Resurseffektiva produkter och produktionssystem

Föreläsning 1

Produktutveckling är en *kreativ process* baserad på *funktions- och kvalitetskrav från olika aktörer* samt *normer och säkerhetskrav* som siktar mot att *skapa, verifiera och dokumentera* en teknisk lösning samt att *producera tillverkningsdokumentation* men målet att skapa ”*goda finanser*” för köpare och leverantörer. Definiera inte kunderna utan definiera de olika aktörerna.

”When a man does not know what harbour he is making for, no wind is the right wind.”

Vad är produktutveckling? Man eftersträvar att bli bättre än tidigare. Den mesta produktutveckling är inkrementell, d.v.s. förändringar sker små i taget. Dock så är första steget alltid radikalt eftersom man behöver skapa något helt nytt. Det är svårt att förbättra effektivitet eftersom det är svårt att definiera vad som är mest effektivt, det är lätt att suboptimera. När man ska utveckla är det lätt att fastna i vad som redan finns istället för att se vad som skulle kunna finnas.

I dagsläget går det mesta avfall till deponi och det minsta till återanvändning, innan den industriella revolutionen var triangeln uppochnervänd. Att skicka avfall till deponi är en social konstruktion eftersom det är något som inte alls fanns innan den industriella revolutionen, t.ex. ville man ha så mycket gödsel som möjligt då det var ett tecken på rikedom.

Förr ville man ha tåliga och reparabla verktyg som man var tvungen att tillverka själv eftersom folk inte var specialiserade. Boktryckarkonsten influerade agrikulturen genom att ge bönderna en chans att lära sig mer. Att man lärde sig snabbare och snabbare ledde så småningom till den industriella revolutionen som i sin tur ledde till starten för massproduktion. T.ex. ledde revolutionen till att man genom ångmotorer fick möjligheten att bedriva transporter på land. Målet med produktion flyttades från att skapa tåliga och reparabla produkter till att man skulle skapa så mycket som möjligt och sedan tjäna så mycket som möjligt på det. Att man började specialisera sig ledde även till ett större behov av olika material vilket i sin tur var en av anledningarna till kolonialismen.

Bilens framkomst påverkade mycket, bl.a. hur städer byggs, hur vi producerar m.m. Dessa förändringar märktes tydligast i USA.

I dagens samhälle har vi mer och mer produkter men tiden vi har att tillgå är fortfarande den samma. Vi som konsumenter analyserar inte våra behov innan vi köper vilket är en del av överkonsumtionen. Vi köper gärna produkter bara för att de är nya, den bästa produkten är en som används ofta och över en lång tid. Ett problem med dagens affärsmodeller är att det inte är värt för produkter att vara hållbara när kunden betalar en gång direkt när den handlar produkten därför är det bättre ur hållbarhetssynpunkt att sälja funktionen istället för en fysisk produkt.

Några saker som karakteriserar dagens produktutveckling är :

- **Fler och fler aktörer blir involverade**
- **Ökad specialisering**
- **Mer och mer teknologi i produkterna**
- **Mindre tid för produktutveckling**
- **Högre tempo på produktutvecklingen**
- **Ökande pristryck**
- **Ökande konkurrens**

- **Mer lagliga restriktioner**
- **Ökade krav från konsumenter**

Detta har lett till ett behov av en formalisering av produktutvecklingsprocessen. Formaliseringen är viktig så att alla vet vad de ska göra.

Den allmänna problemlösningsmodellen består av att definiera problemet, söka efter lösningar, utvärdera och kommunicera (för att vidareutveckla). Det är väldigt viktigt att man stannar upp och reflekterar och att man lägger energi på rätt saker.

Produktutvecklingsprocessen beskriver *stegen från en idé till en produkt*, placerar olika metoder och verktyg under processen och agerar som support för produktutvecklingsteamet med vad som ska göras och när. Produktutveckling är ingen linjär process utan ofta uppstår iterationer i olika steg av att det antingen finns för lite information eller att alla delar inte är klara i tid. Det är framförallt viktigt att hålla sig till den formella processen när man är nya och det inte har hunnit sätta sig någon kultur i företaget.

Det finns flertalet anledningar till att dokumentera och definiera produktutvecklingsprocessen, några av dessa är:

- **Att öka kunskapen om hur processen fungerar**
- **Att ena uppfattningen av processen så att alla har samma bild**
- **Identifiera problem och möjliga förbättringar**
- **Bibehålla kunskap inom organisationen, tänk om någon dör?**
- **Minimera tiden och ansträngningen det tar att introducera nya anställda och konsulter**
- **Främja planering, kontroll, koordinering och uppföljning av arbetet**
- **Minimera tiden och kostnaden för att genomföra utvecklingen**
- **Möjliggöra tidigare och färre designförändringar**
- **Minimera kvalitetsproblem och skapa konkurrenskraftigare produkter**
- **Förbättra kunskapsöverföring från en produkt till en annan**
- **Stötta jämförelser med andra företag t.ex. inför en sammanslagning**
- ***Försäkra att viktiga delar inte glöms!***

Det finns två huvudsakliga varianter av produktutveckling, sekventiell och integrerad. I sekventiell produktutveckling arbetar de olika funktionerna efter varandra och arbetar inte alls mellan varandra. Fördelen med sekventiell produktutveckling är att den är lätt att leda medan nackdelarna är att ledtiden blir lång, det är byråkratiskt och man får dålig interfunktionell kontakt vilket gör att risken för missförstånd ökar och att det ofta blir panikartat i den avslutande fasen. I integrerad produktutveckling arbetar funktionerna parallellt och samarbetar med varandra. Fördelarna med integrerad produktutveckling är att man får kortare ledtid, optimerar resurserna mer, får god kommunikation mellan avdelningar, ledningen får enklare att överblicka arbetet, det är kostnadseffektivt och man får rätt produktkvalitet. Nackdelen är att det kräver mycket av projektledningen och att det kan vara svårt att koordinera. Nyckelfunktionerna är marknad, design och produktion. Som det ser ut nu så försvinner sekventiell produktutveckling mer och mer.

