



Förbättringar i beräkningar av jordbruksläckaget

Slutrapport augusti 2004

Faruk Djodjic, Holger Johnsson, SLU
Maja Brandt, Gun Grahn, SMHI

På uppdrag av Naturvårdsverket

Rapportrubrik: Förbättringar i beräkningar av jordbruksläckaget
Författare: Faruk Djodjic, Holger Johnsson, Maja Brandt, Gun Grahn
Utgivningsår: 2004
Publicering: www.smed.se
Titel: Rapportserie för SMED och SMED&SLU
Utgivare: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut
Adress: Folkborgsvägen 1, 601 76 Norrköping
Startår: 2004
ISSN: 1652-4179

SMED är förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, och är ett samarbete mellan IVL Svenska Miljöinstitutet, Statistiska centralbyrån(SCB) och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). SMED bildades i början av 2001 med syftet att långsiktigt samla och utveckla kompetensen inom emissionsstatistik kopplat till åtgärdsarbete inom olika områden, bland annat som ett svar på Naturvårdsverkets behov av att redan under 2001 upprätta ett svenskt datavärdskap för utsläpp till luft. SMED-samarbetet omfattar följande områden:

- *Utsläpp till luft*
- *Utsläpp till och belastning på vatten*
- *Avfall*
- *Utsläpp och användning av farliga ämnen*

Arbetet inom området utsläpp till och belastning på vatten genomförs i samarbete med Sveriges lantbruksuniversitet (SLU).

Målsättningen med samarbetet inom SMED och SMED&SLU är att utveckla och driva nationella emissionsdatabaser och att kunna genomföra uppgifter relaterade till dessa. Kundbasen är tänkt att omfatta både nationella, regionala och lokala myndigheter samt luft- och vattenvårdsförbund och näringsliv. Dessa kan genom samarbetet inom SMED erbjudas en attraktiv återföring av resultat inom ett större område än tidigare. Konsulttjänster kommer att utvecklas både för nationella och internationella uppdrag.

Innehållsförteckning

Bakgrund	4
Genomförande	6
Avrinningsgradient	6
Tillhörighet till utlakningsregion.....	6
Andel stallgödslad areal.....	7
Jordartfördelningen inom de identifierade områdena.....	7
Resultat och diskussion.....	8
Avrinningsgradient – framtagning av korrektioner för utlakningskoefficienter från SOILNDB.....	8
Effekter av korrektion för avrinningsgradienter – tester i TRK-områden och i ett huvudavrinningsområde med HBV-N modellen.....	11
Tillhörighet till utlakningsregion.....	14
Andel stallgödslad areal.....	17
Jordartfördelningen.....	19
Sammanställning av förbättringar som är möjliga i de studerade utlakningsregionerna	21
Slutsatser.....	22
Bilaga 1. Sammanställning av problem och analys	23
Bilaga 2. Dokumentation av analyser av faktorer i de identifierade områdena. Ligger som separat dokument.	

Bakgrund

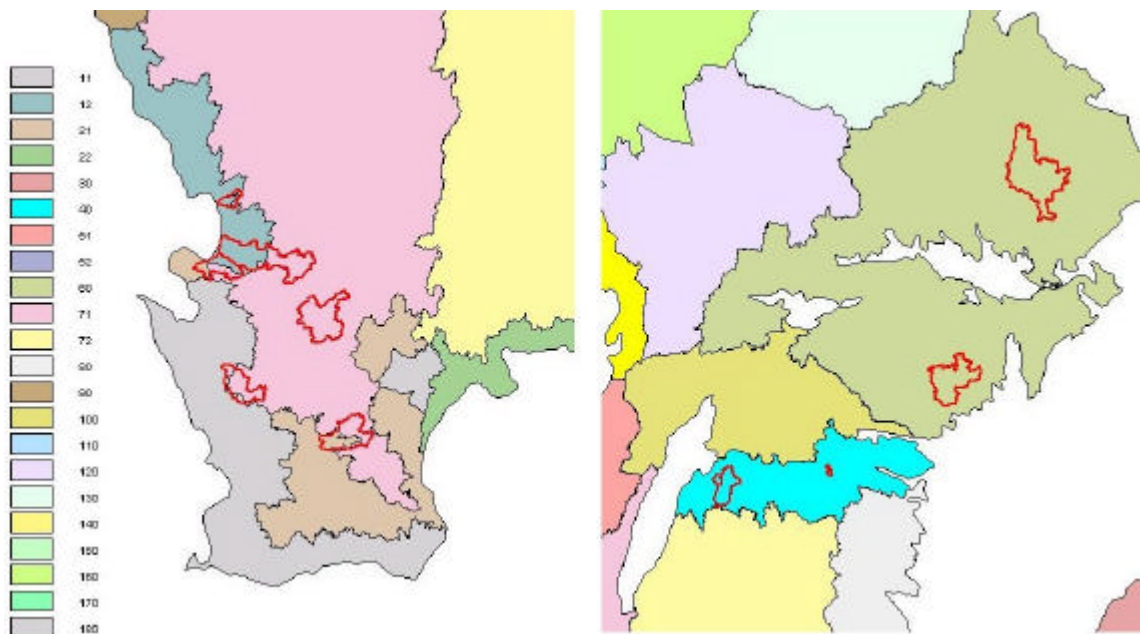
I TRK-projektet beräknades närsaltbelastningen från Sverige till omgivande hav. I projektet gjordes utvärderingar av både kvalitén i indata och i resultat (se TRK-rapporten – Brandt, M. och Ejhed, H. 2003. TRK Transport – Retention – Källfördelning. Belastning på havet. NV 5247). En av de viktigaste förbättringsförslagen var att se över beräkningarna av jordbruksläckaget för kväve för vissa regioner.

I TRK beräknas markläckaget för olika markanvändningar i ett avrinningsområde genom att markarealen för respektive markanvändning multipliceras med en typhalt för denna markanvändning och med avrinningen för området. Summan av markläckaget från olika markanvändningar och punktutsläpp utgör bruttobelastningen lokalt från området. Typhalter (utlakningskoefficienter) för jordbrukets kväveläckage beräknas med SOILNDB modellen. I TRK-projektet genererades typhalter för 22 regioner, s.k. utlakningsregioner, för Sverige. Typhalterna för jordbruksmarkens läckage representerar förhållandena vid rotzonen, medan typhalter från övrig mark bygger på mätningar i små områden och representerar bidraget direkt till vattendraget.

Under vattnets och kvävetts väg från de olika källorna till havet sker en tillförsel hela vägen samt en omvandling mellan olika former av kväve och en avskiljning av kväve (retention) från vattenfasen. I HBV-N modellen sker först en sammanräkning av bruttobelastningen och därefter simulering av retentionen. Retentionen delas upp dels i en markretention, dvs. det som sker från rotzonen i grundvatten och i markzonen tills vattnet når vattendraget, och dels det som sker i vattendrag och sjöar. Markretentionen berör därför enbart jordbruksläckaget och enskilda avlopp, där utsläppet beräknats ske i små diken eller i rotzonen. Både markretentionen och vattendrag/sjöretentionen baseras på samband som bygger på belastning och temperatur samt empiriska parametrar. Beräkningarna sker på dygnsbasis. Retentionsberäkningarna görs i två steg – först markretentionen och sedan sjöretentionen. De empiriska parametrarna tas fram regionalt utifrån en anpassning mot recipientdata (s.k. kalibrering). Parametrar för markretentionen tas fram för regionen genom kalibrering i små sjölösa områden. Parametern läses och därefter sker regional kalibrering av sjöretentionen för huvudavrinningsområden. Oberoende mätdata (som alltså inte använts för kalibrering) används vid valideringen.

