

Artikel 5:

Upcycling – från hobby till teknisk hållbarhet

Begreppet *upcycling* föddes i mitten av 90-talet, som en reaktion på det slit-och-släng-tänkande - *downcycling* - som sedan länge präglade såväl den privata konsumtionen som industrin.

Filosofin bakom slit-och-släng (jo, en sådan fanns det faktiskt) var att det vi gör, på grund av den allt snabbare tekniska utvecklingen och nya moden, snart skall ersättas med något bättre. Därför är det inte lönsamt att göra det vi gör särskilt hållbart.

”Slit och släng” var, alltså, det begrepp som användes för *downcycling* i populärkulturen. Begreppet låg till och med på Svensktoppen 1966:

Slit och släng din bästa Cadillac
slit och släng din fina båt
Slit och släng din toppen Bongalow
det skrattar jag blott åt
Om du tycker du är skön när du förstör varenda peng
Så får det bli din egen business: fortsatt slit och släng.

Men, mycket av det som slängdes bestod av material som det var brist på. Dessutom hamnade skadliga ämnen i det ekologiska kretsloppet. Entusiasmen över soptippar och att sänka utstrangerade fartyg till havs (deponering) satte sig i halsen under 1970-talet.

Därför skapades tanken på att ersätta *downcycling* med *recycling* (återvinning). Recycling uppvärderades som råvarukälla och blev snabbt politiskt korrekt. Vi skulle känna oss stolta när vi recylade på återvinningsstationen och skämmas när vi *downcylade* vid soptunnan. Och, det har väl i någon mån lyckats.

Recycling är alltså hållbarare än *downcycling*, men är det *tillräckligt* hållbart? Kanske inte. Recycling kräver mycket arbete som i sig belastar både miljön och ekonomin. Dessutom är recycling obekvämt.

Därför efterfrågades en ännu mer hållbar filosofi. Svaret blev alltså *upcycling*. Upcycling innebär att saker konstrueras med hög kvalitet och på ett sådant sätt att de kan användas, om och om igen i takt med att utvecklingen går vidare.

Exemplen när det gäller privat konsumtion var i början blygsamma:

- Trälådor gjordes om till möbler.
- Korgar kläddes på insidan med plast och blev blomkrukor.
- Metallsrot gjordes om till konst.
- Etcetera.

Kreativiteten var det inget fel på. Idén uppskattades av, inte minst, bohemer, hippies och skrothandlare.



Kul kanske, men knappast något som räddar världen.

Upcycling skulle dock få en helt annan höjd när begreppet upphöjdes till filosofi inom näringslivet. Här börjar vår berättelse...

På 90-talet skaffade sig nästan alla en persondator. Datorn erbjuder enorma utvecklingsmöjligheter tack vare att den kan, just, upcycclas. Det sker varje gång vi laddar ner en ny och bättre programvara. Därigenom kan en några år gammal dator mer än när den var ny.

I januari 2007 kom den uppkopplade mobiltelefonen (smart mobil) som bygger på samma upcyclingprincip. Genom nedladdning av förbättrade eller helt nya appar - appcycling (!) - blir den smarta mobilen allt bättre. Om bara batterierna kunde upcycclas blir det onödigt att byta mobiltelefon.

2003 grundades Tesla. Bilen är mest känd som den bästa elbilen hittills. Men, den är även värd att uppmärksammas för sin upcycling-filosofi. En Tesla skall steg för steg bli allt mer förarlös. Det ställer krav på ständigt nya och allt mer avancerade programvaror. De, i sin tur, laddas ner till bilen i takt med att de utvecklas och

godkänns av myndigheterna. Genom att ersätta traditionella analoga knappar med en touchscreen kan även instrumenteringen, liksom den på en mobil, upcyclas. Teslan blir på samma sätt som datorn och den smarta mobilen därmed bättre ju äldre den är.



Digitaliseringen gör med andra ord upcycling relevant i förhållande till vår strävan efter en hållbar utveckling.

