Handelsrådet

Ett strategiskt avstamp

Nyckelbeslut för att investera i och utveckla ett högautomatiserat lager

Författare:
Joakim Kembro
Andreas Norrman

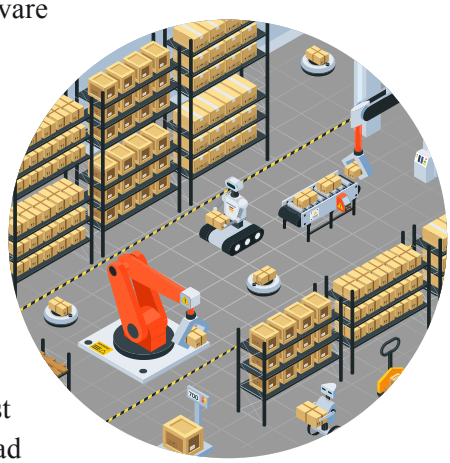
Forskningsrapport 2023:1

Forskningsrapport 2023:1
"Ett strategiskt avstamp – nyckelbeslut för att investera i och utveckla ett högautomatiserat lager"
ingår i Handelsrådets rapportserie.
Rapporten är finansierad av Handelsrådet, men forskarna är själva ansvariga för rapportens innehåll.
Publiceringsår 2023.
Grafisk produktion: Fotoskrift AB
Tryck: Typografiska Ateljén AB
www.handelsradet.se
ISBN: 978-91-86508-88-3

Förord

Lagrets roll inom handeln har ändrats snabbt. Från att betraktas som en kostnadspost, ett nödvändigt ont i försörjningskedjan, betraktas nu lagret som en strategisk pusselbit som kan ge avstamp för att leverera affärsnytta och uppfylla snabbt föränderliga kundlöften. För att axla den nya rollen automatiserar en stor del av svenska handelsföretag i snabb takt sina lager. Den senaste generationen automationsteknologi möjliggör effektiv lagring, hantering och sortering av stora produktflöden. Teknologin har nått en mognadsgrad som även möjliggör implementation på bredare front bland handelsföretag.

I och med den snabba utvecklingen och implementationstakten har flera viktiga frågor hittills varit under utforskade. Vi har i denna studie undersökt vilka nyckelbeslut som är kopplade till investeringar i lagerautomation, och vilka faktorer som påverkar olika nyckelbeslut. Vi har också undersökt hur ökad automationsgrad påverkar lagerpersonalens roll och behov av kompetens. Under studien har vi genomfört två explorativa enkäter besvarade av en panel med 50 företag. Vi har därefter genomfört en intervjustudie med utvalda experter som representerar erfarna logistik- och lagerchefer, leverantörer av automationsteknologi, automationskonsulter, och drifts- och kompetenspartner inom logistik. Slutligen har vi genomfört en flerfallsstudie där vi identifierat och besökt åtta handelsföretag som gjort stora investeringar i automationsteknologi och som besitter gedigen erfarenhet och kunskap om automationssystem i lager. Besöken har inkluderat intervjuer med flera befattningshavare och rundvandring på företagens centrallager. Rapporten presenterar djupa insikter kring lager och automationsteknologi för handeln med många intressanta teman, utmaningar och lösningar för beslutsfattare.



Vi vill rikta ett stort tack till Handelsrådet, medlemmarna i referensgruppen och alla experter och företag som medverkat. Särskilt vill vi tacka de företag och företagsrepresentanter som välkomnat oss och tagit sig tid att guida oss genom sina lager och generöst delat med sig av information till stöd för forskning och ökad kunskap kring lager och automationsteknologi.

Lund, maj 2023
Joakim Kembro och Andreas Norrman,
Lunds universitet

Sammanfattning

Lagerautomation kan på ytan te sig relativt enkelt; en teknologileverantör uttryckte det på följande sätt: ”Det enda som för mig driver designen är: hur mycket som plockas, vilken typ av produkter, vilken typ av order”. Men, som vår studie visar ställs handelsföretag förr eller senare inför en situation där kombinationen av komplicerande aspekter och påverkande beslutsfaktorer gör investeringar och nyckelbeslut i lagerautomation allt annat än triviala.

Större satsningar på lagerautomation kräver stora investeringar och påverkar både företagens operativa verksamhet och **strategiska manövreringsutrymme decennier framåt**. Vår studie pekar ut följande:

- Lager- och automationsstrategi bör vara del av övergripande supply chain strategi i och med att ett beslut i lager påverkar logistiknätverket och vice versa.
- **Helhetsperspektiv och framtidssyn** är viktiga för att inte ”bygga in sig” i takt med utökning av lager och automationsteknologi.
- Flexibilitet krävs i form av extra lageryta, **modulära lösningar** och skalbarhet för att hantera framtida osäkerhet kring affär och kund.
- Det är också kritiskt med omsorgsfullt val (och placering) av typ och antal system för att undvika komplicerade utbyggnader och integrationer i senare skede.

Val av automationslösning påverkas naturligtvis av den situation företaget befinner sig i (till exempel produkt- och orderkaraktäristik). Vår studie visar att också **företagets förförståelse** påverkar.

- Vi beskriver fyra olika förförståelse-nivåer som, likt en **mognadsmodell**, motsvarar var företagen befinner sig i sin automationsresa: 1) undersöker möjligheter med automationsteknologi och fokuserar nulägesbeskrivning och problemanalys för djup förståelse av lagerprocesser och situationsfaktorer; 2) implementerar sitt första större automationsprojekt; 3) trimmar anläggningen för att få ut högsta produktivitet; 4) förbereder för att expandera med ytterligare teknologi.

Vi ser också att företagens karaktär eller **”DNA”** – i form av ägarstruktur, ledningsbakgrund och huvudägarnas ”affärsmodell” – påverkar deras automationssatsningar:

- Vi identifierar fyra olika DNA som har olika koppling till handel, logistik och teknologi och relaterar dessa DNA till olika automationsstrategier.
- Vi ser till exempel att DNA påverkar investeringens storlek och krav på återbetalningstid, vikten av olika finansieringslösningar, och vad som är själva affärssyftet med automationen, beslutsprocessen, och takten.

Vår studie visar att val och specifikation av automationslösning är **lika mycket ett val av leverantör som av själva teknologin**:

- För leverantörsvalet spelar flera beslutsfaktorer kopplade till relation, förtroende och kultur en viktig roll.
- Noggrant val av partner krävs i tidigt skede, då det kan skapa **inlåsningseffekt** men också möjlighet att utveckla **strategiskt partnerskap** för framtida utveckling och underhåll.
- Parallellt är byggandet av intern erfarenhet och kompetents viktigt för att ”optimera” (produktivitet), utveckla och på sikt ta kontroll över lagret och automationsteknologin.

Automatiserade lager ”optimeras” för en viss affärsmodell (en viss typ av kunderbjudande, produkt och order) och ger ett fotavtryck som påverkar framtida konkurrensposition och manövreringsutrymme.

- Ett sätt att förstå denna anpassning är att lager i ökande utsträckning bör betraktas som **dedikerade produktionsapparater**.
- Stora omsvängningar i strategi (till exempel omställning butik till e-handel eller vice versa) kan få stora konsekvenser.
- I automatiserade lager är det ofta möjligt att hantera förändringar i till exempel sortiment och order, men beslutsfattare måste vara medvetna om att **större omsvängningar sänker produktivitet** och kräver dyra förändringar i anläggningen.
- Den största utmaningen för automatiserade lager är minskad omsättning. Kort sagt, **anläggningarna behöver volym, annars går ekonomin inte ihop**. I takt med sämre ekonomiska utsikter och hög inflation och stigande räntor uppstår här en potentiellt utmanande kedjeeffekt där till exempel uppköp och sammanslagningar kan leda till ”mismatch” mellan automationsanläggning och de produkter och order som hanteras.

Ökad lagerautomation medför **krav på nya kompetenser** i hela logistikorganisationen. Detta berör strategisk, taktisk såväl som operationell nivå.

- Det är framför allt två roller/kompetenser som lyfts fram, **dataanalys och planering av flöden**. Dessa är kritiska för att analysera och utveckla processer, aktiviteter, artiklar och frekvenser ur ett helhetsperspektiv (för att producera max orderlinjer per timme).
- Parallellt med de olika rollerna kopplat till planering och hantering av flöde växer det fram nya kompetensbehov som berör **underhåll av teknologin** i automationsanläggningar.
- Det uppstår en form av kompetensväxling där ökad grad av automation kräver färre traditionella lagerarbetare (till exempel truckförare) och samtidigt **fler IT- och servicetekniker med kompetens inom mekanik och elektronik**.

Konkurrensen om lagerpersonal och kompetens drivs på av framväxande logistikkluster (med högautomatiserade lager) runtom i Sverige.

- **Samtidigt innebär logistikkluster en stor mängd fördelar**: gemensamma resurser via kommun, gemensam logistikinfrastruktur och transporttjänster, framväxande kompetenscenter, gemensam bemanningspool, och rotation och kunskapsutbyte.

Vad gäller **arbetsmiljö** belyser vår studie att företagen hittills framför allt fokuserat på den fysiska arbetsmiljön, och relativt lite uppmärksamhet har ägnats åt den **psykosociala miljön**.

- Förutom **monotoni**, innebär automatiserade lager mer **ensamjobb och mindre frihet**. Andra utmaningar är känslan av **evighetsgöra**, att man aldrig blir klar eller har någon helhetssyn eller överblick.
- Under studiens gång märktes en ökad medvetenhet och tydligare fokus på att skapa stimulerande arbetsmoment och miljö.
- En **vanlig lösning för monotona arbetsmoment är att rotera personalen** mellan olika stationer. Företagen använder även videoskärmar för att visualisera dagliga mål och färdigställda order och tillåter personalen att lyssna på musik/hörlurar vid enformiga stillastående jobb.
- En intressant lösning är att undvika ensamjobb och i stället **jobba två och två** (så kallade ”packkompisar”). Denna metod har vid test visat sig skapa **bättre psykosocial arbetsmiljö och högre produktivitet**.
- Företagen gör också omfattande satsningar på **arbetsplatsens attraktivitet**; allt ”runtomkring” där själva arbetet utförs. Detta inkluderar till exempel attraktiva lounge-miljöer, fik och bemannad restaurang, gym, personliga tränare, yoga och massage.

Utöver nya kompetensbehov och arbetsmiljöaspekter möter företagen som investerar i automationsteknologi **en rad nya utmaningar och risker**:

- Anläggningarna förbrukar olika mängd energi. Företagen undersöker hur **energi-förbrukning** kan minskas och satsar parallellt på investeringar i solceller (och blir till och med nettoproducenter av el).
- Automatiserade lager är **känsliga för driftstopp**. Om systemet går ner är det i praktiken omöjligt att få ut några produkter. Företagen investerar därför i redundans i form av dubbla strömkablar, fiber, serverrum och dieselaggregat.
- **Cyberattacker** är ett ökande hot och riskerar att slå ut automatiserade lager under lång tid. IT-säkerhet och försäkring är kritiska aspekter för att minska risken att bli hackad.

Fokus på **cirkulär ekonomi är i dagsläget mycket begränsat** (närapå obefintligt) bland fallföretagen:

- Nuvarande logistiknätverk generellt, och lager specifikt, är designade (”optimerade”) för **materialflöde i en riktning** (det vill säga konsumtion av nya produkter).
- Det går att hantera returer i dagens automatiserade centrallager, men det är mycket **tidskrävande, platskrävande och dyrt att hantera**; det är därmed svårt att få lönsamhet i och att skala upp.
- **Framtidens cirkulära ekonomi kommer därför sannolikt kräva andra material-hanteringsnoder** än dagens automatiserade centrallager.

Innehåll

1 Inledning 8
1.1 Behovet av ny kunskap och ökad förståelse 9
1.2 Syfte och frågeställning 9

2 Teoretiska utgångspunkter 10

3 Metod och genomförda studier 12
3.1 Etablering av den Svenska Handelslogistik-panelen 12
3.2 Beskrivning av explorativa enkätstudien 13
3.3 Beskrivning av expertintervjuer 13
3.4 Beskrivning av flerfallsstudien 14

4 Trender för svensk handels automation och IT i lager: mot "smarta lager"? 15

5 Insikter från automationsprojekt och dess nyckelbeslut 20
5.1 Befintlig situation och förförståelse 21
5.2 Helhetsperspektiv och framtidssyn 24
5.3 Automationsstrategi 26
5.4 Olika handels-DNA 28
5.5 Nyckelbeslut och beslutsfaktorer 30

6 Förändrad strategisk konkurrensposition och hållbarhet i handel . . 37
6.1 Dedikerade lager och påverkan på framtida manövreringsutrymme 38
6.2 Behov och brist på kompetens 40
6.3 Arbetsmiljöaspekter 44
6.4 Nya utmaningar och risker i automatiserade lager 47
6.5 Miljö och cirkulär ekonomi 49

7 Slutsatser 51
7.1 Praktiska nyttan för handens företag 51
7.2 Förslag på fortsatt forskning 52

Referenser 53

Appendix: Projektets relaterade publikationer 54

1 Inledning

Lagrets roll inom handeln har ändrats snabbt; från att betraktas som en kostnadspost, ett nödvändigt ont i försörjningskedjan, betraktas nu lagret som en strategisk pusselbit som kan ge avstamp för att leverera affärsnytta och uppfylla snabbt föränderliga kundlöften.

Först och främst har kundkraven ökat vad gäller snabbhet och flexibilitet. Kunder kräver kortare ledtider mellan order och leverans. Omnikanal- och e-handel har också inneburit växande produktportföljer, stora och varierade order- och materialflöden och behov att sortera till en mängd olika leverans- och upphämtningsställen. Samtidigt ökar konkurrenssituation; dels har e-handel medfört pressade priser och minskade marginaler, dels har internationalisering av handel lett till ökad konkurrens från globala företag och handelsplattformar.

För att axla den nya rollen automatiserar en stor del av svenska handelsföretag i snabb takt sina lager. Den senaste generationen automationslösningar möjliggör effektiv lagring, hantering och sortering av en stor sortimentsbredd. Automationsteknologin har de senaste åren nått en mognadsgrad som möjliggör implementation på bredare front bland handelsföretag och tredjepartsaktörer. Att vi ser ökad grad av automation i just Sverige kan kopplas till löneläget för lagerpersonal, där Sverige ligger relativt högt jämfört med andra länder. Personallöner är den huvudsakliga kostnadsdrivaren i manuella lager, och genom att minska antal personal går det att motivera investeringar i automationsteknologi. En annan viktig faktor som drivit på automation i Sverige är argumentet att förbättra ergonomi och säkerhet där personal undviker tunga lyft och minskar antalet skador på arbetsplats.

Först och främst har kundkraven ökat vad gäller snabbhet och flexibilitet. Kunder kräver kortare ledtider mellan order och leverans.

1.1 Behovet av ny kunskap och ökad förståelse

Den snabba automationsutvecklingen innebär att flera viktiga frågor hittills är underutforskade. Till exempel finns en stor mängd automationsteknologier med olika fördelar och nackdelar, och företag måste välja vilken teknologi som passar deras kontext och situation (till exempel produktportfölj, kundsegment, orderstruktur, leveranskrav) bäst. Valet av automations-teknologi förändrar också personalens roll. Förutom att det totalt sett minskar behovet av personal – vilket i sig är en viktig fråga ur ett arbetsmarknads- och sysselsättningsperspektiv – så får lagerpersonal andra uppgifter i automatiserade lager. Dels förändras det traditionella lagerjobbet för att komplettera automationsteknologin; dessa jobb riskerar att bli mer statiska och repetitiva. Dels uppstår frågan om vilken kompetens som behövs i logistikorganisationen för att implementera, underhålla och vidareutveckla automatiserade lager.

1.2 Syfte och frågeställning

För att besvara dessa frågor syftar studien till att undersöka vilken grad och typ av automation som handelsföretag väljer, erfarenheter av dessa, och vilka faktorer som påverkar olika nyckelbeslut. Vi vill vidare undersöka hur ökad automation påverkar handelns logistik och lager samt hur det bidrar till ett hållbart arbetsliv och samhälle. Forskningsfrågor är: Vilka är nyckelbesluten kopplade till investeringar i lagerautomation? Vilka faktorer påverkar olika nyckelbeslut för val av grad/typ av automation i lager? Vilka är de stora utmaningarna för olika aktörer i takt med ökad automation av lager, och hur hanterar konkurrenskraftiga företag dessa utmaningar? Hur påverkar ökad automationsgrad lagerpersonalens roll och behov av kompetens, och hur bidrar det till ett hållbart arbetsliv och samhälle?

2 Teoretiska utgångspunkter

Forskningsprojektet tar sin utgångspunkt i teorier om lager och teknologi-användning. Lagerteori beskriver hur konfigureringen av lager bidrar till ökad effektivitet. Vanliga effektivitetsmål är ökad användningsgrad av lageryta och/eller att reducera kostnader för materialhantering. Ett annat mål som ökat i betydelse, i takt med ökad omnikanal-handel, är reduktion av ledtider från kundorder till leverans (Kembro med flera, 2018).

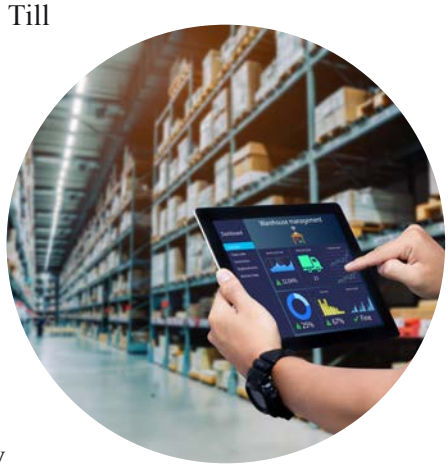
Dessa mål kan nås genom olika val för konfigurationselement såsom layout, utrustning, processer och automation. Alla konfigurationselement är beroende av varandra, vilket innebär att automation måste designas i harmoni med till exempel mottagningsprocess, informationssystem, hanteringsutrustning och layout för utleverans.

