

Produkters totala avfall

- en studie om avfallsfotavtryck och klimatkostnad

Rafael Laurenti och Åsa Stenmarck
med bidrag från Åsa Moberg, Jan-Olov Sundqvist, Haben Tekie, Lena Youhanan

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2015
Författare: Rafael Laurenti och Åsa Stenmarck
Medel från: Avfall Sverige SIVL
Rapportnummer: B 2444

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Box 210 60,100 31 Stockholm
Tel: 010-788 65 00 Fax: 010-788 65 90
www.ivl.se

Sammanfattning

Förutom det avfall som uppstår då en förbrukad produkt slängs så uppstår avfall under tillverkningen av produkten. Konsumenter kan ha svårt att se den totala påverkan som deras konsumtionsbeteenden har på miljön eftersom de direkt bara kan se det avfall som uppkommer hos dem själva när de slänger sina uttjänta produkter. Utan mer detaljerad information om olika produkters totala miljöpåverkan är det svårt för konsumenter att ändra sina beteenden till mer konsekvent hållbara. I denna studie har vi utvecklat en metod för att beräkna produkters avfallsfotavtryck med syfte att förbättra kunskapen och medvetenheten hos konsumenter om den totala mängden avfall som uppkommer i samband med produktionen av de produkter som de konsumerar.

Vi har beräknat avfallsfotavtrycket för 11 produkter och även uppskattat klimatkostnader till följd av avfallet som uppkommer i produktionskedjan. De produkter som studerades var: kyckling, nötkött, elektrisk borrar, bärbar dator, mjölk (icke-ekologisk), bomullsbyxor, läderskor, mobiltelefon, träningskläder (en T-shirt och ett par shorts i syntetmaterial), mjölkförpackningar av kartong samt tidningar.

Bland de produkter som analyserades hade elektroniska produkter det högsta avfallsfotavtrycket (kg avfall/ produkt), en bärbar dator 1200 kg, en mobiltelefon 86 kg och en borrar 52 kg. Ett kilo nötkött genererar mer avfall (4 kg) än ett kilo kycklingkött (860 gram). En liter mjölk har ett relativt lågt avfallsfotavtryck (97 gram) men avfallsfotavtrycket ökar med cirka 10 procent när mjölkförpackningens fotavtryck (9 gram) inkluderas. Avfallsfotavtrycken av kläder (ett par bomullsbyxor 25 kg, träningskläder 17 kg) och skor (ett par läderskor 12 kg) förtjänar också konsumenternas uppmärksamhet. Ett exemplar av en tidning visade sig ha ett litet avfallsfotavtryck (25 gram). De huvudsakliga källorna till avfall beskrivs i rapporten.

Klimatkostnaden var på samma sätt som för avfallsfotavtrycket störst för en bärbar dator (270 kronor) och en mobiltelefon (140 kronor). Ett kilo nötkött (37 kronor) och ett par läderskor (14 kronor) kom på tredje respektive fjärde plats. Ett kilo nötkött har också en betydligt högre klimatkostnad än ett kg kycklingkött (5 kronor). Klimatkostnaden för ett par bomullsbyxor (8 kronor) och träningskläder (7 kronor) är ganska lika. Klimatkostnaden för en liter icke-ekologisk mjölk (1,4 kronor) är högre än klimatkostnaden för dess förpackning (mindre än 1 krona). Tidningen har en liten klimatkostnad (mindre än 1 krona).

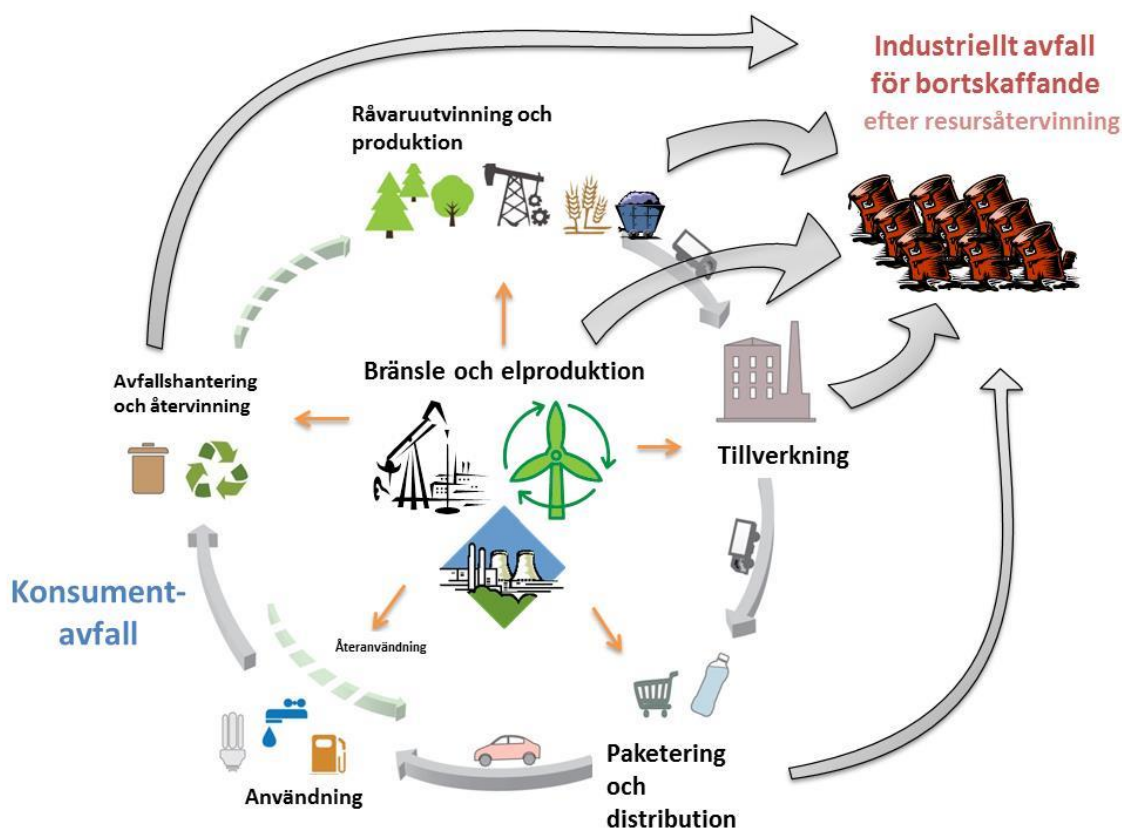
Metoden att beräkna avfallsfotavtrycket för konsumentprodukter med hjälp av en livscykelanalysansats, där avfall som uppkommit under produktionsprocessen räknas in, visade sig medföra en hel del metodologiska problem, till exempel definitionen av avfall, datatillgänglighet och olikheterna mellan de valda produkterna. Dessa begränsningar medför dock inte att resultaten är ogiltiga, de fungerar bra som en indikation på verkligheten. Beräkningarna av klimatkostnad baseras på värdering enligt en viss metod och innebär i sig en osäkerhet, i och med värderingsmomentet.

Resultaten visar tydligt att det finns stora miljövinster med att producera färre produkter och använda de produkter vi har mer effektivt eftersom man då kan minska avfallsfotavtrycket från den totala konsumtionen. Detta ger ytterligare argument till vikten att ändra konsumtionsbeteendet hos allmänheten samt uppmuntra företag att införa affärsmodeller som går från dagens produktförsäljning till något annat, affärsmodeller som uppmuntrar nya sätt att konsumera och nya mer hållbara livsstilar, till exempel genom att dela produkter och ökad återanvändning.

1 Introduktion

Idag kan du ha druckit ett glas mjölk till frukost. Mjölken kanske tog slut och förhoppningsvis har du sorterat mjölkförpackningen för återvinning. Innan du lämnar hemmet för jobbet tar du kanske med dig träningskläder som du behöver efter jobbet och kanske sätter du även på dig ett par läderskor. På vägen till jobbet tar du kanske en gratis dagstidning som du läser under din 20 minuters bussfärd. Just nu sitter du framför din bärbara dator i ett par bomullsbyxor med mobiltelefonen i fickan; du tänker på om du ska äta köttbullar eller kycklinggryta till lunch. Du köper nya kläder och ny mobil regelbundet och du sorterar allt avfall för återvinning; du tycker att det är OK att slänga lite mat eftersom du vet att det går till biologisk behandling. Men har du tänkt på den miljöpåverkan som dina konsumtionsval orsakar i andra delar av världen? Kan du gissa hur mycket avfall som har producerats för att framställa de produkter som du konsumerar? Vet du deras totala miljöpåverkan? Och hur mycket är du villig att betala för att kompensera för de miljöskador som din konsumtion orsakar?

Medan de flesta människor är medvetna om den mängd avfall som de hanterar hemma och kanske källsorterar för återvinning, är relativt få medvetna om det avfall som genereras under produktionen av de produkter som de konsumerar, till exempel det avfall som genereras genom utvinning av råvaror, transporter, produktion av bränslen och el, tillverkning, etc. Bortsett från konsumentavfall som genereras när användaren väljer att göra sig av med en produkt, skapas industriavfall under hela produktionskedjan. Figur 1 visar produkternas livscykel med betoning på det avfall som produceras under råvaruutvinning och produktion, tillverkning, elproduktion, förpackning och avfallshantering. Det avfall som genereras uppströms från konsumtion definieras som produktens avfallsfotavtryck.



Figur 1 Livscykelstadiet av en produkt och genererat avfall. Grå pilar visar flöden av material; orange pilar visar energiflöden; flöden återvunna på plats är inte inkluderade.

Syftet med denna studie var att utveckla en metod för att beräkna produkters avfallsfotavtryck samt ge exempel på avfallsfotavtryck och klimatkostnader för 11 utvalda konsumtionsprodukter – kycklingkött, nötkött, elektrisk borrar, bärbar dator, mjölk, mjölkförpackning, tidning, ett par bomullsbyxor, ett par läderskor, mobiltelefon och träningskläder (en T-shirt och ett par shorts i syntet). För att beräkna avfallsfotavtrycket har vi använt metodik från livscykelanalys (LCA) och livscykelinventeringar av material, industriprocesser, kemikalier, komponenter, etc. som finns tillgängliga i kommersiella databaser, tekniska rapporter, avhandlingar och vetenskapliga artiklar. För att beräkna klimatkostnader använde vi ett system som kallas Environmental Priority Strategies in product design (EPS)¹. Miljöskadeståndet beräknades endast för utsläpp av växthusgaser (klimatfotavtryck, carbon footprint). Den fullständiga miljöskadeståndet på grund av all resursanvändning (till exempel vatten, metaller, biomassa, markanvändning), andra utsläpp än växthusgaser och övrig miljöpåverkan (till exempel förlust av biologisk mångfald, etc.) är inte praktiskt möjligt att beräkna på grund av stora begränsningar i datatillgång och osäkerhet i värderingsmetoden. Även värderingen av klimatkostnad omfattar viss osäkerhet eftersom den bygger på värdering av miljöpåverkan. Metoderna finns utförligare beskrivna i bilaga 1 och 2.

Avfallsdefinitionen i EU:s ramdirektiv för avfall har använts. EU:s ramdirektiv definierar avfall som något innehavaren gör sig av med, avser att göra sig av med eller är skyldig att göra sig av med. Projektet har använt systemmodellen "allocation, cut-off by classification" från LCA-databasen ecoinvent 3 som datakälla. I den definieras avfallsflödet så att flöden från processen som kan material- eller energiåtervinnas, enligt datakällan, inte omfattas. Detta innebär att en del av det som normalt skulle klassas som avfall inte har räknats med i studien, men också att en del flöden som i Sverige kan återvinnas trots allt räknas som avfall eftersom de inte återvinns generellt i Europa.

Inget avfall kopplat till transport av material eller produkter ingår i studien, detta på grund av osäkerheter i uppskattning av transportavstånd.

Mer information om hur beräkningarna är genomförda, de metodologiska begränsningarna och antaganden finns i bilaga 1. En referensgrupp med representanter från industrin granskade resultaten av beräkningarna av respektive produkts avfallsfotavtryck.

