm_medium=Paid&utm_campaign=NTTGL_Edge&utm_content=WhatisEdgeComputingBlog&gclid=EAlaIqobChMI5va_0r3PgAMV6oNLBR29bwy6EAAYASABEgLPYfD_BwE)
- He, Z., Sui, X., Jin, G., & Cao, L. (2019). Progress in virtual reality and augmented reality based on holographic display. *Applied Optics* 58(5). DOI: 10.1364/AO.58.000A7
- IBM. (2017). Ushering in the Era of Connected Experiences, pp. 2–4. Retrieved 15 November 2023 at <https://www.ibm.com/downloads/cas/RJ2VB2MN#:~:text=Connected%20experiences%20leverage%20data%20from,a%20personalized%20and%20efficient%20way>
- IBM. (n.d.). What is a data fabric?. Retrieved 15 August 2023 at <https://www.ibm.com/topics/data-fabric>
- It24hours. (2566, พฤษภาคม 2566). VR AR MR XR คืออะไร? ต่างกันยังไง?. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2566 จาก <https://www.it24hrs.com/2023/vr-ar-mr-xr-reality-technology/>
- ISMAL, M. Y., Beg, M. S., Jamlos, M. F., Azmi, W. H., Badrulhisam, N. H., & Awad, O. I. (2022). Potential and Limitation of Internet of Things (IOT) Application in the Automotive Industry: An Overview. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 19(3), 9939-9949. DOI: 10.15282/ijame.19.3.2022.06.0766

- Keen Collective. (2562, สิงหาคม 29). Reality ที่แตกต่างของ AR VR MR และ XR. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2566 จาก <https://www.keencollective.co.th/ar-blog/reality-ที่แตกต่างของ-ar-vr-mr-และ-xr/>
- Khan, W. Z., Ahmed, E., Hakak, S., Yaqoob, I., & Ahmed, A. (2019). Edge computing: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 97, 219-235. DOI: 10.1016/j.future.2019.02.050
- Kirz. (2566, มกราคม 11). Edge Computing VS Cloud computing ความแตกต่างสำคัญที่ต้องรู้. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2566 จาก <https://kirz.com/รายละเอียดบทความ/edge-computing-vs-cloud-computing>
- Korobeyko, T. (2022, May 16). Data fabric architecture: building blocks, use cases, and benefits. Retrieved 21 August 2023 from <https://www.itransition.com/blog/data-fabric-architecture?fbclid=IwAR1Zl0Bg0d12yo2KLDITCDltbiDBszD-XFynby7Pv49kA3AZxSMNaug8PcM>
- Kuftinova, N. G., Maksimychev, O. I., Ostroukh, A. V., Volosova, A. V., & Matukhina, E. N. (2022, March). Data fabric as an effective method of data management in traffic and road systems. In *2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications* (pp. 1-4). IEEE. DOI: 10.1109/IEEECONF53456.2022.9744402
- MMR. (2022). Data Fabric Market. Retrieved 17 November 2023 at <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-data-fabric-market/100333/>
- Muth, L.C. (2017). Gartner Hype Cycle predicted AR and VR. Retrieved 17 November 2023 at <https://twitter.com/lisacmuth/status/903201670552748032?lang=ro>
- Nødskov, N. (2022, August 12). IoT: The Future of Technology in the Automotive Industry. Retrieved 21 August 2023 from <https://onomondo.com/blog/iot-the-future-of-technology-in-the-automotive-industry/>
- Ooi, J. (2020, December 10). Shifting the Future of Automotive Industry to Top Gear with IoT and 5G. Retrieved 21 August 2023 from <https://www.keysight.com/blogs/inds/2020/12/10/shifting-the-future-of-automotive-industry-to-top-gear-with-iot-and-5g>

- Panamax Inc. (2021, August 18). Edge Computing: Shaping the Future of Telecom Industry. Retrieved 21 August 2023 at <https://www.linkedin.com/pulse/edge-computing-shaping-future-telecom-industry-panamax-inc->
- Pomerantz, J. (2019). Teaching and learning with extended reality technology. Information and technology transforming lives: connection, interaction, innovation.
- PrecedenceResearch, (2023). Edge Computing Market. Retrieved 17 November 2023 at <https://www.precedenceresearch.com/edge-computing-market>
- Rahim, M. A., Rahman, M. A., Rahman, M. M., Asyhari, A. T., Bhuiyan, M. Z. A., & Ramasamy, D. (2021). Evolution of IoT-enabled connectivity and applications in automotive industry: A review. *Vehicular Communications*, 27, 100285. DOI: 10.1016/j.vehcom.2020.100285
- PSMarketresearch. (2022). Connected Car Market. Retrieved 21 August 2023 from <https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/connected-car-market>
- Rhigini, E. (2022, March 1). Edge computing: what are the opportunities for the telco sector? Retrieved 21 August 2023 from <https://www.doxee.com/blog/technology/edge-computing-what-are-the-opportunities-for-the-telco-sector/>
- Ross, P.E. (2015, August 21). Gartner to World: Peak Hype For Robocars. Retrieved 21 August 2023 from <https://spectrum.ieee.org/gartner-to-world-peak-hype-for-robocars>
- Samsung. (2565, พฤศจิกายน 7). ไขข้อสงสัยประสบการณ์ Extended Reality ในเอเชียแปซิฟิก. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2566 จาก <https://www.samsung.com/th/business/insights/demystifying-extended-reality-experiences-in-asia-pacific/>
- ScaleFresh. (2020, December 11). Understanding Data Fabric: 6 Main Components & What They Do. Retrieved 21 August 2023 from <https://scalefresh.com/understanding-data-fabric-6-main-components-what-they-do/>
- Severoni, E. (2022, February 10). The impact of the Internet of Things in the Automotive sector. Retrieved 21 August 2023 from <https://www.doxee.com/blog/technology/iot-and-automotive/>
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. (2016). Edge computing: Vision and challenges. *IEEE internet of things journal*, 3(5), 637-646. DOI: 10.1109/JIOT.2016.2579198
- Sotatek. (2023, June 26). Automotive IoT: What is the Impact of IoT in Vehicles?. Retrieved 21 August 2023 at <https://www.sotatek.com/automotive-iot-what-is-the-impact-of-iot-in-vehicles/>

