MATERIAL OCH PRODUKTION

# Utvärdering av resiliens och sårbarhet i produktion

Martin Kurdve, Sandra Mattsson, Patrik Stenlund och Nils Thylén

RISE rapport: 2025:87

ISBN:978-91-90036-76-1

# Utvärdering av resiliens och sårbarhet i produktion

Martin Kurdve, Sandra Mattsson, Patrik Stenlund och Nils Thylén

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Sammanfattning

## Utvärdering av resiliens och sårbarhet i produktion

För att stötta företag att bli mer hållbara och hjälpa dem att bli resilienta och mindre sårbara behövs stöd. Stödet måste vara enkelt att förstå och innehålla tydliga steg som är anpassade till målgruppen. Denna dokumentation beskriver hur metoden Utvärdering av resiliens och sårbarhet i produktion ska genomföras och inkluderar förberedelser, uppföljning, exempel och fördjupningsinformation som kan behövas. Syftet med rapporten är att öka resiliensen i ett företag genom att identifiera och adressera sårbarheter i produktionsprocessen. Metoden består av fyra steg och ett förberedande steg som är lätt att tillämpa och fördjupande analyser kan genomföras genom att ytterligare undersöka till exempel materialflöden, subkomponenter, supply chain och kompetensförsörjning.

Målgruppen för Utvärderingen av resiliens och sårbarhet är coacher eller yrkesverksamma som vill utvärdera sin produktionsanläggnings resiliens och sårbarhet. Utvärderingsenheten är en producerande fabrik men metoden kan genomföras på flera produktionsanläggningar eller en hel försörjningskedja.

**Keywords: Sårbarhet, Hållbarhet, Resiliens, Utvärdering**

**RISE Research Institutes of Sweden AB**

**RISE Rapport: 2025:87**

**ISBN: 978-91-90036-76-1**

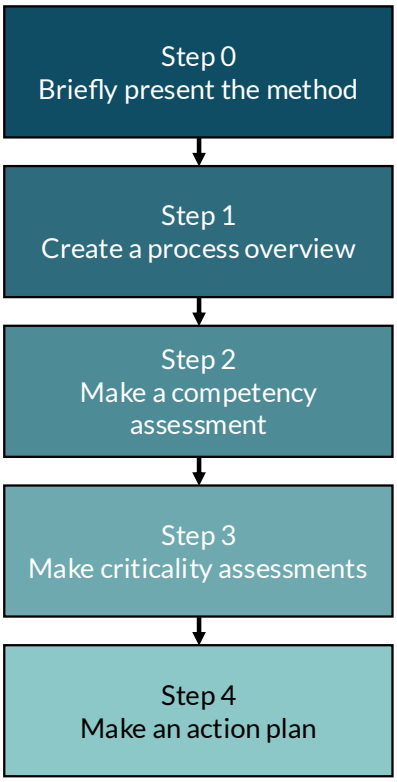
*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Executive summary

## Evaluation of Resilience and Vulnerability in Production

This report describes how the method Evaluation of resilience and vulnerability should be carried out and includes preparations, follow-up work, examples and other in-depth information that might be needed. The purpose of the method guide is to increase the resilience of a company by identifying and addressing vulnerabilities in the production process. The method is easily applied, and in-depth analyses can be performed by further investigating e.g. material flows, sub-components, supply chain and skills supply.

The method consists of the following steps:




The target group for the Evaluation of Resilience and Vulnerability is companies that want to evaluate the resilience and vulnerability of their production facilities. The evaluation unit can be a manufacturing plant, but the method can be implemented on multiple production facilities or an entire supply chain.

Se references for more in-depth information in English.

Keywords: Vulnerability, Sustainability, Resilience, Evaluation

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport : 2025:87
ISBN: 978-91-90036-76-1

*This work is licensed under CC BY 4.0* *https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Innehåll

**Sammanfattning** ..... **iii**
**Executive summary** ..... **iv**
**Innehåll** ..... **v**
**1 Introduktion** ..... **1**
Varför resiliens är viktigt ..... 1
Kvalitativ utvärdering av resiliens- och sårbarhet ..... 2
Genomgående exempel i rapporten ..... 3
Rapportens upplägg ..... 4
**2 Så här gör du: Utvärdering av resiliens och sårbarhet i produktion** ..... **5**
Steg 0: Presentera metoden kortfattat ..... 7
Steg 1: Ta fram en processöversikt ..... 9
Steg 1A: Identifiera in- och utflöden ..... 9
Steg 1B: Identifiera delprocesser ..... 11
Steg 2: Gör en kompetensbedömning ..... 15
Steg 2A: Finns instruktioner? ..... 15
Steg 2B: Kompetenser för varje delprocess ..... 16
Steg 3: Gör kritikalitetsbedömningar ..... 18
Steg 3A: Gör ett komponentregister ..... 18
Steg 3B: Detaljerad bedömning ..... 18
Steg 4: Åtgärdsplanering ..... 20
**3 Fördjupning** ..... **21**
**Referenser** ..... **23**

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# 1 Introduktion

Detta avsnitt introducerar koncept och översiktligt den föreslagna processen för att göra en utvärdering av resiliens och sårbarhet.

## Varför resiliens är viktigt

Efter corona-pandemin identifierades flera utmaningar för produktionssystem och det blev nödvändigt att ta fram en strategi för att tillverka produkter trots störningar. Följande utmaningar identifierades: 1) det fanns inte tillräckligt med produkter eller material i Sverige för att tillverka produkter [1], och 2) förmågan att tillverka produkter med begränsade resurser i Europa var bristfällig [2]. I en enkätundersökning gjord av Läkemedelsverket för läkemedelstillverkare (med 45 svar av 56 utvalda) svarade 83% att de har ett lager av kritiska komponenter [3]. Av företagen som svarade angav de flesta (16 stycken) att de kritiska komponenterna räcker 1-3 månader. En majoritet av de som svarat har inte identifierat alternativa leverantörer i Sverige om det sker ett leveransstopp av kritiska komponenter och råvaror från utlandet. 53%, svarar att de inte har eller inte vet om de har en kontinuitetsplan för att säkra produktionsvolymer vid störningar. Om det skulle bli en kris svarar en majoritet att de inte har, eller vet inte om de har beredskap att utöka eller ställa om produktionen i händelse av kris.

Det finns överlag begränsad beredskap för att byta ut produkter eller material och få företag hade en plan för att snabbt kunna ställa om för att kunna klara produktionskrav. För att vara beredd på att producera produkter behöver företag förstå hur de kan klara oförutsedda händelser och identifiera hur en nödsituation kan hanteras på bästa sätt.

Syftet med rapporten är att stärka resiliensen hos ett företag genom att identifiera och åtgärda sårbarheter i processen. Metoden är enkel att applicera och tanken är att fördjupningar kan göras avseende exempelvis materialhantering, delkomponenter, leverantörskedja och kompetensförsörjning.

- *Resiliens* definieras som förmågan att återhämta sig eller motstå störningar [4].
- Med *sårbarhet* avses produktionssystemets känslighet för externa eller interna störande händelser som påverkar produktionens normala prestanda [5].

Metoden har testats i flera olika verksamheter och bygger på tidigare forskning gjord av bland annat Mikael Ström (exempelvis via set-based design och Projektrummet) [6-8].

