

Utveckling av ett digitalt lagerverktyg

Oy Närpes Trä & Metall Ab

Angelika Klemets

Examensarbete för produktionsekonomi (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för produktionsekonomi

Vasa 2025

EXAMENSARBETE

Författare: Angelika Klemets
Utbildning och ort: Produktionsekonomi, Vasa
Handledare: Anders Nygård, Närpes Trä & Metall
Mikael Ehrs, Yrkeshögskolan Novia

Titel: Utveckling av ett digitalt lagerverktyg

Datum: 17.4.2025 Sidantal: 47 Bilagor: 1

Abstrakt

Detta examensarbete utfördes på uppdrag av Närpes Trä & Metall (NTM). NTM tillverkar renhållningsfordon, släpvagnar och bilpåbyggningar. I samband med en lagerflytt och investeringen i två nya Kardex Shuttle-maskiner uppstod ett behov av ett digitalt lagerverktyg som kan förenkla placeringen av produkter och effektivisera plockningen av kit i lagret.

Syftet med examensarbetet var att utveckla ett verktyg i Microsoft Excel som automatiskt föreslår en lämplig placering för artiklar i Kardex-maskinerna. Verktöget skulle ta hänsyn till faktorer som vikt, mått och operationsnummer, vilket visar vilka artiklar som tillhör samma kit. Arbetet inleddes med att samla in data från företagets ERP- och Kardex-system. Därefter bearbetades informationen med hjälp av Power Query, varefter verktöget byggdes upp med formler, rullgardinsmenyer och färgkodning för att göra det tydligt och enkelt att använda.

Resultatet blev ett lagerverktyg som föreslår en optimal lådplacering och visar om artikeln ryms utifrån storlek och vikt. Det innehåller även funktioner för att manuellt justera inställningar om viss information saknas. För att stödja användningen skapades dessutom en manual och en översiktssida över lagersituationen. Testerna visar att verktöget kan spara 10–15 minuter per artikel, vilket ger tydliga tidsbesparingar.

Språk: svenska
Nyckelord: Kardex, lager, Excel

BACHELOR'S THESIS

Author: Angelika Klemets
Degree Programme: Industrial Management and Engineering
Supervisor(s): Anders Nygård, Närpes Trä & Metall
Mikael Ehrs, Novia UAS

Title: Development of a Digital Warehouse Tool

Date: 17.4.2025 Number of pages: 47 Appendices: 1

Abstract

This thesis was made for Närpes Trä & Metall (NTM). NTM manufactures refuse collection vehicles, trailers, and truck superstructures. When the company planned to move part of the warehouse and invest in two new Kardex Shuttle machines, there was a need for a digital tool to help place items correctly and make kit picking more efficient.

The purpose of the thesis was to create a tool in Microsoft Excel that can automatically suggest a suitable storage location for items in the Kardex machines. The tool needed to consider factors such as the item's weight, size, and operation number, which shows which items belong to the same kit. The work started by collecting data from the company's ERP and Kardex- systems. Then the data was cleaned and organized using Power Query, and the tool was built using formulas, dropdown menus, and color codes to make it easy to understand and use.

The result is a warehouse tool that suggests where an item should be placed and shows if it fits based on size and weight. It also allows the user to enter information manually if something is missing. A user manual and an overview page of the warehouse were also created to support the employees. Tests show that the tool can save 10–15 minutes per item, which means a lot of saved time in daily work.

Language: Swedish

Key words: Kardex, warehouse, Excel

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Problemformulering.....	1
1.2	Syfte och mål.....	2
1.3	Avgränsningar.....	3
2	Företaget.....	4
3	Teori.....	7
3.1	Vertikala lyftmoduler (VLM).....	7
3.2	Kardex Shuttle XP.....	9
3.3	Lagerlayout.....	13
3.3.1	ABC-analys.....	13
3.3.2	Likhetsprincipen.....	14
3.3.3	Sammanfattning.....	16
3.4	Microsoft Excel.....	16
3.5	Användarupplevelse (UX) och Användargränssnitt (UI).....	18
4	Metod.....	22
4.1	Datainsamling.....	22
4.2	Bearbetning av rådata.....	23
4.3	Utvecklingen av verktyget i Excel.....	27
4.4	Versioner.....	31
4.5	Implementering.....	35
5	Resultat.....	37
6	Diskussion.....	41
6.1	Underhåll och framtida utveckling.....	42
6.2	Personliga reflektioner.....	43
7	Litteraturförteckning.....	45

Figurförteckning

Figur 1. NTM:s anläggning i Närpes (NTM, 2025).	4
Figur 2. D3 och K lagret.	5
Figur 3. Funktion på Kardex Shuttle (Kardex Remstar Shuttle® XP, 2022)	10
Figur 4. Pick to light system.	11
Figur 5. Brickavståndet med dynamisk lagring.	12
Figur 6. Exempel på ABC-analys (Drakeley, 2023).	14
Figur 7. Exempel på Excel formel.	17
Figur 8. Formatera innehåll (Apple Developer, 2025).	19
Figur 9. Avstånd mellan mål (Apple Developer, 2025).	19
Figur 10. Bild på Googles hemsida år 1998 (Gökçe, 2024).	20
Figur 11. Bild på Googles hemsida år 2025.	20
Figur 12. Power Query.	24
Figur 13. Exempel på storlekarna före ändringarna.	25
Figur 14. Flödesschema över utvecklingen.	26
Figur 15. Rullgardinsmeny på val av lådor.	27
Figur 16. Lådan ryms och får ett grönt meddelande.	28
Figur 17. Bild på prototyp.	31
Figur 18. Version 2.	32
Figur 19. Version 3.	33
Figur 20. Version 4.	34
Figur 21. Slutliga versionen.	37
Figur 22. Verktuget ger placering del 1.	38
Figur 23. Verktuget ger placering del 2.	38
Figur 24. Information saknas i verktuget del 1.	38
Figur 25. Information saknas i verktuget del 2.	39
Figur 26. Överblickssida.	39
Figur 27. Fliken "Inställningar" där man kan uppdatera maxvikten och lägga till fler maskiner.	42

Tabellförteckning

Tabell 1. Jämförelsetabell	8
Tabell 2. Jämförelse mellan Excel online och skrivbordsapp (Microsoft, 2025).	17
Tabell 3. Fliknamn och funktioner.	23

Kodförteckning

Kodexempel 1. Förslag på låda formel.	25
Kodexempel 2. Formeln för maxvikt.	29
Kodexempel 3. Formel för placering	30

1 Inledning

Detta examensarbete har genomförts på uppdrag av Närpes Trä & Metall, NTM, ett företag med huvudkontor i Närpes, Finland, som specialiserar sig på tillverkning av renhållningsfordon, släpvagnar och bilpåbyggningar. I fortsättningen av arbetet kommer jag använda förkortningen NTM. I detta kapitel presenteras en översikt av arbetets bakgrund, syfte och avgränsningar. NTM planerar att flytta en del av sitt lager till en ny plats och samtidigt investera i två nya Kardex-maskiner. Arbetet handlar om att analysera och planera flytten samt att göra en smidig integrering av de nya maskinerna i den dagliga verksamheten.

1.1 Problemformulering

NTM står inför en lagerflytt och expansion där nya Kardex Shuttle-maskiner ska tas i bruk. Lagret innehåller produkter med stor variation i både storlek och vikt, vilket gör det utmanande att placera lådor inom maskinernas begränsade viktkapacitet. Det nuvarande lagringssystemet bygger på arbetarnas erfarenhet och minne, vilket är både tidskrävande och ineffektivt, särskilt för nyanställda. Med fler maskiner och en växande personalstyrka blir dessa problem alltmer märkbara. För att öka effektiviteten och säkerställa korrekt placering av lådor krävs ett digitalt verktyg som guidar arbetarna till rätt plats i Kardex Shuttle-maskinerna.

Ytterligare en utmaning vid kit plockning är att arbetarna ofta behöver hämta delar från flera olika hyllor för att samla ihop ett komplett kit. Ett kit är en sammansättning av olika komponenter som hör ihop och används i ett visst skede av produktionen eller monteringen. Delarna i ett kit är utvalda för att tillsammans möjliggöra färdigställandet av en specifik produkt eller produkt-del, till exempel delar som krävs för att bygga en viss modell av en sopbil. För att effektivisera processen vore det optimalt att placera alla delar som hör till samma kit på en och samma hylla eller inom samma område. Detta skulle minska tiden vid plockning, underlätta arbetarnas dagliga rutiner och förbättra det arbetsflödet i lagret.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete var att utveckla ett verktyg som automatiskt föreslår en optimal placering för lådor i Kardex Shuttle-maskinerna. Verktöget ska ta hänsyn till faktorer som produktens storlek, vikt och kompatibilitet med andra produkter, vilket ska göra lagringsprocessen snabbare och mer effektiv. Genom att skapa ett automatiserat system är tanken att förenkla och strukturera arbetsflödet för lagermedarbetarna, så att både erfarna och nyanställda kan arbeta mer effektivt utan att vara beroende av minne och erfarenhet.

Målet med examensarbetet var att utveckla ett verktyg som anställda kan använda när de ska lägga in en ny låda i hyllorna. Verktöget ska kunna berätta var det finns plats och var andra delar som hör till samma kit finns. Dessutom ska det underlätta överföringen av produkter från det befintliga lagret till de nya maskinerna, vilket i sin tur förenklar arbetet för de anställda. Ett viktigt krav för verktöget var att det ska vara användarvänligt och enkelt att hantera. För att uppnå detta kommer data från produktregistret, Kardex egna produktregister samt ytterligare relevanta register att analyseras för att samla in nödvändig information. Verktöget kommer att vara specifikt utformat för produkter som ska placeras i Kardex-maskinerna och omfattar därmed inte hela lagret. Förutom verktöget kommer även en manual att skapas så att användarna kan se hur dem ska använda verktöget med steg för steg anvisningar. Även en sammanställningssida som ger en översikt på hur lagret ser ut just nu kommer skapas.

För att utveckla verktöget kommer jag att samla in data från både Kardex-systemet och företagets ERP-system. Därefter kommer jag att länka samman all data och importera den till ett Excel-dokument, där jag bygger upp verktögets struktur. Genom att använda Power Query i Excel kan jag effektivt organisera och hantera tabeller på ett smidigt sätt. En fördel med denna metod är att all importerade data uppdateras automatiskt varje gång filen öppnas, vilket säkerställer att informationen alltid är aktuell. Utöver Power Query kommer jag även att använda traditionella Excel-formler och funktioner för att optimera verktögets funktionalitet och göra det så användbart som möjligt.

1.3 Avgränsningar

Detta examensarbete fokuserar på lagerhantering och placering av produkter i Kardex-maskinerna som ska flyttas till det nya laget samt de nya maskinerna som tillkommer. Arbetet omfattar vilka produkter som kan placeras i dessa maskiner och hur lagringen kan optimeras. Arbetet inkluderar inte lagerplacering i övriga delar av lagret, eftersom den största utmaningen ligger i att hantera placeringen inom Kardex-systemet. Reservdelsprodukter och eftermarknadsprodukter exkluderas, då dessa lagras på andra platser. Produkter som förvaras på gården ingår inte i studien, eftersom de hanteras utanför Kardex-systemet. Bultar och skruvar omfattas heller inte, då de lagras separat och sköts av ett externt företag. Råmaterial behandlas inte inom ramen för detta arbete. Förbrukningsmaterial, som förvaras i en annan modell av Kardex-maskin och hanteras av en annan avdelning, inkluderas inte heller. Dessutom omfattas inte Kardex-maskinen i verktygslagret, eftersom den tillhör en annan avdelning.

2 Företaget

Närpes Trä & Metall, NTM, grundades 1950 av Lennart Nordin och har sitt huvudkontor i Närpes, Finland. Företaget är en ledande aktör inom utveckling, tillverkning, försäljning och underhåll av transportutrustning för tunga transporter samt insamling av återvinningsmaterial och avfall. Med cirka 700 anställda globalt och en omsättning på cirka 130 miljoner euro har NTM etablerat sig som en stark internationell aktör. Företaget har försäljning i 14 olika länder och servicepunkter i 50 länder (NTM, 2025; Nordgren, 2025).



Figur 1. NTM:s anläggning i Närpes (NTM, 2025).

NTM har en global närvaro med produktionsanläggningar och försäljningskontor i flera länder som Finland, Sverige, Estland, Storbritannien, Polen, Tyskland, Kanada och USA. I Närpes arbetar 480 av de anställda, och produktionsanläggningen där omfattar ungefär tre hektar. NTM är den enda tillverkaren av sopbilar i Norden, och den första sobilen producerades redan 1976 (Kuusisto, 2024). Företaget erbjuder tre huvudsakliga produktkategorier sopbilar, flerfacksfordon, släpvagnar och bilpåbyggningar (NTM, 2025; Nordgren, 2025).

Företagets största kund finns i Kanada, men marknaden omfattar hela Norden och flera andra länder. NTM är känt för sin starka innovationskultur och sitt engagemang för hållbar utveckling, vilket syns i både produktdesign och tillverkningsprocesser. Genom att kombinera lokalt stöd med en expansiv global strategi har företaget skapat en stabil plattform för fortsatt tillväxt och framgång (NTM, 2025; Nordgren, 2025).



Figur 2. D3 och K lagret.