Med Teslan som exempel har vi därmed kommit fram till följande tekniska filosofi:

- Teknik som inte utvecklas (chassi, kaross, inredning...) utformas med hög kvalitet så att den kan *reusas* (återanvändas) under lång tid.
- Teknik som inte är hållbar (batterierna, däcken) utformas så att de kan *recyclas* (återvinnas).
- Teknik som är utvecklingsbar (programvaran och kanske batterierna) utformas så att de kan *upcyclas*.

Ännu ett exempel på upcycling hittar vi hos industriroboten. Den analoga delen av industriroboten håller i decennier och kan användas för en mängd syften, varav många kanske inte ens var påtänkta när roboten byggdes. Genom att byta verktyg och utveckla programvaran kan roboten göras ständigt mer avancerad, dvs upcyclas.

Industriell upcycling, blir ännu mer avancerad när den kombineras med Smart Maintenance (se artikel 6). Det görs på följande sätt:

- En applikation (maskin, anläggning) *modulariseras*. Många små moduler är bättre få stora. Därigenom kan fel och brister härledas till en väl avgränsad del av applikationen. Det som skall bytas ut minimeras.
- Varje modul utrustas med *sensorer* som mäter modulens funktionalitet.

- Data från sensorerna samlas i *big data*, analyseras av *algoritmer* och kan via neurala modeller användas för prediktion av haverier, för felorsaksanalys och ett lärande samt för prioriteringar avseende de åtgärder som skall vidtas.
- Lärandet läggs till grund för utveckling. Nya moduler blir inte bara bättre i sig själva utan gör hela applikationen bättre. Nivån höjs i takt med att upcyclingen fortsätter och kan ofta fortsätta i decennier.

Som alltid får ny teknik konsekvenser för hur vi kompetensförsörjer och organiserar oss. Det gäller förstås även upcycling.

Organisatoriskt skall återkopplingen från de fel som predikterats och från de felorsaker som identifierats leda till utvecklade arbetssätt. FoU, konstruktion, inköp, produktion, HR, ekonomi och externa leverantörer måste ta till sig de nya kunskaperna när de uppstår så att allt mer blir rätt från början. Det ställer krav på en relation mellan dessa funktioner och Smart Maintenance, något som ofta saknas idag. (Se artikel 8)

Kompetensmässigt måste Smart Maintenance komplettera sitt analoga kunnande med avancerade kunskaper om digital teknik samt färdigheter avseende förändringsledarskap (soft skills). Att leda traditionellt underhåll är att leda en avdelning. Att leda upcycling är att leda en företeelse. (Se artiklarna 9, 10 och 11)

Att införa upcycling är att göra verkstad av arbetet med en hållbar utveckling.

Praktikfall: GKN Aerospace

Med hjälp av upcycling har GKN Aerospace (GKN) ökat maskinernas livslängd från omkring 25 till 40 år - eller ännu längre. Ledningen har förstås varit lätt att övertyga. Ingenjörerna har ökat sitt tekniska kunnande och är positiva. Samtidigt har GKN "gjort verkstad av snacket" om en hållbar utveckling. Den enda nackdelen är väl att maskinleverantörerna inte får sälja riktigt så många nya maskiner, som de skulle vilja...

GKN är för många mer känt som Volvo Aero och dessförinnan Volvo Flygmotor. Företaget grundades av Nohab 1930 och ligger på stranden till Göta Älv i den klassiska teknikstaden Trollhättan. Siten i Trollhättan har 2200 medarbetare.

2012 köptes Volvo Aero av den internationella flyg- och rymdkoncernen GKN Aerospace och bytte därmed namn. GKN, och här citerar jag företagets hemsida,

tillverkar motorkomponenter, flygplansstrukturer, kabinfönster, kablage och mycket mer till många av världens flygplan. Företagen i Aerospace-divisionen som arbetar med delar till flygmotorer bildar tillsammans Engine Systems. Vid anläggningen i Trollhättan utvecklar och tillverkar GKN avancerade delar till motorer för flygplan och rymdraketer. GKN arbetar även med motorunderhåll.