Metoden är delvis hämtad från processkartläggningsmetoden IDEF0 som är beskriven i FIPS [9] och liknar tillvägagångssättet för en FMEA[1], fast den är kvalitativ. Att metoden är kvalitativ innebär att den utgår ifrån persons upplevelse snarare än numeriska värden.

[1] Failure mode and effects analysis eller feleffektsanalys används för att systematiskt förutsäga möjliga fel, utvärdera dess konsekvenser och föreslå vilka åtgärder som bör genomföras för att hindra att felen uppträder.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Kvalitativ utvärdering av resiliens- och sårbarhet

Det finns flera metoder som har en kvantitativ riskbedömning vid utvärdering av resiliens. Att göra en kvantitativ riskbedömning innebär att man till exempel uppskattningar sannolikheter för risker och/eller beräknar kostnader. Detta kan vara tidsödande och därför föreslås initialt en kvalitativ ingång.

På övergripande nivå börjar man ofta utvärderingen i en viss försörjningskedja. En utvärdering av resiliens och sårbarhet behöver göras i alla delar av försörjningskedjan, från råvaruförsörjning, den egna tillverkningsprocessen till distribution. Alla externa resurser är en sårbarhet och behöver bedömas i en sårbarhetsanalys. I råvaruförsörjningen kan det röra sig om att undersöka tillgång till material och komponenter, tillgång till alternativa leverantörer eller insatsvaror etcetera. Om utvärderingen av resiliens i försörjningskedjan exempelvis visar att både råvaruförsörjning och distribution har god resiliens så bör man även göra en sårbarhetsanalys för den egna tillverkningsprocessen.

När man vill kartlägga kritiska komponenter i en tillverkningsprocess så är det helt nödvändigt att genomföra övningen ”fysiskt vid sidan” av tillverkningsutrustningen – det vill säga: ”Go to Gemba”. Anläggningen studeras och dokumenteras både på en övergripande och semi-detaljerad nivå. Genom diskussion försöker deltagarna göra en gemensam bedömning av vilka maskinkomponenter som är kritiska till sin natur (funktion, design, unikitet (tillgänglighet på marknaden), reparerbarhet och så vidare). För att underlätta dialogen mellan deltagarna behöver kartläggningen visualiseras tydligt så att både helhet och detaljer blir överskådligt.

Metoden innebär att kartlägga delprocesser och resurser, skatta vilka av dem som är kritiska, göra en kompetensbedömning och sedan utarbeta en plan över vilka åtgärder som behöver göras på kort och lång sikt.

Det finns en mängd begrepp kopplat till resiliens och sårbarhet. I rapporten kommer resiliens att användas genomgående. För att delta i diskussioner kopplat till resiliens och beredskap är följande begrepp relevanta:

- Beredskap
- Kontinuitetshantering
- Nödproduktion
- Robusthet

Orden förklaras i kapitel 3 Fördjupning. Notera att resiliensområdet hela tiden utvecklas och att definitionerna och diskussionerna vi presenterar i kapitlet är under förändring.

*För att läsa mer om beredskap och resiliens läs gärna på Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps (MSB) hemsida.*

Följande andra länkar, hemsidor är också bra:

- MSB: Resiliens
- MSB: Beredskap

Vi kommer också att gå in på hur företag kan välja process och vilka funktioner i produktionsprocesser som är gemensamma i Sverige.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Genomgående exempel i rapporten

I rapportens exempel har vi utifrån försörjningskedjan för munskydd till vården valt ut processen för tillverkning av munskydd. Val av process kan göras utifrån erfarenhet eller beroende på vissa typer av oväntade händelsescenarier som man vill höja sin resiliens mot.

Produktionen av munskydd inkluderar ett antal skilda delmoment som i sin tur involverar olika maskiner som arbetar tillsammans i en helt automatiserad process. I exemplet har processens olika in- och utflöde, delmoment/operationer identifierats och analyserats mer ingående ner på komponent och materialnivå. Dessa kritikalitetsbedömdes, där några bedömdes kräva fördjupade analyser medan andra ansågs relativt enkla att försörja eller förutsattes tillgängligliga, som exempelvis elförsörjning via 3-fas. Beroende på en kris eller ett scenarios förutsättningar varierar dock både tillgängligheten och behovet av kritisk infrastruktur. Utrustningen eller anläggningen för tillverkning av munskydd får betraktas som analysenhet som finns tillgänglig för beredskapsproduktion och att den därmed inte körs kontinuerligt i daglig drift varför det ofta inte finns ett bra erfarenhetsunderlag för att bedöma vilka som är kritiska komponenter i utrustningen. Av detta skäl är en metod för kartläggning av kritiska komponenter intressant att tillämpa. En anläggning som körs frekvent dagligdags ger annat, erfarenhetsbaserat, underlag för bedömning av kritiska komponenter om det finns ett systematiskt arbete med anläggningens underhåll kombinerat med en uppföljning av utrustningens prestanda.

Produktionsprocessen för valt exempel kan delas upp i tre delar. Dessa är:

- Start av maskinen
- Maskinen i drift
- Avstängning av maskinen

Start av maskinen innebär ofta ett samspel mellan maskinen och en eller flera människor för att få maskinen i kontinuerlig drift. Att maskinen är i *kontinuerlig drift* innebär att maskinen arbetar och aktivt producerar något. I fallet med munskyddsprocessen är det en operatör som sköter två maskiner, ändrar inmatningen av råmaterial och tar hand om de producerade maskerna. Några exempel på aktiviteter är att byta materialrulle och utföra operatörsunderhåll. Vid behov görs också en kompetensbedömning för att fastställa vilken kompetens som krävs i processens olika moment och säkerställa att det finns redundans alternativ åtgärdsplan för dessa.

Vi har ofta ofullständig kunskap om de externa händelser som kan ske och orsaka problem för processen, men genom att göra en sårbarhetsanalys kan vi få bättre kontroll av vår process och hur den klarar oväntade förändringar av de externa beroendena. Efter en utvärdering har vi bättre koll på processen oavsett varför en oväntad händelse har skett. De interna okända händelserna har reducerats.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Rapportens upplägg

Rapporten består av följande kapitel:

1. Introduktion
2. Så här gör du: Utvärdering av resiliens och sårbarhet i produktion
3. Fördjupning

I rapporten används pilar:

➔ Pilar används för att beskriva vad ni ska göra på träffen till exempel ”Samla ett team med personer som är involverade i en process”

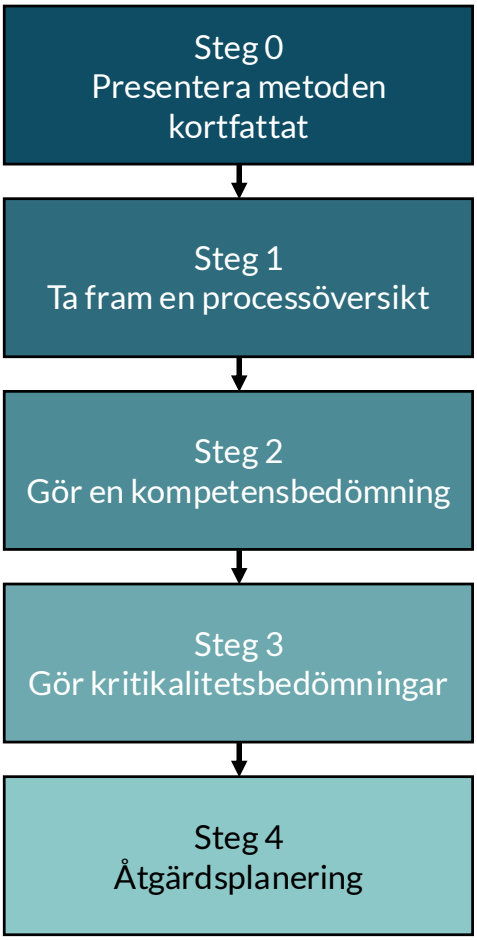
Tips och exempel står i kursivt.

