

# Hur påverkas arbetsmiljön vid kretsloppsanpassning av produkter?

Tre fallstudier

Bengt Christensson, Ann-Beth Antonsson, Klas Ancker, Eliana Alvarez  
B1644  
Stockholm, Augusti 2005

<b>Organisation</b> IVL Svenska Miljöinstitutet AB	<b>Rapportsammanfattning</b>
<b>Adress</b> Box 21060 100 31 Stockholm	<b>Projekttitel</b>
<b>Telefonnr</b> 08-598 563 00	<b>Anslagsgivare för projektet</b>  AFA
<b>Rapportförfattare</b> Bengt Christensson Ann-Beth Antonsson Klas Ancker och Eliana Alvarez	
<b>Rapporttitel och undertitel</b> Hur påverkas arbetsmiljön vid kretsloppsanpassning av produkter? Tre fallstudier How is work environment affected by development of products for recycling? 3 case studies	
<b>Sammanfattning</b> Kretsloppet innefattar kretsloppsanpassning av produkter och processer. Tre fallstudier har genomförts för att undersöka hur arbetsmiljön påverkas av företagens kretsloppsanpassning av produkter, 1) kyl- och frysskåp där bl a köldmedierna har bytts ut 2) basstationer för mobiltelefoni där 2G och 3G jämförts samt 3) husbyggnation, där många miljöfarliga material har fasats ut. De tre fallstudierna visar att det finns gemensamma drag i effekterna av kretsloppsanpassning av produkter. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utfasning av kemikalier medför att även arbetsmiljön blir bättre även om det undantagsvis kan uppstå nya problem som ökad risk för brand och explosioner med ersättningskemikalierna (kyl- och frysskåp).</li> <li>✓ Minskat spill är positivt för arbetsmiljön. Omhändertagande av källsorterat avfall och uttjänta produkter kan dock innebära arbetsmiljörisker.</li> <li>✓ I produktutvecklingen tas sällan hänsyn till arbetsmiljön vid omhändertagande och återvinning av kasserade produkter.</li> <li>✓ Nya arbetsuppgifter skapas för kretsloppsanpassning av produkterna. Arbetena inom tillverkningsföretagen är betydligt bättre än inom återvinningsföretag.</li> </ul> Vid kretsloppsanpassning av produkter är det viktigt att bl a; <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planera för att återvinningen av produkterna ska bli så bra som möjligt ur arbetsmiljösynpunkt. Här finns de största arbetsmiljövinster att hämta. I detta ingår att göra produkterna enkelt demonterbara och välja material som inte skapar arbetsmiljöproblem vid demontering.</li> </ul> Säkerställa att det finns resurser för att skapa en bra arbetsmiljö också inom återvinningsindustrin.	
<b>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren</b> Kretslopp, arbetsmiljö, produktutveckling, livscykelperspektiv, design, demontering Recycling, work environment, product development, life cycle perspective, design, dismounting	
<b>Bibliografiska uppgifter</b> IVL Rapport B1644	
<b>Rapporten beställs via</b> Hemsida: <a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a> , e-post: <a href="mailto:publicationservice@ivl.se">publicationservice@ivl.se</a> , fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm	

# 1 Summary

Recycling has been introduced as a strategy to reduce the environmental impact. Recycling involves many different activities, not only the collection of waste and sorting out of fractions that can be used again or materials that can be treated in different ways and recycled. One activity concerns the development of products and processes in order to make the products possible to recycle or more easily recycled.

Three case studies have been conducted in order to investigate how the working environment is affected by the development of products more easily recyclable.

These case studies concerned:

- 1) Freezers and refrigerators, where the refrigerants have been substituted.
- 2) Transmission stations for mobile telephony, where the systems 2G and 3G were compared.
- 3) Construction where many environmentally hazardous materials have been substituted.

These three case studies reveal that there are some common features in how development of recyclable products affect the working environment.

- ✓ The substitution of chemicals leads to reduced hazards in the working environment, even though new problems also may occur with the new chemicals being introduced, as for example the increased risk of fire and explosions (as in the case study of freezers and refrigerators).
- ✓ Reduced amounts of waste usually improve the working environment. The handling of sorted waste and discarded products may involve working environment risks.
- ✓ In the product development, working environment risks in the handling and recycling of discarded products are seldom considered.
- ✓ New work tasks are introduced into the recycling process. These new processes in the manufacturing of products to be recycled are usually much better from a working point of view than the working environment in the recycling process.

When developing products that are to be recycled when discarded, it is important to:

- ✓ Plan for the working environment in the recycling to be as good as possible. The greatest improvements can be made in the product development phase.

Aspects that are important to consider are:

- ✓ The products have to be easily dismantled.
- ✓ Materials selected should not cause working environment problems, when dismantling the products.
- ✓ Ensure enough resources to provide a good working environment in the companies handling the discarded products and recycling the products and materials

## Innehållsförteckning

1	Summary .....	1
1.	Bakgrund.....	3
1.1	Livscykelperspektiv på kretsloppet .....	3
1.2	Tillverkning av miljöanpassade produkter.....	3
1.3	Uttjänta produkter .....	4
2	Mål.....	5
3	Metoder.....	5
3.1	Tre fallstudier.....	5
3.2	Utvärdering i ett livscykelperspektiv.....	6
3.3	Om att jämföra förr och nu .....	6
3.4	Intervjuer.....	6
3.5	Besök på arbetsplatserna .....	7
4	Resultat av fallstudier.....	7
4.1	Kyl- och frysskåp.....	7
4.2	Basstationer för mobiltelefoni .....	8
4.3	Husbyggnation .....	9
4.4	Hur arbetade företagen med arbetsmiljö i kretsloppsanpassningen av produkterna? .....	12
5	Diskussion och slutsatser .....	12
6	Förslag till åtgärder.....	14
7	Kontaktpersoner och litteratur.....	14
7.1	Kontaktpersoner .....	14
7.2	Litteratur.....	15
	Bilaga 1. Kyl- och frysskåp.....	16
	Bilaga 2. Basstationer för mobiltelefoni .....	24
	Bilaga 3. Husbyggnation .....	31

# 1. Bakgrund

Utvecklingen mot ett hållbart och resurssnålt samhälle pågår och ännu är vi bara i början av utvecklingen. Kretslopp, d v s att produkter och material ska återanvändas, har varit en viktig åtgärd för att minska resursförbrukningen. Inledningsvis handlade kretsloppet till stor del om ökad sopsortering, som utfördes av lågutbildad personal. Efter hand som samhällets ambitioner med kretsloppet utvecklats, har kretsloppsarbetet kommit att bli allt mer avancerat. Nya arbetsuppgifter har skapats med nya kompetenskrav t ex vid demontering av elektronik där betydande kunskap av olika komponenters sammansättning krävs. Även i företagens produktutveckling mot grönare produkter krävs personal med miljökunskaper och myndigheterna måste förbättra sin egen kompetens inom detta område. Dessutom ökar efterfrågan på utbildning samt forskning och utveckling inom området.

## 1.1 Livscykelperspektiv på kretsloppet

Denna rapport behandlar arbetsmiljön i relation till kretsloppsanpassning av produkter. Rapporten är inriktad på hur kretsloppsanpassning, som görs av miljöskäl, påverkar arbetsmiljön. I rapporten har vi valt att arbeta utgående från ett livscykelperspektiv. Det innebär att vi tagit med effekter på arbetsmiljön som ligger utanför det företag som tillverkar produkterna, men som ingår i den livscykel som förändrats genom kretsloppsanpassningen. De delar av livscykeln som vi valt att inkludera är tillverkningen i ett eller flera led samt omhändertagande av uttjänta produkter vilket för kretsloppsanpassade produkter normalt innebär någon form av demontering eller fragmentering och omhändertagande av olika materialfraktioner. Arbetsmiljön vid återvinning beskrivs i flera rapporter, men få beskriver hur produkternas kretsloppsanpassning påverkar arbetsmiljön [1,7].

## 1.2 Tillverkning av miljöanpassade produkter

Ett stort utvecklingsarbete pågår idag, både inom företag, forskningsinstitut och på högskolor. Till hjälp i företagens miljöarbete och produktutveckling mot grönare produkter, resurssnålare produktion och avveckling av miljöfarliga ämnen finns det idag nära 100 metoder och verktyg. Större företag har idag både organisation, personal och verktyg för miljö- och kretsloppsanpassning av både produkter och processer. Inom företagen har kretsloppsarbetet skapat ett ökat miljökunskaper och fler personer med särskild miljökompetens är anställda. De flesta mindre företag driver inte samma aktiva arbete inom detta område som många stora företag.

Kretsloppsarbetet innebär bl a att i produkter och processer måste miljöfarliga ämnen bytas ut, produkter behöver utformas för enkel demontering och materialåtervinning. Energiförbrukningen ska dessutom vara minimal vid både tillverkning och användning.

***Vilka blir konsekvenserna för arbetsmiljön av de nya kretsloppsanpassade produkterna och processerna?*** Vid en mindre genomgång av litteraturen kan man konstatera att arbetsmiljön i regel inte tas med i utvecklingsarbetet mot en kretsloppsanpassad produktion [2, 3]. Med några få undantag nämns inte arbetsmiljön i företagens metoder och verktyg för miljöanpassning av produktion och produkter.

"Bra eller dåligt för miljön - blir arbetsmiljön och den yttre miljön bättre efter förändringen?" [4] är titeln på en rapport publicerad av Prevent (tidigare Arbetarskyddsnämnden) för mer än tio sedan. Genom tre fallstudier, där vi översiktligt utvärderar kretsloppsanpassning av tre produkter med avseende på arbetsmiljön skall vi försöka besvara frågan.

### 1.3 Uttjänta produkter

Den successiva förändringen mot kretsloppsanpassade produkter framgår tydligast i hanteringen av uttjänta produkter. Till en början innebar återvinning främst omhändertagande av produktionsspill från metall- och termoplastindustri samt glas och tidningspapper från hushållen. Olja och andra brännbara vätskeformiga kolväten från industrin destruerades genom förbränning. Resterande material gick i regel på deponi om de inte var miljöfarliga.

Nästa steg i utvecklingen var att i allt större omfattning sortera ut material som kunde återvinnas eller återanvändas. Till en början utfördes sorteringen i stor utsträckning manuellt. Arbetsmiljön var mycket dålig med luftföroreningar, dåliga arbetsställningar, buller och stor risk för skär-, stick- och klämskador. Än idag förekommer manuell sortering, främst finsortering, där personal plockar material från ett löpande band som ofta transporterar en sörja av olika förpackningar, av t ex glas, papper eller plast. Genom att lägga över sorteringsarbete på hushållen och industrin i kombination med ökad mekanisering har den manuella sorteringen minskat även om det är svårt att helt eliminera det manuella arbetet. Till en början innebar kretsloppsarbetet att ett antal dåliga arbetsmiljöer skapades.

Problematiske arbetsmiljöer finns fortfarande kvar, som en del av kretsloppet. Större uttjänta produkter, t ex bilar, spisar och kylskåp pressas och fragmenteras efter eventuell demontering och tömning av miljöfarliga ämnen, t ex oljor och köldmedier. Därefter återvinns metallerna, medan organiskt avfall i stor utsträckning går till förbränning om det inte innehåller miljöfarliga komponenter t ex PCB, PAH eller vissa flamskyddsmedel. I samband med fragmentering och återvinning kan både kemiska risker och buller förekomma. Eftersom återvinningen av metall sker maskinellt kan personalen skyddas i stor utsträckning genom att utföra arbetet från kontrollrum.

Uttjänt elektronikavfall och elektriska produkter däremot demonteras i stor utsträckning manuellt. Elektriska produkter är ofta ännu inte anpassade för snabb demontering och få arbetsredskap finns för att underlätta arbetet. Enkla verktyg som tänger och skruvmejslar används i stor omfattning. I samband med demontering avlägsnas miljöfarliga komponenter som PCB-haltiga kondensatorer, batterier etc. Övriga delar som höljen, kablar och kretskort läggs i olika fraktioner för återvinning. Här kan ensidigt och tungt arbete leda till förslitningsskador. Utveckling pågår för att förbättra arbetsmiljön. Det är dock svårt att anpassa demonteringsarbetet efter produkterna eftersom man hanterar åtskilliga produkter med olika geometri och teknik. Det finns dock idag flera demonteringsanläggningar där arbetet både effektiviserats och arbetsmiljön förbättrats med effektivare verktyg, transportbanor osv. Bra och kostnadseffektiv demontering blir det dock inte förrän de elektroniska produkterna anpassats för enkel demontering. Jämförs resurserna som satsas på arbetsplatser för demontering med den satsning som sker inom nytillverkning kan det konstateras att skillnaderna ännu är stora.

Brännbara hushållssopor och brännbart industriavfall går i stor utsträckning till söföförbränning. Vissa material, bland annat brännbara textilier, pressningar etc är svåra att fragmentera och läggs idag i stor utsträckning på deponi. Före fragmenteringen sorteras därför avfallet med lyftkran eller dumpers. Eftersom arbetet sker i hytt, finns ett visst skydd mot exponering för buller och luftföro-

reningar. Har man inte luftkonditionering i hytten sker arbetet sommartid ofta med öppna fönster vilket medför exponering för ibland höga halter luftföroreningar som kan bildas både när avfallet sorterar och fragmenteras. Särskilt höga dammhalter kan bildas vid fragmentering. Personal som uppehåller sig nära fragmenteringsutrustningen utan skydd kan bli kraftigt exponerad. Det gäller även de som skall lasta och lossa det fragmenterade avfallet.