Eftersom det är omöjligt att modellera den exakta verkligheten, är de resultat som presenteras i denna rapport endast en illustration. Denna studie är ett försök att kvantifiera storleksordningar, definiera typer av och identifiera källor och orsaker till avfall som genereras i samband med produktion av konsumtionsprodukter.

2 Resultat

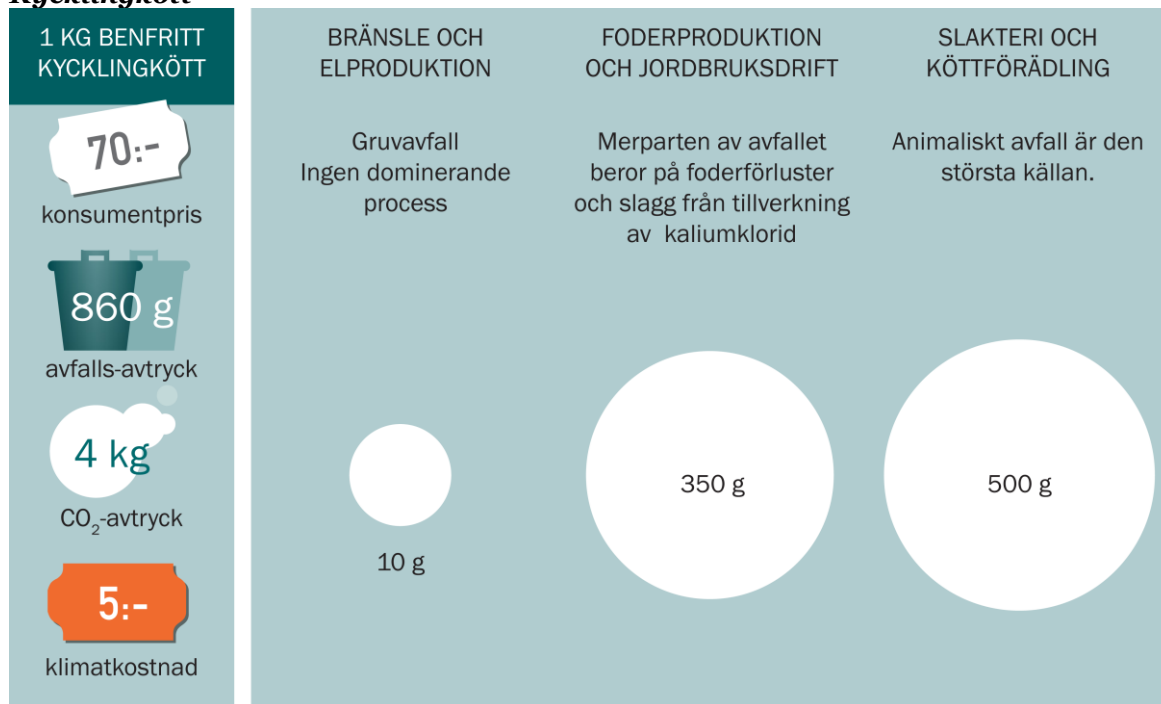
Resultaten för respektive produkts avfallsfotavtryck presenteras i figurerna 2-12 nedan.

För att tydliggöra hur mycket olika delar av produktionskedjan bidrar till respektive avfallsfotavtryck har en indelning gjorts i de mest betydande delarna av produktionsprocessen (blå rutor). I de blå rutorna presenteras mängden avfall samt vilken typ av avfall som dominerar i just den delen. Avfallet från de olika del-processerna läggs sedan ihop till ett totalt avfallsfotavtryck (röd ruta) för vilket också växthusgasutsläppen och en klimatkostnad beräknats. Inköpspriset som också visas i de röda rutorna är en uppskattning. Detaljer om sammansättningen av produkterna, systemgränser och hur stort bidrag olika avfallskällor har till avfallets fotavtryck återfinns i bilaga 2, 3 och 4.

¹För vidare information om EPS se bilaga 1

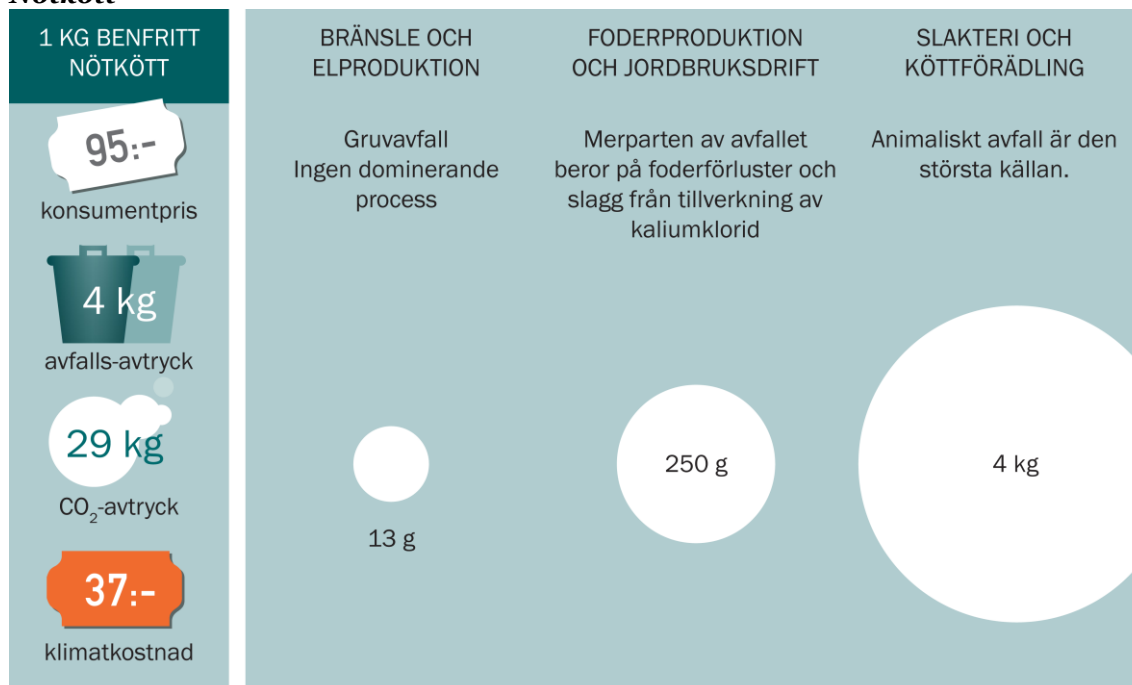
2.1 Mat

Kycklingkött



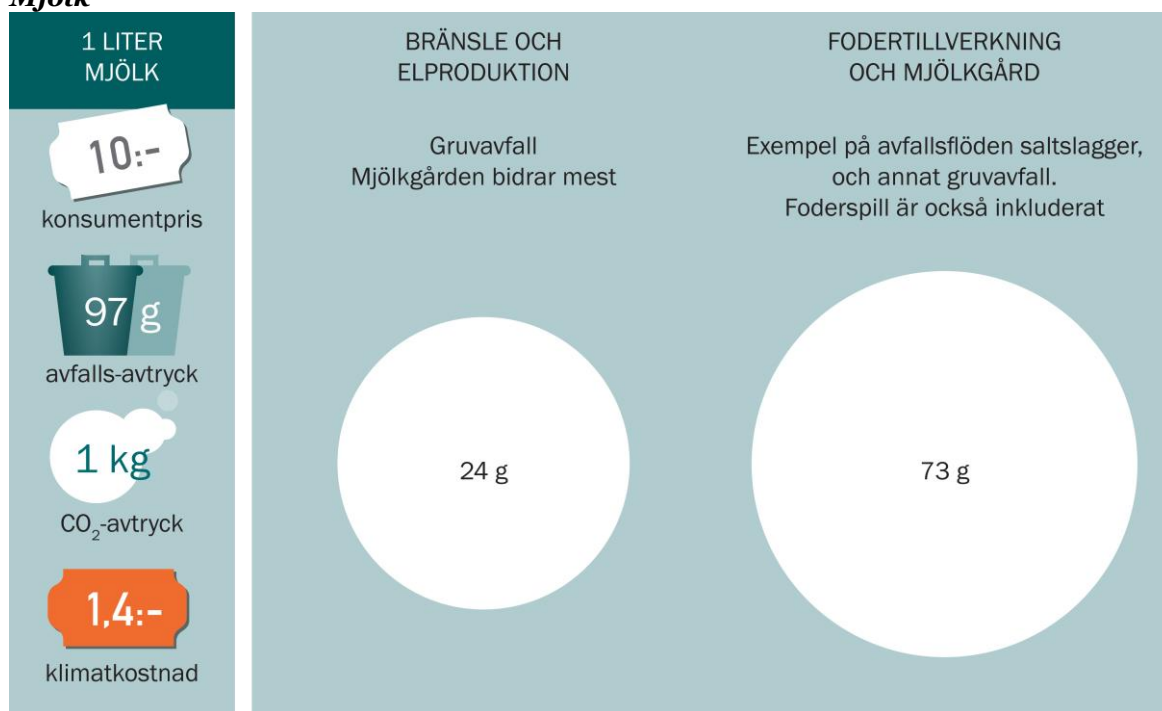
Figur 2 Mängder av avfall som genereras vid produktion av 1 kg benfritt kycklingkött. Konsumentpriset är en uppskattning av priset på kycklingkött i snabbköpshyllan. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidfotavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

Nötkött



Figur 3 Mängder av avfall som genereras vid produktion av 1 kg benfritt nötkött. Konsumentpriset är en uppskattning om priset på nötkött i snabbköpshyllan. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidfotavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

Mjök



Figur 4 Mängder av avfall som genereras vid produktion av 1 liter icke-ekologisk mjök. Konsumentpriset är en uppskattning av priset på mjök i snabbköpshyllan. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