*Tips! Läs mer om bakgrunden till metoden i kapitel 3. Där får ni en fördjupad kunskap om **varför** det är viktigt att göra denna typ av utvärdering samt vad vissa ord kommer ifrån och betyder. Här får du tex reda på: Vad är resiliens? Vad är sårbarhet? Vad är kritikalitet? Vad är förberedbarhet? Och vilka är dess relationer.*

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# 2 Så här gör du: Utvärdering av resiliens och sårbarhet i produktion

Metoden består av 4 steg och ett förberedande steg 0, se Figur 1. Först presenteras metoden kortfattat för deltagarna, Steg 0: Presentera metoden kortfattat. Därefter görs följande Steg 1: Ta fram en processöversikt, Steg 2: Gör en kompetensbedömning, Steg 3 Gör en kritikalitetsbedömning och Steg 4: Åtgärdsplanering. I steg 4 kan resultaten från steg 0-3 diskuteras och en plan kan göras för åtgärder.




Figur 1 Utvärdering av resiliens och sårbarhet i produktion består av fyra steg och ett förberedande steg. Stegen är 0: Presentera metoden kortfattat, 1: Ta fram en processöversikt, 2: Gör kompetensbedömning, 3: Gör kritikalitetsbedömningar och 4: Åtgärdsplanering.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

I Figur 2 illustreras munskyddsproduktionen som används som exempel för tillämpningen av metoden.

Figur 2 Introduktion till metoden via exemplet nödproduktion med produktionsprocess av munskydden

På övergripande nivå kan man börja med en viktig försörjningskedja. Om sen tillverkningsprocessen, utifrån erfarenhet eller beroende på ett givet händelsescenario, anses behöva en sårbarhetsanalys så väljer man ut denna eller delar av den. Om det inte finns redundans i råvaruförsörjning och distribution så kan en fördjupning behövas även i de processerna.

Tips inför genomförandet:

- ➔ Inför den första träffen, samla ett team med personer som är involverade i en process, exempelvis operatörer, underhållspersonal, gruppledare, produktionstekniker. Avsätt initialt 3-4 timmar.
- ➔ För att introducera deltagarna ges ett exempel: produktionsprocess av munskydden.
- ➔ Välj gemensamt en process som ska utvärderas.
- ➔ För att utföra utvärderingen är det lämpligt att välja en plats nära utrustningen som ska kartläggas, där det finns en vägg eller bordsyta som kan användas för själva kartläggningen.
- ➔ Undersök innan genomförandet om det finns dokumentation som beskriver maskinen som ritningar, scheman, instruktionsböcker, reservdelslistor, underhålls manualer mm. Studera dessa vid utrustningen för att förstå denna så bra som möjligt. Ha sedan denna dokumentation tillgänglig under det fortsatta kartläggningsarbetet.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Steg 0: Presentera metoden kortfattat

Metoden innebär, som presenterades i Introduktions-kapitlet, att kartlägga delprocesser och resurser, genomföra en kompetensbedömning, skatta vilka av dem som är kritiska, och sedan göra en plan över vilka åtgärder som behöver göras på kort och lång sikt. Utvärderingen kan göras väldigt detaljerat med ingående parametrar så som: energi, infrastruktur, råmaterial, underhåll och operatörer. Detta kallas att göra en resursmappning.

Vi föreslår att ni fokuserar på de delar företaget har behov/utmaningar inom. Innan utvärderingen påbörjas är det viktigt att ett gemensamt språk etableras, där alla deltagare har en gemensam förståelse för de begrepp som används.

➔ Diskutera och bestäm tillsammans vad orden betyder: process, operation, resurs, kritisk resurs, verksamhet, avfall och restmaterial.

Under genomförandet kan följande input till den valda processen vara relevanta att beakta:

- Energi: bränsle, el, luft som används för att driva processen
- Miljö (som processen kräver): temperatur, fuktighet, renhet, infrastruktur (IT)
- Råmaterial och komponenter
- Maskiner: rullband, matning eller andra maskiner/mekaniska lösningar
- Bemanning: operatörer för körning, logistik, övervakning och underhåll

Ta gärna med processpecifika termer som man behöver en gemensam förståelse av.

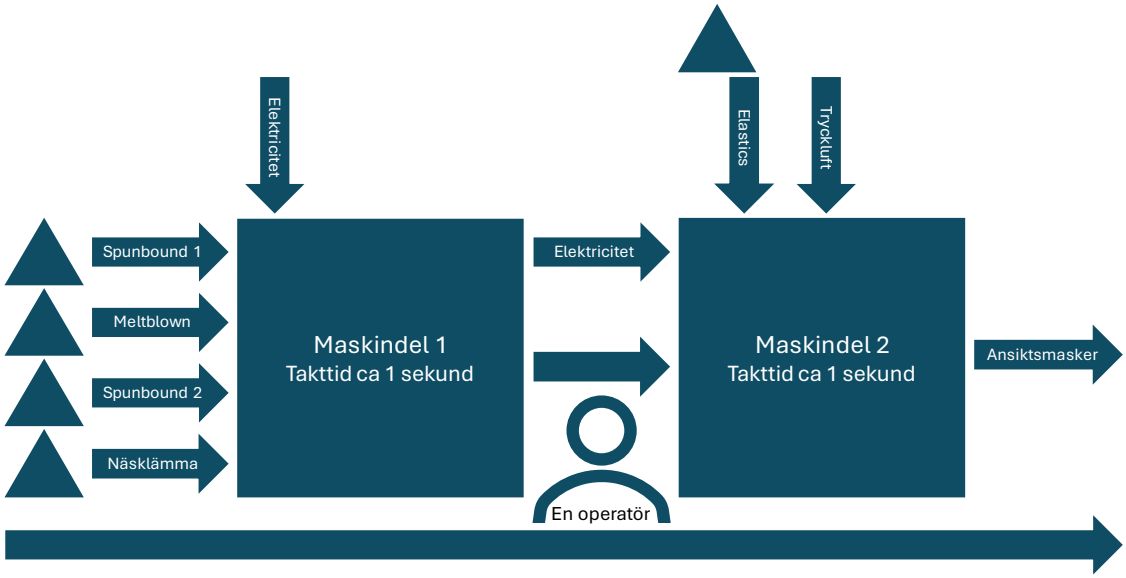
Följande output kan vara relevanta:

- Produkter
- Avfall och restprodukter

*Exempel:*

Produktionen av munskydd används, som nämnts, genomgående i rapporten för att exemplifiera en tillämpning av metoden, I Figur 3 presenteras tillverkningsprocessens input och två maskindelar för munskyddsproduktionen.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*




Figur 3 Tillverkningen av munskydd i två operationssteg.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Steg 1: Ta fram en processöversikt

Första steget i sårbarhetsutvärderingen är att ta fram en processöversikt för att skapa samsyn kring processer, delprocesser, in- och utflöden, resurser och beroenden samt personalbehov. Målet är att identifiera processer i en processöversikt och skapa samsyn gällande vilka processer som är riskfyllda.

