

Regional riskanalys av askanvändning

Ola Wik

**Regional riskanalys av askanvändning i
anläggningsbyggande**

**Regional risk assessment of reuse of ash in civil
engineering applications**

Ola Wik

Q6-664

Abstract Q664

Den regionala risken med en storskalig användning av askor som konstruktionsmaterial i vägar inom två olika vattenavrinningsområden (Emån och Motala ström) har analyserats med hjälp av material- och substansflödesanalyser för bly, kadmium och kvicksilver. Beräknade emissioner till ytvatten från askkonstruktionerna är försumbara i relation till emissioner från andra källor och flöden inom de undersökta avrinningsområdena. Om de regionalt producerade askornas lakbarhet skulle öka upp till i nivå med de riktvärden för ringa risk som beräknats i *Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande* (Värmeforsk rapport 979) blir emissionerna däremot av stor betydelse. Riskbedömningar som genomförs enbart i ett avgränsat lokalt riskperspektiv kan leda till att riskerna i ett storskaligt regionalt riskperspektiv underskattas.

Nyckelord: riskbedömning, aska, metaller, substansflödesanalys, anläggningsbyggande

Sammanfattning

Vid tidigare framtagande av miljöriktlinjer för askanvändning baserat på ett lokalt riskperspektiv har endast mycket begränsad hänsyn tagits till eventuella additiva effekter från andra föroreningskällor. Det har vidare saknats en analys av hur riskbilden skulle se ut regionalt om en storskalig användning av alternativa ballastmaterial skulle komma till stånd. Denna rapport syftar till att beskriva den regionala risken med en storskalig användning av de askor som produceras inom ett vattenavrinningsområde och målet har varit att undersöka:

1. om en storskalig användning av alternativa ballastmaterial, i form av askor, inom ett vattenavrinningsområde kan orsaka en risk för storskaliga negativa miljöeffekter,
2. om eventuella regionala miljöeffekter motiverar en justering av de generella haltkriterier som beräknats i Värmeforskprojektet *Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande* (Bendz m.fl., Värmeforsk Rapport 979, 2006).

En regional riskanalys förutsätter att det finns kunskap på en regional systemnivå om materialflödet av askor och konventionella ballastmaterial samt kunskap eller uppskattningar av det totala antropogena och naturliga förråden och flödena av de substanser man avser att analysera. Forskningsuppgiften har varit att:

- Ta fram ett sådant underlag för de två avrinningsområdena för Motala ström och Emån med avseende på ämnena bly, kadmium och kvicksilver.
- Jämföra det framtagna dataunderlaget med miljö kvalitetsnormer för ytvatten och regional kunskap om statusen för ytvatten i den mån sådan har tagits fram och presenterats av vattenmyndigheten.

De material och substansflödesanalyser som tagits fram innehåller en mängd betydande felkällor som en följd av att grova uppskattningar ofta ha måst göras kring flöden och emissioner av bly, kadmium och kvicksilver i Emåns och Motala Ströms vattenavrinningsområden. Detta gäller dock i mindre utsträckning data för naturliga flöden samt flöden och emissioner från askor där plats specifika statistiska data insamlats. Trots de stora osäkerheter som kan vara förknippade med substansflödesanalyser kan några tydliga slutsatser dras från underlaget.

1. Med den kvalitet med avseende på lakbarhet av bly, kadmium och kvicksilver som dagens askor har är emissioner vid användning av askor som konstruktionsmaterial i ett regionalt perspektiv försumbara i relation till emissioner från andra källor och flöden inom de undersökta vattenavrinningsområdena
2. De riktvärden för lakbarhet som föreslagits i Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande medför en betydligt större risk än ringa risk i perspektiv av en regional substansflödesanalys.

Projektet har därmed lyckats besvara båda de frågeställningar som varit mål för utredning. Den metodik som använts bör utvecklas vidare för att kunna föreslå riktvärden för lakbarhet i ett regionalt riskperspektiv.

Executive Summary

A previously proposal (Värmeforsk report 979, 2006) for common environmental guidelines for reuse of ash in civil engineering applications has only to a limited extent considered eventual additive effects of pollutants from other sources than recycled aggregates. Furthermore the assessment had a strict focus on local effects not considering the possible outcome of a large-scale use of alternative recycled aggregates. The objective of this project has been to characterize the risk of a large-scale use of ashes produced within a regional area. The project targeted at analysing:

1. The possible large-scale negative environmental effects of recycling all ashes fitting for civil engineering applications within a regional watershed area.
2. If environmental effects on a regional scale motivates adjustment of the proposed common environmental guidelines for reuse of ash.

In order to perform a regional risk assessment information on the material flow of ashes and traditional aggregates as well as other anthropogenic and natural sources and flows of substances to be analysed is needed. The prime research task of this project was to:

- Generate material and substance flow information for two different watershed areas, Motala Ström and Emån, with respect to lead, cadmium and mercury.
- Compare the generated data with environmental quality standards for surface waters and draft river basin management plans presented by Swedish river basin district authorities.

Data on material and substance flow was compiled using the following practise;

Ashes – data on material flow, substance content and emissions collected from all productions sites. Emissions was estimated using L/S 10 data from standardised leaching test. Missing data was assigned using expert judgement.

Aggregates - data on material flow compiled from regional databases. Substance content and emissions calculated based on national generic data. Emissions was estimated using L/S 10 data from standardised leaching test.

Goods - data on material and substance flow calculated based on generic data and regional scaling factors e.g. population.

Point sources – emissions collected from regional pollutant release and transfer register.

Atmospheric deposition – calculated based on watershed area and generic deposition data.

Surface water - data on content and transport collected form regional databases or annual reports.

The environmental quality of the ashes produced were well below the previously proposed guideline values on content and emission. Motala Ström represents a more densely populated and industrialised region compared to Emån and hence the possible large scale environmental effects were more critical. If the produced amount of ashes hypothetically would change in quality and leaching properties increase to the level of previously proposed guideline values, the calculated flows of lead, cadmium and mercury proved to be large compared to other regional flows.

Estimated material and substance flows are frequently based on coarse estimations and accordingly burdened with considerable sources of error. In spite of this important conclusions can be drawn from the characterisation and assessment.

- 1) The calculated emissions of lead, cadmium and mercury from ashes presently produced and fitting for civil engineering applications are insignificant compared to other regional sources and flows.
- 2) Previously proposed guideline values for ash quality might not ensure insignificant risk to health and environment on a regional scale.

The framework for characterizing environmental risk, presented herein, can be used to check or develop environmental guideline values. If so, the framework should be further improved to better describe the retention and partitioning of the substances between different matrices such as soil, water, sediment and biota on an extended time scale.

Key words: risk assessment, ash, metals, substance flow analysis, civil engineering applications

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	BESKRIVNING AV FORSKNINGSSOMRÅDET.....	1
1.3	FORSKNINGSUPPGIFTEN OCH DESS ROLL INOM FORSKNINGSSOMRÅDET	1
1.4	MÅL OCH MÅLGRUPP	2
2	METODIK	3
2.1	AVGRÄNSNINGAR.....	4
3	RESULTAT	5
3.1	MILJÖSTATUS FÖR PRIORITERADE ÄMNER INOM ANALYSERADE AVRINNINGSSOMRÅDEN.....	5
3.2	MATERIALFLÖDEN	5
3.3	SUBSTANSFLÖDEN	7
3.4	ANALYS AV UTLAKADE MÄNGDER FRÅN ASKOR VID MAXIMAL FÖRORENINGSGRAD ENLIGT MILJÖRIKTLINJER FÖR ASKANVÄNDNING	13
4	RESULTATANALYS	3
5	SLUTSATSER	4
6	REKOMMENDATIONER	5
7	FÖRSLAG TILL FORTSATT FORSKNINGSPÅRBEDE	6
8	LITTERATURREFERENSER	7

Bilagor

A AVRINNINGSSOMRÅDEN OCH STATUS FÖR PRIORITERADE ÄMNER ENLIGT VATTENKARTAN

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I Värmeforskningsprojektet Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande [1] utvecklades ett system för beräkning av generella haltkriterier med avseende på hälso- och miljöeffekter vid användning av askor i geokonstruktioner. Bedömningssystemet beräknar risken för effekter i konstruktionens omedelbara närhet. Beräknade haltkriterier avser att ge ett skydd under ogynnsamma exponeringsförhållande samt på individnivå för människor och därmed vara jämförbar med en ringa risk från miljösynpunkt.

I Miljöriktlinjer för askanvändning har endast mycket begränsad hänsyn tagits till eventuella additiva effekter från andra föroreningskällor. Det saknas vidare en analys av hur riskbilden skulle se ut regionalt om en storskalig användning av alternativa ballastmaterial skulle komma till stånd. Ingen direkt hänsyn har heller tagits till de olika miljöpolitiska mål som uppsatts för olika typer av substanser för en Giftfri miljö.