På figur 2 syns D3 och K lagret och det är dem lagren som kommer att flyttas. Produkterna därifrån kommer då att placeras i Kardex-maskinerna eller i Logistics center (LC) där resterande av lagret finns.

Just nu finns det två Kardex-maskiner i D3-området. När nya produkter anländer börjar de med att identifiera var produkten kommer att behövas, exempelvis om den ska till produktionen eller ett annat steg i processen. Därefter placeras den där det finns liknande delar. I dagsläget placeras nya delar ofta utifrån att personalen känner till var liknande delar redan är placerade. När en ny del kommer in bedömer man också om den är för stor för Kardex-maskinerna eller om den skulle passa bättre någon annanstans. Därför blir det lite som ett pussel varje gång nya delar kommer in. Eftersom man vill prioritera delar med högre omsättning i maskinerna är det inte optimalt att gå på känsla eller minne.

Med detta verktyg skulle det bli möjligt att analysera lagersituationen i Kardex-maskinerna och samtidigt få information om var delar till samma kit finns samt var det finns ledig plats. Detta skulle vara en stor fördel, särskilt för nyanställda som saknar erfarenhet av var delarna är placerade. Genom att helt enkelt ange artikelnumret i verktyget skulle användaren få en rekommenderad låda att placera produkten i. Alternativt kan de välja en annan låda som de anser passar bättre. Därefter genererar verktyget en exakt

placeringsangivelse i maskinen, inklusive hyllplats och vilken av maskinerna som ska användas. Detta skulle effektivisera lagerhanteringen, minska behovet av manuellt minne och gissningar samt säkerställa att produkterna placeras på ett mer strukturerat och strategiskt sätt.

Kiten som finns används antingen i den egna produktionen eller skickas till andra produktionsställen utomlands. Ett kit består av ett antal delar som monteras på en bil i olika skeden av produktionen. Syftet med ett kit är att samla alla nödvändiga komponenter som behövs för ett visst moment i monteringen, vilket gör arbetet mer effektivt och minskar risken för fel eller förseningar. Det är viktigt att notera att alla delar i lagret inte ingår i ett kit. Vissa komponenter är unika för ett specifikt kit, medan andra delar kan förekomma i flera olika kit eftersom de passar till flera olika bilmodeller, lampor är vanliga exempel på sådana. Innehållet i ett kit kan variera stort, vissa kit innehåller bara fåtal delar, medan vissa innehåller flera hundra komponenter.

3 Teori

I detta kapitel presenteras de teoretiska grunderna som har använts i arbetet. För att ge en tydligare bild av sammanhanget beskrivs först de Kardex-maskiner som används, specifikt Kardex Shuttle 500 och Kardex Shuttle 700, för att förstå deras funktion och kapacitet. Därefter behandlas lagerlayout, vilket är en viktig aspekt för att skapa en effektiv struktur och optimera lagringsutrymmet. Eftersom verktyget utvecklas i Excel, kommer en genomgång av programmet och dess funktioner att inkluderas för att ge en tydlig bild av hur det används i detta sammanhang. Slutligen diskuteras användarupplevelse och användargränssnitt, då det är viktigt att verktyget är intuitivt och anpassat efter användarnas behov för att säkerställa en lyckad implementering.

3.1 Vertikala lyftmoduler (VLM)

En vertikal lyftmodul, förkortat VLM, är ett automatiserat lagrings- och plocksystem som bidrar till snabbare och mer effektiv plockning. Systemet består av två vertikalt staplade hyllrader och en hiss eller extraktor som rör sig mellan dem. Hissen styrs av kommandon och hämtar samt levererar automatiskt brickor till en operatör vid en arbetsstation. VLM används främst i lager, distributionscenter och fabriker för att effektivisera plockprocessen, optimera utrymmes användningen och förbättra noggrannheten (Whitesystems, 2024).

Ett liknande system är vertikala karuseller som har hyllor som roterar ständigt vertikalt längs en fast, avlång oval bana. Till skillnad från en vertikal lyftmodul, där endast den efterfrågade brickan hämtas och transporteras, rör sig hela hyllsystemet i en vertikal karusell. Den huvudsakliga skillnaden mellan en VLM och en vertikal karusell är deras rörelsemönster. I en vertikal karusell flyttas alla hyllor samtidigt, medan en VLM endast transporterar en enskild bricka vid behov. Dessutom har VLM ofta en högre lastkapacitet. Eftersom avståndet mellan hyllorna i en vertikal karusell är fast, passar den bäst för förvaring av föremål med en enhetlig höjd, såsom backar. VLM är däremot mer flexibel och lämpar sig för föremål i olika storlekar (Whitesystems, 2024).

Exempel på tillverkare av vertikala lyftmoduler är Kardex och Modula, som är bland de populäraste tillverkarna av vertikala lyftmoduler i världen.

Tabell 1. Jämförelsetabell

	Kardex	Modula
Pris* (\$)	95 000 +	75 000 +
ROI (månader)	runt 18	6 - 18
Plockhastighet Plock/timme	350	300
Ergonomi	Anpassad plockhöjd	Anpassad plockhöjd
Nogrannhet	Pick to light	Onepick

*Pris på Modula är från år 2023 och kan ha ändrats sedan dess (Modula, 2023).

Mellan Kardex och Modula finns några skillnader. En stor skillnad är mellan startpriserna där det är ungefär 20 000 \$ skillnad. Dessa priser inkluderar då inte installationskostnader eller de årliga servicekostnaderna. Siffrorna är riktgivande och kan variera beroende på vilken storlek och tillägg man väljer. Avkastning på investeringen, engelska förkortningen ROI, är individuella för varje företag men båda företagen har en kalkylator där man kan räkna ut den egna avkastningen på investeringen (Modula, 2025; Kardex, 2025). Warehousing and Fulfillment gjorde en undersökning baserat på över 600 lager vilket visade att plockhastigheten i medeltal är 71,42 plock per timme i lagret (Schneider, 2025). Men de påpekar att det är bara ett medeltal och att det kan variera mellan 50 – 150 plock per timme.

$$Effektivitet = \left(\frac{\text{Ny hastighet-medeltal}}{\text{medeltal}} \right) * 100 \quad (1)$$

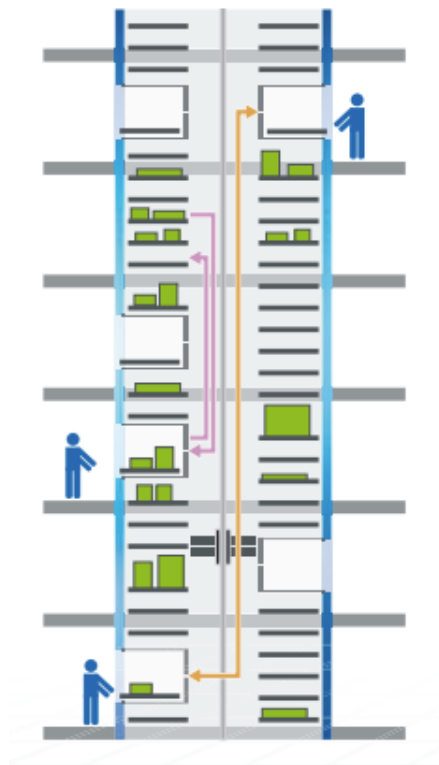
För att räkna ut hur mycket effektivare det skulle vara med Modula och Kardex kan vi använda formel (1). Enligt formeln skulle Kardex bli 390% effektivare och med Modula skulle det bli 320% effektivare. Vertikala lyftmoduler är också mycket mer ergonomiska än de traditionella hyllager, då anställda inte behöver sträcka sig efter eller böja sig för att plocka produkterna. Det i sin tur kan leda till mindre sjukfrånvaro. Kardex erbjuder ett "Pick to light" system, där en lampa lyser på lådan som innehåller produkten som ska plockas. Det gör att operatören inte behöver känna till produkten. Modula har i stället ett system

som heter Onepick vilket fungerar helt automatiserat och behöver inte någon operatör, eftersom det använder robotar som plockar produkten åt användaren (Dube, 2025; Modula, 2023).

Trots alla fördelar finns det även nackdelar med vertikala lyftmoduler. En av de största nackdelarna är den höga investeringskostnaden, vilket kan vara avskräckande för mindre företag. Dessutom kan installationen kräva anpassningar av lagerlokalen, vilket kan innebära både extra kostnader och planering. Vissa system kan också ha begränsad plockhastighet, särskilt om det är många beställningar samtidigt. Underhåll kan också bli dyrt, speciellt om systemet har avancerad automation som kräver specialister. Funktioner som *Pick-to-Light* är exempel på tillval som kan innebära ytterligare kostnader. Det är också viktigt att planera produktplaceringen. Om till exempel en liten låda placeras bredvid en mycket hög låda, uppstår onödigt mycket outnyttjat utrymme. För att undvika detta bör lådor med liknande höjd placeras tillsammans, vilket gör att utrymmet i maskinen kan utnyttjas mer effektivt.

3.2 Kardex Shuttle XP

Kardex Shuttle XP är en vertikal lyftmodul konstruerad att effektivisera både lagring och plockning genom att utnyttja utrymmen i höjdlängd. Systemet består av två vertikala rader med hyllor eller fack samt en central extraktormekanism som transporterar brickor med varor till en ergonomiskt placerad öppning. Genom att transportera varorna direkt till operatören tar det bort behovet av att operatören rör sig genom lagergångarna, vilket minskar plocktiden. NTM har valt Kardex eftersom de redan har flera maskiner av detta märke sedan tidigare. Eftersom NTM hanterar många metallprodukter är det bra att de investerar i en maskin som klarar hög belastning.



Figur 3. Funktion på Kardex Shuttle (Kardex Remstar Shuttle® XP, 2022).

Figuren visar hur öppningarna kan placeras i olika höjder och hur hyllorna är ordnade på var sin sida om extraktorn. Kardex är modulärt vilket innebär att det kan anpassas efter olika takhöjder och antalet öppningar både före och efter installationen. Enligt tillverkaren kan systemet beroende på byggnadens höjd minska behovet av golvyta med upp till 85 % jämfört med traditionell hyllagring (Kardex Remstar Shuttle® XP, 2022).

Företaget har flera modeller för olika lagringsbehov och lastkapaciteter. De modeller som NTM har valt att använda är:

- Kardex Shuttle 500: Lämplig för små delar och lättare gods. Plockbrickans bredd kan vara upp till 4 050 mm och en lastkapacitet på 560 kg per bricka. Den maximala höjden är 30 m.
- Kardex Shuttle 700: Anpassad för medeltunga laster, med brickans bredd på 4 050 mm och lastkapacitet på 725 kg per bricka. Systemet kan byggas upp till 20 m i höjden.

Dessa maskiner kommer att placeras bredvid varandra. Verktöget är att fungera på de maskiner de redan har och även att lägga till fler maskiner i verktöget så att man kan använda det i framtiden.



Figur 4. Pick to light system.

När en operatör begär en vara via ett användargränssnitt, knapptryckning eller sträckkodsskanning, identifierar extraktorn rätt brickas position och transporterar den till öppningen. För att tydliggöra vilken låda det gäller används ett så kallat pick to light system, där en lampa visar lådans plats som i figuren ovan. Efter plockningen eller lagring återförs brickan automatiskt till en plats inom systemet. Maskinerna har ett system som är programmerat att placerar de mest använda hyllorna närmare öppningen och de mindre använda varorna placeras då högre upp. Syftet med detta är att minska plocktiden men det kräver att uppdaterad information artikelanvändning finns tillgänglig (Kardex Remstar Shuttle® XP, 2022).

Systemets huvudkomponenter är:

- Extraktor: Den centrala hissmekanismen som transporterar brickor mellan lagringspositionerna och öppningen.
- Brickor: Plattform där varor lagras. Storlek och lastkapacitet varierar beroende på modell.
- Öppning: Platsen där operatören integrerar med systemet. Öppningen är utrustad med säkerhetsfunktioner, såsom ljusriddåer, för att skydda operatören under användningen.

Systemets modulära konstruktion gör det möjligt att justera höjden med 100 mm avstånd, vilket gör det möjligt att utnyttja byggnadens takhöjd maximalt (Kardex Remstar Shuttle® XP, 2022).

Vid placeringen av produkter på hyllorna är det viktigt att se till att de inte är för tunga eller för stora. Om en för tung eller för stor produkt placeras fel kan hyllan fastna och maskinen kan sluta fungera, vilket kan kräva serviceåtgärder. Eftersom systemet är tekniskt avancerat kan felkoder och stopp vara svåra att lösa utan hjälp från Kardex servicetekniker, vilket innebär höga kostnader (Kardex remstar, 2025; Kardex Remstar Shuttle® XP, 2022).



Figur 5. Brickavståndet med dynamisk lagring.

Systemet justerar automatiskt höjden mellan hyllorna enligt hur stora lådor det finns på dem som i figur 5. Det finns flera olika modeller med olika lastkapacitet, vilket gör det möjligt att välja system efter typ av verksamhet. I NTM:s fall hanteras både små och stora artiklar, allt från klistermärken till större plåtar, vilket gör det viktigt med flexibilitet i lagret. Samtidigt finns det några begränsningar att beakta. Investeringskostnaden för en Kardex Shuttle XP är hög, vilket kan vara en utmaning för mindre företag. Systemet kräver också regelbundet underhåll för att fungera optimalt över tid. Eftersom det är svårt att fixa någonting själv på den kan det medföra extra kostnader och längre avbrott då support från specialiserade tekniker behövs.