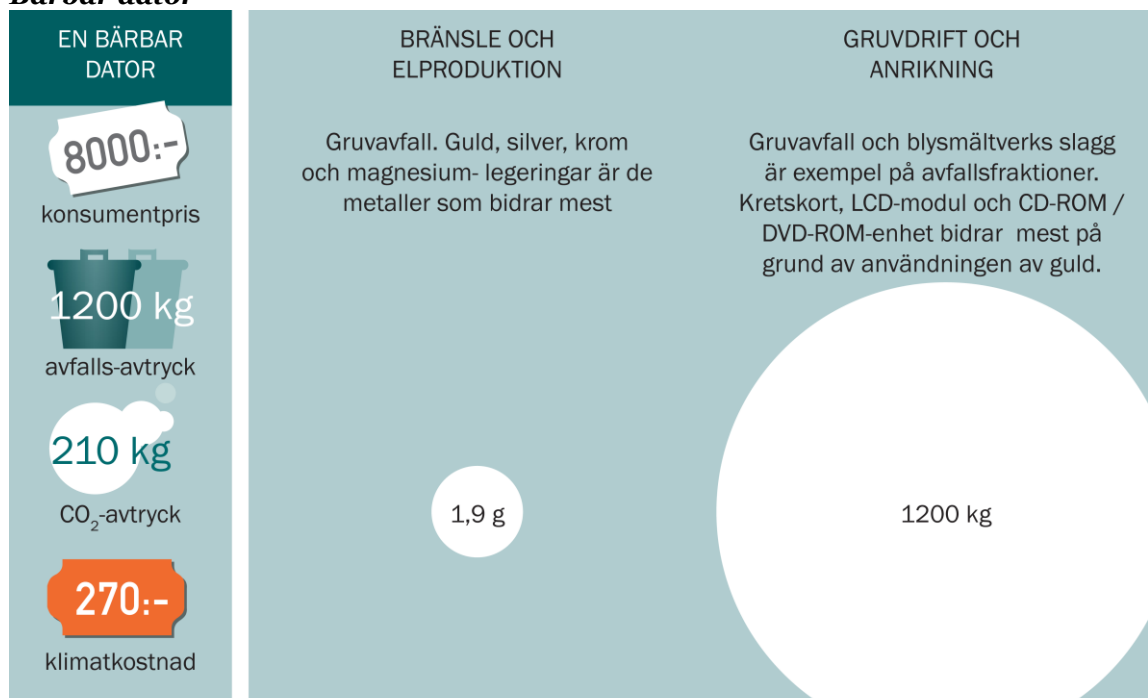
2.2 Elektronik

Elektrisk bormaskin



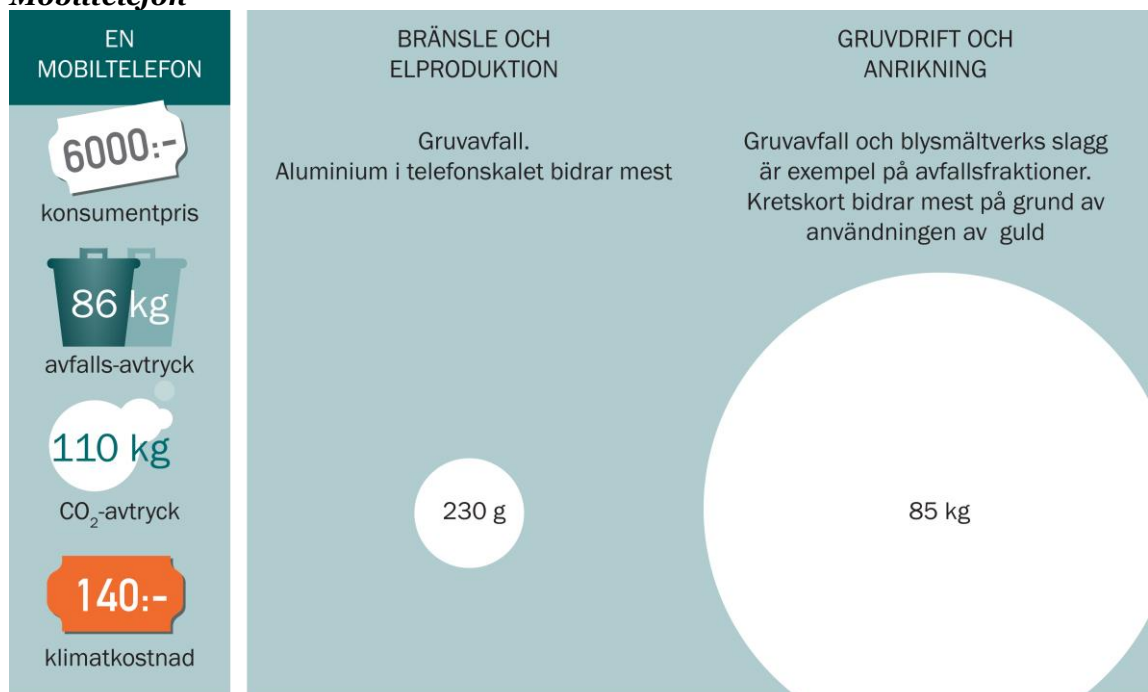
Figur 5 Mängder av avfall som genereras vid produktion av en elektrisk bormaskin, vikt 2,3 kg. Konsumentpriset är en uppskattning. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidfotavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

Bärbar dator



Figur 6 Mängder av avfall som genereras vid produktion av en bärbar dator, vikt 3 kg. Konsumentpriset är en uppskattning. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidfotavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

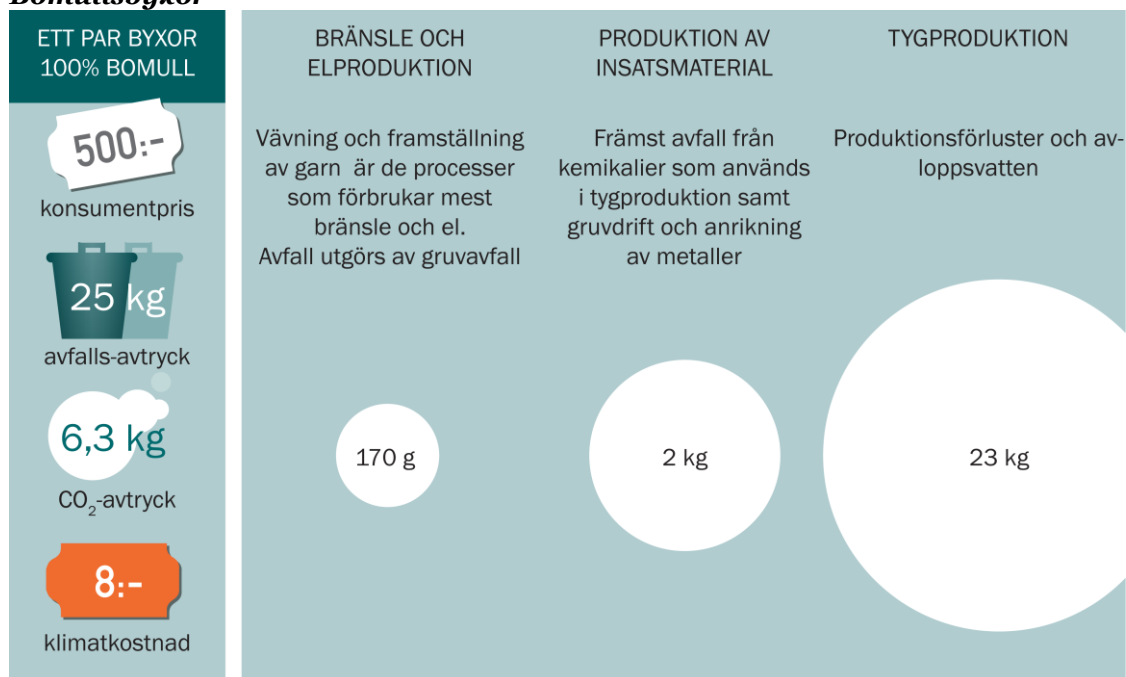
Mobiltelefon



Figur 7 Mängder av avfall som genereras vid produktion av en mobiltelefon, vikt 169 g. Konsumentpriset är en uppskattning. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidfotavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

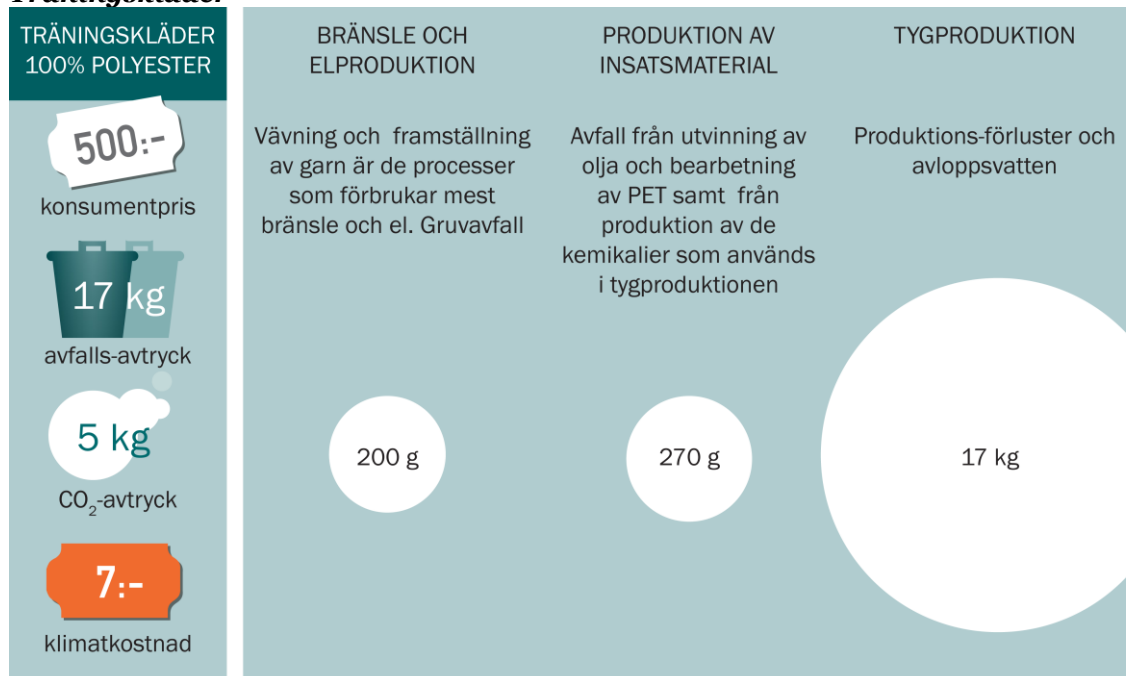
2.3 Kläder och skor

Bomullsbyxor



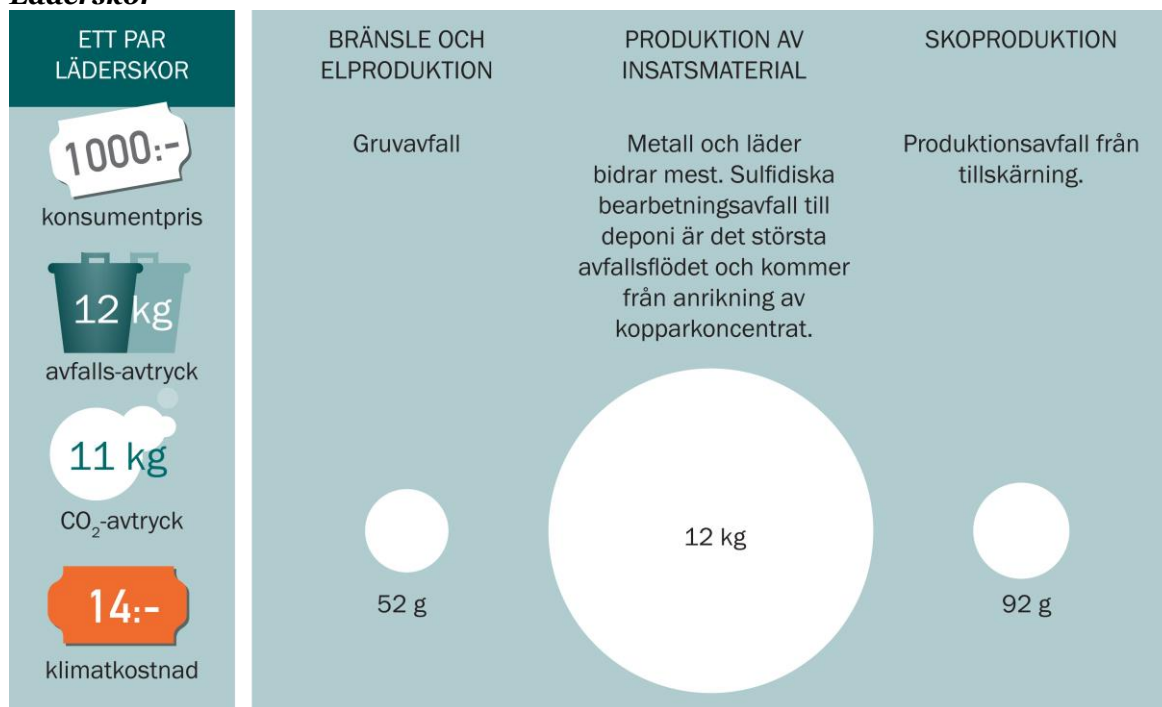
Figur 8 Mängder av avfall som genereras vid produktion av ett par bomullsbyxor, vikt 445 g. Konsumentpriset är en uppskattning. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

Träningskläder



Figur 9 Mängder av avfall som genereras vid produktion av träningskläder, vikt 300g, material polyester. Konsumentpriset är en uppskattning. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