➔ Samla medverkande personal: produktionspersonal, operatörer, underhållstekniker och processingenjörer mfl.

Att ta fram en processöversikt görs i två steg: 1A Identifiera in- och utflöden samt 1B Identifiera delprocesser. Denna processöversikt tas fram gemensamt i gruppen och dokumenteras lämpligen på whiteboard eller väggplast för nästa steg i metoden. Det är bra att även fotografera resultatet av kartläggning så att materialet även finns tillgängligt i digitalt format. Material som behövs för detta steg är tillgång till whiteboard eller väggplast, whiteboard pennor, och post-it lappar.

Utfallet av Steg 1 är en processöversikt där delprocesser, ingående material och komponenter, produkter, avfall, operatörsbehov framkommer. Uppskattningsvis tar en processöversikt 30 min till en timme att genomföra.

## Steg 1A: Identifiera in- och utflöden

➔ Rita först in alla processtegen översiktligt (som en VFA[2]).

Ställ följande frågor:

- Vilka maskiner och personalresurser som finns tillgängliga
- Vilken input krävs tex tryckluft, råmaterial etc
- Vad är outputen från processen? Finns det restprodukter som måste hanteras? Spillmaterial?
- Behöver någon input eller output hanteras eller förvaras på ett speciellt sätt, exempelvis temperatur?
- Behövs personal och hur många?

För varje processteg adderas information med svaret på ovanstående frågor. Därefter ska en risknivå bedömas för varje steg i processen.

➔ Bedöm risknivån för respektive input enligt: låg, mellan eller hög risk.

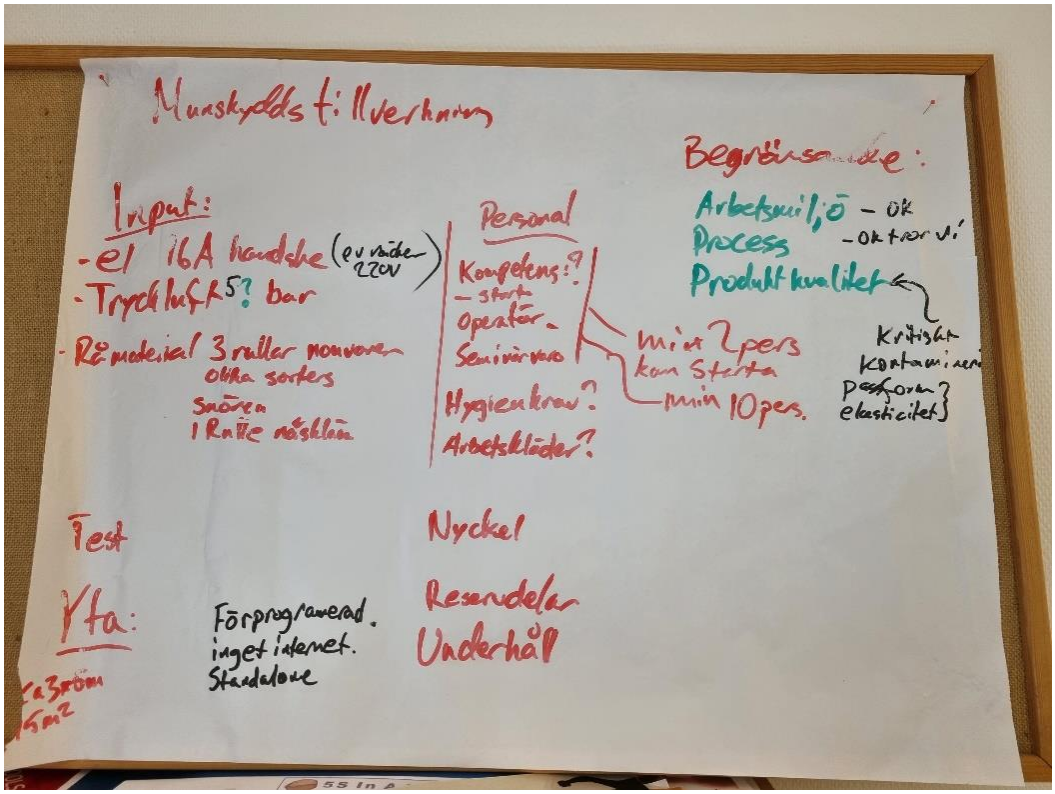
*Tips! Se Tabell 1 för exempel.*

*Exempel:*

Se Figur 4 för ett exempel på hur resultatet från Steg 1A kan se ut för munskyddstillverkningen.

[2] VFA står för Värdeflödesanalys och är en metod som används för att kartlägga processer inom Lean

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*




Figur 4 Exempel på in- och utflöden hos produktionsprocess av munskydden.

Utifrån Figur 4 utvecklas Tabell 1 som är en översiktlig riskbedömning av processens inputs. I analysen beskrivs även vilken risk för avbrott som finns. I kolumnen längst till höger beskrivs kommentarer och/eller rekommendationer kring avbrottets karaktär.

Tabell 1: Riskbedömning av processöversiktens inputs för munskyddsmaskinen.

| **Input** | **Risk för avbrott** | **Kommentar/rekommendation** |
|---|---|---|
| Energi (el, luft) | Låg | Elförsörjningen kan störas lokalt |
| Miljö (byggnad) | Låg | Vanliga affärsverksamheter kan störas lokalt |
| Råmaterial (PP non-woven and elastics):<br>Meltblown: MELTBLO (Frankrike)<br>Spunbond: THRACE (Grekland)<br>Plastic coated metal thread (Kina)<br>Elastics: NITEX (Bulgarien) | Hög | Nearsourcing eller lagerhållning. För varje material, undersök om lokala och/eller dubbel-leverantörer är möjligt, annars lagerhåll. Europeiska leverantörer fanns tillgängliga för allt material |
| Underhåll | Hög | Undersök kritiska komponenter & instruktioner |
| Operatörer | Hög | Omarbeta instruktioner & träning |

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

## Steg 1B: Identifiera delprocesser

Nästa steg är att identifiera vilka delprocesser som behövs för att köra produktionen dvs vilka de ingående processerna är. Till varje delprocess finns ett eller flera arbetsmoment.

➔ Rita delprocesser för huvudprocessen

Ställ följande frågor:

- Vilka arbetsmoment behövs för att starta, styra, övervaka och stänga ner utrustningen?
- Hur hanteras distribution och avfall/restmaterial?

