



Malmö Högskola
Miljövetenskap-Kretsloppsprogrammet
Fördjupningsprojekt i systemanalys / LCA



LIVSCYKELANALYS AV TAKTÄCKNINGSSYSTEM

enligt ISO 14040-43

Takvegetation - Veg Tech AB

Tätskikt - Icopal AB



Mårten Jönsson
Håkan Larsson
Christopher Skoog
Finn Stillerud

OBSERVERA

DETTA ÄR EN KRAFTIGT FÖRKORTAD VARIANT AV
"LIVSCYKELANALYS AV TAKTÄCKNINGSSYSTEM" AVSEDD FÖR
PUBLICERING PÅ VEG TECHS HEMSIDA. VI BER ER DÄRFÖR HA
ÖVERSEENDE MED OM KÄLLHÄNVISNINGAR ELLER DYLIKT FALLIT
BORT. KONTAKTA OSS OM NI ÖNSKAR SE DEN KOMPLETTA VERSIONEN.
Tel 0472 303 16 info@vegtech.se

Förord

Denna livscykelanalys har gjorts som ett 10 poängs projektarbete inom fördjupningskurser i systemanalys / LCA termin 5 på Miljövetenskap – Kretsloppsprogrammet, 120 poäng på Malmö högskola. Syftet har varit att belysa Icopal AB:s och Veg Tech AB:s huvudprodukter ur ett livscykelperspektiv, samt att vinna förståelse för LCA-metodiken enligt ISO 14040-43.

Erika Wallén på SIK, Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB, har som vår handledare varit till stor hjälp under projektets gång.

Vi vill även tacka Per Nyström, VD på Veg Tech AB, och Magnus Wirgin, miljösamordnare på Icopal AB, samt uppgiftslämnare på andra företag, för all hjälp med att besvara våra frågor under arbetes gång.

Malmö, januari 2001

Mårten Jönsson
Håkan Larson
Christopher Skoog
Finn Stillerud

Sammanfattning

Denna livscykelanalys har gjorts som ett 10 poängs projektarbete inom fördjupningskurser i systemanalys / LCA på Malmö högskola.

Livscykelanalys är en metod för att kartlägga miljöpåverkan för en produkt eller tjänst från vaggan till graven, det vill säga från råvaruuttag till kvittblivning. Denna studie är gjord enligt ISO-standarderna 14040-43. Syftet med livscykelanalysen är att studera den potentiella miljöpåverkan från ett taktäckningssystem bestående av takvegetation och tätskikt (system A). Detta system jämförs med ett alternativt taktäckningssystem med endast tätskikt (system B). Den funktionella enheten har satts till 1 m² taktäckningsmaterial och år.

Inventeringsdatan kommer både från litteratur och egen inventering. Systemgränserna sträcker sig från uttag av råmaterial till användning av färdig produkt samt kvittblivning av avfall och spill för alla delprocesser vars produkt står för mer än 0,1 % av det färdiga taktäckningssystemet. Kvittblivning av det uttjänta taktäckningssystemet ingår ej i studien, men tas upp i en diskussion.

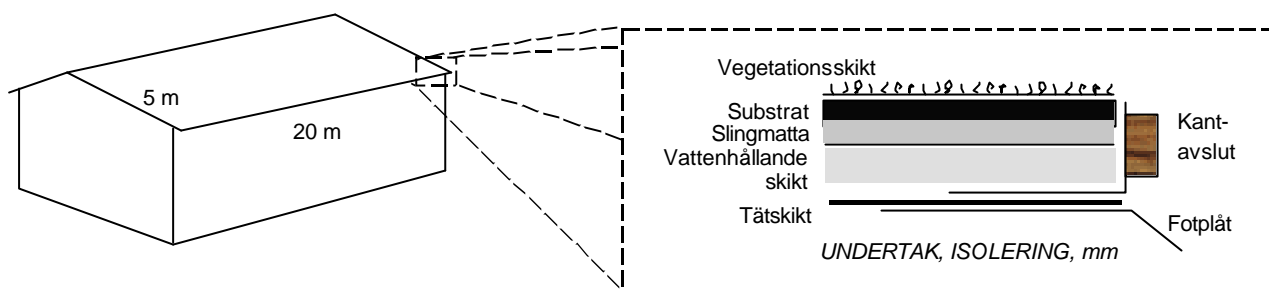
Resultatet av miljöpåverkansbedömningen för taktäckningssystem A visar att delkomponenterna slingmatta och tätskikt bidrar till den största miljöbelastningen för de flesta miljöpåverkanskategorierna. Dominansanalyser utfördes därför på slingmattan och tätskiktet. Dominansanalysen på slingmattan visade att det var polyamid-tillverkningen som var mest miljöbelastande för växthuseffekten, försurning och övergödning. För kategorin marknära ozon var polyamid-tillverkningen näst mest belastande. Dominansanalys av tätskiktet visade att även i stommen var det polyamid-tillverkningen som stod för den största inverkan på växthuseffekt, försurning och övergödning. För miljömiljöpåverkanskategorien marknära ozon var det tätskikt-tillverkningen som stod för den största miljöbelastningen.

Resultatet från den jämförande analysen mellan system A och B visar på att system B är mindre miljöbelastande än system A för miljömiljöpåverkanskategorierna växthuseffekt, försurning och övergödning. För kategorierna marknära ozon, elenergi och förnyelsebara resurser med energiinnehåll är system A mindre belastande. System A har även andra miljöförbättrande funktioner som ej medtagits i funktionella enheten eftersom de är svåra att kvantifiera.

Företags- och produktbeskrivningar

1.1 Taktäckningssystem

Den produkt som undersökts i denna studie är ett taktäckningssystem bestående av fotplåt, tätskikt, kantavslut, vattenhållande skikt, slingmatta, substrat och vegetationsskikt. Tätskiktet tillverkas och levereras av Icopal AB och alla andra komponenter levereras av Veg Tech AB. Produkten monteras på ett tak som i denna studie antas ha en takyta på 200 m² och en lutning på 14°, vilket kan sägas vara ett typiskt tak för användning av den studerade produkten.



Figur 2:1 Taktäckningssystem (system A)

1.2 Veg Tech AB

1.2.1 Takvegetation av moss-sedum

90% av de vegetationsskikt som säljs på den svenska marknaden är idag av typen moss-sedum, och därför ger en LCA-studie av denna typ en övergripande bild av hur det typiska vegetationsskiktets miljöbelastning ser ut. Veg Tech säljer även fem andra typer av takvegetation, till exempel sedum-ört och sedum-ört-gräs. Beroende på vilken typ av tak samt lutningen på detta används dessutom olika typer av vattenhållande skikt och eventuellt dräneringsskikt vid byggnationen av takvegetationen. I denna LCA-studie består det vattenhållande skiktet av en hydroskopisk stenullsmatta av märket Grodan. Inget dräneringsskikt ingår i denna studie då ett sådant framför allt behövs på tak med låg lutning där stora vattenmängder måste dräneras bort under vegetationslagret.

Den anläggningsteknik som valts för denna studie är prefabricerad takvegetation, vilket innebär att vegetationsskiktet odlas upp på stora markplaner för att sedan kapas i 1 x 1 m stora bitar som läggs upp färdiga på taken med övriga skikt. Det är även möjligt att platsodla takvegetationen, vilket kortfattat kan beskrivas genom att vattenhållande lager och slingmatta först monteras på taket. Därefter sugs jordblandningen upp med vakuumlasterbil och jämnas ut och slutligen sprids sedumsticklingar och gödsel.

1.3 Icopal AB

1.3.1 Mono 501 P

Mono 501 P är ett tätskikt med SBS-modifierad asfalt, och utgör 3 miljoner m² eller 30% av den totala produktionen hos Icopal AB vilket gör den till en av huvudprodukterna. Därför ger en LCA-studie av denna typ av tätskikt en övergripande bild av hur det typiska tätskiktets miljöbelastning ser ut idag. Det som skiljer de olika tätskikten åt är vissa ingående komponenter samt tätskiktets vikt. Tätskiktets genomsnittliga livslängd är beräknad till 40 år. Hur lång tätskiktets verkliga livslängd blir beror dock mycket på hur utsatt det blivit av väder och vind samt andra förslitningsmoment. (Wirgin M, 2000-09-15 – 2000-11-30)

2 Studiens mål

LCA-studiens mål var att utvärdera de potentiella miljöeffekterna av det studerade taktäckningssystemet (system A). Vidare skulle de delar av systemet som stod för den största miljöpåverkan identifieras genom dominansanalys, och förslag på åtgärder för att minska miljöbelastningen från dessa delar skulle presenteras. Som ett ytterligare syfte skulle miljöpåverkan från det studerade taktäckningssystemet (system A) jämföras med miljöpåverkan från ett alternativt tätskiktssystem (system B).

2.1 Avsedda tillämpningar

Studien kan ligga till grund för förändringar i produktionssystemen som syftar till att minska miljöpåverkan från takläggningssystemet och dess olika delar. Rapporten kan även utgöra beslutsunderlag då val av taktäckningssystem skall göras.

2.2 Målgrupper

Studien görs åt Veg Tech AB i Vislanda och Icopal AB i Malmö och bör vara av intresse för ledning, marknadsavdelning och miljösamordnare på dessa företag. Om studien används för extern kommunikation kan även byggtreprenörer vara en målgrupp.

3 Studiens omfattning

3.1 Funktionell enhet

Som räknebas används den funktionella enheten 1 m² taktäckningsmaterial och år. Livslängden är uppskattad till 60 år för hela taktäckningssystemet (system A). Vid jämförelsen mellan system A och B behövs det ett byte av tätskikt i system B för att komma upp till samma livslängd som system A. Att den funktionella enheten är per år gör det möjligt att jämföra resultatet från denna studie med andra studier på taktäckningsmaterial med andra livslängder.