- Statista. (2023). AR & VR – Thailand. Retrieved 20 November 2023 from <https://www.statista.com/outlook/amo/ar-vr/thailand>
- Statista Market Insights (2023, September). Internet-of-Things – Thailand. Retrieved 20 November 2023 from <https://www.statista.com/outlook/tmo/internet-of-things/thailand#revenue>
- Taylor, P. (2023) New Internet of Things (IoT) connections in 2025 compared to 2019, Statista. Retrieved 15 November 2023 at <https://www.statista.com/statistics/1101127/new-iot-connections-by-2025/>
- Techtalkthai. (2565, มิถุนายน 16). Data Fabric กับ 5 วิธีการยกระดับกลยุทธ์ด้าน Data ขององค์กรโดย IBM. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2566 จาก <https://www.techtalkthai.com/5-ways-to-optimize-data-strategy-with-data-fabric-by-ibm/>
- Tisco Wealth. (n.d.). สองเทคโนโลยี XR-Extended Reality กับบทบาทในธุรกิจยุคใหม่. Trust Vol.59. [online] <https://www.tiscowealth.com/trust-magazine/issue-59/global-trend-59.html>
- Thai Config. (2566, เมษายน 1). Edge Computing คืออะไร. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2566 จาก <https://thaiconfig.com/uncategorized/what-is-edge-computing/>
- Thales Group. (2020). Gartner Hype Cycle for Connected Vehicles and Smart Mobility, 2020. Retrieved 15 November 2023 from <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/documents/Gartner-connected-vehicles>
- Yaung, D. (2023). How IoT and private 5G support edge-computing success Edge computing, private 5G and IoT: how they fit together and why they're the perfect blend for your business. In NTT Data. Retrieved 18 November 2023 from [https://services.global.ntt/en-us/insights/blog/how-iot-and-private-5g-support-edge-computing-success?utm\\_medium=Paid&utm\\_source=PPCSiteLink&utm\\_campaign=NTTGL\\_Edge&utm\\_content=WhatisEdgeComputingBlog](https://services.global.ntt/en-us/insights/blog/how-iot-and-private-5g-support-edge-computing-success?utm_medium=Paid&utm_source=PPCSiteLink&utm_campaign=NTTGL_Edge&utm_content=WhatisEdgeComputingBlog)
- York, H. (2022, November 11). Internet of Things & Telecom — How IoT Impacts The Telecom Industry in Industries Reviews. Retrieved 15 November 2023 at <https://www.helpwire.app/blog/iot-in-telecom/>
- สถาบันนวัตกรรมและธรรมเนียมปฏิบัติข้อมูล. (2565, พฤศจิกายน 30). เจาะลึก! Data Fabric คืออะไร ช่วยองค์กรยังไงบ้าง?. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2566 จาก <https://digi.data.go.th/blog/what-is-data-fabric/#:~:text=“Data%20Fabric”%20คือการออกแบบ,ของการทำงานด้านข้อมูล>

เอนอซ์นา นิรันตสุขรัตน์. (2563). Edge และ Cloud ในยุคโรงงานอัจฉริยะ. ใน NECTEC NSTDA. (น. 1-11).  
<https://www.nectec.or.th/news/news-public-document/edge-cloud-smartfactory.html>