Enligt lagerteori bör valet av automationslösning styras av företagets övergripande logistikstrategi (Kembro och Norrman, 2019). En viss teknologi kan passa bättre för att öka användning av lageryta medan en annan bidrar till att korta ledtid för hantering av kunderorder. Inom akademin ökar stödet för att alla lager inte bör designas på samma sätt (Kembro och Norrman, 2020). Denna teori om situationsanpassade lösningar (ofta benämnd contingency theory) pekar på att lager och automation som är anpassade till sin specifika kontext har förutsättningar att prestera bättre (Eriksson med flera, 2019). Förutom strategiska mål är det därför viktigt att ta hänsyn till en mängd olika kontextuella faktorer så som order- och produktegenskaper, marknadstillväxt och variabilitet i efterfrågan. Andra faktorer som nämns i litteraturen inkluderar kundens förväntningar på ledtid, tillgänglighet och returhantering.

En viss teknologi kan passa bättre för att öka användning av lageryta medan en annan bidrar till att korta ledtid för hantering av kunderorder.

Det andra teoretiska perspektivet berör införande av ny teknologi (technology adoption). Maghazei med flera (2022) diskuterar flera påverkande faktorer: utgångspunkten är ekonomisk potential och strategisk relevans. Vidare påverkar teknologiskt utbud och möjlighet att integrera med existerande system och processer. Slutligen nämns organisatorisk matchning (till exempel kompetenser och arbetsmiljöaspekter). Automation har länge ansetts bringa flera fördelar såsom ökad tillväxt och servicegrad samt lägre operationella kostnader. Tidigare generationer av automation har dock inneburit minskad flexibilitet och en viss grad av inlåsning (Baker och Halim, 2007). Sedan några år har en ny generation av automation i lager utvecklats. Denna generation

har skapats genom att flera teknologier (till exempel självkörande robotar, batterier, positioneringssystem) samtidigt nått en mognadsgrad och därigenom konvergerat för att skapa en ”disruption” med högautomatiserade lager. Den nya teknologin är nu inne i en fas som ofta kallas ”take-off” där gruppen av potentiella användare ökar. Kännetecknande är att teknologin passerar tidigare hinder. Till exempel erbjuds en större variation och kundanpassning av automationslösningar. Det tillkommer dessutom nya förbättringar i en jämn ström.



Innovationsadoption och S-kurvan är centrala för teknologiinförande. De beskriver drivkrafter och utmaningar som måste hanteras för att fullt ut dra nytta av ny teknologi. Ett sådant exempel är förändring i kompetensbehov (Co med flera, 1998). En annan utmaning är att företag ofta är ”fast” i sin tidigare automationslösning (Sternberg och Norrman, 2017), och av rädsla för att investera i fel eller gammal automationsteknologi avvaktar flera företag. Detta beskrivs i teorin som risken att implementera jämfört med risken att inte implementera. Parallellt med pågående införande av nuvarande lagerautomationsteknologi pågår forskning och utveckling för att ta fram nästa generation lagerautomationslösningar där robotar i större utsträckning kan kopiera människans finmotorik. Nästa generations automationsteknologi är dessutom i ännu högre grad uppkopplade och integrerade med stora mängder data och avancerad analys (genom 5G, IoT,) i så kallade smarta lager (Kembro och Norrman, 2022b). En sådan teknologiutveckling kan bidra till att ändra förutsättningarna igen, med helautomatiserade lager som följd.

3 Metod och genomförda studier

Som del av studien etablerade vi den Svenska Handelslogistik-panelen och genomförde två explorativa enkäter som besvarades av en panel med 50 företag. Vi genomförde därefter en intervjustudie med utvalda experter som representerar erfarna logistik- och lagerchefer, leverantörer av automationsteknologi, automationskonsulter, och drifts- och kompetens-partner inom logistik. Slutligen genomförde vi en flerfallsstudie där vi har identifierat och besökt åtta handelsföretag som gjort stora investeringar i automationsteknologi och som besitter gedigen erfarenhet och kunskap om automationssystem i lager.

En viktig aspekt som bör nämnas är att de olika empiriska studierna genomförts under en tidsperiod med stora prövningar och förändringar: Projektet inleddes parallellt med Covid-pandemin. Under 2021 var det omöjligt att genomföra besök till lager (de flesta företagen tillät endast kritisk personal att vara på plats). E-handeln ökade dramatiskt vilket ändrade förutsättningarna för handeln i stort. Samtidigt stod världen inför en kris vad gäller globala försörjningskedjor. I takt med att samhället öppnades upp under 2022 eskalerades kriget mellan Ryssland och Ukraina. Energikrisen tog fart, och i takt med skenande inflation mattades den extremt starka tillväxten under senare år av. När denna rapport nu författas står Sverige inför en recession och stark inflation som påverkar handeln och dess lönsamhet, och indirekt verkar förändra konsumenters kanalval och bromsa in övergången till näthandel.

3.1 Etablering av den Svenska Handelslogistik-panelen

Som ett första steg etablerades den Svenska Handelslogistik-panelen. Vi bjöd in över 300 företag. Handelsföretag (både omnikanal och rena e-handlare) av varierande storlek identifierades genom olika listor så som rapporten ”Vem är vem i svensk detaljhandel 2020” (Lindecrantz, 2020). Sammanlagt tackade 50 företag ja till att medverka i studien. Företagen representerar ett brett spektrum av sektorer, produkttyper och säljkanal (omnikanal [hög grad av integration av butik och e-handel]; delvis integrerad multikanal

[både butik och e-handel]; ren e-/distanshandel; butiksfokus [utan, eller med butiksdriven, e-handel]). De flesta handelsföretag som ingår i panelen är topp-fem (Sverige) i sina respektive segment baserat på omsättning. Vi bjöd även in tredjepartslogistikföretag (3PL) som är en viktig aktör; det var begränsad uppslutning och vi valde därför att i vår analys fokusera enbart på handelsföretag. Vi noterar att 3PL ökar investeringar i automationsteknologi, och det är spännande att följa deras fortsatta automationsresa i framtida forskning.

3.2 Beskrivning av explorativa enkätstudien

Datainsamlingen inleddes med två explorativa enkäter (genomförda 2021) som fokuserade övergripande trender för lagerautomation inom svensk handel. Enkäterna genomfördes med följande respondenter: 37 chefer för supply chain management/ logistik/verksamhet; en vd; fyra lagerchefer; fem chefer ansvariga för utveckling/design av logistik och/eller lagerlösningar; en innovationsledare; och två chefer för e-handel. Enkätundersökningen resulterade i två rapporter som inledningsvis enbart de företag som deltagit i studien fick ta del av, men som är tillgängliga för allmänheten sedan våren 2023:

Rapport 1. Övergripande faktorer, trender och tendenser för lagerautomation (Kembro och Norrman, 2021a): https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/139166423/ Handelslogistik_panelen_Enk_t_1_2021_public.pdf

Rapport 2. Beslutsfaktorer och effekter för lagerautomation (Kembro och Norrman, 2022a): https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/139166802/Handelslogisik_ panelen_2_2022_public.pdf

Datainsamlingen inleddes med två explorativa enkäter (genomförda 2021) som fokuserade övergripande trender för lagerautomation inom svensk handel.

3.3 Beskrivning av expertintervjuer

I andra fasen, och med utgångspunkt från insikter från enkätresultaten, genomförde vi en intervjustudie med åtta utvalda experter som alla besitter lång och bred erfarenhet av automationsprojekt i lager med djupa insikter i teknologins konsekvenser, möjligheter och begränsningar. Tre av experterna är logistikchefer i ledande positioner inom svenska handelsföretag. Vidare är tre av de ledande leverantörerna av automationsteknologi för lager representerade i studien. Vi har även med två av de främsta företagen inom automationsrådgivning och bemanning/kompetensförsörjning av automatiserade lager. Intervjuerna genomfördes online (via Teams) under perioden juni–september 2022. Varje intervju varade 60–90 minuter, spelades in och transkriberades ord för ord (totalt cirka 160 sidor text). Därefter kodades all data med hjälp av verktyget NVivo. Kodningen

utgick från teman enligt intervjuguide, men därutöver identifierades nya områden och intressanta teman.

3.4 Beskrivning av flerfallsstudien

Som avslutning på vår empiriska datainsamling genomförde vi en flerfallsstudie med åtta handelsföretag. Vi utgick från företagen i Svenska Handelslogistik-panelen och definierade följande kriterier för teoretiskt urval (det vill säga genom val av företag som representerar både likheter och skillnader kan intressanta analyser göras som möjliggör viss generalisering av resultaten): erfarenhet av att ta beslut kring automationsteknologi i lager, och situation att stå i eller just ha genomfört en investeringsprocess; olika grad och typ av automation; olika säljkanaler (omnikanal versus rena e-handlare); blandning av segment/produkter (mode, livsmedel, läkemedel, sport och fritid, varuhus/marknadsplats, verktyg, arbetskläder, DIY; blandning av ägarformer (familjeägt, aktiebolag). På grund av anonymitet kan vi inte visa en detaljerad tabell; en sådan översikt, med kombination av ovan nämnda aspekter, skulle möjliggöra identifiering.

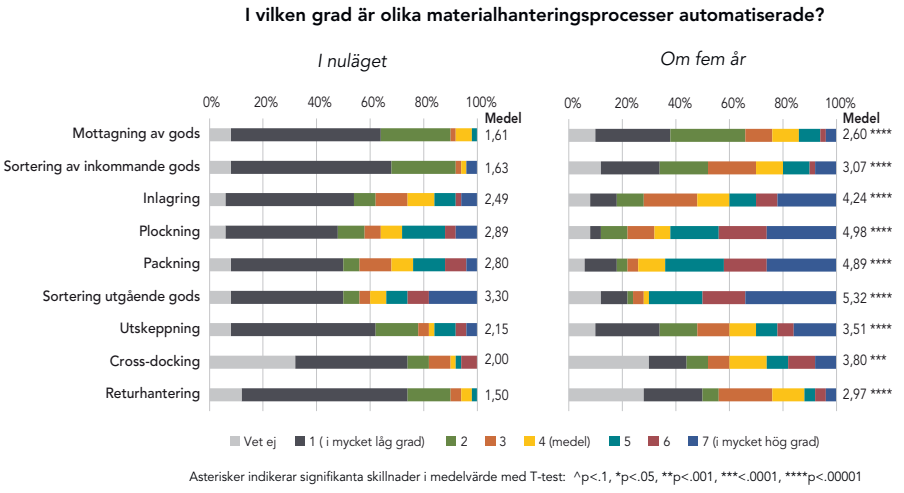
Varje företag besöktes under perioden augusti–oktober 2022. Vi intervjuade en eller flera nyckelpersoner så som supply chain director, logistikchef, lagerchef, produktionschef och hållbarhetschef. Vi gjorde även guidade rundvandringar genom alla delar av respektive lager. Alla intervjuer spelades in och transkriberades (totalt cirka 500 sidor text). Därefter kodades all data med hjälp av verktyget NVivo. Kodningen utgick från teman enligt intervjuguide och byggde vidare på de koder som identifierats genom analys av tidigare genomförda expertintervjuer. Därutöver identifierades nya områden och intressanta teman.

4 Trender för svensk handels automation och IT i lager: mot "smarta lager"?

För att möta logistikutmaningarna ökar investeringsviljan i automation och ny teknologi (figur 1) bland handelsföretag, speciellt för företag med stor sortimentsbredd (för utförligare diskussion, se delrapport Kembro och Norrman, 2022a). Medan omnikanalföretag (med hög integration av butik och e-handel) automatiserade tidigt, har automationsgraden ökat kraftigt hos e-handlare och delvis integrerade kanaler under senaste åren.

De processer som automatiserats tidigt representerar i högre utsträckning utgående flöden, medan fem år framåt så ökar automation signifikant för lagrets flesta delprocesser, och det finns redan i dagsläget enstaka företag som automatiserat nästan alla delar i sitt centrallager.

Figur 1. Grad av automation per materialhanteringsprocess.



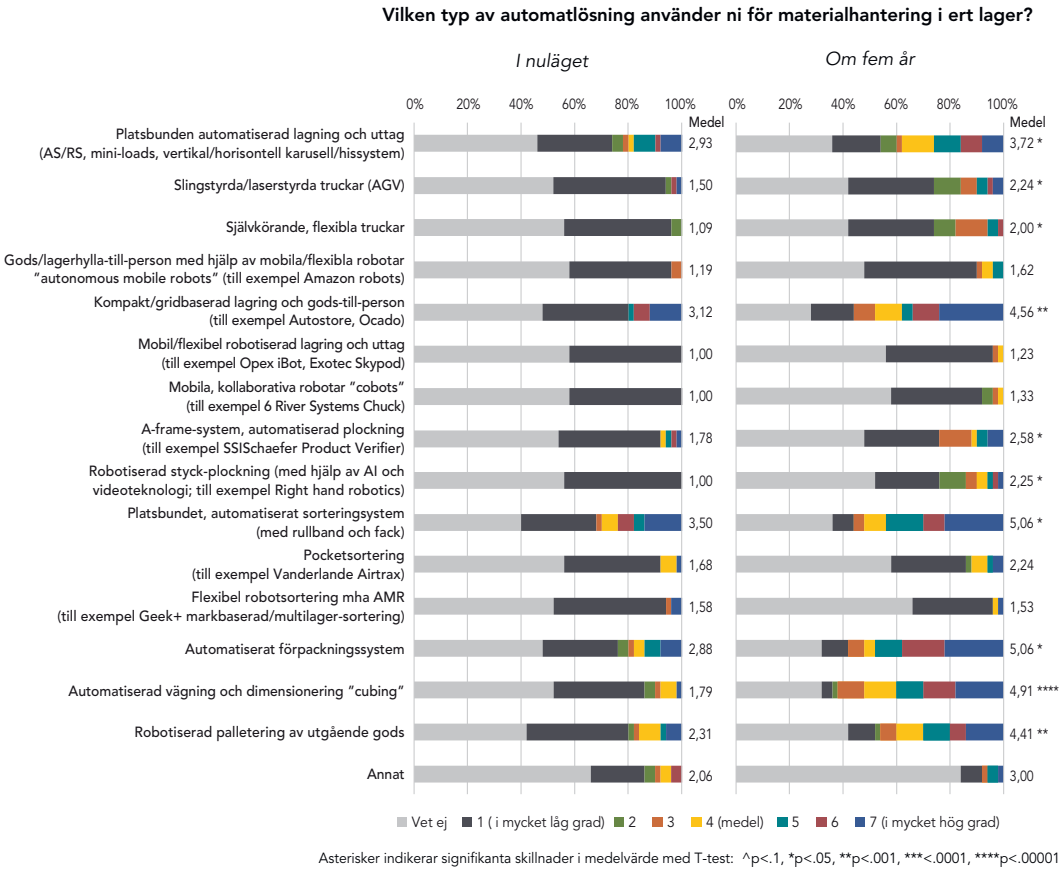
Av enkätens företag, kommer en handfull i framtiden att i stor utsträckning högautomatisera de flesta processerna i lagret. Samtidigt är det ett stort antal företag som inte angett en enda process som högautomatiserad. I nuläget är det huvudsakligen hantering av litet gods som automatiserats. Fem år framåt sker en signifikant ökning av alla godsstorlekar utom bulkigt gods. Vissa automationslösningar väljs för en viss kontext (till exempel produktkaraktäristik) medan andra används mer generellt bland företagen. Nya teknologier för materialhantering i lager utvecklas kontinuerligt. Några automationsteknologier att känna till är:

Tabell 1. Exempel på automationsteknologier för lager.

Teknologi	Exempel
Platsbunden automatiserad lagring och uttag	Swisslog CycloneCarrier: Shuttle System
Självkörande truckar (AGV)	VisionNav Robotics Driverless Autonomous Forklift Truck
Autonoma mobila robotar	AMR arculee S – Jungheinrich Autonomous Mobile Robots
Kompakta lagringssystem	AutoStore | Introduction
A-frame	A-Frame | Inther Group
Robotiserad styckplockning	RightHand robotics
Platsbunden automatiserad sortering	Denisort sorting system
Flexibel robotsortering	Geek+ sorting system
Pocketsortering	AIRTRAX Pocket
Automatiserade förpackningssystem	Nöjd AB, Kartongmaskiner till Automation
Automatiserad dimensionering och vägning	Cubiscan 275 Automated Shipping and Manifest System
Robotiserad palletering	Mujin palletizing

Fem år framåt ökar de flesta automationslösningarna. Signifikanta ökningar (figur 2) gäller kompakta lagringssystem (till exempel Autostore), robotiserad styckplockning, platsbunden automatiserad sortering, automatiserad förpackning, vägning och dimensionering, och robotiserad palletering. En intressant aspekt är att många företag väljer statiska snarare än flexibla automationslösningar för lagring, plock, och sortering. Detta kan innebära mindre strategiskt svängrum att ändra och anpassa lager och automationslösningar i framtiden.

Figur 2. Lagerautomation idag och om fem år (n=50).