Den funktionella enheten förkortas i flera fall som f.e.

3.2 Systemgränser

Studien sträcker sig från råvaruuttag till användning av produkt och kvittblivning av spill och avfall. Omhändertagande av det uttjänta taktäckningssystemet är ej med i studien eftersom osäkerheten kring hur detta kommer att ske är stor.

Studien kan sägas vara representativ för användning av taktäckningssystemet inom Sveriges gränser då transportavstånd, fordonstyper och energianvändning är specifika för Sverige. Tillverkning av maskiner och arbetsredskap lämnas utanför studien, liksom arbetskraft och arbetslokaler. Detta på grund av svårigheter att beräkna livslängd och underhållsbehov för produktionsmedel. Förpackningsmaterial tas endast med för huvudprodukterna vid transporten av det färdiga takläggningssystemet. Att förpackningar till råmaterial och delprodukter utelämnas antas inte påverka resultatet i stort, då dess andel av det färdiga taktäckningssystemet är mycket liten.

Plåten som används till fotplåt och kantavslut är ej följd från vaggan, då det till stor del rör sig om återvunnet material från olika delar av världen. Syran som används vid plåttillverkningen är ej heller följd från vaggan. Oljeslam och hydroxidslam som bildas vid plåttillverkningen är ej följda till graven. Emulgeringsämne och mikrobullonger¹ i de sprängämnen som används vid brytning av till exempel lava är ej följda från sin vaggan. Dessa avgränsningar är gjorda på grund av bristfälligt inventeringsunderlag.

För framställning av drivmedel, elenergi, handelsgödsel, plastråvara, träråvara, bitumen och förpackningsmaterial har ingen egen inventering gjorts. Istället används litteratordata från livscykelinventeringar eller livscykelanalyser. Systemgränserna för dessa beskrivs översiktligt i inventeringsanalysen, men för att få en komplett bild av hur långt studierna sträcker sig och vilka begränsningar de har bör rapporterna läsas i sin helhet.

¹ Mikrobullonger är små luftfyllda plastkuler som man blandar som utfyllnad i epoxi, vitlim, sprängämnen med mera.

Underliggande material som bjälkar, råspont och olika typer av isolering har ej medtagits i studien, då funktionen för dessa ej är att täcka och skydda en byggnad. Däremot är dessa delar naturligtvis en förutsättning för att taktäckningssystemet skall kunna uppfylla sin funktion.

Allokering har i de flesta fall undvikits genom systemutvidgning, men i ett fall har massallokering använts².

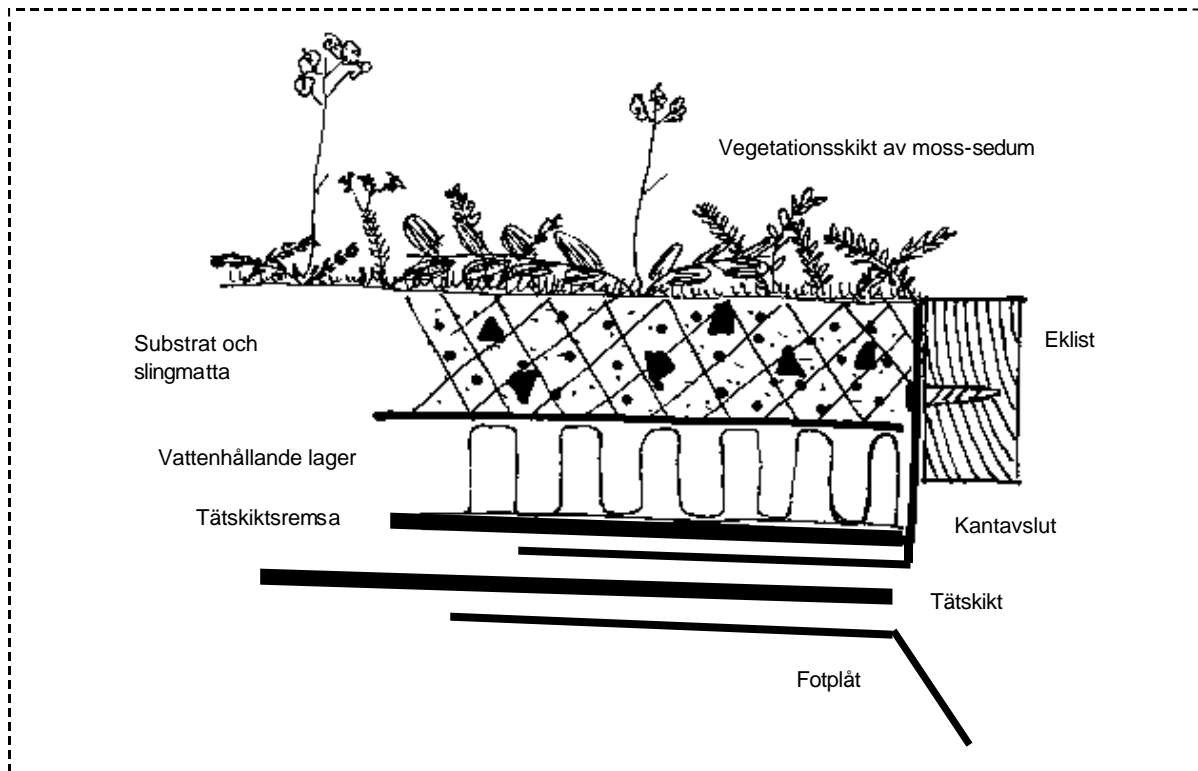
Denna rapport, som bygger på inventering gjord under hösten 2000, kan anses vara giltig så länge inga förändringar i produktionsprocesser görs. Eventuella omvärderingar av miljöeffekter, vilket påverkar karaktäriseringen, kan i framtiden begränsa användandet av resultaten.

² Ölandsjorden, se 6.2.7.3

I enlighet med studiens syfte har två system skapats:

3.2.1 System A - Taktäckningssystem

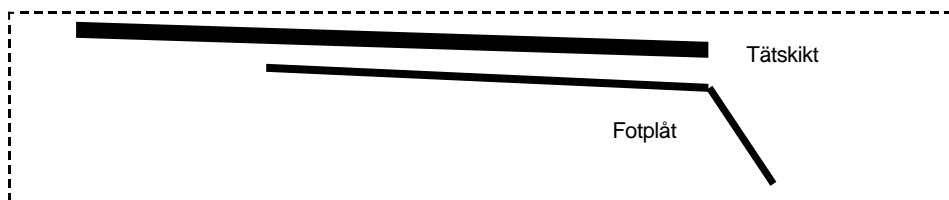
System A är ett komplett taktäckningssystem med både tätskikt från Icopal AB samt takvegetation från Veg Tech AB. I takvegetationen ingår kantavslut inklusive eklist, cirka 20 cm bred tätskiktsremsa, vattenhållande lager, slingmatta, substrat och moss-sedumvegetation.



Figur 3:1 System A - Taktäckningssystem

3.2.2 System B - Tätskiktssystem

I system B ingår endast fotplåt och tätskikt. Dessa två delar kan ensamma uppfylla funktionen hos ett taktäckningssystem så som den beskrivs genom den funktionella enheten i denna studie, förutsatt att ett byte av tätskiktet sker³.