### ประเด็นที่ 3 ข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์ (Data and AI)

- [1] Rydning, David Reinsel-John Gantz-John, John Reinsel, and John Gantz. "The digitization of the world from edge to core." Framingham: International Data Corporation 16 (2018): 1-28.
- [2] Data growth worldwide 2010-2025 | Statista
- [3] Gantz J, Reinsel D (2011) Extracting value from chaos. IDC iView, pp 1–12
- [4] De Mauro, Andrea, Marco Greco, and Michele Grimaldi. "A formal definition of Big Data based on its essential features." *Library review* 65.3 (2016): 122-135.
- [5] Kitchin, R., & McArdle, G. (2016). What makes Big Data, Big Data? Exploring the ontological characteristics of 26 datasets. *Big Data & Society*, 3(1).  
<https://doi.org/10.1177/2053951716631130>
- [6] Gandomi, Amir, and Murtaza Haider. "Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics." *International journal of information management* 35.2 (2015): 137-144.
- [7] Kitchin, Rob, and Gavin McArdle. "What makes Big Data, Big Data? Exploring the ontological characteristics of 26 datasets." *Big Data & Society* 3.1 (2016): 2053951716631130.
- [8] หนังสือ Big Data Series 1: Introduction to a Big Data Project ปฐมบทในการทำโปรเจกต์บิ๊กดาต้า  
ผู้แต่ง: อสมมา กุลวานิชไชยนันท
- [9] ประมวลสาระชุดวิชา วิทยาการข้อมูลและข้อมูลขนาดใหญ่ Data Science and big Data ผู้จัดทำ:  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- [10] S. Sagiroglu and D. Sinanc, "Big data: A review," 2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS), San Diego, CA, USA, 2013, pp. 42-47, doi: 10.1109/CTS.2013.6567202.
- [11] (2023). Top Data Analytics Tools for 2023. The SMB Guide. URL:  
<https://www.thesmbguide.com/data-analytics-tools>

- [12] K. Zheng, Z. Yang, K. Zhang, P. Chatzimisios, K. Yang and W. Xiang, "Big data-driven optimization for mobile networks toward 5G," in *IEEE Network*, vol. 30, no. 1, pp. 44-51, January-February 2016, doi: 10.1109/MNET.2016.7389830.
- [13] Olabode, Oluwaseun E., et al. "Big data analytics capability and market performance: The roles of disruptive business models and competitive intensity." *Journal of Business Research* 139 (2022): 1218-1230.
- [14] รายงานการคาดการณ์อนาคตเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035 โดยพรอส์ท แอนด์ ซัลลิวัน ซึ่งจัดทำเพื่อสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (depa) URL: Second Deliverable RevVer TH V12 140819 FIN.pdf (depa.or.th)
- [15] Chutijirawong N., Gobind Rattivarakorn., Malee Ekviriyakit. *The Thailand Digital Transformation Survey Report 2023*, Deloitte, 2023 URL: thailand-digital-transformation-report-2023-en.pdf
- [16] Source: Conversation with Bing, 11/13/2023
- (1) Gartner Hype Cycle Research Methodology | Gartner.  
<https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>
  - (2) Gartner hype cycle - Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Gartner\\_hype\\_cycle](https://en.wikipedia.org/wiki/Gartner_hype_cycle)
  - (3) 4 Exciting New Trends in the Gartner Emerging Technologies Hype Cycle.  
<https://www.gartner.com/en/articles/what-s-new-in-the-2023-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies>.
- [17] *Needham, Jeffrey. Disruptive possibilities: How big data changes everything. " O'Reilly Media, Inc.", 2013.*
- [18] *Maxwell Wessel. (2016). How Big Data Is Changing Disruptive Innovation. Harvard Business Review.* URL: [How Big Data Is Changing Disruptive Innovation \(hbr.org\)](https://hbr.org/2016/05/how-big-data-is-changing-disruptive-innovation/)
- [19] Dash, S., Shakyawar, S.K., Sharma, M. *et al.* Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *J Big Data* **6**, 54 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0>
- [20] Abhishek, Kumar., Kishan, Singh., Karan, Singh., Chandni, Kumari., Subham, Chakraborty. (2020). An Analysis on Future Prospects of Big Data in Healthcare. *Social Science Research Network*, doi: 10.2139/SSRN.3611503

- [21] Akila<sup>1</sup>, A., R. Parameswari, and C. Jayakumari. "Big Data in Healthcare: Management, Analysis, and Future Prospects." *Handbook of Intelligent Healthcare Analytics: Knowledge Engineering with Big Data Analytics* (2022): 309-326.
- [22] Sri, Venkat, Gunturi, Subrahmanya., Dasharathraj, K, Shetty., Vathsala, Patil., B, M, Zeeshan, Hameed., Rahul, Paul., Komal, Smriti., Nithesh, Naik., Bhaskar, K., Somani. (2021). The role of data science in healthcare advancements: applications, benefits, and future prospects. *Irish Journal of Medical Science*, 1-11. doi: 10.1007/S11845-021-02730-Z
- [23] Rajbhandari, Sachet, Archana Singh, and Mamta Mittal. "Big data in healthcare." *International Conference on Innovative Computing and Communications: Proceedings of ICICC 2018, Volume 2*. Springer Singapore, 2019.
- [24] Fang, Bin, and Peng Zhang. "Big data in finance." *Big data concepts, theories, and applications* (2016): 391-412.
- [25] Barr, Michael S., et al. "Big data in finance: highlights from the big data in finance conference hosted at the University of Michigan October 27-28, 2016." *U of Michigan Law & Econ Research Paper 18-010* (2018).
- [26] Goldstein, Itay, Chester S. Spatt, and Mao Ye. "Big data in finance." *The Review of Financial Studies* 34.7 (2021): 3213-3225.
- [27] Shen, Dehua, and Shu-Heng Chen. "Big data finance and financial markets." *Big Data in Computational Social Science and Humanities* (2018): 235-248.
- [28] Hussain, Kazim, and Elsa Prieto. "Big data in the finance and insurance sectors." *New horizons for a data-driven economy: A roadmap for usage and exploitation of big data in Europe* (2016): 209-223.
- [29] Abuljadail, Mohammad, et al. "Big data analytics and e-governance: Actors, opportunities, tensions, and applications." *Technological Forecasting and Social Change* 193 (2023): 122612.
- [30] Zwitter, Andrej, and Oskar J. Gstrein. "Introduction to the Handbook on the Politics and Governance of Big Data and Artificial Intelligence." *Handbook on the Politics and Governance of Big Data and Artificial Intelligence*: 0 (2023): 2.