Ulrich och Eppingers produktutvecklingsprocess lägger mycket fokus på början av processen och innehåller många ”loopar” som man försöker att eliminera. När man eliminerar koncept försöker man i möjligaste mån att integrera dem i ett annat koncept.

När man sedan utvärderar processens effektivitet tar man hänsyn till ett antal parametrar. En av de viktigaste är om produktutvecklingen är *lönsamhet*, denna parameter tar dock ingen hänsyn till hur processen ser ut. Ullman använder sig av tre parametrar som påverkar både varandra och produktutvecklingens resultat. Dessa parametrar är tid, kvalitet och kostnader. Ulrich och Eppinger använder istället fem parametrar:

- **produktkvalitet – hur bra är produkten? Är kunden nöjd? Är produkten robust och pålitlig? Produktkvaliteten kan ses i hur stora marknadsandelar produkten får och vilket pris kunderna är beredda att betala.**
- **Produktkostnad – vad kostar det att tillverka produkten? Produktkostnaden bestämmer vinsten vid en specifik volym och försäljningspris.**
- **Utvecklingstid – hur fort kan produktutvecklingslaget lösa uppgiften? Utvecklingstiden visar hur bra företaget är på att möta konkurrenter och tekniska utvecklingar. Dessutom visar det hur fort företaget kan börja tjäna på produktutvecklingen.**
- **Utvecklingskostnad – hur mycket investerade företaget för att utveckla produkten?**
- **Utvecklingskapacitet – Är företaget bättre utrustade för framtida produktutvecklingsprojekt efter det senaste? Lärde sig organisationen något viktigt?**

Det finns ett antal utmaningar att bemöta inom produktutveckling och det finns mer fokus nu än någonsin tidigare på att lösa dessa.

- **Avvägningar och optimeringar, vad är viktigast?**
- **Förändringar**
- **Detaljer**
- **Tidskrav – det är lätt att slarva och återgå till tidigare lösningar fast att andra delar har förändrats.**
- **Ekonomi**
- **Verkligheten**
    - **Brist på självkontroll inom teamet**
    - **Funktionell lojalitet är viktigare än projektets mål**
    - **Otillräckliga resurser**
    - **Brist på interfunktionella kontakter i projekten**
- **Flera olika och komplexa produktstrukturer**
- **Många olika dokumentsorter**
- **Många olika datorsystem**
- **Produktutvecklingsprocesser är iterativa och parallella**
- **Produktutvecklingsprocesser är långa**
- **Alla produktutvecklingsprocesser och projekt är olika**

Design paradoxen: Möjligheten att förändra saker minskar ju längre in i utvecklingen man har kommit samtidigt som kunskapen om produkten och kostnaden för att utföra förändringar ökar. Oftast är inte möjligheten att förändra 100% från början eftersom vi oftast inte börjar från 0. Det är viktigt att ha rätt kravspecifikationer från början och ta det lugnt eftersom det är viktigt att förstå vad det är meningen att vi ska göra.

Sammanfattningsvis:

- **Produktutveckling är något naturligt och finns i människans natur**
- **Inom produktutveckling ligger fokus på funktionen och inte på produkten**
- **Produktutveckling är inte enkelt och blir inte alltid som man har tänkt sig**

- **Produktutvecklingscyklerna blir kortare och kortare**
- **Det är viktigt att kunna processen bakom produktutveckling**
- **Produktutveckling kan vara både sekventiell och integrerad**
- **Produktutvecklingsprocessen beskrivs ofta på olika sätt i olika litteratur**
- **Det är möjligt att mäta kvalitéten på en produktutveckling**

Föreläsning 2

Det finns några grundläggande idéer inom produktutveckling. Förstå problemet – vad före hur. Abstraktion av problemet – undvik onödiga dödlägen och förespråka kreativitet, bryt ner problemet i mindre bitar. Generera många idéer och koncept – större sannolikhet att hitta nya och passande lösningar. Systematiskt angreppssätt – undvik att glömma olika aspekter och visa hur val har gjorts. Det är viktigt att dokumentera för att kunna visa processen för att kunna få certifikat.

I *uppdragsbeskrivningen* beskrivs vad som är den förväntade utkomsten. Den ska vara kort och koncis och alla ska veta vad den innehåller. Uppdragsbeskrivningen ska innehålla en beskrivning, huvudsakliga affärsmål, primär marknad, sekundär marknad, antaganden och intressenter.

Vad är en kravspecifikation? Det är en lista med mätbara parametrar som beskriver VAD produkten ska göra och inte HUR den kommer att göra det. Listan är baserad på önskemål från olika intressenter. Meningen med en kravspecifikation är att:

- **konkretisera problembeskrivningen**
- **försäkra att alla intressenters krav, livscykelfaser och produktegenskaper tas hänsyn till.**
- **Ge produktutvecklingsteamet en enad bild av målen med arbetet**
- **Främja kontrollen av alternativa lösningar**
- **Guida letandet efter alternativa lösningar**
- **Kontrollera valen av alternativa lösningar**
- **Ge stöd till beslut av förändringar av krav**

Utmaningarna med kravspecifikationen är att översätta intressenternas subjektiva önskningar till mätbara saker, att få de anställda att komma överens om vad som är framgångsrikt, att få de anställda att bli säkra på att den tilltänkta produkten tar upp en stor del av den tänkta marknaden och att få de anställda att acceptera de oundvikliga kompromisserna som t.ex. kostnad vs pris.

Det finns ett antal krav på en kravspecifikation:

- **De mätbara kraven måste vara tydligt länkade till intressenternas krav**
- **Specifikationen ska vara *komplett*, alla intressent- och livscykelstadier och -aspekter ska vara inkluderade**
- **Kraven ska formuleras så att de är *oberoende av lösningar***
- **Kraven måste vara *tydliga***
- **Kraven måste vara *mätbara* och/eller *verifierbara***
- **Kraven måste vara icke-redundanta.**

Det kan vara svårt att bestämma vilka de olika aktörerna är, ibland kan det vara bättre att fokusera på de man inte har och försöka förflytta sig till nya marknader.