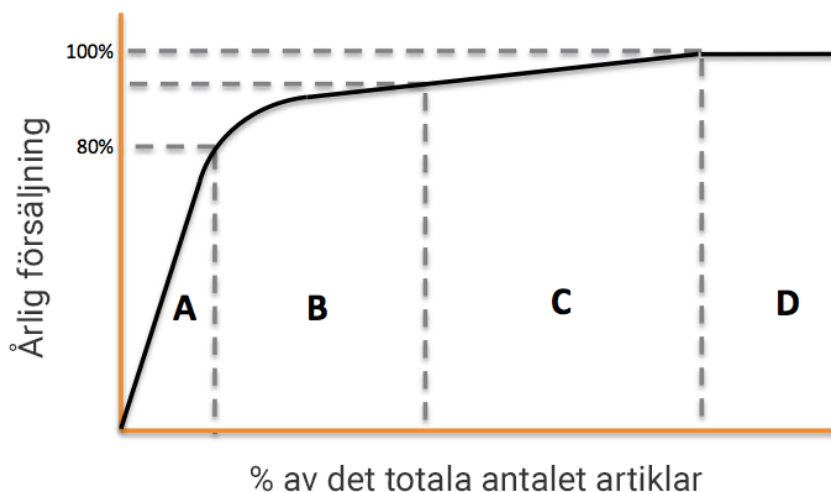
3.3 Lagerlayout

En bra lagerlayout ska vara praktisk för att vara effektiv. En välplanerad layout kan effektivisera verksamheten, minska kostnader och öka produktiviteten. Den gör så att man enkelt har tillgång till produkterna och minskar resetiden (Sunol, 2025).

3.3.1 ABC-analys

En vanlig metod för att optimera lagerlayout är ABC-analys, där produkter kategoriseras baserat på deras omsättningshastighet och ekonomiska betydelse. Produkter kategoriseras i tre grupper A, B och C baserat på deras betydelse för verksamheten. Denna klassificering hjälper företag att fokusera resurser och uppmärksamhet på de viktigaste artiklarna. Klass A utgör en liten andel av det totala antalet artiklar men står för en stor del av omsättningen. Dessa produkter kräver noggrann hantering för att garantera tillgänglighet. Klass B representerar en medelhög andel av både antalet artiklar och omsättningen. Dessa produkter är viktiga men inte lika viktiga som A-klassartiklar och bör hanteras med lagom uppmärksamhet. Klass C står för majoriteten av det totala antalet produkter men bidrar endast till en liten del av omsättningen. Dessa artiklar har lägre ekonomisk betydelse och kan hanteras med mindre strikt kontroll (Phipps, 2024).

Genom att identifiera de mest kritiska artiklarna kan företag effektivisera resursallokeringen, exempelvis genom att upprätthålla större säkerhetslager för A-artiklar och reducera lagerhållningen av C-artiklar. ABC-analysen möjliggör skräddarsydda strategier för olika produktkategorier, vilket kan leda till minskade lagerkostnader och förbättrad servicegrad. Genom att förstå vilka produkter som har störst påverkan på verksamheten kan inköpsstrategier anpassas för att förhandla bättre villkor med leverantörer av A-artiklar. Det är dock viktigt att notera att en analys baserad på enbart en faktor, såsom försäljningsvärde, kan förbise andra viktiga aspekter, exempelvis leveranstid eller efterfrågevariation. Dessutom förändras marknadsförhållanden och kundbeteenden över tid, vilket innebär att klassificeringen av artiklar bör uppdateras regelbundet för att förbli relevant (Rackbeat, 2025).



Figur 6. Exempel på ABC-analys (Drakeley, 2023).

I figur 6 ser man att del A är en lite del av alla artiklar men en stor del av den årliga försäljningen och att C har störst del av antalet artiklar men väldigt liten del av årliga försäljningen. Företaget strävar efter att ha alla A- och B- klassade artiklar i Shuttle maskinerna eftersom dem inte ska ha en lång plocktid. Det ska därför finnas en sida i Excel som man kan se en överblick på lagret och där ska det synas vilka artiklar som är placerade i maskinerna och vad dem har för klass.

3.3.2 Likhetsprincipen

Likhetsprincipen är när produkter som beställs eller skickas tillsammans placeras nära varandra så att de är lättare att packa ihop då de ska från lagret. Till exempel om de beställer produkt A så hör B och C också ihop med dem, då är det effektivare att placera den nära varandra så att man minskar körsträckan eller i detta fall ta fram flera olika hyllor ur maskinen. För att man ska kunna följa principen behövs statistik på vilka produkter som åker samtidigt och med vilka andra produkter de hör ihop med. Genom att analysera orderhistorik och kundbeteenden kan man skapa en optimerad layout där produkter som ofta beställs tillsammans placeras nära varandra (Lumsden, Stefansson, & Woxenius, 1998/2019).

En effektiv metod för att identifiera dessa samband är att använda dataanalysverktyg eller maskininlärning för att kartlägga mönster i försäljningen. Till exempel kan ett system analysera tidigare beställningar och identifiera att kunder som köper Produkt A ofta också

beställer Produkt B och C. Med den informationen kan lagret omorganiseras så att dessa produkter förvaras intill varandra, vilket gör plockprocessen snabbare och mer effektiv. Denna princip används ofta i stora distributionscenter och e-handelslager där snabb orderhantering är viktigt. Förutom att minska plocktiden kan det även minska risken för felplockningar och förbättra arbetsflödet genom att minska trängsel i lagret. I automatiserade system, som vertikala lagerautomater eller robotlager, kan detta innebära att systemet kan optimera sina rörelser och minska antalet gånger det behöver hämta olika hyllor, vilket sparar både tid och energi.

En annan viktig fördel med likhetsprincipen inom lagerhantering är dess potential att sänka lagerhållningskostnader. Genom att placera produkter som ofta beställs tillsammans i närheten av varandra kan plockprocessen effektiviseras samtidigt som lagerutrymmet optimeras. Detta bidrar till en mer strukturerad och kompakt lagermiljö, vilket minskar behovet av extra lagringsutrymme och därmed reducerar kostnaderna. Utöver kostnadsbesparingar kan likhetsprincipen också förbättra arbetsmiljön för lagerpersonal. Genom att minska den fysiska ansträngningen och onödiga förflyttningar vid orderplockning minskar risken för arbetsrelaterade skador och utmattning. En ergonomiskt anpassad arbetsmiljö kan leda till högre produktivitet och ökad trivsel bland personalen, vilket i sin tur kan minska personalomsättningen och förbättra arbetsflödet (Andersson & Schmidt, 2023).

Dessutom kan likhetsprincipen ha en direkt påverkan på kundupplevelsen. Genom att effektivisera orderhanteringen kan företag säkerställa snabbare och mer exakta leveranser, vilket bidrar till ökad kundnöjdhet. Leveransprecision och kortare ledtider kan stärka kundernas förtroende, öka lojaliteten och förbättra företagets rykte på marknaden. Sammanfattningsvis är en smart tillämpning av likhetsprincipen en strategisk fördel som påverkar både lagerhanterings effektivitet och företagets långsiktiga konkurrenskraft.

Likhetsprincipen spelar en viktig roll i verktyget genom att påverka hur produkter placeras i maskinerna för att optimera plockningen. Principen bygger på att produkter som ofta används tillsammans bör placeras i närheten av varandra, vilket i detta sammanhang innebär att delar som tillhör samma kit ska hamna på samma hylla. I verktyget har denna princip integrerats genom att använda operationsnumret som en viktig parameter för placering. Genom att placera produkter med samma operationsnummer på samma hylla

skapas en mer logisk och effektiv lagerstruktur. Det innebär att när en operatör ska plocka ett kit, kan alla nödvändiga komponenter hämtas från en och samma hylla, i stället för att behöva öppna flera olika hyllor i Kardex-maskinen. Detta minskar plocktiden och gör processen mer strömlinjeformad.

3.3.3 Sammanfattning

Jag kommer att använda likhetsprincipen eftersom en stor del av produkterna i lagret ingår i olika kit. Ett kit består av flera komponenter som plockas ihop och skickas vidare till ett produktionssteg. Genom att placera dessa komponenter nära varandra kan plocktiden minimeras och arbetsflödet effektiviseras. Kardex-systemet har ett inbyggt ABC-analysprogram, vilket gör att maskinerna automatiskt hanterar placeringen av hyllorna baserat på hur ofta de används och hur viktiga de är. ABC-analysen används på överblickssidan för att kontrollera att de viktigaste delarna är i maskinen och inte delar i klass C.

3.4 Microsoft Excel

Microsoft Excel är ett av de mest använda kalkylprogrammen inom både näringsliv och akademi. Det är ett verktyg för datahantering, analys och visualisering och har blivit en standard inom många branscher. Programmet är uppbyggd av kalkylblad som består av rader och kolumner. Celler används för att lagra data, formler och funktioner. Excel har ett stort antal inbyggda funktioner för matematiska beräkningar, statistik, logik och textbearbetning. Genom funktioner som formler, pivot-tabeller, villkorlig formatering och datavalidering kan användare effektivt extrahera insikter och fatta välgrundade beslut. Dessutom kan Excel skapa interaktiva diagram och grafer, vilket gör det enklare att presentera och tolka data visuellt.

Excel-kunskaper kan delas in i tre nivåer beroende på användarens färdigheter och behov. På en grundläggande nivå handlar det om att kunna skapa listor, utföra enklare beräkningar och hantera tabeller för att strukturera och analysera data på ett överskådligt sätt. När användaren når en mellanliggande nivå, blir det viktigt att behärska mer avancerade formler och funktioner, såsom VLOOKUP (), IF() och INDEX/MATCH(), samt att kunna arbeta med pivot-tabeller för att sammanställa och analysera större datamängder effektivt. På en

avancerad nivå fokuserar man på att automatisera arbetsprocesser genom makron och VBA, Visual Basic for Applications, vilket gör det möjligt att skapa lösningar och specialanpassade arbetsflöden för att effektivisera och optimera arbetet i Excel (FDM Group, 2024).

I detta projekt kommer formler och funktioner främst användas för att utveckla verktyget. De formler som mest använt är if, iferror, Vlookup och Xlookup- formler

```
=IFERROR(
  INDEX(Kardex.xlsx!Table11[Bin]; INDEX(FILTER(ROW(Kardex.xlsx!Table11[Bin]);
    (XLOOKUP(I8; Merge1[item]; Merge1[Djup]) <= Kardex.xlsx!Table11[Höjd]) *
    (XLOOKUP(I8; Merge1[item]; Merge1[Bredd]) <= Kardex.xlsx!Table11[Bredd]) *
    (XLOOKUP(I8; Merge1[item]; Merge1[Längd]) <= Kardex.xlsx!Table11[Längd])
  ); 1)); "Ingen passande bin")
```

Figur 7. Exempel på Excel formel.

I prototypen har jag gjort så att den ska föreslå en låda som passar baserat på produktens mått. Den har också en formatering som gör att vikt cellen blir röd om det väger mer än 500 kg eftersom då ska den inte finnas maskinen. I figuren syns formeln jag använt för att för att det ska föreslå vilken låda som passar bäst. Så först kollar det upp så att produktens djup är mindre än lådans Höjd, sedan produktens bredd mindre än lådans osv. Sedan så väljs den låda som bäst passar in på alla dem tre kraven och om det inte finns något alternativ så blir svaret "Ingen passande bin".

Tabell 2. Jämförelse mellan Excel online och skrivbordsapp (Microsoft, 2025).

Funktion	Excel online	Excel skrivbordsapp (Excel 365)
Power Query	Endast visning	Full funktionalitet
Avancerade formler	Begränsat	Full funktionalitet
Makron/VBA	Ej tillgängligt	Full funktionalitet
Dynamiska rullgardinslistor	Begränsat	Full funktionalitet
Pivot-tabeller	Begränsat	Full funktionalitet
Filformat .xlsb	Kan inte öppnas	Full funktionalitet
Diagram och visualiseringar	Begränsat	Full funktionalitet
Filstorlek och prestanda	Begränsat vid större filer	Hög prestanda med stora kalkylblad
Integration med SQL och externa datakällor	Ej tillgängligt	Möjligt via Power Query och datakopplingar

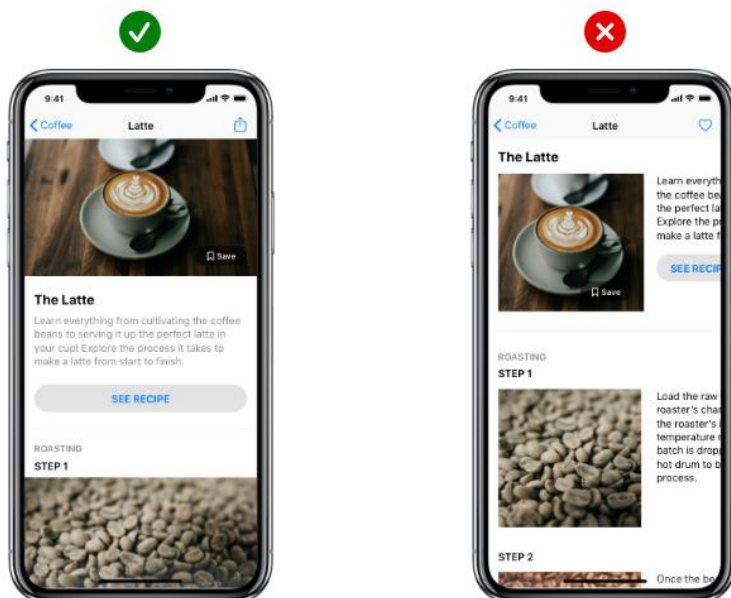
I detta projekt används Microsoft Excel 365, vilket är den version som alla anställda har tillgång till på företaget. Excel 365 finns både som skrivbordsapplikation och som webbversion, Excel Online, i tabell 2 syns några skillnader mellan dem. Men alla som använder verktyget har blivit instruerade att öppna det i skrivbordsappen.