Denna rapport syftar till att beskriva den regionala risken med en storskalig användning av de askor som produceras inom ett vattenavrinningsområde.

1.2 Beskrivning av forskningsområdet

Material- och substansflödesanalys som en metod för att analysera potentiella miljöeffekter av användningar av alternativa ballastmaterial har nyligen redovisats aggregerat på nationell nivå [2]. I det projektet har dock ingen direkt analys gjorts av den risk som användningen av alternativa ballastmaterial innebär.

1.3 Forskningsuppgiften och dess roll inom forskningsområdet

En regional riskanalys förutsätter att det finns kunskap på en regional systemnivå om det potentiella materialflödet för askor och konventionella ballastmaterial samt kunskap eller uppskattningar av det totala antropogena och naturliga förråden och flödena av de ämnen man avser att analysera. Forskningsuppgiften har varit att ta fram ett sådant underlag för de två avrinningsområdena för Motala ström och Emån med avseende på ämnena bly, kadmium och kvicksilver.

Det framtagna har sedan jämförts med miljökvalitetsnormer för ytvatten [3] och regional kunskap om statusen för ytvatten i den mån sådan har tagits fram och presenterats av vattenmyndigheten.

Ämnet arsenik har också diskuterats som intressant att studera i sammanhanget. Men avsaknaden av fastställda miljökvalitetsnormer har gjort att en analys av ämnet inte genomförts.

1.4 Mål och målgrupp

Projektets mål är att utreda:

3. om en storskalig användning av alternativa ballastmaterial, i form av askor, inom ett vattenavrinningsområde kan orsaka en risk för storskaliga negativa miljöeffekter,
4. om eventuella regionala miljöeffekter motiverar en justering av de generella haltkriterier som beräknats i Värmeforskprojektet *Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande* (Benz m.fl., Värmeforsk Rapport 979, 2006).

Målgruppen är myndigheter och askproducenter.

2 Metodik

Den metodik som tillämpats för att genomföra projektet har varit enligt följande:

- Principer och underlag för material-/substansflödesanalyser sammanställs och avgränsas.
- Två regioner (vattenavrinningsområden), inom vilket en materialflödesanalys skall genomföras, väljs i samråd med projektets referensgrupp. I detta steg väljs även de ämnen som studien skall omfatta. En utgångspunkt är miljöpolitiska aspekter där så kallade utfasningsämnen som t.ex. kadmium, kvicksilver och bly ges prioritet.
- Miljödata (referensdata) från andra naturliga eller antropogena källor och materialflöden inventeras och sammanställs.
- Inom de valda regionerna upprättas materialflödesbalanser för askor som kan användas som konstruktionsmaterial i anläggningsbyggande (ballastmaterial) respektive för konventionella ballastmaterial.
- Substansflödesanalys för olika ämnen beräknas för askorna respektive för konventionella material. Ingångsdata för askor är dels de generella haltkriterier som tagits fram i [1], dels egenskaperna hos de specifika askor som finns i den aktuella regionen. Substansflödena omfattar dels det totala flödet av en substans som följer med materialflödet dels emissionerna av substansen från materialet som når miljön
- Substansflödesanalyser för askor och konventionella ballastmaterial relateras till insamlade referensdata.

Samtliga ovanstående steg i material- och substansflödesanalysen har genomförts som ett examensarbete av Linn Josefsson under handledning av Ola Wik, SGI och Mats Eklund, Linköpings Universitet [6].

På basis av material- och substansflödesanalysen inom ramen för examensarbetet har i föreliggande rapport en förenklad översiktlig riskanalys av potentiell påverkan på statusen för vatten gjorts av Ola Wik, SGI. Med en förenklad översiktlig riskanalys avses att substansflödet av kadmium, kvicksilver och bly från askor jämförs med substansflödet från andra aggregerade naturliga eller antropogena källor inom hela avrinningsområdet. En bedömning görs ifall emissionerna av substanser från askor på ett signifikant sätt påverkar den totala belastningen inom avrinningsområdet och ifall de i så fall riskerar bidra till att miljö kvalitetsnormen i vattenavrinningsområdets huvudfåra överskrids eller att huvudfårans kvalitetsstatus påverkas påtagligt. För samtliga substanser som ingår i analysen är fastläggningen i sediment- och marksystem hög. Transporten till huvudfåran begränsas därmed genom en hög grad av retention. Ingen hänsyn till detta har tagits i den översiktliga riskanalysen.

2.1 Avgränsningar

Studien har avgränsats geografiskt till två avrinningsområden, Motala ströms avrinningsområde som i huvudsak ligger inom Östergötlands län och Emåns avrinningsområde i Kalmar och Jönköpings län, se bilaga A. Dessa två områden skiljer sig åt genom att jord- och skogsbruk dominerar inom Emåns avrinningsområde som även har lägre befolkningstäthet medan Motala ströms avrinningsområde har mer industriverksamhet och högre befolkningstäthet.

Emåns avrinningsområde definieras som det område som har avrinning till Emån, direkt till huvudfåran eller indirekt till tillflödena, de största tillflödena är Silverån och Solgenån

I denna studie har Motala Ströms avrinningsområde avgränsats som det område som har tillrinning till Motala ströms huvudfåra och dess tillflöden, varav de största är Stångån, Svartån och Finspångån. Avrinningsområden där avrinning sker direkt till Vättern har exkluderats eftersom Vättern rimligen fungerar som en effektiv sänka för ämnen som förs till Vättern och därmed i stor utsträckning bryter transportkedjan för föroreningstransport med ytvatten. Avrinningsområdet börjar därmed i Vättern och slutar i Bråviken.

För båda avrinningsområden har flöden och förråd av tungmetaller i biosfär och teknosfär sammanställts. De biologiska flöden och förråd som finns med i sammanställningen är halter i skogs- och åkermark och mängden tungmetaller i mårлагret, metaller i åarnas huvudfåror, metall i luft och nederbörd samt luftdeposition. Dessa förråd och flöden kallas sammanfattande för biosfären. I denna rapport används benämningen teknosfären för byggnader, anläggningar och infrastruktur samt de produkter och verksamheter som kan hänföras dit. De förråd och flöden i teknosfären som tagits med är tungmetaller i askor och ballast, punktutsläpp av tungmetaller samt varor innehållande tungmetaller och påverkan från trafik.

De askor som behandlas i rapporten är bottenaskor och flygaskor från värmekraftverk samt bottenaskor från avfallsförbränningsanläggningar. Dessa askor har sådana egenskaper att de kan vara lämpliga konstruktionsmaterial. Flygaska från avfallsförbränning och samt askor som av producenten ansetts ha olämpliga egenskaper som konstruktionsmaterial har exkluderats från analysen.

3 Resultat

3.1 Miljöstatus för prioriterade ämnen inom analyserade avrinningsområden.

I tabell 1 redovisas de miljökvalitetsnormer som fastställts för bly, kadmium och kvicksilver.

Tabell 1. Miljökvalitetsnormer för bly, kadmium och kvicksilver i sötvatten [3].

Table 1. Environmental quality standards (2008/105/EG)

	Bly	Kadmium ¹	Kvicksilver ²
AA-MKN (µg/l)	7,2	0,08	0,05

Den förenklade riskanalys som genomförs i denna rapport syftar till att bedöma den aggregerade påverkan som användning av askor som konstruktionsmaterial kan medföra inom avrinningsområdet. Det innebär att analysen riktas mot huvudfåran dit den samlade föroreningstransporten sker. I analysen av substansflöden tas nämligen ingen hänsyn till den retention som kan ske av emissionerna utan beräknade emissioner antas nå huvudfåran utan retention.

I Bilaga B redovisas i form av ett utdrag från Vattenkartan [4] en statusklassning avseende prioriterade ämnen för vattendrag och sjöar inom Emåns vattenavrinningsområden. Statusen för huvudfåran är (i den mån den är klassad) god. För ett antal sjöar inom avrinningsområdet uppnås inte god status på grund av höga kvicksilverhalter i biota.

Även för Motala Ströms är statusen för huvudfåran i huvudsak god. På samma sätt som för Emåns avrinningsområde (och för Sverige generellt) finns dock ett antal sjöar inom avrinningsområdet som inte uppnår god status på grund av höga kvicksilverhalter i biota. Därutöver finns ett antal sjöar där kadmiumhalter inte når god status, dock för andra medier än vattenhalter (biota och sediment) [5].