När man tolkar data är det viktigt att man uttrycker *vad* produkten ska göra och inte *hur*, att man uttrycker sig på samma nivå som den råa datan är. Man bör även använda sig av positiva ord och uttrycka kraven som egenskaper hos produkten. I Kravspecifikationen ska inte ord som måste och

borde vara med. När man formulerar på ett sätt som är oberoende av lösningar är det bättre att säga saker som ”skydda batteriet från kortslutning” istället för ”skydda batterikopplingen med ett öppningsbart plastskydd”.

När man har specificerat sina krav behöver man ordna kraven efter deras relativa viktighet. Då får man ut en lista med vilka krav som är viktigast. När man har rangordnat sina krav är det ett bra läge att stanna upp och reflektera. Bra frågor att ställa till sig själv och gruppen är:

- Har vi haft kontakt med alla de viktiga intressenterna?
- Kan vi se förbi tidigare krav och behov relaterade till dagens produkt?
- Vad vet vi nu som vi inte visste innan vi började?
- Är vi förvånade av resultatet?
- Har alla involverat företaget som behöver förstå intressenternas behov?
- Hur kan vi förbättra processen i framtiden?

Det finns flera sätt att uttrycka de olika kraven, det kan handla om att produkten åtminstone måste uppnå en viss nivå eller att den max får uppnå ett annat. Det är viktigt att ha koll på vad som är ideala värden och vad som är marginella, de ideala är drömförhållandet, det bästa vi kan uppnå medan det marginella är gränsfallet, det som måste klaras för att det ska fungera. När man sätter målvärdena börjar man med att skapa en lista, sen lägger man till information om sina konkurrenter, sen tillsätter man ett värde på varje punkt i listan och till sist reflekterar man över resultatet.

Sammanfattningsvis så är kravspecifikationen ett centralt dokument som visar vad produkten/tjänsten ska göra. Det är viktigt att specificera vad och inte hur produkten ska göra. Kravspecifikationen innehåller inte bara krav och önskemål från kunderna utan även från företaget. Det är viktigt att kravspecifikationen visar mätbara mål och önskningar.

Föreläsning 3

Ett koncept är en approximativ beskrivning av produktens tekniker, principer och form. Vid konceptgenerering breddar man antalet idéer för att sedan i konceptvalet välja ut den/de bästa. Konceptgenerering är ett viktigt steg från kravspecifikationen till den fysiska produkten. Ibland är kraven motsägande och då är det viktigt att försöka komma på nya idéer. Vi behöver ändra vår affärsmodell och sluta sälja produkter och istället börja sälja funktionen. Vid konceptgenerering är det inte ovanligt att man gör första prototyper i lego för att utmana idén, det är viktigt att inte blockera sig själv med för detaljerade idéer.

Målen med konceptgenerering är:

- **Att identifiera alla möjliga lösningar**
- **Att undersöka konkurrenters och liknande produkter**
- **Att hela designteamet deltar**
- **Att sub-lösningar systematiskt kombineras**
- **Att alla kategorier av lösningar identifieras.**

S-kurvor beskriver utvecklingsprocessen. Utvecklingen går långsamt i början för att sedan öka tills att det tar slut, då är det dags att byta kurva. **Utvecklingen kan vara både radikal och inkrementell, vid radikal utveckling hoppar man stort och radikalt men vid inkrementell utveckling sker utvecklingen i många små steg**. Vid inkrementell utveckling kan förändringarna bara vara utseendemässiga och

egentligen är det samma produkt, vilket kan bli problematiskt om kunderna inser att det är samma produkt.

Produktutveckling sker bäst i en femstegsprocess

1. **Klargör problemet, förstå det och fokusera på de viktiga subproblemen**
2. **Sök externt, kolla på nyckelkunder, konkurrenter, experter, olika patent som finns och diverse litteratur och artiklar, tänk på att det inte finns några dumma idéer**
3. **Sök internt, både hos dig själv som individ och inom gruppen, se till att tänka utanför boxen**
4. **Undersök systematiskt genom klassifikationsträd och kombinationstabeller, lösningar kan hittas inom flera områden, man kan hitta flera lösningar.**
5. **Reflektera över lösningarna och processen, ge konstruktiv feedback**

Efter det första steget dyker subproblemen upp och dessa kan delas upp på många olika sätt. Efter det andra steget så har man koll på existerande koncept och efter det tredje har man hittat nya koncept. Dessa kombineras sedan till integrerade lösningar.

Funktionell upplösning består av tre delar, huvudfunktionen som förklarar huvudsyftet med produkten, subfunktioner och stödfunktioner som enbart ger trodd kvalitet d.v.s. kvaliteter som kunden tror är kvalitet men inte alls behöver vara det. Funktioner beskrivs med ett verb och ett substantiv. Vanliga problem som uppstår är att man inte hittar tillräckligt många koncept, det är för få människor involverade eller att man inte lägger full uppmärksamhet på kundernas behov.

Ger dessa metoder den slutgiltiga lösningen? Nej! Det är inte möjligt att garantera att metoderna ger den slutgiltiga lösningen, ofta behövs flera matriser eller träd för att hitta den bästa lösningen. Försök att kombinera de bästa lösningarna från de olika träden och matriserna.

Föreläsning 4

Att vara miljövänlig har gått från att hålla på med greenwashing och marknadsföring till att vara en av de huvudsakliga affärsområdena för de flesta företagen. Vi borde fokusera på att bli mer hållbara.

”Hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra möjligheten för framtida generationer att tillfredsställa deras behov”

Definitionen av hållbar utveckling är motsägelsefull eftersom vi inte kan förutse framtidens behov.