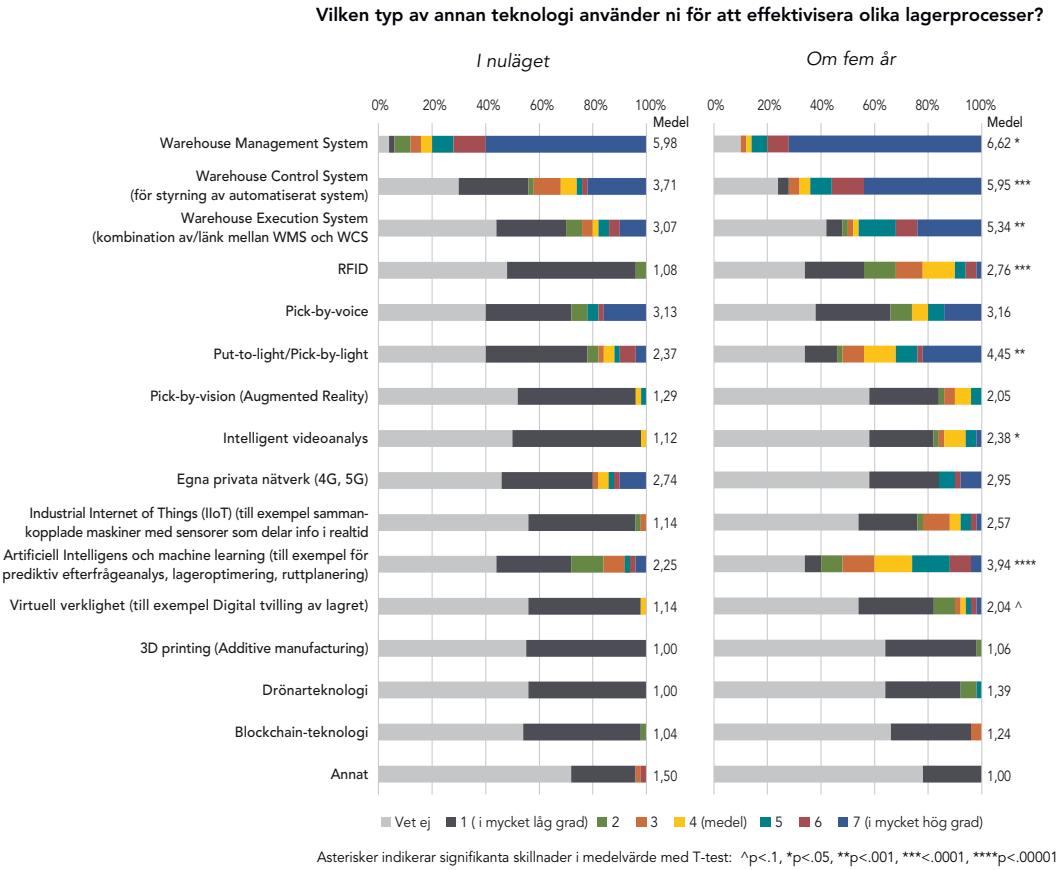


Enkätstudierna visar även flera intressanta trender för annan typ av kompletterande lagerteknologi (figur 3).

Warehouse Management System (WMS) anses mer eller mindre vara standard för att kontrollera och hantera lagrets dagliga verksamhet. Parallellt så används Warehouse Control System (WCS) och Warehouse Execution System (WES) för att styra och koordinera en mängd olika processer och automation. I nuläget används egna privata nätverk (4G, 5G) och Artificiell Intelligens (AI) i liten utsträckning, men enstaka handlare har satsat ”i hög grad” och verkar som pionjärer. Övriga teknologier, såväl ”gammal” RFID-teknologi och nyare system som Pick-by-Vision och intelligent videoanalys, används i mycket liten grad.

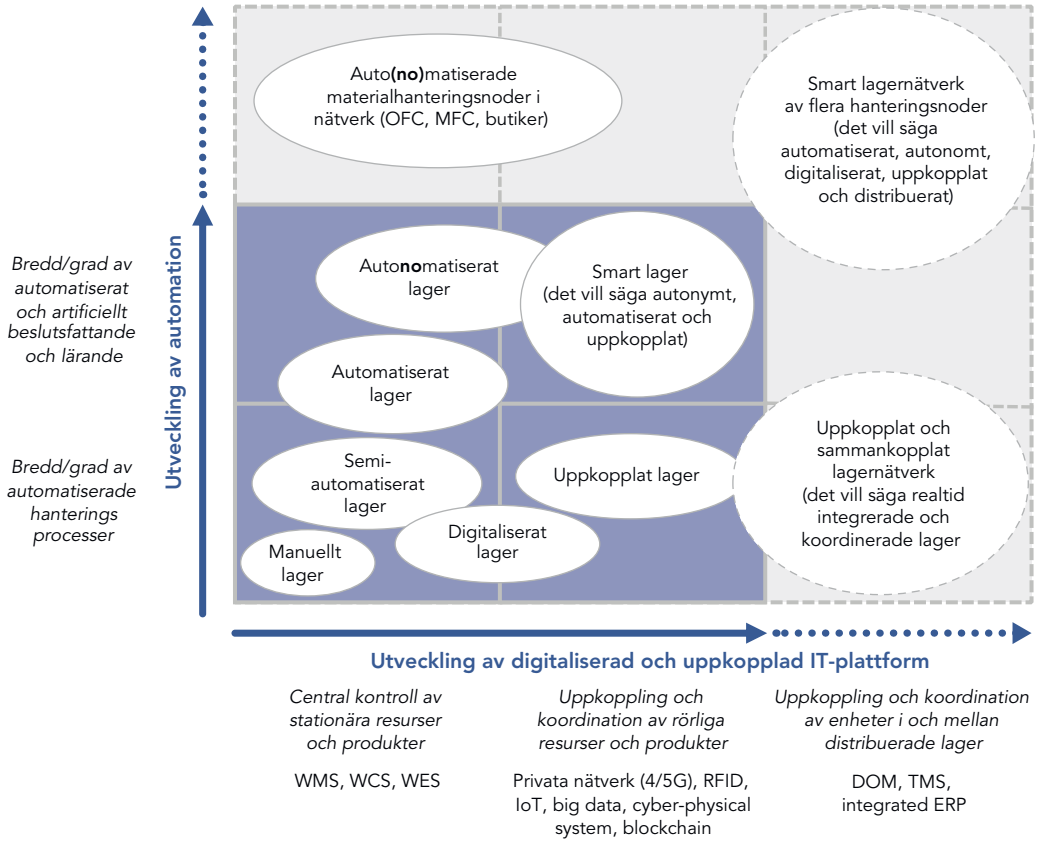
Fem år framåt är WMS, WCS, och WES fortsatt ryggraden i framtidens lager, men ett antal teknologier som används interaktivt i människa-maskin-gränssnittet blir vanligare och förstärker arbetarens förmågor att till exempel plocka snabbare eller minska antal plockfel (så kallad ”human augmentation”). På frammarsch är även teknologier som stödjer datahantering och realtidsanalys. Trots en låg nivå, är det framför allt AI, IoT, RFID och intelligent videoanalys som ökar medan Privata nätverk behåller sin position. Vi noterar att många e-handelsföretag är med och leder framtida implementeringar.

Figur 3. Annan typ av teknologi som används i lager, idag och om fem år (n=50).



Utveckling mot ”smarta lager”, som skymtas i horisonten, beskriver vi i två dimensioner: grad av automation, samt grad av digitalisering och uppkoppling av informationsplattform (figur 4).

Figur 4. Utveckling mot smarta lager (blå matris) och smarta lagernätverk.



Den första fokuserar på robotisering av den fysiska materialhanteringen (till exempel skyttellösning, Autostore, sortering), medan den andra fokuserar på teknologier för hantering och analys av data (till exempel WMS, WCS, WES, AI, IoT, 5G). Analysen pekar mot att framtidens smarta lager är:

- **Automatiserat,** det vill säga att en stor del av den fysiska materialhanteringen i lager i hög grad sköts av robotar.

- **Autonomt,** där robotar tar egna beslut vad gäller fördelning av uppgifter (till exempel orderhantering) och förflyttningar i lagret. Kombinationen autonom automation kan även benämnas autonomatisering.

- **Digitalt,** vilket innebär att kontroll och styrning av lagret (till exempel lagernivåer, sekvensering av orderplock) sköts genom integrerade informationsplattformar. Det inkluderar även funktionalitet för analys av stora mängder data (AI/machine learning), till exempel för förbättrad prognostisering.

- **Uppkopplat,** där rörliga resurser och produkter följs, kontrolleras och koordineras i realtid. Det möjliggör också realtidsanalys (till exempel via intelligent videoanalys) av aktivitet i lager för snabb beslutsfattning och vidare utveckling av processer.

En framtida förflyttning av teknologifronten i lager innebär att företag investerar i både automationslösningar och informationsplattformar. Många av de företag som siktar på att ha ”smartast lager” om fem år (motsvarande 2026) är inte alls de företag som är mest automatiserade eller har mest utvecklad automation idag (2021), utan andra aktörer.

Framtidens smarta lager är automatiserat, autonomt, digitalt, och uppkopplat.

Parallellt med automation ökar decentralisering av logistiknätverk (fler och olika typer av materialhanterings-noder etableras) vilket möjliggör kortare transporttid till slutkund. Det är dels småskaliga lager såsom online fulfilment center (OFC) och micro fulfilment center (MFC), dels att fler logistiktjänster erbjuds i butik (antalet butiker är relativt konstant):

- Tendensen är att orderplock i butik ökar, med i huvudsak två renodlade alternativ: att alla butiker används för plock eller att handelskedjorna utnyttjar ett fåtal (under 20 procent) butiker där man koncentrerar sin butiksplockning.

- Majoriteten lämnar ut online-order i butik genom två huvudsakliga alternativ: antingen utlämning i enstaka, utvalda butiker; eller att i princip alla butiker lämnar ut.

- Ett delvis nytt fenomen, ship-from-store, med butiken som startpunkt för hemleverans, ökar lite de närmaste fem åren: 20 procent av handelsföretagen satsar i stor utsträckning. Många (förutom rena e-handlare) säger inte uttalat nej och många ”vet inte”.

- Automationsteknologi i butik och småskaliga lager har hittills fått begränsad uppmärksamhet. Om fem år verkar en handfull pionjärer satsa på automationsteknologi i alla sina butiker. Parallellt planerar drygt 20 procent att automatisera utvalda butiker. Motsvarande siffror för småskaliga lager är något högre.

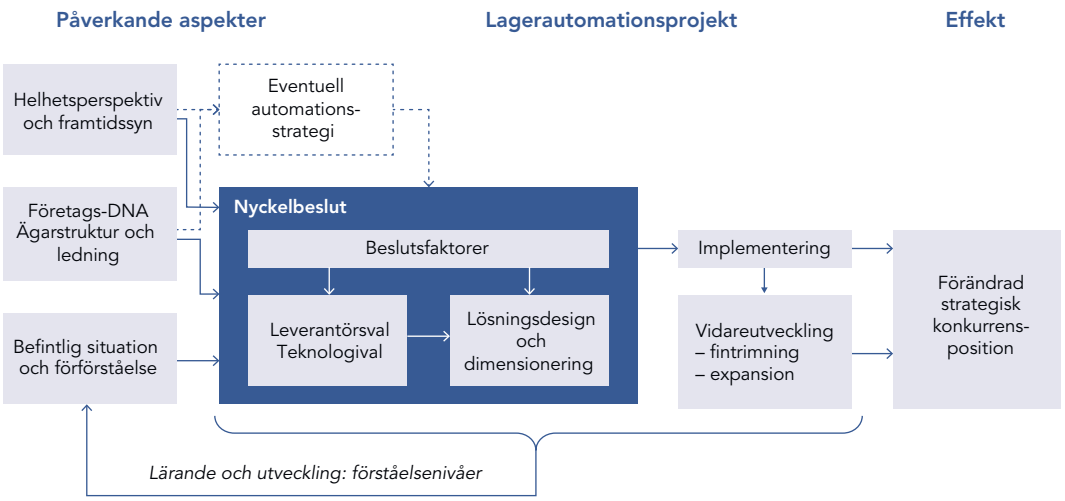
I takt med att flera olika lagertyper koordineras och automatiseras, så kan det leda till ”smarta lagernätverk”, det vill säga ett sammankopplat nätverk av flera automatiserade, autonoma, digitala och uppkopplade materialhanteringsnoder. Högre grad av decentralisering kräver ökat fokus på transparent och distribuerat order- och lagerstyrningssystem (DOM). Tillsammans med en förväntad snabbt ökande användning av AI pekar studien på ökad betydelse av dataanalys och integrerade informationssystem, vilket driver behov av nya kompetenser inom logistiken.

5 Insikter från automationsprojekt och dess nyckelbeslut

Lagerautomation är spännande då beslutet först kan te sig relativt enkelt. En teknologi-leverantör uttryckte: "Det enda som för mig driver designen är: hur mycket som plockas, vilken typ av produkter, vilken typ av order." Men, som vår studie visar ställs handelsföretag förr eller senare inför en situation där kombinationen av komplicerande aspekter och påverkande beslutsfaktorer gör investeringar och nyckelbeslut i lagerautomation allt annat än triviala.

Val och specifikation av automationslösning påverkas naturligtvis av den flödesmässiga situation företaget befinner sig i (till exempel produktens storlek och beskaffenhet samt orderkaraktäristik). Men vår studie visar att också den förförståelse handelsföretaget har av sin situation och automationserfarenhet, de perspektiv man har, och företagets "DNA" är aspekter (figur 5) som kan påverka nyckelbeslut. De beslut som fattas och implementeras påverkar i slutändan de effekter som uppnås och vilken ny strategisk position företaget uppnår.

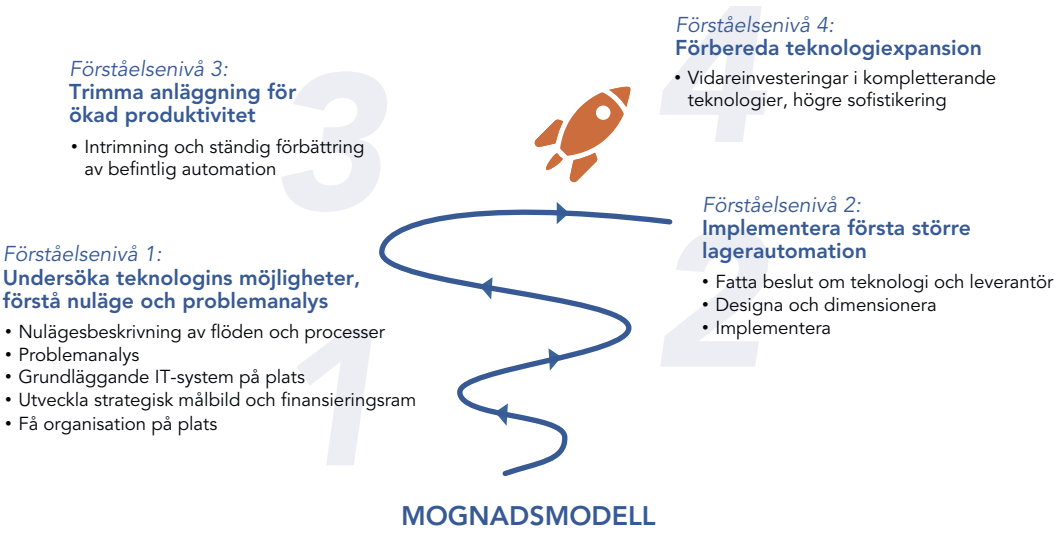
Figur 5. Överblick av lagerautomationsprojekt och påverkande aspekter.



5.1 Befintlig situation och förförståelse

Traditionellt pekar teorin för lagerbeslut på situationsfaktorer som order- och produktegenskaper, marknadstillväxt, osäkerhet och variabilitet i efterfrågan, kundens förväntningar på ledtid, tillgänglighet och returhantering. Dessa faktorer är viktiga, under olika faser av ett automationsprojekt, och vi återkommer till dem. En annan viktig aspekt av den befintliga situationen verkade dock vara företagens egen förståelse av både viktiga situationsfaktorer och ens erfarenhet av lagerautomation. Genom vår fallstudie identifierade vi olika förståelsenivåer för en automationsresa: 1) företag som i huvudsak har manuell materialhantering men som är intresserade av att undersöka möjligheter med automationsteknologi; 2) företag som är i startgroparna för att implementera sitt första större automationsprojekt; och 3) företag som redan har implementerat automationsteknologi och nu förbereder för att expandera med ytterligare teknologi. Under studien observerades även en skillnad på företagens intresse och förmåga att jobba med ständiga förbättringar av sin automation; det vill säga att trimma anläggningen och inställningar för att få ut högsta produktivitet. Vi tror därför att det finns åtminstone fyra olika förståelsenivåer företag kan befinna sig på; en intervjuperson beskrev nivåerna som: ”Förstå det, automatisera det, bygg sen din månlandare” (figur 6).

Figur 6. Bygg din månlandare genom fyra förståelsenivåer.



I den första förståelsenivån ligger tyngdpunkten på att få en förförståelse genom nulägesbeskrivning (as-is) och att skapa en problemanalys och förberedelse, det vill säga skapa ”change readiness”. Det innebär dels en fullständig kartläggning och analys av alla flöden och processer, dels att implementera grundläggande system (till exempel WMS) för kontroll av lagret och dess flöden (till exempel stock keeping unit [SKU]-data,

orderdata). Man måste också fastställa strategisk inriktning och investeringsram samt att bygga upp en organisation för att ta sig an och kunna driva ett automationsprojekt; detta inkluderar att säkerställa nyckelkompetenser inom till exempel supply chain, logistik, lager, IT, automationsteknologi, projektledning och förändringsarbete. Det är möjligt att nyttja extern kompetens, men ett automationsprojekt är inte en kort begränsad insats utan det är en omfattande transformation som genomsyrar hela företaget de kommande decennierna. Därför är det riskfyllt (och potentiellt mycket dyrt) att göra sig alltför beroende av andra företag och konsulter. En logistikchef kommenterar:

> *”Komplexiteten i själva beslutet är relaterat till mycket olika nivåer av förståelse och kompetens för var vi befinner oss och varför vi gör detta. Det har varit ganska tydligt hos oss hur många av de som sitter i ledningen idag inte har gjort resan förr.”*

För den andra förståelsenivån ligger tyngdpunkten på att ta fram målbild, lösningsförslag och besluta vägen framåt för själva implementationen. Detta inkluderar att skapa underlag för att välja teknologi och leverantör, att fastställa finansieringsmodell (till exempel betala löpande eller i slutet av implementation), en rad operationella beslut kopplat till lösningsdesign och dimensionering, och slutligen att implementera och starta igång anläggningen. Ofta är automationsprojektet del av en större förändring av distributionsnätverket (till exempel centralisering och sammanslagning av olika lager) och ibland är det ett så kallat greenfield-projekt som innebär att man bygger ett nytt lager på en ny plats. Många andra beslut, utöver själva teknologin, måste då fattas. Det kan till exempel innebära lokalisering (var ska lagret ligga), dialog och förhandling med kommun, samt projektering av fastighet. Flera företag beskriver en ”följa-John-princip” där man nästintill karbonkopierar ett befintligt business case som finns tillgängligt inom koncernen eller via teknikleverantörens nätverk, det vill säga utnyttjar tidigare tillskansad förförståelse.