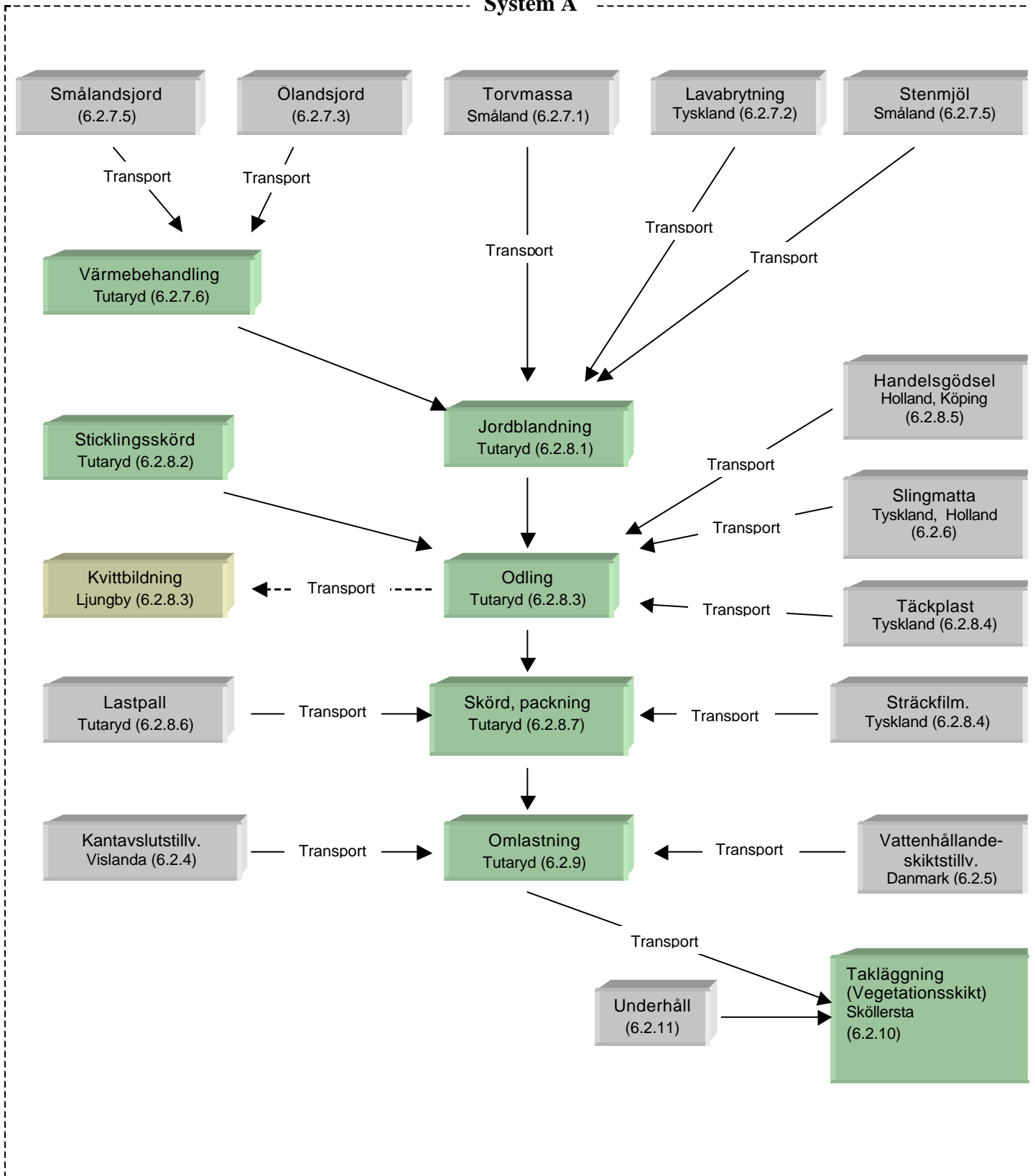


Figur 3:2 System B - Tätskiktssystem

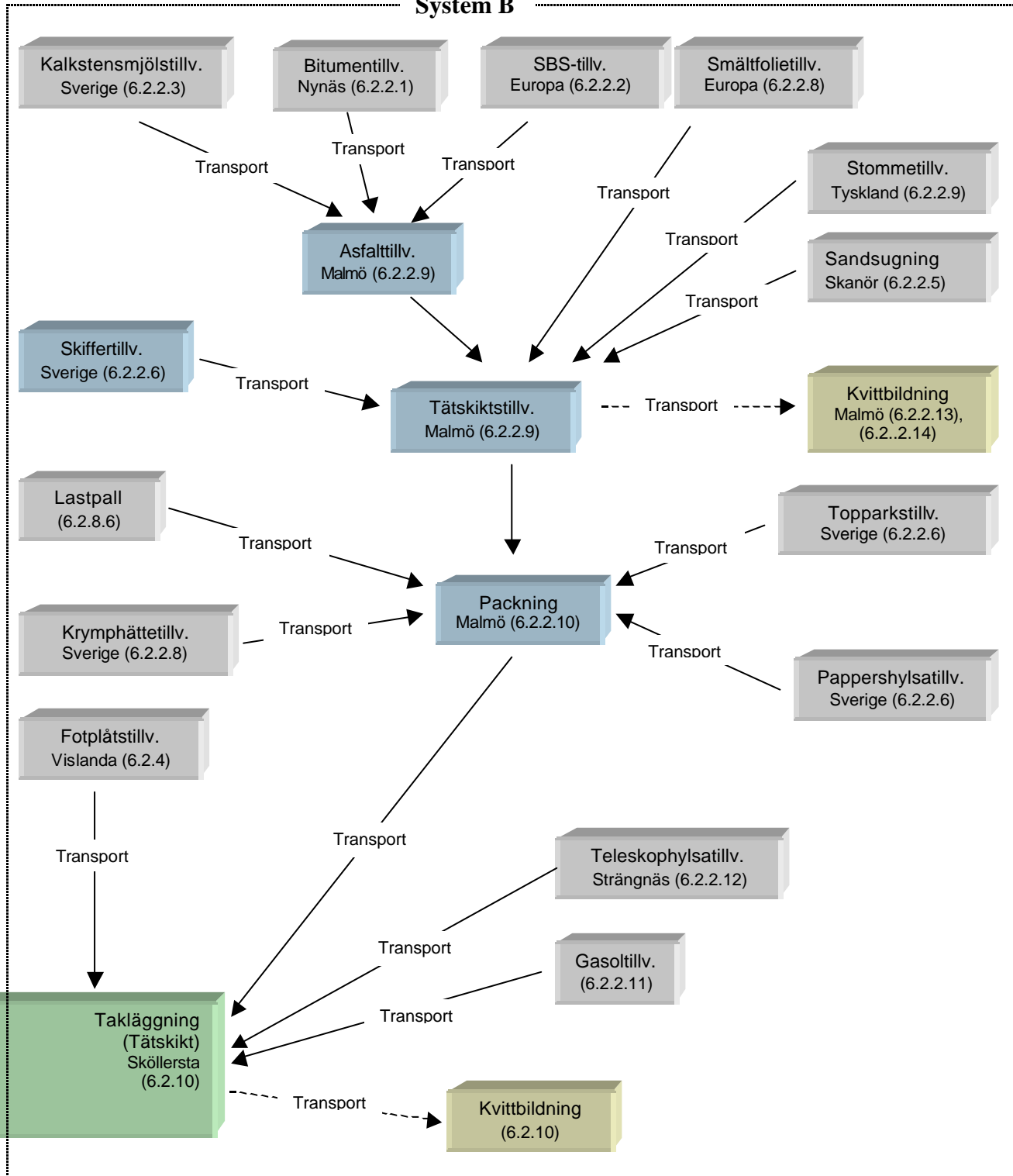
³ System A har dubbel livslängd jämfört med system B.

Flödesschema

System A



System B



4 Miljöpåverkansbedömning

4.1 Karaktärisering

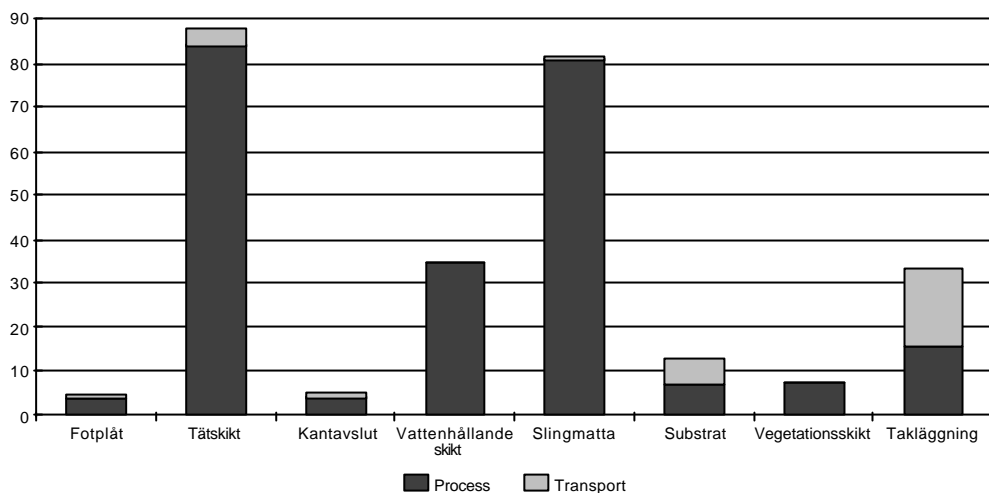
I de diagram som följer nedan är taktäckningssystemet uppdelat i delkomponenter, i vilka ett antal enhetsprocesser ingår:

- Fotplåt; Tillverkning av rostfri plåt samt transport av fotplåt till Tutaryd. Kvittblivning av slagg från ståltillverkning.
- Tätskikt; Tillverkning av tätskiktet och olika delkomponenter som ingår i tätskiktet samt tätskiktets förpackningsmaterial (inklusive tätskiktsremsan). Transporter av delkomponenter och färdigt tätskikt. Kvittblivning av avfall från tätskiktstillverkningen.
- Kantavslut; Tillverkning av rostfritt stål samt transport av kantavslut till Tutaryd. Kvittblivning av slagg från ståltillverkning.
- Vattenhållande skikt; Tillverkning av det vattenhållande skiktet samt transport från fabrik till Tutaryd.
- Slingmatta; Tillverkning av slingmatta samt transport från fabrik till Tutaryd.
- Substrat; Tillverkning av olika jordfraktioner och transport av dessa till Tutaryd. Värmebehandling av Öland- och Smålandsjord.
- Vegetationsskikt; Blandning av jord, odling och skörd av sticklingar och moss-sedumvegetation, tillverkning av handelsgödsel för gödsling vid odling, täckplast och sträckplast samt omlastning och transport av dessa från fabrik till Tutaryd. Kvittblivning av avfall från odlingen.
- Takläggning; Transport av färdigt taktäckningssystem till takläggningsplats. Tillverkning och transport av teleskophylsa samt användning av gasol. Lastkransanvändning för upplyftning av taktäckningssystemet på tak. Handelsgödseltillverkning för gödsling vid takläggning och underhåll. Energiutvinning ur spill från takläggningsplatsen.