Suboptimering är optimering av delarna på bekostnad av helheten. T.ex. kan en förbättring av produktionen leda till att andra delar blir sämre och den totala miljöpåverkan ökar. Vi har en tendens att inte se hela livscykelperspektivet**. Allmäningens dilemma är värt att nämna här, det är när flera personer ska samarbeta men handlar ur ett självviskt perspektiv vilket är dåligt för det gemensamma perspektivet. Den relativa viktigheten för miljöproblem har skiftat med tiden, från att ha varit lokala till att bli regionala för att nu vara globala.**

Plast är ett bra material men måste användas på rätt sätt, det är viktigt att tänka på vad som används var. T.ex. är det viktigt att inte blanda olika sorters plast så att det är lätt att återvinna och att ta hand om plasten när produkten är färdiganvänd så att den inte skadar vår omgivning. Att återvinna är viktigt men det är ännu bättre att förlänga produkternas livstid.

Det finns fyra sorters planerat åldrande: tekniskt eller funktionellt åldrande, teknisk design, stil-åldrande och lagligt åldrande. Tekniskt eller funktionellt åldrande är när man bygger produkterna

svagare så att de går sönder snabbare, mindre tåliga produkter är i princip omöjliga att laga. Teknisk design betyder att produkterna artificiellt åldras genom att man får dem att framstå som gammalmodiga och utdaterade. Stil-åldrande är när man av modeskäl får produkterna att se äldre ut t.ex. slitna jeans. Lagligt åldrande är när man lobbar för nya lagliga krav och standarder som gör att kunderna måste köpa nya produkter för att fortsätta vara lagliga.

Det finns tre huvudsakliga områden som produkter kan påverka miljön på, genom att kräva resurser för konsumtion av energi, material, vatten och mark, genom att orsaka utsläpp till land, vatten och luft och genom att lämna avfall och restprodukter i form av giftigt och farligt avfall enligt miljölagar. Man kan säga att allt vi gör har en negativ påverkan på miljön på ett eller annat sätt.

Det finns olika typer av utsläpp, några exempel är diffusa produktionsutsläpp som t.ex. kan vara läckande valv från oljeraffinaderier, diffusa användningsutsläpp t.ex. avgaser från bilar eller diffusa avfallsprodukter som framförallt uppstår vid deponi.

Det miljömässiga utsläppstänket har ändrat fokus lite grann från att man fokuserade helt på fabriken till att man har börjat fokusera på produkterna, det största avtrycket (80+%) sker under användningsfasen

Är viktigt att fokusera på produktdesign eftersom det är i designstadiet som man kan göra störst inverkan på produktens miljöpåverkan. Produktens största miljöpåverkan sker i användningsfasen. Att sälja kostar mycket, därför är det viktigt att behålla kunderna så länge som möjligt. Utsläppen från användning av produkter och utsläpp som konsekvenser av t.ex. outsourcing ökar och ökar med tiden medan direkta utsläpp från industrierna faktiskt har minskat. Det är vårt sätt att tillfredsställa våra behov som är grunden till våra miljöproblem. T.ex. så köper vi mer än vi behöver.

Produkt-livscykelpåverkan består av fyra delar:

- **Antalet produkter – jordens växande befolkning kräver ett ökat antal produkter samtidigt som antalet produkter per capita har ökat**
- **Tiden en produkt används – generellt sett så har tiden en produkt används innan den slängs minskat, samtidigt som den allmänna aktiva användningstiden har minskat.**
- **Användningen av material och energi i produkter – det material och den tid som investeras i produkter är ofta bristfällig och för det mesta är det svårt att på ett effektivt sätt återinvestera i t.ex. återanvända, eller återtillverkade produkter eller i material och energi återsamling.**
- **Skapande av nya behov – ökad forskning och utveckling har lett till nya innovationer d.v.s. erbjudanden som stimulerar våra liv på nya sätt och skapar nya behov. Generellt sett har erbjudanden ofta lösts med nya produkter av ovan nämnda typen. Exempel på detta är elscootrar som t.ex. Voi**

Sammanfattningsvis så leder ökade resursinsatser inte till fler fördelar. Detta gäller till stor del vår konsumtion av produkter. Om vi får en ny produkt att använda så får vi mindre tid att använda de andra produkterna. Fördelen/värdet av en ytterligare leksak varierar beroende på om du redan har en eller 600 stycken. Målet är att kunna använda en produkt under en längre tid men konsumenter har begränsat med tid, för att lyckas måste man sikta på att vara unik.

All mänsklig aktivitet genererar en miljöpåverkan, detta inkluderar produkter då de är tillverkade och används av människor. Den miljömässiga påverkan av en produkt måste jämföras med förtjänsterna den genererar i relation till den miljömässiga påverkan. Generellt sett går det aldrig att säga att en produkt är miljövänligare än en annan, därför är det viktigt att aldrig använda ordet miljövänlig utan att relatera till en jämförbar produkt.

Eco-design är inte en specifik metod eller ett specifikt verktyg utan snarare ett sätt att bättre designa genom att analysera och syntetisera för att kunna minimera den miljömässiga påverkan genom produktens hela livscykel. Gör mer med mindre – mer resurseffektivt!

Vad kan uppnås genom eco-design?

- **Bättre funktionalitet**
- **Ökat kundvärde**
- **Kostnadsreduktioner**
- **Riskminimering**
- **Innovation**
- **Förbättrad image**
- **Motiverade anställda**
- **Produkter**
- **Minskad miljömässig påverkan**
- **Bättre lagkänsla**

Slide 40: förstår inte riktigt vad bilderna representerar

Ellen MacArthur, startade en fond för att sprida cirkulär ekonomi. Den cirkulära ekonomin är en generisk term för en industriell ekonomi som inte producerar något avfall eller några utsläpp genom design eller intention, och för vilka materialflöden är av två sorter: biologiska näringsämnen designade för att återinta biosfären på ett säkert sätt och tekniska näringsämnen som är designade för att cirkulera på hög kvalité i produktionssystemet utan att entra biosfärenså väl som att vara stärkande och återgenererande av design. Att skapa avfall är att misslyckas, det är bättre att bevara värden.