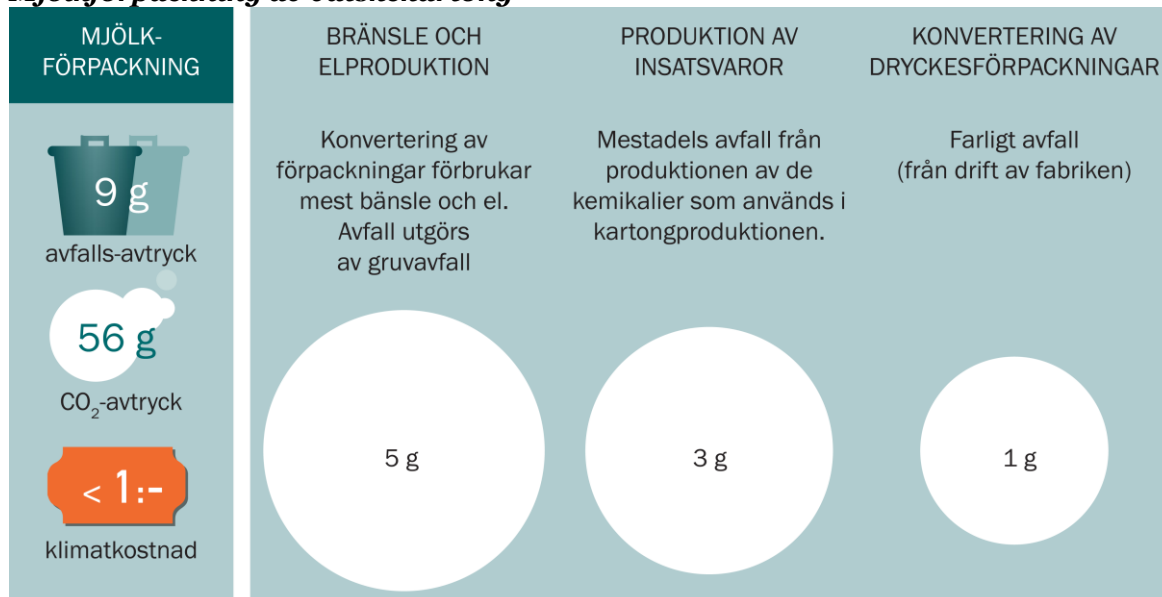
Läderskor



Figur 10 Mängder av avfall som genereras vid produktion av ett par läderskor. Konsumentpriset är en uppskattning. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

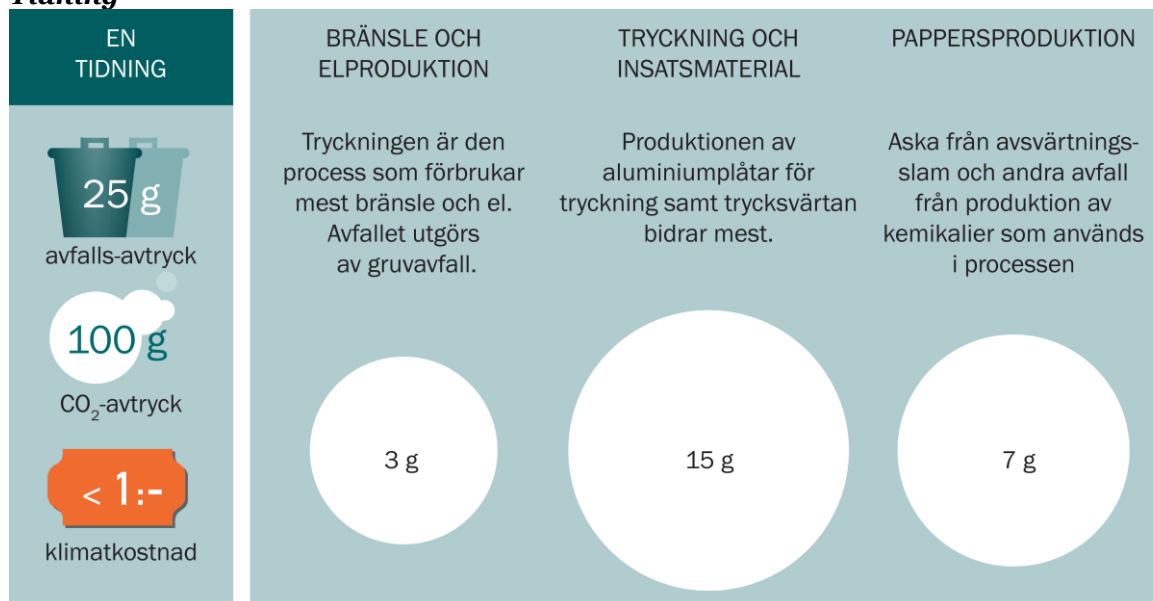
2.4 Mjölförpackningar och tidningar

Mjölförpackning av vätskekartong



Figur 11 Mängder av avfall som genereras vid produktion av en mjölförpackning. Konsumentpriset är en uppskattning. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

Tidning

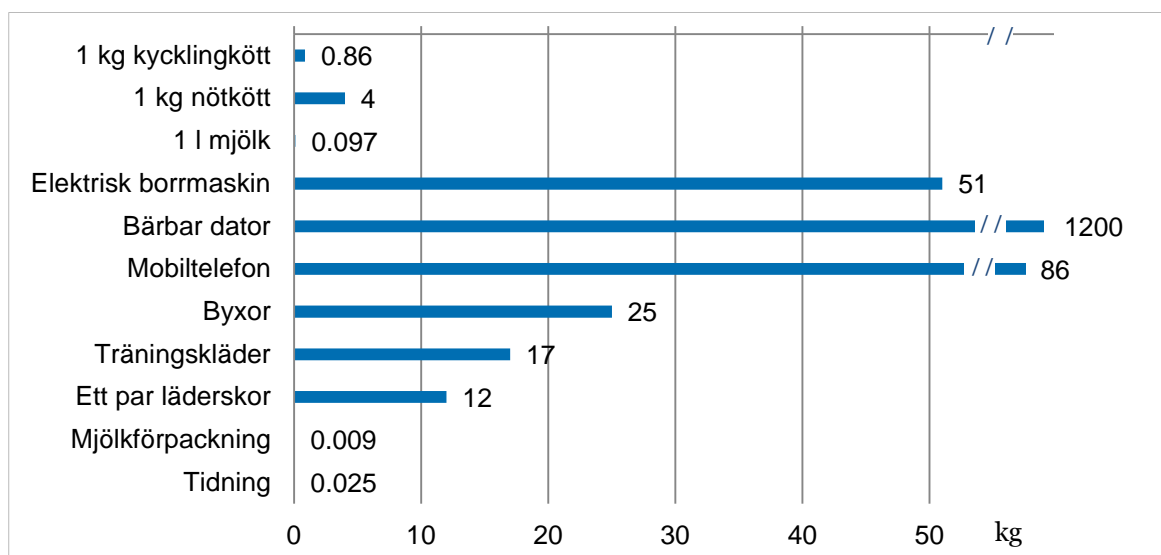


Figur 12 Mängder av avfall som genereras vid produktion av en 35-sidig tidning. En gratistidning har antagits i studien. Klimatkostnaden beräknades för växthusgasutsläpp (koldioxidavtryck) för total mängd avfall som uppkommer i produktionskedjan. (Illustration: Peter Forsnor)

3 Diskussion

3.1 Avfallsfotavtryck

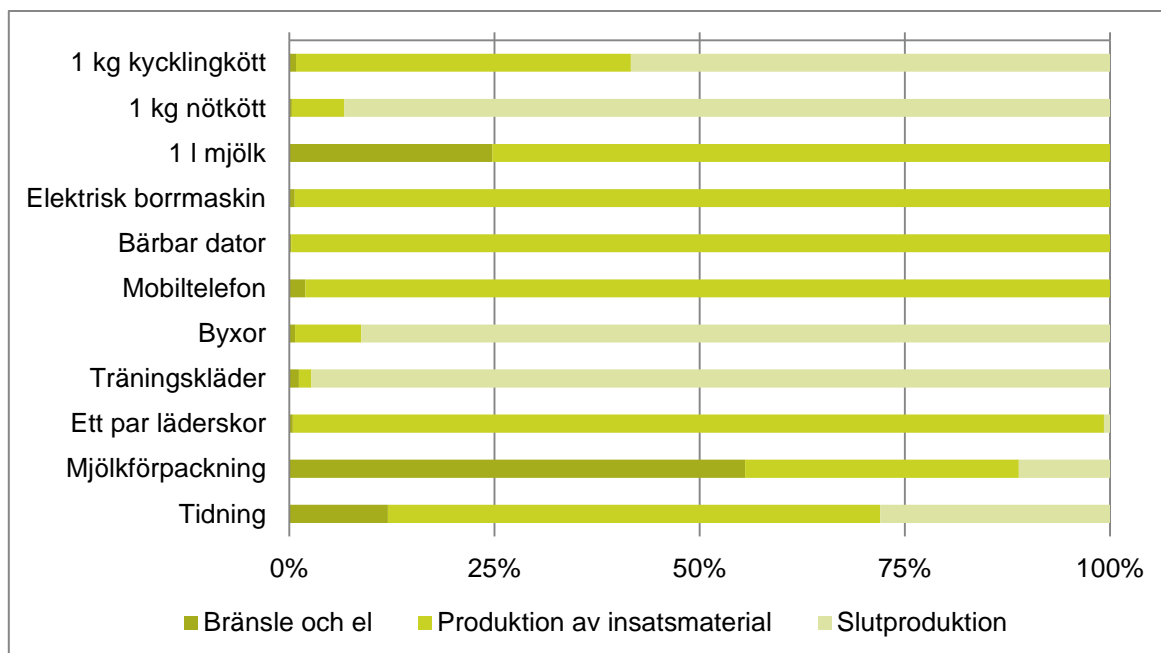
Figur 13 sammanfattar resultaten. Bland de produkter som studerades har elektriska produkter det högsta avfallsfotavtrycket. Nötkött ger ett högre värde än kycklingkött. Mjök har ett relativt lågt avfallsfotavtryck men dess avfallsfotavtryck ökar med ungefär 10 procent när mjölkförpackningens fotavtryck inkluderas. Avfallsfotavtrycket hos kläder och skor är också relativt stort. De olika avfallsfotavtrycken är inte direkt jämförbara då den funktion som produkterna ger skiljer sig åt.



Figur 13 Avfallsfotavtryck av de analyserade konsumtionsprodukterna. Stapeln för bärbar dator samt mobiltelefon är inte skalenlig.

Som väntat indikerar analysen av avfallsfotavtrycken att merparten av den totala mängden avfall uppkommer uppströms, från förbrukningen av bränsle, el och material som behövs för att producera konsumtionsprodukter.

Vilken mängd avfall, och i vilken del av produktionen som avfallet uppkommer, kan skilja sig ganska radikalt. Detta är uppenbart i figur 14, som visar den procentuella andelen av bidraget till avfallsfotavtrycket från olika produktionsmoment för de analyserade konsumtionsprodukterna. För elektriska produkter är exempelvis gruvdrift och anrikning den främsta källan till de stora mängderna avfall medan avfallet från slutproduktionen är det största bidraget till avfallens fotavtryck av kläder (avloppsvatten från fabriken) och kyckling/nötkött (slaktavfall). För läderskor kommer det största bidraget från insatsprodukterna (metall och läderavfall) medan det för mjölkförpackningar och mjölk är avfallet från energiproduktionen som ger det största bidraget.