- [31] Samuel, Prithi, et al. "AI-Based Big Data Algorithms and Machine Learning Techniques for Managing Data in E-Governance." *AI, IoT, and Blockchain Breakthroughs in E-Governance*. IGI Global, 2023. 19-35.
- [32] Knieps, Guenter. "The Governance of Big Data and Artificial Intelligence in Network Industries." *Competition and Regulation in Network Industries (2023)*: 17835917231185877.
- [33] Donta, Praveen Kumar, et al. "Governance and sustainability of distributed continuum systems: a big data approach." *Journal of Big Data* 10.1 (2023): 1-31.
- [34] Khaled, Salah, Mohamed. "Applications of Big Data technology in Intelligent Transportation System." *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 37 (2023):64-71. doi: 10.54097/hset.v37i.6040
- [35] Bulatova O. Using big data in smart cities transportation systems. *E3S Web of Conferences*. 2023;371. <https://www.proquest.com/conference-papers-proceedings/using-big-data-smart-cities-transportation/docview/2819433058/se-2>. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337106009>.
- [36] Reem, Omair, Ali, Al, Bakri., Zeyad, El-Sayad., Ali, F., Bakr. "Big data in smart transportation planning: towards an applicable smart socio-economic transportation platform in historical mega cities." *WIT Transactions on the Built Environment*, null (2022). doi: 10.2495/umt220021
- [37] Abdel, Rahman, Ragheb., Mai, Abdo., Khalid, S., Al-Hagla. "Towards sustainable urban transportation planning in developing countries: “drt” mobile apps as a catalyst for big data-based decision support system." *Ecology and the Environment*, null (2022). doi: 10.2495/sc220191
- [38] "Advent of Big Data in Urban Transportation for Smart Cities." *Advances in computational intelligence and robotics book series*, null (2022):1-60. doi: 10.4018/978-1-6684-5264-6.ch001
- [39] L. Jinyang, "Application of data mining in logistics industry in the era of big data," 2023 IEEE 2nd International Conference on Electrical Engineering, Big Data and Algorithms (EEBDA), Changchun, China, 2023, pp. 10-14, doi: 10.1109/EEBDA56825.2023.10090765.

- [40] M. Xin and H. Zhu, "Research on improved algorithm of logistics optimization based on big data," 2023 2nd International Conference on Big Data, Information and Computer Network (BDICN), Xishuangbanna, China, 2023, pp. 5-8, doi: 10.1109/BDICN58493.2023.00008.
- [41] Xie, Mei E., and Quanxing Ou. "Explore the Application of Big Data Technology in Modern Enterprise Logistics Management." International Conference of Artificial Intelligence, Medical Engineering, Education. Cham: Springer Nature Switzerland, 2022
- [42] Cheng, Zhaozhao, and Xiaojian Peng. "Logistics big data analysis platform architecture and key technology research." International Conference on Mechanisms and Robotics (ICMAR 2022). Vol. 12331. SPIE, 2022.
- [43] Archenaa, J., and EA Mary Anita. "A survey of big data analytics in healthcare and government." *Procedia Computer Science* 50 (2015): 408-413.
- [44] Serhii, Lehenchuk., Tetiana, Zavalii. (2023). Big Data in marketing analytics: opportunities and problems of use. *Problemi Teorii ta Metodologii Buhgalters'kogo Obliku, Kontrolu i Analizu*, 52-58. doi: 10.26642/pbo-2023-1(54)-52-58
- [45] Wong, Anthony Tik-Tsuen. "A Literature Study of Big Data Analytics in Marketing." *Journal of Economics, Management and Trade* 29.8 (2023): 1-7.
- [46] DEĞERMEN, Anıl, and Maryam MOHAMMADABBASİ. "Using Big Data In Analysis Of Consumer Behavior: A Qualitative Study." *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 12.1 (2023): 100-122.
- [47] Liu, Qing, Hao Wan, and Hongfang Yu. "Application and Influence of Big data Analysis in Marketing Strategy." *Frontiers in Business, Economics and Management* 9.3 (2023): 168-171.
- [48] Donald, L., Buresh. "Legal, Marketing, and Advertising Issues with Big Data." *Journal of big data research*, 1 (2022):38-52. doi: 10.14302/issn.2768-0207.jbr-21-4048
- [49] Fan, Shaokun, Raymond YK Lau, and J. Leon Zhao. "Demystifying big data analytics for business intelligence through the lens of marketing mix." *Big Data Research* 2.1 (2015): 28-32.