Nyckelelement för cirkulär ekonomi är:

- **Prioritera regenerativa resurser**
- **Använda avfall som en resurs**
- **Designa för framtiden**
- **Bevara och utvidga vad som redan har gjorts**
- **Samarbeta för att skapa delat värde**
- **Införliva digital teknik**
- **Priser eller andra återkopplingsmekanismer bör återspegla riktiga kostnader**

Det finns ramverk för cirkulär ekonomi bestående av fem element

1. **Systemets tänkande**
2. **Biomimetik**
3. **Industriell ekologi**
4. **Blå ekonomi**
5. **Biosfära regler**

Fjärilsdiagram visar hur saker och ting borde vara loopade. Man vill minska antalet loopar och hålla dem nära användaren. Man vill även minska mängden som går igenom looparna. Är rimligt både ur ekonomiskt och miljömässigt perspektiv. Viktigt att designa lösningar som passar in i den cirkulära ekonomin.

Det finns ett antal drivande krafter bakom de cirkulära affärsmodellerna:

- **Ökad lönsamhet!**
- **Demografiska förändringar**
- **Ökad konkurrens**
- **Förändrade kundkrav**
- **Nya teknologier så som internet of things och big data**
- **Servicifiering av kundernas behov**
- **Finansierings och försäkringsproblem**
- **Ökat fokus på sociala problem**
- **Högre priser på råmaterial**
- **Ökat fokus på miljöproblem**
- **Miljölagar**
- **EUs strategi för cirkulär ekonomi**

Hållbarhetsmålen är som ritningar för att uppnå en bättre och mer hållbar framtid för alla. De adresserar de globala utmaningar vi möter inklusive de som är relaterade till fattigdom, ojämnställdhet, klimatförändringar, miljöförstöring, fred och rättvisa. De 17 målen är sammankopplade och för att inte lämna någon efter är det viktigt att de uppnås innan 2030. Dock så är en del av målen i konflikt med varandra.

”Om du vill ha något nytt måste du sluta göra något gammalt.”

Det språk vi använder oss av har betydelse för hur vi tänker och agerar, t.ex. uppfattar vi saker olika beroende på om vi kallar dem begagnade eller antika. Det är viktigt att komma ihåg att en använd produkt är fortfarande en produkt. Det är viktigt att fundera på vad den totala livscykel kostnaden blir och den totala miljöpåverkan, viktigt att man har et livscykelperspektiv. Man bör använda produkter och inte konsumera dem. Vi ska fokusera på vad produkterna kan bidra med och inte om de är nya eller använda. Vi borde prata om resurser istället för avfall. Vi borde snacka om tillgänglighet av funktioner och fördelar inte om ägandeskap.

Med cirkulär ekonomi skiftar fokus från att sälja produkter till att tillfredsställa kunder och utnyttja erbjudandet så länge det är ekonomiskt hållbart för leverantören. D.v.s. det bästa är att vara med på marknaden utan att addera nya produkter.

Ovan är en aktör-system-karta som visar hur olika aktörer interagerar med varandra. En viktig fråga att ställa sig själv är hur vi kan hitta lösningar som passar all? Med nya system kan de som utför service bli de som säljer istället.

I äldre affärsmodeller förs mycket resurser in till leverantörerna och skickas sedan till kunderna/användarna för att sedan bli avfall. I den nya affärsmodellen förs så lite resurser in som möjligt och utbytet mellan leverantörer och användare blir större samtidigt som mängden avfall minimeras.

När man identifierar vilka intressenter som finns så är det viktigt att få med alla, har dina kunder egna kunder så är kanske dina kunders krav inte deras utan egentligen är det deras kunders krav.

Det kan vara en bra idé att rita intressent-kartor. Målet med intressentkartor är att skapa en visuell och tydlig bild över vilka intressenter som finns. Genom att göra en karta så hjälper det till att identifiera vilka intressenter som är relevanta och vilka krav de kan ha. Att rita en karta kan även hjälpa till med att identifiera icke-optimala avstånd mellan intressenter (att det är många intressenter mellan) och att hitta vilka länkar som inte är värdegivande.

Sammanfattningsvis:

- **Håll koll på ditt mindset**
- **Tänk på vilka koncept du använder**
- **Ökat fokus på funktioner och fördelar och inte på försäljningen av fysiska produkter som förändrar maktförhållanden.**
- **Inköp som idag ses som investeringar som t.ex. en bil eller ett kylskåp kan i framtiden allokeras och bli månadskostnader.**
- **Ökade möjligheter för fattiga och marginaliserade grupper som idag inte har råd med grundinvesteringen får ökade möjligheter att ta del av dessa funktioner och fördelar.**
- **Cirkulär ekonomi spås bidra till bättre liv och minskade samhällsklyftor samt en bättre miljö.**

Produkter kan delas upp i aktiva och passiva beroende på om de använder mer energi vid användning eller tillverkning.

Föreläsning 5

Återtillverkning definieras som: processen att återbygga en produkt under vilken: produkten rengörs, inspekteras och demonteras; defekta komponenter byts ut; och produkten återmonteras, testas och inspekteras igen för att försäkra att den möter eller överträffar standarden för nytillverkade produkter. När man pratar om återtillverkning pratar man ofta om ”cores” det är använda eller nedbrutna produkter eller komponenter som används för återtillverkning. Olika personer och sammanhang tenderar att använda olika begrepp för återtillverkning. **Exempel på produkter som återtillverkas är toner till skrivare, motorer, möbler, datorer och skrivare.**

I återtillverkningsprocessen finns det ett antal olika steg, dessa är inspektion, rengöring, förvaring, demontering, återmontering, testning och upparbetning. Vid inspektion identifieras felfunktioner och fel. Inspektionen baseras på en felrapport. Vid rengöring behöver man välja en rengöringsmetod, då är det viktigt att ha koll på vilka rengöringsmedel som produkten klarar av. Olika produkter har olika svårigheter vid rengöringen, svårigheterna beror på vilken typ av produkt och på användarnas beteende. Vid demontering läggs värdefulla delar eller komponenter i lagring medan trasiga delar eller komponenter skickas till materialåtervinning eller avfallshantering. Vid demonteringen använder man specialverktyg och följer demonteringsinstruktioner. I förvaringssteget förvaras produkter, delar och komponenter tills att de ska monteras igen. Detta registreras i en databas. Det är viktigt att komma ihåg att det kostar att lagra, därför vill man lagra lagom mycket. Vid upparbetning så upparbetas de material som behöver, det kan handla om att skära eller slipa metall eller att fylla på med nytt material t.ex. toner eller metall. Återmonteringen kan integreras med den vanliga tillverkningen. Här väljer man vad man vill ha för fästen och delar och komponenter anpassas. Man kan även uppgradera produktdelar och mjukvara**. I det sista**

testningssteget testas funktionalitet, säkerhet och kvalitet. I vilken ordning stegen utförs kan variera för olika företag och produkter.