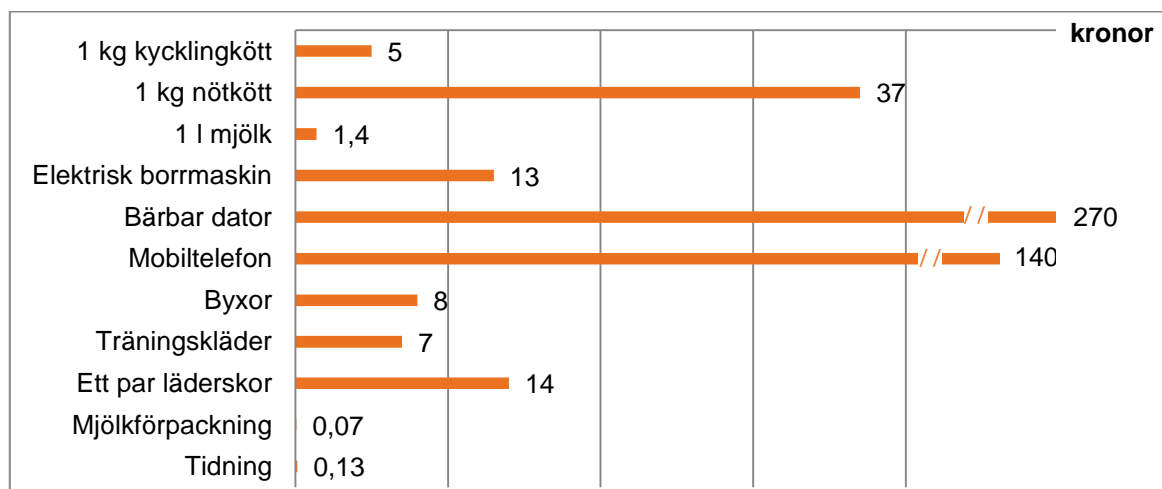


Figur 14 Andel av de olika produktionsmomentens bidrag till avfallsfotavtrycken hos de analyserade konsumtionsprodukterna.

Det bör noteras att avfall som kan material eller energiåtervinnas, enligt datakällan, inte är medräknade i avfallsfotavtrycken ovan. Om de hade inkluderats hade fotavtrycken varit betydligt större.

3.2 Klimatkostnader

Figur 15 sammanfattar klimatkostnaderna för utsläpp av växthusgaser kopplade till avfall som uppkommer i produktionskedjan för de analyserade konsumtionsprodukterna. Denna indikator ger en annan bild än vad avfallsfotavtrycket gör. Bärbara datorer och mobiltelefoner har även den högsta klimatkostnaden för produktionsrelaterat avfall, men däremot klättrade nötkött och läderskor till tredje respektive fjärde plats. Nötköttets produktionsrelaterade avfall har också en betydligt högre klimatkostnad än den för kycklingkött. Klimatkostnaderna för produktionsrelaterat avfall för ett par bomullsbyxor och träningskläder är ganska lika. Till skillnad från avfallsfotavtrycket, är klimatkostnaderna för produktionsrelaterat avfall för en liter mjölk mycket högre än för dess förpackning.



Figur 15 Klimatkostnaderna till följd av utsläpp av växthusgaser kopplat till produkternas produktionsrelaterade avfall. Kostnaderna uttrycks i svenska kronor. Staplarna för bärbar dator och mobiltelefon är inte skalenlig.

3.3 Möjligheter och framtida studier

Specificera typer av avfall och minska dataluckor

Studien skulle ge utförligare resultat om mer detaljerad information om avfallets sammansättning (typ av avfall, exempelvis farligt, inert, organiskt, etc.) fanns att tillgå. En karakterisering av olika nivåer av farlighet skulle kunna ge ytterligare en dimension till avfallsfotavtrycket och till exempel skilja 1 kilo grus från 1 kilo kemikalierester. Denna studie har mött många svårigheter på grund av den ibland bristfälliga detaljnivån i underlagsdata, vilket i sin tur beror på det sätt som data är

presenterat och aggregerat i de datakällorna. I vissa fall är allt avfall som uppkommer i produktionskedjan aggregerat så att det inte går att utläsa var avfallet uppkommit och vilken typ av avfall det är. I andra fall är det möjligt, men tidkrävande, att manuellt samla in och komplettera avfallsdata. För att underlätta beräkningen av avfallsfotavtryck skulle LCA programvaruleverantörer (till exempel Gabi och SimaPro) kunna utveckla mer detaljerade data gällande avfall. Fler fallstudier med fokus på avfall skulle öka robustheten i resultaten och täppa till dataluckor.

De avfallsfotavtryck som beräknats inom ramen för den här studien har inte inkluderat avfall som kan material- eller energiåtervinnas enligt datakällan. För mer informativa avfallsfotavtryck skulle det vara önskvärt att även inkludera dessa flöden och kanske använda olika karakterisering även för dem.

Att ge information om produktens olika delar

För vissa typer av produkter såsom datorer och mobiltelefoner, skulle en möjlighet att kommunicera avfallsfotavtrycket för de delar som kan bytas ut eller återanvändas (till exempel hårddisk, skärm, batteri, etc.) uppmuntra både producenter och konsumenter att återanvända så mycket som möjligt.

Det vore också intressant att belysa hur stor del av tillbehören (kablar, laddare etc.) som kastas omedelbart när du öppnar lådan och vilket avfallsfotavtryck dessa har. Detta för att visa på möjligheterna med besparing av resurser genom att skapa produkter där kringutrustningen är mer standardiserad och kan användas flera gånger och därmed inte behöver ingå vid inköp av ny produkt.

Referenser

Ecoinvent Centre, 2014. *Ecoinvent data and reports v3.1*, Dübendorf, Switzerland.

European Commission Directorate-General Environment, 2012. *Waste Prevention – Handbook: Guidelines on waste prevention programmes*. Drafted by BioIntelligence Service S.A.S., Paris, p.62.

ISO, 2006. *Environmental Management - Life cycle assessment - Principles and Framework (ISO 14040:2006)*.

Steen B, 2000. *systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). Version 2000 – Models and data of the default method*, CPM the Swedish Life Cycle Center report 1999:4, Gothenburg, Sweden, p.312.

Tekie H, Lindblad M, 2013. *Methodologies for monetary valuation of environmental impacts - State of the art*, CPM the Swedish Life Cycle Center report 2013:4, Gothenburg, Sweden, p.41.

The European Parliament and the Council of the European Union, 2008. *Directive [2008/98/EC] of the European Parliament and of the Council on waste*.

United Nations, 2000. *Integrated Environmental and Economic Accounting - An Operational Manual*, New York, NY.

Westerdahl J, Lindblad M, Belhaj M, Åström S, Rydberg T, 2011. *Meta- analysis of damage costs related to health, the built environment and the ecosystem*, IVL report B1999, Göteborg, Sweden, p.21.

Bilaga 1 – Hur har detta beräknats

Livscykelanalys

Den "materiella" produktlivscykeln börjar² med utvinning och produktion av råvaror som behövs för att tillverka produkterna. De materiella resurserna omvandlas sedan till produkter. Produkterna förpackas och distribueras till konsumenterna. Vissa produkter kan efter användning återanvändas av andra konsumenter eller för andra ändamål. När produkterna är uttjänta³, skickas de till återvinning eller annan behandling (till exempel förbränning och deponering). Många steg i tillverkningen och avfallshantering kräver både el och transport; el produceras på olika sätt i olika länder, genom till exempel vattenkraft, vindkraft, kolkraft och kärnkraft; transporter kräver bränsle som också måste produceras och transporteras. Ibland kräver även användningen av en produkt energi eller andra insatsvaror.

Genom att följa ramverket för livscykelanalyser är det möjligt att sammanställa de olika resurser som behövs (inflöden som material, vatten och energi) och olika utflöden som sker (utsläpp till luft mark och vatten⁴, avfall, delprodukter och produkter) för varje process/aktivitet som förekommer i en produkts livscykel. Denna sammanställning kallas livscykelinventering och den utförs baserat på en funktionell enhet⁵, som beskriver den funktion som den studerade produkten ger, och systemgränser⁶ som sätts enligt studiens mål och ramar. Inflöden och utflöden som livscykelinventeringen sammanställt tillskrivs sedan potentiell miljöpåverkan⁷ med hjälp av fördefinierade karakteriseringsfaktorer⁸. Slutsatser och rekommendationer för förbättringsåtgärder görs slutligen baserat på resultaten. Resultaten från LCA kan hjälpa beslutsfattare på olika nivåer (till exempel chefer eller produktdesigners) i strategisk planering, materialval och marknadsföringssyfte (till exempel informera konsumenterna om produkternas miljöprestanda) (ISO 2006).

Denna fotavtrycksstudie använder livscykelinventering av material, industriprocesser, kemikalier, komponenter, etc. för att redogöra för det avfall som genereras i samband med produktion av 11 utvalda produkter, och även de utsläpp av växthusgaser som detta avfall ger upphov till. De datakällor som användes var kommersiella databaser, tekniska rapporter, avhandlingar och vetenskapliga artiklar.

² I ett bredare perspektiv börjar livscykeln av en produkt redan vid produktdesignen (alltså före råvaruutvinning) när material och tillverkningsprocesser är specificerade. Därför är termen "material" inom citationstecken för att kunna göra denna subtila distinktion.

³ Produkter kan bli uttjänta av många skäl, till exempel på grund av att de är utslitna, trasiga eller tekniskt eller märkbart föråldrade. Det kan också vara så att fungerande produkter tjänat ut sitt syfte på grund av att de inte anses moderna längre eller inte passar av andra anledningar.

⁴ Fasta, flytande och gasformiga utsläpp.

⁵ Funktionell enhet är definierad som "kvantifierad prestanda av ett produktsystem för användning som referensenhet" (ISO, 2006, p.4).

⁶ Systemgränserna symboliseras generellt i grafisk återgivning som visar vilka livscykelstadier/processer som utgör en LCA analys.

⁷ Exempel på potentiell miljöpåverkan är global uppvärmning, försurning, övergödning, kumulativ efterfrågan på energi, toxicitet och resursbrist.

⁸ Detta för att kunna summera olika ämnens bidrag till en typ av miljöpåverkan till ett värde. Till exempel för global uppvärmning används koldioxidekvivalenter som gemensam enhet. För alla växthusgaser finns en karakteriseringsfaktor som beskriver hur många koldioxidekvivalenter som utsläppet av gasen motsvarar. På så sätt kan den totala potentiella miljöpåverkan i form av global uppvärmning beräknas.

Klimatkostnad

I miljöekonomiska termer uppstår en så kallad negativ externalitet när en verksamhet eller aktivitet ger upphov till en oavsiktlig kostnad (eller skada) hos någon annan, och ingen ersättning för detta ges. När du till exempel kör din bil får du nytta av att använda bilen, men luftföroreningar orsakar en kostnad för resten av samhället som vi inte betalar för.

Ett system som kallas environmental priority strategies in product design (EPS) initierades 1989 för att beräkna miljökostnader för produkter. EPS utvecklades på efterfrågan av Volvo och som ett samarbete mellan Volvo, IVL Svenska Miljöinstitutet och Svensk Näringsliv (Tekie och Lindblad, 2013). Syftet var att använda EPS i produktutvecklingsprocessen som ett verktyg för att bedöma produkternas miljöprestanda (Steen, 2000).

EPS använder inventeringsdata, karakteriseringsfaktorer och viktning för att monetarisera miljöpåverkan (Westerdahl et al., 2011). Miljöpåverkan inom fem olika områden utvärderas: människors hälsa, abiotiska resurser, ekosystemens produktionskapacitet, den biologiska mångfalden och kultur- och rekreationsvärden. Monetarisering av miljökonsekvenser innebär att miljön värderas som kostnaderna för olika typer av miljöskador. EPS-systemet ger ett monetärt värde för individers betalningsvilja (WTP⁹) för att återställa skadorna på de fem områdena ovan som uppkommer under en produkts livscykel (Steen, 2000).

Vi har använt EPS-metoden för att beräkna klimatkostnader som orsakas av utsläpp av växthusgaser (koldioxidfotavtryck, carbon footprint) kopplade till det avfall som uppkommer i produktionskedjan för de 11 utvalda konsumtionsprodukterna. Klimatkostnaden för utsläppen av 1 kg av växthusgaser var 0,135 euro¹⁰ enligt EPS-metoden, omräknat till kronor har vi i studien använt 1,30 kr/kg CO₂-ekvivalenter.

Metodologiska begränsningar och antaganden

Termen avfall är ofta subjektiv eftersom det som av en person anses vara avfall kan anses vara en råvara av en annan person. Det finns ett antal vedertagna definitioner av avfall. Till exempel, definierar den Statistiska Avdelningen på FN avfall som (Förenta nationerna, 2000, p.227): "[...] material som inte är sekunda produkter (det vill säga produkter som har tillverkats för marknaden) där upphovsmannen inte längre har någon fortsatt användning för produkten i fråga för hans/ hennes egna produktionsändamål, omvandling eller konsumtion, och som han/hon vill avyttra [...] ". I ramdirektivet fastställer EU avfall som ett objekt innehavaren gör sig av med, avser att göra sig av med eller är skyldig att göra sig av med (The European Parliament and the Council of the European Union, 2008).