- [50] "Leveraging Big Data for Educational Improvement: Opportunities, Challenges, and Future Directions." *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, null (2023):60-67. doi: 10.48175/ijarsct-9659
- [51] Lutfiani, Ninda, and Lista Meria. "Utilization of big data in educational technology research." *International Transactions on Education Technology* 1.1 (2022): 73-83.
- [52] Sui, Xin, and Yi Sui. "Research on the Application of Educational Big Data Analysis in Online Learning Behavior of Computer Basic Teaching." *International Conference on Educational Technology and Administration*. Cham: Springer International Publishing, 2022.
- [53] Ting, Zuo. "Research on the application of computer big data technology in macro-policy formulation of English education." *2022 International Conference on Education, Network and Information Technology (ICENIT)*. IEEE, 2022.
- [54] Alsmadi, A.A., Shuhaiber, A., Al-Okaily, M. et al. Big data analytics and innovation in e-commerce: current insights and future directions. *J Financ Serv Mark* (2023). <https://doi.org/10.1057/s41264-023-00235-7>
- [55] D. Sharma, S. Maurya, R. Punhan, M. K. Ojha and P. Ojha, "E-Commerce: Reach Customers and Drive Sales with Data Science and Big Data Analytics," 2023 2nd International Conference for Innovation in Technology (INOCON), Bangalore, India, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/INOCON57975.2023.10101132.
- [56] Xiaoli Wu, Zhihao Wu. Application of big data search based on collaborative filtering algorithm in cross-border e-commerce product recommendation, 31 March 2023, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2729787/v1>]
- [57] Zhang, Chang, et al. "Big Data Assisted Empirical Study for Business Value Identification Using Smart Technologies: An Empirical Study for Business Value Identification of Big Data Adaption in E-Commerce." *IJEC* vol.19, no.7 2023: pp.1-19. <http://doi.org/10.4018/IJeC.316882>
- [58] Maddy Osman. September 22. (2023). Wild and Interesting Facebook Statistics and Facts. © 2023 Kinsta Inc. URL: Wild and Interesting Facebook Statistics and Facts (kinsta.com)

[59] Petroc Taylor. May 23. (2022). Adoption status of big data technology in organizations worldwide 2015-2019. Statista. URL: Big data: adoption status in organizations worldwide 2019 | Statista

[60] Petroc Taylor. Jan 17. (2023). State of big data/AI adoption in organizations worldwide from 2019 to 2023 Statista. URL: State of big data/AI adoption 2023 | Statista

## ประเด็นที่ 4 ไซเบอร์และคริปโต (Cyber and Crypto)

### ส่วนที่ 1 Digital Identity

Business Reporter. (2023). The history of digital identity. จาก <https://www.business-reporter.co.uk/technology/the-history-of-digital-identity#:~:text=Digital%20identity%20through%20usernames%20and,access%20to%20the%20same%20mainframe.>

Dixon, S.J. (2023). How many people use social media?.  
<https://www.statista.com/statistics/278414/number-of-worldwide-social-network-users/>

Dixon, S.J. (2023). Number of social network users Thailand 2017-2026.  
<https://www.statista.com/statistics/489230/number-of-social-network-users-in-thailand/>

Finmodelslab. (2023). How Much Does It Cost To Begin Digital Identity Verification: Unveiling The Startup Costs. <https://finmodelslab.com/blogs/startup-costs/digital-identity-verification-startup-costs>

Frost & Sullivan. (2023). การคาดการณ์อนาคตเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035.  
<https://www.depa.or.th/storage/app/media/file/Second%20Deliverable%20RevVer%20OTH%20V12%20140819%20FIN.pdf>

McKinsey Global Institute. (2019) Digital identification A key to inclusive growth  
<https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Digital%20identification%20A%20key%20to%20inclusive%20growth/MGI-Digital-identification-Report.ashx>

Microsoft. (2023). Hype Cycle™ for Digital Identity, 2023.  
<https://wwps.microsoft.com/blog/digital-identity-gartner>

Statista Research Department. (2022). Number of social network users Thailand 2017-2026. <https://www.statista.com/statistics/489230/number-of-social-network-users-in-thailand/>

Techtalkthai. (2021). ทำความรู้จักกับ Digital ID และทิศทางในอนาคตของเทคโนโลยีระบุตัวตน กับความร่วมมือระหว่าง AIS, NDID และ ธนาคารเกียรตินาคินภัทร. จาก <https://www.techtalkthai.com/digital-id-and-future-direction-of-authentication-with-ais-ndid-and-kkp-collaboration/>