Det som kanske inte är uppenbart, men väldigt viktigt, är förståelsen att/hur dessa beslut påverkar företaget många år framöver. En logistik- och automationsexpert utvecklade:

> *”En automationslösning vill vi leva med i 15 år, 20 år eller 30 år. Så det är en utmaning för beslutsfattarna … att detta är en långsiktig investering där vi … har en payback på fyra år, men det är ett fundament för att vi ska kunna fortsätta … inte bara de rena avskrivningarna på investeringarna, utan den kommer ge oss den här kapaciteten eller den kommer ge oss de här ledtiderna, eller den kan ge oss de här miljömässiga förmånerna eller fördelarna.”*

Den tredje förståelsenivån nås efter att automationsteknologin är implementerad. Vissa företag lägger då fokus på att löpande fintrimma anläggningen för att få ut max produktivitet (antal orderlinjer per timme). I vår studie fanns exempel på jämförbara lager där det ena lyckades trycka ut nästan dubbelt så många orderlinjer per timme som det

andra. En nyckel ligger i regelbunden dataanalys för att säkerställa att produkter ligger i lämplig zon beroende på hur ofta den plockas. En teknikleverantör utvecklar:

> *”För att få en komplex maskin att fungera så bra som möjligt så krävs det intrimning, det krävs upplärning och god förståelse för hur du tweakar och använder maskinen. Och det finns det ingen som har från dag ett. Så performance och kapaciteten i systemet ska vara lägre i början, och sedan pratar vi alltid om upprampning, att man börjar på en viss nivå och har acceptanstester för att få trycka på knappen och komma i gång. Men sen måste man jobba med systemet över tid och det gäller alla automationsteknologier, oavsett om det är en förhållandevis enkel teknologi som Autostore eller om det är mer komplexa teknologier, att över tid så jobbar man med en upprampning. Så småningom når man en nivå där man har god förståelse i organisationen för hur du får maskinen att prestera så bra som möjligt.”*

En fjärde förståelsenivå ser vi hos företag som, förutom att fintrimma den existerande anläggningen, planerar för ytterligare automation av materialhanteringen i lagret. Det kan till exempel gälla ett företag som redan automatiserat lagring och plock av litet, högfrekvent (ofta plockat) gods, och som planerar för att automatisera inkommande gods, plock av medelstort gods, eller lagring av lågfrekventa (sällan plockade) artiklar. Stegvis rör sig dessa företag mot mer sofistikerade och nästan helautomatiserade lager (med en eller flera huvudteknologier så som skyttlar, Autostore, A-frame, sorteringsanläggning och rullband). I kombination med fintrimning och implementering av kompletterande teknologi (till exempel AI, videoteknologi, och sensorer) växer den mer avancerade lösning fram som en intervjuperson kallade ”månlandare”.

Företag som redan har investerat i och implementerat automationsteknologi har nått en hög förförståelse. Samtidigt är flera beslutsvariabler redan givna; till exempel är platsen troligen bestämd, fastigheten byggd, och teknikleverantör avtalad. Fokus ligger i stället på hur varje utökning måste utgå från och kopplas ihop med tidigare existerande processer och teknologier. Eftersom varje utökning gör lagret mer unikt blir det svårare att kopiera lösning från andra business case. En viktig aspekt att förstå är betydelsen av att föregående automationsprojekt inte har styrts av kortsiktig optimering utan i stället har säkerställt att utökningar blir möjliga, välplanerade och inte alltför komplexa. Detta inkluderar till exempel förståelse att från början ha säkerställt tillgänglig mark, detaljplan, fria ytor i lagret, och att ha tänkt igenom lagrets olika zoner och teknologier och hur de kan integreras samtidigt som de var för sig expanderas.

Vi konstaterar att erfarenhet av tidigare automation underlättar beslutsfattandet, och att företag har, eller skaffar, detta olika. En del seniora logistikchefer har varit genom flera automations-resor inom samma företag – men flera av våra intervjupersoner har tidigare gjort motsvarande resa hos andra företag och sedan rekryterats in specifikt för att driva ett automationsprojekt.

5.2 Helhetsperspektiv och framtidssyn

Som föregående sektion indikerade är helhetsperspektiv och framtidssyn viktiga aspekter som påverkar ett lagerautomationsprojekt och dess nyckelbeslut. Utan helhetsperspektiv och framtidssyn uppstår det en risk att ”bygga in sig” i takt med utökning av automationsteknologi. Konsekvenser blir att framtida utökning och utveckling bli mycket komplext eller till och med omöjligt att genomföra; en annan konsekvens är att lagret som helhet inte kan stödja effektiv logistik och/eller möta kunderbjudanden.

En orsak till inlåsningseffekt är att mycket av den installerade teknologin inte är flexibel (till exempel skyttlar, rullband, Autostore) i bemärkelsen att den är fast och inte går att flytta runt hur som helst. Tidigare investeringar innebär därmed en relativt statisk infrastruktur som måste beaktas i alla följande beslut kring till exempel flöden, processer, sortiment och orderstruktur. Fallföretagen är överens om att det inte nödvändigtvis är en särskild automationsteknologi som sätter gränser, utan det är lagret som helhet som spelar roll. Intervjupersonerna betonade kritiska aspekter så som vikten av att automationsteknologierna är påbyggnadsbara. Ett företag lyfte fram betydelsen av en modulär ansats (processer, teknologier) för att möjliggöra flexibel tillväxt av automation och lager.

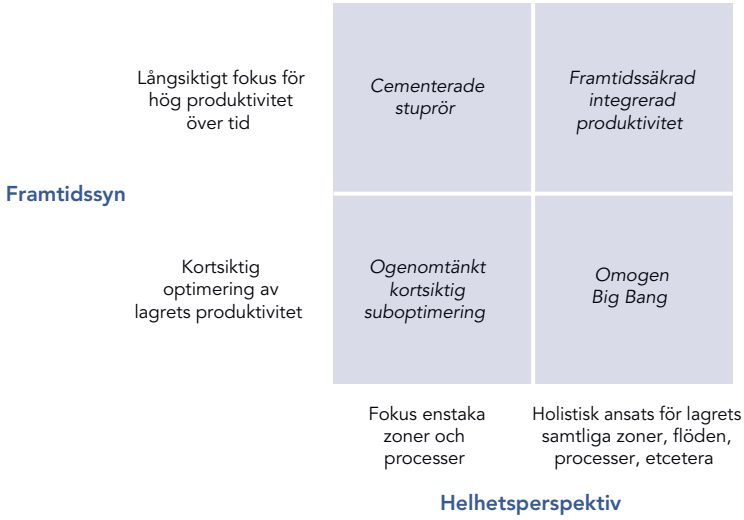
Lärdomar från fallföretagens mångåriga erfarenhet av automationsprojekt pekar på betydelsen av holistiskt tänkande från start som innehåller expansionsmöjligheter och konkret planering (till exempel detaljplan, bygglov, fastighet) för respektive lagerzon. Mer konkret så är det avgörande att, från start, tänka igenom vilka lagerzoner som ligger var, hur de kan expanderas var för sig, och hur de hänger ihop och kan integreras i takt med stegvis expandering. Helhetsperspektiv kring flöden och processer, från ankomst till utskeppning, är centralt och måste fungera oavsett hur och när olika delar av lagret expanderas och automatiseras. Följande diskussion med en logistikchef belyser denna aspekt:

> *”– Och ni hade mark redan från kommunen och möjlighet att bygga ut?*
>
> *– Ja precis, det var en del när vi byggde detta, för då hade vi redan [annat företag] som varnande exempel … dels har vi de här luckorna i dagens [lager], som är tomma ytor, men också, vi såg ganska tydligt vad som händer om vi skulle bygga ut. Och det är därför som vi placerade huset så långt som möjligt åt det hållet. Och om vi skulle bygga ut så skulle vi ha det åt det hållet. Det visste vi … vi har lagt Autostoren där, då vi visste att om det kommer att hända något så borde de vara där.*
>
> *– Om ni inte tagit med det från början så hade ni lagt det fel, då hade det blivit problem?*
>
> *– Ja det är riktigt.”*

För ett lyckat lagerautomationsprojekt är det lika viktigt *vad* som automatiseras som *ytorna som inte automatiseras*. Att från början bygga in fria ytor ger senare en flexibilitet att kunna anpassa sig till framtida strategival. Ett företag beskrev det som att ”bygga in luft för framtida tillväxt och förändring”. En annan logistikchef uttryckte det som att ”Rom byggdes inte på en dag”. Detta anspelar på ansatsen att inte automatisera hela lagret på en gång. I stället, vilket är i linje med hur fallföretagen gjort, är det viktigt att planera för var/hur anläggningen kan byggas ut, bygga första fasen, sedan vänta några år för att bli varm i kläderna och utvärdera riktning för övergripande företagsstrategi och tillväxt. Därefter kan man skala upp, utöka och utveckla automationsteknologin. Detta pekar på en viktig avvägning där en satsning på helautomatisering (”månlandaren”) från start kan ge kortsiktigt högre produktivitet, men valet att avvakta och dela upp automationsprojektet över ett antal år kan vara att föredra. Man får, med andra ord, acceptera att inte få den perfekta lösningen direkt men i stället ha svängrum att kunna växa och ändra riktning de kommande åren i takt med att automationen testas och fintrimmas, och att organisationen samlat värdefull erfarenhet och kunskap.

Sammanfattningsvis identifierade vi två dimensioner: den första berör vikten av holistiskt perspektiv jämfört med att fokusera och suboptimera enstaka zoner eller processer; den andra berör långsiktigt fokus jämfört med kortsiktig optimering av lagret produktivitet. Detta kan ses som en matris (figur 7) där nedre vänstra hörnet representerar ogenomtänkta expansionsmöjligheter och kortsiktig suboptimering som, i en osäker värld, kan ge framtida huvudvärk och tvinga fram icke-optimala beslut. Som kontrast motsvararar det övre högra hörnet ett långsiktigt helhets- och flödestänk som säkerställer hög produktivitet över lång tid. Dessa företag har en tydlig och relativt lång vision om sin framtida utveckling för att kunna ”framtidssäkra” lagerautomationssatsningen och hur de stegvis ska utveckla den. I det ingår att förstå olika delar som hänger ihop och påverkas; med andra ord, förstå den övergripande processen och det gemensamma flödet. Övriga fält kan karakteriseras som att man antingen ”cementerar stuprör” eller implementerar en ”omogen big-bang”.

Figur 7. Helhetsperspektiv och framtidssyn avgörande för lyckade automationsprojekt.



5.3 Automationsstrategi

Större holistiska och långsiktiga satsningar på lagerautomation kräver stora investeringar och påverkar både företagens operativa verksamhet och strategiska manövreringsutrymme flera år (decennier) framåt. Men även ett beslut ”att inte automatisera” (eller skjuta upp beslutet) är ett strategiskt beslut. Trots detta har inte något av företagen någon nerskriven (eller uttalad) tydlig formell automationsstrategi. Men många säger sig ha fragment av, eller är på väg att skapa, en sådan automationsstrategi: ”Vi formulerar just nu en automations-plan”, ”det sitter i väggarna”, ”del av övergripande teknologistrategi respektive supply chain strategi”, ”har formulerat vision”, ”finns i huvudet och halvofficiellt på papper”, ”ska skapa en blueprint”, ”har ingen formell strategi men vägledande principer”. Baserat på de diskussioner vi haft kring strategiska frågor, samt de olika strategiska val vi sett man tagit i olika riktningar, anser vi att nedanstående aspekter (tabell 2) är viktiga nog att reflektera över i en lagerautomationsstrategi:

Tabell 2. Aspekter som bör reflekteras kring i en formulerad lagerautomationsstrategi.

Innovations- och riskperspektiv
• Skapa konkurrensfördelar genom att ligga i framkant och vara stolt innovatör, eller fokusera säkerhet och undvika bli ”försökskanin”?
• Ta extra kostnader för riskhantering (redundans, cybersäkerhet, etcetera för att minska sannolikhet för driftavbrott?
Tidshorisont och uppskalningsmöjligheter
• Fokusera på snabb implementation och genomförande, eller optimal lösning efter längre projekt?
• Skapa kopierbara lösningar (att enkelt implementera på andra siter) eller optimera enskilda lösningar?
Koordinering och integration
• Grad av koppling till andra funktionsstrategier: Övergripande teknologistrategi, Supply chain-strategi, IT-strategi, etcetera?
• Anlita en eller många teknologileverantörer som måste koordineras?
• Använda en eller flera automationsteknologier som måste integreras?
• Föra detaljdiskussioner eller göra helhetsupphandling av automationsteknologi?
• Fokus på att optimera avgränsade delsystem (moduler) eller optimera integrerad helhet?
Möjlighet att ta egen kontroll
• Ska byggnader ägas, leasas eller hyras?
• Säkerställa egen automationskompetens eller utnyttja konsulter/leverantörer i projektinitiering- och implementering?
• Standardlösningar (out of the shelf) eller anpassade speciallösningar?
• Projektansvar: eget helhets/integrationsansvar eller outsourcat till nyckelleverantör som integrerar?
• Grad av outsourcing av lagerarbete, drift och service?
• Fokus på möjlighet till enkel styrning (till exempel mer mekaniska lösningar) eller förlita sig på inbyggd intelligens?
Fokus på kapital- och investeringskostnader (Capex) versus operativa kostnader (Opex)
• Grad av överkapacitet i byggnader?
• Grad av överkapacitet i automationslösning (möjlighet att designa för peak)?
Lagrets roll i logistiknätverket
• Anläggningens grad av flexibilitet versus produktivitet?
• Fokus på skalbarhet versus produktivitet?
• Decentraliserade eller centraliserade system?

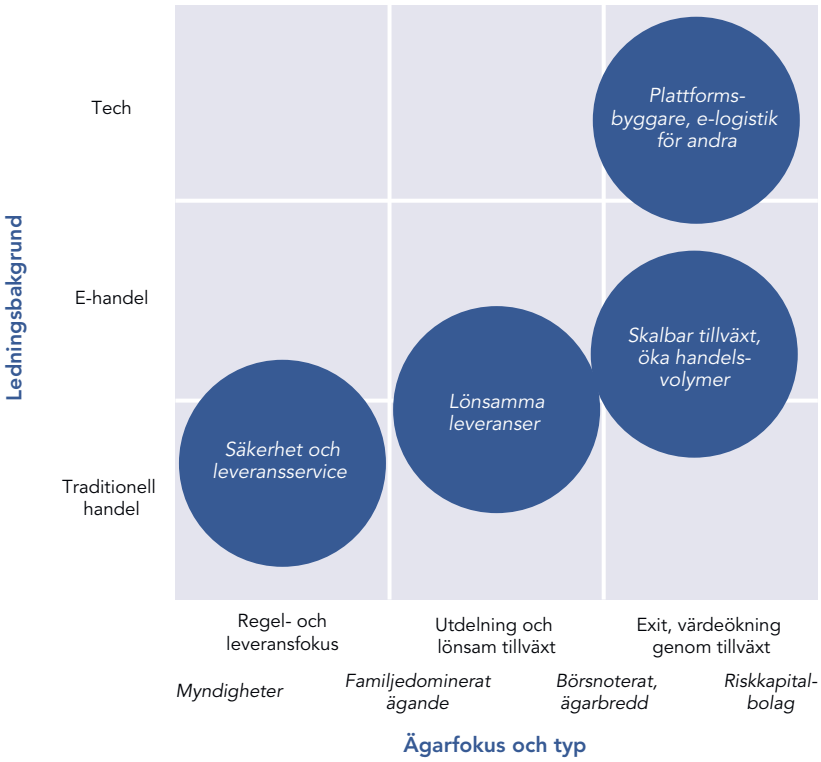
Bland företagen ser vi olika svar för de här frågorna, givetvis med relevanta förklaringar baserat på företagens situation kopplat till olika faktorer och övergripande företags-strategier och affärsmodell. Några mönster från intervjuerna är:

- Lager- och automationsstrategi bör vara del av övergripande supply chain strategi (i och med att ett beslut i lager påverkar logistiknätverket och vice versa).
- Helhetstänk och flexibilitet (kring lager och automation) krävs i form av extra yta, modulära lösningar och skalbarhet för att hantera framtida osäkerhet av affär och kund.
- Vikten av att fundera kring fördelar versus nackdelar med att vara innovatör jämfört med tidig eller sen efterföljare i innovationsarbete.
- Bygga intern erfarenhet/kompetents och på sikt ta kontroll över lagret och automation.
- Noggrant partnerval i tidigt skede, då det kan skapa inlåsningseffekt men också möjlighet att utveckla strategiskt partnerskap för framtida utveckling och underhåll.
- Omsorgsfullt val av typ och antal system för att undvika komplicerade integrationer i senare skede.