Det fragmenterade avfallet kan vara brandfarligt och vissa avfall och kombinationer av avfall kan dessutom självantända. Om sådana fraktioner ska läggas på deponi måste syretillförsel förhindras. Vid brand kan farliga föroreningar emitteras. Merparten av det fragmenterade organiska avfallet går till förbränning d v s energiåtervinning.

Idag ökar samarbetet mellan produktutvecklare inom tillverkande företag och återvinningsföretag. Produktutvecklarna har flera olika metoder som innebär att man i produktutvecklingen kan anpassa produkterna för kommande demontering och materialsortering. Fokus ligger dock inte på arbetsmiljön vid demontering, utan på att demontering ska ge så bra resultat ur kretsloppssynpunkt som möjligt, t ex att fraktionerna ska vara så rena som möjligt. De olika ingående komponenterna är i allt större omfattning märkta för att underlätta återvinning.

Återvinningsbranschen är under ständig förändring mot en mer effektiv hantering. Samtidigt sker det en strukturomvandling där en allt större andel av återvinningen sker hos ett mindre antal företag med större resurser för effektivisering av återvinningen. Trots stora förändringar inom återvinningsföretagen, återstår mycket att göra innan teknik och arbetsmiljö nått samma nivå som inom tillverkningsindustrin.

## 2 Mål

Att klarlägga hur arbetsmiljön beaktas och påverkas vid industrins kretsloppsanpassning av produkter och processer.

## 3 Metoder

### 3.1 Tre fallstudier

Arbetsmiljön vid tillverkning av de kretsloppsanpassade produkterna har jämförts med arbetsmiljön vid tillverkning av förra generationens produkter samt arbetsmiljön vid omhändertagandet av de uttjänta produkterna förr och nu. Jämförelsen har gjorts för tre produkter, i form av tre fallstudier.

1. Kyl- och frysskåp (nya freonfria skåp - tidigare generations skåp). Informationen huvudsakligen från Electrolux och Stena.
2. Basstationer för mobiltelefoni (GSM (2G) - 3G). Informationen huvudsakligen från Ericsson.
3. Bostadsbyggande (Nyproduktion samt reparation och ombyggnad idag - 70-tals hus. Informationen huvudsakligen från Skanska, Reinholds och Sita.

De produktionsområden som beskrivs är omfattande och den granskning av förändringarna som gjorts är översiktlig och inriktad främst på arbetsmiljön. Fallstudierna är kvalitativa och kan ses som förstudier, för att ge en översiktlig bild av läget, snarare än att ge kvantitativa mått på arbetsmiljön. Det innebär t ex att alla förändringar som blivit följden av kretsloppsanpassning av produkter och

processer inte har beskrivits. I en del fall beskrivs förändringar som påverkar miljön utan att förändringen har betydelse för arbetsmiljön. Vi har tagit med dessa aspekter eftersom det ofta har varit miljön som drivit fram förändringar av produkter och processer.

## 3.2 Utvärdering i ett livscykelperspektiv

I utvärderingen har vi tagit hänsyn till de effekter som kretsloppsanpassningen av produkter kan ha i ett livscykelperspektiv, dvs på produktionsled både före och efter tillverkningen av de produkter som studerats i fallstudierna. Även denna utvärdering är kvalitativ, med målet att identifiera de områden som förändrats genom kretsloppsanpassningen av produkterna.

Samtidigt som nya produkter är mer miljöanpassade, har ofta också prestanda förbättrats. Detta innebär att jämförelsen inte alltid gäller två likvärdiga produkter. Förbättrade prestanda kan innebära att produkten också blivit tyngre eller förbrukar mer energi. Ett exempel på detta är att bilar ofta blivit tyngre och fått effektivare motorer, renare avgaser, förbättrad krocksäkerhet samtidigt som en större andel av materialet i bilen återvinns som material eller energi. Miljövinsten av de effektivare motorerna och materialval förloras till viss del genom att bilarna blir tyngre och kräver större motorer. När produkter jämförs med LCA-metodik (livscykelanalyser), relateras resultaten till en funktionell enhet, vilket gör att två alternativ kan jämföras med hänsyn tagen till att prestanda inte är helt jämförbar. Eftersom vi enbart gjort en kvalitativ studie, inte kvantitativ, har vi inte använt oss av någon funktionell enhet.

## 3.3 Om att jämföra förr och nu

För att kunna identifiera förändringar i arbetsmiljön måste produktionen idag jämföras med tidigare produktion. En sådan jämförelse är inte helt enkel att göra.

- De tidigare produktgenerationerna är inte så väl dokumenterade när det gäller arbetsmiljöaspekter. Det innebär att fakta om dessa generationer bygger på intervjuer med personal om hur det var för några - trettio år sedan. Det innebär att faktaunderlaget blir fragmenterat och delvis ofullständigt.
- En stor del av resultaten i rapporten bygger på intervjuer med personer som vi frågat om hur det var förr. Det är självklart att det är svårt att i detalj komma ihåg vad som förändrats, när det förändrades och varför det förändrades. Resultaten från en studie av denna typ måste därför tolkas med försiktighet. För att förbättra tillförlitligheten i resultatet, har vi intervjuat flera olika personer om samma produkt.

## 3.4 Intervjuer

Inom respektive fallstudie har flera personer (produktions-, miljö- och arbetsmiljöansvariga samt berörd personal) intervjuats om arbetsmiljön vid företaget nu och förr, om miljöanpassningen av produkterna samt omhändertagandet av uttjänta produkter.

Vid intervjuerna behandlades följande områden för både nuvarande produkt och föregående produktgeneration. Om det skett någon förändring, diskuterades också skälen till förändringen.

- Organisering av miljö och arbetsmiljö
- Produktionsmetoder



- Materialval
- Arbetsmiljön
- Miljön
- Omhändertagande av produktionsspill
- Omhändertagande av uttjänt produkt
- Motiv till förändringen

Eftersom det var jämförelsen nu och förr som var viktig måste både produkterna och processerna förr och nu kunna beskrivas, för att identifiera förändringarna och varför de genomfördes. Beskrivningarna av hur det var förr var inte lätt att få fram, särskilt inte beskrivning som matchar kunskapen om nuvarande produkter och processer. Eftersom det är jämförelsen som är viktig, har detaljer om nuvarande produktion i stor utsträckning utelämnats om information saknas om föregående generations produkter.

### 3.5 Besök på arbetsplatserna

I samband med intervjuerna besöktes produktionsanläggningar för en grov subjektiv bedömning av arbetsmiljön idag och även för att på plats få en beskrivning av förändringarna. Uppgifterna om förhållandena vid husbyggnation i början på 70-talet, baseras på intervjuer med personal på Reinholds samt dokumentation från arbetsmiljömätningar huvudsakligen från början av 70-talet.

Utöver intervjuerna och besöken baseras rapporten på de dokument som erhållits vid besöken och andra skriftliga källor.

## 4 Resultat av fallstudier

Resultaten från fallstudierna beskrivs i detalj i bilagorna 1, 2 och 3. Nedan ges en summering av resultaten.

### 4.1 Kyl- och frysskåp

Electrolux utveckling av freonfria kyl- och frysskåp har drivits på av behovet av snabb kretsloppsanpassning av produkterna. Bytet av köldmedium har varit en viktig åtgärd. Enligt gränsvärdeslistan är gränsvärdena av samma storleksordning för det gamla köldmediet freon och kolvätena cyklopentan och isobutan som ersatt freon. De kolväten som nu används är brandfarliga vilket freon inte är. Freon används inte bara som köldmedium utan har också ingått som jäsmedel vid tillverkningen av det isolerskum som ingår i kylskåpets väggar. På grund av den ökade brand- och explosionsrisken har processen för skumning kapslats in. Explosioner har inträffat både vid produktion och vid återvinning. Samtidigt innebär inkapslingen lägre exponering för luftburna föroreningar från tillverkningen. Arbetsmiljön har alltså påverkats av övergången till freonfria kyl- och frysskåp. **Det är dock svårt att bedöma om arbetsmiljön har blivit bättre eller sämre av utfasningen av freon. Tillverkningen av freonfria skåp innebar en hel del förändringar i produktionen. I samband med produktionsförändringarna gjordes även andra förändringar som påverkade arbetsmiljön positivt, t ex nya produktionslinjer med bättre ergonomi, d v s att arbetsplatserna förändrades oberoende av kretsloppsanpassningen.**

Electrolux fasar även ut PVC och ersätter den med andra termoplaster. Effekterna av byte till andra termoplaster påverkar inte arbetsmiljön i någon stor utsträckning vid tillverkning av kyl- och frysskåp. De stora vinsterna finns i miljön. Vid förbränning av PVC i avfallsledet förekommer utsläpp av miljöfarliga organiska klorföreningar. PVC innehåller en stor andel tillsatser bland annat mjukgörare. Mjukgörare (ftalater) från PVC i hemmen antas bidra till ökningen av allergier i befolkningen. Vid tillverkning av PVC och PVC-produkter exponeras arbetarna bland annat för dessa mjukgörare. PVC är inte en stabil förening. En stabilisator måste tillsättas. Tidigare användes ofta tungmetallen bly som stabilisator. **Utfasning av PVC är positiv för arbetsmiljön.**

Lösningsmedelsanvändningen har minskat vilket huvudsakligen är positivt även om förändringen kan medföra nya arbetsmiljöproblem, t ex exponering för damm vid hantering av färgpulver.

Även emballering av färdiga kyl- och frysskåp har förändrats genom att krympplast ersatts med annan folie. Betydelsen för arbetsmiljön är marginell.

Electrolux har kommit betydligt längre i arbetet med omhändertagande av uttjänta produkter än de två andra produkterna som studerats; basstationer för mobiltelefoni samt husbyggnation. Electrolux har tillsammans med Stena färdig teknik för tömning och fragmentering av kylskåp. Metallen återanvänds medan de organiska resterna idag energiåtervinns. Electrolux klarar dock inte EU:s krav på andel återanvänt material förrän även plasten till stor del kan återanvändas. Utvecklingsarbete pågår. Vid arbete med annat fragmenterat material har höga halter av luftburet damm tidigare uppmätts på återvinningsanläggningen. Detta gäller generellt och är inte speciellt kopplat till Electrolux produkter.

Jämför man arbetsmiljön vid tillverkning av kyl- och frysskåp med återvinning, kan man konstatera att trots förbättringar under senare år återstår mycket innan arbetsmiljön vid återvinning ligger på samma nivå som vid tillverkning. **Vid tillverkning är halten av luftföroreningar låg, medan man vid återvinning har arbetsplatser där betydande exponeringar kan förekomma. Ytterligare investeringar krävs för att få en bra arbetsmiljö vid återvinning.**

*Sammantaget kan man konstatera att arbetsmiljön är bättre vid tillverkning av nuvarande generation jämfört med föregående. Ett frågetecken finns dock för de nya kolväten som ersatt freon. Huvuddelen av förbättringarna är ett resultat av de successiva förändringar i samband med produktionsförändringar som skett och mindre av de stora förändringarna som utfasning av freon och nu senast PVC medfört. Speciellt har ergonomin åtgärdats när tillverkningslinjerna byggts om och moderniserades vilket gjordes i samband med men utan att det var nödvändigt för kretsloppsanpassningen av produkterna. Arbetsmiljöproblem finns fortfarande vid återvinning av kylskåp även om problemen minskat. På miljösidan återstår problem med att öka andelen material som kan återanvändas.*

## 4.2 Basstationer för mobiltelefoni

En basstation är en komplex högpresterande produkt där betydande utvecklingsarbete hela tiden sker med inriktning på förbättrad prestanda. Utvecklingen av elektronikprodukter mot mer prestanda har ofta medfört ökad energiförbrukning, eftersom man presterar något som tidigare inte har kunnat utföras i samma omfattning. **Elektroniken blir allt mindre vilket ger snabbare produkter, mindre materialåtgång och minskad energiförbrukning. Personalen, som skall arbeta med de nya produkterna, får allt mindre rörelsemån i produkterna. Det minskade utrymmet leder ibland till mer lästa arbetsställningar och ökad risk för förslitning.**

Även hos Ericson förekommer utfasning av olika ämnen, ibland snabbt men oftast långsiktigt. Ämnen som är farliga i miljön kan även medföra risker i tillverkningen eller i andra delar av livscykeln. **Bland ämnena som fasas ut av miljöskäl finns berylliumoxid. Utfasningen av berylliumoxid är positivt även för arbetsmiljön.**

Electrolux stod inför ett tufft krav när freonet skulle avvecklas av miljöskäl. Ericsson står inför ett annat tufft krav, avvecklingen av blylödningar. Ericsson har tillsammans med andra elektronik-tillverkare begärt längre tid för omställningen. En utfasning av bly är inte bara värdefull för miljön, den skulle även vara bra för arbetsmiljön trots högre lödtemperaturer hos alternativen till blylod. Även vid återvinning skulle personalen som demonterar elektronikprodukter erhålla något minskad blyexponering. När blyet fasas ut 2006 av miljöskäl är det positivt även för arbetsmiljön vid både tillverkning och återvinning.

Komponenterna i Ericssons produkter är idag märkta, vilket förenklar och underlättar det framtida återvinningsarbetet. De som demonterar vet vilka material de hanterar.