3.5 Användarupplevelse (UX) och Användargränssnitt (UI)

Användarupplevelse, UI, och användargränssnitt, UX, handlar om att säkerställa att programmet är användarvänligt, effektivt och anpassat efter användarnas behov. Det innebär att förstå deras arbetsflöden, identifiera eventuella utmaningar och utforma lösningar som förenklar och förbättrar deras arbete.

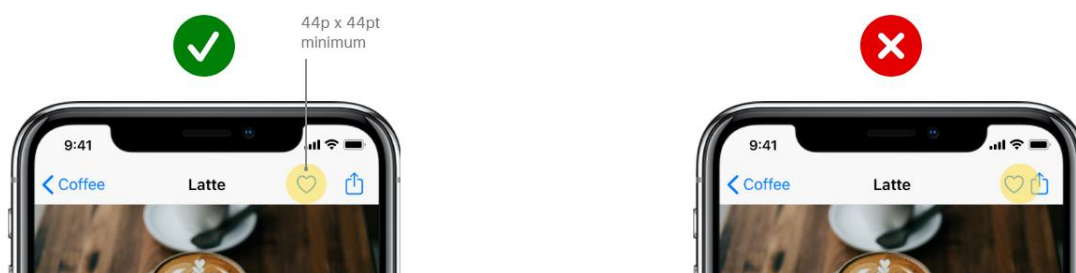
Genom att fokusera på UX skapas en bättre helhetsupplevelse för de anställda, vilket gör programmet mer intuitivt och lättanvänt. UI avser den visuella delen av programmet, hur information och kontroller presenteras på skärmen. Ett genomtänkt UI gör det enklare för användarna att navigera, hitta relevant information snabbt och utföra sina uppgifter utan onödig förvirring (Xlent, 2025).

För att säkerställa en användarvänlig och effektiv design bör verktyget anpassas för både dator- och större skärmar. Det innebär att textstorleken ska vara balanserad, så att den inte blir för stor eller för liten beroende på skärmstorlek. Estetiken får inte kompromissa med användbarheten, utan ska stödja en tydlig och effektiv interaktion. Viktiga designprinciper är att undvika att användare behöver zooma eller scrolla horisontellt för att se viktig information på mobila enheter. Kontrollknappar och andra interaktiva element bör placeras med tillräckligt avstånd mellan varandra för att minimera risken för feltryck. För en strukturerad och användarvänlig design är det viktigt att använda justering och inriktning för att skapa ett ordnat och lättöverskådligt gränssnitt. Samtidigt bör tillräckligt med luft och mellanrum lämnas mellan element för att undvika ett överbelastat och rörigt utseende (Stevens, 2023).



Figur 8. Formatera innehåll (Apple Developer, 2025).

När man gör layouten är det viktigt att tänka på vilken skärmstorlek användarna har. Det är också bra att fundera på om det kommer användas i en stående vy eller liggande. Figuren ovan visar ett tydligt exempel på hur det ska se ut och inte ska se ut. I det dåliga exemplet är formatet inte anpassat till mobiler och dem måste scrollera sidled för att läsa hela texten medan på det bra exemplet behöver man bara scrollera neråt vilket är både lättare att använda och ser snyggare ut.

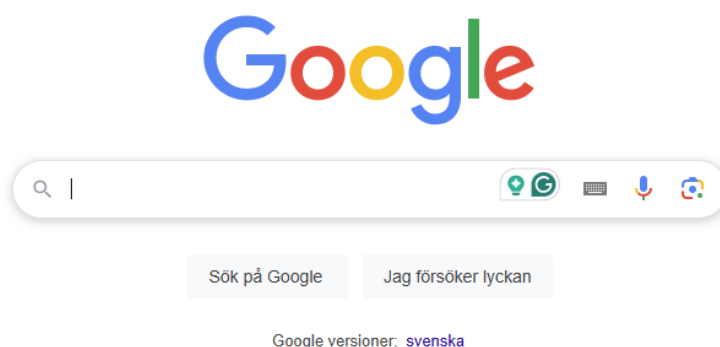


Figur 9. Avstånd mellan mål (Apple Developer, 2025).

Klickbara rutor eller knappar ska inte ligga för nära varandra, för då är det lätt att man trycker fel av misstag. Det blir både störande och onödigt om man hela tiden råkar trycka fel bara för att det inte finns tillräckligt med mellanrum.



Figur 10. Bild på Googles hemsida år 1998 (Gökçe, 2024).



Figur 11. Bild på Googles hemsida år 2025.

På figur 10 och figur 11 kan man se tydliga skillnader på vilket som är mer användarvänligt. På den äldre versionen fanns länkar och text som inte var viktigt att ha med och i den nya versionen städades dem bort. Den nya är enklare att använda och användaren behöver inte tänka var det är man ska söka eller trycka.

Att skapa ett bra UI och UX innebär att sätta användarens behov i centrum och förstå deras mål och utmaningar. Detta kan uppnås genom att genomföra användarundersökningar och tester för att säkerställa att designen är intuitiv och uppfyller användarnas förväntningar. Ett välstrukturerat och tydligt gränssnitt är avgörande för en bra användarupplevelse. Navigationsmenyer och struktur bör vara enkla att förstå och konsekvent placerade för att underlätta snabb åtkomst till viktiga funktioner. En logisk och förutsägbar layout hjälper

användaren att navigera utan förvirring. Tillgänglighet är en annan viktig faktor. Designen bör anpassas för att inkludera alla användare, även de med funktionsnedsättningar. Detta innebär att använda färger med hög kontrast, tydliga typsnitt och beskrivande alt-texter för bilder. Dessutom bör systemet vara navigerbart med tangentbord och kompatibelt med hjälpmedel för att säkerställa att alla kan använda det utan hinder (Lucidspark, 2025).

Visuell hierarki är avgörande för att styra användarens uppmärksamhet mot den mest relevanta informationen. Genom att använda typografi, färgsättning och layout på ett strategiskt sätt kan viktig information lyftas fram på ett tydligt sätt. Slutligen är det viktigt att genomföra kontinuerliga användartester för att identifiera och åtgärda problemområden. Feedback från användare bör samlas in och analyseras regelbundet, och designen bör itereras och förbättras baserat på insamlade data. Genom att arbeta stegvis och kontinuerligt förbättra utifrån feedback kan man skapa en användarvänlig och effektiv lösning som utvecklas över tid (Lucidspark, 2025).

En tydlig kontrast mellan text och bakgrund är viktigt för både läsbarhet och tillgänglighet. Enligt Web Content Accessibility Guidelines, förkortat WCAG, bör kontrastförhållandet vara minst 4,5:1 för normal text och 3:1 för större text för att säkerställa god synlighet. Svart eller mörkgrå text på en ljus bakgrund ger oftast bästa läsbarhet, medan ljus text på en mörk bakgrund kan vara effektivt, särskilt i applikationer med mörkt läge. Typsnittet spelar också en viktig roll för läsbarheten och användarvänligheten i en design. Sans-serif-typsnitt, såsom Arial eller Helvetica, rekommenderas ofta för digitala gränssnitt eftersom de har ett rent och tydligt utseende utan dekorativa avslutningar. Detta gör dem mer lättlästa på skärmar. För att bibehålla en enhetlig och strukturerad design är det även viktigt att använda konsekvent typografi. Att hålla sig till ett eller två typsnitt genom hela layouten hjälper till att skapa visuell harmoni och undvika en rörig och oprofessionell design (Equalize digital, 2025; Arkitektkopia, 2021).

4 Metod

Detta kapitel beskriver metoden som använts för att utveckla verktyget för optimerad lagerhantering i Kardex Shuttle-maskiner. Processen omfattar datainsamling, bearbetning av rådata, programmering i Excel, implementering av verktyget samt testning och utvärdering.

4.1 Datainsamling

För att utveckla verktyget samlades data in från flera källor, huvudsakligen från företagets ERP-system, Enterprise resource planning, och Kardex-systemet. ERP-systemet innehöll produktinformationen, inklusive artikelnummer, storlek, vikt och kit-sammansättningar, medan Kardex-systemet gav information om lådornas kapacitet, aktuella placeringar och ledigt utrymme. Eftersom den nödvändiga informationen var utspridd över flera system, inleddes arbetet med att ladda ner och sammanställa data manuellt i en prototyp i Excel. Syftet med prototypen var att testa olika formler och funktioner för att förstå vilka uppgifter som var viktiga för verktyget. Genom att experimentera med datalänkning och analys kunde jag identifiera vilka fält som behövdes och hur informationen skulle struktureras på bästa sätt.

Efter att ha testat prototypen var det klart att en mer automatiserad lösning behövdes för att säkerställa att data alltid var uppdaterad. Det blev därför ett möte med IT-avdelningen för att utveckla en lösning där relevant data från ERP-systemet laddas in i en SQL-server, vilket möjliggjorde en mer stabil och dynamisk datahantering. Därefter integrerades SQL-databasen med Excel genom Power Query, vilket gör att data hämtas och uppdateras automatiskt varje gång filen öppnas. Det betyder att varje ny produkt som kommer in i ERP systemet kommer automatiskt in i verktygets databas också.

Tabell 3. Fliknamn och funktioner.

Fliknamn	Funktion
Verktyg	Här fyller användaren i artikelnummer
Kardex	Data från Kardex-systemet
Lådor	Information om lådor i Kardex
Lager	Översiktstabell över lagret
Manual	Användnings manual för verktyget
Inställningar	Inställningar om maskinerna
tcibd001	Information om storlek och vikt
tcib250	Information om inköpsantal och säkerhetslager
Bom_routing	Operationsnamn
ItemInventoryByLocation	information om var alla produkter är lagrade
tcibd150	Information om ABC - klass

I tabell 3 syns vilka fliknamn som används i dokumentet samt varför de är med. Efter att vi tagit in all data i Power Query visade det sig att vi hade totalt omkring 540 000 rader med data från alla filer sammanlagt.

4.2 Bearbetning av rådata

Eftersom all nödvändiga data inte fanns i bara en fil utan i flera så skulle de viktigaste sakerna länkas till en fil så att där fanns all den viktiga informationen jag behövde som artikelnummer, placeringen, storleken osv. Efter datainsamlingen bearbetades informationen för att skapa ett användbar dataset. Först kopplades data från olika källor samman genom funktioner som XLOOKUP, vilket gjorde det möjligt att länka produktstorlek och vikt till rätt låda. Därefter beräknades varje produkts yta i kvadratcentimeter för att kunna jämföra den med lådornas dimensioner i Kardex-systemet.

Kodexempel 1. Xlookup formel för att länka storleken till en fil från en annan fil.

```
=XLOOKUP([@sitm];boom_with_item[Material];boom_with_item[Size];"No match";0;1)
```

I figuren nedan ser man hur datat ser ut då man tar in det i Power Query. Den här datan kommer från Kardex systemet och är informationen om lådorna. Kolumnerna har ingen rubrik så det ska uppdateras och så ska också kvadratcentimetrarna räknas ut här. Genom att lägga till allt sådant i Power Query så förblir det då man sedan tar in det i Excel även om datan uppdateras.

	A ^B _C Column1	A ^B _C Column2	A ^B _C Column3	A ^B _C Column4
1	Bin	Width	Depth	Height
2	4010	100	400	100
3	4015 delad	150	400	100
4	4015 delad.v2	132	400	100
5	4015-6	132	400	100
6	4015-6 delad	132	400	100
7	6423	220	400	150
8	6423 två delad	230	400	150
9	9071	310	500	200
10	9071 3 delad	310	500	200
11	9121	115	500	100
12	9123	230	500	100

Figur 12. Power Query.

Ett problem som uppstod under bearbetningen var att måttangivelserna för artiklarna inte var samma på alla. Måtten var skrivna i olika format om med olika tecken, vilket gjorde det svårt att automatiskt dela upp dem i bredd, djup och höjd vilket syns i figuren nedan. För att lösa detta användes Power Query, där alla skiljetecken som exempelvis "-" ersattes med ett gemensamt tecken "x". Sedan kunde kolumnen delas upp i tre nya kolumner baserat på positionen före och efter "x". Vissa produkter saknade dock mått i detta format och hade till exempel endast en diameter angiven. Dessa klassades som undantag och kunde inte få någon automatisk yta uträknad. I verktyget innebär detta att systemet inte kan avgöra om artikeln är för stor baserat på mått, därför tas endast vikt i beaktande. Om vikten är passlig kan användarna manuellt välja en lämplig låda och därefter genereras en placeringsrekommendation.