Det finns flera fördelar med att återtillverka som leder till en ”win-win-win”-situation. De är dels ekonomiska, att man minimerar kostnader, möter kunders krav och att man säljer nya produkter s.k. PSS. Det finns även miljömässiga incitament så som lagliga och moraliska och etiska. Det finns till sist policy-fördelar, att man skyddar eftermarknaden och varumärket och samtidigt erbjuder ytterligare eftermarknadslösningar.

PSS = product service system bygger på att man säljer funktionen av en produkt istället för själva produkten. Det finns många namn på detta.

Det finns ett antal olika EU-direktiv.

- Integrerad produkt policy (IPP) – bygger på miljömässigt livscykeltänk
- RoHS – direktiv för restriktioner av användningen av särskilda farliga substanser i elektrisk och elektronisk utrustning.
- WEEE – direktiv för avfallshantering av elektrisk och elektronisk utrustning
- ELV – direktiv för end-of-life-fordon
- REACH – direktiv för registrering, utvärdering och tillstånd av kemikalier
- EuP – energianvändning i produkter

PSS agerar som en drivkraft för återtillverkning eftersom PSS minskar osäkerheten för när och hur många cores som kommer in till återtillverkning. PSS ger även möjligheten att övervaka skicket vilket ger användbar data för återtillverkning. Dessutom så främjar PSS att original tillverkarna återtillverkar genom mycket data och kunskap från återtillverkningen och ger god feedback till designteamet.

Återtillverkning är bra för miljön på flera sätt, dels genom att det ligger högt i triangeln för hur man hanterar avfall, dels genom att det minimerar antalet operationssteg som krävs och dels genom att det minskar den förkroppsligade energin. De flesta miljömässiga beräkningar visar att återtillverkning är fördelaktigt alternativ genom att tillverka nytt och andra sätt att hantera avfall. Återtillverkning lättar även på utarmningen av resurser. Det reducerar även global uppvärmnings potential och ökar chanserna att kunna sluta cykler för säker hantering av giftiga material.

De flesta företag hävdar att återtillverkning är ett prisvärt alternativ jämfört med nya produkter. En av de största ekonomiska utmaningarna är att hålla sig konkurrenskraftig och vinstdrivande men även att få tag på cores. Enligt många företag så är nyckeltillgångarna personalen, tillgång på cores och kunskap. Den största miljöfördelen enligt företagen är att man minimerar materialanvändningen men även att utsläpp och energianvändning minskar.

Föreläsning 6

När man väljer koncept är det viktigt att tänka på det som koncept-förfining istället för som ett urval. Man kan välja att jobba vidare med ett koncept men det kan även vara flera, det kan även vara en bra idé att utveckla varianter men samtidigt behålla originalet.

Det är viktigt att även ta delar av det man inte har valt för att förbättra eftersom man fortfarande genererar och utvecklar. Som människor har vi lätt att agera på tidigare erfarenheter även om omständigheterna har förändrats. Det vi söker i produktutveckling är genomtänkta beslut. Ibland kan saker som har varit omöjliga ha blivit möjliga.

Varför ska man använda sig av strukturerade metoder? För att få en kundbaserad produkt, för att bättre kunna koordinera genom processen, för att få en konkurrenskraftig design, för att reducera tiden det tar att introducera produkten på marknaden, för att kunna ta effektiva gruppbeslut, för att få bra dokumentation.

Det generella konceptvals processen består av 6 steg.

1. **Förbered en matris genom att kolla igenom vilka kriterier, referenskoncept och viktningar som är aktuella**
2. **Betygsätt koncepten, antingen med en -0+ skala eller en 1-5 skala, jämför sen med referens koncepten eller värden.**
3. **Ranka koncepten, summera de viktade poängen.**
4. **Kombinera och förbättra, ta bort de dåliga funktionerna och kombinera med bra kvaliteter.**
5. **Välj det bästa konceptet, det kan vara mer än ett men akta för medelmåttiga koncept.**
6. **Reflektera över processen, vi vill hela tiden bli bättre.**

Målet med konceptval är inte att välja det bästa konceptet utan att utveckla det bästa konceptet, därför är det viktigt att komma ihåg att kombinera och förfina koncepten för att kunna utveckla ännu bättre. Håll uppsikt på det medelmåttiga konceptet. Utför valen för varje kundgrupp och jämför resultaten. Kolla på känsligheten på viktningen och betygen. Observera funktioner som kan appliceras på andra koncept.

Föreläsning 7

Det finns ett antal drivande krafter för hållbar tillverkning

- **Förbättrad långsiktig konkurrenskraftighet**
- **Minskade kostnader**
- **Förbättrad miljömässig bild av företaget och produkten**
- **Möter nya marknads- och kundkrav**
- **Följer miljömässiga regleringar och standarder**

Föreläsning 8

Det finns två sätt att definiera tillverkningsprocesser, antingen som en teknisk process där alla behandlingar av materialet tas med, eller som en ekonomisk process där tillverkningsprocessen ses som ett sätt att tillföra värde. Tillverkningsprocessen kan delas upp i många delar utifrån hur man tillverkar och vad processen gör.