I avrinningsområden utan eller med försumbar andel sjöar sker i stort sett ingen markretention under vinterhalvåret och detta ger en möjlighet att validera den simulerade halterna (blandningshalten utifrån olika markläckage och punktutsläpp) under vintern i vattendraget mot recipientdata. Dessa områden kan även användas för kalibrering av parametern för markretentionen (för oorganiskt kväve) för utlakningsregionerna. Parametrarna påverkar de simulerade halterna i stort sett enbart under de varmare årstiderna. Vid TRK-projektets start återfanns ca 50 områden med mätdata, som uppfyllde kravet på avsaknad av sjöar (inkl. även eventuella uppströmsområden). Av dessa är ca hälften TRK-områden och hälften betydligt mindre områden (delavrinningsområden). Dessa områden användes för kalibrering av parametern för markretentionen för respektive region och vid valideringen.

Vid valideringen med uppmätta halter för vinterhalvåret noterades dock att de beräknade kvävehalterna i vissa delar av Sverige var för låga. Sammanlagt 11 områden i 4 regioner identifierades, där beräknade kvävehalterna avvek i jämförelse med de uppmätta halterna och där det med stor sannolikhet kunde hänföras till jordbruksläckaget. Figur 1 visar områdenas position och yta i relation till närliggande utlakningsregioner.



Figur 1. Identifierade områden i södra och mellersta Sverige med avvikelser mellan beräknade och uppmätta halter, som kan kopplas till jordbruksläckaget. De färgade områden är de olika utlakningsregionerna.

De identifierade utlakningsregionerna är den sydligaste delen av 71 i Skåne, södra delen av utlakningsregion 12 i Halland, utlakningsregion 40 (Östergötaslätten) och 60 (Mälars- och Hjälmabygden). Ytterligare en utlakningsregion inkluderades i utvärderingen, nämligen utlakningsregion 180 (västra delen av Norrland). Problem som uppdagades i dessa regioner samt tillvägagångssätt att analysera detta är sammanställda i bilaga 1.

En simulering som bygger på felaktiga eller ej representativa data innebär att transportberäkningen och källfördelningen för området blir mindre tillförlitliga och det får konsekvenser för transportberäkningen genom nedströms liggande områden. Det medför också att retentionskalibreringarna blir betydligt osäkrare och påverkar kvalitén i dessa. Kalibreringen innebär att man ändrar den fria parametern i retentionsfunktionen, som i övrigt påverkas av belastning och temperatur, så att de simulerade halterna överensstämmer så väl med de uppmätta halterna som möjligt. Erhålls för låga vinterhalter vid beräkningarna (vilket var fallet i alla här identifierade jordbruksregioner) så medför det att retentionen underskattas vid en strikt genomförd kalibrering, medan den överskattas när halterna blir för höga, vilket de t.ex. var i fjällen och i inre norra Norrland (för höga skogstyphalter). Detta innebär att man kan få till riktig halt längre ned i vattensystemet, men det medför samtidigt att man kompensera felaktiga indata med

retention. För att undvika denna felaktiga kompensation gjordes kalibreringen alltid manuellt och vid systematisk avvikande haltnivå på vintern försökte vi främst få till dynamiken under året, i stället för att få så nära överensstämmelse mellan uppmätta och beräknade halter under sommaren. Detta påverkar i sin tur nedströms liggande områden med sjöar, där det kan vara svårt att bedöma hur långt man skall driva kalibreringen. Avvikelserna innebär därför inte enbart en osäkrare transport- och källfördelningsberäkning utan även en försvåring av kalibreringsarbetet samt en osäkerhet i retentionsbestämningen.

Denna rapport syftar till att utvärdera betydelsen av viktiga faktorer vid SOILNDB-beräkningarna, exemplifiera effekterna inom berörda områden och föreslå hur beräkningarna av jordbruksläckaget kan förbättras i framtiden. Detta gjordes genom att ta fram och testa metodik för eventuella förbättringar i SOILNDB-beräkningarna samt genom att utvärdera erhållna resultat i förhållande till arbetsinsats. Denna övning ger oss en fingervisning på vilka de mest effektiva förbättringar är med tanke på det befintliga underlaget och tillgängliga medel. En mer utförlig analys krävs för att kunna göra en kvantifiering av föreslagna åtgärder på regional och nationell nivå.

Genomförande

Sammanlagt studerades fyra viktiga faktorer för att försöka förklara avvikelser från uppmätta värden samt för att ta fram förbättringsförslag för framtida beräkningar. Dessa fyra faktorer är:

Avrinningsgradient

Utlakningskoefficienterna för olika kombinationer av grödor och jordarter i varje utlakningsregion är representativa för medelavrinningen för jordbruksmarken (s.k. målavrinning) inom respektive utlakningsregion. Avrinningen, och därmed även kvävetypalterna, varierar dock inom en och samma utlakningsregion beroende bl.a. på nederbördsgradienten i regionen och regionens storlek. Förnyade SOILNDB simuleringar utfördes därför för några utlakningsregioner med varierande avrinningen, vilket görs med hjälp av nederbördskorrektioner. Därefter utvärderades effekten av detta för olika kombinationer av grödor och jordarter. Regressionsekvationer togs fram för att beskriva sambandet och dessa testades för ett antal delavrinnings- och TRK-områden samt för hela vattendrag.

Tillhörighet till utlakningsregion

Flera av de identifierade områdena med avvikelser mellan uppmätta och beräknade halter sträcker sig över två eller flera utlakningsregioner. I TRK beräkningarna fick TRK-områdena regionstillhörighet efter den dominerande utlakningsregionen.

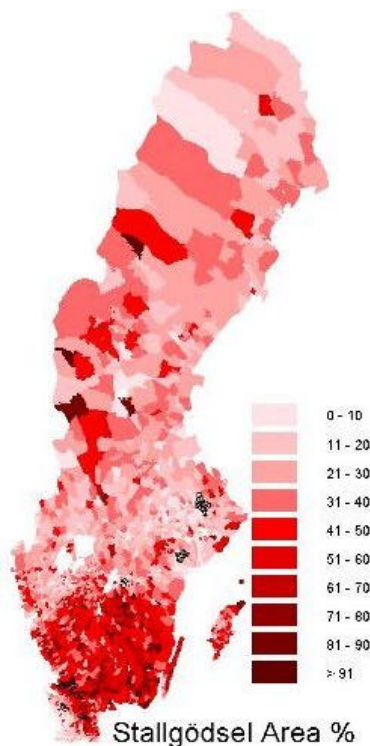
Indata till SOILNDB modellen baseras på vilken utlakningsregion som området tillhör och generella förhållanden i dessa. En analys av geografiskt läge, analys av åkermarksandel och grödfördelning för varje område och de närliggande utlakningsregionerna gjordes med GIS-skikt för att kunna rekommendera den mest

representativa klassificeringen. Denna testades för områdena. Detta ger också en möjlighet att utvärdera gränssättningen för utlakningsregioner.

Andel stallgödsblad areal

Kväveutlakningen från fält som gödslas med både stallgödsel och handelsgödsel är högre än från fält gödslade enbart med handelsgödsel. De beräknade utlakningshalterna i TRK är ett viktat medelvärde från dessa två gödselsystem inom varje utlakningsregion. Om fördelningen av gödselformer inom ett område skiljer sig från regionens fördelning kan det vara aktuellt att skapa ett mer representativt medelvärde. För att uppskatta andel stallgödsblad mark i varje område gjordes en beräkning av mängd stallgödselkväve för hela Sverige (figur 2). Stallgödsblad area beräknades utifrån uppgifterna från SCB om antal djur för varje djurslag och andel åkermark i varje församling.

De beräknade värdena användes för framtagning av nya viktningar mellan de två ovannämnda gödselsystemen, och för beräkning av nya viktade medelvärden. Den nya viktade matrisen testades i ett område i en region.



Figur 2. Andel jordbruksmark som gödslas med stallgödsel beräknad utifrån uppgifterna om antal djur för varje djurslag.