Det är lätt att förstå att en sådan verksamhet ställer - enorma - krav på precision, kvalitet, säkerhet och utveckling. Tillverkningen handlar praktiskt taget aldrig om massproduktion. Det som görs, görs med låg frekvens i små volymer, där man använder robotar som byter verktyg på maskinerna för att klara så många olika arbetsuppgifter som möjligt.

I juni 2019 träffar jag Lars Uddén (underhållschef) och Martin Ericson (områdeschef i produktionen) som sedan ett antal år tillbaka arbetar med upcycling.



Vi börjar med en promenad i fabriken för att studera de upcyclade maskinerna.

Den första är en Deckel Maho 200.



Maskinen är en fleroperationsmaskin för olika komponenter till flygplansmotorer. Komponenterna är stora och runda (någon meter i diameter eller större).

- Det här en fantastiskt fin upcycling, säger Martin. Vi har en befintlig maskin. På den har vi gjort en ad on-lösning. Vi har i princip inte rört den ursprungliga maskinen. Vi har ökat maskinens kapacitet och förmåga genom att koppla ihop flera system.

En robot ökar maskinens kapacitet högst väsentligt genom att byta verktyg. Istället för att alltid kräva en operatör, fungerar maskinen nu "24-7", i hög grad utan operatör.

- I arbetet med att förverkliga en smart, obemannad, produktion har verktygshanteringen varit begränsningen för att låta maskinen arbeta även när vi själva inte är där, säger Lars. Genom att addera verktygsväxlaren, roboten, till den ursprungliga maskinen, har vi ökat fabriken autonomi.

Vanligtvis är fabriken bemannad till klockan 24. För någon vecka sedan gick operatören hem klockan 18 och kom tillbaka 12 timmar senare. Då hade maskinen varit igång hela den tiden.

- Det är rekordet för denna maskin, berättar Martin.

Jag frågar om det räcker.

- Behovet är egentligen sex timmars autonomi, men möjligheten att kunna stretcha detta ytterligare är givetvis en fördel, säger Martin.

Jag frågar om de har någon långsiktig vision avseende hur länge maskinen och fabriken skall kunna fungera autonomt.

- Sex till tolv timmar är bra men vi har behov av att ständigt bli bättre. Hur många timmars autonomi, som är möjligt, är beroende på förutsättningarna för de olika produkterna och hur avancerat det är att öka autonomi.

GKN:s Deckel Maho 200 är från 2001. Teknikutvecklingen är snabb och omfattande. Med fortsatt upcycling kan den, trots det, leva i ytterligare tio år räknat från 2019. Utan upcycling hade GKN tvingats byta ut maskinen redan nu. Upcycling förlänger alltså livslängden med åtminstone 50 procent. Och, arbetet är inte klart;

- Vi skall upcykla den ytterligare sommaren 2020, berättar Martin.

Därefter går vi vidare till en AC28. Detta är en svarv med fräskapacitet. Den är också från början av 2000-talet.

- Vi har trimmat upp den och, så att säga, satt på ett "turboaggregat" på systemet, säger Lars.

Dörries 13 är en svarv med fräsfunktion.



Denna har genomgått en komplett upcycling.

- Den har blivit väsentligt vassare, berättar Martin Ericsson. På 24 timmar kan den med hjälp av en robot växla verktyg 150 gånger. Varje gång detta skedde, före upcyclingen, skulle maskinen stannas. Kylvattnet skulle rinna undan. Operatören skulle öppna dörren och gå in och byta verktyget och gå ut och stänga dörren. Detta går numera väsentligt fortare än tidigare. Roboten gör numera allt. Operatörens inblandning har minskat ytterligare, genom att maskinen automatiskt mäter hur väl svarvningen och fräsningen lyckats, med hjälp av en så kallad detaljprob. Det har gjort systemet mera robust. Maskinen kan därigenom själv kompensera för de brister som den upptäcker utan att stanna. Dessutom kan maskinen själv besluta att en operatör skall tillkallas om det skulle bli nödvändigt.