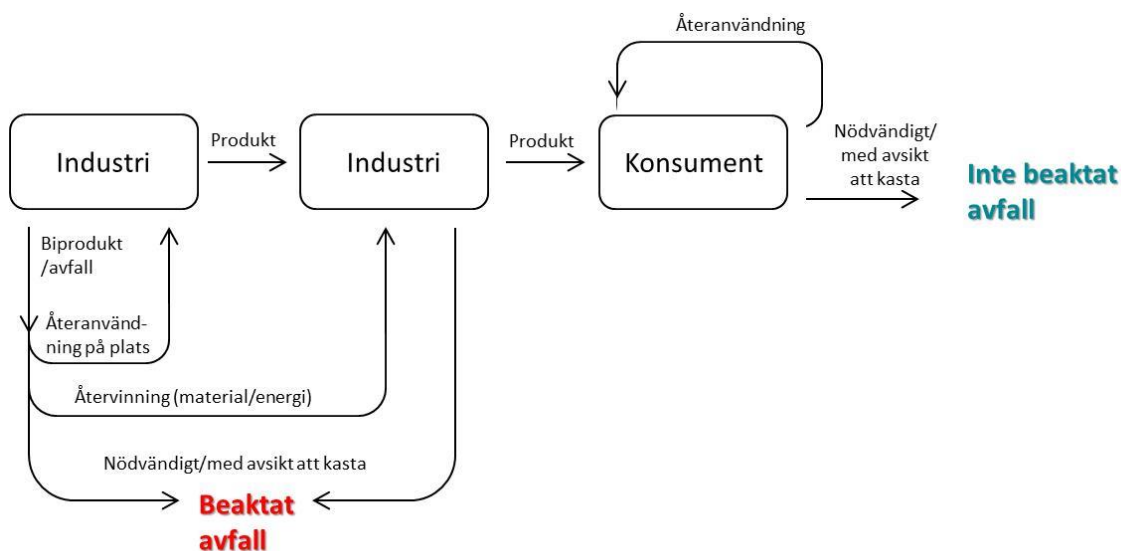
⁹ Begreppet WTP har utvidgats från den ekonomiska teorin om värdet på naturresurser som vatten och träd i miljöekonomi. Ekonomiska metoder används för att estimerar betalningsviljan på förändringar i nivån på miljö kvalitet och naturresurser.

¹⁰ EPS version 2015d: Monetarised impact values at endpoint level. Supplementary material.

I denna fotavtrycksstudie definieras "avfall" på ett enkelt sätt som "ämnen eller föremål som innehavaren avser eller är skyldig att göra sig av med". Figur 16 illustrerar vilka avfallsflöden som beaktas:

- Materialflöden som i databasen angavs som "avfall" eller "skickad till bortskaffande/avyttring" även om vissa materialflöden återvinns i vissa fall. Avfall i databasen omfattar inte flöden till material- eller energiåtervinning.
- Flytande eller gasformigt avfall ingår inte (utom avloppsvatten i för kläder och skor där detta är en viktig del).
- Materialflöden som återvinns (som material eller energi) beaktas inte.
- Fast avfall som genereras till följd av bränsle och elproduktion (kol, diesel, naturgas som används i termiska industriprocesser) ingick i ramen för avfallsfotavtrycket.
- Bränsle som behövs för transport av material och produkter inkluderades inte studien på grund av de stora osäkerheterna på de faktiska avstånden.

Detta innebär att en del av det som normalt skulle klassas som avfall inte har räknats med i studien.



Figur 1 – Illustration som visar beaktat avfall vid studie av fotavtryck. Baserat på Europeiska Kommissionens Generaldirektorat om miljö (2012).

Uppenbarligen finns det flera begränsningar som berör dataunderlaget till exempel uppgifter som tillgång, tillförlitlighet, aggregeringsnivå, och hur representativa de är för svenska förhållanden och de studerade produkterna.

- Dataunderlaget representerar det europeiska genomsnittet; och återspeglar därför inte något specifikt fall eller specifikt svenska förhållanden. Den elmix som användes var för EU-27.
- En stor del av avfallsfotavtrycket hos många produkter genereras i producentländer som Kina och Indien; därför kan siffrorna för avfall från elproduktionen och även andra processer förväntas vara högre än de som presenteras här.
- De avfallsmängder som redovisas bygger på sekundära datakällor, alltså är kvaliteten och fullständigheten av resultaten begränsade till vad som redovisas i dessa källor. Stora variationer kan förekomma mellan datakällor och även mellan verkliga processer.
- Flöden som, enligt den datakälla som använts, kan material- eller energiåtervinnas har inte definierats som avfall i datakällan och är därmed inte en del av avfallsfotavtrycken
- Andelen jungfruliga och återvunna materialkällor i metaller har beaktats (användning av återvunnet material bidrar till att man undviker avfall som uppkommer till följd av jungfruliga material).
- Vissa material som redovisas som avfall i databasen kan skickas till återvinning; alltså kunde de ha klassificerats annorlunda av industriella aktörer.

Med hänsyn till de osäkerheter och begränsningar som finns bör värdena för avfallsfotavtryck som presenteras i denna rapport enbart ses som indikativa snarare än en entydig bild av verkligheten. Denna studie är ett första försök (screening) att kvantifiera storleksordningar, definiera typer av och identifiera källor och orsaker till avfall som genereras i samband med produktion av konsumtionsprodukter.

Bilaga 2 – Sammansättning av produkter

Mat

Kycklingkött

Ett kg av broiler kycklingkött, benfritt, producerat i Europa.

Nötkött

Ett kg benfritt kött producerat i Europa.

Mjök

En liter icke-ekologisk mjök producerad i Europa.

Elektronik

Elektrisk bormaskin

En generisk bormaskin, eldriven, vikt 2,3 kg, för hushållsändamål.

Tabell 1 Produktsammansättning, elektrisk bormaskin.

Specifikation	Vikt (kg)
Aluminium	0,053
Stål	1,3
Järn	0,14
Kromstål	0,43
Koppar	0,22
Plastdelar (nylon, polykarbonat, polyeten, polyuretan, polyvinylklorid, silikon)	0,19
Total Vikt	2,3

Bärbar dator

En typisk bärbar dator av en ledande producent (12,1 tum skärm, totalvikt 3 kg inklusive laddare och kablar). Materialinnehållet i olika delar som hårddisk, CD-DVD-ROM-enheten, mönsterkort (till exempel moderkort) och batterier inventerades separat.

Tabell 2 Produktsammansättning av en generisk bärbar dator.

Specifikation	Enhet	Vikt (kg)
Litiumjon batteri	kg	0,27
Nätverkskabel	meter	0,16
CD-ROM/DVD-ROM-enhet	antal delar	1
Hårddisk	antal delar	1
LCD-modul	kg	0,33
Kontakter av olika slag	antal delar	1
Strömsladd	antal delar	1
Kretskort	kg	0,40
Metalldelar (aluminium, kromstål, koppar och magnesiumlegeringar)	kg	1,3
Total vikt	kg	3

Mobiltelefon

En typisk mobiltelefon av ”smartfontyp” producerad av en ledande producent (5,5 tums skärm, totalvikt 169 g); laddare, kablar, hörlurar och förpackning ingår inte. De delar som ingår är: batterienhet, skal i rostfritt stål och aluminium, glas, display, kretskort och plastdelar.

Tabell 3 Produktsammansättning av en mobiltelefon.

Specifikation	Vikt (g)
Batterienhet	43
Telefonskal (aluminium och rostfritt stål)	61
Glas	22
Display	19
Kretskort	16
Plast	8
Total vikt	169

Kläder och skor

Ett par bomullsbyxor

Ett par byxor (100 procent bomull), 445 gram.

Tabell 4 Sammansättning av och huvudprocesserna vid produktionen av ett par bomullsbyxor.

Specifikation	Process	Vikt (g)
Tyg	Trimning och sömnad	430
	Efterbehandling	
	Färgning	
	Förbehandling	
	Vävning	
	Bomull och framställning av garn	
Bomullsbalar*		550
Metalldelar mässing (knapp, nitar och dragkedja)		10
Etikett (polyuretan)		10
Total vikt		445

* Skillnaden mellan vikten av bomullsbalarna och tyget är till följd av materialförlusten längs med produktionsprocessen av tyget.

Träningskläder

En t-shirt och ett par shorts för träning (100 procent polyester), 300 gram.

Tabell 5 Produktsammansättning och huvudprocesserna för att producera träningst-shirt och shorts.

Specifikation	Process	Vikt (g)
Tyg	Trimning och sömnad	300
	Efterbehandling	
	Färgning	
	Förbehandling	
	Vävning	
	framställning av PET-garn	
PET-fibrer*		380
Total vikt		300

* Skillnaden i vikten mellan PET-fibrerna och tyget är till följd av materialförlusten längs med produktionsprocessen av tyget.

Ett par läderskor

Ett par läderskor i storlek 40 (800g).

Tabell 6 Produktsammansättning av ett par läderskor.

Specifikation	Material	Vikt (g)
Lim och lösningsmedel		15
Innersula	Eten-vinylacetat (EVA)	30
Mellanskikt	Bomull	42
Skosnören	Polyester	16
Sula	Termoplastiskt gummi (TR)	370
Överdel	Koläder	307
Metalldelar	Mässing	20
Total vikt		800

Mjölkförpackningar och tidningar

Mjölkförpackning

En mjölkförpackning väger 39 gram och kan lagra en liter dryck. Paketet består av flera lager av kartong och plastfilm och har en öppning av plast.

Tabell 7 Produktsammansättning och huvudprocesserna för att producera en mjölkförpackning.

Specifikation	Process	Vikt (g)
	Konvertering (energi för lokaler; formning (extrusion) och laminering; tryckning; tillskärning och paketering)	-
	Förpackningsproduktion	-
Kartong		27
Tryckfärger		3,6
Plastfilm (LDPE)		7,6
Öppning (HDPE)		3
Total vikt		39

Tidning

Tidning gjord av återvunnet papper (avfärgad massa - DIP), 35 sidor, 70 gram.

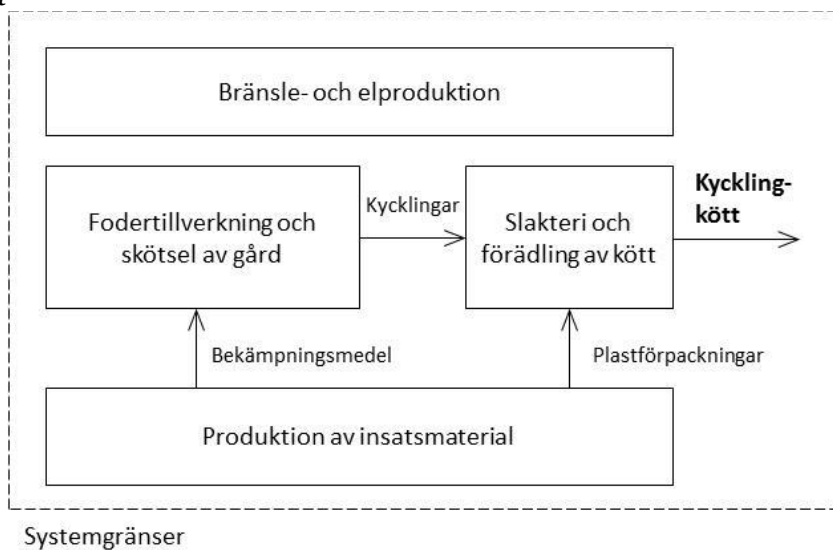
Tabell 8 Produktsammansättning och huvudprocesserna för att producera en tidning.