## ส่วนที่ 2 Cyber Security

Atlantic-IT.net. (2023). Cybersecurity Costs for Small Businesses. จาก <https://www.atlantic-it.net/cybersecurity-costs-for-small-businesses/>

Chambers, J. (2023). 55 Astounding Cybersecurity Statistics in 2023. <https://www.ukwebhostreview.com/cybersecurity-statistics/>

Clutch. (2023). Cybersecurity Pricing Guide 2023 <https://clutch.co/it-services/cybersecurity/pricing>

Columbus, L. (2023). Quantum threats loom in Gartner's 2023 Hype Cycle for data security. <https://venturebeat.com/security/whats-new-in-gartners-hype-cycle-for-data-security-in-2023/>

Cowper, J. (2023). Top Takeaways from the 2023 Gartner® Hype Cycle™ for Security Operations. <https://noeticcyber.com/key-trends-2023-hype-cycle-security-operations/>

FRONTIS. (2022). 8 Disruptive Technologies ที่จะมาพลิกโฉมโลกธุรกิจ ใน 5 ปีข้างหน้า. จาก <https://www.frontiscompany.com/8-disruptive-technologies-shaping-the-next-5-years>

Frost & Sullivan. (2023). Thailand Digital Technology Foresight 2035. <https://www.depa.or.th/storage/app/media/file/Second%20Deliverable%20RevVer%20EN%20V12%20140819%20FIN.pdf>

Frost & Sullivan. (2023). การคาดการณ์อนาคตเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035. <https://www.depa.or.th/storage/app/media/file/Second%20Deliverable%20RevVer%20OTH%20V12%20140819%20FIN.pdf>

Kaspersky. (2023). Is 5G Technology Dangerous? - Pros and Cons of 5G Network. <https://www.kaspersky.com/resource-center/threats/5g-pros-and-cons>

NT cyfence. (2022). จับตา 5 เทรนด์ใหญ่ กับทิศทาง Cybersecurity ในปี 2022.

<https://www.cyfence.com/article/5-big-trends-with-the-direction-of-cybersecurity-in-2022/>

Promon. (2023). Gartner® Hype Cycle™ for Application Security, 2023.

<https://promon.co/resources/downloads/gartner-hype-cycle-for-application-security-2023/>

Statista Research Department. (2023). Cybersecurity market revenue in Thailand 2017-2028.

<https://www.statista.com/forecasts/1404131/thailand-cybersecurity-market-revenue>

Statista Research Department. (2023). Cybersecurity – Worldwide.

<https://www.statista.com/outlook/tmo/cybersecurity/worldwide>

Statista Research Department. (2023). Number and value of annual investment deals in cyber security worldwide from 2018 to 2022.

<https://www.statista.com/statistics/1326810/investment-deals-in-cybersecurity-worldwide/>

Testbook Edu Solutions Pvt. Ltd. (2023). Father of Cybersecurity: Explained with Brief History and Contributions. จาก <https://testbook.com/articles/father-of-cybersecurity#:~:text=Bob%20Thomas%20is%20a%20computer,the%20vulnerability%20of%20computer%20systems.//ict.dmh.go.th/events/events/files/CyberSecurity-Awareness.pdf>

จำสืบเอกธานิล ม่วงพูล. (2566). รายวิชา 7113408 ความมั่นคงปลอดภัยของระบบคอมพิวเตอร์.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

[https://pws.npru.ac.th/signal/data/files/Chapter1\\_Introduction.pdf](https://pws.npru.ac.th/signal/data/files/Chapter1_Introduction.pdf)

บริษัท กลุ่มแอดวานซ์ รีเสิร์ช จำกัด. (2563). Cyber Security คืออะไร ทำไมทุกองค์กรถึงให้ความสำคัญ.

จาก <https://www.ar.co.th/kp/th/586>.

พลากร ลาภอลงกรณ์. (2566). การสร้างความตระหนักรู้ด้านความมั่นคงทางไซเบอร์ CyberSecurity

Awareness. จาก <https://ict.dmh.go.th/events/events/files/CyberSecurity-Awareness.pdf>.

ลงทุนแมน. (2566). สรุป อุตสาหกรรม Cybersecurity ฉบับภาษาคน. จาก

<https://www.longtunman.com/45117>

สโรจ เลหาศิริ. (2560). 5 ยุคสมัยของดิจิทัล ประเทศไทยอยู่ไหน? ต่างประเทศอยู่ไหน?.