4.1.1 Resultat av karaktärisering

Diagram 4.1 Växthuseffekt (system A)

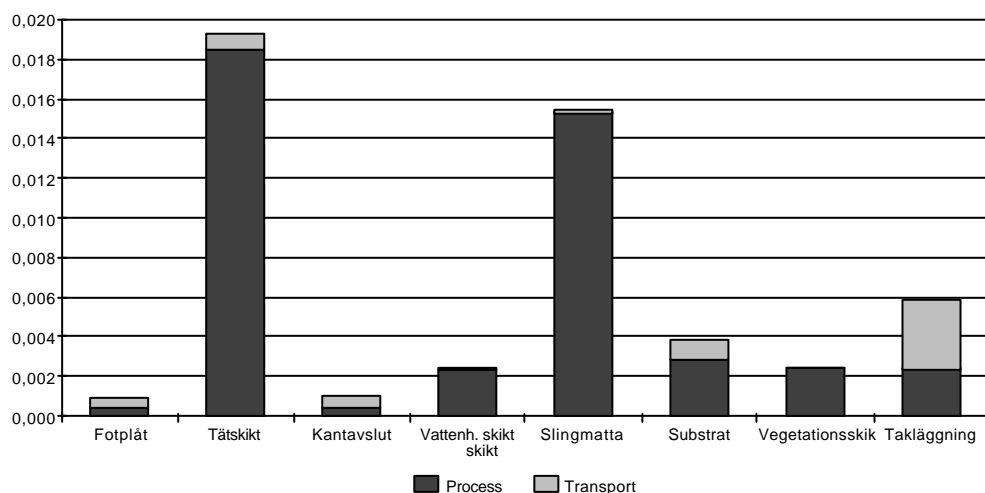
CO₂-ekv. per f.e.



Tätskiktet står för 33% av bidraget till växthuseffekten, där CO₂ dominerar med 88% som i huvudsak kommer från stommetillverkningen. Därefter kommer slingmattan med 30% av den totala påverkan, där CO₂ bidrar med 64% som i huvudsak kommer från polyamidtillverkningen. Vattenhållande skikt samt takläggning bidrar med 13% respektive 12% vardera.

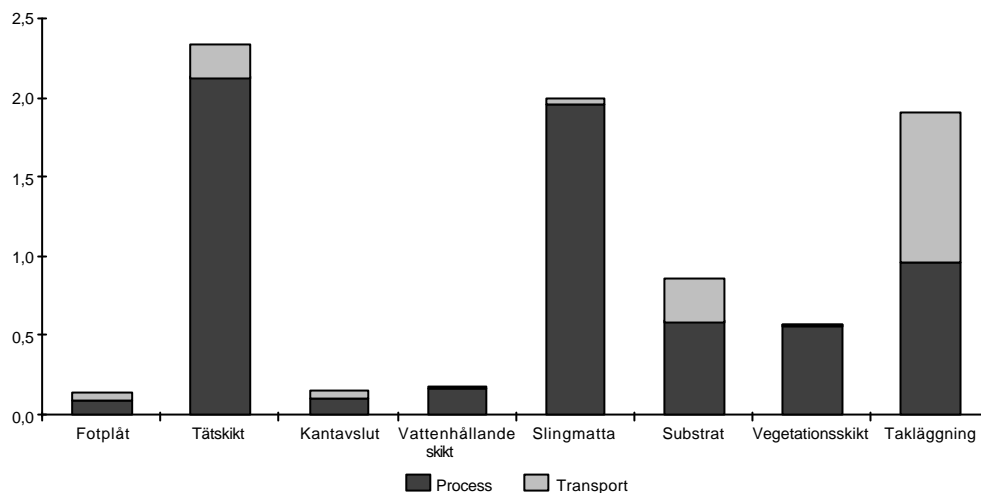
Diagram 4.2 Försurning (system A)

Mol H⁺ / g och f.e.



Tätskiktet står för 37% av det totala bidraget till försurning. Av tätskiktets försurning bidrar SO_x med 45% som i huvudsak kommer från stommetillverkningen. Efter tätskiktet kommer slingmattan som bidrar till 30%, varav SO_x bidrar med 43% som i huvudsak kommer från polyamidtillverkningen. Takläggningen bidrar med cirka 11% av påverkan på försurningen.

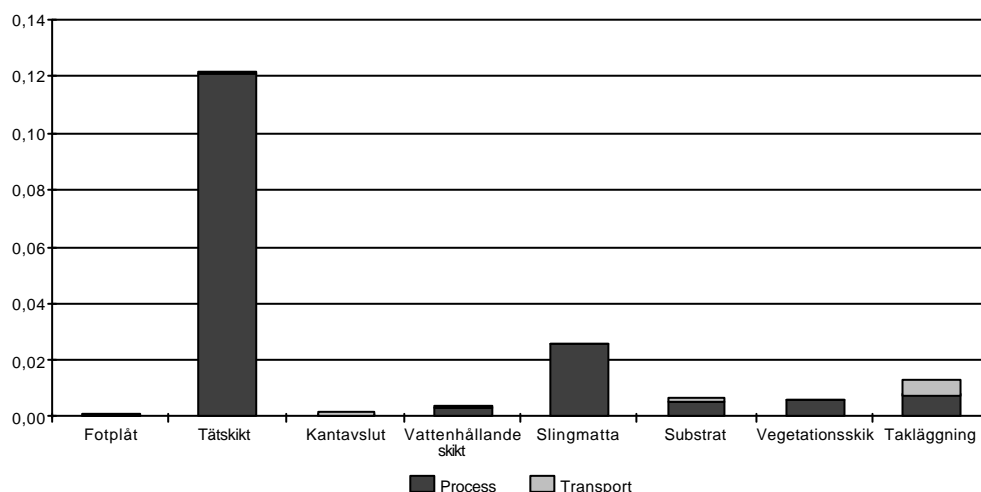
Diagram 4.3 Övergödning (system A)

g O₂/g och f.e.

Tätskiktet står för 29% av det totala bidraget till övergödning, där NO_x står för 90% som i huvudsak kommer från bitumentillverkningen. Därefter kommer slingmattan som bidrar till 24%, och av slingmattans övergödning bidrar NO_x med 56% som i huvudsak kommer från polyamidstillverkningen. Takläggningen bidrar med 23% varav utsläpp av NO_x står för 99%. Dessa utsläpp kommer i huvudsak från transport av det färdiga taktäckningssystemet.

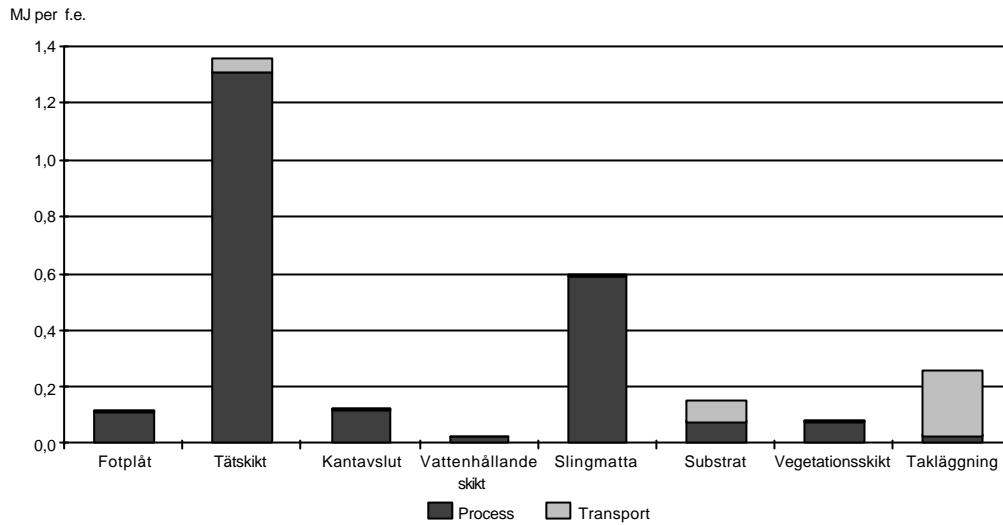
Diagram 4.4 Marknära ozon (system A)

Eten-ekv. per f.e.



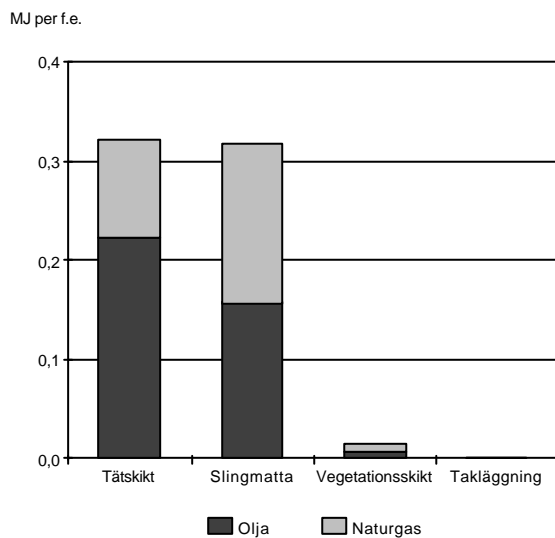
Tätskiktet står för det största bidraget till bildningen av fotokemiska oxidanter med 68% av det totala bidraget. Av tätskiktets bildning av fotokemiska oxidanter bidrar kolväten med 100% som i huvudsak kommer från tätskiktstillverkningen. Därefter kommer slingmattan och takläggningen som bidrar med 14% respektive 7%.