5.4 Olika handels-DNA

Hur företagen resonerade kring olika aspekter – som kan kopplas till en lager-automationsstrategi – visade ofta stora likheter. Vi noterade samtidigt fundamentala skillnader och olika resonemang om orsaker till beslut samt de perspektiv man hade. Vi kunde inte härleda detta till klassiska situationsfaktorer som bransch (typ av produkt), storlek på gods, storlek på företag, marknadsdynamik, utan fick en känsla av att det fanns olika företagskaraktärer – vi benämner det som olika DNA – som påverkade hur man såg på denna typ av investeringar och beslutsprocesser. Vår analys bygger på två huvudsakliga dimensioner och leder till olika karaktärer/DNA (figur 8).

Figur 8. Handels-DNA baserat på ledningsbakgrund, och ägarfokus och typ.



Företagets ägarstruktur och huvudägarnas ”affärsmodell” verkar påverka till exempel investeringens storlek och krav på återbetalningstid, vikten av olika finansierings-lösningar, vad som är själva affärssyftet med automationen (till exempel öka lönsamhet genom bättre service och/eller kostnadssänkningar eller stödja kraftig tillväxt och expansion till nya marknader, produkter eller geografier), beslutsprocessen, och takten. Organisationer med långsiktiga ägare som till exempel myndigheter kan innebära att vikten att följa regelverk, säkerhet för produkter och anställda, och leveransservice till kunder är av högsta prioritet, och automation kan förbättra dessa aspekter. Samtidigt kan finansieringsupplägg och kapitaltillgång vara en mindre fråga. Vi ser här ett DNA med fokus på *Säkerhet och leveransservice*.

Många handelsföretag har en lång handelstradition och har ett ägande koncentrerat till en eller ett fåtal familjer (som fortfarande kan ha medlemmar aktiva i företagets operativa ledning). Vi ser ofta här att fokus är på lönsamhet, eller tillväxt under lönsamhet, där man tjänar pengar på själva handeln. Automation ska hjälpa till att höja företagets konkurrenskraft och möta nya kunderbjudande på ett lönsamt sätt. Vi ser här också börsnoterade företag (med mer eller mindre ägarkoncentration), och man kan ibland se skillnad på företag med rötterna i traditionell handel respektive e-handel. Det sista kan påverka DNA och typen av automationslösning (speciellt om man måste hantera butikspåfyllnad eller ej) till viss del, men likheten i att fokusera ”logistisk lönsamhet” känns starkare och DNA kretsar kring *Lönsamma leveranser.*

För andra handelsföretag är ägandet mindre historiskt och långsiktigt som för de familjeägda, oavsett om det är ett brett aktieägande eller mer koncentrerat till ett eller flera riskkapitalbolag. Ibland, och inte sällan för relativt unga e-handelsföretag, driver dessa ägares affärsmodeller att tillväxt fokuseras före lönsamhet och företagsärdering utgår från försäljningstillväxt och potential mer än vinst och lönsamhet. Investeringshorisonten kan vara kortare, investeringsbeloppen lägre, och finansieringsmöjligheterna viktigare om ägarna närmar sig en ”exit”, det vill säga snart ska försöka sälja bolaget vidare. Denna typ av ägare återfinns också hos vissa traditionella handelsföretag, och vi ser ett DNA som kretsar kring *Skalbar logistik för volymtillväxt*. Här återfinns riskkapitalister som försöker skapa synergier mellan liknande handelsföretag i olika länder eller branscher, och man kan då försöka skapa lärande, utökad förståelse och synergier mellan automationslösningar samt driva samordningsstrategier.

Företagens ägarstruktur och huvudägarnas ”affärsmodell” verkar påverka investeringens storlek och krav på återbetalningstid, vikten av olika finansieringslösningar, vad som är själva affärssyftet med automationen, beslutsprocessen, och takten.

Vår analys indikerar en fjärde typ av företag, där själva handelsverksamheten kanske mer är ett medel för att nå målet att leverera en plattform för e-handelstjänster, inklusive logistiktjänster, inspirerade av Amazon. DNA kretsar kring *Plattformsbyggande för logistiktjänster till andra*. Även här tror vi ägarbilden har ett fokus på värdeökning genom tillväxt, men flödet genereras inte enbart genom egna handeln, och den framtida vinsten ska förmodligen göras på andras transaktioner. Vi uppfattar här en skillnad i ledningens intresse och kompetens, där ”tech-DNA”, det vill säga bakgrund inom och intresse för IT och högteknologi, har större betydelse än de handels- och logistikfokus som varit utmärkande i de andra företagens ledning. För automationsstrategin verkat detta innebära dels större fokus på innovation och att skapa egna (eller kraftigt anpassade) lösningar. Dessa får gärna baserat på enkel och skalbar teknik där innovationen baseras på företagets egna teknologi-kunnande och förmåga att optimera delprocesser, och sedan förmågan att skapa skalbarhet och flexibilitet av detta för att snabbt och effektivt kunna ta in nya flöden och affärer.

På detta sätt kan vi skissa på olika automationsstrategier för dessa typer av företag (tabell 3).

Tabell 3. Översikt olika handels-DNA och representativa automationsstrategier.

Handels-DNA	Representativ automationsstrategi
Säkerhet och leveransservice	Undviker att vara innovatör. Satsar på beprövad teknologi och undvik risker. Fokuserar enkelhet i form av enstaka, noga utvald, leverantör med helhetsansvar. Investera i säker drift (till exempel redundans för ström och fiber). Betonar långsiktigt helhetstänk kring automationslösning. Investerar i överkapacitet för att säkerställa framtida tillväxt. Finansiering möjlig för välmotiverade investeringar.
Lönsamma leveranser (omni)	Tidigt ute med att implementera automationsteknologi för att öka lönsamhet och få konkurrensfördel. Större investeringar möjliga baserad på bra business case. Investeringar kännetecknas av helhetstänk och framtidssyn. God förståelse för handel och logistik men saknar tech-DNA. Satsar på ny men beprövad teknologi i kombination med strategiskt partnerskap för att utveckla lagret över tid. Har under lång tid byggt upp erfarenhet vad som fungerar och ökar gradvis fokus på att bygga intern kompetens för att driva, trimma och utveckla högautomatiserade lager.
Skalbar logistik för volymtillväxt	Fokus ligger på tillväxt och potential snarare än vinst och lönsamhet. Satsar på överkapacitet och att ta marknadsandelar genom spetsig – men inte alltför dyr, tekniskt komplicerad, eller blandad – automationsteknologi som ger konkurrensfördelar inom segmentet. Utvecklar strategiska samarbeten med tech-bolag för att ligga i framkant. Investeringshorisonten kan vara kortare, investeringsbeloppen lägre, och finansieringsmöjligheterna varierar.
Plattformsbyggare, e-logistik för andra	Större fokus på innovation och att skapa egna (eller kraftigt anpassade) lösningar. Dessa får gärna baseras på enkel, modulär och skalbar teknik där innovationen baseras på företagets egna teknologikunnande och förmåga att optimera delprocesser, och sedan förmågan att skapa skalbarhet och flexibilitet av detta för att snabbt och effektivt kunna ta in nya flöden och affärer. Tar kontroll över tech internt istället för att vara beroende av extern leverantör.

5.5 Nyckelbeslut och beslutsfaktorer

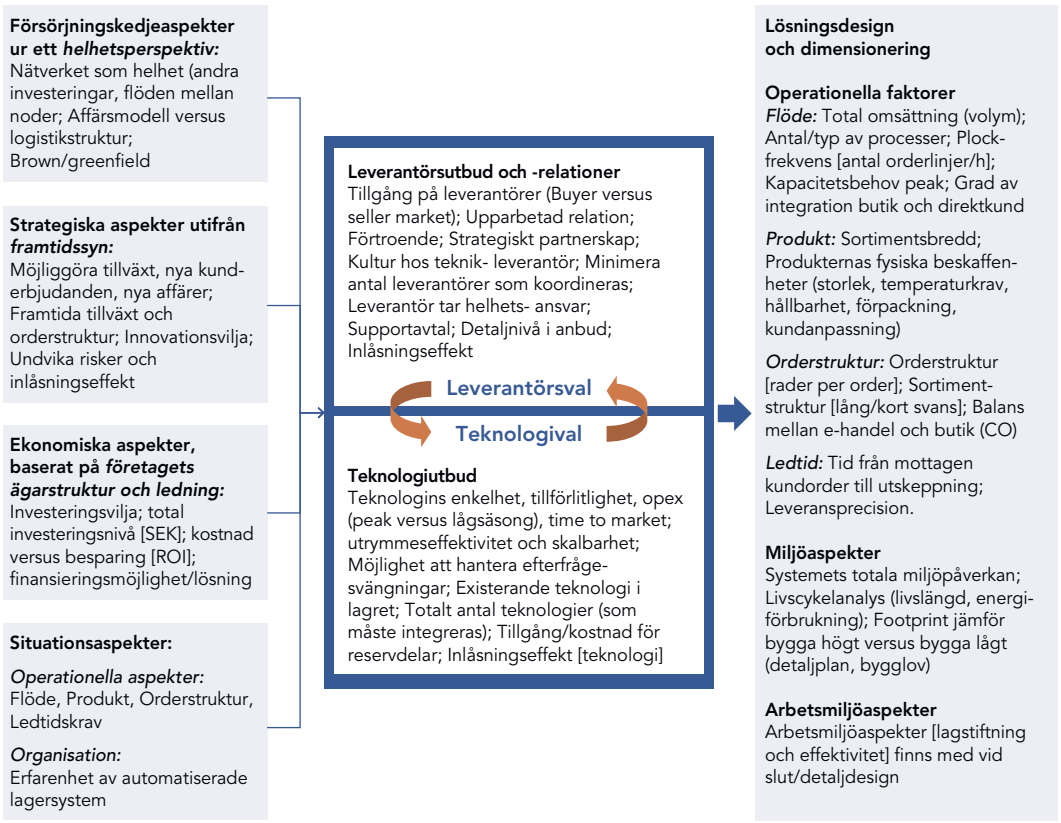
Företag som beslutat att satsa på lagerautomatisering står inför en rad nyckelbeslut (till exempel val av huvudteknologi, val av leverantör) med en stor mängd påverkande faktorer. Vi bekräftade 21 påverkande faktorer via enkätstudien, där de viktigaste utvärderingsaspekterna under tiden som många företag tagit automationsbeslut (2021) var prestationsaspekter som tillförlitlighet, skalbarhet, precision, effektivitet, flödeskapacitet och flexibilitet. Dessa motsvarar många av de logistikutmaningar som omnikanal och e-handel medfört, till exempel att möjliggöra snabb tillväxt, hantera stora och varierade flöden, växla upp/ner kapacitet över tid, och att hantera svängningar i kundefterfrågan. Fem år framåt (2026) ser vi signifikanta ökningar både för lägre rankade faktorer såsom miljö/hållbarhet, implementeringstid, helhetslösning och driftshjälp men också högre rankade som flexibilitet och orderprecision.

Sammanfattningsvis är det många olika aspekter som måste beaktas och handelsföretagen uppfattar att beslutet blivit mer komplext på senare år. En intervjuperson utvecklar:

> *”Jämför med 2013–14 när vi tog beslutet då, jämfört med det beslutet vi tar nu, så behöver vi nu titta i ett bredare spektrum, och ha ett bredare supply chain perspektiv. I och med att e-handeln ökat så har kundernas förväntan på e-handeln också förändrats: givetvis vilket sortiment man ska ha tillgängligt, vilka tjänster man ska bli erbjuden och så vidare. Så det har blivit svårare ur det perspektivet, för att du behöver ta med fler faktorer.”*

Vi undersökte påverkande faktorer vidare med fallföretagen. Fram växte en bild av en omfattande beslutsprocess, där många olika aspekter och beslutsfaktorer påverkar, och över tid ändras fokus från mer övergripande aspekter till mer operationaliserade dimensioneringsdata (figur 9). Vi har grupperat aspekter och påverkande faktorer utifrån när de framför allt påverkar i beslutsprocessen, och vilka områden de informerar. Nedan går vi igenom figur 9, från vänster (mer övergripande aspekter) till höger (mer operationella faktorer).

Figur 9. Påverkande aspekter och beslutsfaktorer för lagerautomationens nyckelbeslut.



Övergripande aspekter

En grupp aspekter behandlar försörjningskedjan utifrån ett helhetsperspektiv. När det gäller betydelsen av helhetsperspektiv och försörjningskedjeaspekter, uppfattar vi en skillnad mellan externa teknologikonsulter som framför allt fokuserar lagret och dess dimensionering, medan interna logistikchefer ser till hela nätverket, det vill säga att en investering i lagerautomation kräver ett helhetsperspektiv på logistiknätverket vad gäller flöden mellan noder, kundlöften och konkurrerande investeringar.

En andra grupp är strategiska aspekter som beror på företagets framtidssyn. Flera strategiska hänsynstagande görs tidigt, såsom möjlighet till tillväxt, nya affärer, marknader och kunderbjudanden. Från ett strategiskt perspektiv anses det också relevant att beakta osäkerhet i omvärlden, framtida kunder och orderstruktur (till exempel balans mellan butik och online), och innovationsvilja jämfört riskminimering. En tredje grupp aspekter handlar om ekonomiska och finansiella mål och ramar. Hur man ser på denna typ av frågor kan bero på företagets ägarstruktur och ledning (DNA). Det gäller till exempel ekonomiska perspektiv såsom totala kostnad, besparingsmöjligheter, men för andra företag är också kassaflöde (till exempel möjlighet att betala löpande eller i slutet av projektet) och finansieringsmodell mycket viktigt. En intervjuperson kommenterade:

> *”Aktörerna börjar få väldigt svårt att få loss pengar. Frågar man automationsleverantörerna … så hjälper de nästan kunderna mer med att hitta kapitalet för att e-handlare börjar få svårt att frigöra de här pengarna till att göra de här investeringarna.”*

Givetvis påverkar företagets befintliga situation också tidigt vilken riktning automationsprojektet tar, till exempel beroende på övergripande operationella aspekter (produkt, kanaler, orderstruktur, ledtidskrav) samt den organisation man besitter och dess erfarenhet av automatiserade lagersystem. Ju längre man kommer in i beslutsprocessen, desto fler och mer detaljerade beslutsfaktor har man tagit hänsyn till.

Leverantör- och teknologival följt av lösningsdesign och dimensionering

Vilket som kommer först av leverantörsval och teknologival är inte tydligt i vår studie och varierar mellan fallföretagen. Vissa företag har en tydlig bild av vilken teknologi som ska implementeras, och väljer därefter leverantör. Samtidigt expanderar dock de flesta leverantörerna sina teknologiportföljer (det vill säga en leverantör som tidigare varit kopplat till en särskild teknologi kan nu erbjuda en mängd olika teknologier anpassat efter kundens behov). Denna utveckling ökar fokus på val av och relation med leverantör, och vi ser andra företag som först väljer leverantör och sedan låter dem vara med att välja teknologi. Vad gäller teknologival blir det därför lika mycket ett val av leverantör som av själva teknologin, och det finns möjligheter och risker med båda valen.

För leverantörsvalet spelar flera beslutsfaktorer kopplade till relation, förtroende och kultur en viktig roll. Leverantörsvalet är viktigt eftersom det finns en viss inlåsningseffekt; med andra ord kan valet av leverantör i dag påverka framtida

navigeringsutrymme för teknologi och leverantör (ny teknologi/leverantör behöver integreras med redan existerande). En viktig aspekt under senaste åren har varit tillgång på leverantörer. Över åren har det skiftat från att vara köparens (handelsföretagens) marknad till att vara säljarens marknad där teknologileverantörerna varit fullbelagda med en stor mängd automationsprojekt. Under senaste månaderna verkar pendeln svänga igen i och med ekonomiska läget och att flera av de stora handelsföretagen färdigställt sina automationsprojekt.

> *”Du är så otroligt beroende av var teknikleverantörerna är i sina säljcykler. Och vad de har för team tillgängliga att offerera, på din offertförfrågan.”*

> *”Det är verkligen ett val av leverantör. De har ju ett spann av olika lösningar egentligen, de levererar en kranlösning eller de kan leverera en skyttellösning eller någonting annat … det gör ju också att de kommer komma med snarlika förslag … Du kan ju nästan lägga dem på varandra och så är det karbonpapper … de sitter ju på samma kunskaper och erfarenheter och folk går mellan bolagen.”*

Andra faktorer som påverkar valet av teknologileverantör inkluderar upparbetad relation, förtroende, företagskultur och möjligheter till strategiskt partnerskap. Vår studie pekar på att handelsföretag strävar efter att minimera antalet involverade aktörer som måste koordineras i ett automationsprojekt. Viktiga faktorer är leverantörens möjlighet att ta helhetsansvar, utformning av supportavtal och detaljnivå i anbud.

> *”Vi hade en diskussion att ha en Autostore där i stället för manuellt. Men då skulle vi blanda teknologier och lösningar från olika leverantörer, och gränssnitt mellan dem, hur de ska överlämna. Och vi såg att det blir så många problem när vi har en ny lokal, ny bemanning, det är nya system, nytt allting annat. Ska vi dessutom ha problematiken med två leverantörer som har olika WCS och olika PLC. Risken var att vi bygger in oss i en lösning som inte fungerar och så får vi inte ut ett skit här ute.”*

> *”Vi ville inte ha en sådan peklek mellan [olika leverantörer]. Så vi sa att vi vill ha ett integrerat system, en leverantör som tar helhetsansvar, som i sin tur har underleverantörer naturligtvis.”*

Vad gäller teknologivalet är det en stor mängd faktorer som påverkar, och många grundar sig på ett flertal operationella faktorer relaterat till flödeskaraktäristik, produktkaraktäristik, orderstruktur och ledtidslöften. Förväntad prestation lyfts också fram i vår studie och inkluderar teknologins enkelhet, tillförlitlighet, time to market; utrymmeseffektivitet, kostnadseffektivitet och skalbarhet. Enkelhet anspelar på möjligheten för att på sikt kunna sköta drift och underhåll av automation i egen regi,

och möjligheter att kunna integrera med andra teknologier. Det finns en inlåsningseffekt med varje teknologival; därför är det viktigt att beakta existerande teknologier i lagret och framtida expansions- och integrationsmöjligheter. En annan aspekt som lyfts fram är möjlighet att hantera efterfrågesvängningar och möjlighet att nå låga operationella kostnader (opex) både vid efterfrågetoppar och under lågsäsong. Betydelsen av energiförbrukning och tillgång/kostnad för reservdelar ökar också kopplat till erfarenheter från senaste tidens energi- och globala försörjningskedjekriser.