Komposition	Specifikation	Kvantitet	Enhet
Newsprint	Pappersproduktion	68	g
Färg	Tryckning	1,9	g
Bränsle		2,6	g
Elektricitet		0,2	MJ
Polyetylen	Paketering	0,5	g
Total vikt		70	g

Bilaga 3 – Systemgränser för avfallets fotavtryck

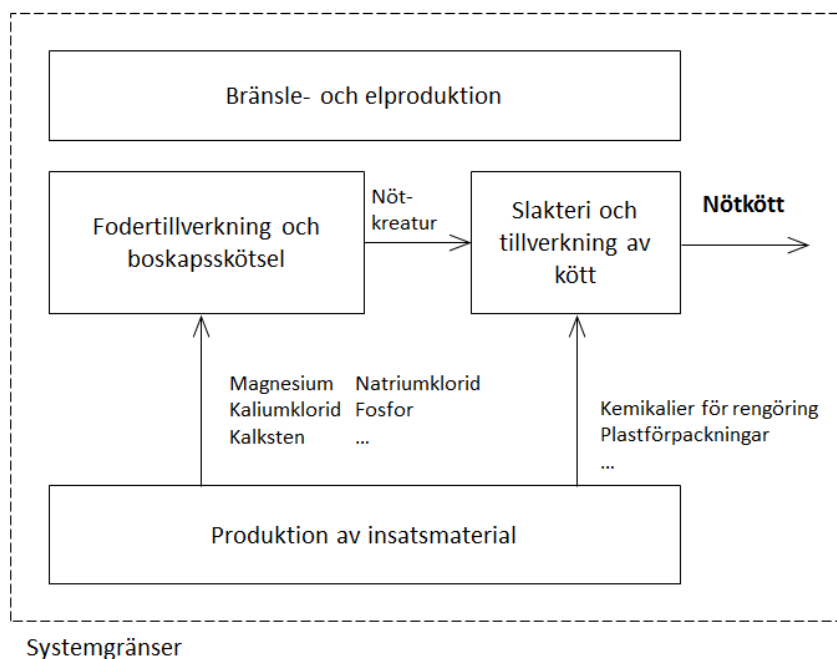
Mat

Kycklingkött



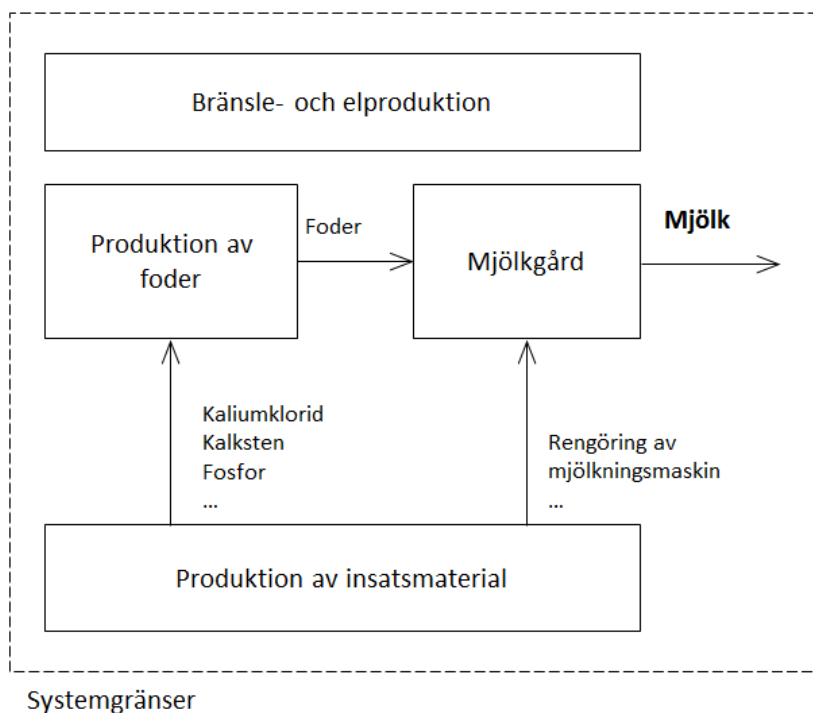
Figur 16 Systemgränser för avfallsfotavtryck av kycklingkött.

Nötkött



Figur 17 Systemgränser för avfallsfotavtryck av nötkött.

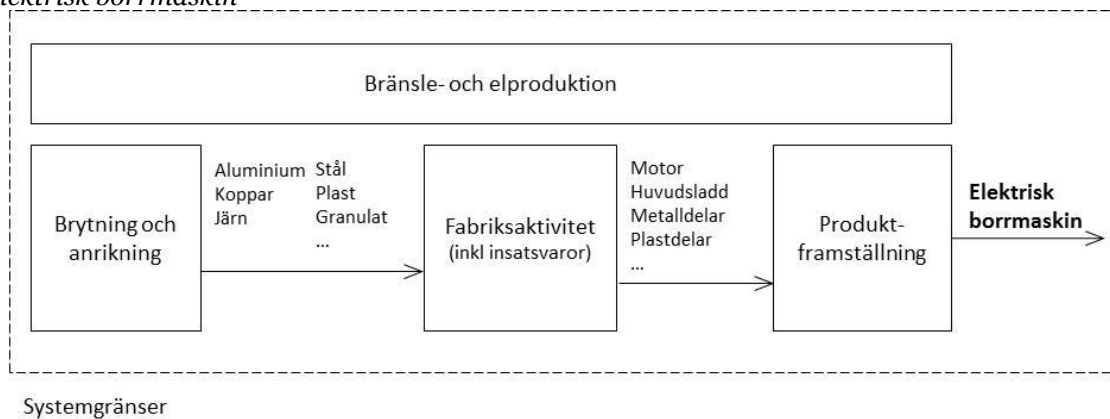
Mjök



Figur 18 Systemgränser för avfallsfotavtryck av mjök.

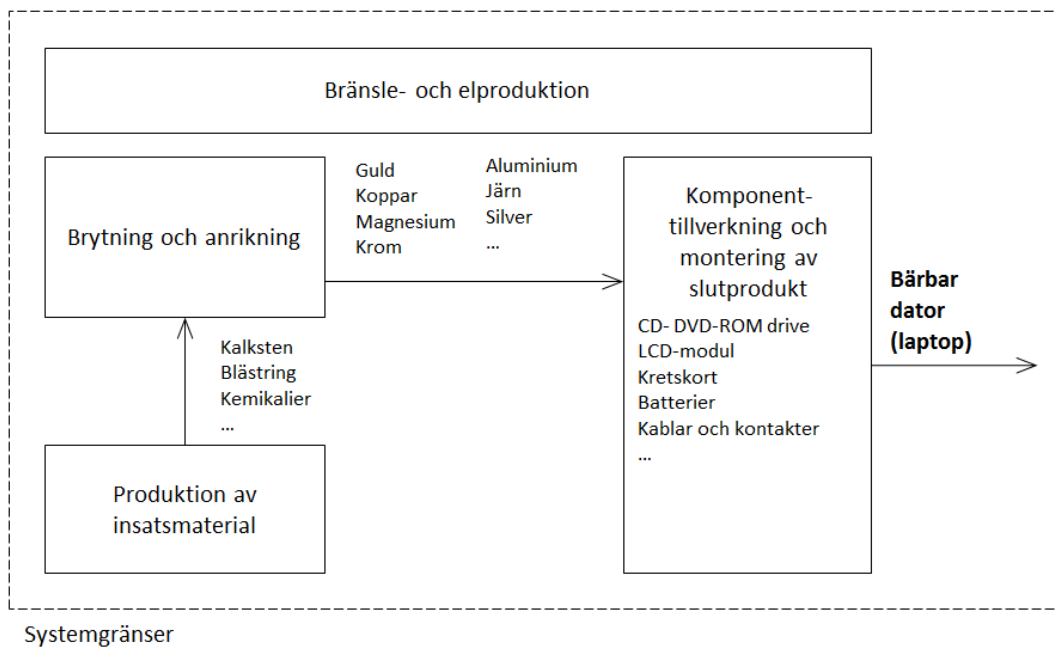
Elektronik

Elektrisk bormaskin



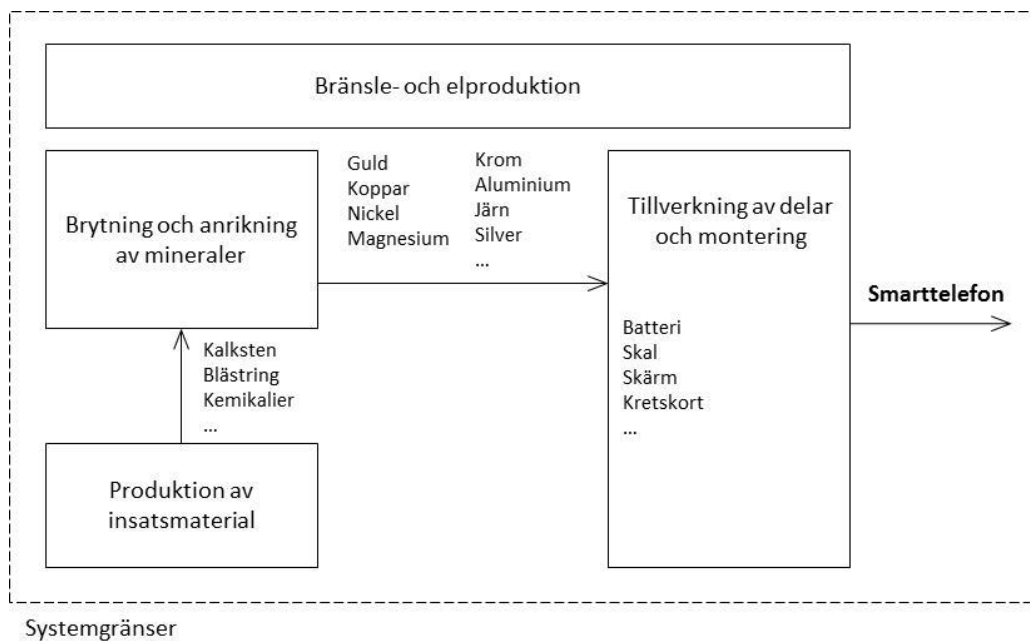
Figur 19 Systemgränser för avfallsfotavtryck av elektrisk bormaskin.

Bärbar dator



Figur 20 Systemgränser för avfallsfotavtryck av en bärbar dator.

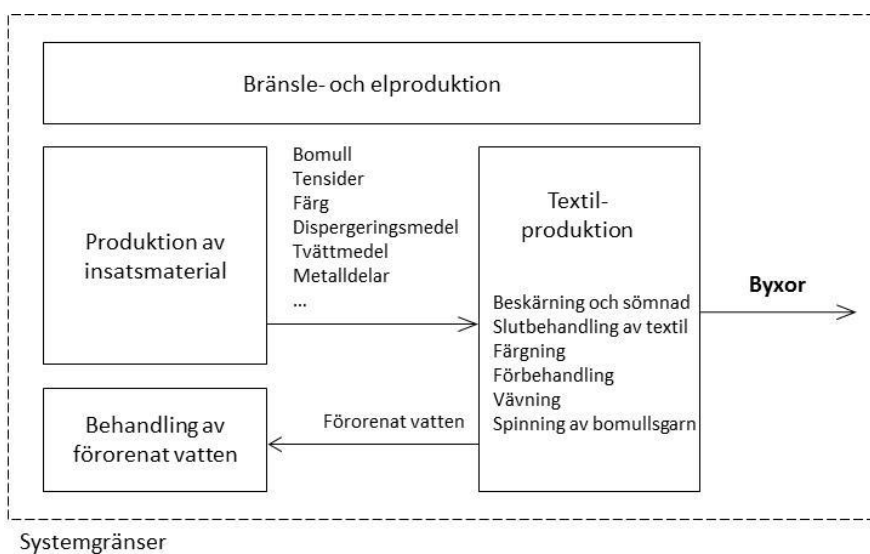
Mobiltelefon



Figur 21 Systemgränser för avfallsfotavtryck av en mobiltelefon.