3.2 Materialflöden

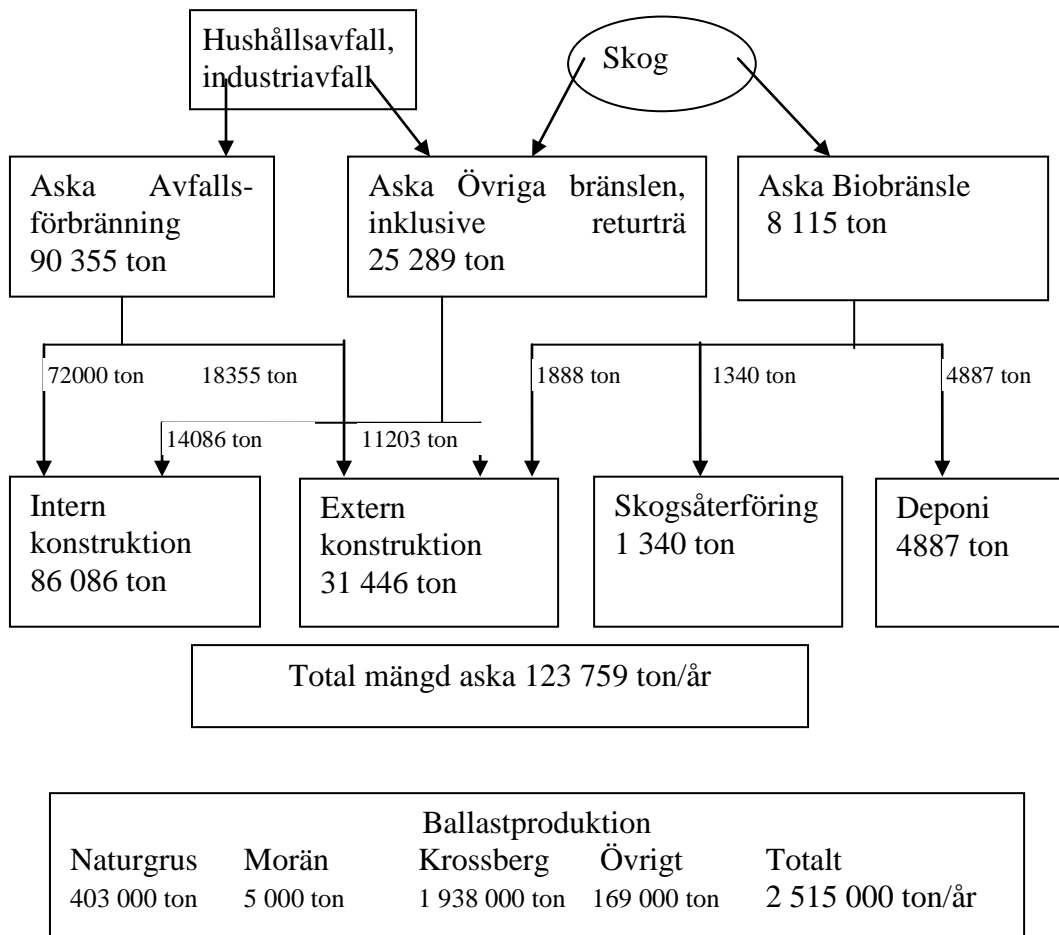
En detaljerad beskrivning av materialflödesanalysen återfinns i [6]. Nedan sammanfattas några grundläggande data.

I figur 1 och figur 2 redovisas den totala årliga produktionen av askor och ballastmaterial inom Motala Ströms och Emåns avrinningsområde. Den årliga produktionen av askor utgör endast knappt 5 % respektive drygt 1 % av den årliga produktionen av ballast. Endast en mycket liten del av askorna deponeras i dagsläget utan de används antingen som konstruktionsmaterial internt i anslutning till

¹ Hårdhetsklass 2, 40 till <50 mg CaCO₃ per l.

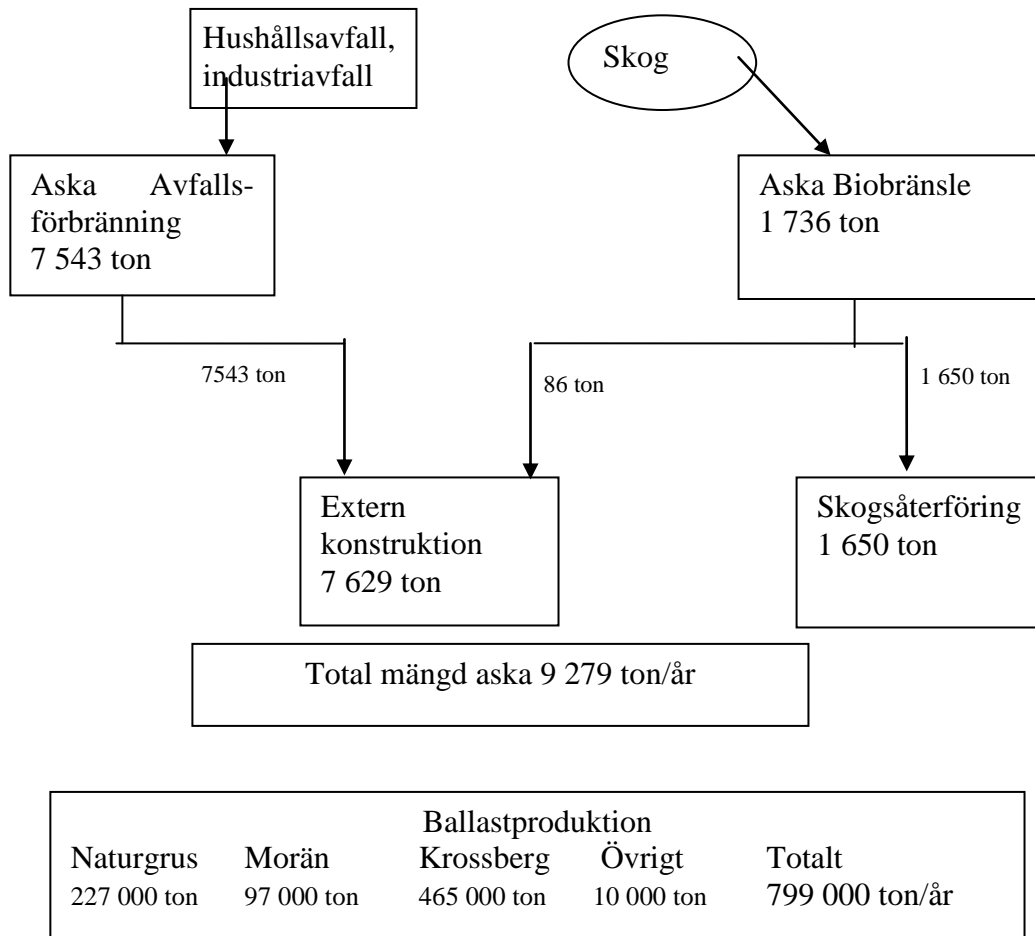
² För Hg gäller parallellt med MKN_{vatten} att kraven skall vara uppfyllda även för MKN_{biota} dvs koncentrationen Hg i fisk. Sverige har fått särskilda undantag när det gäller kravnivån MKN_{biota} på grund av den dåliga status som Sverige generellt har när det gäller kvicksilver i fisk.

anläggningen (till exempel för deponikonstruktioner) eller externt. En viss del används även som gödningsmedel.



Figur 1. Årlig produktion av askor som kan vara lämpliga konstruktionsmaterial samt ballast i Motala Ströms avrinningsområde

Figure 1. Yearly production of ashes (tons) with a potential use as construction materials and aggregates within the Motala Strom watershed.



Figur 2. Årlig produktion av askor som kan vara lämpliga konstruktionsmaterial samt ballast i Emåns avrinningsområde

Figure 2. Yearly production of ashes (tons) with a potential use as construction materials and aggregates within the Eman watershed.