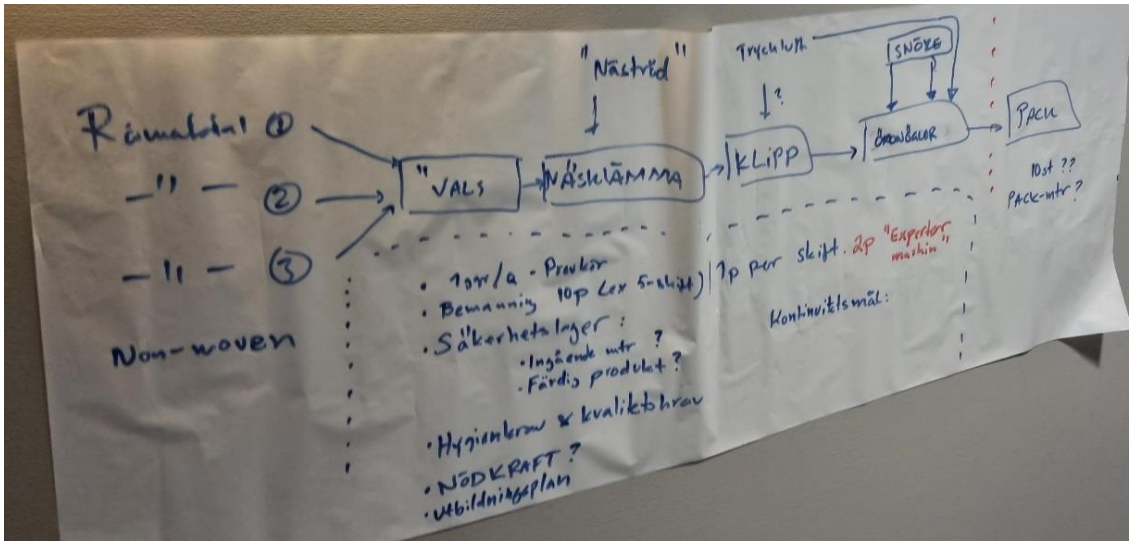
Notera gärna processteg på gula klisterlappar och placera dem i den ordning de inträffar i flödet.

*Tips! Att rita upp en processbeskrivning är ett centralt steg och kan ta längre tid om företaget är ovan vid att göra processbeskrivningar. Det kan då vara lämpligt att lägga lite extra tid i planeringen för detta.*

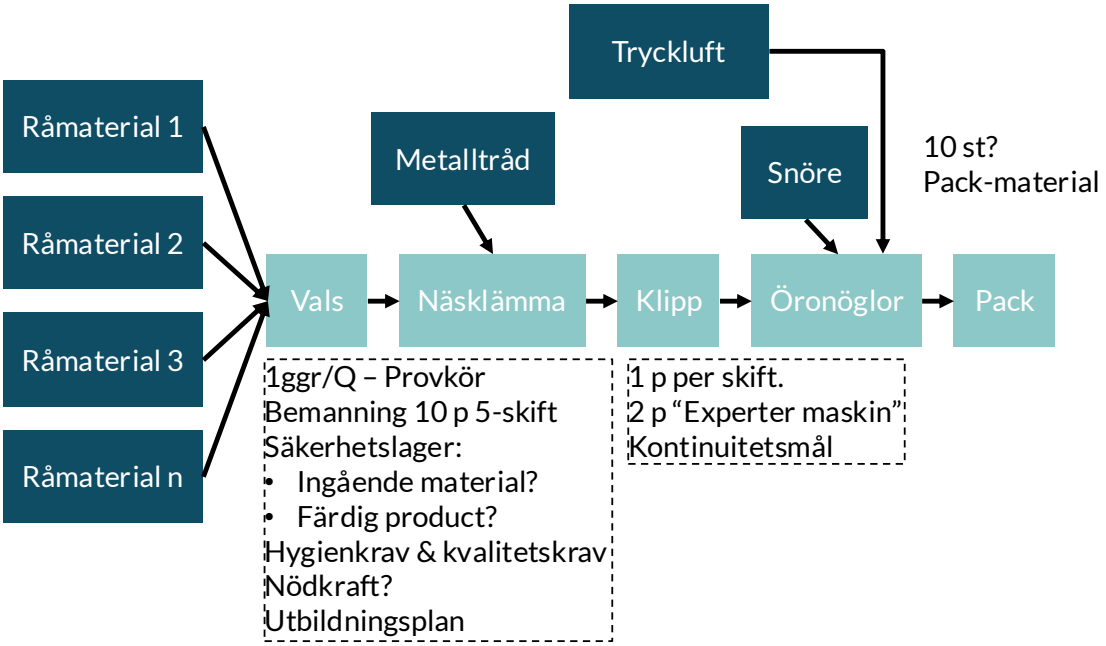
*Exempel:*

Nedan kommer återigen munskyddstillverkningen används som exempel för att illustrera detta steg i metoden.

I Figur 5 ses in- och utflöden i munskyddstillverkningen. Efter att de övergripande processerna är kartlagda så kan de olika stegen i utrustningen beskrivas. Detta kan göras mer eller mindre detaljerat (beroende på behov). I fallet med produktionsprocess av munskydden så blir ett första steg att mata fram de band som kommer att utgöra själva munskyddet. Dessa viks samman och svetsas till varandra i en kontinuerlig process. Nästa steg är att klippa det sammanlagda bandet till lagom långa bitar, osv. tills ett komplett munskydd har tillverkats och matats ut ur utrustningen.




*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*




Figur 5 En övergripande processbeskrivning för inkommande material, delprocesser och resurser. Överst resultatet av steg 1B på väggplast och nederst en renskriven version.

Svetsning av de 3 skikten av non-woven material och montage av näsklämma samt konfektionering (klippning) av munskyddet sker med hjälp av maskindel 1 som illustreras i Figur 6. Upprullning av material innefattar:

- Varje avrullare är tillägnad ett specifikt material
- En markering indikerar hur materialet ska löpa genom stödrullarna/ styrstängerna i syfte att korrekt positionera spolarna/rullarna.
- Materialbandet löper alltid från rullens topp moturs mellan styrstängerna.
- Varje materialband passerar framför en detekteringsanordning, som utlöser ett larm och sedan stoppar maskinen när det inte finns mer material.

Figur 6 Till vänster: Upprullning. Till höger: Maskindel 1.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

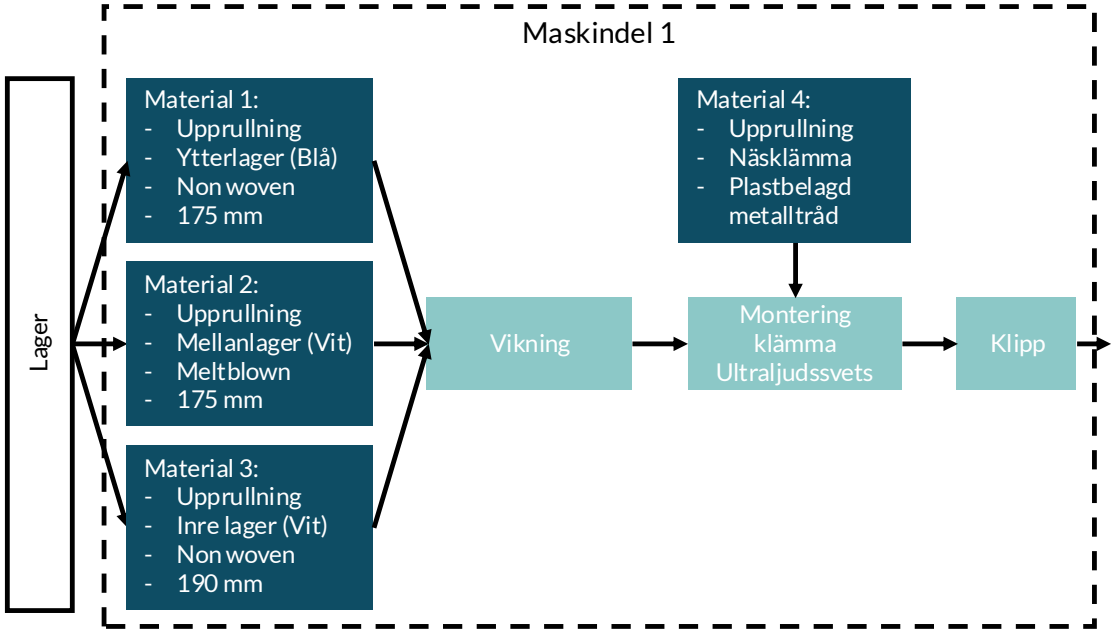
Följande processer är också ingående:

- Vikning, montage av näsklämma, ultraljudssvetsning och konfektionering
- Montage av elastiskt öronband

Montage och ultraljudssvetsning av elastiska öronband och hantering av färdig produkt sker med hjälp av maskindel 2, se Figur 7.