Jordartfördelningen inom de identifierade områdena

Jordartskartan för jordbruksmark som användes för TRK-beräkningarna är grov. En förfining av denna karta för mindre områden gjordes genom en finare interpolering av existerande data för de identifierade områdena. På detta sätt kan man få bättre

representativitet för områden där det finns flera mätpunkter med jordartsanalyser. Dessutom digitaliserades ett antal punkter som ligger nära de berörda områdena från Rapportserie ”Studier av markprofiler i svenska åkerjordar” (Wiklert, P., Andersson S., och Weidow B., 1983. SLU, Institutionen för markvetenskap, Rapport 104-106 och 130-137). Den förbättrade jordartsfördelningen testades i tre områden.

Resultat och diskussion

Resultat av analyser av de fyra faktorerna för alla de studerade områdena finns i bilaga 2.

Utvärderingen av dessa faktorer gjordes utifrån tre frågeställningar.

1. En utvärdering gjordes för att ta fram faktorernas avvikelserna i de identifierade områdena jämfört med regionens generella förhållanden.
2. De identifierade avvikelserna för dessa faktorer testades genom att studera vilka förbättringar i beräknade kvävehalter som kunde nås i de små områdena om man tar hänsyn till nya inputvärdena.
3. Slutligen gjordes en översiktlig bedömning om möjligheterna att ta hänsyn till dessa faktorer vid framtida beräkningar av kväveförluster från svensk åkermark.

TRK´s beräkningsmetodik innebär en generalisering på grund av att t.ex. typhalter för större områden används och det medför ett skalproblem. Utlakningskoefficienter (typhalter för olika jordbruksgrödor och jordarter) beräknas för medelförhållanden i de 22 utlakningsregionerna. Att gå ner i skalan, som i detta fall till avrinningsområden (TRK-områden och delavrinningsområden), innebär att skillnader i beräknade och uppmätta kvävehalter kan bero på avvikelser i indata. Därför studerades noggrant representativiteten av de utvalda områdena i förhållande till utlakningsregionerna.

Avrinningsgradient – framtagning av korrektioner för utlakningskoefficienter från SOILNDB

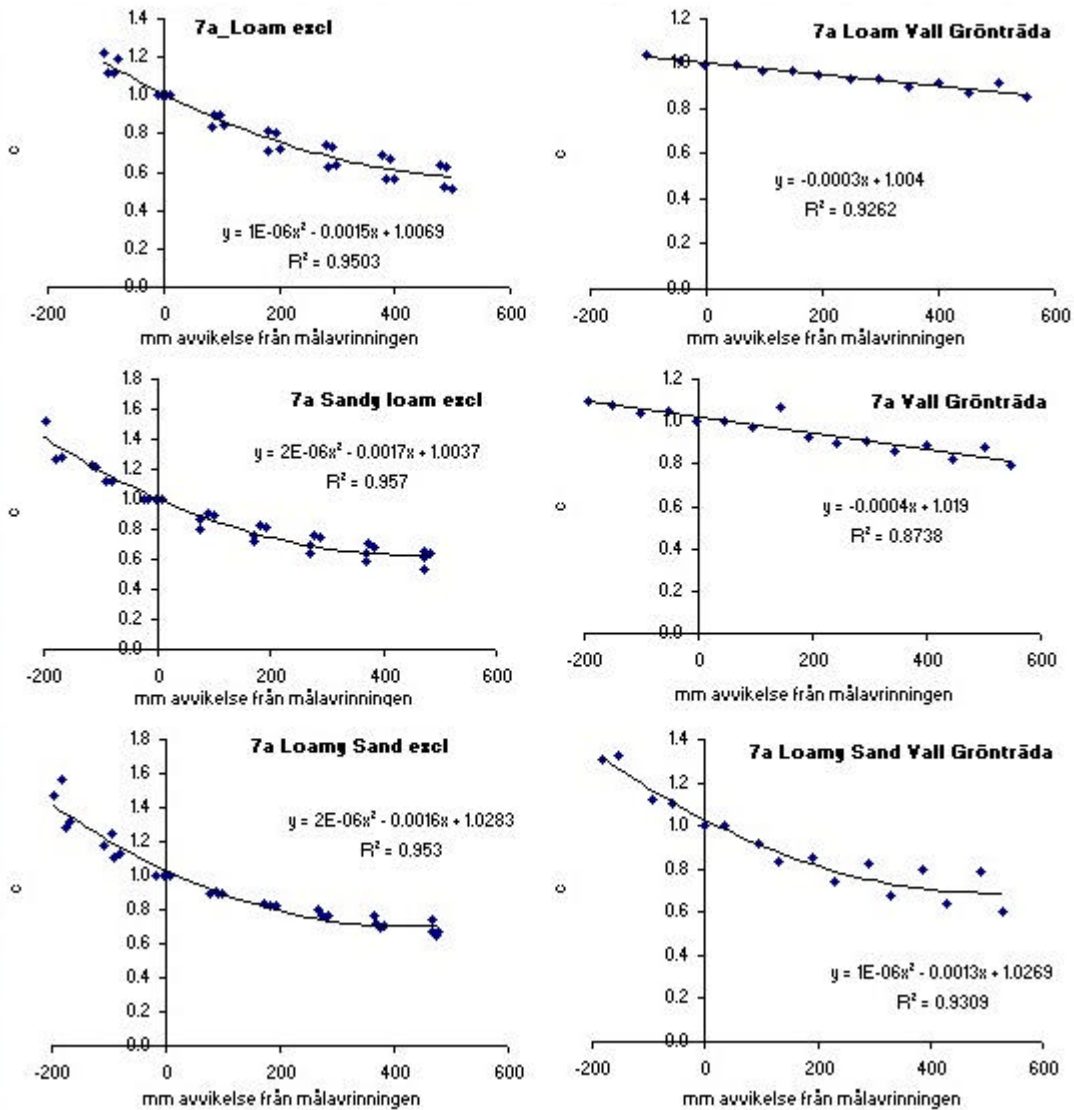
De beräknade utlakningskoefficienterna är som nämns ovan enbart representativa för den specifika målavrinningen som togs fram för varje utlakningsregion, medan avrinningsvariationerna inom vissa utlakningsregioner är mycket stora. Som exempel är avrinningen i region 180 i fjällnära områden med jordbruksmark mer än dubbelt så stor som målavrinningen och i region 71 på Sydsvenska höglandet varierar avrinningen mellan 315 och 945 mm, medan målavrinningen var 430 mm för regionen. Den framräknade kvävemängden i ett område baseras på de framtagna utlakningskoefficienter, som multipliceras med den framräknade avrinningen för det specifika området.

Nedan redovisas resultat av SOILNDB körningar för tre regioner där nederbördsdata korrigerades för att erhålla den variation i avrinningen som återfinns inom respektive region. De framräknade värdena har använts för att ta fram ett regressions samband mellan avrinningen och korrektionen av kvävetyphalter för i regionen förekommande jordarter och grödor. Regressions sambandet beräknades för avvikelser från målavrinningen, där värde 0 på x-axeln representerar målavrinningen för respektive