Basstationerna är uppbyggda av ett antal moduler. 2G-basstationen har en modul som är betydligt tyngre än modulerna i den nya basstationen (3G). I den nya är maximala modulvikten 7 kg av ergonomiska skäl. Vid slutmontering av basstationerna har arbetsplatserna ergonomiskt anpassats till för montering av 3 G. Arbetsmiljön har förbättrats på flera punkter mellan de två generationerna basstationer, dock enbart av arbetsmiljöskäl.

Under en radiobasstations livslängd kan ofta uppgradering ske. Underhåll och reparationer sker i betydligt större omfattning än vad som sker för konsumentprodukter.

När basstationer har tjänat ut och ska omhändertas, måste de demonteras och miljöfarliga komponenter avlägsnas före fraktionering och materialåtervinning av metallerna. Eftersom metallandelen är hög i basstationerna, har Ericsson inte samma problem som Electrolux med krav på andel materialåtervunnet.

Utvecklingsarbete pågår för att förenkla framtida demontering av produkterna (DFD Design For Disassembly). Eftersom livslängden är lång och serierna mindre än för konsumentprodukter är kraven på enkel demontering inte lika högt ställda. En radiobasstation kommer att till stor del skruvas isär och sorteras före fragmentering. Återvinning av en radiobasstation är betydligt mer komplex än återvinning av kyl- och frysskåp.

***Om man jämför de två generationernas basstationer och den kretsloppsanpassning som skett bedöms arbetsmiljön på Ericsson på grund av kretsloppsanpassningen som obetydligt bättre. De minskade kemiska riskerna när bly avvecklats (vilket sker 2006) ska vägas mot minskade utrymmen och mer låsta arbetställningar. Väger man in de rena arbetsmiljöåtgärder som genomförts oberoende av kretsloppsanpassningen, är arbetsmiljön vid produktionen av 3G något bättre än vid tidigare produktion av 2G.***

### 4.3 Husbyggnation

Uppmärksamheten på s k sjuka hus har medfört att hållbart byggande kommit fokus under de senaste femton åren. Relativt snabbt stod det klart att de flesta husen är "sjuka" på grund av fukt-skador i byggnaden. Åtgärden har blivit att bygga torrt. Idag skyddas byggmaterielet mot väta, och husen kapslas in med byggplast. Tyvärr medför ett torrare byggsätt risk för ökad exponering för

byggdamm. Ett minskat antal fuktskador ger färre reparationer. Arbete i ett fuktskadat hus kan medföra kraftig exponering för mikroorganismer om man inte arbetar med andningsskydd.

Under det sk millionprogrammet på 60-talet och början av 70-talet användes plastmaterial i stor omfattning, särskilt plastmattor. Arbetarna som lade in dessa mattor blev till en början exponerade för lösningsmedelsbaserade lim och mjukgörare. Mattorna tätade mot underlaget och vid dålig torkning före mattläggning kunde en kemisk process startade mellan mattan och den fuktiga betongen och organiska föreningar emitterades. På senare år har man även kunnat påvisa samband hos boende mellan frekvensen av allergiska besvär och förekomsten av plastmaterial med vissa mjukgörare. Plastmattorna av PVC har idag ofta ersatts med linoleum och parkett i torra utrymmen och klinker i våta utrymmen. I de våta utrymmena användes särskilda plasttapeter i stor omfattning. Idag används främst klinker. Innan våtutrymmet kan kalksättas måste man lägga på en fuktspärr. Idag används i stor omfattning epoxider. Dessa målas, rollas eller sprayas på ytorna. Epoxin innebär ingen exponering för de boende, men för arbetsmiljön är epoxy ett stort riskmoment både genom inandning och genom hudkontakt före härdning. Kakelsättningen medför viss dammbelastning innan kakelfixet blandats med vatten och när våtutrymmet vid framtida renovering rivs.

Sedan sjuttioalet har husen isolerats i ökad omfattning för att minska energiförbrukningen. Detta medför ökad hantering av olika isoleringsmaterial främst mineralull. Vid installation av isoleringsmaterial kan höga dammexponeringar förekomma. Detsamma gäller vid rivning av isoleringsmaterial.

Byggnadsarbetarnas dammexponering har resulterat i en överfrekvens av nedsatt lungfunktion. Stål har blivit något vanligare som byggmaterial. Med den ökande stålanvändningen utförs mer svetsning, ett arbetsmoment som ofta medför höga exponeringar, särskilt om det utförs i trånga och dåligt ventilerade utrymmen.

Tidigare användes ofta gjutformar av stål för gjutning av betong på byggplatsen. Dessa behövde sprutas med olja före gjutningen. Ett alternativ var prefabricerade element där hela tunga väggen göts på fabrik för att sedan transporteras till byggplatsen. Idag förekommer ett mellanting där formarna ersatts med prefabricerade betongskivor förberedda för installation. På byggarbetsplatsen fylls mellanrummet mellan betongskivorna med betong, d v s formen är en del av den färdiga byggnaden. Metoden har två fördelar, man slipper lång transport av hela elementet samtidigt som slip-behovet av den på platsen gjutna betongen har eliminerats. Även exponeringen för formoljan elimineras.

En skillnad är att idag slipas betongen i betydligt mindre omfattning än tidigare. Istället används i ökad omfattning olika spackel och utjämningsmassor. Även dessa ytor behöver slipas. De nya ytorna är dock betydligt enklare att slipa och sliparbetet går snabbare. Cementspackeldammet är betydligt grövre än slipdamm från betong. Även exponeringen för respirabel kvarts minskar.

Användningen av handhållna verktyg är idag i samma storleksordning som för trettio år sedan. Vid större ROT-arbeten förekommer idag små lastmaskiner och små dumpers.

Färgerna är sedan länge vattenburna.

I övrigt är en betraktelse över vilka material som använts och i vissa fall frekvent används för husbyggnation under de senaste ca trettio åren samtidigt en uppräknings av föroreningskällor.

- Lösningsmedelsbaserade limmer, färger och spackel  
Ersatta av vattenbaserade produkter och miljöfarliga ämnen som PCB har fastas ut.
- Flytande golv – kvartssand  
Huvudsakligen ersatt med utjämningsmassor
- Formoljor  
I stort sett borta
- Asbest som skivor och isolering  
Ersatta som skivor av en mängd olika material t ex, cellulosa, gips, cement och mineralull som isolering
- Spånplattor – formaldehyd  
Ersatt huvudsakligen med gips
- PUR-skum – isocyanater  
Ersatt med andra fogmassor, plåt och mineralull
- PVC-mattor – mjukgörare (bland annat ftalater),  
Linoleum, klinker och parkett. I våtutrymmen används idag ofta epoxi som fuktspärr.
- Mineralull – respirabla fibrer  
Används i stor omfattning. Försök med miljövänligare produkter har inte haft effekt på förbrukningen.
- Gipsskivor – pappersmögel,  
Används i stor omfattning. Riskerna minskas huvudsakligen genom att bygga torrare.

Många material har åtgärdats för att byggnaderna skall vara kretsloppsanpassade. Vissa material har mer eller mindre fasats ut av arbetsmiljöskäl (asbest, PUR-skum), medan andra måste hanteras med minst andningsskydd (mineralull). Ändringar i byggmetoderna har minskat exponeringen för betongdamm men ökat exponeringen för andra produkter och svetsrök. Sannolikt har totala dammexponeringen ökat. Detta vägs dock upp genom utfasning av i första hand farliga ämnen som asbest och PUR och i andra hand av minskad exponering för andra farliga kemikalier som mjukgörare och PCB. Dessutom medför ett torrare byggande ett minskat reparationsbehov.

**Byggnadsarbetare har en överfrekvens av nedsatt lungfunktion. Damhalterna måste reduceras. Fallolyckor är en annat allvarligt problem vid husbyggnad, som inte tagits upp här eftersom det endast påverkas marginellt av kretsloppsanpassat byggande.**

Återanvändning av byggmaterial innebär särskilda risker eftersom många av de tidigare använda materialen kan innehålla farliga ämnen. Ett extremt exempel är asbesthaltigt kakelfix på baksidan av rivet kakel som efter krossning ibland återanvänds för markavjämning utomhus. De som återanvänder kaklet, är ofta inte medvetna om att det kan finnas asbest i kakelfixet och vidtar därför inte nödvändiga skyddsåtgärder.

Vid krossning och fragmentering av byggmaterial inför återvinning kan damhalten bli hög.

*Vid husbyggnation har arbetsmiljön blivit bättre genom att farliga ämnen fasats ut främst av arbetsmiljöskäl. Miljön är dock fortfarande inte bra. Damhalterna är fortfarande höga delvis som en följd av att skapa bättre boendemiljö genom hållbart byggande. Mycket återstår också att göra på arbetsplatserna för energi- och materialåtervinning.*

## 4.4 Hur arbetade företagen med arbetsmiljö i kretsloppsanpassningen av produkterna?

Målet med detta projekt har primärt varit att undersöka hur arbetsmiljön i tillverkande företag påverkas av kretsloppsanpassning av produkter. Inom projektet har vi också fått viss insyn i hur företagen arbetar med dessa frågor. Nedan redovisas de intryck vi fått av företagens arbete med kretsloppsanpassning och hur arbetsmiljö beaktas i det arbetet.

Utvecklingen av nya produkter drivs främst på av önskemål om bättre prestanda hos produkterna, vilket innebär att drivkrafter för utvecklingen i första hand är tekniska och ekonomiska. Ju mer högteknologiska produkter, desto starkare verkar de tekniska och ekonomiska drivkrafterna vara. Kretslopps- och miljöanpassning görs i ett sent skede av produktutvecklingen och har i fallstudierna inte drivit fram de nya produkterna och tekniska lösningarna, eftersom beslut om detta tas i ett tidigare skede av produktutvecklingen. Vissa arbetsmiljökrav ställs i utvecklingsskedet. Det är främst sådana arbetsmiljökrav som är enkla och mätbara, t ex maximal vikt på detaljer som ska lyftas manuellt eller att vissa kemiska ämnen inte får användas. Kraven på kemiska ämnen styrs främst av miljöskäl, men också om än i mindre utsträckning av arbetsmiljöskäl.

Intrycket av de tre fallstudierna är att arbetsmiljöaspekterna fanns med i planeringen, men att arbetsmiljö oftast inte integrerades med den övergripande produktutvecklingen. Arbetsmiljön har beaktats som en egen aspekt av processerna och i många fall har företagen tagit tillfället i akt att förbättra olika aspekter av arbetsmiljön när nya produktionslinjer för de nya produkterna byggts upp.

Alla företag vi besökt har använt ett eller flera verktyg för sitt arbete med kretsloppsanpassning. Totalt finns det nära hundra olika verktyg som används i arbetet med kretsloppsanpassning av produkter. Merparten av verktygen innehåller inte arbetsmiljö. Det förekommer att hjälpmedel för kretsloppsanpassning, t ex ”svarta listor” över kemiska ämnen som helst bör fasas ut, ger effekter som är positiva för arbetsmiljön. Det beror på att många (men inte alla) ämnen som är miljöfarliga också är farliga i arbetsmiljön. Listorna innehåller också ämnen som är skadliga för människor, vilket innebär att de också innehåller ämnen som inte bör användas av arbetsmiljöskäl.

I arbetet med kretsloppsanpassning av produkter, har företagen ofta egen miljökompetensen inom företaget. Ofta finns inte tillräcklig kapacitet inom företaget för att klara arbetsmiljön, utan arbetsmiljötjänster köps in av en extern aktör, främst företagshälsovården. Stora företag har oftare än små egen arbetsmiljökompetens inom företaget. De tre fallstudier som gjorts, grundas huvudsakligen på data från stora företag.

I två av företagen som besöktes, låg arbetsmiljö och yttre miljö inom samma del av organisationen. I de andra fallen var ansvaret uppdelat på olika organisatoriska enheter.

## 5 Diskussion och slutsatser

Förändringarna i produkter och processer på grund av kretsloppsanpassning är av två slag, dels relativt *snabba förändringar* på grund av starka krav eller risk för förbud mot miljöfarliga ämnen dels ett *långsiktigt arbete* med successivt byte mot mindre miljöbelastande ämnen eller processer samt minskad mängd spill från tillverkningen.

I samtliga tre fallstudier har användningen av organiska lösningsmedel minskat kraftigt. Organiska lösningsmedel har ibland kunnat fasas ut helt medan användningen minskat i andra arbetsmoment. Exempel på minskad lösningsmedelsanvändning är övergång till pulverlack på Electrolux, ersättning av lösningsmedel med andra tvättvätskor för kretskort i stor omfattning på Ericsson och vattenbaserade spackel och färger på Skanskas husbyggen. Även **ersättningsprodukter för organiska lösningsmedel kan innebära arbetsmiljöproblem, men i betydligt mindre omfattning.**

Spill från tillverkningen har minskat betydligt i samtliga tre fallstudier. Sortering av avfall förekommer på samtliga fabriker. Det är de anställda i produktionen som skall kasta spill i rätt behållare. **På fabriken kan det finnas någon ”på golvet” som ansvarar för omhändertagandet av spill från tillverkningen. Denna arbetsuppgift har ofta låg status. Minskat spill och organiserad borttransport av spillet bör leda till bättre ordning i fabriken och därigenom mindre risk för olyckor och ökad trivsel för flertalet anställda. I detta sammanhang kan man notera att det under de senaste åren förekommit flera olyckor och även dödsolyckor i samband med omhändertagande av källsorterat avfall (vid transport av återvinningskärl i viss typ av hissar har kärlet fastnat och klämt ihjäl den som transporterade kärlet).**

Hos samtliga tre företag pågick utvecklingsarbete för att underlätta återanvändning och återvinning av uttjänta produkter och spill.