Figur7 Till vänster: Maskindel 2. Till höger: Transportband.

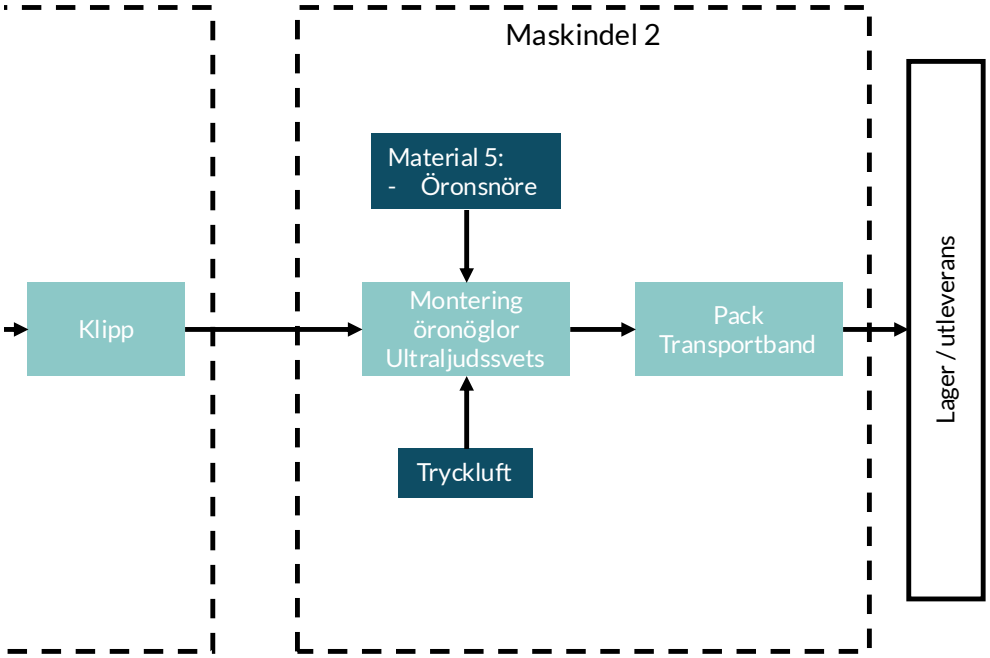
För att beskriva detta ytterligare gjordes en mer detaljerad processbeskrivning. Figur 8 och 9 är mer materialfokuserad än Figur 5 och beskriver material för respektive delprocesser för Maskindel 1 och 2. Figur 8 visar ingående material samt tillverkningssteg i maskindel 1. Tre olika material behövs i det första tillverkningssteget, material för ytterlagret, mellanlagret samt inrelagret på munskyddet. Dessa tre material är input till vikningen. När detta steg är slutfört tillkommer ett fjärde material näsklämma som monteras med ultraljudssvets i det andra tillverkningssteget.




Figur 8 Schematisk bild för tillverkningsprocess för maskindel 1.

*This work is licensed under CC BY 4.0* *https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

Därefter sker klippning innan tillverkningsprocessen fortsätter i maskindel 2 (se figur 9).




Figur 9 Schematisk bild för tillverkningsprocess för maskindel 2.

I maskindel 2 tillkommer ytterligare ett material, snodd som monteras på själva munskyddet med ultraljudssvets för vilket det behövs tryckluft. Därefter går munskyddet vidare via transportband till packning för att i sista steget antingen läggas på lager eller direkt utleverans. När steg 1 är avslutat bör en översikt av processen som undersökts ha tagits fram.

*This work is licensed under CC BY 4.0* *https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Steg 2: Gör en kompetensbedömning

I steg 2 görs en bedömning av vilken kompetens som behövs för att processen ska kunna köras. Målet är att identifiera vilka resurser som behöver stärkas upp, vilka instruktioner, rutiner och/eller standarder som behövs tas fram samt vilka komponenter som är kritiska.

➔ Samla personal vid processöversikt för att genomföra en kompetensbedömning.

Deltagande personal kan vara produktionspersonal, underhåll, processingenjörer, HR, mfl.

Ibland har företaget kompetensbeskrivningar men det är viktigt att identifiera vilken kompetens är minsta möjliga för att klara oväntade avbrott. Viktiga delprocesser eller arbetsmoment kan till exempel läras ut till flera personer för att minska sårbarheten. Utöver att utbilda personal är det viktigt att se över arbetsinstruktioner och eventuellt ta fram nya instruktioner för hur en maskin eller process ska köras.

Detta steg består av två delsteg:

A. Finns instruktioner?
B. Kompetens för varje delprocess

## Steg 2A: Finns instruktioner?

För att kunna köra processer vid kris och sällan utförda arbetsmoment behövs instruktioner. I detta steg används underlaget som skapats i steg 1 för att för varje delprocess identifiera tillgängliga arbetsinstruktioner.

Besvara följande frågor, finns instruktioner?

a. Före uppstart?
b. Under drift?
c. Vid avstängning?
d. Efter avstängning?
e. För sällan utförda uppgifter?

Om det inte finns instruktioner för någon av momenten behöver dessa tas fram.

Fundera över följande:

a. Minimum av instruktioner: instruktionerna bör vara så kortfattade som möjligt. Går det att starta delprocessen/utrustningen utan instruktioner?
b. Finns det erfarenhet av att köra processen? Involvera de som kan
c. Finns kunskap/ kompetens beträffande avsyning (nödvändig kvalitetskontroll)
d. Finns kompetens beträffande felsökning/ hantera driftstopp?

*Tips! För att ta fram bra arbetsinstruktioner finns stöd via tex DIGA - Peter Thorvald. Dessa bör alltid tas fram tillsammans med den som vanligtvis utför arbetsmomentet.*

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

## Steg 2B: Kompetenser för varje delprocess

För varje processteg bör en kompetensbedömning göras för att avgöra om något/några processteg kräver specifik kompetens. Kompetenskraven behöver dokumenteras samt vilka medarbetare som innehar de olika kompetenserna. Utifrån denna bedömning kan sedan beslut fattas om en breddning av kompetens behöver genomföras, det vill säga att fler medarbetare lärs upp inom kritiska processer (se steg 3).

➔ Ha en dialog på plats vid utrustningen/processavsnitt. Fundera över vad som behövs för att köra varje delprocess.

Ställ följande frågor:

- Vad är minsta möjliga kompetens som krävs för att köra delprocessen?
- Vilken kompetens behövs för att underhålla maskinerna i processen?
- Behövs det tas fram instruktioner för att köra kritiska delprocesser (identifieras i steg 3)?
- Finns det standardiserat arbete som arbetsinstruktionerna kan utgå ifrån?
- Hur kan upplärning för kritiska processer gå till, finns det redan upplärning idag som ni kan bygga vidare på?

Med hänsyn tagen till utrustningens komplexitet så behöver nödvändig kompetens för att kunna hantera den diskuteras och bedömas. En översikt över kompetenser och medarbetare bör tas fram. Om det sker förändringar i personalstyrkan kan en sådan översikt ge insikt i om nya utbildningsinsatser behövs.