Diagram 4.5 Icke förnybara resurser med energiinnehåll (system A)



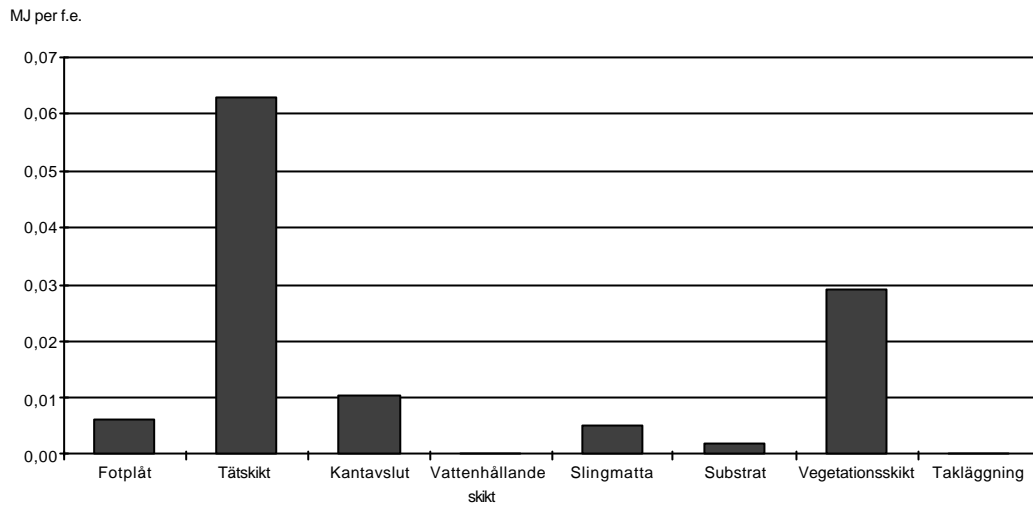
Till tätskiktet åtgår det mest icke förnybara resurser med energi, 50% av den totala åtgången. Därefter kommer slingmattan med 22% av åtgången. Till takläggningen åtgår 9% av den totala åtgången. I taklägningsprocessen ingår förbränning av det spill som uppkommer vid takläggningen. Eftersom energin som tas tillvara vid förbränningen kan tillgodoräknas taklägningsprocessen minskar dess miljöpåverkan i detta avseende.

Diagram 4.6 Icke förnybara resurser med energiinnehåll som feedstock (system A)



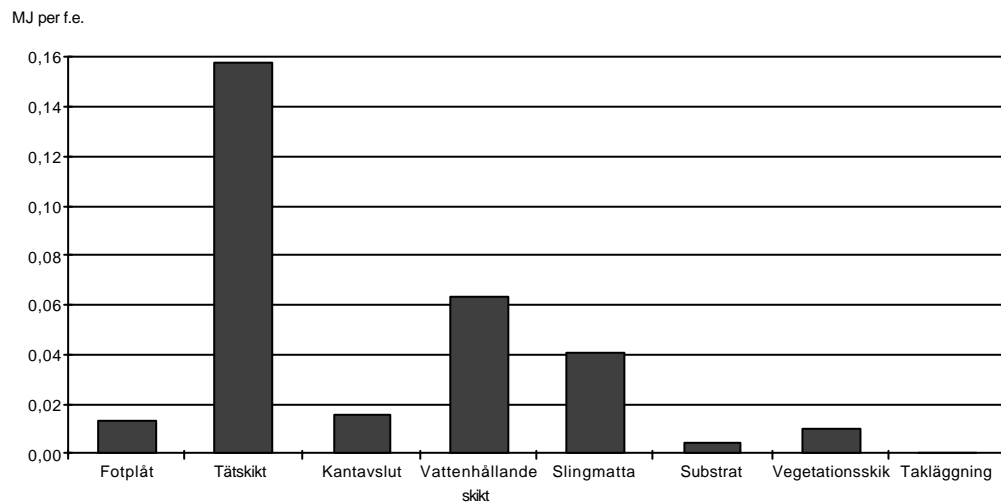
Feedstockenergin återfinns av naturliga skäl framför allt i de oljebaserade komponenterna; ca 49% av feedstockenergin i form av icke förnyelsebara resurser återfinns i både tätskiktet och slingmattan. Feedstockenergin i vegetationsskiktet härstammar från täckplasten och sträckfilmen som används vid odling respektive lastning. En mindre mängd feedstockenergi finns även i takläggningen, vilken kommer från teleskophylsan.

Diagram 4.7 Förnybara resurser med energiinnehåll (system A)



Till tätskiktet åtgår det 54% av de totala förnybara resurserna med energiinnehåll. Vegetationsskiktet svarar för 25% av den totala energiåtgången. Till kantavslut åtgår det 9%. För alla delkomponenter bidrar vattenkraft med den största delen förnyelsebara resurser.

Diagram 4.8 Elanvändning (system A)



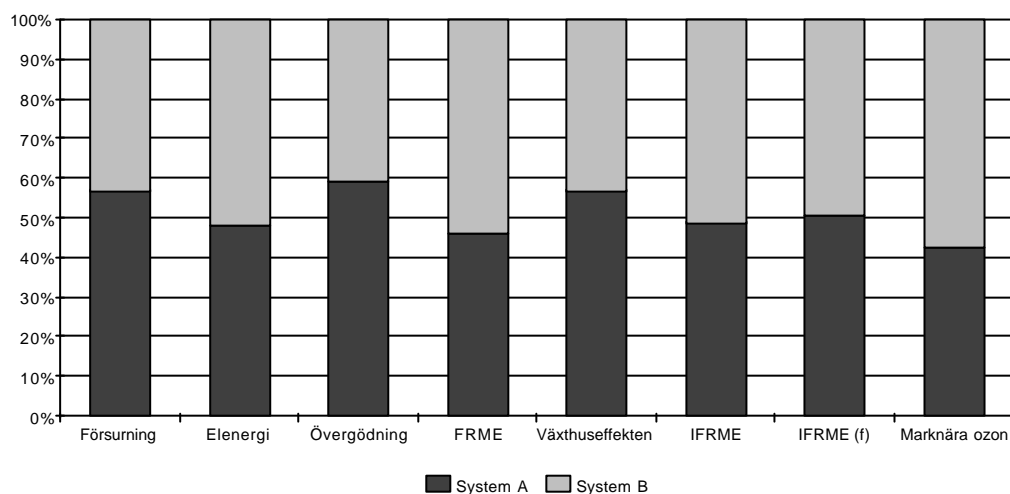
Elanvändningen för tätskiktet uppgår till 52% av den totala elanvändningen. Till det vattenhållande skiktet används 21% och till slingmattan 13% av elenergin.

Observera att elanvändningen redovisas i MJ endast för tydlighetens skull, och emissionerna som uppkommer vid framställning av elen finns medräknad i övriga miljöpåverkanskategorier.

4.1.2 Jämförelse mellan system A och B

Enligt en tysk studie (Götze H, 1990) förlänger takvegetationen livslängden på det underliggande tätskiktet med det dubbla. Vid jämförelse mellan system A och B har därför karakteriseringsresultaten från system A jämförts med karakteriseringsresultaten från system B multiplicerade med faktor 2 - det krävs nämligen ett byte av tätskiktet för att uppnå samma livslängd som system A. Syftet med detta är att se om man kan göra miljövinster om man lägger tak enligt taktäckningssystem A istället för B. Taktäckningssystem A har dock fler funktioner som bidrar till miljöförbättringar, till exempel lokalt omhändertagande av dagvatten, vilka ej reflekteras i denna jämförelse (se kapitel 5.1).

Diagram 4.9 Jämförelse mellan taktäckningssystem



I diagrammet visas det procentuella förhållandet mellan påverkan från system A och system B för de olika miljöpåverkanskategorierna.

Systemet A belastar alla kategorier något mer än vad system B förutom till kategorin marknära ozon. System A bidrar med 33% mer än system B till försurning, för övergödning 46% mer och för växthuseffekt 33% mer. Till kategorin marknära ozon bidrar system B med 33% mer än system A och till kategorierna elenergi och förnyelsebara resurser med energiinnehåll (FRME) bidrar system B med 15% respektive 8% mer. För kategorierna icke förnyelsebara resurser med energiinnehåll (IFRME) och icke förnyelsebara resurser med energiinnehåll som feedstock (IFRME (f)) är skillnaden obetydlig.

4.1.3 Övriga miljöpåverkanskategorier

Tabell 4.1:1 Utsläpp av ekotoxiska ämnen (system A)

Ämnen	Kategori	Mängd (g)	
Ammoniak	f	2.65E-02	a: Mycket hög akutgiftighet
Bensen	c, d	6.17E-06	b: Allergiframkallande egenskaper
Cyanider	b, f	3.13E-06	c: Hög kronisk giftighet
Divätesulfid	a, f	1.60E-05	d: Cancerframkallande egenskaper
Fluor	a	9.47E-05	e: Hög potential för bioackumulering kombinerat med låg nedbrytbarhet
Formaldehyd	b	5.61E-03	Hög potential för bioackumulering kombinerat med mycket hög
Koppar	e, f	2.12E-06	giftighet för vattenlevande organismer
Krom	e, f	2.82E-06	f: Mycket hög giftighet för vattenlevande organismer
Nickel	b, e, f	4.69E-06	Låg nedbrytbarhet kombinerat med mycket hög giftighet för
Vätefluorid	a	5.54E-05	vattenlevande organismer
Zink	e	3.90E-06	(Kategorier enligt Kemikalieinspektionen, 2000-12-19)

De processer som ammoniakutsläppen härstammar från är framförallt tillverkning av vattenhållande skikt (70%), polyamid till slingmattan (14%) och glasull till stommen (11%). Den största utsläppskällan av bensen är kvävegödseltillverkningen till Osmocote (36%). Cyanidutsläppen härstammar från energiutvinningen av koks till det vattenhållande skiktet (99%). Utsläpp av divätesulfid kommer från olika papperstillverkning för pappershylsa (62%) och toppark (28%). Den största utsläppskällan av fluor kommer från fosforgödseltillverkning (55%) och ståltillverkningen för kantavslutet och fotplåten (25%). Utsläpp av formaldehyd kommer från tillverkning av vattenhållande skikt (99%). Energiutvinning från koks till det vattenhållande skiktet genererar det största utsläppen av koppar (64%). Ståltillverkning för kantavslut och fotplåt samt täckplasttillverkning står för vardera 50% av kromutsläpp. Gödseltillverkning till Osmocote och handelsgödsel står tillsammans för den största delen av nickelutsläppen (49%). Nickelutsläppen i samband med ståltillverkningen för kantavslut och fotplåt står tillsammans för 34%. Utsläpp av vätefluorid kommer från polyestertillverkning för stommen (46%) och slingmattan (23%). Den största utsläppskällan av zink kommer från energiutvinning från koks för tillverkning av vattenhållande skikt (69%).