Samtliga företag anlitar andra företag för omhändertagande av spill och för Electrolux och Ericsson gäller det även uttjänta produkter. **Arbetsmiljön på återvinningsföretagen är betydligt sämre än vid nyproduktion hos Electrolux och Ericsson. Utveckling pågår men än återstår det mycket utvecklingsarbete innan arbetsmiljön är bra. Vid fragmentering, men ibland även vid andra arbetsmoment som sortering kan arbetsmiljön behöva förbättras betydligt. Vi har inte jämfört investeringar för arbetsmiljöförbättrande åtgärder, men subjektivt satsas betydligt mer på arbetsplatserna hos Electrolux och Ericsson än inom återvinningsföretag.** Även vid återvinning av avfall från husbyggnation finns behov av arbetsmiljöförbättrande åtgärder. En faktor som har betydelse för arbetsmiljön inom återvinningsföretag är driftproblem som uppstår på grund av brister i den tekniska utrustningen. **Driftproblemen bedöms vara vanligare inom återvinning än inom tillverkning och kan innebära att de anställda tillfälligt utsätts för förhöjd exponering.**

Kretsloppsanpassningens betydelse för arbetsmiljön inom de tre företagen beskrivs i detalj i bilagorna 1, 2 och 3. Kretsloppsanpassningen påverkar i första hand återvinningsföretag, som utför många nya arbetsuppgifter. Arbetsplatserna vid återvinningsföretag har ofta inte samma tekniska nivå som inom tillverkningsföretagen och arbetsmiljön är betydligt sämre. Mer resurser krävs både för utveckling av tekniken, - och arbetsplatserna inklusive arbetsmiljön för att lyfta återvinningsföretag till samma nivå som övrig industri.

Avslutningsvis kan vi konstatera att en betraktelse av kretsloppsanpassningens konsekvenser för arbetsmiljön ofta enbart blir en betraktelse av de nya ibland dåliga arbetsmiljöer som tillkommit vid återvinningsföretagen. En positiv effekt som ofta glöms bort är att kretsloppsanpassningen bidrar med nya arbetstillfällen inom återvinningsindustri men också nya arbetsuppgifter bl a inriktade på kretsloppsanpassning av produkter, vilket i sin tur kräver ökad kunskap om produkternas betydelse för miljön.

Sammanfattningsvis finns det inget enkelt svar på frågan om hur arbetsmiljön påverkas av kretsloppsanpassning av produkter. De tre fallstudierna visar dock att det finns gemensamma drag i effekterna av kretsloppsanpassning av produkter.

- Utfasning av kemikalier medför att även arbetsmiljön blir bättre även om det undantagsvis kan uppstå nya problem som ökad risk för brand och explosioner med ersättningskemikalierna (kyl- och frysskåp).
- Minskat spill är positivt för arbetsmiljön. Omhändertagande av källsorterat avfall kan dock innebära arbetsmiljörisker.
- I produktutvecklingen tas sällan hänsyn till arbetsmiljön vid omhändertagande och återvinning av kasserade produkter.
- Nya arbetsuppgifter skapas för kretsloppsanpassning av produkterna. Arbetena inom tillverkningsföretagen kräver hög utbildning och arbetsmiljön är bra. På återvinningsföretag skapas många arbetsuppgifter med betydligt sämre arbetsmiljö.

## 6 Förslag till åtgärder

Vid kretsloppsanpassning av produkter är det viktigt att;

- Planera för att återvinningen av produkterna ska bli så bra som möjligt ur arbetsmiljösynpunkt. Här finns de största arbetsmiljövinster att hämta. I detta ingår att göra produkterna enkelt demonterbara och välja material som inte skapar arbetsmiljöproblem vid demontering.
- Säkerställa att det finns resurser för att skapa en bra arbetsmiljö också inom återvinningsindustrin.
- Arbetsmiljö tas med i planeringen på ett tidigt stadium av förändringsprocessen och resurser avsätts för anpassning av arbetsmiljön vid återvinning. Utgående från fallstudierna kan vi se att detta fungerar förhållandevis väl inom de stora företag vi besökt. Situationen är med stor sannolikhet inte lika bra i mindre företag.
- De listor som finns över kemikalier som bör fasas ut bör ses över så att de också innehåller ämnen som bör undvikas av arbetsmiljöskäl. Ofta anses det t ex inte vara ett miljöproblem om ett ämne är allergiframkallande. Av arbetsmiljöskäl bör dock sådana ämnen inte användas. Listorna över utfasningsämnen kan därför behöva kompletteras med allergiframkallande ämnen och ev andra ämnen som bör undvikas av arbetsmiljöskäl, men som inte bedöms som skadliga för miljön.

## 7 Kontaktpersoner och litteratur

### 7.1 Kontaktpersoner

Uppgifterna i denna rapport bygger på intervjuer med nedanstående personer. Information har även erhållits från andra personer än de som är med i förteckningen. Särskilt i samband med arbetsplatsbesök erhöles kompletterande information från annan personal. I samband med husbyggnation av tidigare byggda fastigheter fördes samtal med personer som tidigare arbetat med husbyggnation.

#### Fall 1 Kyl- och frysskåp

*Electrolux*

Henrik Sundström (Stockholm)

Joakim Skottheim (Stockholm)

Sten-Åke Nordblom (Mariestad)



*Stena Fragmentering*

Anders Pålsson (Halmstad), Anders Pålsson har även tagit bilderna från demonteringsanläggningen.

Fall 2. Basstationer för mobil telefoni

*Ericsson*

Torbjörn Lindborg (Kista)

Björn Collin (Nynäshamn)

Hans Gustavsson (Gävle)

Fall 3. Husbyggnation

*Skanska*

Håkan Skotte

Tomas Persson

*Reinholds*

Kenneth Jansson

Hans Andersson

Louise Nyberg

*Sita*

Göran Wennerström

Magnus Skoglund

## 7.2 Litteratur

1. Alvarez E, Antonsson A-B. Hur står det till med arbetsmiljön i kretsloppet? IVL B1419. Stockholm 2001.
2. Norbrink B. Kretsloppssamhället - en utmaning för industrin. Sveriges verkstadsindustrier, Stockholm 1994
3. Johansson G. Environmental Performance Requirements in Product Development - An Exploratory Study of Two Development Projects. Linköpings universitet 2001.
4. Antonsson A-B, Ancker K, Bengtsson L. Bra eller dåligt för miljön - blir arbetsmiljön och den yttre miljön bättre efter förändringen? Arbetarskyddsnämnden, Stockholm 1993.
5. Red: Landström G, Aronsson B, Greneheim B, Svensson S, Johansson M. Electrolux - Elektro Helios - Mariestadsfabriken 50 år 1951 - 2001.
6. Christensson B. Kolfibrer vid energiåtervinning Dnr 1998-1169 – 6. Arbetslivsinstitutet, Solna 2001.
7. Nise G, Pernold G, Wiebert P, Borg K, Svartengren M. Arbetsmiljön i kretsloppssamhället. Rapport från arbets- och miljömedicin 2003:3. Stockholm 2003.

## Bilaga 1. Kyl- och frysskåp

### 1. Faktainsamling

Vid studien av kyl- och frysskåp intervjuades två personer på Electrolux huvudkontor i Stockholm (september 2002) och en person i samband med ett besök vid fabriken i Mariestad (februari 2003). I samband med besöket i Mariestad ställdes även frågor om produktionsmetoder och arbetssätt förr. Omhändertagandet av uttjänta kylskåp studerades vid Stena Metall i Halmstad (februari 2003). Även här intervjuades en person. I samband med besök och intervjuer erhöles skriftliga dokument. I redovisningen ingår även information från andra källor än Electrolux och Stena Metall.

### 2. Olika generationer av kyl- och frysskåp

Under de senaste ca trettio åren har flera förändringar av betydelse för miljön gjorts i utformningen av kyl- och frysskåp. Skåpen idag är både lättare, energisnålare och tillverkas i färre produktionssteg. Energibesparande åtgärder i produktionen har vidtagits. Utsläppen till luft och vatten har minskat betydligt. Utomhusbullret från fabriken fläktar har reducerats. Gasen för expanderingsmedel har bytts ut mot ett freonfritt alternativ. Isoleringen har idag betydligt bättre prestanda, vilket utnyttjats både för att minska energiförbrukningen och öka det kylde utrymmet.

Företaget har även på senare år tagit bort PVC ur produkterna. Även freoner har fasats ut och ersatts med miljöanpassade köldmedium. Relativt nya skåp återanvänds efter rekonditionering vid en fabrik i Motala. Intrycket är att företaget avsätter både personal och resurser för att miljöanpassa produkterna och ha god marginal till framtida möjligen kommande miljökrav.

I produktutvecklingen pågår bland annat arbete med att minska antalet material i produkten och modifieringar av produkten i syfte för att underlätta separering av olika material i den uttjänta produkten. Arbete pågår även med målet ökad materialåtervinning.

Metoder har utvecklats för rationell hantering av uttjänta produkter. Freonet i kylsystemet och en stor del av freonet i isoleringen tas om hand. Metallerna från kylskåp återanvänds. Tyvärr kan ännu inte det organiska materialet återanvändas utan går huvudsakligen på deponi.

I grova drag kan man dela upp de sista ca trettio årens produktion av kyl- och frysskåp i tre generationer:

1970 - 1980	Futureline
1980 - 1992	SAM 76, kallas senare EU80
1992 -	Next (New) Generation, lanserades 1994. I denna generation togs de klorerade kolvätena bort.

### 3. Fallstudien

I denna fallstudie har vi jämfört "Next Generation" med de två tidigare generationerna. Inom respektive generation finns det produktförändringar, t ex utfasningen av PVC i den senaste genera-

tionen. Många förändringar införs oberoende av produktsortiment och vi har därför valt att inte låsa beskrivningen hårt till de olika produkterna.

Företaget är certifierat enligt ISO14001 och fått utmärkelser för sina energisnåla skåp.



## 4 Material

Utvecklingen går mot mindre plåt och mer plast. Den procentuella andelen material som recirkuleras minskar, eftersom metaller kan återanvändas i större utsträckning än plaster. Ytterligare en orsak är att avsättningen för återvunnen plast är dålig. I EUs regelverk skall viktandelen som får förbrännas minska till max 5% av det återvunna materialet. Det återvunna materialet skall vara 75% av ursprungsvikten senast 2006. Kraven på ökad viktandel motverkar företagets ambition att utveckla lättare och energisnålare kyl- och frysskåp. Som kuriosa kan nämnas att Electrolux balanserar sina tvättmaskiner med betong medan Miele balanserar med gjutjärn. Eftersom betongen är svårare att återvinna än gjutjärnet får Miele betydligt lättare att återvinna en hög viktandel.

För arbetsmiljön innebär lättare skåp minskad risk för belastningsskador, d v s bättre arbetsmiljö.

### 4.1 Plaster

I kylprodukter används företrädesvis innerytor av polystyren. I kylprodukter har man gått över från ABS till PS och samordnat detta i hela Europa. I våta produkter används istället polypropen med hög andel fyllmedel (ca 40 % krita). Isolermaterialet består av PUR, som fäster mycket bra mot PS. Detta gör att PS lättare kan bli förorenad av PUR vid återvinningen av PS. PUR-plasten var tidigare av TDI-typ men är idag av prepolymeriserad MDI-typ. De anställdas isocyanatexponeringen är idag försumbar. Bytet från TDI till MDI är bra för både yttre miljö och arbetsmiljö. PUR är en hårdplast d v s den kan till skillnad från termoplaster inte smältas ner för att användas på nytt för samma ändamål.

Isoleringsmaterialet PUR har använts sedan 70-talet. Det jästes ursprungligen med CFC 12. 1987 ersattes 50% av CFCs blåskraft med vatten (tillsammans med isocyanater bildar vatten koldioxid). 1994 infördes skumning med HFC 134a. Några år senare började detta ämne ersättas med cyklopentan. Idag används enbart cyklopentan (I ett kylskåp finns ca 0,3 kg cyklopentan). Tidigare användes 40 g PUR-isolering/l kylskåpsvolym och idag 25 g PUR/l. Isolerförmågan med cyklopentan är 12 mW / m °K, skum, åldrad PUR har 28-30 mW. Kylskåpen har idag en tjocklek av 3-5 cm PUR-skum och frysskåpen har 8-12 cm.

Byte till cyklopentan har påverkat tillverkningen, som nu på grund av ökad brandrisk sker mer inkapslat. Freonerna och cyklopentan har hygieniska gränsvärden av samma storleksordning d v s det är ingen fördel för arbetsmiljön att byta ut freonerna. Den ökade inkapslingen av cyklopentan medför minskad exponering vilket är positivt för arbetsmiljön. Detta skall dock vägas mot ökad brandrisk.

Electrolux lanserade 2002 en produktserie där PVC-plast helt eliminerades ur kyl- och frysskåpen. Utvecklingsarbetet har pågått sedan 1998. PVC har tagits bort helt av miljöskäl. Electrolux markerar sina PVC-fria produkter med gröna elsladdar. De gröna sladdarna innehåller polyolefiner och CaCO<sub>3</sub>. PVC innehåller stor andel mjukgörare, ofta ftalater. Dessa avges successivt under produktens livslängd till omgivande luft. Tidigare användes bly som stabilisator i PVC-produkter. På senare år har bly ersatts med mer miljöanpassade stabilisatorer. Utfasningen av PVC påverkar arbetsmiljön positivt dock i mycket begränsad omfattning i kylskåpstillverkningen eftersom exponeringen för främst mjukgörarna (ofta ftalater) är låg. Alla som kommer i kontakt med PVC:n under produktens livslängd exponeras för mjukgörare. Vid energiåtervinning bildas saltsyra från förbränning av PVC och det finns även risk för bildning av dioxiner. Det finns vinster för den yttre miljön med att fasa ut PVC. En arbetsmiljövinst är att den minskade förbrukningen av PVC leder till minskad risk för vinylkloridexponering som är en mellanprodukt vid tillverkning av PVC. Vinylklorid är ett gasformigt ämne som kan orsaka levercancer.