3.3 Substansflöden

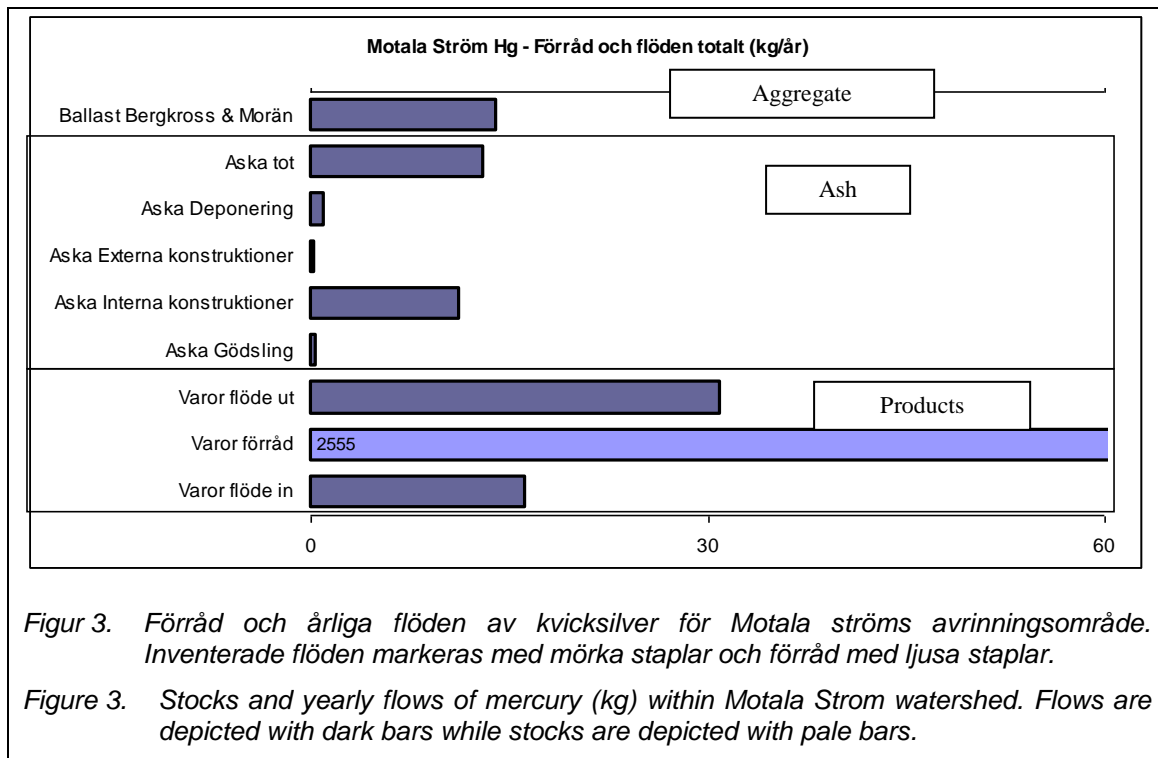
Emissioner av substanser från askor och naturliga ballastmaterial har i enlighet med [2] beräknats baserat på kunskap om askornas utlakning vid L/S 10 mätt med standardiserade lakttest. I föreliggande studie har även emissioner från askor som används för gödslingsändamål beräknats enligt samma princip. Detta ger ett ungefärligt mått på den genomsnittliga årliga emissionen för ett hundraårsscenario under förutsättning att de producerade askornas lakegenskaper och den årligen nyttjade mängden inte ändras med tiden. Lakdata vid L/S 10 väljs huvudsakligen beroende på att det i stor utsträckning saknas andra data för emissionen från askor. För ämnen som bly och kadmium där urlakningen från askor avklingar snabbt med mängden perkolerande nederbörd fungerar dock L/S 10 tämligen väl som ett mått på den ackumulerade urlakningen i ett 100-årsperspektiv oberoende av i vilka konstruktioner askan används. För kvicksilver där urlakningen inte avklingar lika snabbt blir konstruktionernas utformning mer kritisk och urlakning vid L/S 10 fungerar sämre som ett generellt mått

för alla olika typer av konstruktioner. Metoden bör dock fungera väl i sammanhanget för att få ett mått på av vilken storleksordning emissionerna kan vara i ett 100-årsperspektiv.

Den material- och substansflödesanalys som genomförts pekar på att belastningen från potentiell askanvändning samt påverkan från andra punktkällor eller diffusa källor ger ett större föroreningstryck på Motala Ströms avrinningsområde. Substansflödesanalysen och riskanalysen kommer därför att bli kritisk för Motala Ströms avrinningsområde. I det följande redovisas därför bara resultat för Motala Ströms avrinningsområde.

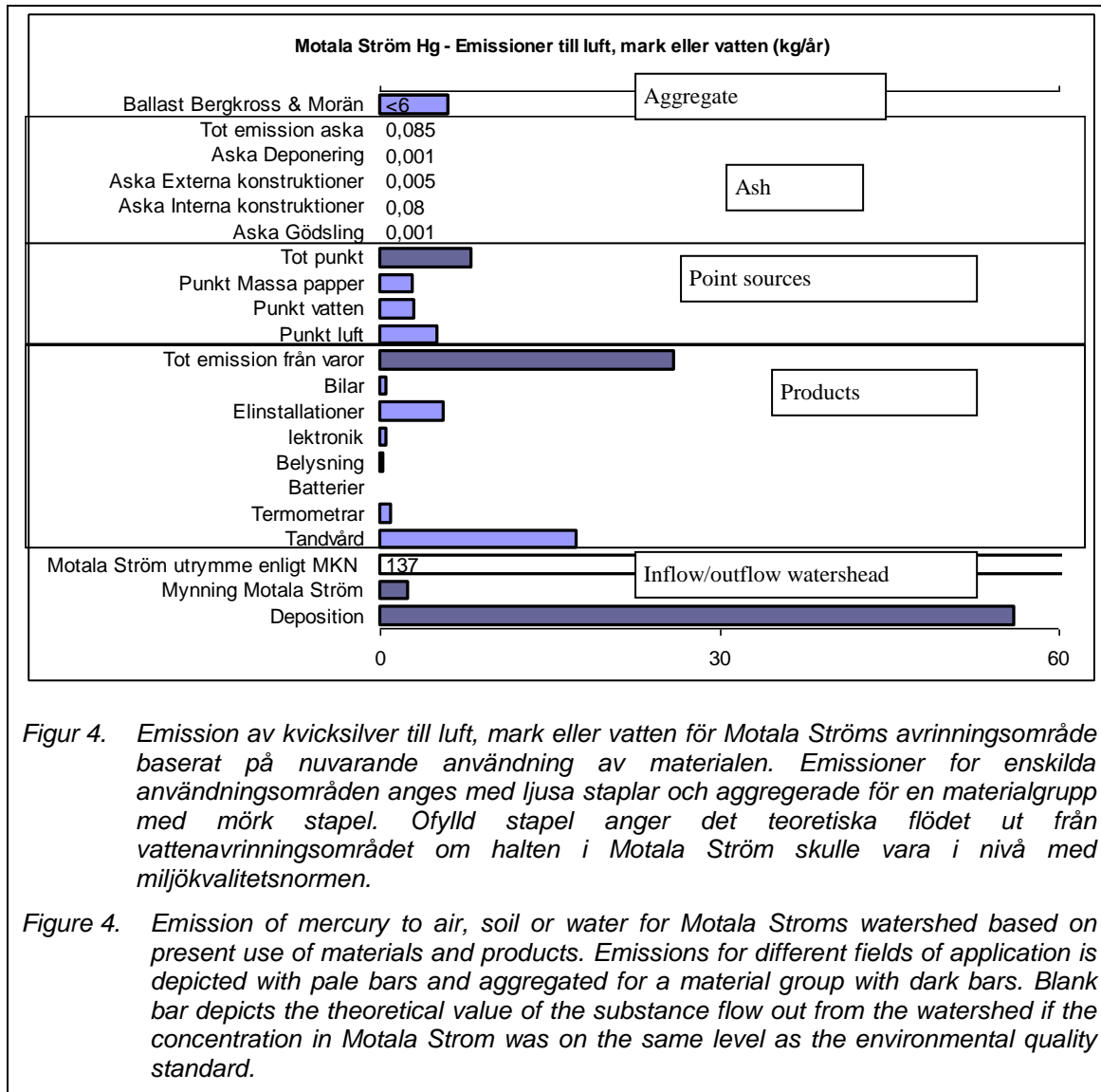
3.3.1 Substansflöden för kvicksilver

Av figur 3 framgår att den totala mängden kvicksilver i ballastmaterial i form av askor är ungefär lika stor som mängden i konventionella naturliga ballastmaterial.



Av figur 4 som beskriver emissioner från teknosfären och flöden i biosfären framgår att emissionerna av kvicksilver från askor som används som konstruktionsmaterial är mycket små jämfört med övriga emissioner och flöden. Den grafiska presentationen i figur 4 ger missvisande ett intryck av att de totala emissionerna av kvicksilver från naturballast är förhållandevis höga. Men dessa emissioner har inte kunnat kvantifieras eftersom lakbara halter understiger detektionsgränsen. En övre gräns på <6 kg per år har dock beräknats på basis av materialflödet av naturballast och detektionsgränsen för lakteter på naturballast. Retentionen av kvicksilver är mycket stor eftersom den sammanlagda potentiella belastningen från deposition, emissioner från varor och punktkällor är mycket större än den mängd som lämnar avrinningsområdet via Motala ströms mynning. En beräkning av det tillgängliga utrymmet för en ökad halt i Motala

ströms mynning utan att miljö kvalitetsnormen (MKN) för ytvattenhalter överskrider visar att ett stort utrymme finns tillgängligt. Det i avrinningsområdets sjöar frekventa överskridandet av MKN_{biota} (se avsnitt 3.1) motiverar dock att varje betydande tillskott bör undvikas. Ett nyttjande av de askor som produceras i avrinningsområdet tycks dock endast bidra med i sammanhanget helt försumbara tillskott.