<https://positioningmag.com/1114251>

### ส่วนที่ 3 Digital Currencies

- Bitkub. (2023). ย้อนดูการเติบโตของบิตคอยน์ตลอด 14 ปีที่ผ่านมา. จาก <https://www.finnomena.com/bitkub/bitcoin-evolution/>
- Fillgoods. (2021). สกุลเงินดิจิทัล คืออะไร รู้จัก 7 สกุลเงินบนโลกออนไลน์ ที่ใช้ซื้อ - ขายได้แทนเงินจริง <https://www.fillgoods.co/online-biz/no-shop-what-is-digital-currency-5-currency-online>.
- Frost & Sullivan. (2023). การคาดการณ์อนาคตเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035. <https://www.depa.or.th/storage/app/media/file/Second%20Deliverable%20RevVer%20TH%20V12%20140819%20FIN.pdf>
- Huobi Research. (2022). Global Crypto Industry Overview and Trends [2022–2023 Annual Report]. จาก <https://medium.com/huobi-research/global-crypto-industry-overview-and-trends-2022-2023-annual-report-first-part-e15372f29c#:~:text=There%20are%20approximately%20320%20million,from%20194%20million%20in%202021>.
- Julie Pinkerton. (2023). The History of Bitcoin, the First Cryptocurrency. จาก <https://money.usnews.com/investing/articles/the-history-of-bitcoin>
- Ledger Insights. (2022). Gartner blockchain hype cycle: Crypto trading only killer use case. จาก <https://www.ledgerinsights.com/gartner-blockchain-web3-hype-cycle/>
- planet 46. (2022). คริปโตเคอร์เรนซี (Cryptocurrency) คืออะไร? พามือใหม่เข้าใจครบจบในที่เดียว!. จาก <https://www.finnomena.com/planet46/what-is-cryptocurrency/>
- Srivastava, S. (2023). A Comprehensive Guide on Blockchain App Development Cost. จาก <https://appinventiv.com/guide/blockchain-app-development-cost/#:~:text=The%20blockchain%20application%20development%20cost,app%20features%20and%20technologies%2C%20etc>.
- Statista Research Department. (2023). Number of users of cryptocurrencies in Thailand 2017-2027. [https://www.statista.com/forecasts/1033594/thailand-cryptocurrency-users#:~:text=The%20number%20of%20users%20in,million%20users%20\(%2B34.56%20percent\)](https://www.statista.com/forecasts/1033594/thailand-cryptocurrency-users#:~:text=The%20number%20of%20users%20in,million%20users%20(%2B34.56%20percent)).
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2566). โครงการสกุลเงินดิจิทัล (CBDC). จาก <https://www.bot.or.th/th/financial-innovation/digital-finance/central-bank-digital-currency.html>

บริษัท บัตรกรุงไทย จำกัด (มหาชน). (2021). รวม 7 สกุลเงินดิจิทัล ที่สามารถซื้อขายได้อย่างถูกกฎหมาย. จาก <https://www.ktc.co.th/article/knowledge/legal-digital-currency-that-can-be-traded?amp=1>

รชฎ เลียงจันทร์. (2565). เทคโนโลยีบล็อกเชนในภาคธนาคาร. จาก <https://www.krungsri.com/th/research/research-intelligence/blockchain-and-application>.

#### ส่วนที่ 4 Human Recognition

Bakunova, T.V., Trofimova, E.A., and Lapteva, E.V. (2019). Biometrics as a method of information security in the banking sector digitalization. 10.2991/iscde-19.2019.50. [https://www.researchgate.net/figure/Volume-of-the-global-market-for-biometric-systems-2015-2022-USD-billion\\_fig1\\_337962733](https://www.researchgate.net/figure/Volume-of-the-global-market-for-biometric-systems-2015-2022-USD-billion_fig1_337962733)

Chaudhari, R.D., Pawar, A.A., and Deore, R.S. (2013). The Historical Development of Biometric Authentication Techniques: A Recent Overview. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 2(10): 3921 – 3928. <https://www.ijert.org/the-historical-development-of-biometric-authentication-techniques-a-recent-overview>.

DocuSign Contributor. (2018). From the Quill to the Stylus: The History of the Signature in Celebration of National E-SIGN Day. <https://www.docusign.com/blog/quill-stylus-history-signature-celebration-national-esign-day#:~:text=The%20Sumerians%20invented%20the%20earliest,be%20pressed%20into%20wet%20clay.&text=Japan%20began%20to%20use%20Hanko,to%20denote%20authorship%20and%20ownership>.

Dynamic Intelligence Asia. (2023). FACE RECOGNITION คืออะไร มีประโยชน์อย่างไรกับธุรกิจ และอุตสาหกรรม. <https://www.dia.co.th/articles/what-is-face-recognition/>

Frost & Sullivan. (2023). การคาดการณ์อนาคตเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศไทย 2035. <https://www.depa.or.th/storage/app/media/file/Second%20Deliverable%20RevVer%20TH%20V12%20140819%20FIN.pdf>

Hansen, L. (2023). Is Biometric Technology Worth the Cost? <https://www.cioinsight.com/infrastructure/biometrictechnology/#:~:text=%E2%80%9CPrices%20for%20biometric%20access%20control,prices%20are%20likely%20to%20fall>

McKinsey & Company. (2022). McKinsey Technology Trends Outlook 2022.

<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech>

NEC. (2022). A brief history of Facial Recognition. <https://www.nec.co.nz/market-leadership/publications-media/a-brief-history-of-facial-recognition/>

Sonix. (2023). A short history of speech recognition <https://sonix.ai/history-of-speech-recognition#:~:text=In%201952%2C%20Bell%20Laboratories%20designed,could%20recognize%20sound%20and%20speech.>

Statista Research Department. (2023). Biometric apps average price worldwide 2016-2022.