Antalet material i produkterna reduceras. För närvarande arbetar man på att ta bort andra ämnen bland annat flamskyddsmedel.

En kåpa av termoplast täcker kompressorns elektronik. På kåpan finns en skål för uppsamling och avdunstning av kondensvatten. Denna kåpa och skål kan innehålla bromerade flamskyddsmedel. Electrolux kan inte garantera att kåpan är bromfri. Med isomärkning genom ISO 11469 kommer man att på sikt att endast ha bromfria kåpor. Hos personal som arbetar med demontering av elektronikskrot har förhöjda värden av bromerade kolväten kunnat konstateras i blodprov. Bromfria kåpor medför minskad risk för exponering i tillverkningen, d v s arbetsmiljön förbättras. Eftersom exponeringen för bromerade kolväten i tillverkningen bedöms som låg blir arbetsmiljövinsten liten..

## 4.2 Metaller

Arbete pågår för att ersätta koppar med aluminium. Utbytet kompliceras av att särskilt lödning av aluminium är problematisk. Användningen av koppar har dock minskat.

Evaporatorn (kylelementet) är numera placerat bakom skåpens inneryta. Kylelementet är av aluminium, som via rör av stål är anslutet till kompressorn. Det skulle var möjligt att övergå till plåt i evaporatorn eftersom att den är helt täckt med plast. Evaporatorn skulle då bli lättare att återvinna. I kyl- och frysar med synliga evaporatorer (monteras invändigt i kylprodukten) finns brottanvisningar på rör eller rörfästen för att underlätta demontering och sortering.

Skåpet ytterhölje består av fosfaterad och pulverlackerad plåt. Dörrarna våtlackeras ibland, men tillverkas i ökad utsträckning av färdiglackerad plåt.

Kompressorn består av järn, koppar och aluminium. Den olja som idag används är mineralolja. Tidigare förekom även för esteroljor i skåp som hade viss typ av freoner som köldmedia. Lagstiftning kräver att oljor i kompressorn samt ämnen som har ozonnedbrytande effekt tas om hand.

Förändringarna bedöms ha liten betydelse för arbetsmiljön med undantag för valet av lödmetoder, som kan ha betydelse för både yttre miljö och arbetsmiljö.

### 4.3. Köldmedia

1994 byttes CFC 12 ut mot HFC 134a som därefter successivt bytts ut mot isobutan (ett kolväte, HC). Åtgången av isobutan är 50 - 80 g/kompressor. CFC/HFC:n töms före demontering. Lagstiftning kräver att ämnen som har ozonnedbrytande effekt tas om hand. HC kan släppas ut utan återvinning eftersom utsläppen är mycket obetydliga - försumbara i jämförelse med andra emissionskällor. Övergången till HC har ökat brand- och explosionsrisken i tillverkningen, vilket är negativt för arbetsmiljön. Brandfarligt köldmedia ökar givetvis brandrisken under hela kretsloppscykeln. I övrigt bedöms bytet från freoner till isobutan inte ha påverkat arbetsmiljön vid tillverkningen.

## 5. Förändringar i produktionen och arbetsmiljön

Nyttillverkningen sker i stor utsträckning i Mariestad där ca 400 000 skåp per år tillverkas. Idag produceras ca 500 skåp per anställd. Motsvarande siffror var 1980 350 och 1960 bara 60. Den största produktionsökningen inträffade under 60- och 70-talet. Tittar man på historiebeskrivningen över förändringar i produktionsmetoder under perioden 1951 - 2001 kan man konstatera att huvuddelen av betydande förändringar utfördes under perioden 1966 - 1980 [5]. Nästan alla förändringar var produktionstekniska t ex ökad automatisering, ny pressmetod och nya tätningstekniker. En förändring var att mineralull ersattes med skumisulering. Förändringarna innebar ökad produktion. Arbetsmiljön förbättrades avsevärt trots den stora produktionsökningen. Det berodde på att många dåliga arbetsmiljöer i stor omfattning rationaliserades bort genom automatisering t ex lödning, svetsning och målning. Trots rationaliseringar ökade personalstyrkan under perioden. Under 80-talet ökade inte produktionen räknat per anställd. Under de senaste tio åren har åter produktiviteten ökat. Räknat i skåp per anställd är ökningen nära 200 skåp/per år. Ökningen på senare år beror inte enbart på processtekniska åtgärder och förändringar i produkten utan också på att organisationen slimmats och effektiviserats. Idag är personalstyrkan i samma storleksordning som i slutet av 60-talet och 35-40% lägre än när som den var som störst i slutet av 80-talet.

Grovt kan man säga att kretsloppsanpassning av produktion och produkter påbörjats först efter 1980 och accelererat under 90-talet. Av produktionssiffrorna framgår att kretsloppsanpassningen inte påverkat produktiviteten.

Våtlackering av skåpen upphörde 1989 och ersattes med pulverlackering, vilket radikalt minskade utsläppen av kolväten. Pulverlacken som introducerades var av epoxi-polyestertyp. Vid påfyllning av pulvret dammar det. Tidigare var färgskiktet 40 - 50 µm. Idag är det 35 µm vilket innebär en minskad resursförbrukning. Sammantaget medför förändringarna i ytbehandling och målning en minskad emission till yttre miljö och minskat färgspill. Effekten på arbetsmiljön är svår att bedöma eftersom lösningsmedelshandlingen minskat drastiskt men istället förekommer exponering för allergiframkallande epoxihaltigt damm (dagligen ca fem minuter om inte personligt skydd används).

Produktionstekniken förenklas hela tiden genom enklare sammansättning, märkning och modularisering. Tillverkningen görs också i färre steg än tidigare. Produkten kan idag ses som tillverkad i två integrerade moduler, skåpet och kompressorn. Dessutom finns köldmedia, några mindre detaljer och elsladd.

I nytillverkningen pågår fortlöpande arbete för att reducera spillet (avfallsminimering).

Skåpet tillverkas i en process där hela jäsningsen sker inkapslat i ett steg. Inkapslingen på grund av byte av jäsmedel till cyklopentan. Skåpet är byggt så att de numera inte är möjligt att enkelt separera de ingående materialen. De finns dock inga särskilt miljöfarliga ämnen så länge temperaturen hålls under ca 150°C d v s en temperatur där PUR och andra ingående hårdplastkomponenter inte sönderfaller.

Monteringsarbetet idag sker vid ett antal stationer längs flera banor. Arbetsplatserna är i stor utsträckning ergonomiskt utformade och medger flexibel arbetshöjd och att skåpen kan lutas och läggas ned för bättre åtkomlighet och arbetsställning. Golvet har försetts med parkett och gummi-mattor. Tätningen av skåpen sker idag med smältlim istället för olika plastiska massor. Nya svets- och lödmetoder har införts. Ett exempel är fogning av kopparrör med ultraljud. Vid emballering används idag sträckfilm istället för den tidigare använda krympfilmen vilket sparar lite energi.



Bilder från kyl- och frysskåpstillverkning på Electrolux fabrik i Mariestad

I arbetsmiljön har flera viktiga positiva förändringar skett sedan 1980, men dessa är med några få undantag inte orsakade av kretsloppsanpassningen av produkterna.

Kompressorns tillverkning har inte ingått i fallstudien.

## 6. Uttjänta produkter och spill

Personal vid Electrolux samarbetar med andra stora företag i projekt om "Design for disassembly". Bland annat utvecklas ett simuleringsverktyg där konsekvenserna av förändringar i produktionstekniken för demonteringen åskådliggörs.

För att underlätta återanvändning och återvinning, är sedan början av 90-talet alla material i produkterna märkta enligt ISO 11469. Märkning medför en säkrare arbetsmiljö för återvinningspersonalen, eftersom man enbart arbetar med material som man vet vad de består av.

I Mariestadsfabriken släpptes i början av 90-talet ut ca 70 g lösningsmedel per tillverkad hölje. År 2001 var motsvarande utsläpp ca 2 g. Volymen brännbart avfall har under samma period minskat

från ca 30 l till något under 10 l räknat per tillverkade enheter. Som kuriosa kan nämnas att av den brännbara fraktionen var 1996 20 g datapapper för att 2001 vara 10 g.

## 6.1 Återanvändning

Relativt nyttillverkade skåp kan skickas till Motala för rekonditionering. Rekonditioneringen tar 1 - 2 timmar per kylskåp. Rekonditionering är ett nytt arbetsmoment. Återanvändning av relativt nya skåp innebär en minskad miljöpåverkan. Återanvändning medför en något minskad nyproduktion av skåp. Utan att ha besökt fabriken i Motala bedömer vi att arbetsmiljön vid reparation och rekonditionering är något svårare att få lika bra ergonomiskt som vid nyproduktion eftersom man hantlar hela enheter vilket medför att åtkomligheten blir sämre. Även exponeringen för luftföroreningar kan vara något högre, eftersom det förekommer rengöring och bättringsmålning.

En del kompressorer från uttjänta kyl- och frysskåp exporteras för återanvändning. Vad detta betyder för arbetsmiljön har inte undersökts eftersom vi valt att inte ta med tillverkning av kompressorer.

## 6.2 Återvinning

Källsortering av spill från tillverkningen sker på fabriken. Det finns ingen särskild personal för hantering av avfallet, utan ansvaret ligger på varje avdelning. För större mängder plastavfall finns en kvern för att minska spillens volym.

Antalet uttjänta kylskåp i EU är 25 miljoner/år. Tyskland svarar för ca 25% av dessa.

Vid återvinning har Electrolux och återvinningsindustrierna valt en storskalig och högmekaniserad lösning med få manuella arbetsuppgifter. Kostnaden för omhändertagande av ett kyl- och frysskåp är ca 200:-.

Kompressor, plastskärm ovan kompressor, rör för köldmedia och elsladd skall demonteras från skåpet enligt ett WEEE-direktiv. WEEE (directive for Waste on Electrical and Electronic Equipment) är ett EU-direktiv för återtagande och återvinning av elektroniska produkter. Elkretsen samordnar detta för branschen. Företag kommer att behöva certifiering för att få ta hand om elretur enligt WEEE-direktivet.

Stena Fragmentering AB i Halmstad har en särskild demonteringslinje för kyl- och frysskåp. 33 personer arbetar i tvåskift med kylskåpsåtervinning. Demontering och fraktionering av kyl- och frysskåp går snabbt till skillnad från en del andra produkter t ex mikrovågsugnar som är mer tidskrävande. 200 000 - 250 000 st kyl- och frysskåp/år fragmenteras vid Stenas anläggning i Halmstad.

Köldmedia på äldre skåp töms (se bild). Det kostar det ca 50 kr per kylskåp att återvinna freonerna. I skåpen ingår ca 100 g freon/skåp som köldmedia. Detta arbete försvinner på sikt eftersom halogenfria köldmedia ersätter CFC. Samtidigt försvinner kostnaden eftersom kolvätena inte tas om hand utan släpps ut.

Kompressorn klipps ut och töms (se bild), fragmenteras och metallåtervinns (Fe, Cu och Al). Kompressoroljan energiåtervinns. Personalen arbetar inomhus och har tillgång till lyft (se bild). Hela skåpet lyfts till särskild ställning med bra arbetshöjd för tömning och demontering.



Kyl och frysskåp i väntan på återvinning.



Lyfthjälp för kyl - och frysskåp.



Tömning av köldmedia.



Tömning av kompressorolja.

Plastskärmen på kompressorn som skyddar elektronik kan innehålla flamskyddsmedel och går till deponi. Skärm utan flamskyddsmedel går till energiåtergivning.

Elsladden fragmenteras och den organiska fraktionen energiåtervinns. Metallen går till metallåtervinning.

Skåpet består till största delen av organiska fraktioner och en mindre metallfraktion bestående av aluminium och stål. Chassit mals i långsamt roterande kvarnar till chipsstorlek och faller ner på ett skakbord där en lätt och en tung fraktion erhålls. Lätta fraktionen suggs upp och mals i en rivande kvarn. Den tunga fraktionen går till metallåtervinning efter separation av olika metaller. Plastfraktionen går huvudsakligen till deponi eftersom man ännu inte har hittat avsättning för den lätta fraktionen. Enklast är att förbränna fraktionen d v s energiåtervinna. Fragmentering av skåpen sker i en sluten process som medför att freoner (ca 300 g/skåp) som är inneslutna i isoleringen kan återvinnas i stor utsträckning. Freoner avskiljs ur processen med en kylfälla (-40°C) och ett kolfilter. I och med att processen är sluten minskas även personalens exponering för luftföroreningar.

I samband med upparbetning av fragmenterat material inomhus har tidigare mycket höga dammhalter uppmätts. I samband med återvinningen erhålls även en liten rest i form av mycket små plast- och metallfragment, som kan ses som återvinningsanläggningens produktionsspill. Detta spill kan lätt självantända och läggs på särskild deponi.