Det finns många sorters plaster, de vanligaste är så kallade termoplaster. Dessa kan omformas flera gånger. Det finns även flera sätt att tillverka med plast, några av dessa är; formsprutning, extrudering, formblåsning, filmblåsning, vakuumformning och rotationsgjutning.

Det finns riktlinjer för hur man kan förbättra tillverkningsprocesser i enlighet med eco-design.

- **Överväg alternativa tillverkningstekniker**
- **Använd färre produktionssteg genom att t.ex. kombinera flera funktioner i samma steg eller genom att använda material som inte kräver ytbehandling.**
- **Använd mindre/renare energianvändning**

- **Välj processer som genererar mindre produktionsavfall**
- **Utnyttja god arbetsmiljö vid tillverkning genom att göra brodukten enkel att montera, designa så att det är lätt att svetsa, minska behovet av grinding i svetsade produkter, välj rätt nivå av tolerans för att förenkla tillverkningen**
- **Välj processer som bidrar till lägre utsläpp genom att undvika svartlistade material, använd så få kemikalier som möjligt, använd kemikalier med lång livstid som därmed inte behöver bytas ut så ofta, reducera personalens kontakt med kemikalierna, använd lösningsfri färg om möjligt, reducera behovet av städning under tillverkning**
- **Undvik miljömässigt dålig ytbehandling.**

Det finns många sätt att designa på, man kan designa för montering, tillverkning, miljö, service o.s.v. Det finns några principer som gäller för all design-metoder.

- Detaljerade design-beslut kan ha avgörande påverkan på produktens kvalité och kostnad.
- Utvecklingsteam möter många och ofta motsättande mål
- Det är viktigt att ha mått som man kan jämföra alternativa designer med.
- En väldefinierad metod stöttar beslutsprocessen.
- Dramatiska förbättringar kräver ofta stora kreativa ansträngningar tidigt i processen.

Processen för att designa för tillverkning består av fem steg enligt Ulrich & Eppinger.

1. **Uppskatta tillverkningskostnaden.**
2. **Reducera kostnaden för komponenterna**
3. **Reducera kostnaden för att montera**
4. **Reducera kostnaden för stöttande funktioner**
5. **Överväg betydelsen DFM-besluten har på andra faktorer**

För att reducera kostnaderna för komponenterna är det viktigt att förstå vilka begränsningar och kostnadsdrivare som processen har. Man bör även omdesigna komponenterna för att eliminera steg i processen. Man bör även välja en passande ekonomisk skala för delprocessen. Ett annat sätt att minska kostnaderna är att standardisera komponenter och processer. Man kan även välja att följa ”svarta lådan”-komponent anskaffning.

För att reducera kostnaden för montering kan man räkna poäng för att se hur effektiv monteringen är, man kan integrera delar, man kan maximera enkelheten att montera. Man kan även överväga att låta kunderna montera själva. När man reducerar kostnaden av stöttande funktioner är det bra att minimera systematisk komplexitet och att minska möjligheterna att kunna göra fel.

Vid övervägande av betydelsen på andra faktorer så är faktorer som utvecklingstid, utvecklingskostnad, produktkvalitet och externa faktorer relevanta att ha i åtanke.

Enligt EUREKA består DFM av fyra nivåer.

1. **Företagsnivå – interaktion mellan företagets produkter**
2. **Familjenivå – interaktion inom produktfamiljen**
3. **Strukturell nivå – förhållanden mellan komponenter**
4. **Komponentnivå – design av komponenter**

Modularisering. Det finns flera fördelar med att modularisera, man får mängdfördelar i tillverkningen och anpassning kan utföras senare i produktutvecklingsprocessen, man kan förkorta

ledtider, förbättra produktkvalitet, arbetet blir mer organiserat, man får minskad orderbaserat designarbete, kontinuerliga produktförbättringar, man får en överlämningseffekt och man får kortare utvecklingstider. Nackdelarna är att man får ökade transportkostnader och extra arbete i monteringen.

Att designa för montering är en del av att montera för tillverkning och kan ses som steget att minimera kostnaden för montering.

När man designar för montering kan man antingen designa för manuell montering eller för automatisk montering. **Designar man för manuell montering är några möjliga åtgärder att:**

- **Reducera antalet delar**
- **Eliminera behovet av justering**
- **Gör delarna själv-guidande och säkrade.**
- **Tillhandahålla tillgång och synlighet under isättning**
- **Tillhandahålla bulkhantering**
- **Minimera behovet av att reorientera**
- **Eliminera möjliga sätt att montera fel på**
- **Maximera antingen komponentsymmetri eller komponentasymmetri**
- **Minimera vikten av tolerans på komponenterna**

Designar man för automatisk montering finns där två delar att optimera, hur delarna hanteras och hur de sätts ihop. Vid hantering är det viktigt att ha koll på hur de separeras, matas, orienteras och transporteras. Vid insättning vill man att där inte ska behövas någon reorientering eller att delarna behöver hållas fast. Det kan vara bra att sätta dit spår eller liknande och att ha ett stabilt basobjekt. Det är även eftertraktat att monteringen sker från ett håll med liten kraft.

Ideala egenskaper för montering är:

- **Delen sätts ifrån ovansidan**
- **Delen passar in sig själv**
- **Delen behöver inte reorienteras**
- **Delen kräver bara en hand för att monteras**
- **Det behövs inga verktyg för att montera**
- **Delen monteras i en enda linjär rörelse**
- **Delen fästs direkt den sätts i**

För att mäta hur effektivt en del monteras och ett systematiskt sätt att designa på är genom att använda Boothroyd & Dewhurst metod. Metoden innehåller två viktiga steg för varje del av monteringen. Ett beslut huruvida en del kan elimineras eller kombineras med andra i monteringen samt en uppskattning av hur lång tid det tar att greppa, manipulera och sätta i delen. Tekniken baseras på att samla in data från två tabeller som uppskattar tiden det tar att hantera och sätta in varje del av produkten eller av monteringen.

Det finns sex steg för att analysera produkter vid manuell montering.