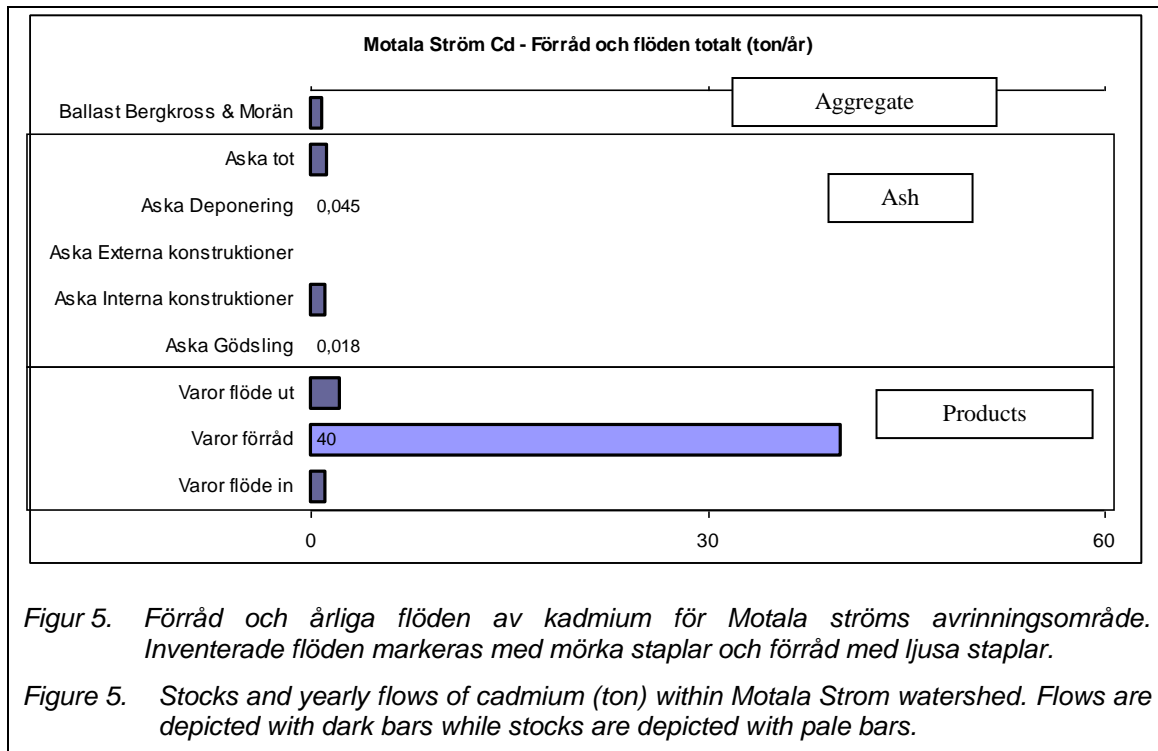


Figur 4. Emission av kvicksilver till luft, mark eller vatten för Motala Ströms avrinningsområde baserat på nuvarande användning av materialen. Emissioner för enskilda användningsområden anges med ljusa staplar och aggregerade för en materialgrupp med mörk stapel. Ofylld stapel anger det teoretiska flödet ut från vattenavrinningsområdet om halten i Motala Ström skulle vara i nivå med miljö kvalitetsnormen.

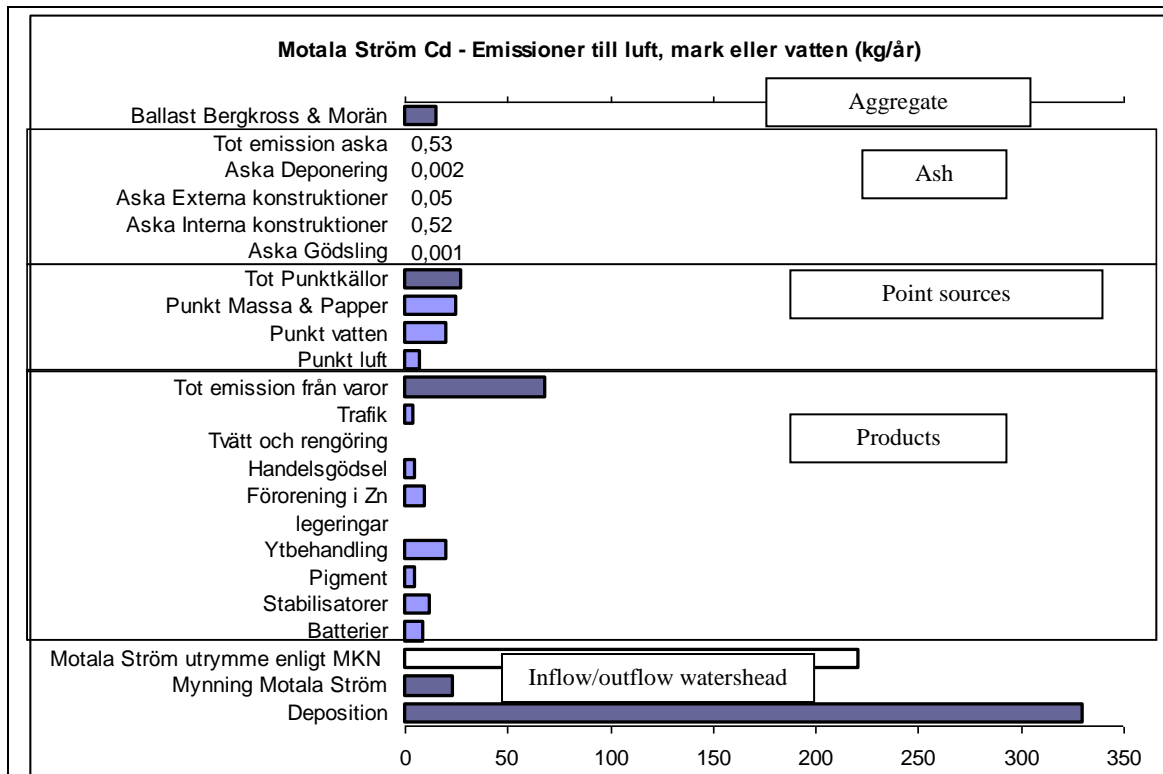
Figure 4. Emission of mercury to air, soil or water for Motala Stroms watershed based on present use of materials and products. Emissions for different fields of application is depicted with pale bars and aggregated for a material group with dark bars. Blank bar depicts the theoretical value of the substance flow out from the watershed if the concentration in Motala Strom was on the same level as the environmental quality standard.

3.3.2 Substansflöden för Kadmium

Av figur 5 framgår att mängden kadmium i ballastmaterial i form av askor är ungefär lika stor som mängden i konventionella naturliga ballastmaterial.



Av figur 6 som beskriver emissioner från teknosfären och flöden i biosfären framgår att emissionerna av kadmium från askor som används som konstruktionsmaterial är mycket små jämfört med övriga emissioner och flöden. Retentionen av kadmium är mycket stor eftersom den sammanlagda potentiella belastningen från deposition, emissioner från varor och punktkällor är mycket större än den mängd som lämnar avrinningsområdet via Motala ströms mynning. Massa och pappersindustrin utgör den helt dominerande källan till utsläpp från punktkällor. En beräkning av det tillgängliga utrymmet för en ökad halt i Motala ströms mynning utan att miljökvalitetsnormen (MKN) för ytvattenhalter överskrids visar att ett betydande utrymme finns tillgängligt. Det i avrinningsområdets sjöar relativt frekventa överskridandet av gränsvärden (se avsnitt 3.1) motiverar dock att varje betydande tillskott bör undvikas. Ett nyttjande av de askor som produceras i avrinningsområdet tycks dock endast bidra med i sammanhanget helt försumbara tillskott.