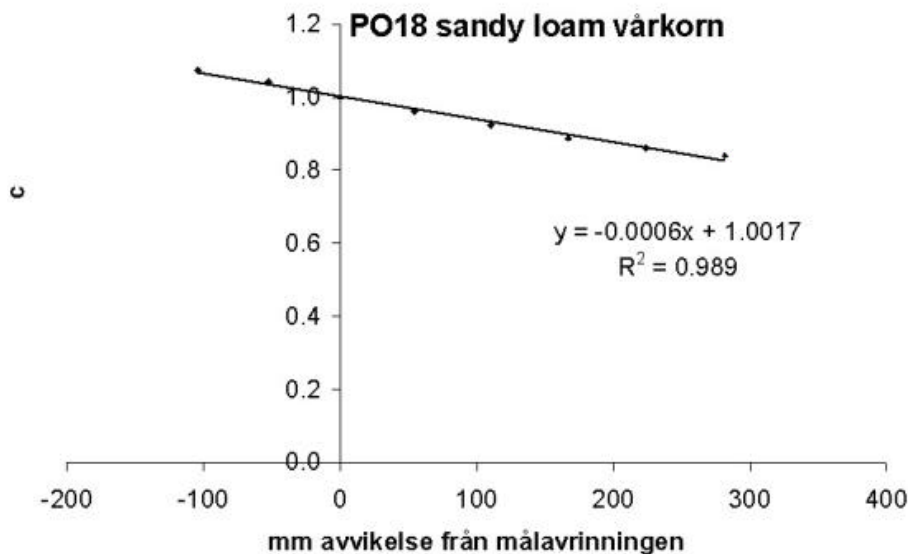
gröda och y-axeln visar relativ avvikelse från utlakningshalt vid målavrinningen. Det är viktigt att betona att förhållandet mellan avrinningen och kvävetyphalter varierar för olika jordarter och därför togs regressions samband fram för de dominerande jordarter som förekommer i regionen ifråga. Grödorna kunde dock grupperas eftersom samma respons på kvävetyphalter erhålls vid förändrad avrinning, vilket minskade antalet regressions samband väsentligt. Således grupperades vall och gröntråda i en grupp och övriga grödor i en annan grupp (figur 3).

Figur 3 och 4 visar att kvävetyphalter beräknade med SOILNDB varierar relativt kraftigt med avrinningen. Det ska dock betonas att beräkningarna innebär ett relativt stort extra arbete eftersom SOILNDB beräkningar måste upprepas ett antal gånger för att få en variation i modellen som överensstämmer med avrinningsvariationen i varje region. Dessa regressions samband skall däremot inte behöva förändras till nästa beräkning.

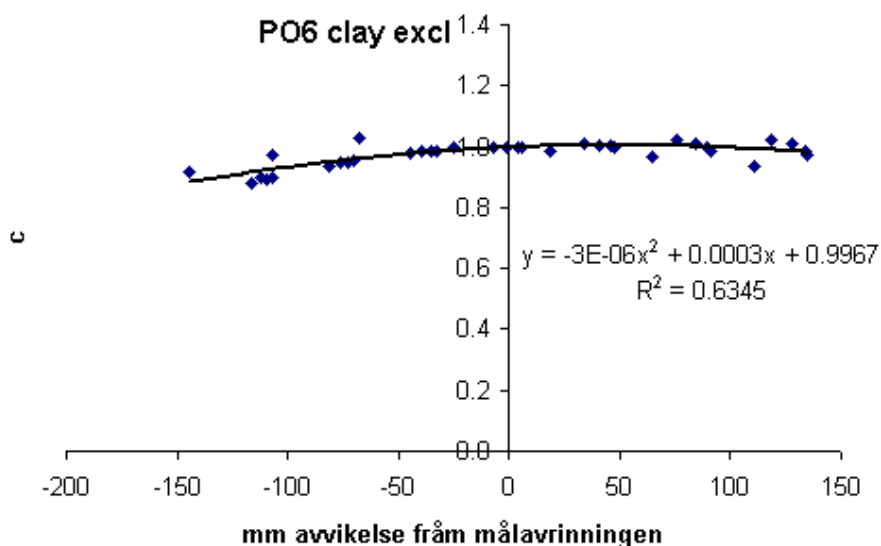
Ett viktigt resultat av dessa beräkningar är den jordartsspecifika responsen på förändrad avrinning. Generellt minskar kvävehalterna från lättare jordar med en ökad avrinning (figurer 3 och 4), medan förändrad avrinning däremot har en liten effekt på kvävetyphalter från lerjordar vid SOILNDB beräkningarna, vilket exemplifieras i figur 5. Figuren visar ett regressions samband för lerjord i området 60, Mälar- och Hjälmbygd, för alla grödor förutom vall och gröntråda. Regressions sambanden för lerjordar i region 40, Östgötaslätten, visar ett liknande mönster.



Figur 3. Regressionssamband, som visar korrektionen av typhalterna (utlakningskoefficienterna) för olika grödor och jordarter i utlakningsregion 71 för avvikelser i avrinningen ifrån målavrinningen för regionen. De vänstra diagrammen gäller för alla grödor utom för vall, grönträda samt betesmark och de högra för vall och grönträda. Y-axeln visar korrektionsfaktorn.



Figur 4. Regressionssamband, som visar korrektionen av utlakningskoefficienten för vårkorn, som växer på en sandy loam jord i utlakningsregion 180.



Figur 5. Regressionssamband, som visar den lilla korrektionen av utlakningskoefficienterna som erhöles för lerjord i utlakningsregion 60.

Effekter av korrektion för avrinningsgradienter – tester i TRK-områden och i ett huvudavrinningsområde med HBV-N modellen

Regressionssambanden för region 71 har använts för att beräkna effekten för ett antal TRK-områden (tabell 1) med avvikelser i avrinningen från - 64 mm till + 242 mm (366 respektive 672 mm avrinning) från målavrinningen som är satt till 430 mm i regionen 71.

Förhållandet (kvoten) mellan kvävebelastningarna baserade på regressionssambanden i region 71 och de ursprungliga TRK beräkningarna för ett antal områden har beräknats (se tabell 1). Procentalen anger den förändring som erhålls i respektive område och för ett helt vattendrag (Ätran) om en korrektion med avrinningsgradient införs jämfört med ursprungliga TRK-beräkningarna. Inga nya kalibreringar av retentionen har införts för områdena eller Ätran, men de bedöms få mycket liten effekt. Förändringarna (kvoterna) anges dels som procent av bruttobelastning för jordbruksläckaget (exklusive betesmark) beräknad med HBV-N modellen med och utan regressionssambanden i figur 3, och dels totala kvävetransporten (inkluderat markläckage från alla markanvändningar och punktkällor i området) efter mark- och sjöretention (ingen ändring av retentionsparametrarna från ursprungskalibreringen).

Tabell 1. Förändring av bruttobelastning från jordbruksmark och total transport ut ur området om hänsyn tas till variationer i avrinningen. Första delen av områdesbeteckningen hänförs till huvudavrinningsområden, där 95 står för Vegeå, 96 för Rönneå, 98 Lagan, 99 Genevadsån, 100 Fylleån, 103 Ätran, 105 Viskan, 106 Rolfsån samt 108-142 Lidan. (Lidan är ett biflöde (148) till Göta älv (108))

Område	Områdets avrinning som differens från målavrinningen (=medelavrinning för jordbruksmarken)	Avvikelse i % beräknad som kvot mellan bruttobelastning från jordbruksmarken (ej betesmark) med och utan hänsyn tagen till avrinningsdifferensen	Totalt kväveutflöde i % efter retention beräknad som kvot mellan nettobelastning från området med och utan hänsyn tagen till avrinningsdifferensen
95-001	- 64 mm	+ 10 %	+ 8 %
96-001	- 5 mm	+ 1 %	+ 1 %
96-005	+ 29 mm	- 1 %	< -1 %
98-012	- 20 mm	+ 6 %	+ 1 %
99-001	+ 119 mm	-14 %	-11 %
100-002	+ 165	- 19 %	- 9 %
103 001	- 3 mm	+ 1 %	< + 1 %
103 005	+ 66 mm	- 6 %	- 2 %
103-006	+ 72 mm	- 6 %	- 2 %
103- 011*	+ 107 mm	- 11 %	-
105-001	+ 116 mm	- 12 %	- 7 %
105-007	+ 139 mm	- 9 %	- 4 %
106-002	+ 242 mm	- 23 %	- 6 %
108-142-001	- 9 mm	+ 2 %	+ 1 %
103**	- 3 - + 107 mm	-	- 2 %

* Uppsamlingsområde för många områden, differensen för bruttobelastningen hänförs enbart till detta område

** Ätran inkl. alla områden uppströms

Det krävs en haltförändring på mer än ca 7 % för att man skall kunna urskilja den i plottningarna vid jämförelser mellan de två olika beräkningarna. Det är först vid avrinningsdifferenser som överstiger 60 mm i region 71 som effekten går att urskilja i plottningarna. I områden med större inslag av grönräda och vall överstiger förändringen av bruttobelastningen 10 % först vid en avrinningsgradient som överstiger 100 mm.