12x40-49
20x60-220
Ø32-62
10x80-185
20x80-55
8x1460-1908
200x100x8-700
25 x 200 - 200
8x1460-2166
5x375-1774
5x375-1774
5x95-382
57x118-622
5x266-762

Figur 13. Exempel på storlekarna före ändringarna.

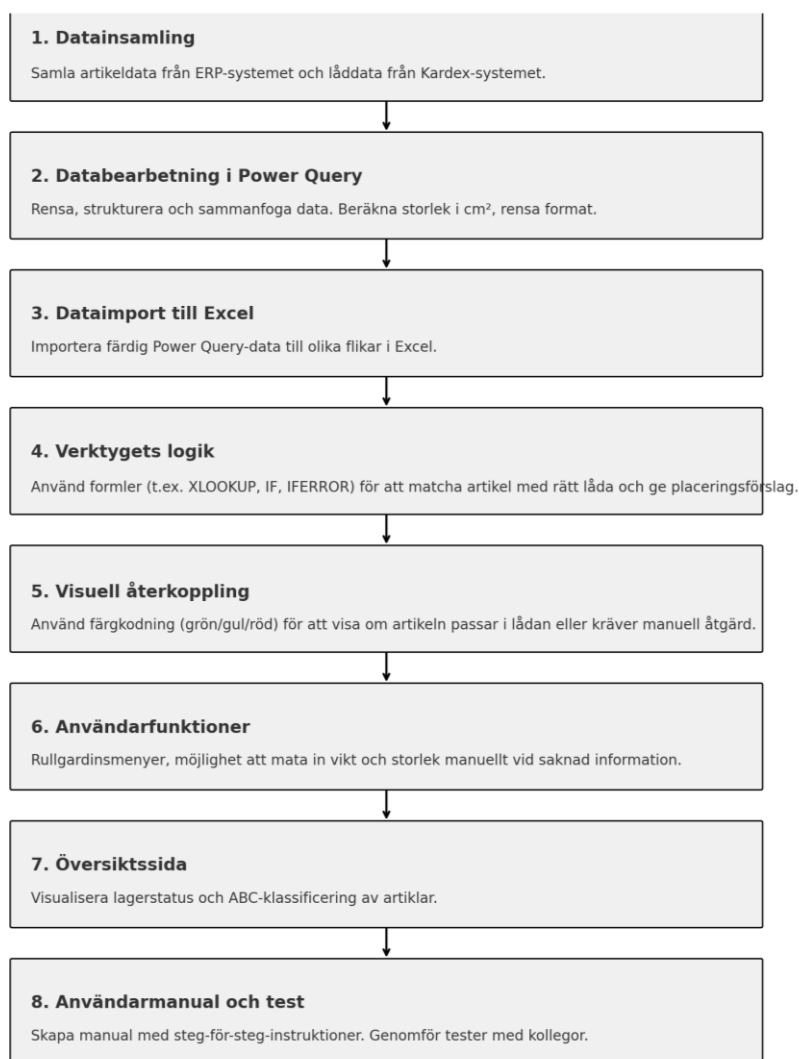
Kodexempel 2. Förslag på låda formel.

```
=IF(ISBLANK(G15); "<- Välj material";
IF(E17=0; "Inget förslag, välj ett manuellt";
IFERROR(
INDEX(Låda[Bin]; INDEX(FILTER(ROW(Låda[Bin]);
(XLOOKUP(G15;tcibd001[item];tcibd001[djup]) <= Låda[Height]) *
(XLOOKUP(G15;tcibd001[item];tcibd001[bredd]) <= Låda[Width]) *
(XLOOKUP(G15;tcibd001[item];tcibd001[längd]) <= Låda[Depth])
); 1)); "Inget förslag, välj ett manuellt"))
```

I kodexempel 2 visas formeln för att föreslå en låda som passar produkten. G15 är där artikeln numret skrivs in det söker då upp den samma nummer i tcibd001, sidan vilket är produktregistret där storleken finns, och tar det djupet och jämför det med låda sidan och kolumnen Hight för att se vilken låda som är mindre eller lika stor som artikelns djup. På samma sätt funkar det för bredd och längd. Om det hittar någon låda som uppfyller alla dessa krav så ger det den lådan som förslag men om inte den hittar något så står det "inget förslag, välj ett manuellt". Verktøget säger bara på vilken hylla lådan ska placeras den säger inte var exakt på hyllan. På Kardex-systemet då man lägger in en låda och väljer hylla så ger systemet ett förslag, därför ger inte verktøget en exakt placering.

En viktig del i detta projekt var att optimera kit-placeringen så att artiklar från samma kit skulle vara bredvid varandra. Detta gjordes genom att använda operationsnumret som ett krav i verktyget. Artiklar med samma operationsnummer tillhör samma kit. Verktöget ska söka upp var det finns produkter med samma operationsnummer och om det finns ledig plats där ge det som förslag.

Samtidigt filtrerades datasetet från dubletter och felaktiga data för att minska datafilen. Det gjordes genom att skriva en kod i avancerade redigeraren i Power Query, på så sätt förblev all inkorrekt data och det skulle inte komma med i framtiden heller om det skulle läggas till i ERP-systemet. I stället för att behöva räkna ut kvadratcentimetern på varje sida kunde man enkelt använda xlookup för att få dem in i en annan sida och då slipper man räkna ut det på varje flik och det kan ha en positiv effekt eftersom man inte behöver ha lika många kolumner i alla filer för att räkna ut det. På samma sätt som i figur 12.



Figur 14. Flödesschema över utvecklingen.

För att ge en överblick över utvecklingen har ett flödesschema tagits fram, se figur 14. Det visar hur varje steg hänger ihop från datasamlingen till färdiga verktyget.

4.3 Utvecklingen av verktyget i Excel

För att få en bättre överblick över lagersituationen skapades en separat sida som visualiserar produktplacering och lagertillgänglighet. Genom att använda färgmarkeringar och dataanalyser kan personalen snabbt identifiera eventuella ineffektiviteter i lagringen, avgöra om en produkt är felplacerad och bedöma om utrymmet utnyttjas optimalt.

Till exempel i maxvikt-kolumnen, där vi räknar hur mycket vi potentiellt kan ha i lager alltså vad vårt säkerhetslagar plus orderintervall plus en buffertprocent multiplicerat med vad produktens vikt är. Cellen blir gul om det är mellan 500 och 700 kg och röd om den är över 700 kg. På så sätt kan man lätt hitta dem och sedan se var dem är placerade eller om dem eventuellt borde flyttas.

När datan hade strukturerats inleddes utvecklingen av ett Excel-verktyg som automatiskt föreslår en optimal låda för varje produkt baserat på dess mått och vikt. Om produkten uppfyllde alla krav föreslogs en lämplig låda, men om kraven inte kunde mötas fick användaren en varning om att ingen passande låda fanns tillgänglig. För att ytterligare förenkla användningen integrerades dynamiska rullgardinsmenyer, vilket gjorde det möjligt att snabbt välja en låda från en uppdaterad lista utan att behöva känna till specifikationerna utantill.

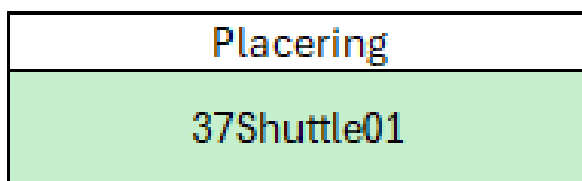
	Välj här	cm ²
Låda	Cell(230x500x100)	1150
	<ul style="list-style-type: none"> Cell(132x300x100) Cell(132x400x100) <li style="background-color: #e1f5fe;">Cell(150x114x100) Cell(150x171x100) Cell(150x228x100) Cell(150x285x100) Cell(150x342x100) Cell(150x399x100) Cell(150x57x100) 	

Figur 15. Rullgardinsmeny på val av lådor.

Inom teorin om UX och UI betonas hur viktigt tydlighet är för användaren. Genom att använda färger blir det direkt synligt om något har gått rätt eller fel, vilket skapar en smidig upplevelse. När ett fel uppstår blir rutan röd, medan en lyckad validering visas i grönt. Detta ger användaren en tydlig bekräftelse på att allt fungerar som det ska om rutan är grön och en placering har hittats. Att enbart visa felmeddelanden som *#Ref!* eller *error* utan någon förklaring hjälper inte användaren att förstå vad som är fel. Därför har systemet gjorts så att det i stället tydligt anger om en produkt är för stor eller om ingen lämplig låda finns tillgänglig, med en uppmaning att välja en annan låda.

För att ytterligare förbättra användarvänligheten har en genomtänkt färgkodning implementerats. Gröna fält markerar att en produkt får plats, röda signalerar att vikt- eller storleksbegränsningar har överskridits, och gul-orange indikerar att en manuell justering krävs. På detta sätt blir det enkelt för användaren att snabbt förstå systemets rekommendationer och vid behov göra justeringar.

Även valet av färgnyanser har varit en viktig aspekt av designen. En för stark färg kan skapa onödig stress eller negativa känslor hos användaren, särskilt när det gäller felmeddelanden. Därför valdes en mjukare nyans av rött för att indikera problem utan att kännas överväldigande. Genom denna balanserade färgsättning kan användaren få en tydlig vägledning utan att uppleva frustration.



Figur 16. Lådan ryms och får ett grönt meddelande.

För att säkerställa att verktyget kunde användas effektivt även av nya användare kommer en separat manual att tas fram. Denna manual kommer att innehålla tydliga steg för steg instruktioner om hur man lägger in artikelnummer, väljer lådor och tolkar systemets förslag. På så sätt skapas en smidig övergång för personalen och en ökad förståelse för verktygets funktioner. I teorin nämns hur viktigt det är att verktyget går att anpassa efter användarnas behov. Jag har byggt verktyget på en 24-tumsskärm, vilket är samma skärmstorlek som alla anställda använder. I figur 8 syns det hur viktigt det är att verktyget är anpassat till användarens skärm eftersom det blir irriterande att jobba med ett verktyg

som inte är anpassat. Verktøget är gjort så att bredden utnyttjas väl, så att all viktig information syns direkt, utan att användaren behöver klicka runt eller byta flik.

För att räkna ut var det finns en lämplig placering behövs maxvikt, storlek och operationsnummer. Maxvikten behövs för att räkna ut hur mycket det som finns på hyllan just nu kan potentiellt väga och hur mycket det ännu går att placera på samma hylla förre maxgränsen på maskinen nås. Det behövs också för att räkna ut var man kan placera en ny produkt med den potentiella maxvikten. Storlek behövs eftersom man behöver veta om artikeln ryms i maskinen och på vilken hylla den ryms. Operationsnumret behövs för att vi vill placera artiklar med samma operationsnummer på samma hylla om möjligt. Alla dessa krav kommer vara synliga i verktøget så att om något av dem saknas eller inte passar kan man se det då man skriver in artikelnummer. Ibland kan det häda att maxvikten eller storleken inte finns i företagens ERP system och då måste det finnas celler där man kan skriva in dem om dem inte finns med automatiskt.

Kodexempel 3. Formeln för maxvikt.

```
=IF(ISBLANK(G15);
  "<- Välj material"; IF(O22="No match";
    "Inget hittat, skriv eget";
    IFERROR(LET(
      lookupValue; XLOOKUP(G15; BomRoutingRelationship_2[Artikel];
      BomRoutingRelationship_2[Maxvikt (Kg)]; "Skriv in manuellt kg"; 0; 1);
      IF(lookupValue=0;
        "Skriv in manuellt kg";
        IF(lookupValue > M17;
          O22; lookupValue))))); "Skriv in manuellt (kg)"))
```

I cellen där maxvikten syns ser formeln ut som i kodexemplet ovan. Om G15, där artikelnumret skrivs, är tomt ska det då stå välj material eftersom det är vyn då man öppnar verktøget och inte skrivit in något nummer än. Sedan i cell O22 finns en annan formel som säger "No match" om systemet inte hittade något automatiskt men om man skriver in manuellt en maxvikt i cell M17 blir O22 den också och då blir cell H15 den manuellt skrivna också. Om systemet inte har en maxvikt på artikeln ger det texten " inget hittat, skriv eget" och då ska man skriva in det i M17.

Kodexempel 4. Formel för placering

```
=IF(AND(E18=0;M17=0);
    "Ingen passande hylla";
    IF(ISBLANK(G15);
        "Inget material valt";
        IF(OR(AND(ISBLANK(M16);ISBLANK(H15));
            MAX(H15;M16)>M17);
            "Överskrider viktbegränsning";
            IFERROR(
                INDEX(location_list[Placering];
                    MATCH(1;
                        ((O22+location_list[Maxkg/hylla]<=M17)*
                        (O20+location_list[Upptaget]<=28800)*
                        IF(ISNA(MATCH(E16;location_list[Operation];0));1;(location_list[Operation]=E16))
                        )*(MAX(H15;M16)<>0);
                        0));
                "Ingen passande hylla"))))
```

Formeln för placeringen ser vi i kodexempel 4. Ibland kan det finnas felaktiga data som säger att maxvikten är 0 därför börjar formeln med att om E18, cellen där vikten för en artikel, är 0 och M16 manuellt inskrivna maxvikten är 0 ska det inte ge någon placering. Om G15 är tomt så ska det stå "Inget material valt" eftersom det är start vyn då det inte har skrivit artikelnumret än. Nästa i formeln är om H15 eller M16 är större än M17, maxgränsen på maskinen, så ska det inte ge någon placering eftersom den är för tung.