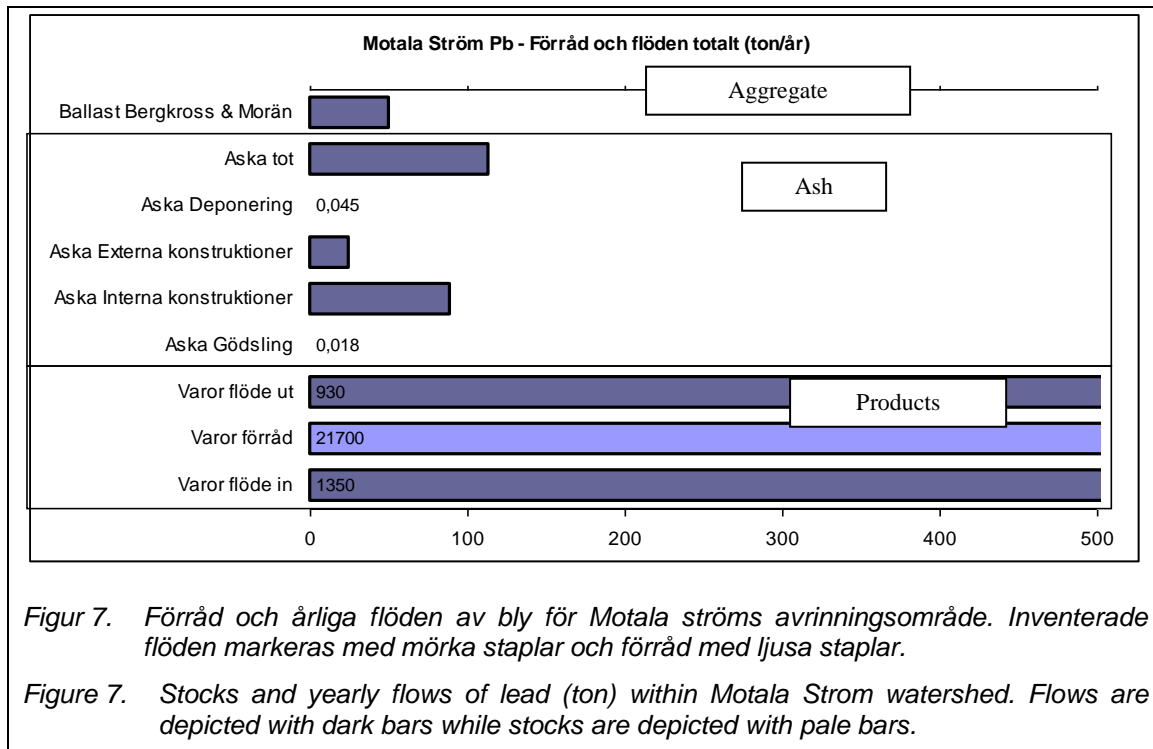


Figur 6. Emission av kadmium till luft, mark eller vatten för Motala Ströms avrinningsområde baserat på nuvarande användning av materialen. Emissioner för enskilda användningsområden anges med ljusa staplar och aggregerade för en materialgrupp med mörk stapel. Ofylld stapel anger det teoretiska flödet ut från vattenavrinningsområdet om halten i Motala Ström skulle vara i nivå med miljö kvalitetsnormen.

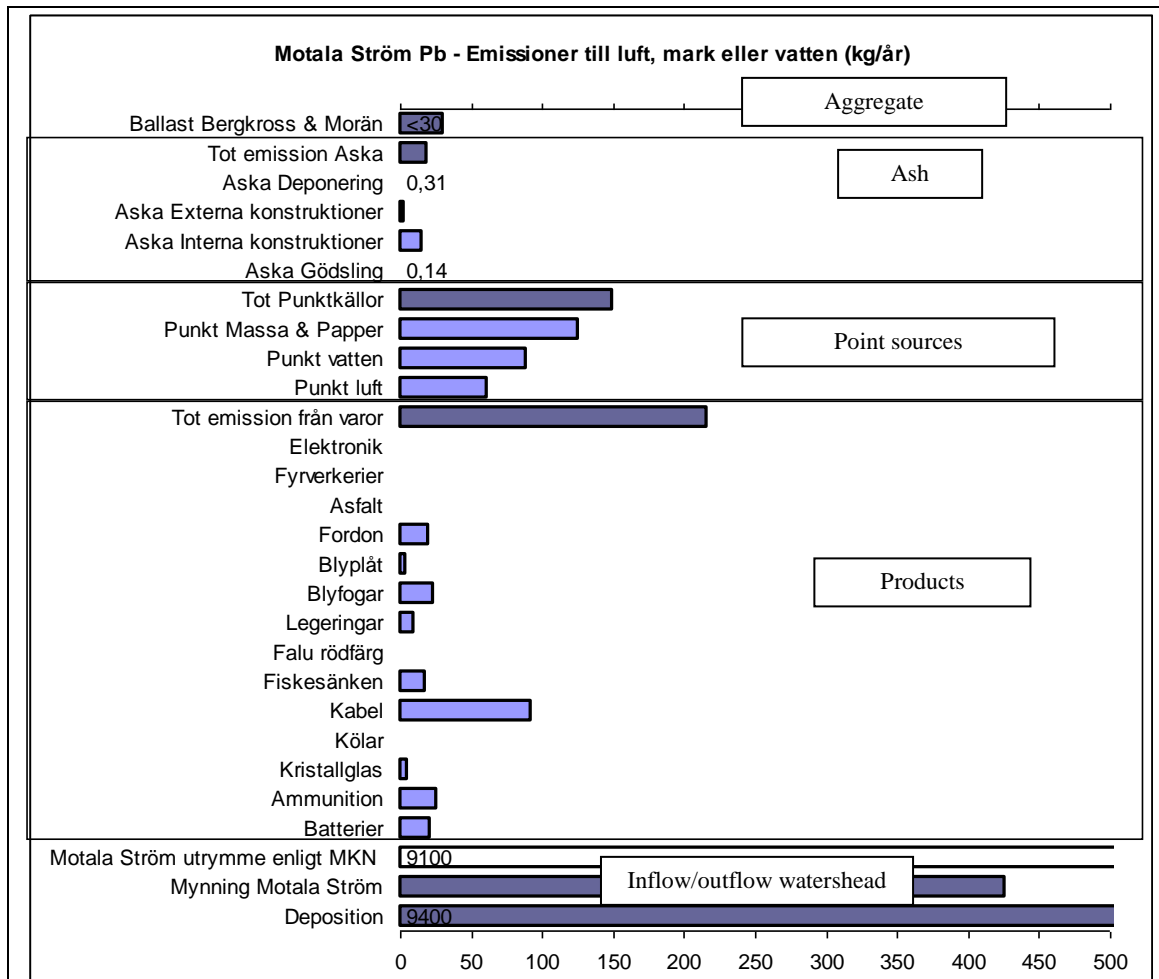
Figure 6. Emission of cadmium to air, soil or water for Motala Ströms watershed based on present use of materials and products. Emissions for different fields of application is depicted with pale bars and aggregated for a material group with dark bars. Blank bar depicts the theoretical value of the substance flow out from the watershed if the concentration in Motala Ström was on the same level as the environmental quality standard.

3.3.3 Substansflöden för Bly

Av figur 7 framgår att mängden bly i ballastmaterial i form av askor är ungefär dubbelt så stor som mängden i konventionella naturliga ballastmaterial.



Av figur 8 som beskriver emissioner från teknosfären och flöden i biosfären framgår att emissionerna av bly från askor som används som konstruktionsmaterial är små men inte försumbara jämfört med övriga emissioner ifrån teknosfären. Jämfört med depositionen är dock emissionerna från bly mycket små Retentionen av bly är mycket stor eftersom den sammanlagda potentiella belastningen från deposition, emissioner från varor och punktkällor är mycket större än den mängd som lämnar avrinningsområdet via Motala ströms mynning. Massa och pappersindustrin utgör den helt dominerande källan till utsläpp från punktkällor. En beräkning av det tillgängliga utrymmet för en ökad halt i Motala ströms mynning utan att miljö kvalitetsnormen (MKN) för ytvattenhalter överskrids visar att ett betydande utrymme finns tillgängligt. Ett nyttjande av de askor som produceras i avrinningsområdet tycks endast bidra med i sammanhanget helt försumbart tillskott.



Figur 8. Emission av bly till luft, mark eller vatten för Motala Ströms avrinningsområde baserat på nuvarande användning av materialen. Emissioner för enskilda användningsområden anges med ljusa staplar och aggregerade för en materialgrupp med mörk stapel. Ofylld stapel anger det teoretiska flödet ut från vattenavrinningsområdet om halten i Motala Ström skulle vara i nivå med miljö kvalitetsnormen.

Figure 8. Emission of lead to air, soil or water for Motala Stroms watershed based on present use of materials and products. Emissions for different fields of application is depicted with pale bars and aggregated for a material group with dark bars. Blank bar depicts the theoretical value of the substance flow out from the watershed if the concentration in Motala Strom was on the same level as the environmental quality standard.

3.4 Analys av utlakade mängder från askor vid maximal föroreningsgrad enligt Miljöriktlinjer för askanvändning

Höga acceptabla riktvärden för lakbar halt jämfört med sådana som normalt uppmäts i askor har beräknats inom ramen för en strikt lokal riskanalys där hänsyn tagits till de starka retarderande effekter som uppkommer vid föroreningstransport i marken [1], se tabell 2. Även riktvärdet för den acceptabla mängden av föroreningar mätt som totalhalt

är relativt hög i med undantag för bly där marginalen mellan föreslagna riktvärden för totalhalter och vanligt förekommande halter i askor är mer begränsad.

Tabell 2. Riktvärden för föroreningsinnehåll i askor enligt Miljöriktlinjer för askanvändning i vägkonstruktioner [1].