Tabell 4.1:2 Avfalls mängder (system A)

Avfallstyp	g / fe	Avfallstyp	g / fe
Aska	49.8	Metallskrot	0.3
Avloppsvatten	42.4	Mineralavfall	2.1
Farligt avfall	0.07	Radioaktivt avfall	0.01
Industriavfall	12.2	Slagg	5.9
Kalkavfall	10.4	Stoft	0.6
Lakvatten	0.8		

SBS-tillverkningen står för den största mängden aska (56%), därefter kommer träpallstillverkningen (39%). De största mängderna avloppsvatten som produceras kommer från papperstillverkning till pappershylsan (69%) och topparket (31%). Farligt avfall kommer från kvävegödseltillverkning för Osmocote (56%) och för

handelsgödslet (26%). Den största posten för industriavfall kommer från spill från odlingen av vegetationsskiktet (34%) och tillverkningen av vattenhållande skikt (31%). Kalkavfallet kommer från kalkmjölstillverkningen (79%). Lakvatten kommer från tillverkningen av rostfri plåt till kantavslut (52%) och fotplåt (48%). Metallsprotet kommer även det från tillverkningen av rostfri plåt till kantavslut (52%) och till fotplåt (48%). Den största posten av mineralavfall kommer från polyamidtillverkningen till slingmatta (46%). Det är fosfortillverkningen till Osmocote (39%) och handelsgödsel (36%) som utgör den största posten för radioaktivt avfall. Den största posten av slagg kommer från Sysav:s hantering av spillet från tätskiktstillverkningen (42%). Det är även spillet från tätskiktstillverkningen som utgör den största delen av stoft (50%).

4.1.4 Resultatsammanställning

Tabell 4.1:1 Resultatsammanställning

Miljöpåverkanskategori			
Växthuseffekt	33% Tätskikt	30% Slingmatta	13% Vattenhållande skikt
Förurning	37% Tätskikt	30% Slingmatta	11% Takläggning
Övergödning	29% Tätskikt	24% Slingmatta	23% Takläggning
Marnära ozon	68% Tätskikt	14% Slingmatta	7% Takläggning
IFRME	50% Tätskikt	22% Slingmatta	9% Takläggning
IFRME (f)	49% Tätskikt	49% Slingmatta	2% Vegetationsskikt
FRME	54% Tätskikt	25% Vegetationsskikt	9% Kantavslut
EI	52% Tätskikt	21% Vattenhållande skikt	13% Slingmatta

De tre mest bidragande delkomponenternas andel av den totala påverkan på respektive miljöpåverkanskategori redovisas i tabell 7.5:1

5 Tolkning

5.1 Dominansanalys

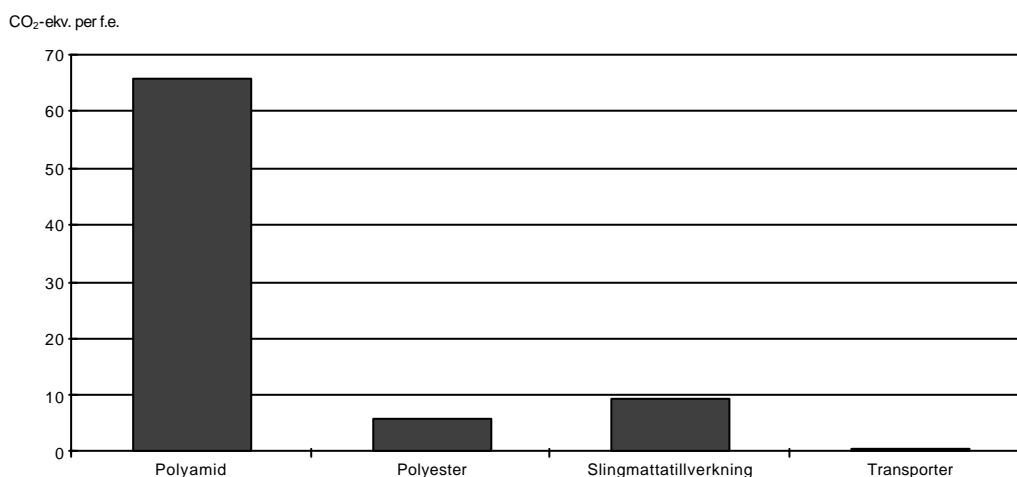
Dominansanalysen syftar till att identifiera de delprocesser som mest bidrar till de olika miljöpåverkanskategorierna. Utifrån resultatet av karaktäriseringen har tätskiktet och slingmattan identifierats som de mest miljöpåverkande komponenterna.

Takläggningen bidrar betydande till framför allt övergödningen och försurningen. Det är transport av det färdiga taktäckningssystemet som står för något mer än hälften av takläggningens miljöpåverkan. Resterande del kommer framför allt från dieselanvändningen för den kranbil som använd vid utläggningen av vegetationsmattorna.

För alla miljöpåverkanskategorier; växthuseffekt, försurning, övergödning, bildning av fotokemiska oxidanter, icke förnyelsebara resurser med energi, icke förnyelsebara resurser med energi som feedstock, förnybara resurser med energi och elanvändning står tätskiktet och slingmattan tillsammans för mellan 53% och 98% av den totala miljöpåverkan. En utförligare dominansanalys har därför gjorts på dessa två delkomponenter.

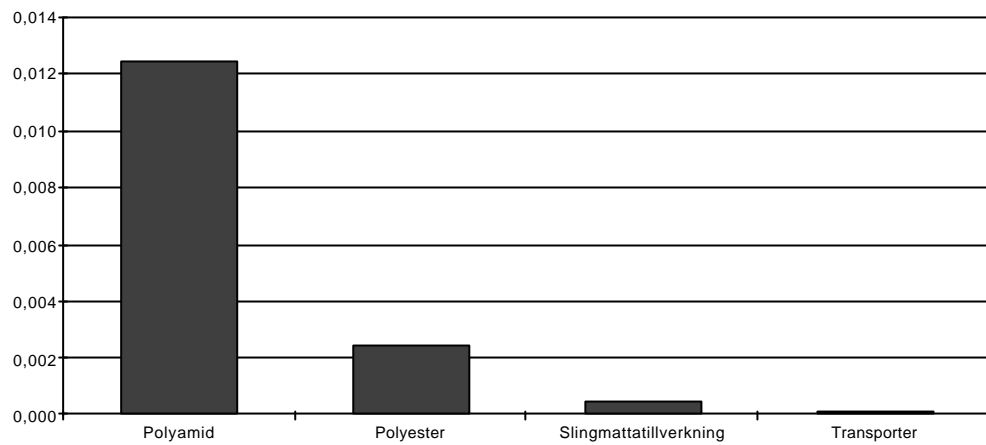
5.1.1 Dominansanalys Slingmatta

Diagram 5.1 Växthuseffekt, slingmatta



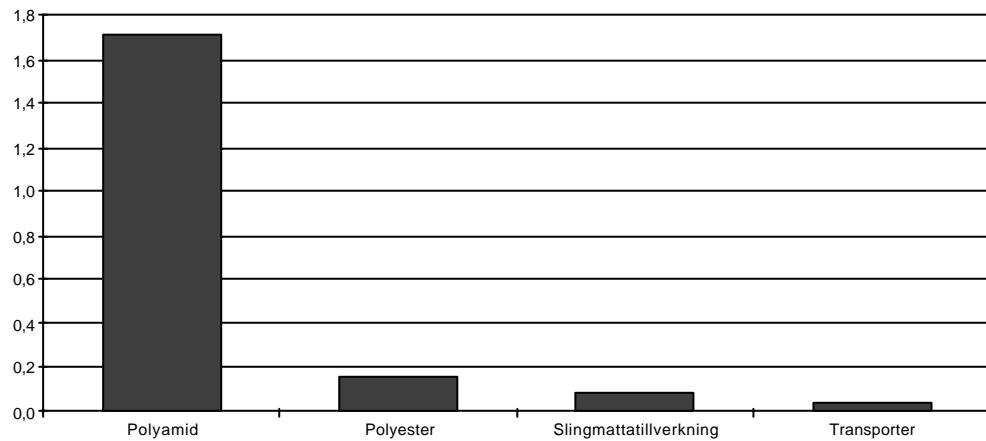
Av slingmattans bidrag till växthuseffekten är det polyamidtillverkningen som står för den överlägset största delen, 81%. Av denna påverkan kommer 57% från utsläpp av CO₂ och 38% från N₂O.

Diagram 5.2 Försurning, slingmatta

mol H⁺ per g och f.e

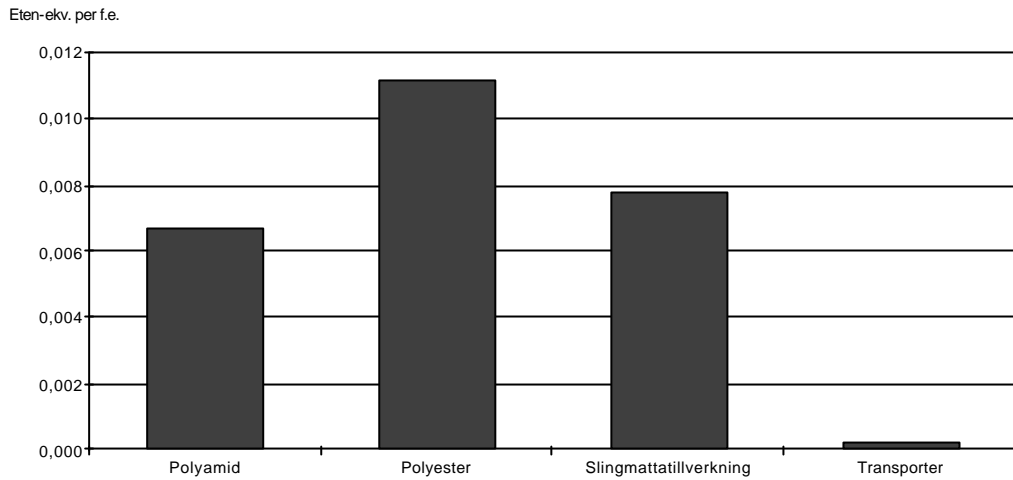
Av slingmattans påverkan till försurningen står polyamidtillverkningen för den klart största delen, 80%. Av polyamidens bidrag till försurningen står SO_x för den största delen, 39%.