Designen och dimensioneringen av lagerautomationen baserar sig till stor del på ett flertal operationella faktorer relaterat till flödeskaraktäristik, produktkaraktäristik, orderstruktur och ledtidslöften. Vidare påverkar arbetsmiljöaspekter (lagstiftning, ergonomi, effektivitet) själva slutdesignen av automationsteknologin/systemet. Andra miljöaspekter ökar i betydelse. Detta inkluderar systemets totala miljöpåverkan, livscykelanalys (livslängd, energiförbrukning) och footprint vid jämförelse av att bygga högt versus bygga lågt (detaljplan, bygglov).

Exempel på nyckelbeslut: Autostore, att ha, eller inte ha

För att konkretisera teknologivalet väljer vi att exemplifiera med investering i Autostore. Tre av våra fallföretag har redan investerat i Autostore, där två enbart använder Autostore och den tredje har en Autostore-anläggning som del av en omfattande teknologiportfölj (ett lager = flera zoner, där varje zon automatiserats med lämplig teknologi). Ytterligare två fallföretag har planer på att installera Autostore-anläggningar. En av dem är i implementationsfas av ett renodlat Autostore-lager, och den andra har förberett yta i sitt lager för att komplettera sin omfattande teknologiportfölj med en Autostore-kub.

Detta pekar på att det inte handlar om att ha eller inte ha en Autostore, utan i framtiden blir det mer en teknologi i mängden som ingår i en portfölj av lager och automationsteknologi (i logistiknätverket) för att möta kundkrav på ett kostnads- och tidseffektivt sätt. En viktig poäng här är att Autostore, precis som alla andra teknologier, har både fördelar och nackdelar. En fördel som ofta lyfts fram är att teknologin är ”snabbt på banan” (kort tid från beslut till att anläggningen är i gång). Dessutom utvecklas Autostore-teknologin varje år vilket gör att nyare versioner har uppgraderade komponenter med högre prestanda. För Autostore är två nämnvärda utvecklingar själva robotarna och plockportarna. Senaste versionerna av robotar kan köra längre och mer tidseffektivt och, i kombination med nya plockportar (jämför karusell och rullband) generera högre output per timme för i övrigt jämförbara anläggningar. Det är också värt att notera att Autostore nyligen lanserat en ny tjänst som kallas ”pay-per-pick”. Denna tjänst innebär att företag betalar en prenumerationsavgift baserat på antal använda robotar, portar och hanterade order och produkter, se AutoStore™ Launches Pay-Per-Pick Service Option (autostoresystem.com).

Här följer några nyckelfaktorer som är viktiga att beakta för beslut att välja Autostore:

Produktegenskap: Med dagens Autostore-teknologi är produktegenskap, och framför allt storlek, en uppenbart begränsande faktor. Produkterna får inte vara för stora, men bör samtidigt inte vara för små:

> *”Har man kläder, den storleken på varor, så är autostore riktigt bra. Har du produkter som är mindre i storlek eller större i storlek. Alltså om de inte passar i autostore så är autostore inte så bra. Jag har sett många manuella plocklager med småsaker som jag tror är effektivare att hantera manuellt för att du får så korta avstånd.”*

> *”Sen har vi vissa produkter som är brandfarliga produkter som inte får lov att ligga i autostore, vi har odd-size produkter som är för stora för att ligga i autostore, och vi har hängande produkter som man heller inte vill lägga in i Autostore.”*

Om ett företag enbart satsar på Autostore innebär det således en begränsning vad gäller produktstorlek som kan hanteras i kuben. Övriga produktflöden måste hanteras manuellt eller i annan automatiserad anläggning.

Orderkaraktär: Orderkaraktär innefattar till exempel snabbhet (ledtidskrav), orderstruktur och plockfrekvens. Till att börja med är snabbhet, enligt våra fallföretag, ingen utmaning.

> *”Jag tror vår snabbaste var 57 sekunder, från ordern är lagd i systemet till den gick ut på conveyor-banan och blev skickad ut till kunden. Så kunden hann knappt trycka på beställ innan ordern var på väg härifrån.”*

Den avgörande faktorn gäller snarare orderstruktur och frekvensfördelning mellan produkter. Till att börja med är plockad kvantitet per produkt viktigt, där Autostore inte fungerar väl för alltför stora flöden per produkt. Det passar därför inte väl för bulkflöden till butik. Det blir inte heller effektivt att köra in alltför populära produkter (till exempel i samband med kampanj).

Vidare är den så kallade ABC-kurvan viktig att beakta (det vill säga fördelning mellan olika produktkategorier, där A är högfrekventa produkter; B är mellanfrekventa; och C är lågfrekventa). Autostore fungerar inte väl om ABC-kurvan är för ”platt”. Anledningen är att robotarna då ofta måste ner och ”gräva” i backarna som ligger underst i systemet. Autostore fungerar bättre med brant ABC-kurva då populära produkter håller sig högre upp. En intervjuperson pekar också på att det blir stökigt vid inventering om man har produkter som legat mycket lång tid.

Lageromsättning (totala volymer som hanteras i anläggningen): Det finns en gräns på hur stor en kub kan byggas, inklusive antal robotar och plockportar. En intervjuperson påpekar:

> *”Om du vet att ditt lager snurrar 20 gånger per år. Du kommer inte kunna göra det med en Autostore. Du kommer inte att kunna bygga in tillräckligt med stationer för att plocka och packa det.”*

När volymerna ökar krävs i stället att fler kuber byggs. Detta leder i sin tur till en konsolideringsproblematik om en kundorder (med två eller fler orderlinjer) plockas från olika kuber och därefter måste giftas ihop för leverans till slutkund. En slutsats som flera intervjupersoner drar är att Autostore inte är optimalt när volymerna blir för stora.

Enkelhet och skalbarhet: Autostore lyfts fram som fördelaktigt vid brownfield-projekt (där det ibland är lite lägre i tak) och när företag vill starta upp sin anläggning snabbt. Autostore är också relativt lätt att skala upp för ett växande e-handelsföretag. Här är det viktigt att poängtera skillnaden mellan att skala upp en kub och att skala upp till flera kuber (se punkt ovan). Intervjupersonerna belyser också fördelar med systemets enkelhet vad gäller underhåll och möjlighet att ta över drift i egen regi. Fallföretagen har också genomfört egna konfigurationer i sina Autostore-anläggningar för att öka output (antal plockade rader per station per timme) och för att lösa konsolideringsproblematiken.

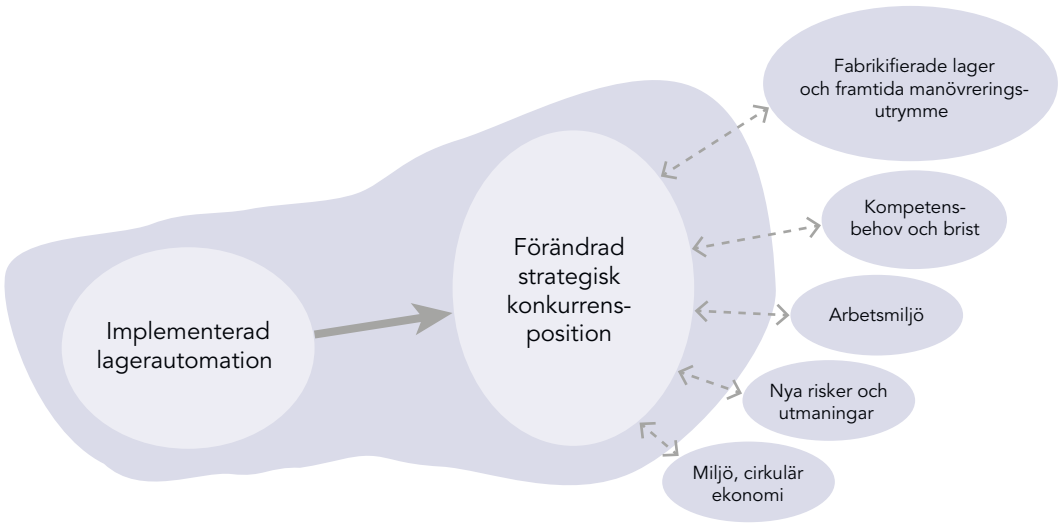
Investeringsstorlek och överkapacitet: Jämfört med andra teknologier (till exempel skyttellösning) är Autostore i det lägre spannet vad gäller investeringsstorlek, särskilt med tanke på att det är möjligt att initialt investera i en liten kub som sedan byggs på. Samtidigt, relaterat till uppskalning, är en viktig aspekt med Autostore möjligheten att investera i överkapacitet (till exempel portar). Detta innebär att en högre investering (CapEx) kan göras för att hantera peak-nivåer utan att det leder till höga operativa kostnader (OpEx) vid lågsäsong. En sådan överkapacitet minskar risken för flaskhalsar och kan också användas för att möjliggöra framtida tillväxt.

6 Förändrad strategisk konkurrensposition och hållbarhet i handel

Från att enbart ha betraktats som en kostnadspost ses lagret alltmer som en strategisk pusselbit som kan ge avstamp för att leverera affärsnytta. En stor investering i lagerautomation syftar därför till att förändra den strategiska konkurrenspositionen, till exempel för att lägga grunden för ökad tillväxt och lönsamhet. Men vi har också pekat på den långsiktiga risk för inlåsning denna typ av investering kan innebära – det innebär ett "footprint" som finns kvar ett bra tag.

I detta kapitel diskuterar vi observationer från såväl enkätstudie och intervjuer kring vad automationsteknologi får för konsekvenser för framtida strategiskt manövrerings-utrymme, dedikerade resurser, vilka kompetensbehov som uppstår, arbetsmiljöaspekter, nya utmaningar och risker, samt utmaningar med omställning mot framtidens cirkulära ekonomi (figur 10).

Figur 10. Footprint från en stor investering i lagerautomation.



6.1 Fabrikifierade lager och påverkan på framtida manövreringsutrymme

Vår enkätstudie indikerade en ömsesidig påverkan mellan ett antal strategiska frågor (till exempel kunderbjudande i form av ledtid och sortiment) och automationsteknologi. För vissa aspekter och företag är valet av automationsnivå och teknologi en konsekvens av olika strategier, samtidigt som vald automationsnivå och teknologi i andra situationer påverkar framtida möjliga strategivägar. I takt med ökad automationsgrad producerar lager alltmer och snabbare genomflöde, och ökar därmed lönsamhet och konkurrenskraft för svenska handelsföretag. Men en förutsättning är att automatiserade lager anpassas och ”optimeras” för en viss affärsmodell – en viss typ av kunderbjudande, produkt och order. Ett sätt att förstå denna anpassning är att lager i ökande utsträckning bör betraktas som dedikerade produktionslinor, de ”fabrikifikeras”. För att ta en liknelse med bilproduktion: en anläggning dedikeras till produktion av Volvo V70; över tid kan anläggningen anpassas för att tillverka nya Volvomodeller; ju mer förändring av produktens design desto mer förändring behövs i produktionsanläggningen. Men det finns en gräns för anpassning i en produktionslina; med andra ord, att plötsligt kräva att samma anläggning ska producera Teslamodeller skulle innebära en hel del huvudvärk (och en helt ny anläggning anpassad för den produkten). En logistikchef kommenterar:

> *”Du ändrar ju typen av drift, det blir mer som en produktionslina än vad det varit tidigare när det bara varit ett enkelt lager. Du får ju en annan typ av flaskhals i det du behöver använda. Ett automationslager har en kapacitet, och den går inte att överskrida. I ett manuellt lager kan du bara kasta in människor och få lite mer.”*

Även om logistik och lager ofta ses som en supportfunktion ”som ska lösa det”, ändrar ökad automation spelreglerna i stor utsträckning. Det blir viktigare med dialog mellan logistik och marknad för att harmonisera lagerautomation med övergripande strategi och kundlöften. Ett företag kommenterade att lager- och logistikbeslut numer är ”firmabeslut som påverkar affären, strategin, etcetera”. Stora omsvängningar i strategi (till exempel omställning butik till e-handel eller vice versa) kan få stora konsekvenser. I automatiserade lager är det ofta möjligt att hantera förändringar i till exempel sortiment och order, men beslutsfattare måste vara medvetna om att det både kan sänka produktivitet och bli dyrt att ställa om anläggningen. Lagerautomation medför stora möjligheter att förbättra konkurrenspositionen både nationellt och internationellt; det är därför kritiskt att ledning och marknad/sälj förstår både möjligheter och begränsningar med automation. Vi diskuterade detta med fallföretagen och undersökte hur deras automationsteknologi skulle prestera vid ändrade förutsättningar (tabell 4); med andra ord, till vilken grad går det att ändra på till exempel ledtidskrav, sortimentsutbud (till exempel dubbla antal SKUs) och flödeskomplexitet (till exempel ändrad orderstruktur). Vi exkluderar fallföretag A eftersom de endast automatiserat en begränsad del av lagret

och är mitt i beslutsprocess för vidare automation. Övriga fallföretag (B–H) får räknas som högautomatiserade.

Tabell 4. Självskattning (detaljerad) av manövreringsutrymme.

Företag	B	C	D	E	F	G	H	Avg
Flexibilitet på kort sikt för efterfrågesvängningar	2	7	6	7	7	7	7	6,1
Ledtidserbjudande	2,5	7	6,5	7	7	5	7	6,0
Skalbarhet för tillväxt av omsättning	5	4	7	5	7	1	7	5,1
Flödeskomplexitet	4	6	4	4	4	6	7	5,0
Sortimentsutbud	4	4	3,5	4	5	4	5,5	4,3
Skalbarhet för minskning av omsättning	5	4	4	2	2	4	1	3,1
Total	22,5	32	31	29	32	27	34,5	29,7

Analysen indikerar att företag kan göra vissa strategiska omsvängningar utan större utmaning för de automatiserade lagren. Till exempel rankas ledtid högt (tabell 3; genomsnitt 6,0 på en skala från 1–7). Detta betyder alltså att företagen har möjlighet att ändra i sitt kunderbjudande vad gäller ledtid (erbjuda högre precision och betydligt kortare ledtider från order till leverans) utan att det skapar större utmaning för lager-automationen. Detsamma gäller för flexibilitet på kort sikt; de automatiserade lagren är väl utformade för att hantera sådana efterfrågesvängningar (snitt 6,1). Ett undantag är företag B som kommenterar:

> *”Det behöver inte vara automationen i sig som sätter gränserna utan det är mer att vi inte förstår hur man kan skruva i automationen eller system och att man har personal som ska få det att bli bra.”*

> *”Samtidigt så är automationsteknologin egentligen inte byggd i grunden för precisionen utan den är ju mer för att trycka ut så mycket som möjligt för att ha en hög kapacitet. Sedan har vi skruvat på det kodmässigt nu för att kunna få den precisionen. Alltså anläggningen byggde ju på volym och trycka ut till butikerna … sedan fanns ju inte e-com tidigare. Nu blir ju precisionen mycket viktigare.”*

För aspekter som flödeskomplexitet (5,0) och skalbarhet för tillväxt (5,1) ansågs de automatiserade lagren klara bibehållen produktivitet bra så länge det inte är radikala förändringar. En sådan radikal förändring skulle till exempel vara att ställa om strategin från e-handel till butik eller vice versa. Undantaget är företag G som indikerat ”1” på skalbarhet. En anledning är valet av teknologi och mycket hög grad av automation som slagit i taket vad gäller omsättning. Ökad tillväxt och omsättning är möjlig att hantera men skulle kräva omständliga materialhanteringsprocesser och därmed riskera att sänka lagrets produktivitetsnivå. Det är också intressant att lyfta fram företag H som satsat på en mix av automationsteknologi och därför ser sig väl rustade för att hantera större förändringar i flödeskomplexitet. Vad gäller skalbarhet för tillväxt så har extra (tomma)

ytor planerats så att det är möjligt att öka på omsättningen i hög grad. Det är dock viktigt att påpeka att alla lager, manuella eller automatiserade, når en gräns. Generell lagerteori pekar på att större lager sjunker i produktivitet (för att det blir längre avstånd och därmed högre resekostnader inom lagret). Det finns också mark och detaljplaner som sätter gräns. När lagret når maxgränsen uppstår sannolikt ett behov att bygga ytterligare lager. Då är det viktigt att falla tillbaka på logistikstrategi, logistiknätverk och portföljen av olika materialhanteringsnoder som behövs för att möta kundkrav.