Effekten av avrinningskorrektionen i figur 5 i ett TRK-område (64-1, del av Svärtaån) i utlakningsregion 60 gav mindre än 4 % förändring i bruttobelastningen från jordbruksmarken. Avvikelsen i avrinningen var 46 mm. I delavrinningsområdena till Skenaån (67-032 och 67-034) på Östgötaslätten i utlakningsregion 40 erhöles ca 6 % högre bruttobelastning från jordbruksmarken vid en avrinningsavvikelse på 50 mm. Förändringar i halterna kan ej urskiljas i plottningarna av uppmätta och beräknade halter för områdena.

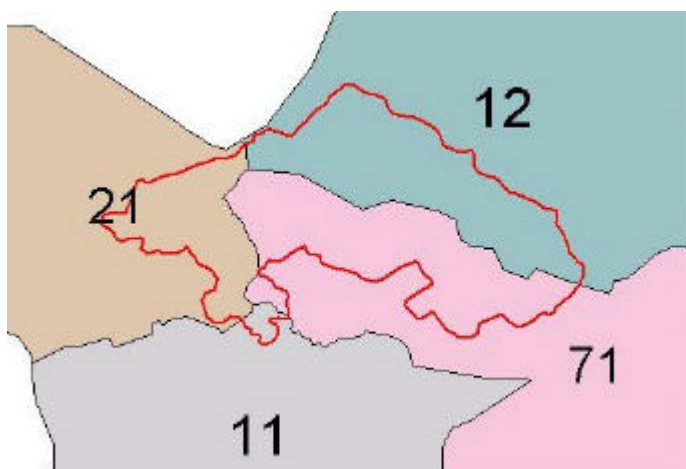
Det framtagna regressionssambandet i region 180 (figur 4) testades för några fjällnära TRK-områden i Jämtland med mycket hög avrinning. I områdena är jordbruksarealen mycket liten, men den arealspecifika jordbruksförlusten beräknat i TRK-projektet var hög (20 till 50 kg/ha och år) (se figur 20, sid 46 i TRK-rapporten). Korrektionen sänkte jordbruksbelastningen med upp till 10-15 %. I ett område med en arealspecifik belastning på 50 kg/ha och år sjönk den till 44 kg/ha och år. Eftersom jordbruksarealen är mycket liten får dock jordbruksbelastningen liten betydelse på totala mängden, men på framtagna kartor syns tydligt områden med högre avrinning än målavrinningen. En möjlighet vid framtida kartredovisningar är att ej redovisa den arealspecifika belastningen för jordbruksmark, när den understiger en viss areal.

Slutsatser från korrektioner av avrinningsgradient :

1. Korrektionen för avrinningsgradient var avsedd att användas generellt för hela Sverige om den infördes, men får påtaglig effekt enbart i avrinningsområden som har relativt stor avvikande avrinning från den ansatta medelavrinningen i hela regionen, såsom i region 71 och 180, där den främst testades. Den får störst effekt i lättare jordar och för områden med stor spannmålsodling.
2. I de identifierade områdena i Skåne och Mellansverige får den däremot relativt liten effekt, eftersom det är först vid stora avrinningsavvikelser (större än 60-100 mm) regressionssambanden får påtaglig effekt. Analysen av ett helt avrinningsområde med stora avrinningsgradienter (Ätran, som till större delen tillhör region 71) visar att det vid mynningen medför liten förändring. I den fjällnära delen är det svårt att göra bedömningar på grund av avsaknad av tillräckliga mätdata, men arealförlusterna från jordbruksmarken förefaller alltför höga.
3. Beräkningen av regressionssamband för alla jordar och utlakningsregioner för korrigerad av SOILNDB utlakningskoefficienter innebär ett merarbete som dock enbart behöver göras en gång. Införandet av metoden kräver även en framtagning av nya rutiner för hantering av dessa regressionssamband vid beräkningar av bruttobelastningen från avrinningsområdena och ett merarbete vid själva beräkningarna.

Tillhörighet till utlakningsregion

Produktions- och utlakningsregioner som administrativa enheter följer inte vattendelarna och därför kan ett avrinningsområde sträcka sig över flera regioner. Ett typiskt exempel på detta är TRK-område 97-002 (tillhör Stensån, som rinner till Laholmsbukten) som sträcker sig över fyra olika utlakningsregioner (figur 6).



Figur 6. TRK-området 97-002, Stensåns mynning i Laholmsbukten, och gränser för utlakningsregionerna.

Eftersom dessa regioner har helt skilda utlakningskoefficienter kommer valet av regionstillhörighet att ha en stor betydelse för beräkningar av kväveförluster från området. I TRK beräkningarna fick TRK-områdena regionstillhörighet efter den dominerande regionen. Geografisk tillhörighet i gränsområdena kan dock vara av sekundär betydelse om jordbruket i området inte är representativ för hela utlakningsregionen. I ovannämnda fallet med område 97-002 bedömdes att utlakningskoefficienter från region 12 är lämpligare att använda, eftersom information om markanvändning, grödfördelning och avrinning tyder på att jordbruket i kalibreringsområdet 97-002 mest motsvarar det jordbruk som är representativ för region 12 (tabell 2 samt bilaga 2).

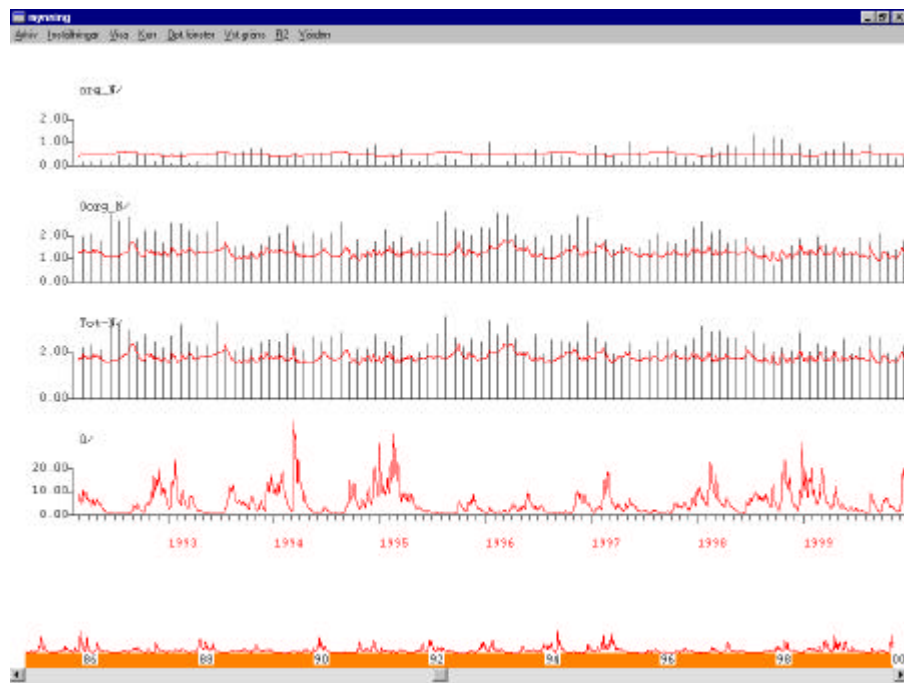
Tabell 2. Medelförhållandena i de utlakningsregioner som finns i TRK-området 97-002 och förhållandena i detta område.