Table 2. Guideline values for reuse of ashes in road constructions [1]

Konstruktion	Grusväg	Asfaltväg	Grusväg	Asfaltväg
Ämne	Totalhalt (mg/kg TS)		Lakbar halt vid L/S 10 (mg/kg TS)	
Bly	2700	5300	11	120
Kadmium	520	1100	0,4	3
Kvicksilver	150	290	0,35	2

De i tabell 2 redovisade riktvärdena för användning av askor i vägkonstruktioner har beräknats baserats på två separata transportvägar för föroreningarna, antingen via frisättning av damm eller via utlakning med vatten. De enligt [1] acceptabla årliga emissionerna som ett genomsnitt under en 30 årsperiod för dessa två olika transportvägar redovisas i tabell 3. Dammemissionerna av askpartiklar varierar kraftigt under konstruktionernas livscykel och för asfalterade vägar antas emissioner ske endast vid enstaka tillfällen. Därför skiljer sig medelvärdet för acceptabla emissioner kraftigt åt mellan grusvägar och asfalterade vägar.

Tabell 3. Genomsnittliga acceptabla emissioner av föroreningar via damning eller utlakning för olika konstruktioner under 30 år enligt Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande [1].

Table 3. Average yearly acceptable emissions of pollutants from road construction by way of leaching or emission of dust calculated in [1]. The emissions are calculated for a time frame of 30 years

Transportväg		Bly	Kadmium	Kvicksilver
Lakning	g/m/år	2,75	0,12	0,11
Damning grusväg	g/m/år	0,66	0,13	0,037
Damning asfaltväg	g/m/år	0,17	0,034	0,009

Baserat på den typ och kvalitet som de askor som nu produceras inom Emåns och Motala Ströms avrinningsområde har [6] och under förutsättning att de mest förorenade askorna används i asfalterade vägkonstruktioner medan övriga askor används i grusvägar kan den totala mängden askor som används i olika typer av konstruktioner uppskattas, se tabell 4.

Tabell 4. Antagen fördelning av producerade mängder askor inom Emåns och Motala ströms avrinningsområde på lämpliga typer av konstruktioner

Table 4. Assumed potential use of ashes as road construction materials.

	Motala Ströms avrinningsområde		Emåns avrinningsområde	
	Grusväg	Asfaltväg ³	Grusväg	Asfaltväg ³
Mängd (ton TS /år)	31 640	90 185	1 410	6 026
Längd⁴ (m/år)	4 219	12 025	188	804

³ Det har antagits att alla askor vars blyhalt i dagsläget överskrider 1000 mg/kg TS i framtiden används i asfalterade vägkonstruktioner.

⁴ Vägen antas vara 10 m bred och 0,5 m tjock och askans densitet 1,5 kg/l.

De riktvärden för vägkonstruktioner som beräknats baserat på en lokal riskbedömning enligt [1] har antagits motsvara en påverkan på miljön som utgör ringa risk. Ett motsvarande scenario för den regionala risken kan beräknas baserat på antagandena:

- att mängden askor som produceras i Emåns och Motala Ströms avrinningsområde inte ökar
- att askorna i framtiden antas få ett ökat ett föroreningsinnehåll så att emissionerna ligger i nivå med föreslagna riktvärden för ringa risk vid askanvändning.

Den genomsnittliga årliga utlakade mängden under en 30-års period erhålls genom en kombination av data i tabell 3 och tabell 4. Den utlakade mängden under en 100-årsperiod erhålls genom på en kombination av L/S10 värden från tabell 2 och årligen använd mängd i tabell 4. Under förutsättning att vägarna brukas och underhålls som normalt kan de årliga genomsnittliga emissionerna via damningen för både en 30-års och en 100-års period beräknas genom en kombination av tabell 3 och 4. Resultaten av dessa beräkningar redovisas i tabell 5. De totala årliga emissionerna via damning är mycket små jämfört med de årliga emissionerna via lakning. Men de beräknade emissionerna via lakning är mycket stora i relation till övriga emissionerna i de substansflödesanalyser som presenteras i avsnitt 3.3. Emissionerna via lakning kommer i ett 100-årsperspektiv vara den eller en av de allra största källorna till förorening inom Motala Ströms avrinningsområde. De riktvärden för ringa risk som beräknats med utgångspunkt från ett strikt lokalt riskperspektiv [1] visar sig därmed ge upphov till en miljörisk som i ett regionalt perspektiv framstår som betydande.

Tabell 5. Beräknade emissioner av föroreningar från vägkonstruktioner av aska inom dimensionerade enligt Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande [1]

Table 5. Calculated yearly emissions of pollutants from road constructions with ash dimensioned as described in [1]

Enhet: kg/år	Via lakning genomsnitt under 30 år ⁵	Via lakning genomsnitt i 100-årsperspektiv		Via damning genomsnitt i 100-årsperspektiv	
Motala Ströms avrinningsområde					
		Grusväg	Asfaltväg	Grusväg	Asfaltväg
Bly	1 340	348	10 800	2,8	2,0
Kadmium	58	13	271	0,54	0,41
Kvicksilver	52	11	180	0,16	0,11
Emåns avrinningsområde					
		Grusväg	Asfaltväg	Grusväg	Asfaltväg
Bly	82	16	723	0,12	0,13
Kadmium	3,6	0,6	18	0,024	0,028
Kvicksilver	3,2	0,5	12	0,0069	0,0073

⁵ I ett 30-årsperspektiv och om konstruktionerna är intakta och i bruk så är emissionerna lika stora från en grusväg respektive en asfalterad väg..

4 Resultatanalys

De material och substansflödesanalyser som tagits fram innehåller en mängd betydande felkällor som en följd av att grova uppskattningar ofta ha måst göras kring flöden och emissioner av bly, kadmium och kvicksilver i Emåns och Motala Ströms vattenavrinningsområden. Detta gäller dock i mindre utsträckning data för flöden i naturliga vatten och flöden och emissioner från askor där platsspecifika statistiska data insamlats. Trots de stora osäkerheter som kan vara förknippade med substansflödesanalyser kan några tydliga slutsatser dras från underlaget.

- 3) Med den kvalitet med avseende på lakbarhet av bly, kadmium och kvicksilver som dagens askor har är emissioner vid användning av askor som konstruktionsmaterial i ett regionalt perspektiv försumbara i relation till emissioner från andra källor och flöden inom de undersökta vattenavrinningsområdena
- 4) De riktvärden för lakbarhet som föreslagits i Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande [2] medför en betydligt större risk än ringa risk i perspektiv av en regional substansflödesanalys.

5 Slutsatser

De riktvärden för lakbarhet som föreslagits i Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande [1] medför en betydligt större risk än ringa risk vid en generell användning av alla producerade askor i en region. Däremot tycks de föreslagna riktvärdena för totalhalt baserats på risker med spridning av damm motsvara ringa risk även i ett regionalt riskbedömningsperspektiv.

6 Rekommendationer

Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande bör inte enbart baseras på en riskbedömning med ett lokalt riskperspektiv utan bör åtminstone för bly, kvicksilver och kadmium kompletteras med en regional bedömning baserad på substansflödesanalys för att en miljöpåverkan som motsvara ringa risk skall erhållas.

7 Förslag till fortsatt forskningsarbete

Den förenklade regionala riskanalys som genomförts i detta projekt bör utvecklas vidare för att kunna utgöra underlag för framtagande av riktvärden för askors lakbarhet.

De områden som bör prioriteras är bättre kunskap och modelleringsmöjligheter för:

- den långsiktiga retentionen av ämnen vid transport från teknosfären till olika medier som mark, vatten, sediment, och biota samt
- den långsiktiga fördelningen mellan dessa olika medier

Med förbättrade modeller skulle en fördjupad riskbedömning med avseende på den effekt storskalig och långsiktig användning av askor som innehåller föroreningar kan medföra kunna genomföras förslag på lämpliga lakkriterier som motsvarar ringa risk tas fram.