Betydande förbättringar har skett i arbetsmiljön under senare år. Ökad mekanisering av kylskåpsåtervinningen har medfört att arbetsmiljön förbättrats. Ännu återstår dock utvecklingsarbete innan arbetsmiljön vid återvinning är på samma nivå som i nyproduktion.

Även när det gäller yttre miljön finns det problem. För att uppnå det politiska kravet på 75% materialåtervinning måste plast från kyl- och frysskåp återanvändas. Försök pågår med att ytterligare förädla plasten genom bättre separation av de olika plasterna i uttjänta kyl- och frysskåp. De försök som utförts med återvunnen plast i nya kyl- och frysskåp har misslyckats. Försök pågår också med återvunnen plast utanför Electrolux produktsortiment i nya produkter där kraven på plastkvalitet är lägre. Problemet skall vara löst 2006.

## **Bilaga 2. Basstationer för mobiltelefoni**

### **1. Faktainsamling**

Vid studien av basstationer intervjuades huvudsakligen tre anställda vid Ericsson en per besökt fabrik, Kista (en fabrik som besöktes vid två tillfällen (2002)), Nynäshamn (2002) och Gävle (2003).

Ericsson är ISO 14001 - certifierade. Man överväger att införa arbetsmiljöstandarden OHAS 18001. Vid Ericsson har arbetsmiljö och miljö samordnats sedan mer än 6 år.

### **2. Utvecklingsarbetet**

Teknikutvecklingen är den största "motorn" i förändringen av miljön och arbetsmiljön. I den tekniska utvecklingen av produkter och produktionsmetoder beaktas även konsekvenserna för yttre miljön och arbetsmiljön, men miljöfaktorerna har jämfört med tekniken en underordnad roll. Stor betydelse har yttre och inre miljö först när miljöbelastningen blir mycket stor, alternativt om det finns risk att bryta mot lagstiftning eller andra krav.

De av Ericssons produkter som studerats i projektet innehåller mycket teknik och består av över tusen komponenter. Produkterna representerar ett stort värde d v s hög tillverkningskostnad/kg produkt. Miljöåtgärder utförs normalt sett när teknikutvecklingen medger förändringar utan att prestanda försämras. Större förändringarna i miljöbelastning sker främst genom tekniksprång och när nya produkter lanseras. Miljövinster är minskad energiförbrukning vid tillverkning och under drift samt mindre materialförbrukning och vikt räknat per prestanda och kapacitet. Under produktionen sker en successiv uppgradering av produkterna i takt med den allmänna teknikutvecklingen och ytterligare miljöanpassningar, när så är möjligt eller i enstaka fall anses nödvändigt. Även äldre produkter som fortfarande tillverkas kan miljöanpassas även om det i så fall är de som sist får ta del av förändringarna.

### **3. Basstationer för mobiltelefoni**

I projektet har primärt andra (2) och tredje generationens (3G) basstationer för mobil telefoni jämförts. Ibland har 2,5G jämförts med 3G på grund av den information som erhållits

3G är ett arbetsnamn som fått stor spridning. Systemet WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) är en av flera officiella beteckningar. System 2G är mer välkänt under den officiella beteckningen GSM (Global System for Mobile telephony). Mellanprodukten 2,5G är mer känd under förkortningen GPRS (General Packet Radio Services). Så långt det är möjligt har vi försökt jämföra system 3G med 2G och försökt undvika mellanvarianten. Produktgenerationerna för mobiltelefoni är betydligt mer olika än två generationer kyl- och frysskåp.

Studien avser inte alla led. Jämförelsen gäller dels slutmonteringen av 2G och 3G (Gävle) och tillverkning av filter till 2 och 3G (Nynäshamn) och förstärkare till 3G (Kista).



Till vänster. Radiobasstation RBS 2302 avsedd för placering inomhus. En basstation för tredje generationens mobiltelefon-system. Vikt 170 kg. Motsvarande GSM-station väger 200 kg.

Placeras stationerna utomhus är vikten 500 kg. Det gäller både 2G och 3G.

Till Höger. Radiobasstation RBS 2206, en GSM-station avsedd för placering inomhus.



### 3.1 Energiförbrukning

Energiförbrukningen i en 2G radiobasstation (fullt utbyggd) är 25 - 60 kWh per användare och år. Den lägre siffran är möjlig vid installation av ett helt nytt system i stadsmiljö. För 3G där man idag bygger helt nya system blir motsvarande förbrukning 50 kWh. En mobil drar 1-3 kWh/år. Om en osmart laddare som alltid är inkopplad används kan förbrukningen bli 15-20 kWh. Kärnnätet drar 2 kWh. Slutsatsen är att om man enbart tittar på mobiltelefonssystemen kommer elförbrukningen att bli högre vid användning av 3G än jämfört med 2G. I och med förbättrad prestanda kommer mer information att överföras via 3G än 2G. Eventuellt kan den ökade energiförbrukningen kompenseras eller t o m minska, om användarna utför fler tjänster per telefon istället för att transportera informationen på annat sätt eller t o m resa för att inhämta motsvarande information.

I 2G är man endast uppkopplad när man ringer alternativt blir uppringd. I 3G är man ständigt uppkopplad. Över tiden sker sedan mer eller mindre överföring mellan basstationen och en telefonen. Eftersom betydligt mer information kan överföras per tidsenhet ökar antalet användningsområden med den nya generationen mobiltelefoner.

Utvecklingen inom mobiltelefoni med sannolikt ökad miljöbelastning p g a ökad energiförbrukning följer därmed samma trend som bilindustrin. Ny teknik tas till stor del ut i ökad prestanda istället för minskad miljöbelastning. Inom bilindustrin har motorernas ökade verkningsgrad och förbränningsekonomi till stor del tagits ut i ökad prestanda. Nyproducerade bilmodeller blir dessutom allt tyngre, i medeltal ca 20 kg/år.

### 3.2 Kompaktare och mindre produkter

Produktutvecklingen går mot kompaktare och mindre komponenter och kretsar, vilket ökar snabbheten och prestanda. Produkterna kan göras mindre alternativt få in mer kapacitet i samma volym, vilket leder till minskat lokalbehov hos kunderna.

Idag bygger man kompaktare moduler och använder allt mindre komponenter. De mindre komponenterna medför ökad känslighet för statisk elektricitet och minskade utrymmen mellan komponenterna ökar kravet på värmeavledning. Utsatta delar är försedda med kylflänsar och de färdiga

basstationerna är försedda med kylfläktar. De minskade utrymmet i modulerna och mindre komponenterna medför att det blivit mindre och mer svårmonterat än i tidigare produkter och arbetsställningarna ibland mer låsta trots bättre ergonomiskt anpassad och flexibla arbetsplatser. Den ökande arbetsbelastningen kan ses som en konsekvens av tillverkning av resurssnåla produkter.

### 3.3 Material

Miniatyriseringen kan leda till minskad materialförbrukning, vikt och dimensioner. Istället för att ta ut dessa som miljövinster har man valt att förbättra prestanda. På grund av ett modulsystem håller man fast vid dimensionerna. Fördelen är att kunderna kan ersätta äldre system med modernare system på samma yta. Räknat över en stations livstid blir materialåtgången för 3G ca 0,7 kg material per användare och år. För 2G är motsvarande siffra på ca 0,5 kg. Viktökningen beror på att framtida användare förväntas sända större informationsmängder och att 3G kräver fler master. Huvuddelen (2/3) av materialet för 3G är stål i master och hus. Mobiltelefoni är ett område där utvecklingen inte går mot resurssnåla energi- och materialanvändning d v s utvecklingen är inte på väg mot ett kretsloppssamhälle om inte den ökade resursförbrukningen kan balanseras av sidovinsterna i form av minskat resande, mindre pappersanvändning etc.

I de nya produkterna utförs samma arbete till en lägre kostnad eftersom arbetet utförs med mindre mängd material och signalförstärkning med mindre energiåtgång. Det är dock inte lätt att jämföra de två systemen eftersom i 2G räknar man i antal linjer och i 3G räknar man i datamängder.

Radiobasstationerna består till stor del av metaller och kraven på andel återvunnet material betydligt enklare att leva upp till än för kyl- och frysskåp, som innehåller en stor andel plast som är svår att materialåtervinna. Däremot har man betydligt svårare att fasa ut material. Den 1:a juli 2006 får bly, kvicksilver, kadmium, sexvärt krom och två typer av bromerade flamskyddsmedel inte längre användas. Industrin i EU har begärt förlängd övergångstid för utfasningen av bly och fick detta 2003 för blyhaltigt lödtenn i nät och data. För Ericsson medför det längre övergångstid för bland annat basstationer.

På företaget finns en förteckning över miljöfarligt avfall. Ericsson har en s k "banned list" (svarta listan) och en "restricted list" (grå listan) på ämnen som skall fasas ut och som på sikt skall bytas till mer miljöanpassade material.

Kretskortsplattan kan bestå av antingen polyester, epoxi eller PUR. För tuffa miljöer, till exempel marina, används polyuretan (PUR). Kretskortsplattan innehåller flamskyddsmedel i form av bromerade ämnen som Ericsson planerar att fasa ut. I kretskorten används mest bromerad epoxi i mönsterkort och komponentkapslar. I vissa komponenter t ex plasthöljen till datorer finns bromerade flamskyddsmedel som additiv i plasten. Additiv kan avges från plasten. Vid förbränning och brand kan brom bilda skadliga halogenerade föreningar. På sikt kommer bromföreningarna att ersättas med organiska fosfater och kväveföreningar.

Tvättspnit (i-sprit) och vattenlösningar används för rengöring av kretskort och screentryck. Utfasningen av lösningsmedel har medfört vinster i både yttre miljö och arbetsmiljön.

I komponenterna ingår ett stort antal ämnen, bl a tenn, guld, silver och koppar. Mängden komponenter skiljer inte så mycket mellan 2G och 3G. Betydelsen för yttre miljö och arbetsmiljö är små.

Berylliumoxid är ett keramiskt material, som tidigare användes som isolator, eftersom den har god elektrisk isoleringsförmåga samtidigt som den är en relativt god ledare för värme. Berylliumoxid har

fasats ut av miljöskäl. Vinsten för arbetsmiljön är obetydlig eftersom berylliumoxid inte hanterades manuellt.

Löd pasta ger avfall som innehåller bly. Avfallsmängderna från 3G har minskar jämfört med 2G, p g a bättre teknik. Målet är att helt får bort bly. Tidigare innehöll lödtennet ca 40% bly, med smält-punkt ca 185 °C. Blyfritt lödtenn ger en smält punkt på ca 230 °C. För vissa äldre komponenter används en s k våglödmaskin, där betydligt mer bly förbrukas per lödning. Dessutom finns risk för brännskador. Maskinen kan användas till 2G men inte till 3G. sammanfattningsvis är förbrukningen av lödtenn något högre för 2,5 G än för 3G, vilket innebär att exponeringen för bly i arbetsmiljön är något mindre för 3G jämfört med 2,5G.

Statisk elektricitet kan skada produkten. Vid ytmontering av komponenter på kretskort elimineras statisk elektricitet på olika sätt, bland annat med  $\alpha$ -strålände preparat (polonium<sup>210</sup>, halveringstid ca 6 mån). Efter halveringstiden återsänds preparatet till "leverantören" för destruktions.

Höljerna består huvudsakligen av aluminium.

Radiofiltren tillverkas av aluminium belagd med lager av koppar och silver, d v s ett blandat material som inte kan separeras vid manuell eller maskinell återvinning. Detsamma gäller alla lödpunkter.

Förändringarna i arbetsmiljön som orsakats av ändrad materialanvändning i 3G jämfört med 2G är små. Minskade materialmängder och utfasning av farliga material, som börjar med den nya produkten medför att exponeringen i arbetsmiljön för kemiska ämnen är något bättre vid tillverkning av 3G jämfört med 2G.

### 3.4 Produktion

De olika enheterna i respektive basstation är utformade som moduler vilket underlättar produktion, sammansättning vid nyttillverkning, uppgradering och service under basstationens livslängd samt hanteringen av den uttjänta produkten.

Utformningen av modulerna innebär små skillnader i arbetsmiljön.

I Kista följdes tillverkning av förstärkare MCPA (Multi Carrier Power Amplifier) till 3G. Vikt 7 - 8 kg. Man försöker begränsa de olika enheternas vikt till max 8 kg av ergonomiska skäl. Arbetsuppgifterna var bland annat ytmontering av kretskort, montering av kretskort och andra komponenter till en färdig förstärkarmodul inkl testning/trimning.

Till ytmonteringsmaskinen laddas kretskorten i satser. På korten finns kretsarna redan förtryckta. Tvättning med i-sprit sker vid behov. Ytmontering av SMT (surface mounted technology) är i första steget i förstärkartillverkningen, där komponenter och transistorer monteras helautomatiskt på kretskort. Komponenterna kommer fastsatta på tejp som en rulle. Från rullen matas komponenterna in i SMT-maskinen och placeras på rätt ställe i kretskortet och löds fast. Idag är det ingen skillnad på detta arbete mellan de olika förstärkarna. Processen är helkaplad. Lödröken avskiljs i ett filter i Kista medan den går rakt ut i Nynäshamn. Filter sänds som avfall 1 gång per år. Filtret innehåller ca 2 kg föroreningar. Vid reparation och underhåll kan viss exponering ske. Vid utmatningen ur SMT-maskinen sker avsyning och eventuellt efterarbete. Manuell lödning efteråt sker i allt mindre utsträckning. Därefter placeras korten och andra komponenter till förstärkarna på en särskild produktionslinje (MARS-linjen = MCPA assembly and replace system) där montering och testning och trimning sker. Det sker fler automatiska tester och funktionstester av 3G än vad som

sker med föregångaren 2G. Det är även mer trimningsarbete och komponentbyten på 3G, bland annat för att möta de strängare specifikationer, som numera ställs på produkten. Nyproducerade produkter som inte klarar testerna försöker man reparera istället för att kassera. Linjen har anpassats för att personalen skall kunna arbeta i flexibla arbetställningar.