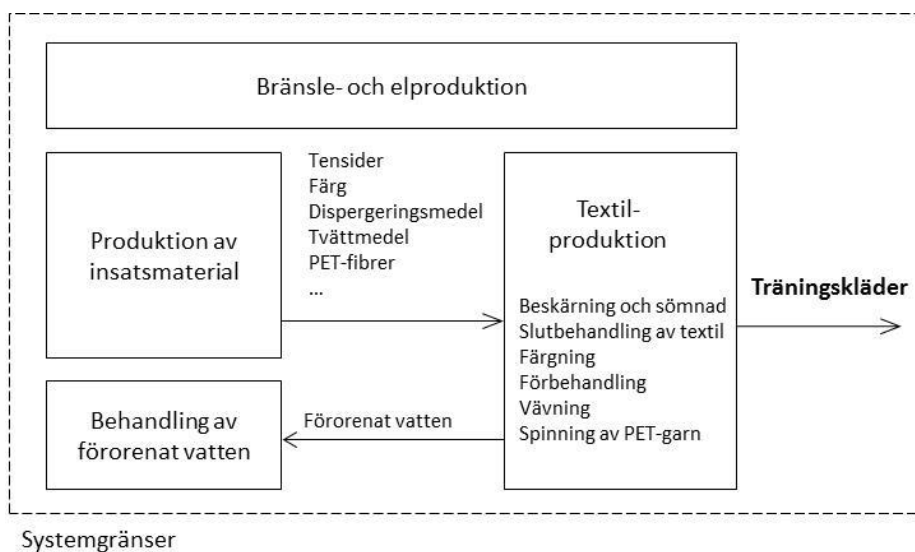
Kläder och skor

Ett par bomullsbyxor



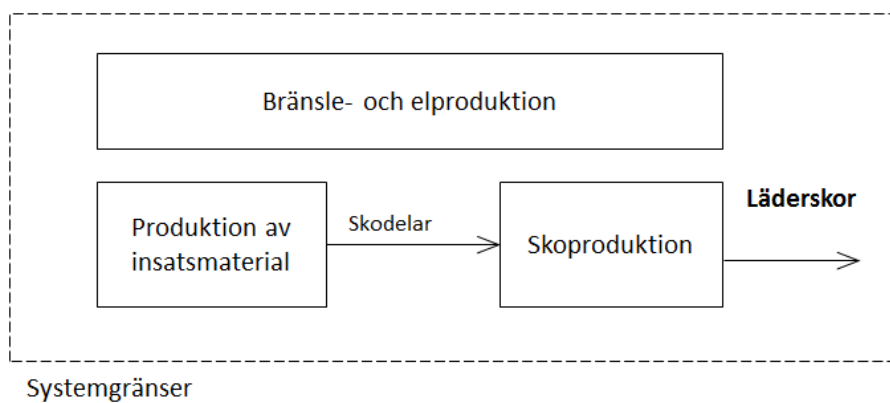
Figur 22 Systemgränser för avfallsfotavtryck av ett par bomullsbyxor.

Träningskläder



Figur 23 Systemgränser för avfallsfotavtryck av träningskläder - T.shirt och shorts.

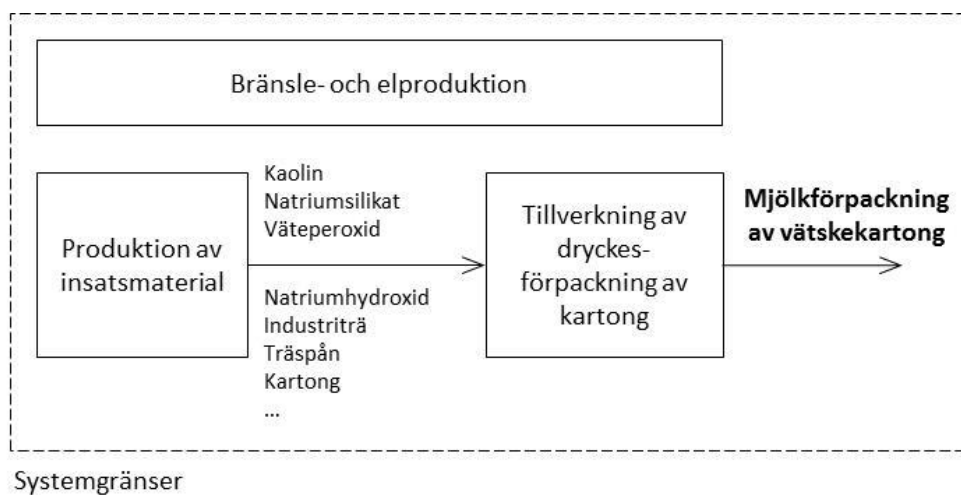
Ett par läderskor



Figur 24 Systemgränser för avfallsfotavtryck av ett par läderskor.

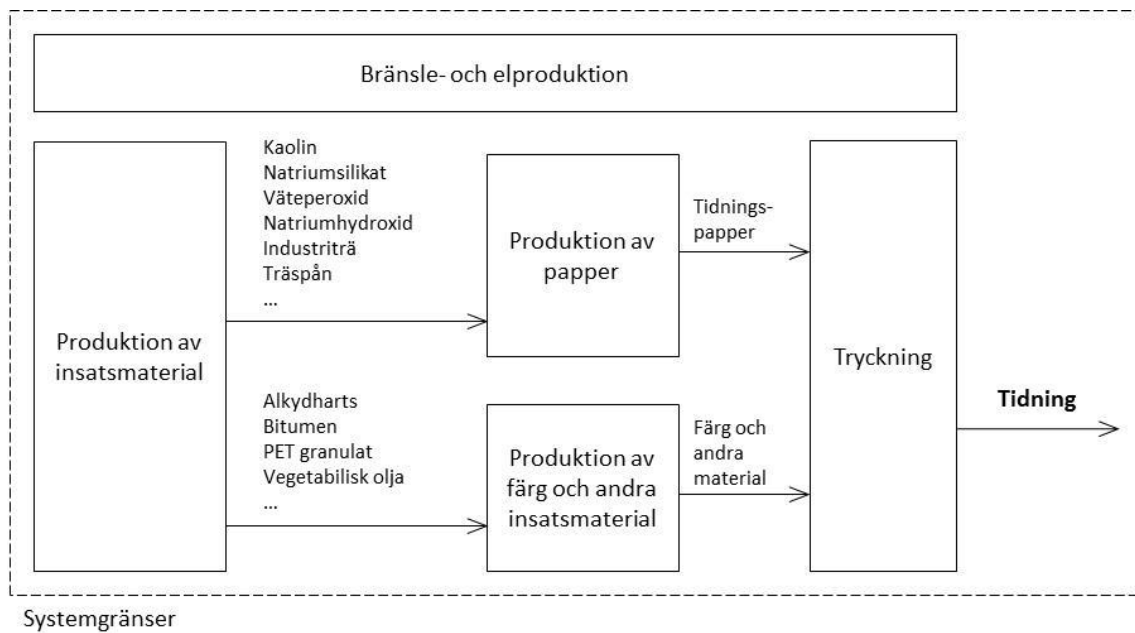
Mjölkförpackning och tidning

Mjölkförpackning av vätskekartong



Figur 25 Systemgränser för avfallsfotavtryck av mjölkförpackning av vätskekartong.

Tidning



Figur 26 Systemgränser för avfallsfotavtryck av en tidning.

Bilaga 4 – Bidrag från avfallskällor

Mat

Tabell 9 Bidrag från avfallskällor till avfallsfotavtryck av kycklingkött.

	Avfall från insatsmaterial	Avfall från bränsle och elproduktion
Fodertillverkning	40 %	0,5 %
Hönsgård	1,1 %	0,1 %
Slakteri	58 %	0,2 %

Tabell 10 De olika avfallskällornas bidrag till avfallsfotavtryck av nötkött.

	Avfall från insatsmaterial	Avfall från bränsle och elproduktion
Jordbruksverksamhet	<0,01 %	0,1 %
Fodertillverkning	6,3 %	0,1 %
Avfall från slakteri och köttförädling	93 %	0,1 %

Tabell 11 De olika avfallskällornas bidrag till avfallsfotavtryck av icke-ekologisk mjölk.

	Avfall från insatsmaterial	Avfall från bränsle och elproduktion
Fodertillverkning	74 %	24 %
Mjölkgård	1 %	1 %

Elektronik

Tabell 12 De olika avfallskällornas bidrag till en elektrisk bormaskins avfallsfotavtryck.

	Avfall från gruvdrift och anrikning	Avfall från bränsle och elproduktion
Produkttillverkning	<0,01 %	<0,01 %
Aluminium	0,2 %	<0,01 %
Stål	19 %	0,5 %
Järn	0,2 %	<0,01 %
Koppar	80 %	<0,01 %
Plastdelar	0,1 %	<0,01 %

Tabell 13 De olika avfallskällornas bidrag till en bärbar dators avfallsfotavtryck.

	Avfall från gruvdrift och anrikning	Avfall från bränsle och elproduktion
Litiumjon batteri	1,7 %	<0,01 %
Kablar, kontakter och adapter	3,5 %	<0,01 %
CD-ROM/DVD-ROM-enhet	4,9 %	<0,01 %
Hårddisk	1,9 %	<0,01 %
LCD-modul	10 %	<0,01 %
Kretskort	77 %	0,1 %
Skal	0,6 %	0,1 %

Tabell 14 De olika avfallskällornas bidrag till en mobiltelefons avfallsfotavtryck.

	Avfall från gruvdrift och anrikning	Avfall från bränsle och elproduktion
Batterienhet	3,0 %	<0,01 %
Telefonskal	0,6 %	0,1 %
Glas	18 %	<0,01 %
Display	73 %	0,1 %
Kretskort	<0,01 %	<0,01 %
Plast	3,0 %	<0,01 %
Kablar, kontakter och adapter	4,9 %	<0,01 %
Montering	-	0,1 %

Kläder och skor

Tabell 15 De olika avfallskällornas bidrag till ett par bomullsbyxors avfallsfotavtryck

	Avfall från produktionen av insatsmaterial	Avfall från bränsle och elproduktion
Tyg	91 %	0,6 %
Bomullsbalar	0,3 %	<0,01 %
Metalldelar - mässing (knapp, nitar och dragkedja)	7,6 %	<0,01 %

Tabell 16 De olika avfallskällornas bidrag till en tränings-shirt och shorts avfallsfotavtryck.

	Avfall från produktionen av insatsmaterial	Avfall från bränsle och elproduktion
Tyg	98 %	0,7 %
PET-fibrer	1,5 %	<0,01 %

Tabell 17 De olika avfallskällornas bidrag till ett par läderskors avfallsfotavtryck.

	Avfall från produktionen av insatsmaterial	Avfall från bränsle och elproduktion
Lim och lösningsmedel	<0,01 %	<0,01 %
Innersula	<0,01 %	<0,01 %
Mellanskikt	17 %	0,1 %
Skosnören	6,6 %	<0,01 %
Sula	0,3 %	0,1 %
Överdel	35 %	0,1 %
Metalldelar	39 %	<0,01 %
Skoproduktion	0,7 % (produktionsspill)	0,1 %

Mjölkförpackning och tidning

Tabell 18 De olika avfallskällornas bidrag av en mjölkförpacknings avfallsfotavtryck.

	Konvertering - Avfall från fabriks drift	Avfall från produktion av insatsmaterial	Avfall från bränsle och elproduktion
Konvertering	13 %	-	47 %
Förpackningsproduktion	-	-	-
Kartong	-	21 %	6,8 %
Tryckfärg	-	5,0 %	0,2 %
Plastfilm (LDPE)	-	5,3 %	1,0 %
Öppning (HDPE)	-	1,4 %	-

Tabell 19 De olika avfallskällornas bidrag till en tidnings avfallsfotavtryck.

Sammansättning	Avfall från produktionen av insatsmaterial	Avfall från bränsle och elproduktion
Pappersproduktion	26 %	9 %
Tryckning	59 %	3,7 %



IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel: 010—788 65 00 Fax: 010-788 65 90
www.ivl.se