Sedan har jag valt att systemet ska ge svaret från kolumnen placeringar från fliken location list, det är den fliken med data från Kardex-systemet. Placeringskolumnen är en sammansatt kolumn mellan maskin kolumnen och hyllkolumnen, på det sättet har man ett gemensamt namn och behöver inte se på två olika kolumner. Den räknar då maxvikten på artikeln plus maxvikt per hylla kolumnen, det har räknats ut tidigare i fliken location list, och ser att den ska vara mindre än den maskin man valt i M17. Det är därför viktigt att se till att man valt 500 maskinen i M17 cellen för att inte få en felaktig placering. Men sedan då 700 maskinen kommer i bruk kan man även välja den här också. Om det i framtiden kommer fler storlekar på maskinerna finns det en gömd flik som heter inställningar där man kan lägga in storleken eftersom rullgardinsmenyn i cell M17 kommer från den fliken.

Nästa villkor den ser på är O20, cellen där kvadratcentimetern för lådan man valt finns, det plus kolumnen upptaget i fliken location list ska vara under kvadratcentimetern för maskinen. I framtiden om det köps en till maskin som har större hyllplan än 500 och 700

maskinen så är det något som behöver ändrat. I detta fall har både 500 och 700 maskinen lika stora hyllplan och det är 28 000 kvadratcentimeter stora därför behöver summan vara mindre eller lika med 28 000. Dessa två villkor är obligatoriska för att det ska passa i maskinen men operationsnumret som kommer som nästa villkor är inte. Formeln är skriven så att om cell E16 finns i kolumnen operation och de tidigare kraven är uppfylls ska det placera den på samma hyllplan som någon av dem. Ibland finns inte operationen i maskinen och därför är det inte ett obligatoriskt krav att den måste finnas på samma hyllplan.

Sedan kontrolleras det att H15 och M16, maxvikten och den manuellt inskrivna maxvikten, är noll. Om dem båda är noll ska det inte ge någon placering alls eftersom det kan vara felaktigt. Om inget av dessa krav uppfylls ska det inte ge någon placering men om alla krav uppfylls ska en placering ges. Placeringarna ges med namnet på maskinen och sedan hyllnummer.

4.4 Versioner

Under utvecklingen av verktyget har flera versioner producerats för att förbättra funktionalitet, användarvänlighet och prestanda. Genom upprepade tester och justeringar har systemet optimerats för att bättre möta verksamhetens behov.

Material	kg	Bin	cm ²
1000052285	58,03	4015-6	528
Placering			
Shuttle02023			

Figur 17. Bild på prototyp.

I figuren visas en prototyp av hur verktyget kommer att se ut. Användaren matar in materialnumret för produkten och väljer vilken låda den ska placeras i. Därefter föreslår systemet i vilken maskin och på vilken hylla produkten bör placeras. För att göra

gränssnittet mer visuellt tilltalande används färgmarkeringar. Dessutom finns rullgardinsmenyer för både material och lådor, vilket förenklar urvalsprocessen och gör verktyget mer användarvänligt.

Operation	Material	Kg	Låda	cm ²
F1R7050	76102450	5,8	Ingen passand	#N/A

Placering
Ingen passande hylla

Figur 18. Version 2.

I version två har färgkodningen i placeringsrutan utökats, där röd indikerar att ingen passande hylla finns och grön visas om en placering är möjlig. Dessutom har systemet förbättrats genom att automatiskt föreslå en lämplig låda baserat på produktens mått, vilket eliminerar behovet av manuella val och effektiviserar processen. Färgerna på artikelnumret och lådan togs även bort för att man inte skulle ha flera färger som lyste olika samtidigt eftersom det kan leda till förvirring för användaren. Text storleken förstorades eftersom man inte skulle behöva zooma in för att se texten så alla rutor förstorades.

Efter att ha jämfört med exemplet på Googles hemsida från 1998 och 2025 insåg jag att tydligheten kunde förbättras genom att ta bort rutorna från filen, vilket resulterade i en renare vit bakgrund. Denna förändring gav ett mer estetiskt utseende utan att påverka funktionaliteten.

Operationsnumret visas också i gränssnittet, vilket kan vara viktigt för personalen som behöver veta vilken process produkten tillhör. Genom att automatisera flera moment och minimera manuella inmatningar blir verktyget både mer användarvänligt och effektivt.

Den tydliga visuella återkopplingen genom färgkodning gör det enkelt att förstå systemets respons. Om en placering hittas blir rutan grön, medan en röd ruta direkt signalerar att ingen passande hylla finns tillgänglig. Detta gör att användaren snabbt kan tolka informationen utan att behöva analysera tekniska felmeddelanden. Den förbättrade versionen av verktyget skapar en mer smidig och intuitiv användarupplevelse samtidigt som den ger tydlig och relevant information för att underlätta planering och uppföljning.

Artikel info	Artikelnummer	vikt(kg)	Förslag på låda	Settings	
Hök	1000103877	0,4	Inget förslag, välj ett manuellt	Välj låda	Free space1/2 shelf
F1R2050				Välj vikt(kg)	0,00
076.1/068.9/60				Välj Maskin	500

Placering (Maskin/hylla)
Shuttle02\41

Figur 19. Version 3.

I stället för att det står #N/A visas nu testen "okänt", vilket gör det tydligare för användaren jämfört med version två. Rutorna drogs också ut så att hela texten syns och centrerade innehållet i dem, både i inställningsrutan och artikelinformationen, så att allt ser mer enhetligt ut. Rubrikerna har gjorts tydligare och det viktigaste kolumnrubrikerna har fått fetstil och färg för att sticka ut. Rutorna drogs ut lite extra, både på bredden och höjden, för att dem inte skulle ligga för nära varandra. I exemplet från Apple Developer såg vi hur viktigt det är att knapparna inte ligger för tätt, för att man inte ska klicka på fel knapp. Samma princip gäller här, även rutorna i verktyget måste ha tillräckligt med utrymme mellan sig.

I den uppdaterade versionen har en ny formel implementerats för att förbättra tydligheten för användaren. När programmet öppnas utan att ett materialnummer har valts, visas nu texten "Inget material valt" för att tydligt visa att materialnumret behöver anges först. En liknande funktion har även lagts till i rutan bredvid materialnumret, där vikten normalt visas. Om inget material är valt står det nu "Välj material", vilket ger ytterligare en visuell indikation på att en inmatning krävs.

Jag justerade även formateringen så att placeringsrutan automatiskt ändrar färg beroende på resultatet. Om ingen plats hittas blir rutan röd, medan den blir grön om en placering finns tillgänglig. Denna färgkodning gör det enkelt för användaren att omedelbart förstå om en produkt kan placeras eller inte. För att bibehålla en enhetlig design och tydlighet behölls textfärgen svart, då den fungerar väl mot båda bakgrundsfärgerna och skapar en visuell sammanhållning i hela filen. Även valet av nyansen på färgen var viktigt, enligt WCAG bör kontrastförhållandet vara minst 3:1 på stor text jag har valt nyansen #FF6B6B som är en röd rosa ton och svart på texten. Det är ett kontrastförhållande på 5:1, vilket räcker bra till för normal text och stor text. På den gröna tonen valde jag #C6EFCE som är en ljusgrön ton med svart text, kontrastförhållandet var 8:1, vilket är väldigt bra.

Vid val av låda används en rullgardinslista med alla lådor som för närvarande är registrerade i. Detta förenklar processen och gör det enkelt att välja rätt alternativ utan att behöva söka efter information manuellt.

Artikel info	
Namn	No match
Operationsnamn	No match
Storlek	No match
Vikt (kg)	No match

Artikelnummer	Maxvikt(kg)	Förslag på låda
	<- Välj material	Inget förslag, välj ett manuellt

Ctrl + Shift + V
Egensk: Använd Ctrl + Shift + V

Inställningar	
Välj låda	Cell(309x500x200)
Välj maxvikt(kg)	0,00
Välj Maskin	500

Placering (Maskin\hylla)
Inget material valt

Figur 20. Version 4.

I den uppdaterade versionen finns nu också textbubblor. Då man trycker på Artikelnummer rutan så kommer en textbubbla upp som säger att om du klistrar in ett nummer ska du använda Ctrl+ shift+ V. På det sättet förstörs inte formateringen på rutan. Men det är inte vanligt att de klistrar in numror eftersom de har oftast artikelnumrorna utprintat på ett papper.

Färgen ändrades också från gul till en mer orange gul för att den skulle synas bättre där togs också WCAG i beaktande så det blev #FFC107 gul och svart text. Kontrastförhållandet blev då 7:1 och är väldigt bra. Textsnittet är Aptos Narrow, viket är en väldigt vanlig stil utan dekorativa avslutningar. Typsnittet användes på alla flikar så att det skulle skapa en harmoni precis som teorin beskriver. För att göra artikelinformationen tydligare lades också dit vilken information det var. För att få in informationen dit användes en xlookup formel på alla dem.

En kollega provade verktyget och glömde att välja låda efter förslaget så då kom vi fram till att inställningarna måste vara tydligare så dem syns. Då ändrades kanterna på inställningsrutan till samma gul som varningsmeddelandet så att man kopplar dem samma. Jag höjde även rutan så att den var lite högre så man kopplar dem med att inställningarna brukar vara i högra hörnet. Också formateringen på vikten lades till, röd bakgrund om vikten på produkten är 0 på det sättet uppmärksammas det att en handling behövs.

4.5 Implementering

Efter utvecklingen genomfördes tester för att säkerställa verktygets prestanda och användarvänlighet. Testerna utfördes genom att ha slumpmässiga kollegor som kommer använda verktyget prova verktyget. Jag hade valt ut sju artiklar där storleken saknades, vikten saknades eller den överskred maxgränsen. Det fanns också artiklar som var kompletta och som gav en placering direkt. Testartiklarna valdes ut genom att se på produktregistret och välja ut några där information saknades, några där det fanns information, några som inte passade i maskinen och några som passade. Genom att ta olika typer av artiklar kunde man se hur användaren reagerade när dem stötte ett hinder och hur man kunde lösa det i framtiden. Det valdes bara 7 artiklar, så att testerna inte skulle ta för lång tid eller störa kollegornas eget arbete.

Filens öppningstid och uppdateringshastighet analyserades för att säkerställa en smidig användarupplevelse. Felmeddelanden implementerades för att ge tydlig vägledning vid eventuella problem. Röd färg användes för att markera fel, grön för bekräftelse och gul-orange för manuella åtgärder.

För att förbättra filens prestanda testades olika sätt att minska laddningstiden. Genom att justera datakällor och optimera Power Query minskades tiden för att öppna filen från över fem minuter till cirka en minut. För att optimera prestandan reducerades antalet artiklar i systemet från 540 000 raderna till 310 000 rader. Filformatet ändrades även till XLSB, vilket minskade filstorleken och kortade laddningstiden. XLSB format betyder att filen sparas i binärt format vilket gör att Excel kan läsa och skriva data snabbare jämfört med det vanliga XLSX-formatet. Det är särskilt bra i filer med stora datamängder, eftersom laddningstiden för Power Query och formler minskar. Det kommer i medeltal in en ny artikel per dag så filen behöver inte öppnas och stängas flera gånger per dag.

För att säkerställa att alla anställda kan använda verktyget smidigt utan att störa varandras arbete har varje användare en egen kopia av verktyget, i stället för att alla ska arbeta i en gemensam fil. Detta minskar risken för konflikter vid samtidig användning och gör det möjligt för varje person att uppdatera information utan att påverka andra. Alla filer lagras på intranätet men alla anställda ska ladda ner en egen version till sin dator, vilket gör det enkelt för personalen att alltid ha tillgång till den senaste versionen. Fördelen med denna lösning är att om en fil skulle bli korrupt eller innehålla fel kan en ny version hämtas från

intranätet. Detta innebär dock att varje användare måste stänga sin fil efter varje användning, så att nästa gång den öppnas hämtas den senaste versionen av datan från systemet. För att undvika missförstånd har alla blivit instruerade att stänga ner verktyget när de är klara, särskilt eftersom data uppdateras automatiskt vid varje öppning.

Alla sidor är låsta med ett lösenord, så att bara de som har lösenordet kan göra ändringar. Sidor som inte behövs för själva verktyget har gömts för att göra det enklare att använda. På verktygssidan går det att skriva i vissa celler, det är just de som användaren behöver fylla i. Alla andra celler är låsta. På översiktssidan är hela sidan låst, men det går fortfarande att sortera i tabellen. Det betyder att man inte kan ändra något i tabellen, men man kan sortera innehållet för att lättare hitta det man letar efter.

Ett problem som uppstod var att Power Query inte uppdaterades automatiskt i de Excel filer som var skyddade med lösenord. Eftersom rätt data och uppdaterade data är viktigt för att verktyget ska fungera behövdes en lösning för detta. Med hjälp av AI fick jag fram en VBA-kod som automatiskt låser upp alla länkade filer när dokumentet öppnas, uppdaterar all data via Power Query och sedan låser filerna igen innan användaren kan börja använda verktyget.