Man kan beskriva produktionen i SMT-maskinen som helautomatisk medan MARS-linjen till stor del är manuell med några mer automatiserade stationer.



Exempel på arbetsplatser längs MARS-linjen.

Modulerna från Kista och Nynäshamn skickas till Gävle för slutmontering.

I Nynäshamn studerades tillverkning av de filter som finns i radiobasstationerna i både 2,5 G och 3G samt reparation av GSM-basstationer. 2,5G kan tillverkas på samma linjer som 3G. I filtren används samma material i båda produkterna. Filtren tillverkas på liknande sätt som förstärkarna på MARS-linjen. På första stationen finns alla ingående komponenter lagrade. Huvuddelen av alla komponenter plockas och läggs på en s k monteringsplatta ("Kitning"). Därefter monteras olika detaljer fast till enheter på fyra monteringsstationer. På en av stationerna monteras två enheter till en filterenhet. Trimning sker sedan vid tre stationer. Ungefär hälften av alla skruvar monteras av en skruvrobot, huvudsakligen av arbetsmiljöskäl. Personalen kan själva styra tempot vid arbetsplatserna. Arbetsrotation förekommer. Vikten skattas till ca 10 kg för 3 G. I 3G är flera av komponenterna mindre vilket medför att modulvikten är 1 - 2 kg lättare än 2,5G. Ergonomi och bildade föroreningar är lika vid filtertilverknigen för de båda systemen. Skillnaden är främst storleken som medför att mer vikt behöver lyftas på och av bandet när 2,5 G tillverkas.

I Gävle studerades slutmonteringen av de två radiobasstationerna. Montering och testning skiljer sig mellan produkterna. 2,5G-basstationen flyttades mellan olika monteringssteg för att avslutas med tester. Inga 2G-stationer monterades under besöket. 3G sattes ihop på en arbetsplats där man kunde höja och sänka golvet för att underlätta montering av modulerna i skåpet. För 2,5G sker en större provning i slutändan ("burn in"), där utrustningen kan komma upp i temperaturer över 50 °C, enstaka komponenter kan bli ännu varmare. Provtiden kan uppgå till 4 timmar.

Särskilda återanvändbara transportmoduler används för vissa transporter av enheter mellan fabriker. För arbetsmiljön innebär det att hanteringen blir något enklare och mindre emballage behöver hanteras. Effekten för arbetsmiljön bedöms dock som relativt marginell.

Vid utveckling av nya produkter pågår i Kista prototyp tillverkning. I prototyp tillverkningen produceras betydligt mer spill/produkt. Denna tillverkning har inte tagits med i utvärderingen, trots att det finns en miljöbelastning även från produktutvecklingen, som bör räknas in i den serietillverkade produkten. Vi bedömer att den delen är så liten, att den är försumbar. Det finns även delar, som kommer från andra fabriker t ex skåp, höljen och kretskort (halvfabrikat) mm. Även dessa har inte tagits med i utvärderingen.

## 4. Uttjänta produkter och avfall

Livslängden för 2G-basstation är ca 25 år, vilket också förväntas för 3G.

Miljöanpassning av produktion och produkter pågår. Produkterna märks och utformas för lättare demontering. Flera verktyg används för att miljöanpassa processerna och produkterna; bl a NPI (new product implementation), som även tar upp återvinning. Design for environment, DFE, har regler för att minska miljöpåverkan. DFDA (design for disassembly) används även. I denna metod beaktas också förpackningarna.

Material (för produkter som väger mer än 25 g) märks enligt ISO 11469 för plast och enligt European EN-standard (SS-EN) för metaller och kablar. Denna märkning är ca 4 år gammal. Alla produkter materialdeklarerar numera tillsammans med deras energiförbrukning. All personal har ansvar för att sortera sina egna sopor. En person svarar för källsorteringen i respektive fabrik. Ett problem är statusen på arbetsuppgiften.

### 4.1 Återanvändning

I Nynäshamn utfördes reparation av GSM-radiobasstationer (2G). De har ännu inte börjat kasseras. Avfallet från samtliga fabriker minskas genom utökade tester och reparation före leverans istället för kassation, vilket som kan ses som en form av återanvändning.

Under en radiobasstationens livslängd kan uppgradering ske utan att hela stationen byts ut. Det gäller 2G, 2,5G och 3G.

En mindre del av emballaget återanvänds.

### 4.2 Återvinning

Produktionen skiljer sig inte vad gäller avfallshanteringen mellan de två produkterna, 2G och 3G. Detsamma gäller mängden avfall från tillverkningen. På samtliga fabriker arbetar man aktivt på att få ner avfallsmängden.

I Kista är avfallets vikt större än den vikt som lämnar fabriken i form av färdiga produkter. Vid SMT och MARS i Kista sorteras avfallet direkt i följande fraktioner: farlig avfall, riskavfall, krymp & sträckplast, hårdplast, elektronik, metall, papper och övrigt. Huvuddelen av avfallet är förpackningsmaterial, som källsorteras dels ute i produktionen och dels av en särskild ansvarig. Alkaliskt tvättvatten återanvänds efter filtrering. Sortering av metall, slam från mekanisk tvätt sker i 3-kammarbrunn och går på deponi. Övrigt tvättvatten är så rent, att det godkänns för att släppas ut i kommunala avloppet. Olja till smörjning av produktionsutrustning ansamlas i slammet. Elektronikskrot och förorenade filter (t ex ovanför SMT) sänds till Ragnsells för sortering, eventuell demontering etc.

I Nynäshamn producerades år 2001 474 ton avfall. 99% material- och energiåtervanns. Andelen energiåtervunnet var 246 ton dvs 52%. Resten ca 1% hamnade på deponi. 1997 var andelen material- och energiåtervunnet material 60%. I Nynäshamn går de sorterade metallfraktionerna till ett skrotföretag, medan SRV (Södertörns Renhållningsverk) tar hand om resterande avfall.

I Gävle är avfallsmängden ca 10% av produktmängden. I Gävle har man 30 avfallsfraktioner .

Skillnaden mellan Kista och Gävle kan bero på att i Kista tillverkas huvudsakligen mindre enheter sammansatta av åtskilliga små komponenter. Förpackningsmaterialet för alla dessa små komponenter svarar mot en förhållandevis stor andel av kretskortens totala vikt. I Gävle sätts stationerna (170 - 500 kg/station) samman och testas före leverans till kund. Avfallsmängderna relaterat till totala produktvikten blir då givetvis betydligt mindre.

Hur kasserade produkter skall omhändertas fick vi vaga besked om. Om produkten kan återanvändas efter mindre arbetsinsats och efterfrågan finns kan den användas som utbyteskomponent. Vid demontering av elektronikprodukter brukar som första steg miljöfarliga komponenter demonteras. Om produkten innehåller hög andel värdefulla metaller eller andra värdefulla komponenter och kretskort brukar dessa demonteras manuellt. Vid manuell demontering kan arbetet bli ensidigt med risk för förslitningsskador. När det inte är kostnadseffektivt att demontera manuellt , fragmenteras restprodukten efter avlägsnande av miljöfarliga komponenter och de olika materialen separeras, metall för materialåtervinning och organiska material för energiåtervinning. Eventuellt restavfall läggs på deponi.



## Bilaga 3 Husbyggnation

### 1. Faktainsamling

Vid studien erhöles övergripande information vid ett möte med Skanska (september 2002) och besök på två byggarbetsplatser – reparation och ombyggnad av flerfamiljsbostäder från 40-talet (Reinholds; februari 2004), och nybyggnation av flerfamiljshus (Skanska; mars 2004). Reinholds ägs av Skanska. Vid ett möte med Reinholds (februari 2004) erhöles produktionsbeskrivning av nyproduktionen från slutet av 1960-talet till mitten av 70-talet samt viss statistik över produktionsspill.

Skanska skickar sitt avfall från byggverksamheten i Stockholm till Sita. Hanteringen av produktionsspill studerades på två anläggningar; Högdalen (mars 2004) och Kovik (maj 2004).

### 2. Hus förr och nu

Till skillnad från produkterna i de två andra fallstudierna, är hus en produkt med lång livslängd. Under dess livslängd sker omfattande underhåll och service. När huset kanske efter ca 50 år blir omodernt är det idag ovanligt att hus rivs. Istället renoveras och moderniseras husen främst invändigt. Äldre hus tilläggsisolerar för minskad energiförbrukningen ofta i samband med annan reparation och ombyggnad. Idag är man dock mer försiktig med olika energibesparingsåtgärder och försöker bibehålla den gamla exteriören i större utsträckning än tidigare. Tidigare kunde energibesparingarna även orsaka ”dålig luft” på grund av minimering av luftomsättningen och fuktutfällning i den efter energisparåtgärderna betydligt tätare konstruktionen. Den ”instängda luften” orsakar ibland besvär hos de som nyttjar huset. Hus som byggs idag är ofta inte lika energisnåla som för ca 20 år sedan. På centralorter byts ofta den lokala uppvärmning ut till central uppvärmning genom fjärrvärme. Modernisering av husen sker ofta samtidigt som större reparationsbehov föreligger, t ex i samband med stambyten. Nu pågår renoveringar i stor utsträckning av hus från 50-talet p g a stambyten.

Ett särskilt problem i byggprocessen är att undvika fuktskador i material under byggskedet och att byggnaden konstrueras och material väljs som minimerar risken för fuktskador under byggnadens livslängd. Idag försöker man bygga torrare och undvika att använda material och materialkombinationer som tillsammans med fukt kan ge mikrobiell växt och/eller kemiska emissioner. De som uppehåller sig under längre tid i fuktskadade byggnader kan få besvär av emissionerna, s k ”sick building syndrome” förkortat ”SBS”. Fukt är den huvudsakliga orsaken till byggnadsrelaterade besvär, men det finns även andra källor. Dessa problem var inte lika uppmärksammande för trettio år sedan.



Idag bygger man torrare.  
Sektionerna som lyfts på plats  
är inplastade.  
Byggarbetsplatsen på bilden är  
inte den som beskrivs i texten.

Till en början byggdes bostäder på mark med liten risk för fuktinträngning, ofta på mindre kullar i landskapet. Idag tas mark i anspråk som tidigare inte ansågs lämplig, t ex utdikade kärr eller t o m gammal sjöbotten. Här står grundvattnet nära grundsockeln. Risken för fuktskador är särskilt stor om byggnaden är byggd som ”platta på mark” eller med torpargrund. Under 60-talet byggdes många hus med platta tak. Dessa tak riskerar i större utsträckning att få fuktgenomträngning än hus med sluttande tak. Idag har problemen med platta på mark och platta tak uppmärksammats.

När det gäller verktyg har inte mycket skett under åren och detsamma gäller riskerna för olycksfall. Tunga lyft förekommer fortfarande även om de inte är lika vanliga som förr.. Möjligen kan kraven på sopsortering medföra bättre ordning på byggarbetsplatserna och därigenom något minskad olycksfallsrisk.

### 3. Miljö och arbetsmiljöarbetet

Skanska är ISO 9001 och ISO 14001 certifierade och ISO 18001 håller på att införas. Inom Skanska använder man termen "sustainability" som innefattar arbetsmiljö, miljö, kvalitet och säkerhet. Ansvaret för "sustainability" gäller alla nivåer med allt större detaljnivå ju längre ut i beslutskedjan man befinner sig. Ansvaret ligger i slutändan på den platsansvarige. Till hjälp i miljöarbetet finns fasta rutiner som skall följas. I arbetsmiljöarbetet finns bland annat "byggherrens arbetsmiljöplan", med vars hjälp risker mm kan identifieras. Någon kompetens utöver vad som erhålls på enstaka kurser finns inte på lokala arbetsplatsen. Arbetsmiljöarbetet bygger på att följa fastlagda rutiner så att risker skall identifieras och åtgärdas. Stöd finns vid behov högre upp i organisationen. Träffar anordnas även för att olika grupper på samma nivå skall kunna diskutera och lära av varandras erfarenheter. Vid olika planerings- och uppföljningsmöten kan det finnas en risk p g a alla produktionstekniska spørsmål som skall lösas att tiden för arbetsmiljöfrågor kan bli mycket kort.

På båda besökta arbetsplatserna fanns förteckning över ingående byggmaterial och var de skulle användas. Centralt finns även miljösamordnare som följer upp utvecklingen och som har listor över material som bör fasas ut.

Byggverksamheten bedrivs i projektform där varje projekt har sin bemanning. Olika yrkesgrupper, kanske anställda av underentreprenörer, sköter sina arbetsuppgifter relativt självständigt och på

organisatoriskt avstånd från huvudentreprenören. Jämfört med övriga fallstudier går det inte att utesluta att andra produkter än de uppgivna kan förekomma på arbetsplatserna, om än i begränsad omfattning.

## 4. Byggnadsmaterial

Det finns idag över 50 000 byggvaror. Ett stort arbete ligger i att undersöka och begränsa antalet varor som skall användas i byggproduktionen. Skanska undersökte (1999) 3000 byggvaror; 14 innehöll ämnen som var förbjudna enligt svensk lag och 400 st borde bytas ut eftersom de innehöll ämnen som bör eller skall fasas ut.