1. Ta fram den bästa informationen om produkten/monteringen. Ritningar, 3D-skisser, en existerande version av produkten eller en prototyp
2. Ge varje del ett identifierings nummer
3. Skaffa ett tomt DFA-blad

4. Börja återmontera produkten. Börja med att montera delen med högst id-nummer till stommen och montera sedan de återstående delarna en och en. Fyll i bladet rad för rad under tiden som delarna återmonteras.
5. Uppskatta den totala monteringstiden och kostnaden, uppskatta ven det teoretiska minimala antalet delar
6. Räkna ut designeffektiviteten genom att multiplicera antalet delar med tre och dividera på den totala tiden.

Det finns 11 regler för att designa för tillverkning

1. Undvik dubbelböjda ytor så mycket som möjligt
2. Undvik komponenter med Z-profiler
3. Montera ohärdade delar en yta i taget
4. Reducera vikt genom att låta lamineringar smalna av
5. Sätt toleranser med så stor marginal som möjligt
6. Försäkra att det finns tillgänglighet för att montera
7. Se till att det finns tillräckligt med tillgänglighet för icke-förstörande tester
8. Se till att det finns en tydlig riktning att ta ut ur en form och att det är en bra vinkel
9. Undvik geometrier som omringar formen
10. Montera komponenter på den sidan av komponenten som har varit mot formen
11. Utför icke-förstörande tester på sidan som har varit mot formen

Föreläsning 9

Hur miljöeffektsanalys är jämfört med existerande teorier: när EEA utvecklades tittade man på existerande teorier och frågade sig hur borde en metod se ut? Integration gör en metod framgångsrik, man bör använda sig av personer med olika yrken. Den ska vara lätt att använda i tidiga stadier när det är billigt att ändra. Det funkar inte om man bara fokuserar på den miljömässiga biten utan man måste marknadsföra också.

Det är komplicerat och man behöver mycket data, man bygger data medan man jobbar alltså ökar den för varje varv. Metoden ska vara enkel så att man kan använda den flera gånger.

Vad är EEA? Målet med EEA är att identifiera och utvärdera de betydelsefulla miljöpåverkan av en produkt i de tidiga stegen av utvecklingen för en produkt för att kunna utvärdera alternativa material och processer så tidigt som möjligt. Genom att göra det kan den negativa påverkan av produktens hela livscykel kan förhindras eller begränsas på ett enkelt och kostnadseffektivt sätt. Hotspots = vad ska jag fokusera på och i vilken ordning?

Metoden består av ett antal steg:

- **Förberedelse – mål och omfattning definieras (liknar en LCA, vad är produkten?), ett team skapas (ett optimalt team består av 7 +- 2 personer, det bör finnas en koordinator med mer kunskap och en projektledare för att hålla effektivitet. Teamet bör bestå av koordinator, projektledare, inköpare, konstruktör, någon med kunskap om produktionen, någon från marknadsföring, en servicetekniker och en end-of-life-expert.) och miljökrav relaterade till produkten identifieras (absoluta krav kan vara lagar, man behöver även ha koll på framtiden och kommande lagar, interna krav kan vara krav som företagets styrelse har satt).**

- **Inventering – produktens livscykel identifieras, ett flödesschema för materialen är bra**
- **Analys – inventeringen bedöms och förslag på handlingar läggs fram**
- **Implementering – handlingarna implementeras**
- **Uppföljning – de implementerade handlingarna följs upp**

Analysen kan göras genom SIO-metoden, den fungerar genom att tre kriterier ges ett betyg 1-3, kriterierna är styrande dokument, offentlig bild och miljömässiga konsekvenser. Betygen läggs sedan ihop till ett EPN-nummer, EPN står för environmental priority number. Styrande dokumenten utgår först och främst från externa lagliga krav, de kan även inkludera interna krav från företagets miljöpolicy. En etta betyder att det inte finns några krav, en tvåa betyder att det kommer snart att komma krav, en trea betyder att det finns krav och att dessa bryts. Offentlig bild är viktigt eftersom företagets rykte lätt kan skadas om man inte tar hänsyn. En etta betyder att där inte är någon negativ påverkan på företagets miljörykte, en två betyder att det inte finns någon direkt negativ påverkan men att det kan finnas som påverkar indirekt, en trea betyder att där är allvarligt negativa effekter på allmänheten av miljöryktet hos företaget. De miljömässiga konsekvenserna beror på hur teamet sätter dem. En etta betyder att det inte finns någon negativ påverkan enligt teamet, en tvåa betyder att negativa konsekvenser är kortsiktiga och att sannolikheten för återhämtning är hög, en trea betyder att de negativa konsekvenserna kan orsaka långsiktig eller permanent skada på miljön.

Förbättringspotentialen beror på ett antal olika faktorer, några av dessa är tillgänglig teknik, kostnad och tid. Ett F på 1p betyder att det inte finns någon förbättringspotential, 2-3p betyder att förbättringspotentialen är liten, 4-6p betyder att det finns viss förbättringspotential, 7-8p betyder att det finns stor förbättringspotential och 9p betyder att det finns väldigt stora förbättringspotentialer.

Man vill ha stora förbättringsmöjligheter.

Man ska fokusera på de punkter som bryter mot lagar och försöka att förstå hur de olika punkterna är kopplade till varandra.

EEA karakteriseras av följande punkter

- **Det är en systematisk undersökning av ett produktsystems miljöpåverkan, från framtagning av råmaterial till sluthantering.**
- **Det är baserat på miljömässiga krav.**
- **Nivån av detaljerna och tidsramarna för EEAn kan varierasberoende på valda definitioner av mål och systemgränser, d.v.s. det är en flexibel metod.**
- **Det är en kvalitativ metod**
- **Antaganden och källor för data redovisas på ett transparent och förståeligt sätt**
- **Den är tänkt för intern användning och särskilt för produktutveckling**
- **Det är inte möjligt att jämföra två olika tekniska funktioner med varandra**
- **Det kan vara en del av ett miljöledsystem enligt ISO 14 001**