5 Resultat

I detta kapitel presenteras resultatet av projektet. Verktøget som utvecklades i detta examensarbete kommer tas i bruk på NTM, men några steg återstår ännu innan det är helt integrerat i den dagliga verksamheten. Bland annat behöver en del personal få nya licenser med nyare versioner av Microsoft Excel samt arbete med integrationen med Kardex-systemet återstår. Trots detta visar både testresultat och personalens feedback att verktøget har stor potential att effektivisera lagerhanteringen och förenkla arbetsflødet för medarbetarna.

Artikel info		Artikelnummer	Maxvikt(kg)	Förslag på låda	Inställningar	
Namn	Okänt		<- Välj material	<- Välj material	Välj låda	Europallet size
Operation	Okänt				Skriv maxvikt(kg)	0,00
Storlek (mm)	Okänt				Välj Maskin	500
Vikt (kg)	Okänt					
Maxantal (st)	Okänt					

Placering (Maskinshylla)
Inget material valt

Figur 21. Slutliga versionen.

Det färdiga verktøget innehåller en automatiserad funktion som föreslår en lämplig låda baserat på artikelns mått. Det jämför artikelns längd, bredd och höjd med dimensionerna på tillgängliga lådor och ger en tydlig färgkodad återkoppling om produkten passar eller inte. Grön färg visar att produkten ryms, röd visar att den är för stor eller för tung och gul betyder att manuell handling behövs. Tack vare detta behöver personalen inte längre uppskatta manuellt eller söka i flera system, vilket har lett till ett smidigare arbetssätt.

Det uppskattas att verktøget sparar mellan 10–15 minuter per artikel. I medeltal kommer det in ungefär en ny artikel per arbetsdag, vilket blir cirka 250 artiklar per år. Om man räknar med 10 minuters besparing per artikel blir det ungefär 40 timmar på ett år, och med 15 minuter blir det runt 60 timmar. Om man sätter timlönen till 15 euro så skulle det här innebära en besparing på ungefär 600–900 euro per år.

Eftersom verktøget ännu inte har tagits i bruk fullt ut, har jag inte kunnat mäta någon faktisk förbättring i plockhastigheten för kit. Men tanken är att det ska gå snabbare, eftersom placeringen blir mer automatiserad och mindre beroende av att man själv ska veta var saker borde ligga. Verktøget har heller inte varit i gång tillräckligt länge för att se om det faktiskt minskar antalet fel, som felplacerade artiklar eller saknade delar i kit. Men eftersom man

inte längre behöver gissa eller minnas placeringar, borde det minska risken för att något blir fel – särskilt för ny personal.

Artikel info		Artikelnummer	Maxvikt(kg)	Förslag på låda
Namn	Distans, övre ramfäste	1000681760	191,0	9071 3 delad
Operation	F1R6010			
Storlek (mm)	20x115x321			
Vikt (kg)	4,78			
Maxantal (st)	40,00			

Placering (Maskin\hylla)
Shuttle01\37

Figur 22. Verktöget ger placering del 1.

Inställningar	
Välj låda	Europallet size
Skriv maxvikt(kg)	0,00
Välj Maskin	500

Figur 23. Verktöget ger placering del 2.

Efter man skrivit in artikelnummer visar det artikelnamnet, operationen, storleken, vikten och max antalet. Det ger också ett förslag på en passande låda och cellen i inställningar blir gul som en påminnelse om att man ska välja en låda också. Det ger en placering och rutan blir grön.

Artikel info		Artikelnummer	Maxvikt(kg)	Förslag på låda
Namn	Tätning KG-2K övre smal	1000058145	Skriv in manuellt kg	Inget förslag, välj ett manuellt
Operation	F1R3065			
Storlek (mm)	0			
Vikt (kg)	0,00			
Maxantal (st)	12,00			

Placering (Maskin\hylla)
Ingen passande hylla

Figur 24. Information saknas i verktöget del 1.

Inställningar	
Välj låda	<i>Europallet size</i>
Skriv maxvikt(kg)	0,00
Välj Maskin	500

Figur 25. Information saknas i verktyget del 2.

Om information saknas kan det se ut som i figuren ovan. Det ger ingen placering nu eftersom det finns ingen vikt inskriven. Det finns ingen storlek i systemet så det ger inget förslag på en låda, då måste man välja en passlig själv. Eftersom vikten saknas i systemet kan man själv uppskatta den genom att ta maxantalet och räkna ut en ungefärlig vikt, för att sedan manuellt fylla i det i inställningscellen. Efter man valt de båda får man en placering om den ryms. Den gula färgen ska hjälpa användaren se var problemet är då det blir rött på placeringen. I de gula rutorna står det sedan vad dem ska göra för att fixa problemet.

I samma fil som verktyget finns även en överblickssida som ger en tydlig bild av lagerläget. Denna överblick hjälper personalen att snabbt se var artiklar är placerade och identifiera produkter som eventuellt behöver flyttas för att optimera lagringsytan.

Artikel namn	size	Operation	Operations namn	Cpcl	Plats	ABC kla	Maxar	vikt	Maxvi	Förslag
	Ø25x95	F1R3040		RCV	K10B08		21	0,40	8,4	Okänt
	4x50x95	F1R2020		RCV	C51B01		138	0,10	13,8	Shuttle
	8x50x1850	F1R4050		RCV			1	5,77	5,77	Shuttle
	0 F1R5010			RCV	D3-SHUTTLE		28	0,00	0	Okänt
	L=925	F1R4050		RCV			1	3,50	3,5	Okänt
	Ø25/M12x1x10	F1R7050		RCV	D3-SHUTTLE		222	0,00	0,888	Shuttle
	97x583x777	F1T6010		TRA	K60D09		14	4,30	60,2	Shuttle
	97x583x777	F1T6010		TRA	K60B20		14	4,30	60,2	Shuttle
	10m	F1T7010		TRA	K50H03		457	0,00	0	Okänt
	150x100x6x2320	F1U7100		RCV			1	50,30	50,3	Shuttle
	0 F1U7100			RCV			1	22,00	22	Okänt
	0 F1R2010			RCV			1	6,50	6,5	Okänt
	0 F1U7100			RCV			1	38,10	38,1	Okänt
	PL4x203x1711	F1U7100		RCV			1	11,00	11	Shuttle
	0 F1R4050			RCV			1	227,50	227,5	Okänt
	0 F1U7100			RCV			1	0,00	0	Okänt
	0 F1U7100			RCV			1	3,20	3,2	Okänt
	4x687x649	F1U7100		RCV			1	14,00	14	Shuttle
	0 F1U7100			RCV			1	4,80	4,8	Okänt
	15x230x400	F1T7010		TRA	K50D04		16	1,10	17,6	Shuttle
	12x120x145	F1U7100		RCV			1	2,20	2,2	Shuttle
	Ø14x33	F1R4050		RCV	I31A04		1	0,10	0,1	Okänt
	Ø30x90	F1R4050		RCV	A64A		1	0,60	0,6	Okänt
	Re 8x130x130	F1T6010		TRA	PICKED		1	1,00	1	Shuttle

Figur 26. Överblickssida.

För att få en bättre bild av hur användarvänligt verktyget är i praktiken, fick två av de anställda som kommer använda det prova och ge feedback. Båda testpersonerna har

jobbat på företaget en längre tid och har bra koll på både artiklarna och arbetsflödet. De valdes också för att de är i olika åldrar och har lite olika teknisk vana, vilket gjorde att jag kunde testa hur verktyget funkar för både en mer teknikkunnig användare och en som är lite mindre van. Testet började med att de läste igenom manualen. Efter det fick de olika artikelnummer att slå upp i verktyget. Scenarierna var valda för att visa olika typer av situationer, till exempel när vikt eller mått saknas, när en artikel inte passar i någon låda eller när allt fungerar som det ska. På så sätt kunde jag se hur de hanterade situationer där något inte fungerade som förväntat och om verktygets instruktioner var tillräckligt tydliga.

Båda användarna upplevde verktyget som tydligt och enkelt att använda. En av dem valde att gå tillbaka till manualen vid ett felmeddelande, vilket visade att manualen fungerade som stöd. Båda personerna förstod programmet efter att ha provat några artikelnumror så på under 5 min tog det för dem att förstå det och kunna använda det. Under testet skrev han in en styckevikt i en ruta som var menad för maxvikten, vilket ledde till att maxantalet också behöver synas så att dem kan räkna ut maxvikten och det måste bli tydligare att man ska skriva in maxvikten och inte styckevikten.

En teknisk utmaning som uppstod var att verktyget inte fungerade korrekt på äldre versioner av Excel, som vissa användare använder. Verktyget testades därför på en annan dator med den senaste Excel- versionen vilket fungerade. I samband med detta märktes att instruktionerna ovanför verktyget inte användes av personalen, därför togs de bort för att göra layouten renare. Den andra testpersonen, som hade längre erfarenhet och produktkännedom, menade att verktyget troligtvis kommer att underlätta arbetet.

6 Diskussion

Syftet med det här examensarbetet var att ta fram ett digitalt verktyg som ska göra lagringsarbetet i NTM:s Kardex-maskiner enklare och mer effektivt. Verktöget är byggt för att automatiskt föreslå var artiklar ska placeras, baserat på mått och vikt, vilket gör att man slipper gissa eller gå på minne. Det är tänkt att underlätta särskilt för ny personal som inte känner till lagret så väl. Även om verktöget inte har börjat användas i det dagliga arbetet än, visar testerna att det har stor potential att spara tid. Det märks redan vid inplacering av nya artiklar, och det är bara en liten del av vad verktöget ska användas till. Framöver kommer det även kunna vara ett stöd när man behöver göra omplaceringar eller få snabb överblick över vad som ligger var. Genom att samla infon från olika system på ett och samma ställe gör det arbetet mer strukturerat och minskar risken för fel.

När jag utvecklade verktöget har jag utgått mycket från de teorier som jag tog upp tidigare i arbetet. Även om verktöget inte ännu har tagits i bruk fullt ut i den dagliga verksamheten, så syns det redan i testfasen att många av teorierna har påverkat både funktionerna och designen. En av de viktigaste teorierna jag använt är likhetsprincipen, där målet är att artiklar som hör till samma kit ska placeras nära varandra. I verktöget använder jag operationsnummer för att identifiera vilka artiklar som hör ihop, och om det finns plats föreslås de på samma hyllplan. Det här är tänkt att göra plockningen snabbare, precis som teorin beskriver. Även om jag inte har kunnat mäta någon konkret förbättring än, så visar testerna att verktöget föreslår samma placering för artiklar med samma operationsnummer, vilket är ett bra tecken.

Jag har också byggt in ABC-analys i översiktssidan, där det går att se hur viktiga artiklarna är. Tanken är att A-klassade artiklar ska vara lättillgängliga i maskinerna, medan C-artiklar kan ligga längre bort eller på annan plats. Det här ger en bra överblick och hjälper personalen att fatta bättre beslut om vad som bör prioriteras. Även om jag inte har data på förbättringar än, så finns verktöget där som stöd när de ska organisera lagret. När det gäller designen har jag jobbat mycket med UX och UI, alltså användarvänlighet och hur verktöget ser ut. Jag har använt färgkoder, rullgardinsmenyer och tydliga meddelanden för att det ska vara lätt att förstå. Även de som inte är så vana vid Excel förstod hur verktöget fungerade, vilket visar att det är enkelt att använda, vilket tyder på att det är enkelt att

använda. Jag har också sett till att det är anpassat till de skärmar de har på jobbet, så att de slipper scrolla i onödan eller klicka runt.

6.1 Underhåll och framtida utveckling

Verktyget kräver inget regelbundet underhåll eftersom all data uppdateras automatiskt varje gång filen öppnas. Det innebär att användarna alltid har tillgång till den senaste informationen utan att behöva göra manuella uppdateringar. Det finns dock vissa delar som kan behöva justeras vid behov. Om företaget inför en ny Kardex-maskin måste maskinens maxviktsgräns samt hyllplanets eller brickans yta i cm² uppdateras i verktyget. Denna information finns sparad i en separat flik för inställningar och kan redigeras direkt där.

				Bredd	Längd	cm ²
Maskin	500	kg	Hyllan	3600	800	28800
	700	kg				

Figur 27. Fliken "Inställningar" där man kan uppdatera maxvikten och lägga till fler maskiner.

I figuren syns hur fliken Inställningar ser ut i verktyget. Här kan man justera maskinens maxvikt, hyllplanens storlek i kvadratcentimeter samt lägga till nya maskiner vid behov. Genom att uppdatera informationen i denna tabell påverkas hela verktygets logik, eftersom både rullgardinsmenyer och placeringsföreslag baseras på dessa värden.

Om verktygsfilen skulle krascha eller bli korrupt finns alltid en uppdaterad version tillgänglig på den gemensamma disken, där varje användare kan ladda ner en ny kopia. För att undvika att filen blir för tung och långsam är det viktigt att regelbundet hålla koll på storleken. Om filen växer för mycket, till exempel på grund av inaktuella eller irrelevanta data, måste någon ansvara för att rensa och optimera innehållet. Denna process har redan genomförts tidigare i projektet, och kan vid behov upprepas för att hålla verktyget snabbt och smidigt.

En sak som kan ses som en begränsning i det här arbetet är att verktyget inte har hunnit testas i verklig drift under en längre tid. Därför vet man inte helt säkert hur det fungerar i dagligt bruk när många använder det samtidigt eller när datamängden blir ännu större. En annan sak som kan påverka är att all information inte finns i ERP-systemet. Till exempel

saknas det ibland vikt eller mått, vilket gör att användaren måste fylla i det manuellt. Det innebär att resultatet fortfarande delvis är beroende av att användaren har koll och är noggrann, speciellt när det gäller nya eller ovanliga artiklar.