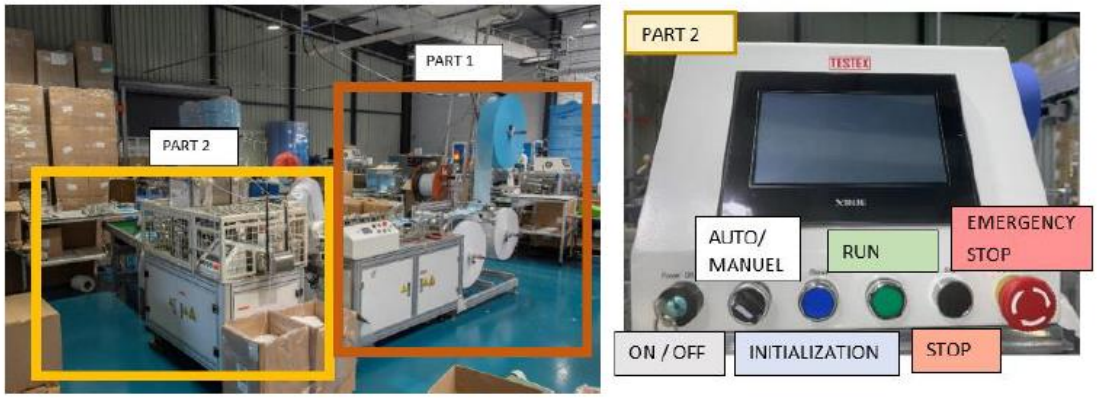
➔ Gör en lista över vilka kompetenser som ingår i processen och delprocesserna.

Ställ följande frågor:

- Behövs avsyning?
- Vid test av produkter/delprodukter behövs en viss kompetens?
- Hur ser underhållet ut? Hur gör man det?

För munskyddstillverkningen identifierades kompetens som kritiskt, och därför togs utbildningsmaterial fram för att köra munskyddsmaskinen. För munskyddsmaskinen är praktisk erfarenhet av att starta, styra och övervaka processen relevant. Se exempel på bilder i ett utbildningsmaterial som tagits fram för att köra munskyddsmaskinerna, se Figur 10.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*




Figur 10 Bilder från det utbildningsmaterial som tagits fram för att köra munskyddsprocessen. Till vänster är de två maskinerna identifierade och till höger de viktigaste knapparna som finns för att starta, köra och stoppa maskinerna

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Steg 3: Gör kritikalitetsbedömningar

Med grunden i processöversikten från steg 1 och kompetensbedömningen i steg 2 görs en kritikalitetsbedömning där varje delprocess ingående delar och komponenter analyseras med avseende på hur kritisk den är för att processen ska kunna genomföras. Målet är att få en förståelse för vilka delar som är kritiska i processen.

Delsteg:

A. Gör ett komponentregister (underhållsregister)
B. Gör kritikalitetsbedömning

## Steg 3A: Gör ett komponentregister

För att underlätta kritikalitetsbedömningen behövs ett register över processens ingående komponenter.

➔ Gör ett komponentregister

Ofta finns i underhållsystemet redan ett register över underhållspunkter och reservdelskomponenter, i så fall kan ni utgå ifrån detta. I underhållsystemet finns ibland även en kritikalitetsklassning i t.ex. AA, A, B, C komponenter, beroende på hur viktig komponenten är för drift av processen. Men om man inte använder processen kontinuerligt eller om utrustningen är ny så kan det saknas information i underhållssystemet då kan steg 3B ses som en del i att uppdatera dessa delar av underhållsystemet.

➔ Om det inte finns ett komponentregister över den valda delprocessen så behöver man gå igenom i varje del av utrustningen vilka komponenter som finns, vad deras funktion är och vad man vet om deras slitage, tillgänglighet som reservdel etc.
➔ I en genomgång av processen som följer flödet kan man sätta upp tex en post-it för varje komponent se 3B.

## Steg 3B: Detaljerad bedömning

Gå igenom vilka kritiska delmoment och utrustningar som finns. Att ett moment är kritiskt betyder att det inte går att klara sig utan det delmomentet eller utrustningen. Om det finns moment som kan utföras av flera personer eller flera utrustningar är det momentet inte kritiskt.

Frågor som besvaras i detta steg:

- Vad är kritiskt, vad gör vi vid en kris? Hur vill ni ha det i en kris?
- Vilket underhåll behövs göras och kan reservdelar tillverkas? Finns personal till detta och kan personal göra flera kritiska delmoment.

För munskyddsmaskinen är kritiska moment att fylla kompetensbehov och ha tillräcklig kompetensnivå för att sköta anläggningen och införskaffande av nödvändigt material.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

Tex så kan centrifugering av provrör  göras för hand. Men om det är kris, är det ett moment som behöver gå fort, dvs det måste finnas en reservcentrifug.

➔ För kritikalitetsbedömningen behövs tillgång till väggplast eller whiteboard, post-it lappar, pennor, samt ett sätt att markera olika nivåer av kritikalitet (exempelvis klisterlappar.

Identifiera kritiska komponenter och delprocesser genom att studera utrustningen och dess komponenter. Diskutera betydelsen av olika moment och bedöm vad som skulle kunna orsaka stopp eller haveri samt en preliminär bedömning av hur kritisk olika komponenter är för utrustningens funktion. Detta innebär ofta att utrustningen behöver öppnas och skydd avlägsnas för att få åtkomst till delkomponenter.

Sätt 0, 1 eller 2 prickar enligt nedan:

Ingen markering = kan ersättas relativt lätt

En röd markering = av betydelse

Två röda markeringar = avgörande betydelse

Svart markering = komponent som utsätts för slitage

Sätt sedan post-it lappar på delprocesser, se Figur 11.

Figur 11 Deltagarna sätter post-it lappar på delprocesser och anger dess kritikalitet.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Steg 4: Åtgärdsplanering

I åtgärdsplaneringen ska förslag på åtgärder tas fram. Det kan ni göra genom en brainstorming. Efter detta behöver ni ta beslut på vilka åtgärder som ska genomföra och varför. En åtgärdsplanering ligga till grund för en start på en större hanteringsplan så som en beredskapsplan eller en kontinuitetshantering. Se fördjupning för mer information!

Resultatet från utvärderingen i de tidigare stegen kan användas som en viktig pusselbit i att hitta förbättringsåtgärder och skapa en åtgärdsplan för att hantera driftsstörningar vid tillverkning av en produkt, exempelvis vilka komponenter behöver lagerhållas eller hur kan trasiga komponenter snabbt repareras eller ersättas med annan lösning eller teknik. Efter analys och beslut om åtgärder ska dessa planeras. Sättet som planeringen görs bör vara i linje med övriga förbättringsarbeten på företaget tex kvalitet-, miljö-, arbetsmiljö- och ledningssystemsarbete. Hur dessa arbeten genomförs kan vara företagsspecifika vilket innebär att en åtgärdsplanering kan se olika ut. Det är bra om alla som är berörda involveras i planeringen och ansvariga identifieras. Till åtgärdsplaneringen är alla tidigare steg i utvärderingen input, det vill säga, processöversikten, kompetensbedömning, och kritikalitetsbedömningen.