Icke bärande väggar byggs ofta i material som till stor del består av gips och cellulosa. Samma material användes huvudsakligen på 60- och början av 70-talet, men även skivor av asbest-cement förekom. För arbetsmiljön vid nybyggnation är givetvis vinsten stor när asbesten förbjöds. I samband med reparationer och ombyggnad kan dock asbestförekomst i enstaka fall missas vilket kan få till följd att byggnadsarbetare blir exponerade för asbest.

Arbete med gipsskivor är inte problemfritt. Gipsskivorna är både tunga och känsliga för fukt. Besvär på grund av mikrobiell växt på fuktskadade gipsskivor har inträffat i flera relativt nybyggda områden. I ej bärande väggar ersattes träreglar med plåtreklar på 70-talet.

På 60-talet användes ibland olika träfiberplattor där formaldehyd kunde avges om bindemedlet var av sämre kvalitet eller skivorna utsattes för fukt. Besvär har orsakats av formaldehydemission från spånplattor. De som drabbats är de som nyttjar fastigheten.

Tjockleken på isoleringsskiktet har ökat sedan slutet av 60-talet, vilket kan medföra ökad exponering för fibermaterialet (ofta isolerull). Under 70-talet blev polyuretanskum (PUR-skum) populärt. Arbete med PUR-skum innebär risk för exponering för isocyanater, en grupp ämnen som är kraftigt allergiframkallande och några misstänks dessutom kunna orsaka cancer. Gränsvärdena är mycket låga. PUR-skum skall undvikas p.g.a. hälsoriskerna och fasas ut. Vid besöket på byggarbetsplatsen för reparation och ombyggnad ansåg man att det i några enstaka fall var fördelaktigt att använda PUR-skum trots hälsoriskerna.

Platta tak som var vanliga på 60- och början av 70-talet hade normalt plåtsarg, frigolit direkt på bjälklag (ca 30 cm), butylduk som kontaktklimmade och singel. Limmet var lösningsmedelsbaserat. Idag byggs inte platta tak i samma omfattning.

Det vanligaste golvet i slutet av 60-talet var sk ”flytande golv”. Istället för att slipa, spackla och lägga in ett mjukt underlag på den hårda ytan skyfflades torkad sand ut, jämnades till, plastfolie och masonitskivor lades på sanden. Vid vattenskada kunde vattnet lätt spridas i sanden. Arbetarna exponerades för silikofarligt damm från sanden. Mätvärden över gränsvärdet förekom om inga särskilda åtgärder vidtogs. Vanliga ytmaterial var en asbesthaltig plastmatta av PVC. Mattorna av PVC innehåller förutom asbest även hög andel mjukgörare t ex ftalater. Först exponerades golvläggarna för dessa ftalater och sedan exponerades de som nyttjade byggnaden under lång tid. Många golvläggare fick besvär av ångorna vid svetsning av plastmattorna och exponeringen för ftalater och andra mjukgörare kartlades. Nu har det visats i en stor undersökning att ftalaterna är en av orsakerna till ökningen av allergierna. Idag betongspacklas golven och som ytmaterial används trä (parkett), linoleum och ofta kakel istället för plastmattor i våtutrymmen. Ett nytt arbetsmoment

som kan innebära en betydande arbetsmiljörisk är fuktspärren i våtutrymmen. Idag sprutas eller penslas ett spärrskikt som av epoxi innan våtutrymmet kaklas.

Lösningssmedelshalterna i färg och spackel var låga redan i slutet av 60-talet och har sedan dess reducerats ytterligare. På byggarbetsplatsen för reparation och renovering av flera flerfamiljshus användes lösningsbaserad färg endast för målning av några räcken utomhus. Vid blandning av olika torrbruk exponeras byggnadsarbetarna för mineraldamm. Efter spackling sker slipning. Idag är tidsåtgången för slipning betydligt mindre än för trettio år sedan.

Asbest användes på många områden och inte bara som asbestcementskivor. Det förekom som brandisolering, fuktspärr, lim, spackel, kakelfix, golvtjämjning, matta och rörisolering. Vid rivning är det viktigt att känna igen asbestprodukterna, så att de rivs på ett säkert sätt. Äldre byggnadsarbetare har erfarenheter från tiden då asbest byggdes in i fastigheterna. Yngre arbetare saknar den erfarenheten och risken är större att de missar asbesten.

PCB är ett farligt ämne för den yttre miljön och förekom i främst tätnings- och fogmassor.

De produkter som fått ökad användning är stål, olika gipsprodukter, cementprodukter och epoxi-produkter. I gips- och cementprodukter används ofta olika former av cellulosa och ibland mineralull som förstärkningsfibrer. I gips- och cementprodukterna finns även åtskilliga tillsatser. Gips och framför allt gips med celluloscikt är känsliga för fukt och flera fall av sjuka hus har inträffat. Cementprodukterna kräver vatten för härdning. Det är viktigt att cement som står i kontakt med gipsprodukter torkar snabbt. Epoxi som fuktspärr har också orsakat sjuka hus. Det är viktigt att epoxi inte appliceras innan cement och betong torkat.

## 5. Reparation-, ombyggnad och tillbyggnad

Den reparation och ombyggnad som studerats i fallstudien var mycket ”försiktig” och mycket material återanvändes. Vid ombyggnationen försökte man så långt det var möjligt både interiört och exteriört behålla byggnadens karaktär. När nya material installerades t ex nytt skyltfönster och dörr i markplan var man noga med anpassningen till byggnadsstilen. Vid renoveringar idag försöker man i större utsträckning än tidigare att behålla husets karaktär. För trettio - fyrtio år sedan rev man i större utsträckning och renoveringarna kunde ofta medföra betydande förändringar av husets karaktär. Eftersom man ofta försöker behålla husets karaktär blir ingreppen ofta mindre och därmed de dammande rivningsmomenten färre.

ROT innebär ur kretsloppssynpunkt mindre miljöbelastning än rivning och nybyggnad under förutsättning att husets värmeförbrukning minskar vid ROT. Vid ROT-arbeten är ofta arbetsmiljön sämre än vid nybyggnad, på grund av dammande rivningsarbeten inne i byggnaden. Det finns även risk för exponering för farliga ämnen som asbest och bly. Vid rivning av fuktskadade material kan exponeringen för mikroorganismer bli hög. I samband med byggplatsbesöket utfördes inga kraftigt dammande arbetsmoment.

Vid tätning av badrum applicerades ett epoxiskikt vått. Epoxi är starkt allergiframkallande. Tidigare användes plaster för badrumstätning. Utöver epoxi i våtutrymmen används i högre utsträckning cementbaserade produkter för ytutjämnning. I samband med besöket användes polyuretanskum vid insättning av en dörr och ett fönster i markplan på grund av särskilda problem. Polyuretanskum används normalt inte på arbetsplatsen.

## 6. Nybyggnation

Byggnaderna som var under uppförande vid besöket bestod huvudsakligen av betong, som till stor del kom i sektioner till nybygget. Väggarna kom som skivsektioner, en yttre och en inre skiva. I skivorna var hål mm redan förberedda för installationer. Mellanrummet mellan skivorna fylldes med betong, på plats. På 70- talets början förekom både färdiggjutna sektioner, som var betydligt mer färdiga än de nu gjutna skivorna och platsgjutna bärande väggar. Vid platsgjuten betong användes normalt plattformar som sprutades med formolja. Detta slipper man att utföra på byggarbetsplatsen med färdiga byggelement eller när betongskivorna används. Vid platsgjuten betong förekom det betydligt mer betongslipning än vad som förekommer idag. Överlag sker mindre bearbetning och slipning av betongstommen och i ökad omfattning cementspackling och slipning. Vid nybyggnation nu kan mer stål förekomma än vad som var vanligt under ”millionprogrammet”, dvs på 60- och 70-talen. I stommen användes stående stålbalkar.

Vid besöket kunde vi konstatera att man idag bygger betydligt torrare och skyddar byggnaden med t ex plastfolie innan fönster mm kommit på plats. Detta medför minskad luftväxling inne i byggnaden under uppförandet. Utförs byggarbete som alstrar mycket damm eller andra luftföroreningar, ökar risken för höga exponeringar.

Även vid nybyggnationen används epoxi som fuktspärr i våtutrymmen.

Minskad betongbearbetning medför minskad risk för höga kvartsdammexponeringar, men ökad grad av inkapsling och torrare byggande ökar dammhalterna.

## 7. Avfall

Uttjänta produkter finns inte på samma sätt inom byggsektorn som från Electrolux och Ericsson.

Vid både ny- och ombyggnad har man idag, precis som på Electrolux och Ericsson, sortering av avfall i flera olika fraktioner och särskild hantering av miljöfarligt avfall. Samtliga anställda på byggarbetsplatserna sorterar. En betydande del av avfallet från byggena idag är förpackningsmaterial.

Enligt statistik från Reinholds minskar avfallsmängderna från år till år. Arbete pågår fortlöpande på att öka återanvändningen av avfall. Inom byggsektorn finns ett särskilt kretsloppsråd för miljöanpassning av byggverksamheten.

Avfallet källsorteras och förädlas bland annat vid SITA:s anläggningar i Högdalen och Kovik. SITA tar emot ca 200 000 ton byggavfall varje år. Ca 35% energiåtervinns. Maximalt kan 50% energiåtervinnas. Maximalt 5% materialåtervinns. Kommer mindre mängd andra sopor för deponi minskas behovet av fyllnadsmassor till deponi. Tegel, betong mm används idag ofta som fyllnadsmassor på deponierna. På sikt kommer andelen byggavfall till deponi minskas betydligt.

SITA delar upp byggavfallet i åtta fraktioner:

- trä (fragmentering och energiåtervinning),
- metall (fragmentering och materialåtervinning),
- gips (sorteras – rent till materialåtervinning och smutsigt till deponi),
- brännbart (allt från deponi till material- och energiåtervinning beroende på typ av spill),
- blandpapper (materialåtervinning),

- fyllning (huvudsakligen egen användning på deponi),
- farligt avfall (vidaresorteras på ett stort antal fraktioner för vidare omhändertagande) och
- osorterat (beroende på material till deponi, destruktion eller förbränning)

En risk vid återanvändning är att många tidigare använda byggmaterial innehåller farliga ämnen t ex asbest. Vid fragmentering av plastmattor kan asbestfibrer frigöras. Kakelplattor från rivning kan ha rester av asbesthaltigt kakelfix (ser ut som vanligt murbruk). Om krossat kakel med kakelfix används som fyllning återförs asbesthaltigt material till byggarbetsplatser. Störst är risken för den person som arbetar närmast kvarnen när kaklet mals. Det är därför viktigt att både byggnadsarbetarna som renoverar fastigheterna och personalen på återvinningsanläggningarna utbildas så att de inte missar de farliga byggprodukterna.

## 7.1 Återanvändning

På arbetsplatsen för renovering och ombyggnad återanvänds mycket av materialet direkt i samband med renoveringen, ofta efter spackling, slipning och ommålning. Fragmenterat oorganiskt material används för fyllning utomhus. Återvunnen plast används runt grunden på renoveringsobjektet.

## 7.2 Återvinning

Huvuddelen av byggmaterialet går idag på deponi, men inom kort beräknas minst hälften energiåtervinnas. Idag kan de flesta förbränningsanläggningar inte förbränna material effektivt om fragmenten är större än några decimeter. Materialet måste därför fragmenteras innan det levereras till förbränningsanläggningen. Vid fragmentering kan höga dammhalter förekomma. Även vid sortering kan exponering för höga halter ske. Är materialet fuktskadat kan dessutom höga halter mikroorganismer förekomma. Om farliga material krossas av misstag ökar givetvis risken för höga exponeringar. Krossarna bullrar kraftigt. Arbete med sortering och fragmentering bedöms kunna medföra exponeringar över det hygieniska gränsvärdet, om inga skyddsåtgärder vidtas.

Sita använder sig av mobila krossar. Man har ofta driftstopp på krossarna. Driftsäkrare krossar som dessutom klarar av textila material borde utvecklas. Idag får t ex textilier läggas på deponi eftersom de inte kan fragmenteras och är då för stora för förbränningsanläggningarna. Personalen exponeras normalt inte för det bildade dammet eftersom de arbetar från hytter med filtrerad tilluft. I samband med driftproblem kan personalen kortvarigt bli kraftigt exponerad.

Personalen på Sita:s anläggningar som besöktes har arbetsrotation. Eftersom mycket arbete sker från hytt med friskluftstillförsel är arbetsmiljön acceptabel. Problem med driftsäkerheten hos kvarnar och dammet från fragmenteringen medför att de nya arbetsplatserna har brister i arbetsmiljön.



Sorteringsplatta. När bilden togs pågick ingen sortering. Avfallet på bilden är inte byggavfall.



Ej brännbart byggavfall. Materialet på bilden går ej till återanvändning utan läggs på deponin.



En förkolnad bit tagen från askutmatningen från en sopförbränningsanläggning [6]. Biten som är helt organiskt har inte förbränts p g a sin storlek. Stålpelaren bakom den oförbrända klumpen är ca 20 cm bred.



Krossning av virkesavfall från byggen. Efter fragmentering kan virket lätt självantända. Vid besöket hade man nyligen haft en brand. Det fragmenterade virket bör därför helst inte mellanlagras före förbränning. Idag är det nödvändigt eftersom både tillgång och efterfrågan är ojämn.



Virkesavfall före fragmentering för energiåtervinning.



Deponin.