En strategisk förändring som kan skapa stor utmaning är sortimentsutbud (4,3). Anläggningarna (till exempel Autostore) är anpassade för vissa produktstorlekar och antal (se sektion 4.5). Alla produkter som inte passar måste hanteras manuellt (vilket riskerar att sänka produktivitet). Intressant att notera är att företag H som investerat stora summor i en mix av automationsteknologier bättre kan hantera ändringar i sortiment. Avslutningsvis är den största utmaningen för automatiserade lager skalbarhet för minskning av omsättning (3,1). Kort sagt behöver anläggningarna volym, annars går ekonomin inte ihop. I takt med sämre ekonomiska utsikter, hög inflation och stigande räntor uppstår här en potentiellt utmanande kedjeeffekt. I vår studie har vi sett att företag genomfört uppköp och sammanslagningar, eller blivit (o)frivilliga tredjepartslogistiker och hyrt ut delar av sitt lager. Dessa trender kan öka de kommande åren för att driva mer volym till de automatiserade lagren. Samtidigt ökar sannolikheten (risk) att de inkorporerade företagen/märkena har avvikande sortiment som är svårhanterade i automationsanläggningen – med följden att produktivitet går ner. Vi noterar slutligen att det högst automatiserade lagret, med en mix av olika automationsteknologier (dedikerade för olika zoner med olika produktstorlekar och plockfrekvenser), har högst totalpoäng (H: 34,5) och kan anses vara mer robust för att hantera framtida förändringar (förutom en minskning av omsättningen).

6.2 Behov och brist på kompetens

Kompetensbehov för automatiserade lager

Ökad lagerautomation medför krav på nya kompetenser i hela (logistik)organisationen. Detta berör strategisk, taktisk såväl som operationell nivå.

På strategisk nivå pekar vår studie på vikten av ledning/chefer med stora kontaktnätverk, förståelse för kompetensbehov, och skicklighet att rekrytera och locka till sig nyckelpersoner och partners inom till exempel logistik, produktion, automation, teknologi och informationssystem. Produktion lyftes fram i föregående avsnitt, där vi konstaterar ett ökat fokus och behov på att få in produktionstänkande och expertis i handelslager. Det är också viktigt med förståelse för kopplingen (ömsesidigt beroende) mellan marknad och logistik och att ha viss erfarenhet av automationsprojekt och förståelse för möjligheter och begränsningar med automation.

På taktisk nivå betonas tvärfunktionellt samarbete mellan logistik, marknad och IT. Det är framför allt två roller/kompetenser som lyfts fram: dataanalys och planering.

Anledningen att dessa ökar i betydelse är vikten av att (proaktivt och reaktivt) analysera processer, flöden, aktiviteter, artiklar och frekvenser ur ett helhetsperspektiv för att ”optimera systemet” och fintrimma anläggningen (det vill säga få ut max orderlinjer per timme). Parallellt med dataanalys behövs det arbetsledare med övergripande ansvar för balansering av personal, zoner, och arbetsmoment för att undvika flaskhalsar. Flera av fallföretagen pekar på vikten av att planera team, behov av ledarskap med översikt på personal och inkommande order och förståelse för processer, och samarbete mellan maskin, system, människa. I gränssnittet mellan dataanalys och planering pekade expertintervjuerna även på behovet av så kallade ”super-users”.

På operationell nivå pekar studien på att många lageruppgifter blir ”enklare” och var för sig inte medför nya kompetenskrav – snarare tvärtom. Intressant är att företagen rör sig mer och mer mot att kräva rotation mellan lagrets olika stationer. Detta medför att personal måste behärska flera olika stationer snarare än bli specialister på ett moment. Från företagets perspektiv är rotation en förutsättning för att skapa en mer flexibel arbetsstyrka. I kapitel 6.3 diskuteras att rotation också ger minskad risk för monotona jobb med relaterade förslitnings-skador. Företagen arbetar mer eller mindre strukturerat med rotation, men strävar efter att göra det rättvist mellan personal i form av belastning och lön. En tendens, för att möjliggöra rotation, är att företagen strävar efter att etablera interna team (egenanställd personal) och använder rekryteringsfirmor för att fylla på vid enstaka stationer när extra behov uppstår.

Parallellt med de olika rollerna kopplat till flödesplanering och -hantering växer nya kompetensbehov fram som berör underhåll av automationsteknologin. Det uppstår en form av kompetensväxling där mer automation kräver procentuellt färre traditionella lagerarbetare (till exempel truckförare) men fler IT- och servicetekniker med kompetens inom mekanik och elektronik. En logistikutvecklare beskriver:

> *”Procentuellt kommer IT att vara högre och traditionella lagerarbetare färre, men det betyder inte att man behöver sparka anställda. Det innebär snarare att man nyanställer mer inom IT än lagerarbetare.”*

Strategier för att överbrygga kompetensbrist

I princip alla intervjuer pekar ut kompetensbrist inom dataanalys, planering av flöden, och underhåll av automationsteknologi. För att överbrygga denna brist jobbar fallföretagen strategiskt, både internt och med externa parter. Många handlare som gör sin första investering i automationsteknologi tecknar avtal (så kallade ”all-inclusive” eller ”lifetime service” [LTS]-avtal) med leverantören för löpande underhåll. Utan organisation och expertis är serviceavtal med teknikleverantör avgörande. På sikt riskerar detta beroende av extern aktör dock att skapa många, dyra supportärenden för felhantering. En risk är att fokus blir mer på underhåll och mekanik snarare än teknikutveckling och optimering av systemet, vilket lett flera fallföretag till att försök bygga upp egen kompetens. Att underhålla automationsteknologin i egen regi gör det möjligt att spara

pengar, men kan innebära nya risker, till exempel vad gäller bemanning, kompetenser och reservdelar. Teknikleverantörer (likväl som kompetenspartners) har stora nätverk där de kan få tillgång till resurser. Att ta över helhetsansvar för automatiserade lager kräver alltså en stor mängd kompetenser kopplat till mjukvara, hårdvara, underhåll, utveckling; det krävs även kunskap inom arbetsmiljö och säkerhet kopplat till automationsteknologi, och dataanalys med helhetstänk kring processer, flöden, och flaskhalsar.

Denna strategi kan generellt beskrivas med följande steg: 1) samarbete med externt bemannings/kompetensföretag för inhyrning av personal som jobbar operationellt i flödena; en viktig aspekt är lättare och snabbare upplärning med automation vilket underlättar att ha flera olika samarbeten med bemanningspartner; 2) från bemanningspoolen rekryterar sedan företaget in de som visar framfötterna och presterar bra; 3) därefter sker internt kompetenslyft genom att identifiera egen personal som har god analytisk förmåga, förståelse för system, flöden, planering och helhetsperspektiv, och/eller intresse för mekanik och elektronik.

En tendens, i takt med ökad automation, är att bemanningsföretag går från att vara driftspartner till att vara kompetenspartner; de blir en viktig pusselbit för företagen att säkerställa personal och kompetenser framgent. Även kommunerna spelar en viktig roll, och särskilt när det gäller servicetekniker pågår det dialog och samarbete mellan företag och kommuner. Även yrkeshögskolor och stiftelser som SKY (skys.se) lyfts fram som en viktig aktör för att säkerställa kompetens för automatiserade lager runtom i Sverige.

Kopplat till kompetens undersökte vi ett påstående som nämnts i olika logistikforum de senaste åren, nämligen att ”det finns en global brist på personer som vill jobba i lager”. Den breda uppfattning bland studiens alla experter och fallföretag är att påståendet inte stämmer. En logistikchef uttryckte spontant:

> *”När vi har annonserat om lagermedarbetare så har vi fått stänga annonsen efter kanske två dagar … för att det är så pass många som söker sig till oss.”*

Många ser lagerarbetet som ett bra och uppskattat instegsjobb, och det finns goda möjligheter att göra karriär och avancera till olika roller kopplat till logistik och teknologi. Däremot lyfte tre fallföretag fram att det finns en problematik med omsättning på personal. Närmare analys gav potentiella förklaringar bakom problematiken. En var att företagen har en personalstyrka på flera hundra, där lagerjobbet ofta var monotont och personalen lämnade inom ett eller två år. En annan var konkurrenssituationen där placering i/nära städer och/eller i framväxande logistikkluster gjorde det svårare att behålla personal.

Framväxande logistikklusters påverkan på kompetens

Logistikklustren som växer fram runtom i Sverige är intressanta att belysa eftersom de medför några utmaningar, men samtidigt många fördelar. Det är framför allt en utmaning som lyfts fram i studien, nämligen konkurrensen om personal och kompetens. Det är viktigt att ”hålla koll på hur andra företag etablerar och rampar upp” eftersom det kortsiktigt kan påverka bemanning. En verkställande direktör kommenterade:

> *”Just personalmässigt så tror jag vi kommer få det rätt svettigt.”*

En annan nämnde:

> *”De åren jag har jobbat där så har vi anställt automationstekniker löpande och de har av olika anledningar försvunnit direkt.”*

Med denna utmaning i åtanke finns det en stor mängd fördelar. Vi listar de främsta här (med utvalda citat):

- **Gemensamma resurser via kommun:**

  ”Kommunen är väldigt, väldigt, välvillig och har oerhört många kvadratmeter till förfogande som man har ju jobbat i 10, 15 år med att exploatera det här området. Bygga vägar, dra allt vad gäller fiber, el, vatten, avlopp, allt sånt var ju klart länge.”

- **Gemensam logistikinfrastruktur:**

  ”Vi kommer troligtvis börja jobba med tåglösning tillsammans med vår partner för inkommande frakt från Asien. Då kan vi dra det till kombiterminalen i [stad] så får vi väldigt bra dragning hit. Så att det är klart att det gynnar oss ju på ett sätt också.”

- **Gemensamma transporttjänster:**

  ”Vi behöver en infrastruktur och transport till exempel det är ju klart, ligga ute på bystan och du är den enda logistikaktören så har du begränsade möjligheter att få bra upphämtningar och leveranser. Här har vi bättre att samköra, men Instabox åker ju varje dag med lastbilar till [företag] och hämtar.”

- **Framväxande kompetenscenter:**

  ”Det är en fördel att ligga i ett ’e-handelscenter’, vi är beroende av en bra infrastruktur för att få tag på medarbetare så att säga. De har ju en tendens att attraheras till områden där det blir ja, men som glasriket i Småland till exempel, varför ska alla glasbruk ligga på samma ställe. Jo, det är därför att bli en sorts kompetensförädling så att säga lokalt.”

- **Gemensam bemanningspool:**

  ”Vi har andra e-handlare som har lager hos oss just nu när de håller på och bygger upp där vi kan hjälpa till. Och nu när vi börjar förstå varandras verksamheter lite grann, man pratar ändå med varandra, då ser man att deras säsong, deras peak är ju liksom inför, alltså på våren och fram till ungefär midsommar där har de deras peak. Det är vår absoluta motsats, vår peak kommer nu på hösten och fram till jul. Så där skulle ju kunna laborera i form utav bemanning.”

- **Rotation och kunskapsutbyte:**

  ”Jag vet vissa av våra kunder, som är i klusterna, utbyter mycket personal med varandra. Det finns två sidor med det om man vill se det som en fördel eller nackdel. Dels har de en konkurrenssituation på personal men du har också lättare att få duktig personal som har rätt erfarenhet. Om man är företag på samma ort och kan utbyta personal så utbyter man också kompetens och kunskap genom att personalen rör sig mellan de olika företagen.”

Många ser lagerarbetet som ett bra och uppskattat instegsjobb, och det finns goda möjligheter att göra karriär och avancera till olika roller kopplat till logistik och teknologi.

6.3 Arbetsmiljöaspekter

Arbetsmiljö är en viktig aspekt vad gäller slutdesign av teknologilösningar, framför allt från ett ergonomiskt perspektiv och för att öka produktivitet. Det bör dock påpekas att arbetsmiljö inte påverkar själva valet av automationsteknologi. En logistikutvecklare kommenterade:

”Riktigt ärligt så kan jag inte påstå att arbetsmiljön var, så att säga, superhögt upp när vi tittade på olika lösningar.”

För det andra framträder en paradox i och med förenkling av arbetsmoment i takt med ökad automation: enkla moment möjliggör snabbare upplärning; samtidigt innebär denna förenkling att personalen tröttnar snabbare på jobbet, vilket leder till högre personalomsättning och behov av återkommande upplärning. Det finns också en utmaning i att lära upp ny personal om man inte har överkapacitet (till exempel portar) och måste köra automationen på max; då är det brist både på lediga stationer och personal som tar ansvar för upplärning. Sammanfattningsvis innebär det en ökad rotation som inte nödvändigtvis är positiv varken för personal eller företag. Nedan går vi igenom en mängd teman som vi identifierade kopplade till arbetsmiljö.

Fysisk versus psykosocial arbetsmiljö

Gemensamt för automationsprojekten är att fysisk arbetsmiljö spelar en viktig roll för slutdesign av olika arbetsmoment. Det gäller säkerhet, ergonomi, ljus och ljud. Många teknologier, särskilt äldre anläggningar, medför problem med höga ljudnivåer. Många av de nya teknologierna använder tryckluft, elmotorer och sensorer och är därför betydligt tystare. En annan viktig aspekt är damm som är en utmaning med vissa automationsteknologier. I linje med den svenska arbetsmiljölagstiftningen är arbetsgivaren ansvarig för arbetsmiljön. Den fysiska arbetsmiljön granskas regelbundet av både externa och interna representanter. Viktiga aktörer som är involverade i kontroll och åtgärdsuppföljning inkluderar Arbetsmiljöverket, facket och skyddsombud (där Huvudskyddsombudet samordnar skyddsombudens verksamhet).

Studien belyser att företagen hittills mest fokuserat på den fysiska arbetsmiljön, och relativt lite uppmärksammat den psykosociala miljön. Under studiens gång märktes dock en ökad medvetenhet och tydligare fokus på att skapa stimulerande arbetsmoment och miljö. Drivande för detta har varit utmaningen med en hög omsättning på personal, konkurrens om arbetskraft och faktum att automation inneburit en stor förändring för lagerarbetarens arbetsuppgifter. Först och främst innebär lagerarbete i automatiserade lager en ökad andel repetitiva uppgifter. Det upplevs som en utmaning att det är monotont och man blir fastlåst; jobbet blir totalt sett tråkigare:

> *”Jag vet inte om det säger någonting om oss eller om det säger mer om liksom kanske åldersgruppen, som ofta söker sig till den här typen av jobb. Det känns som att man är, man behöver mycket hela tiden och många nya intryck för att kunna stimuleras.”*

Samtidigt innebär de enkla jobben en möjlighet till snabb upplärning och lättare att ta in extern personal.

Förutom monotoni, innebär automatiserade lager mer ensamjobb och mindre frihet. Andra utmaningar är känslan av evighetsgöra, att man aldrig blir klar eller har någon helhetssyn eller överblick. Ett intressant exempel är den tidigare relativt ”hypade” teknologin pick-by-voice där personalen vägleds via en röst genom hörlurar. Två intervjupersoner utvecklar:

> *”Vi kör ju pick-by-voice idag, men jag tror att vi kommer, jag tror att många kommer tycka det är ganska positivt att slippa. Du blir väldigt bunden av den faktiskt. Det är vissa som tycker det är isolerande”;*
> *”Ja jag tror det är helt personberoende. Jag hade aldrig kunnat klara det, men det finns ju de som tycker det är skönt.”*

Möjligheter att förbättra den psykosociala arbetsmiljön

Som nämnts tidigare i rapporten är en lösning för monotona arbetsmoment att rotera personalen mellan olika stationer. Flera företag tryckte på betydelsen av rotation och varierade uppgifter. En supply chain director uttryckte:

> *”Om man tillhör ett lager så ska man rotera runt.”*

Samtidigt konstaterade en COO att ”vissa blir förälskade i sin arbetsstation”. Personalens preferenser och fallenhet kan påverka till viss grad, där olika personal är bra på olika saker och vissa gillar enklare, vissa gillar mer komplexa uppgifter. En nyckel för att möjliggöra rotation är dels att arbetsmomenten inte är för komplexa, dels krävs så kallad workforce planning; men det kräver mycket struktur och etablerade processer och verktyg för styrning.

Förutom rotation nämndes olika initiativ som företagen testar. Ett exempel är visualisering av individens bidrag med hjälp av videoskärmar med dagliga mål och färdigställda order. En annan är att tillåta personalen att lyssna på musik/hörlurar vid enformiga stillastående jobb. En tredje, intressant lösning, är att undvika ensamjobb och i stället jobba två och två. Ett fallföretag kallade det för ”packkompisar”, där personalen jobbar i par där en plockar och en packar. Tester har hittills visat att lösningen minskar ensamhet och samtidigt ökar produktivitet. Samtliga fallföretag är också överens om vikten av att personal får chansen att göra karriär på lagret. Möjligheten att visa framfötterna och avancera i lager- och logistikorganisation anses vara en motiverande faktor och gör arbetsplatsen mer attraktiv. Ett företag lyfte även fram ett initiativ att dela ut bonus till alla anställda om det går bra för företaget:

> *”I år kommer en lagerarbetare få 50 000 extra, det är inte många ställen man får det, det är två månadslöner … alla [oavsett roll] i hela koncernen får lika mycket ’en för alla, alla för en’.”*

En intressant observation under alla besök till lager runtom i Sverige var de omfattande satsningarna på arbetsplatsens attraktivitet; allt ”runtomkring” där själva arbetet utförs. Intrycket från studien är att företagen satsar stora pengar på den omgivande arbetsmiljön, och nästintill försöker trumfa varandra för att skapa den mest attraktiva miljön. Det inkluderar för att nämna några initiativ: mycket fönster för naturligt ljus, attraktiva lounge- och utemiljöer, välutrustade gym och omklädningsrum, utrymme för diverse bollsporter, pausgympa, personliga tränare, yoga, massage, och personalförening med fokus hållbarhet, designinredning i reception, fik och bemannad restaurang, och att vid särskilda tillfällen bjuda på frukost, tårta, grilldagar och julbord. Som en produktions- och logistikchef uttryckte det:

> *”Vi måste göra ett statement! Lämna avtryck på att detta är Sveriges bästa arbetsplats för logistik.”*

6.4 Nya utmaningar och risker i automatiserade lager

Utöver nya kompetensbehov och arbetsmiljöaspekter möter företagen som investerar i automationsteknologi en rad nya utmaningar och risker.