Produktionsregion	Stallgödslad area (%)	Åker areal (%)	Avrinning (mm)
11	27	58	290
12	27	45	450
21	39	41	310
71	73	8	430
97-002	40-60	48	460

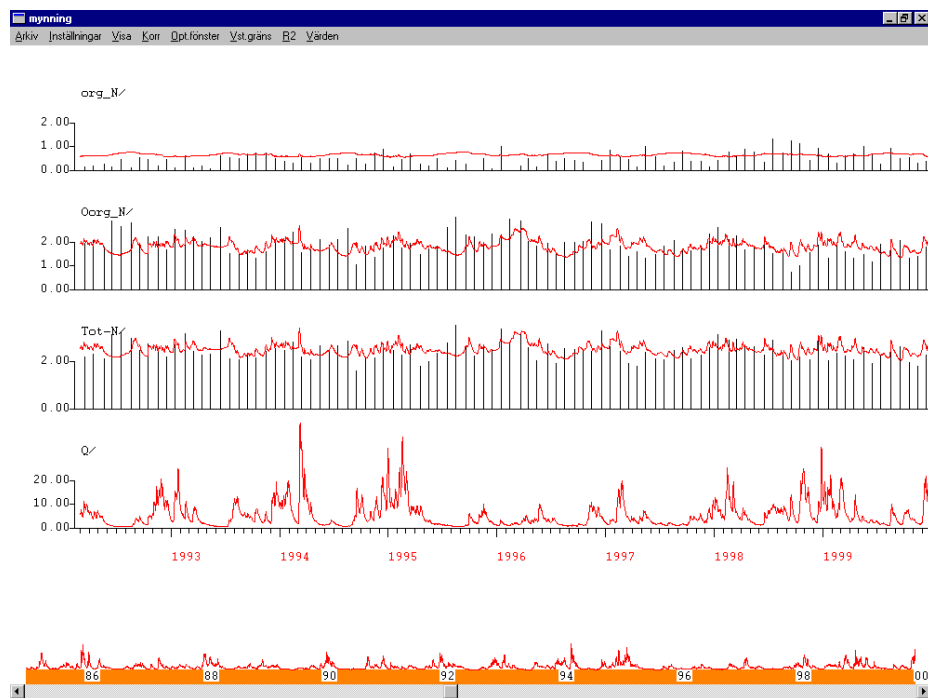
I TRK-projektet användes utlakningskoefficienter från region 71 för beräkningar av kväveförluster i område 97-002, vilket ledde till alltför låga beräknade halter jämfört med de uppmätta halterna (figur 7a). Används i stället region 12's utlakningskoefficienter erhålls mycket god överensstämmelse med uppmätta oorganiska kvävehalter (figur 7b).

Bruttobelastningen från jordbruksmarken ökade med 43 % och arealförlusten från 24 till 34,2 kg/km² efter byte av regionstillhörighet.

7a



7b



Figur 7. Uppmätta och beräknade kvävehalter i Stensåns mynning med regionstillhörighet 71 (7a) respektive 12 (7b) i det nedströms liggande området 97-002. Stensån består av två TRK-områden.

Utifrån liknande analyser för de övriga identifierade områdena i Skåne och sydligaste Halland föreslås regionstillhörigheten för 96-1 (delområde i Rönneå) bytas från region 71 till 21, 95-1 (delområde i Vegeå) från 71 till 11 samt delavrinningsområdet b100-6 (kalibreringsområde) från 71 till region 12. Alla dessa ger högre jordbruksläckage och bättre överensstämmelse med uppmätta halter. I området 95-1 ger detta en ökning av jordbruksläckaget med 77 % (ger mycket god överensstämmelse), i område 96-1 56 % (men detta ger lite högre beräknade halter än de uppmätta halterna) och i område b100-6 26 % (vilket alltså ger lite för låga beräknade halter).

I projektet har de viktigaste kalibreringsområdenas regionstillhörighet i denna trakt utretts, där problem noterats i samband med kalibrering och validering. Dessutom krävs en översyn av regionstillhörighet för övriga områden i trakten. En generell ändring av regionstillhörighet går inte att göra utan bäst effekt erhålls om motsvarande genomgång görs av alla TRK-områden som har mer än en region inom området och som ligger i denna trakt. Det innebär en genomgång av ca 20 områden och översyn av regionstillhörighet för dessa.

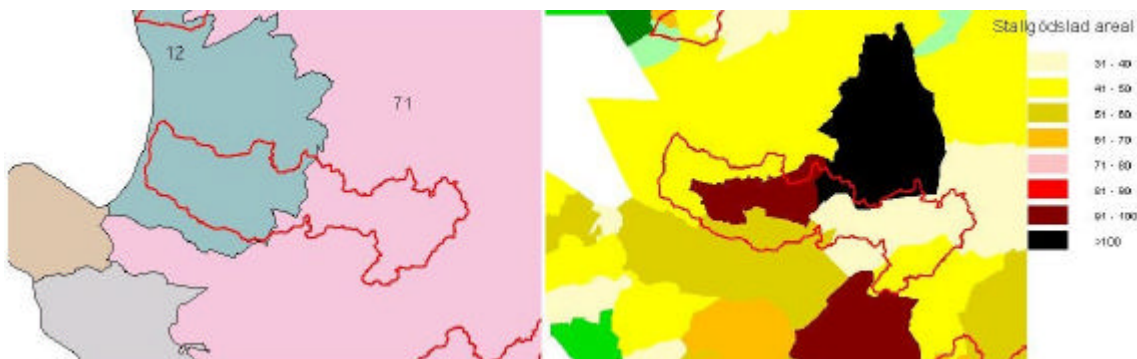
Slutsatser:

1. Genomgången av de identifierade områdena i Skåne och i södra Halland och som arealklassats till utlakningsregion 71, visar att de inte varit representativa för denna region och att det förklarar en stor del av avvikelserna.
2. Ett byte av regionstillhörighet utifrån representativitet ger bättre överensstämmelse med mätdata och gör det möjligt att säkrare kalibrera parametrarna för markretentionen, som sedan används generellt för hela utlakningsregionen.
3. Förutom de redan noterade avrinningsområden som behöver byta regionstillhörighet, föreslås vi att man inför nästa beräkning ser över alla områden i denna trakt som ligger i mer än en region. Uppskattningsvis rör det sig framförallt om ett 20-tal områden i Skåne och södra Halland där avvikelser var tydliga. Detta kan kvalitetsförbättra arealförlustberäkningarna och retentionsbestämningen samt i några vattendrag förbättra beräkningen av transporten till havet. Översyn av övriga regioner kan övervägas för att säkra kvalitén av input data.

Andel stallgödsblad areal

Som det nämndes under avsnittet Genomförande är gödselform en viktig faktor för beräkningen av kväveförluster. Fördelningen av den totala arealen mellan gödslingsformerna handelsgödsling och stallgödsling med handelsgödselkomplettering är specifik för varje region men inte uniformt fördelat inom en och samma region. För att hantera detta bör man egentligen ta fram olika viktningar för de olika utlakningsregionerna och ta fram finare underlag hur stor andelen stallgödselareal är i de olika beräkningsområdena. I TRK-projektet utnyttjades enbart en generell viktning baserad på regionens fördelning av stall- respektive handelsgödsblad areal.

TRK-område 98-019 är ett område där andelen stallgödsblad andel inte är representativ för den utlakningsregion, som dominerar i området (region 12). I figur 8 redovisas utlakningsregionerna i förhållande till området och andelen stallgödsblad areal.



Figur 8. Utlakningsregionernas utbredning samt andelen stallgödsblad areal beräknat utifrån församlingsdata för djurtäthet för TRK-område 98-019.

Detta område sträcker sig över två utlakningsregioner, Hallands slättbygd (12) och Sydsvenska höglandet, västra delen (71). Dessa har relativt olika värden beträffande andelen stallgödsblad areal och grödfördelningen (tabell 3).

Tabell 3. Andel stallgödsblad area och andel vall, som är representativa för utlakningsregioner 12 och 71 samt förhållandena i området 98-019 utifrån TRK-beräkningen och en GIS-beräkning (se text nedan).