Ett problem som kan uppstå i framtiden är kopplat till implementeringen av den nya Kardex 700-maskinen. I dagsläget är endast 500-maskiner i drift, och verktyget har därför inte kunnat testas praktiskt i 700-maskinerna. När man väljer 700-modellen höjs maxviktsgränsen till 700 kg, men eftersom båda maskinerna hanteras i samma databas finns det risk att placeringar föreslås i fel maskin. Detta kan dock hanteras genom att placera artiklar med samma operationsnummer i den större maskinen, då kommer verktyget känna igen mönstret och föreslå rätt.

En annan framtida utmaning är integrationen med Kardex-systemet. Om det inte går att hämta live-data från Kardex till Excel-filen riskerar verktyget att ge gammal eller felaktig information. Tills vidare fungerar verktyget med importerade data, men för att uppnå maximal nytta krävs en smidig och automatiserad koppling mellan systemen.

För att följa upp hur mycket nytta verktyget faktiskt gör på sikt kunde det vara bra att införa några nyckeltal, KPI:er, som man följer upp regelbundet. Till exempel kunde man mäta hur lång tid det tar att placera en artikel med och utan verktyget, för att se om det verkligen sparar tid i praktiken. Man kunde också följa hur många artiklar som blir felplacerade varje månad, om det minskar tyder det på att verktyget fungerar som tänkt. För kit-plockning kunde man kolla hur lång tid det tar att plocka ett kit och hur ofta något saknas eller ligger fel. Ett annat nyckeltal kunde vara hur många artiklar som har komplett information i systemet storlek och vikt, eftersom det påverkar hur bra verktyget kan föreslå en placering. Med hjälp av sådana mätningar kan man både visa verktygets effekt och se vad som kanske behöver förbättras.

6.2 Personliga reflektioner

Vid tidpunkten för examensarbetets avslut har verktyget ännu inte tagits i full drift. Det återstår några steg innan det kan användas fullt ut i den dagliga verksamheten, framför allt licensuppdateringar och teknisk integration. Jag är dock mycket nöjd med det resultat som uppnåtts. Verktyget fungerar som det ska, är förberett för framtida utbyggnad, och har

visat sig vara uppskattat av användarna under testningen. Det hade varit intressant att få vara med när verktyget tas i bruk på företaget, men eftersom projektet avslutades innan dess hann det inte ske under examensarbetets gång.

Att få arbeta med detta projekt har gett mig värdefulla erfarenheter både tekniskt och praktiskt. Jag har lärt mig mycket om databehandling, användarvänlig design, problemlösning och hur man anpassar en teknisk lösning till en verklig arbetsmiljö. Det har även varit givande att arbeta nära användare och att få se hur en lösning växer fram från idé till ett fungerande verktyg. Jag tror att det här verktyget kan skapa verklig nytta för NTM, både genom att spara tid, förbättra översikten och göra arbetsmiljön enklare för både erfarna och nya medarbetare.

7 Litteraturförteckning

- Andersson, H., & Schmidt, L. (2023). *Systematisk artikelplacering i lager*. Tekniska Högskolan i Jönköping: Industriell ekonomi och produktionsledning. Hämtat från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2%3A1782594/FULLTEXT01.pdf> den 22 Februari 2025
- Apple Developer. (2025). *UI Design Dos and Don'ts*. Hämtat från Apple Developer: <https://developer.apple.com/design/tips/> den 30 Mars 2025
- Arkitektkopia. (2021). *Så kan typsnittet höja textens utseende och läsbarhet*. Hämtat från Arkitektkopia: <https://www.arkitektkopia.se/akademi/sa-kan-typsnittet-hoja-textens-utseende-och-lasbarhet/>? den 23 Februari 2025
- Drakeley, P. (2023). *Varför är lageroptimering bättre än lagerhantering? easy stock*. Hämtat från <https://www.eazystock.com/sv/blogg-sv/vad-ar-lageroptimering/> den 22 Februari 2025
- Dube, C. (2025). *The Cost of Automated Storage & Retrieval Systems: ASRS Prices & Contributing Factors*. Hämtat från Kardex: <https://us.blog.kardex-remstar.com/asrs-cost-factors> den 6 April 2025
- Edholm, T. J., Massri, M., & Bakr, S. (2024). *OPTIMERING AV*. Högskolan i Borås. Hämtat från <https://hb.diva-portal.org/smash/get/diva2:1883143/FULLTEXT01.pdf>
- Equalize digital. (2025). *Insufficient Color Contrast*. Hämtat från Equalize digital: <https://equalizedigital.com/accessibility-checker/insufficient-color-contrast/> den 23 Februari 2025
- FDM Group. (2024). *13 advanced Excel skills for business*. Hämtat från FDM Group: <https://www.fdmgroup.com/news-insights/advanced-excel-skills/> den 13 Februari 2025
- Gökçe, S. (2024). *9 Examples of Good UX Design Every Designer Should See [Blogginlägg]. userguiding*. Hämtat från <https://userguiding.com/blog/good-ux-examples> den 23 Februari 2025
- Kardex. (2025). *StoreX Calculator: Your AutoStore Cost & Performance Tool*. Hämtat från Kardex: https://info.kardex.com/asset/calculator/autostore-configurator-roi-calculator/as/amer/b?new_dynamic_lead_source=Content+Download&new_dynamic_detailed_lead_source=solution+guide-autostore+cost+justifications-noam-2024#calculator den 6 April 2025
- Kardex remstar. (2025). *Kardex Shuttle Error Codes & How To Fix Them*. Hämtat från Kardex remstar: <https://info.kardex-remstar.com/knowledge/error-code-kardex-shuttle-with-logic-control?> den 19 Januari 2025
- Kardex Remstar Shuttle® XP*. (2022). Hämtat från Kardex Remstar: <https://www.supplycore.com/wp-content/uploads/2022/01/Shuttle-XP-Vertical-Lift-Module-1108-1.pdf?>

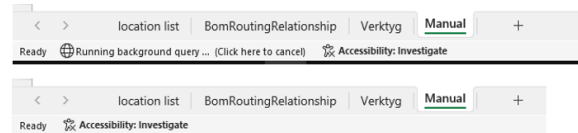
- Kuusisto, A. (2024). NTM är nu den enda tillverkaren av sopbilar i Norden – köpte fabrik i Kalmar. *Vasabladet*. Hämtat från <https://www.vasabladet.fi/Artikel/Visa/789089> den 19 Mars 2025
- Lucidspark. (2025). Best practices for rocking UX design. *Lucidspark*. Hämtat från <https://lucidspark.com/blog/ux-design-best-practices?> den 20 Februari 2025
- Lumsden, K., Stefansson, G., & Woxenius, J. (1998/ 2019). *Logistikens grunder*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Microsoft. (2025). *Differences between using a workbook in the browser and in Excel*. Hämtat från Microsoft: <https://support.microsoft.com/en-us/office/differences-between-using-a-workbook-in-the-browser-and-in-excel-f0dc28ed-b85d-4e1d-be6d-5878005db3b6> den 26 Mars 2025
- Modula. (2023). *How Much Does a Vertical Carousel Storage System Cost in 2023?* Hämtat från Modula: <https://modula.us/blog/vertical-carousel-storage-system-cost/> den 6 April 2023
- Modula. (2025). *Curious about the return on investing in a Vertical Lift Module?* Hämtat från Modula: <https://modula.us/roi-calculator/> den 6 April 2025
- Nordgren, R. (2025). *Snart har 30 000 sopbilar rullat ut från den lilla österbottniska orten*. Hämtat från Hufvudstadsbladet: <https://www.hbl.fi/2025-01-06/snart-har-30-000-sopbilar-rullat-ut-fran-den-lilla-osterbottniska-orten/>
- NTM. (2025). *NTM*. Hämtat från Närpes Trä & Metall: <https://www.ntm.fi/sv/foretaget/ntm/> den 10 Januari 2025
- Phipps, S. (2024). ABC-analys: Den ultimata guiden. *Slimstock*. Hämtat från <https://www.slimstock.com/se/bloggar/abc-analys-den-ultimata-guiden/> den 20 Januari 2025
- Rackbeat. (2025). *Lageroptimering med ABC-analys: Förbättra din lagerhantering*. Hämtat från Rackbeat: <https://rackbeat.com/sv/lageroptimering-med-abc-analys-forbatta-din-lagerhantering/> den 22 Februari 2025
- Schneider, W. (2025). *Tips for Improving Warehouse Picking Rates & Reducing Errors*. Hämtat från Warehousing and fulfillment: <https://www.warehousingandfulfillment.com/warehousing-and-fulfillment-resources/improving-warehouse-picking-rates-reducing-errors-a-comprehensive-guide/#:~:text=Our%20latest%20warehouse%20survey%20shed,on%20the%20specific%20warehouse%20operations> den 6 April 2025
- Stevens, E. (2023). *8 UI Design Dos and Don'ts (With Examples)*. Hämtat från UX Design Institute: <https://www.uxdesigninstitute.com/blog/ui-design-dos-and-donts/#:~:text=There%20are%20certain%20rules%20you%20can%20follow%20to,with%20examples%20and%20actionable%20tips%20to%20guide%20you.> den 10 Februari 2025
- Sunol, H. (2025). *The Principles of Warehouse Design*. *Cyzerg*. Hämtat från Cyzerg: <https://cyzerg.com/blog//warehouse-layout-design-principles> den 27 Februari 2025

Whitesystems. (2024). What is a Vertical Lift Module VLM? The Complete Beginner's Guide. *Whitesystems*. Hämtat från <https://whitesystems.com/what-is-a-vertical-lift-module-vlm-the-complete-beginners-guide/>? den 22 Februari 2025

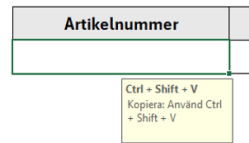
Xlent. (2025). *Skillnaden mellan UI- och UX-design?* Hämtat från Xlent: <https://www.xlent.se/aktuellt/skillnaden-mellan-ui-och-ux-design/>? den 3 Februari 2025

Bilaga 1

1. Då du öppnar programmet vänta tills "Running background query..." har försvunnit och det ser ut som på andra bilden



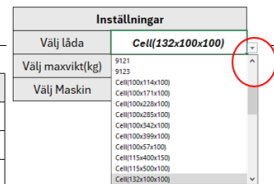
2. Klicka på rutan under artikelnummer och skriv in numret, om du kopierar in numret tryck Ctrl + Shift + V Det får inte finnas mellanrum efter numret



3. Om det inte finns något förslag på en låda går det att manuellt välja en från inställningar och tryck på rutan brevid välj låda och välj en passande låda ur rullgardinsmenyn

Förslag på låda
Inget förslag, välj ett manuellt

Inställningar	
Välj låda	Cell(132x100x100)
Välj maxvikt(kg)	0,00
Välj Maskin	500



4. Om det föreslår en låda och den är lämplig välj den i rullgardinsmenyn

Förslag på låda
9071 3 delad

Inställningar	
Välj låda	9071 3 delad
Välj maxvikt(kg)	0,00

5. Om det inte finns en maxvikt automatiskt kan du manuellt skriva in den vid inställningar och i rutan brevid "skriv maxvikt" skriv det med två decimalers noggrannhet

Maxvikt(kg)	Förslag på låda
Skriv in manuellt kg	half pallet

6. Kolla så att "skriv maxvikt" i Inställningar är 0 om det ger ett automatiskt värde

Inställningar	
Välj låda	half pallet
Skriv maxvikt(kg)	0,00
Välj Maskin	500

7. Om du ser att artikel info är tomt kolla så att det inte finns några mellanrum i artikelnumret

Det får inte finnas ett mellanrum efter numret

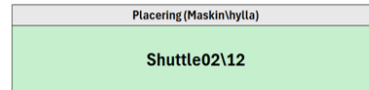
Artikel info	
Namn	Okänt
Operation	Okänt
Storlek (mm)	Okänt
Vikt (kg)	Okänt
Maxantal (st)	Okänt

8. Välj vilken maskin det ska vara i 500 kg eller 700 kg
Gör det genom att i Inställningar trycka på rutan
brevvid "välj maskin" och tryck på
pilen neråt för att öppna rullgardinsmenyn



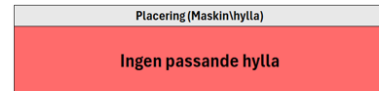
A screenshot of a software interface showing a dropdown menu. The menu is titled "Välj Maskin" and currently displays the value "500". A red circle highlights the downward-pointing arrow on the right side of the menu, indicating that it should be clicked to open the list of options.

9. Placeringen den ger då dessa steg är kollade är den ni kan använda
Det berättar först vilken maskin det är och sedan vilken hylla



A screenshot of a dialog box titled "Placering (Maskinhylla)". The dialog box has a light green background and displays the text "Shuttle02\12" in the center.

10. Ger det inte en placering kontrollera att alla ovanstående steg är korrekt



A screenshot of a dialog box titled "Placering (Maskinhylla)". The dialog box has a red background and displays the text "Ingen passande hylla" in the center.

11. Stäng programet när du är klar, på X uppe i högra hörnet