Lars och Martin pekar på ytterligare tre Dörries-maskiner som, i tur och ordning, skall upcyclas. Någon av dem - en svarv med fräskapacitet - är från början av 1990-talet och skall tack vare upcyclingen fungera i 15 år till. Och, det är inte uteslutet att den då kan upcyclas så att den fungerar i ytterligare 15 år...

Vi tittar in genom maskinens fönster. Martin förklarar:

- Det som händer just nu är att maskinen går in och mäter ett antal spår för att se hur mycket det förra skäret tog. Sedan talar styrsystemet om för nästa verktyg hur mycket maskinen skall kompensera. Det kan handla om en tiondels millimeter. Maskinen växlar automatiskt ut ett verktyg och växlar in ett annat, med hjälp av roboten. Det kan den göra klockan två på natten utan att någon är här.

och tillägger,

- Visst är det vackert.

Men, maskinen löser inte alla problem.

- Då kommer det en larmsignal till operatören som får gå dit och titta. Det kan vara så enkelt att det är en vattendroppe som stör.

Detta innebär att en operatör kan sköta flera maskiner samtidigt, istället för som tidigare, tvingas fokusera på bara en.

Maskinens precision har ökat från 15 hundradelar till fem. Det ger förstås en högre produktkvalitet. Allt går dessutom snabbare.

- Notera att detta inte bara handlar om underhåll, säger Lars. Det är ett tekniksprång, vi utnyttjar den absolut senaste tekniken. Det är inte ens säkert att vi alltid kan få den senaste tekniken när vi köper en ny maskin.

Den upcyclade maskinen innebär att robot och människa på ett avsevärt bättre sätt än tidigare kan samarbeta utan att maskinen måste stannas.

- Upcyclingen syftar inte bara till teknisk och ekonomisk livslängd. Den skall även bidra till en allt bättre arbetsmiljö, säger Lars. Allt sker ju automatiskt.

Från SVT:s Antikrundan (notera författarens vanvördiga association) har vi lärt oss att allt blir mer begripligt om man sätter pengar på det. Vad kostar en Dörries?

- 30 msek.

Att skjuta på en sådan investering i 10 till 15 år är naturligtvis lockande. Inte minst med tanke på att GKN har ett tiotal Dörriesmaskiner från 90-talet.

Och, det finns fler fördelar än de minskade utgifterna för nyinvesteringen. Genom att behålla en gammal maskin så behärskar både operatörer och underhållspersonal maskinen. Den inskolning som krävs om man köpt en helt ny maskin, kan, om inte elimineras så, reduceras väsentligt.

- En annan aspekt, säger Lars, som man kanske inte tänker på, är att maskinerna är placerade på fundament som är nedsänkta i golvet. Om vi hade köpt en helt ny maskin hade vi blivit tvungna att ersätta det gamla fundamentet med ett nytt. Det handlar om flera miljoner, som man kanske inte ens tänker på. Dessutom kan vi återanvända verktyg, fixturer... Det finns en stor ekonomisk fördel vid sidan av själva maskinen, som det är lätt att underskatta när man gör kalkylen.

När vi kommer fram till nästa Dörries - Dörries 6 - så ser den helt ny ut. Jag frågar om den inte är det.

- Nej, den är upcyclad, säger Martin. Den har sett ut som den där (han pekar på en ännu inte upcyclad Dörries med ett slitet utseende), men nu ser den alltså ut så här...

Vi går vidare. Martin och Lars redogör för den fortsatta tidplanen.

- Vi har erfarenheter från ett Morandoprojekt från åren runt 2005. Den första upcyclingen tog ett år. Den åttonde maskinen upcyclades på under fyra månader.

Erfarenhet ger, förstås, en ännu större utväxling på upcyclingen.