Utlakningsregion/ område	Stallgödsblad area (%)	Vall (%)	Avrinning (mm)
12	27	13	450
71	73	70	430
98-019 TRK	39	39	430
98-019 GIS	54	39	440

Fördelningen av gödselformerna är specifik för varje gröda inom en viss utlakningsregion, vilket måste tas hänsyn till vid beräkningen av nya viktningar. Till exempel, viktningen mellan gödselingsformerna handelsgödsling och stallgödsel med kompletterande handelsgödsel för region 12 är 73:27, men enligt beräkningarna utifrån grödfördelningen för område 98-019 användes stallgödsel med kompletterande handelsgödsel på 39 % av den totala arealen. Detta område har en högre andel vall (39 %) än region 12 (13 %) och vallgrödan får i genomsnitt högre andel stallgödsel med handelsgödselkomplettering. GIS beräkningar inom detta projekt utifrån uppgifterna från SCB om antal djur för varje djurslag och andel åkermark i varje församling visade att mängd producerad stallgödsel räcker till 54 % av totala arean. En ökning från 39 till 54 % resulterar dock inte i avsevärt högre koefficienter om nya viktningar används, och har mycket små effekter på beräkningar av kväveförluster för område 98-019.

Även om variationer i stallgödselanvändning inom en region kan vara stora och därmed vara betydelsefull när man skalar ner beräkningar av kväveförluster till enskilda avrinningsområden, kvarstår frågan om detta leder till en signifikant förbättring av

beräkningarna, speciellt med tanke på en del osäkerheter och antaganden vid beräkningen av mängden tillgänglig stallgödsel utifrån uppgifterna om djurantal.

Slutsatser:

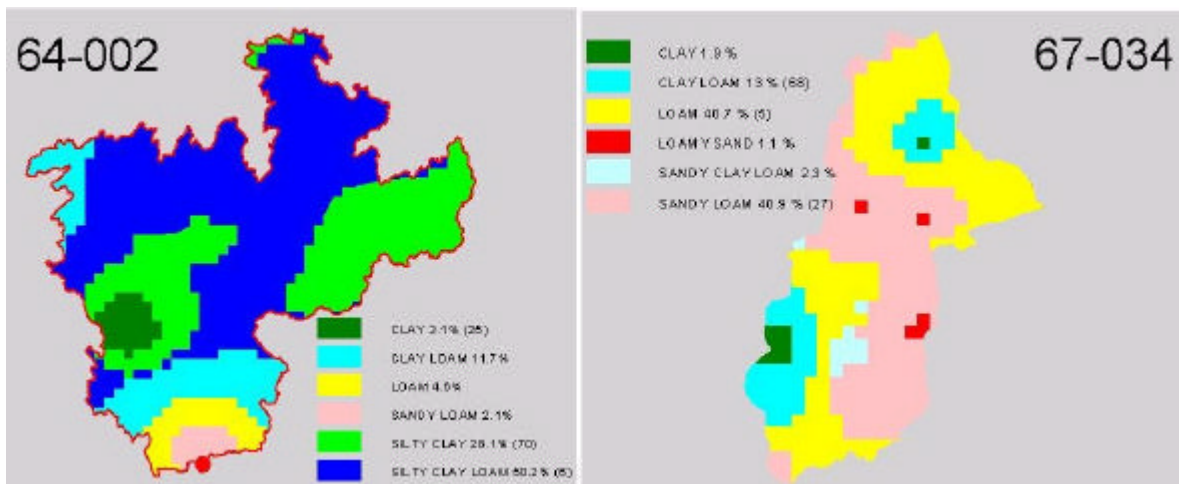
1. Faktorn andel stallgödslad areal i området som avvek markant från genomsnittet i utlakningsregionen hittades enbart i ett av de identifierade områdena.
2. Förändringen i stallgödseln fick mycket små effekter i det lilla området för att grödfördelningen kompenserar för skillnader i gödslingsfördelningen.
3. Generellt borde denna faktor ge små effekter för nationella beräkningar men bör dock beaktas vid studier av enskilda avrinningsområden.

Jordartfördelningen

En finare interpolering av jordartskartan för alla identifierade områden i sydligaste Sverige och dess jämförelse med jordartskartan som användes för TRK beräkningar visade inga väsentliga skillnader i jordartsfördelningen. I denna del av Sverige dominerar två jordarter, nämligen sandy loam och loamy sand. Dessa två jordarter ligger nära varandra beträffande hydrologiska egenskaper och eventuella skillnader borde inte resultera i stora förändringar av kväveförluster.

En finare interpolering för de studerade områdena i sydöstra/mellersta Sverige gav däremot en signifikant förändring i jordartsfördelningen för några områden, nämligen för delavrinningsområdena 67-034 (Marstadbäcken) och 67-032 (JRK-område, Marstad) i utlakningsregion 40 på Östgötaslätten samt TRK-område 64-002 med uppströmsområdet 64-001 (utgör tillsammans huvudavrinningsområdet Svärtaån) i utlakningsregion 60 söder om Stockholm. Delavrinningsområdet 64-032 rinner till 64-034 och de utgör tillsammans ett TRK-område (Skenaån). Området 64-032 användes för kalibrering av parametern för markretentionen för utlakningsregion 40, medan TRK-områdena Skenaån samt Svärtaån enbart använts för validering av haltnivån.

Jordartsfördelningen för 64-002 och för 67-034 visas i figur 9 (67-032 återfinns i bilaga 2) Siffrorna i parentes visar jordartsandelen som användes vid TRK beräkningar. En skiftning mot lättare jordar är ett tydligt resultat av den finare interpoleringen för de två områdena i figur 9. I 67-034 (Marstadbäcken) sker en skiftning från clay loam till loam och sandy loam (lättare jordar). Däremot sker en förändring både åt det lättare och det styvare hållet i det uppströms belägna delavrinningsområdet 67-032 (Marstad) (i TRK klassad som 100 % loam). I Svärtaån ger interpoleringen en skiftning från lera mot något lättare jordar. Lättare jordar visar generellt högre kväveförluster, medan styvare jordar ger lägre kvävehalter.



Figur 9. Jordartsfördelning efter finare interpolation. Fördelning vid TRK-beräkningen framgår av siffror inom parentes.

Den nya kartan har tillsammans med uppgifter om grödfördelningen inom områdena använts för att skapa ett nytt underlag för beräkningar av kväveförluster i dessa områden och kvantifiera förändringar utifrån förbättrad jordartsfördelning.

I Marstadbäcken (67-034) utgör jordbruksmarken exklusive betesmarken 67,9 % av området. Jordartsförändringen ger en ökning på 16 % på bruttobelastningen från jordbruksmarken och 10 % på totala utflödet från området (efter markretention). För det uppströms liggande mindre området Marstad (67-032) med 88 % jordbruksareal sker däremot en minskning på 12 % på bruttobelastningen från jordbruksmarken. Det får till följd att det för TRK-området Skenaån (summan av dessa båda områden) kommer ske en ökning med 10 % av jordbrukets bruttobelastning och mindre för nettobelastningen efter en förbättrad jordartsinterpolation.

I Svärtaån får jordartsförändringen inom de styvare jordarna däremot mycket liten effekt på bruttobelastningen från jordbruksmarken (< 1 %).

Precisionen av beräkningarna skulle öka om man fick en bättre upplösning på jordartskartan för jordbruksmark. Denna studie visar att det går att få en finare interpolering av jordartskartan med existerande data men önskvärt är en större insats för att få flera provtagningspunkter. Det första steget kan dock vara att digitalisera och samköra punkter från Rapportserie ”Studier av markprofiler i svenska åkerjordar” med den existerande kartan.