Energiåtgång och solceller: Anläggningarna som besökts under studiens gång förbrukar olika mängd energi. En uppfattning om energiåtgång ges från följande exempel från ett av fallen:

> *”Anläggningen där ute förbrukar totalt sett ungefär 4800kWh på ett dygn [2400 kWh + 100 kW per drifttimme]. Det är truckladdning och automationen som ska ’driftas’, det är belysning, det är allt runt omkring, kompressorer och sånt som går. Automationen går ju även på helgerna och kvällar och det är ju för att den gör flyttar från bufferten ner i plockmotorn baserat på försäljning.”*

Företagen undersöker olika möjligheter att minska energiförbrukning. En vanlig åtgärd är att byta belysning från lysrör till led. Men detta leder inte nödvändigtvis till total minskning av energiåtgång:

> *”Lika mycket som vår elförbrukning har gått ner. Lika mycket har våra värmekostnader ökat. Därför att de här gamla lamporna, lysrören gav ganska mycket värme som måste ersättas. Så det har blivit ett nollsummespel utifrån den då.”*

I takt med att automationsanläggningar växer fram satsar företagen på investeringar i solceller. Ett fallföretag beskriver:

> *”Sen har vi våra solceller på taket, som producerar 2–2,5 MWh [per dygn], och vi behöver 5 ungefär, så hälften räknar vi med.”*

Ett annat företag ger ytterligare exempel:

> *”Vi kommer ju producera mer el per år än vi konsumerar, jag tror vi producerar 1,9 TWh [per år], och vi förbrukar 1,6. Så vi kommer vara en nettoproducent av el.”*

Känslighet för driftstopp: En mycket viktig aspekt med automatiserade lager är känsligheten för driftstopp. Om systemet går ner är det i praktiken omöjligt att få ut några produkter. Det kan beskrivas som ett Fort Knox där strömavbrott låser hela anläggningen. Det hjälper alltså inte, i motsats till manuella lager, att ta in fler personal. Detta kan innebära en pedagogisk komplexitet för de som arbetar direkt med automationen att förklara för kollegor som arbetar i andra delar av organisationen. Många logistikchefer

driver därför på att bjuda in olika delar av företaget att besöka de nybyggda automationsanläggningarna för att öka förståelse. En intervjuperson beskriver:

> *”Jag har ju alltså fått till mig från personer högt upp i säljledningen som säger ’ni kan ju om ni vill’, liksom få tag i den här delen är jätteviktig till den här kunden.”*

Driftavbrott kan orsakas av systemkrasch. Det kan handla om en felprogrammerad robot:

> *”Jag tror att vi gör upp emot 80 uppdateringar om dagen, så det är mycket som kan gå fel där.”*

Det kan också handla om strömavbrott. För att minska risken för driftavbrott jobbar fallföretagen framför allt med att säkerställa strömkälla. Flera fallföretag har investerat i dieselaggregat (i containerstorlek) för drift av kritiska lagerdelar så som kylvaror. En logistikchef tillägger:

> *”Men reservkraften kan inte driva anläggningen, den kan driva datasystemen och lampor i huset. Vi har sagt att vi klarar och står detta nere i två dagar där så är det ingen kris. Vi har varor på butik.”*

En viktig punkt lyfts fram här, och det gäller datasystemen. Om datasystemet går ner under peakperioder så som Cyber week så innebär det stora ekonomiska förluster. Det finns ytterligare ett problem, och det är om datasystemen är nere längre än ett par timmar. Då måste alla systemen startas om igen, och all orderdata kan vara förlorad. Det kan vara möjligt att hantera, men inte under peak-perioder. ”Jag korsar mina fingrar” sa en intervjuperson. Parallellt nämnde flera av fallföretagen att de har redundans till exempel i form av dubbla strömkablar, dubbla (en aktiv och en passiv) fiber/anslutningar och speglade serverrum.

Cyberattacker och försäkringsaspekter: Cyberattacker har de senaste åren nämnts flera gånger i media:

> *”De här företagen, de är som en fiskare som står på bron och ställt upp liksom 50 fiskespön och sen så ser de vara nappar.”*

Ett exempel som nämndes i studien var en cyberattack som innebar två och en halv veckas total nedstängning av centrallagret. Lyckligtvis hade företaget tecknat en cyberförsäkring:

> *”Då kom det liksom in ett SWAT team som styrde upp hela processen med vad vi var tvungna att göra, IT-mässigt och säkerhetsmässigt.”*

En cyberattack innebär att det attackerade företaget endast kommer åt de manuella delarna lagret; alla inflöden måste stoppas; kunder måste omdirigeras (till konkurrenter); alla system stängs ner och gås igenom noggrant innan de sakta kan startas upp. Det blir, summa summarum, en gigantisk bullwhip-effekt som påverkar hela försörjningskedjan under lång tid.

Cyberförsäkringen är typiskt del av en större försäkring. Försäkringsaspekten har ökat i betydelse i och med mycket stora investeringar i automation. Automationslösningarna har också möjliggjort mer kompakt lagring av gods, både på bredd och höjd. Tillsammans ökar det storleken på förlust vid en eventuell olycka. En supply chain director pekade på att försäkringsbolagen kan säga nej till att öka på automationssystem om de byggs för kompakta på liten yta. Försäkringsbolagen ställer och nya krav på riskanalys och beredskapsplan:

> *”Om detta händer, vad gör vi, hur, och så vidare. Det har vi på plats och uppdaterar regelbundet.”*

6.5 Miljö och cirkulär ekonomi

Avslutningsvis undersöktes hur företagen jobbar med miljöfrågor och cirkulär ekonomi för långsiktig hållbarhet. Många fallföretag jobbar med olika certifieringar kopplat till byggmaterial och solceller, där BREEAM lyftes fram. Ett annat initiativ är att överge plast. Ett tredje är att stänga av kunder som missbrukar returer, och att stötta plattformar för second hand.

Vad gäller returhantering ser vi att flera företag arbetar systematiskt med att utveckla lagerprocesser. Särskilt e-handlare med hög andel returer har fokuserat effektiv materialhantering för att snabbt kunna lagra in och erbjuda returnerade produkter till försäljning. Däremot är det i nuläget huvudsakligen manuella processer (det vill säga ingen automationsteknologi). En anledning är de många kvalitetskontroller (undersöka slitage, lukt, smuts) som måste göras av returnerade produkter.

Det är viktigt att skilja mellan returer av nya och begagnade produkter. Den retur-hantering som fokuserats inom handeln gäller framför allt nya produkter (det vill säga returer som kan lagras in och säljas igen som nya produkter). Vad gäller cirkulära flöden av begagnade produkter (till exempel second-hand) är dessa i dagsläget mycket begränsade (närapå obefintliga) bland fallföretagen. Nuvarande logistiknätverk generellt, och lager specifikt, är huvudsakligen designade (”optimerade”) för så kallade linjära materialflöden (försäljning av nya produkter). Som nämnts går det att hantera returer i dagens automatiserade centrallager, men det är mycket tidskrävande,

platskrävande och dyrt. Returhantering av begagnade produkter är generellt mycket svårt att få lönsamhet i och att skala upp. Framtidens cirkulära ekonomi där produkter i högre utsträckning repareras och återanvänds kommer därför sannolikt kräva andra materialhanteringsnoder än dagens automatiserade centrallager, det vill säga noder som är specifikt designade för cirkulära flöden. Följande citat belyser utmaningarna för dagens logistiksystem att stödja en transformation till cirkulär ekonomi:

> *”Vi kommer hålla [cirkulära flöden] till kunderna, som en C2C. En av utmaningarna är den logistiska mardrömmen. Du måste upptäcka smuts och lukt, och undersöka om det är en förfalskning. Du måste ta hem godset, fixa, göra rent och så vidare, sedan måste du lagra det någonstans. Det är utrymme som reserveras i ditt lager för något som du inte vet om det faktiskt kommer sälja eller inte. Sedan ska man ta bilder av produktens skick. Detta är stora utmaningar med cirkulära modeller. Jag är kritisk för det ser utmärkt ut i teorin, men den praktiska sidan, det är lurigt. Och sedan om man vill skala upp det. Om du lägger på alla kostnader så är det mycket mer än du skulle betala för en ny produkt. Hur gör man det till en lönsam affär? Det är tillräckligt komplext att bara ta tillbaka använda produkter. Jag har ägt den logistiska processen på [tidigare företag]. Det är en mardröm. Det är en mardröm för någon kan säga att en produkt är OK, en annan säger att nej den är inte acceptabel. Vem sätter upp standards, och all kommunikation med kund som till slut kanske är missnöjd.”*

En intervjuperson avslutade med följande observation:

> *”Vi kan göra det mer hållbart, vi kan göra vårt bästa. Men i det stora hela är dagens konsumtion inte hållbar.”*

Vi står inför en gemensam utmaning att ställa om till cirkulär ekonomi. I nuläget saknas de ekonomiska incitamenten (som ofta är styrande), och dessutom skulle mycket av de genomförda investeringarna i lagerautomation inte vara anpassade för att ställa om till cirkulära flöden.

Slutsatser

7

Lagret har, i takt med stora investeringar i automationsteknologi, befäst sin position som en strategisk relevant pusselbit som ger ett avstamp för att leverera affärsnytta inom svensk handel. I rapporten har vi pekat på viktiga aspekter kopplat till "fabrikifieringen" av lager. Detta inkluderar vikten av helhetsperspektiv och framtidssyn, betydelsen av att formulera en automationsstrategi, och olika inlåsningseffekter vad gäller teknologi och leverantör. Att lagret transformeras till en produktionsanläggning påverkar också arbetsmiljö – både fysiskt och psykosocialt – och driver en kompetensväxling med nya kompetensbehov i hela organisationen.

7.1 Praktiska nyttan för handens företag

Studien bygger på praktisk erfarenhet samlad genom enkäter med 50 ledande svenska handelsföretag, fördjupade intervjuer med experter samt fallstudier av handelsföretag som nyligen tagit beslut kring, och oftast hunnit implementera, ny lagerautomation. Studien kan därför ge andra praktiker både inspiration kring möjligheter och erfarenheter av utmaningar. Framför allt påpekas vikten av att företags olika funktioner tillsammans förstår det footprint och den långsiktiga påverkan som lagerautomation har på strategisk konkurrens-position och framtida manövreringsutrymme, och att helhetsperspektiv och framtidssyn är centralt. Studien kan också hjälpa logistikchefer att reflektera över vilken strategisk relevans ett lager har utifrån "företagets DNA" och hur detta kan påverka lösningens design och investering. Studien kan också hjälpa handelsföretag att reflektera kring vilken mognadsfas man befinner sig i och ge insikter om den förförståelse som behövs. Den bidrar också med viktiga aspekter för en automationsstrategi, samt olika beslutsfaktorer och deras varierande roll under ett sådant projekt. Den kan inspirera kartläggning och utveckling av kompetensbehov, samt att hjälpa praktiker förstå utmaningar med arbetsmiljö och andra risker som kan uppstå med ökad lager-automation. Avslutningsvis bör rapporten inspirera praktikers diskussion om "next generation" logistik- och lagerlösningar inom svenska handel, till exempel utveckling mot "smarta lager" och "smarta lagernätverk", eller hur lagerlösningar ska se ut för cirkulära affärsmodeller.

Lagret har, i takt med stora investeringar i automationsteknologi, befäst sin position som en strategisk relevant pusselbit för att leverera affärsnytta inom svensk handel.

7.2 Förslag på fortsatt forskning

Vår studie pekar på en lång rad intressanta och viktiga frågor för framtida forskning.

- Hur kan lager förändras till mer dedikerade produktionsanläggningar och ändå behålla möjlighet att stödja strategiska omsvängningar och förändrade affärsmodeller?
- Vilka aspekter bör ingå i en lagerautomationsstrategi och hur kan en sådan strategi anpassas för olika typer av företag?
- Hur kan mognadsmodeller utformas för att ge vägledning till företagens utveckling från manuella till i hög grad automatiserade lager?
- Vilka är de stora riskerna med högautomatiserade lager (till exempel driftstopp, reservdelsbrist, cyberattacker) och hur kan sådana risker utvärderas och hanteras?
- Vad är framtida kompetensbehov inom logistik och lager och hur kan kompetensskiftet stödjas av olika aktörer så som handelsföretag, kompetenspartners, kommuner och högskolor?
- Vad ger logistikkluster av högautomatiserade lager för fördelar och nackdelar för olika handelsföretag och dess omgivande samhälle?
- Vad är lagerautomationens positiva respektive negativa påverkan på hållbar arbetsmiljö generellt och psykosociala aspekter specifikt?
- Hur påverkar framtidens cirkulära ekonomi logistiknätverk generellt och materialhanteringsnoder specifikt?
- Vilken typ av materialhanteringsnoder krävs och hur bör de konfigureras (designas) för att stödja transformationen mot cirkulära materialflöden?
- Vilka materialhanterings- och informationsteknologier behövs och hur bör de konfigureras för att stödja framtidens cirkulära flöden?
- Hur arbetar innovatörer och ledande globala handelsaktörer med ny teknologi i lager, och vad är best practice i nästa teknologinivå för smarta lager och smarta lagernätverk?
- Hur ser framtidens automationsnivå och -teknologier ut för nya materialhanteringsnoder så som MFC och OFC samt butiker?
- När kommer logistiktjänsteleverantörer (3PL) accelerera sin automation av lager och hur påverkar det teknologiutveckling av flexiblare lösningar?
- Hur kan nya tjänster så som pay-per-pick möjliggöra för mindre, snabbväxande handelsföretag att dra nytta av automationsteknologi i högre utsträckning?

Referenser

Baker, P. och Halim, Z. (2007). An exploration of warehouse automation implementations: cost, service and flexibility issues. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(2), s. 129–138.

Co, H., Eddy Patuwo, B. och Hu, M. (1998). The human factor in advanced manufacturing technology adoption: An empirical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(1), s. 87–106.

Eriksson, E., Norrman, A. och Kembro, J. (2019). Contextual adaptation of omni-channel grocery retailers' online fulfilment centres. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 47(12), s. 1232–1250.

Kembro, J. H. och Norrman, A. (2020). Which future path to pick? A contingency approach to omnichannel warehouse configuration. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 51(1), s. 48–75.

Kembro, J. H.och Norrman, A. (2019). Warehouse configuration in omni-channel retailing: a multiple case study. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 50(5), s. 509–533.

Kembro, J. H., Norrman, A. och Eriksson, E. (2018). Adapting warehouse operations and design to omni-channel logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 8(9), s. 890–912.

Lindecrantz, A. (2020). Stora guiden till Retail Vem är Vem 2020, Hakon Media AB, Solna.

Maghazei, O., Lewis, M. A. och Netland, T. H. (2022). Emerging technologies and the use case: A multi-year study of drone adoption. *Journal of Operations Management*, 68(6–7), s. 560–591.

Sternberg, H. och Norrman, A. (2017). The Physical Internet – review, analysis and future research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47(8), s. 736–762.

Appendix: Projektets relaterade publikationer

Kembro, J. H., Eriksson, E. och Norrman, A. (2022). Sorting out the sorting in omnichannels. *Journal of Business Logistics*, 43(4), s. 593–622.

Kembro, J. och Norrman, A. (2022a). Den Svenska Handelslogistik-Panelen: Beslutsfaktorer och effekter för lagerautomation. Institutionen för teknisk ekonomi och logistik, Lunds universitet, LTH.

Kembro, J. och Norrman, A. (2022b). The transformation from manual to smart warehousing: an exploratory study with Swedish retailers. *The International Journal of Logistics Management*, 33(5), s. 107–135.

Kembro, J. och Norrman, A. (2021a). Den Svenska Handelslogistik-Panelen: Övergripande faktorer, trender och tendenser för lagerautomation. Institutionen för teknisk ekonomi och logistik, Lunds universitet, LTH.

Kembro, J. och Norrman, A. (2021b). Manual, automated or smart? Trends in Swedish Retail's Warehousing. Full paper presenterat på den årliga logistikkonferensen NOFOMA. Konferensartikeln utsågs till NOFOMA Best Paper 202.

Petersén, E., Lauge Pedersen, C., Eriksson, E. och Kembro, J. (2021). Framtida kompetenskrav för framgångsrik omnikanallogistik. *Supply Chain Effect*, 4, s. 30–35.

Examensarbeten initierade via forskningsprojektet:

Lauge Pedersen, C. och Petersén, E. (2021). Securing Successful Omni-Channel Logistics: An Investigation of Competencies Required to Adapt to the Trends and Challenges of the Retail Industry. Department of Industrial Management and Logistics, Lund University, Sweden. Examensarbetet tilldelades Handelsrådets studentuppsatspris för 2022.

Helm, M. och Malikova A. (2022). Understanding and Reducing Errors in Warehouse Operations with Intelligent Video Analysis. Department of Industrial Management and Logistics, Lund University, Sweden.

Mediala publikationer

- Halvdagsworkshop om framtidens smarta lager, samproduktion med Centrum för handelsforskning (2021).
- Trendspaning med tema kritiska kompetenser för framtidens omnikanal-logistik, samproduktion med Handelsrådet (2021).
- Utbildningsvideo för yrkesverksamma, samproduktion med Handelsrådet (2022).
- Forskarmötet, poddinspelning med Handelsrådet (2022).
- Expertintervju, samproduktion med Mecalux (2022).
- Expertintervju, bidrag till Consafe Logistics trendrapport om framtidens lager (2023).

”Forskning för att stärka handelns konkurrenskraft och skapa goda villkor för branschens medarbetare.

Handelsrådet

Handelsrådet | 103 29 Stockholm
Besöksadress: Regeringsgatan 60
Telefon växel 010-471 85 80
www.handelsradet.se

www.fotoskrift.se | 23-05