Diagram 5.3 Övergödning, slingmatta

g O₂ per g och f.e.

Hela 86% av slingmattans påverkan på övergödningen kommer från polyamidtillverkningen, varav utsläpp av NO_x står för 49% och NO₃⁻ för 41%.

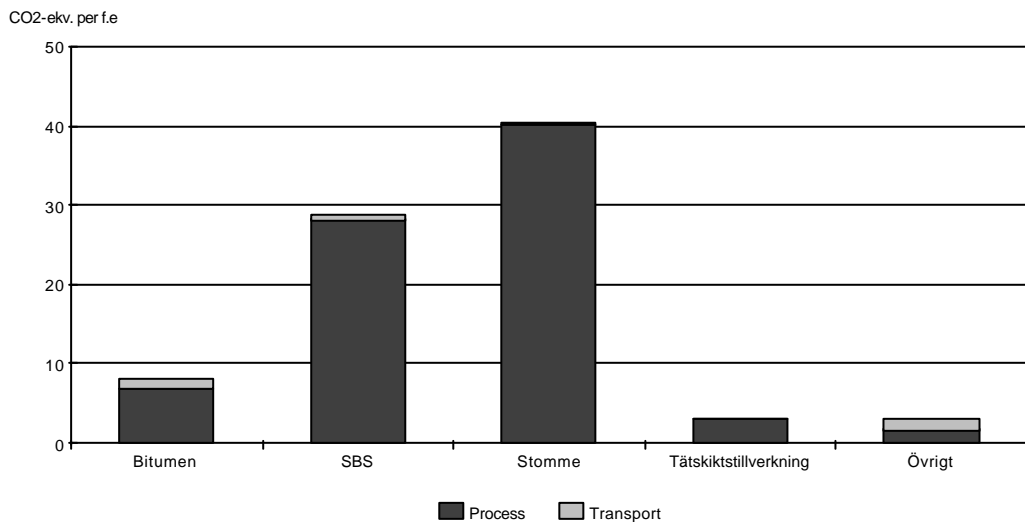
Diagram 5.4 Marknära ozon, slingmatta



I kategorin marknära ozon står polyestertillverkningen för den största påverkan, 43%, varav 100% kommer från utsläpp av kolväten. Därefter kommer slingmattatillverkningen med 30% och polyamidtillverkningen med 26% av den totala påverkan.

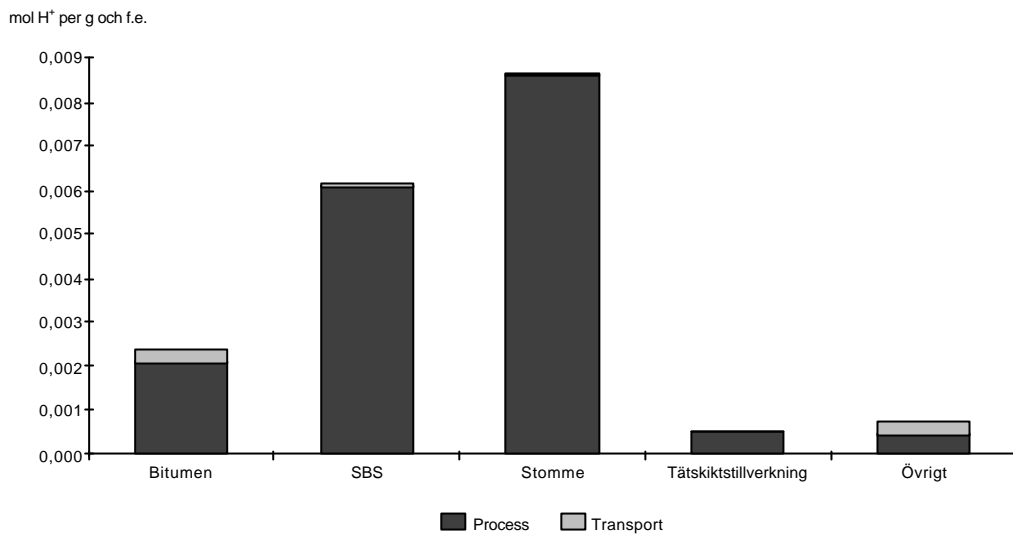
5.1.2 Dominansanalys Tätskikt

Diagram 5.5 Växthuseffekt, tätskikt



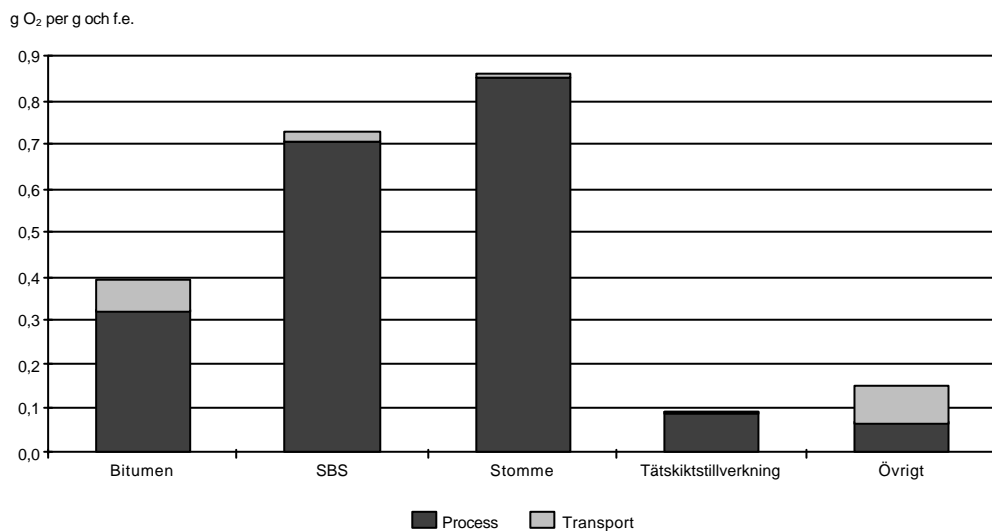
Stommen bidrar med 48% av påverkan på växthuseffekten, varav 81% kommer från utsläpp av CO₂. Tillverkning av SBS bidrar med 34% medan bitumentillverkningens andel är 10%.

Diagram 5.6 Försurning, tätskikt



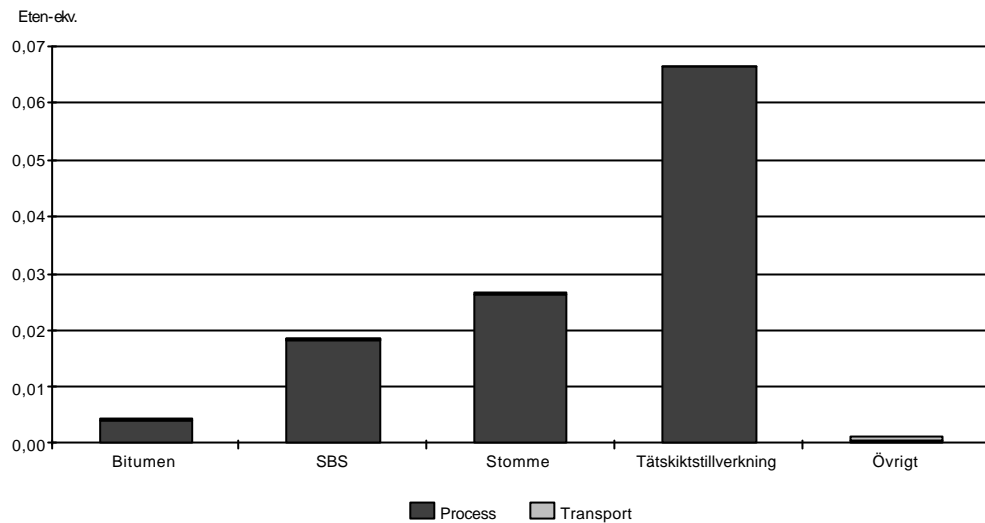
Stommen är den största bidragaren till försurningen med en andel på 47%. Av detta kommer 55% från utsläpp av SO_x. Därefter kommer SBS som bidrar med 33% varav 56% kommer från SO_x.