En lärdom från denna test är även att se över rutinerna för att beräkna typhalterna för kombinationer av gröda/jordart som understiger 1 % av arean i utlakningsregionen. Typhalterna för dessa beräknas inte med SOILNDB. I TRK-rapporten (sid. 25-26) redovisas hur dessa beräknas utifrån medelvärden för de beräknade kombinationerna av grödor och jordart. Om samtliga kombinationer för en jordart saknades användes t.ex. ett

medelvärde av samliga beräknade kombinationer av jordarter. För framtida beräkningar bör det bli riktigare att använda de mest närliggande jordarterna.

Slutsatser:

1. Jordartsfördelningen i jordbruksmark har för några områden signifikant förändrats vid en finare interpolation av befintligt jordartsunderlag.
2. De förnyade interpolationer av jordbruksunderlaget ledde till en något bättre överensstämmelse mellan de beräknade och uppmätta halterna, framförallt i de fall då det skedde en skiftning mot lättare jordar i de berörda områden.
3. Förbättrade jordartskartor kan ge en viss förbättring i beräkningarna, men framförallt öka dess tillförlitlighet. Ett bättre underlag för jordartskartan med flera provpunkter behövs på längre sikt för att möta behovet av tillförlitlig och representativ jordartsfördelning.

Sammanställning av förbättringar som är möjliga i de studerade utlagningsregionerna

I bilaga 1 redovisas utlagningsregioner där valideringen inom TRK-projektet visade problem mellan beräknade och uppmätta halter i ingående områden som kan hänföras till jordbruksläckaget. Några av dessa områden utgör delavrinningsområden som ingår i de större TRK-områdena och som endast använts för kalibrering.

Genomgången visar att det är svårt att hitta några förslag som väsentligt förändrar beräkningarna av jordbruksläckaget i **utlagningsregioner 40 och 60**. En förfinad interpolation för Östgötaslättnens finare jordar kan få viss effekt, medan den får liten effekt i trakter som domineras av styvare jordar. Lokalt kan förfinad jordartsinterpolation för dessa jordar få effekt på jordbruksläckaget, men effekten på belastningen på havet blir liten.

Variationerna av uppmätta halter under vinterhalvåret mellan olika år är stora i de identifierade områdena i dessa regioner. Detta kan inte åstadkommas med TRK-ansatsen, där årsmedeltyphalt används, dvs. för ett år med normaliserat klimat och motsvarande skörd, medan uppmätta halter visar egentliga förluster som styrs av den specifika vinterns klimat (t.ex. milda, regniga respektive kalla, snötäckta), odlings- och skördevärden.

En klar förbättring erhöles däremot för de identifierade områdena i Skåne och sydligaste Halland med dominerande **utlagningsregion 71** vid byte av regionstillhörighet.

Genomgången visade att de var mer representativa för en annan region än den dominerande i området (11, 12 respektive 21). Denna nya regionklassning kan användas vid kalibreringen av markretentionen för att ge mer tillförlitlig parameterbestämning för respektive region. För att erhålla någon effekt på beräkningarna av jordbruksläckaget krävs också att denna nya klassning även används vid beräkningen. Görs beräkningarna för delavrinningsområden minskar troligen detta problem något på grund av att arealen som påverkas av gränserna minskar.

Arbetet som gjordes i denna studie syftade till att säkerställa input data, öka tillförlitlighet i källfördelningen och arealförlustberäkningarna samt i retentionsberäkningarna. Generellt innebär förändringarna en ökad precision och tillförlitlighet.

Slutsatser

Förslag till åtgärder är redovisade i prioritetsordning.

- Regionstillhörighet av kalibreringsområden i centrala Skåne och i sydligaste Halland har setts över för de identifierade små områdena med avvikelser mellan uppmätta och beräknade halter. Detta ger en bättre representativitet och därmed säkrare arealförlustskattningar från jordbruksmarken samt tillförlitligare framtagning av parametern för markretentionen för de olika utlakningsregionerna. För att få effekt på beräkningarna av jordbruksläckaget krävs det att de nya klassade regionstillhörigheterna används vid framtida TRK-beräkningar samt att regiontillhörigheten i övriga TRK-områden (med fler än en ingående region) i dessa trakter ses över. Ovanstående betyder dock ej att regionsindelningen för beräkningen av utlakningskoefficienterna ändras.
- En finare interpolering av existerande jordartsdata för jordbruksmarken är möjlig och genomförbar med ganska små insatser. Däremot krävs det flera provtagningspunkter för att få en bättre täckning av jordartsfördelningen för jordbruksmark för hela Sverige. Införandet av förbättrad jordartskarta är av störst betydelse för precisionen vid regionalisering av belastningen då vi går ner i skala, t.ex. vid skattningen av belastning på TRK- och delavrinningsområden.
- Effekten av korrekationer av utlakningskoefficienterna för avrinningsvariationerna inom regionen testades främst i region 71 och 180, men skall metodiken genomföras bör den användas generellt i hela Sverige. I utlakningsregion 71 är det först vid avvikelser på 60-100 mm i jordbruksintensiva områden som förändringarna kan urskiljas vid valideringen. Korrigeringen för avrinningen är inte tillräckligt för att påtagligt förändra de identifierade avvikelserna i halter i Skåne och i sydligaste Halland, eftersom avrinningsavvikelserna från målavrinningen är relativt små i dessa områden. Effekten på jordbruksbelastningen i region 180 är svår att bedöma på grund av brist på relevanta mätdata. Införandet av avrinningskorrektion av utlakningskoefficienterna kan dock få viss betydelse vid regionalisering till avrinningsområdeskala, dvs. för precisionen i skattningen av jordbrukets arealförluster på TRK- och delavrinningsområden.
- Stallgödselanvändning kan vara en viktig faktor för regionalisering till avrinningsområdeskalen. Gödslingsformen är dock kopplad till grödfördelningen vilken är specifik för alla TRK-områden. Detta kompenserar delvis skillnader i fördelningen mellan gödslingsformer. Det innebär att förbättringar av kväveberäkningar för hela Sverige med en mer detaljerad fördelning av gödselformerna kan vara begränsad.

Bilaga 1. Sammanställning av problem och analys

Region	Problem	Ev. förklaringar	Ev. förbättringar
40	För låga N koefficienter från jordbruksmark i regionen ¹	<ol style="list-style-type: none"> Jordartskarta – se om jordartsfördelning i kalibreringsområden är representativ Kolla uppgifter om arealfördelning mellan areal som är enbart handelsgödsland och areal som är gödsland med både stall- och handelsgödsel – jämförelser med områden 80 och 60. Utvärdera djurtäthetskartan 	<ol style="list-style-type: none"> Finare interpolering av jordartskartan Leverans av separata koefficienter för olika gödslingsformer
Sydligaste delen av 71 och 12	För låga N koefficienter från jordbruksmark i regionerna ¹	<ol style="list-style-type: none"> Dessa delar av 71 är inte representativa gällande: a) jordarter b) avrinning c) odling Se över viktningar som användes för kalibreringsområden som sträcker sig över flera regionen 	<ol style="list-style-type: none"> Mer representativ jordartskartan Testa qc regression och eventuell leverera den som en parameter som kan förbättra resultat för enskilda kalibreringsområden Leverans av separata koefficienter för enbart handelsgödsland resp. areal som är både stall- och handelsgödsland areal <ol style="list-style-type: none"> Ändra regionsviktningar
180	För höga N koefficienter från jordbruksmark i regionen ¹	1. Den levererade N koefficienten är oberoende av avrinningen	1. Testa qc regression och eventuellt leverera den som en parameter som tar hänsyn till höga avrinningsvärden genom att minska koncentration
60	För låga N koefficienter från jordbruksmark i regionen ¹	Samma som i region 40	Samma som i region 40

1) För låga N koefficienter från jordbruksmark medför för liten beräknad belastning från jordbruksmark och för höga N koefficienter medför för hög beräknad belastning från jordbruksmark. Detta identifierades vid TRK-beräkningarna i delar av region 40, 60, 12 och 71 i små sjölösa avrinningsområden.