Följande aspekter kan ingå i en åtgärdsplanering:

- Identifiera svenska leverantörer av kritiska komponenter. För att skapa redundans identifiera leverantörer som ligger i Europa.
- Säkerställa att flera operatörer kan kritiska delprocesser samt att det finns alternativ till kritiska delprocesser
- Planera för att rätt kompetens finns för att köra produktionen

Detta kan innebära att de identifierade kritiska komponenter behöver bedömas utifrån tillgänglighet och ledtider och kan utgöra en del av till exempel en beredskapsplan för att hantera haverier på utrustningen.

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# 3 Fördjupning

I fördjupningen kommer vi ta upp ett antal begrepp som används i forskning och i diskussioner kopplat till resiliens i Sverige. I förordet definierades både resiliens och sårbarhet. För att delta i diskussioner kopplat till resiliens och beredskap är följande begrepp relevanta:

- Beredskap
- Kontinuitetshantering
- Nödproduktion

Resiliens och sårbarhet tillhör området beredskap. **Beredskap** handlar om ett företags förmåga att klara oväntade händelser och inkluderar många begrepp tex kontinuitetshantering och nödproduktion. Området växer hela tiden och fler begrepp tillkommer löpande. Skillnaden på de begreppen och hur vi valt att göra i denna rapport är att vi tar hand om hur man börjar analysera sin process och hur sårbar den är.

I det här kapitlet kommer vi att koppla ihop relevanta begreppen, förklara hur det ser ut idag samt föreslå vad som behöver göras för att öka svensk produktions förberedbarhet.

- Beredskap: Ens förmåga och möjlighet att överleva oväntade händelser. Här ingår vad som är möjligt att göra (riskanalys), vad vi kan förbereda oss på för att vara så agila som möjligt och hur förberedda vi kan vara (eng: prepardness)
- Kontinuitetshantering – resiliens (planerbara)
- Nödproduktion

MSB skriver på sin hemsida att företag rekommenderas att genomföra åtgärder för att minska sin sårbarhet och stärka sin beredskap. En av åtgärderna är att göra en kontinuitetshantering som är ett verktyg för att planera för att bedriva sin verksamhet på en tolerabel nivå oavsett störning. En **kontinuitetshantering** är en planering för att upprätthålla sin verksamhet på en tolerabel nivå. En sådan planering kan förhindra att ekonomiska och personella värden förloras. Detta är särskilt relevant om företaget levererar varor och tjänster till samhällsviktig verksamhet (vilket i så fall oftast är lagstadgat).

Exempel på aktiviteter inom kontinuitetshantering (MSB's hemsida Minska företags sårbarhet):

- Kartlägga samhällsviktiga verksamheter och kritiska aktiviteter
- Identifiera beroenden av resurser
- Bestämma vad som är acceptabla avbrottstider
- Genomföra åtgärder som minskar risken för störningar
- Planering för bortfall av personal
- Planering för bortfall av energi

*Tips! Det finns mer att läsa om detta på MSB's hemsida om hur företag stärka sin beredskap för kriser och krig.*

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

**Nödproduktion** kan avse en händelse som inte är normal och som kräver produktionsprocesser som inte är kontinuerliga [10-12]. En *nödsituation* definieras som ”en exceptionell händelse som överskrider kapaciteten hos normala resurser och organisationer att hantera den” [10 avsnitt 1.1.1 Katastrofens natur]. Ett exempel på nödproduktion är

”en produktionslinje som används vid nödsituationer och som vanligtvis inte är i kontinuerlig drift” [2, s. 4, avsnitt 2.1].

Som nämnts i inledningen är beredskap inför nödsituationer något som är avgörande. Under pandemin uppstod flera problem relaterade till brist på skyddsprodukter och rättsliga problem, inklusive:

a) Förfalskade och oäkta produkter
b) Producenter som snabbt ökar produktionstakten: tillverkningsfel
c) Nya producenter och nya produktionsmetoder
d) Nyutvecklade produkter [1].

Här lyftes operatörers färdigheter och kunskaper fram som avgörande. Till exempel visade en mindre studie av Kurdve och Arvidsson [2] om industriell resiliens i Sverige under Covid att en gemensam möjliggörare för att anpassa sig till krisen var att personalens produktionsresurser kunde användas och motverka störningar (kopplat till krisen). En slutsats i studien var att nödsituationer bör tränas för och att flera beredskapsplaner för nödlägen bör sättas i verket.

Att skapa utbildning för nödproduktion är ett steg mot att skapa beredskap inför nödsituationer enligt Internationella organisationen för migration (IOM). IOM föreslår följande tillvägagångssätt för beredskap:

1. Utföra riskanalys
2. Vidta minimiåtgärder för beredskap (inte riskspecifika)
3. Genomföra beredskapsplanering [13]

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

# Referenser

[1] Fairgrieve, D., Feldschreiber, P., Howells, G., Pilgerstorfer, M.: Products in a Pandemic: Liability for Medical Products and the Fight against COVID-19. European Journal of Risk Regulation. 2020, **11**(3):565-603 (2020) https://

[2] Kurdve, M. and Arvidsson, A.: Adaptive industrial production systems to respond to societal demand at time of crisis, 29th International Annual EurOMA Conference, July 3-6, 2022 University of Sussex Business School Berlin, Germany (2022)

[3] Läkemedelsverket. (2023). *Kartläggning av produktionskapacitet inom läkemedelsområdet: Del 2: Medicintekniska produkter* (Dnr 1.1.8-2022-005741). https://www.lakemedelsverket.se/

[4] Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain.

[5] Albino, V., & Garavelli, A. C. (1995). A methodology for the vulnerability analysis of just-in-time production systems. *International Journal of Production Economics, 41*(1–3), 71–80. https://doi.org/10.1016/0925-5273(95)00014-3

[6] Ström, M., Raudberget, D., & Gustafsson, G. (2016). Instant set-based design, an easy path to set-based design. *Procedia CIRP, 50*, 234-239.

[7] Ström, M., Gustafsson, G., Fritzell, I., & Göransson, G. (2013). A method to understand and improve your engineering processes using Value Stream Mapping. In *ICoRD'13: Global Product Development* (pp. 821-831). Springer India.

[8] Ström, M. (2022). *Applying lean principles and set-based approaches in product development*. Chalmers Tekniska Hogskola (Sweden).

[9] FIPS Pub 183, National Institute of Standards and Technology, USA, 1993

[10] Alexander, D. E. (2002) *Principles of Emergency Planning and Management*. Dunedin Academic Press Ltd

[11] Al-Dahash, H., Thayaparan, M., & Kulatunga, U. (2016, September). Understanding the terminologies: disaster, crisis and emergency. Presented at Association of Researchers in Construction Management (ARCOM), Manchester, UK (2016)

[12] Kurdve, M., Mattsson, S., Thuresson, U., Stenlund, P., Ström, M., and Raaholt, B.: Conti-nuity analysis method for manufacturing: Case study of emergency production of masks. Proceedings of NOFOMA (2024)

[13] UN International Organization for Migration Homepage, Guidance Note Preparedness for Emergency Response in IOM, https://emergencymanual.iom.int/emergency-preparedness, last accessed 2024/04/18

*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,800 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.


| | |
|---|---|
| RISE Research Institutes of Sweden AB<br>Box 857, 501 15 BORÅS<br>Telefon: 010-516 50 00<br>E-post: info@ri.se, Internet: www.ri.se | RISE Rapport : 2025:87<br>ISBN: 978-91-90036-76-1 |


*This work is licensed under CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/*