8 Litteraturreferenser

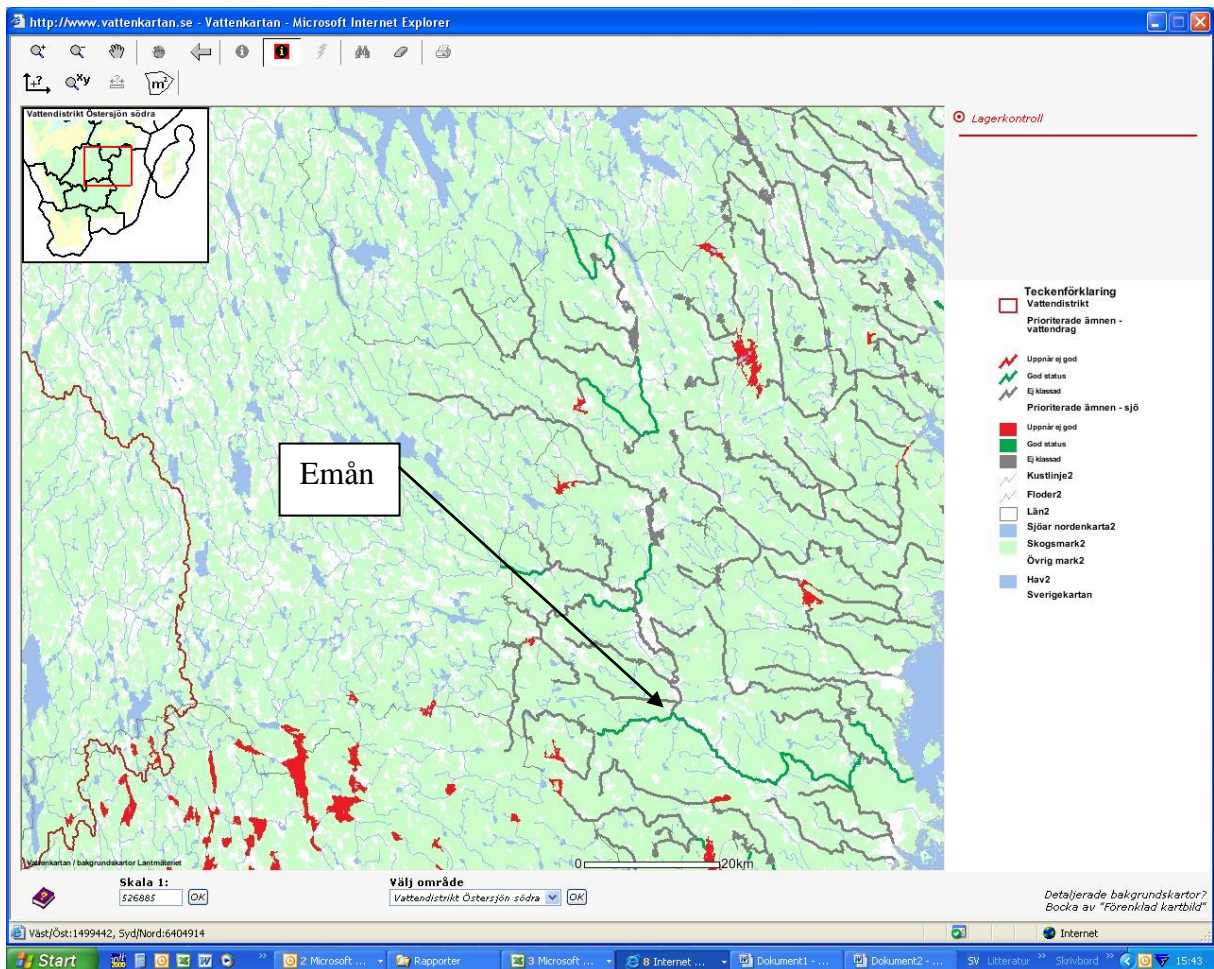
- [1] Bendz D., Wik O., Elert M. och Håkansson K. Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggningsbyggande. Värmeforsk, Miljöriktig användning av askor Rapport 979, 2006.
- [2] Flyhammar P; *Material- och substansflödesanalys för alternativa ballastmaterial – arsenik, bly, kadmium och kvicksilver Bilaga 1 till Miljökonsekvensanalys av naturvårdsverkets förslag till kriterier för återvinning av avfall i anläggningsarbeten*. Avfall Sverige utveckling Rapport F2008:04, 2008.
- [3] Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG av den 16 december 2008 om *miljökvalitetsnormer inom vattenpolitikens område* och ändring och senare upphävande av rådets direktiv 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG och 86/280/EEG, samt om ändring av Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG
- [4] <http://www.gis.lst.se/vattenkartan/> (access 2009-02-17)
- [5] Muntligen, Nicklas Bäckman och Maria Carlsson länsstyrelsen i Östergötlands län. Februari 2009
- [6] Linn Josefsson, *Material- och substansflödesanalys för bly, kadmium och kvicksilver för Emåns och Motala ströms avrinningsområden*, pågående Examensarbete vid Institutionen för industriell och ekonomisk utveckling, Linköpings universitet. 2009

Bilagor

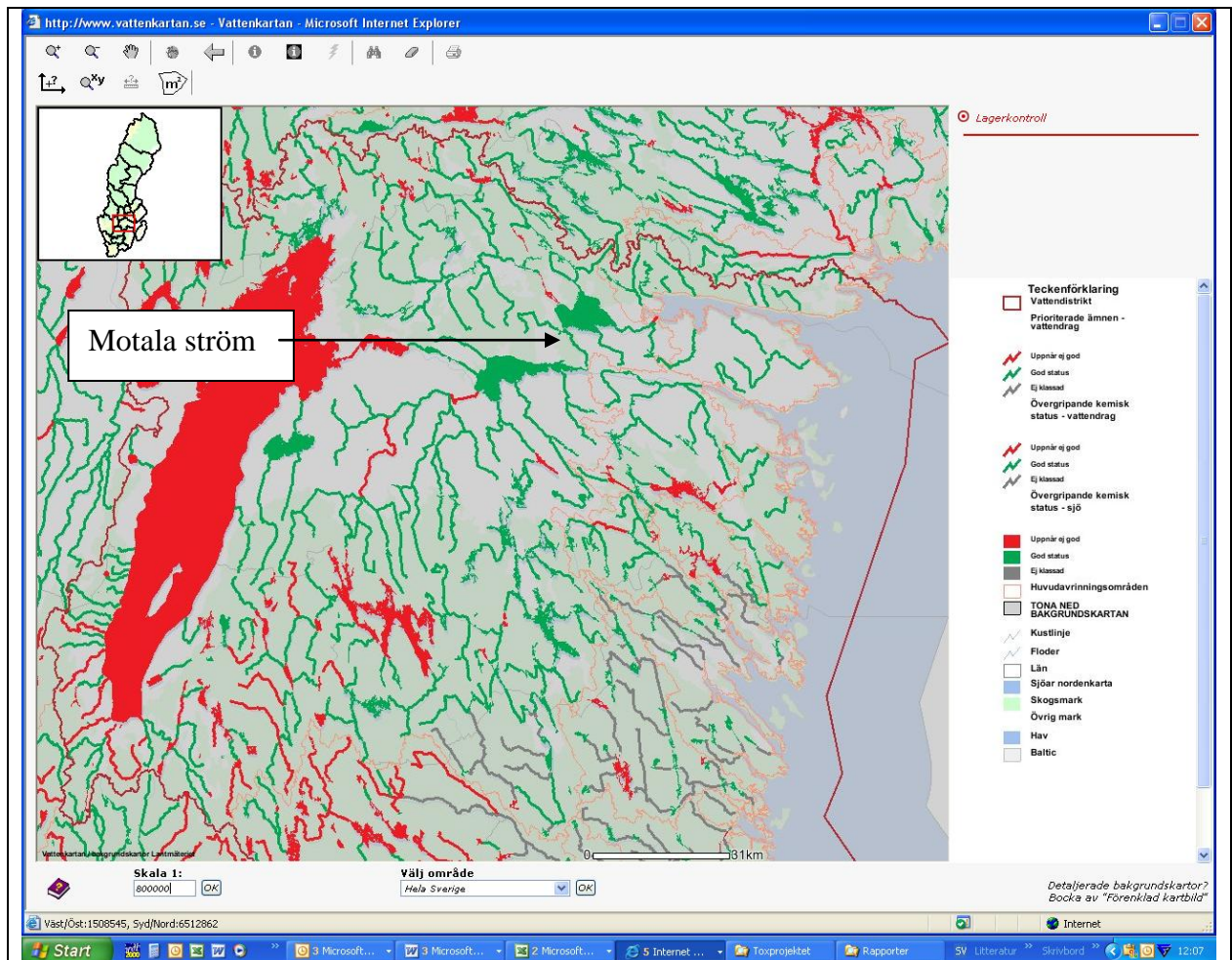
A Avrinningsområden och status för prioriterade ämnen enligt vattenkartan (www.vattenkartan.se)



I föreliggande rapport beaktas för Motala ströms avrinningsområde endast den del av avrinningsområdet som ligger nedströms Motala Ströms utlopp från Vättern.



Status för prioriterade ämnen i Emåns vattenavrinningsområde med omgivande vattendrag och sjöar. De



Status för prioriterade ämnen i Motala Ströms vattenavrinningsområde med omgivande vattendrag och sjöar. I föreliggande rapport beaktas den del av avrinningsområdet som ligger nedströms Motala Ströms utlopp från Vättern.

Värmeforsk är ett organ för industrisamverkan inom värmeteknisk forskning och utveckling. Forskningsprogrammet är tillämpningsinriktat och fokuseras på energi- och processindustriernas behov och problem.

Bakom Värmeforsk står följande huvudmän:

- Elforsk
- Svenska Fjärrvärmeföreningen
- Skogsindustrin
- Övrig industri

VÄRMEFORSK SAMARBETAR MED
STATENS ENERGIMYNDIGHET

VÄRMEFORSK SERVICE AB

101 53 Stockholm

Tel 08-677 25 80

Fax 08-677 25 35

www.varmeforsk.se

Beställning av trycksaker

Fax 08-677 25 35