- Här har vi den så kallade Carnaghi-gatan, säger Martin när vi promenerar vidare. På bildskärmarna ser du ett system som övervakar fem Carnaghi AZ20. Som du ser rullar tre maskiner, en varmkörs och på en genomförs just nu underhåll. Det är också en del av upcyclingprojektet. Informationen på bildskärmarna är förberedd för att överföras till en app så att operatören slipper gå hit för att se hur maskinerna går.

Finns det några nackdelar med upcycling?

- Akilleshälen är att du blir av med maskinen under den tid som det tar när den upcyclas, säger Lars. Det kräver en noggrann planering, men är ändå inte alltid möjligt. När du köper en helt ny maskin så är ledtiden kortare, och du kan ju använda den gamla medan den nya installeras. Fast ett sådant förfarande innebär ju andra problem. Den nya maskinen hamnar kanske inte där den borde hamna ur ett fabrikslogistiskt perspektiv eftersom den gamla maskinen upptar den platsen.

Det kan finnas fler problem med upcycling.

- Du måste ofta montera ner maskinen för att se hur den skall upcyclas.

Jag frågar om upcycling numera är att betrakta som en permanent, allmänt vedertagen strategi.

- Vi har en historia bakåt. 2005 renoverade vi åtta Morandomaskiner som var från 1982. De rullar än idag och kommer att rulla några år till. Därefter har vi spridit filosofin till allt fler maskiner. Strategin är nu att upcycling skall tillämpas när det går. Men, det går inte över allt. Givetvis måste GKN köpa in nya maskiner också.

Det handlar givetvis om pengar.

- Tumregeln är, säger Lars Uddén, att upcycling börjar bli intressant när en eventuell nyinvestering börjar bli större än, kanske, 15 MSEK.

Upcycling fungerar alltså inte alltid. GKN arbetar med ett case-by-case-förfarande.

- Men, många maskiner har i princip en oändlig livslängd om de upcyclas. Fundamenten och mekaniken i maskinerna är så bra att detta är möjligt, berättar Martin och Lars.

Jag frågar hur viktigt det är att maskinerna redan från början har gjorts för att möjliggöra upcycling.

- Det är A och O, säger Martin. Maskinerna är moduluppbyggda med ett stativ och en tvärbalk, ett styrsystem och så vidare... Vi kan byta i princip vilken del som helst. Fundamenten går inte sönder och kan ju behållas.

Eftersom GKN är en del av rymd- och flygbranschen associerar jag till en YouTube-video om de amerikanska B52:orna som jag sett kvällen innan. De har funnits sedan 1955 och skall genom en omfattande och ständigt pågående upcycling fungera fram till 2050, alltså en livslängd på nära 100 år (!).

Hur gamla kan maskiner bli med upcycling?

- Det beror på hur koncepten ser ut. Några maskiner kan i princip gå för alltid.

Hjälper leverantörerna till?

- Vissa nya komponenter, ibland mindre än fem procent, köps från ursprungsleverantören. Men, väldigt många specialbeställs från svenska mekaniska verkstäder, berättar Lars

Är nya maskiner lättare att upcycla?

- Gamla maskiner är ibland, faktiskt, lättare att upcycla än nya, tack vare att de gamla är modulariserade. De nya är inte alltid gjorda för upcycling.

Är leverantörerna intresserade av att underlätta upcycling eller ser de upcycling som ett hot? Vill de ha en dialog? De får ju inte sälja lika många maskiner...

- Jag har en sådan diskussion, just nu, med en stor leverantör, säger Lars, och de är inte intresserade av att underlätta upcycling. Det ser förstås en del av nyförsäljningen som hotad. Men, leverantörerna ser ju att vi upcyclar ändå, så de har lite bryderier...

På vägen ut till vaken och parkeringsplatsen säger Lars Uddén:

- Givetvis gör upcycling det intressantare att jobba här. Vi lär oss väldigt mycket teknik. Upcycling utvecklar både maskinerna och oss som arbetar här.

Tänk vad de gamla bohemernas tankar kommit till användning!