Diagram 5.7 Övergödning, tätskikt



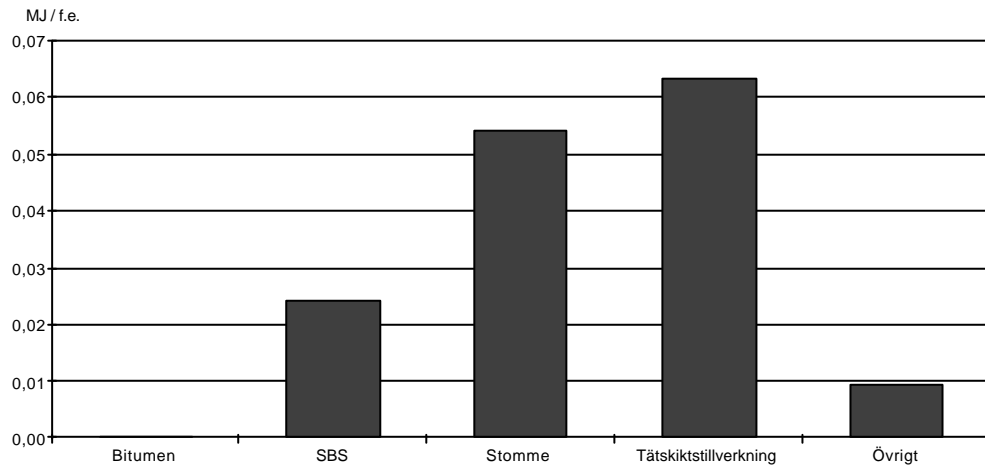
Även vid övergödning är det stommen som är den största bidragaren med 39% varav NO_x står för 77% av påverkan. SBS står för 33% där hela bidraget kommer från utsläpp av NO_x.

Diagram 5.8 Marknära ozon, tätskikt



Den största bidragaren till kategorin marknära ozon är tätskiktstillverkningen, som utgör 57% av påverkan. Utsläpp av kolväten står för 100% av detta bidrag. Stommen och SBS bidrar med 23% respektive 16%.

Diagram 5.9 Elanvändning, tätskikt



Av den totala el användningen är det tätskiktstillverkningen som står för den största posten, 42%. Detta utgörs av svensk el. Stommen står för 36% av den totala elanvändningen, vilket utgörs av 100% holländsk el.

5.1.3 Resultat från dominansanalyser av slingmatta och tätskikt

Resultat från dominansanalysen av slingmattan visar på att det är polyamidtillverkningen som har störst miljöpåverkan för miljöpåverkanskategorierna växthuseffekt, försurning och övergödning - mellan 80% och 86% av den totala miljöpåverkan. Polyestertillverkningen, slingmattstillverkningen och transporter står för den övriga miljöpåverkan, där transporten utgör det minsta bidraget.

Resultatet från dominansanalysen av tätskiktet visar på att det är stommen som har störst miljöpåverkan för kategorierna växthuseffekt, försurning och övergödning - mellan 39% och 48% av den totala påverkan. Därefter kommer SBS som för samma miljöpåverkanskategorier står för mellan 33% och 34%. För miljöpåverkanskategorin marknära ozon är det tätskiktstillverkningen som står för det största bidraget (57%) och därefter kommer stommen som bidrar med 23% och bitumen med 16%. Den delprocess som har störst elanvändning är tätskiktstillverkningen, som står för 42% av den totala elanvändningen. Stommen står för 36% av användningen.

5.2 Jämförande analys av taktäckningssystem

Resultatet från det jämförande diagrammet mellan de två taktäckningssystemen A och B visar på att för miljöpåverkanskategorierna växthuseffekt, försurning och övergödning bidrar taktäckningssystem A till mellan 33% och 46% större miljöpåverkan än taktäckningssystem B. För miljöpåverkanskategorierna marknära ozon, elanvändning och förnybara resurser med energi bidrar system B med 8% till 32% mer än system A.

Eftersom systemen faller olika väl ut för de olika miljöpåverkanskategorierna kan ingen generell slutsats dras om vilket system som har lägst miljöpåverkan.

5.3 Datakvalitet och känslighetsanalys

Data i studien har delats upp i platsspecifik data, andra representativa data, generella data och andra data. För de flesta huvudprocesserna är datan platsspecifik och oftast egeninventerad, vilket gör att tillförlitligheten för dessa delar är god. Det är dock viktigt att tänka på att uppgiftslämnaren inte alltid lämnar ut all relevant data. Andra representativa data har varit vanliga vid inventeringen av tätskiktet, då leverantörer av material ofta varit okända. Eftersom de flesta av dessa data kommer från den största eller mest troliga tillverkaren av respektive material borde avvikelser från verkligheten ej vara allt för stor. För tillverkning av alla plastgranulat och plastfilmer är det genomgående rapporter från APME som används, och denna data klassas som generell då den avser medelvärden från flera europeiska fabriker. Då bland annat polyamidtillverkningen i dominansanalysen identifierats som en hot-spot för flera miljöpåverkanskategorier bör de begränsningar som gäller för nämnda rapporter noga beaktas vid tillämpning av resultaten från denna studie.

VOC-utsläppen från bitumentanken i tätskiktstillverkningen i Malmö har en osäkerhet på +/- 50%. Om utsläppen av VOC halverades skulle påverkan på kategorin marknära

ozonet minska med 25% från tätskiktstillverkningen. Jämförelsen mellan system A och system B skulle förändras så att de båda systemen kommer att belasta lika mycket, mot en tidigare klart större belastning (33%) från system B. Detta gör det svårt att säga vilket system som i verkligheten har den största inverkan på bildandet av marknära ozon.

Metallskrotet som Avesta Sheffield köper in världen över transporteras med båt. Hur långa rutter båten tar spelar en märkbar roll på den totala påverkan på växthuseffekten men är mycket svårt att uppskatta. Det värde som används i studien är en fjärdedel av avståndet runt ekvatorn – 10 000 km.

5.4 Inverkan från val av funktionell enhet och systemgränser

Den funktionella enheten är 1 m² taktäckningsmaterial och år, vilket innebär att de taktäckningssystem som studeras ska ha de funktioner som krävs för att uppfylla denna. Denna funktionella enhet har även valts för att kunna göra jämförelser med studier av andra taktäckningssystem som finns på marknaden idag. Taktäckningssystem A har som nämnts tidigare ett antal funktioner som ej inkluderats i den funktionella enheten, det kan bland annat omhänderta vatten vilket gör att belastningen på reningsverken minskar i de fall där dublikatsystem saknas. System A reducerar även stoftpartiklar från regnvattnet som annars skulle förts ut till recipient, och istället bryts de ner eller ansamlas i vegetationsskiktet. Detta system minskar även takets temperaturvariationer så att uppvärmning på vintern och kylning på sommaren i vissa fall kan minskas. Det är viktigt att dessa ytterligare funktioner åskådliggörs samt diskuteras när resultatet från denna studie utvärderas.

Studiens systemgränser har satts så att alla betydande enhetsprocesser som ingår i taktäckningssystemet skall finnas med. I studien de material som ligger under taktäckningssystemen satts utanför studien då materialen som används med största sannolikhet ser likadant ut oberoende av vad man väljer för taktäckningssystem. I detta fall skulle liknande undermaterial för både taktäckningssystem A och B användas. I de andra studier som gjorts inom området har man valt att utelämnat produktionskapital samt mänskligt arbete. Detta ligger i linje med vad som gjorts i denna studie.

5.5 Slutsatser och rekommendationer

Slutsatsen som kan dras utifrån resultatet från karakteriseringen samt dominansanalyserna är att förändringar i produktionssystemet som syftar till att minska miljöpåverkan bör inriktas på tätskiktet och slingmattan. Även takläggningen har en betydande miljöpåverkan.

Rapporten kan användas i företagets miljöledningsarbete genom att de förbättringsmöjligheter som nämns nedan lyfts in i detta arbete och sätts upp som mål eller åtgärder, men även som inspiration för företagets vardagliga miljöarbete.

5.5.1 Rekommendationer till Veg Tech AB

Dominansanalysen av slingmattan visar på att det främst är polyamidtillverkningen som har störst påverkan för miljöpåverkanskategorierna; växthuseffekt, försurning och övergödning. Slingmattans funktion är att hålla substratet och vegetationen på plats under etableringsfasen samt att möjliggöra demontering av vegetationsskiktet vid eventuellt takarbete eller flyttning av hela vegetationsskiktet till ett annat tak. Polyamid återfinns både i den tredimensionella väven samt i stommen som denna är fäst på. För miljöpåverkanskategorien marknära ozon är det polyestertillverkningen som bidrar mest.

Utifrån dessa resultat bör Veg Tech vid miljöanpassning av sin produkt koncentrera sig på att identifiera alternativa produkter som har samma funktion som slingmattan så att denna kan ersättas. Ett annat alternativ är att använda sig av samma typ av slingmatta men där den ingående komponenten polyamid utgör en mindre del av den totala slingmattans vikt.

Ett sätt att undvika polyamiden är att platsbygga taket och endast använda en fiberduk av PET för att separera substratet från det vattenhållande skiktet. Vid takarbete får då substratet skyfflas undan och fiberduken och det vattenhållande skiktet lyftas åt sidan. Nackdelen är att taket ej kan flyttas om huset måste rivas. Om något som håller substratet på plats behövs under etableringsfasen borde det gå att använda en biomatta av cisal eller kokos. Denna matta kommer att ha samma funktion som den tredimensionella väven under något år tills biomattan brutits ned. Dessa alternativ skulle dock endast fungera på taklutningar under 5° eftersom sedumarternas rötter inte förmår att binda substratet vid högre lutningar.

5.5.2 Rekommendationer till Icopal AB

För tätskiktets del är det tillverkningen av stommen som är den klart mest miljöbelastande delen för miljöpåverkanskategorierna växthuseffekt, försurning och övergödning. Att hitta ett alternativ till stommen, antingen lättare eller med mindre andel polyamid, skulle därför kunna ge betydande miljövinster.

I kategorin marknära ozon står tätskiktstillverkningen för den största påverkan, och inom tätskiktstillverkningen är det utsläpp av kolväten från förvaring av bitumen i tank som bidrar med den största delen. Att investera i reningsteknik för att minska dessa utsläpp kan därför vara en god investering för miljön och borde således sättas upp som ett av miljömålen i företagets miljöarbete.