<https://www.statista.com/statistics/938788/worldwide-biometric-technology-average-app-price/>

Statista Market Insights. (2023). Facial Recognition – Thailand.

<https://www.statista.com/outlook/tmo/artificial-intelligence/computer-vision/facial-recognition/thailand>

**Sujitha, J. MS. (2022).** Palm Vein Recognition Technology: An Insight.

<https://kahedu.edu.in/palm-vein-recognition-technology-an-insight/>

ธนาคารไทยพาณิชย์. (2566). รู้จัก Biometrics เทคโนโลยีชีวมิติใกล้ตัว.

<https://careers.scb.co.th/th/life-at-scb/detail/career-tips-biometrics/#:~:text=Biometrics%20คือเทคโนโลยีที่ใช้มากขึ้น%20ง่ายขึ้น%20เร็ว>

บริษัท ไอเจ็น จำกัด. (2566). Biometrics คืออะไร? สำคัญแค่ไหนในแอปพลิเคชันทางธุรกิจ.

<https://aigencorp.com/face-recognition-biometrics-techs-for-apps/>

วิศ ชาญอุตสาหกรรม. (2019). เมื่อใบหน้าคืออนาคตและกระเป๋าตังค์เป็นอดีต.

<https://missiontothemoon.co/when-the-face-is-the-future-and-the-wallet-is-past/>

สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. (2566) White Paper การพิสูจน์และยืนยันตัวตนด้วยระบบ

ไบโอเมตริก. [https://www.etda.or.th/th/Useful-Resource/publications/WhitePaper\\_](https://www.etda.or.th/th/Useful-Resource/publications/WhitePaper_Biometricsfor_Personal.aspx)

[Biometricsfor\\_Personal.aspx](https://www.etda.or.th/th/Useful-Resource/publications/WhitePaper_Biometricsfor_Personal.aspx)

## ประเด็นที่ 5 การเปลี่ยนแปลงเชิงอุตสาหกรรม (Redefining Industries)

มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. 2566. ความหมาย ประวัติ และวิวัฒนาการของหุ่นยนต์.

สืบค้นจาก

<https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=36&chap=6&page=t36-6-infodetail01.html>

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2566. รายงานตลาดและอุตสาหกรรมหุ่นยนต์บริการ

(Service robot) ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2565 และแนวโน้มปี พ.ศ. 2566-2564. สืบค้นจาก

[https://www.nectec.or.th/wp-content/uploads/2023/03/NECTEC-Service-Robot\\_20230316-Full-Paper.pdf](https://www.nectec.or.th/wp-content/uploads/2023/03/NECTEC-Service-Robot_20230316-Full-Paper.pdf)

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2566. ภาวะอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ของประเทศไทย. สืบค้นจาก

<https://tgiraiu.org/public/uploadfile/news/1700449141.pdf>

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2566. ภาวะอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ของประเทศไทย. สืบค้นจาก

<https://tgiraiu.org/public/uploadfile/news/1700449141.pdf>

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2566. Industry 5.0 เตรียมพร้อมสู่ยุค Cobots ก้าวใหม่ที่สำคัญแห่งอนาคต.

สืบค้นจาก <https://piu.ftpi.or.th/wp-content/uploads/2020/07/Industry-5.0-.pdf>

International Federation of Robotics. 2022. World Robotics 2022. Retrieved from

[https://ifr.org/downloads/press2018/2022\\_WR\\_extended\\_version.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf)

International Federation of Robotics. 2023. World Robotics 2023. Retrieved from

[https://ifr.org/img/worldrobotics/2023\\_WR\\_extended\\_version.pdf](https://ifr.org/img/worldrobotics/2023_WR_extended_version.pdf)

Polaris Market Research. 2023. Service Robotics Market Share, Size, Trend, Industry Analysis

Report, By Type (Professional and Personal); By Component; By Environment; By End

Use; By Region; Segment Forecast, 2023-2032

Environ<https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/service-robotics-market>

Statista. 2023a. Global robotics price per unit 2016-2023 by category. Retrieved from

<https://www.statista.com/forecasts/1388169/global-service-robotics-price-by-region>

Statista. 2023b. Global robotics volume 2016-2023, by category. Retrieved from

<https://www.statista.com/forecasts/1388096/global-robotics-volume-by-category>

Statista. 2023c. Global robotics volume 2016-2023, by region. Retrieved from

<https://www.statista.com/forecasts/1388113/global-robotics-volume-by-region>

Statista. 2023d. Price of service industrial per unit worldwide from 2016 to 2028, by region.

Retrieved from <https://www.statista.com/forecasts/1388169/global-service-robotics-price-by-region>

Statista. 2023e. Price of service robotics per unit worldwide from 2016 to 2028, by region.

Retrieved from <https://www.statista.com/forecasts/1388169/global-service-robotics-price-by-region>



มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เสนอ

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง  
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