



Översyn av läckagekoefficienter för N-läckage från lerjordar

Karin Blombäck
Kristina Mårtensson
Holger Johnsson

SLU

Avtal: 308 1111

På uppdrag av Havs och vattenmyndigheten

Publicering: www.smed.se

Utgivare: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut

Adress: 601 76 Norrköping

Startår: 2006

ISSN: 1653-8102

SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL, SCB, SLU och SMHI. Samarbetet inom SMED inleddes 2001 med syftet att långsiktigt samla och utveckla den svenska kompetensen inom emissionsstatistik kopplat till åtgärdsarbete inom olika områden, bland annat som ett svar på Naturvårdsverkets behov av expertstöd för Sveriges internationella rapportering avseende utsläpp till luft och vatten, avfall samt farliga ämnen. Målsättningen med SMED-samarbetet är främst att utveckla och driva nationella emissionsdatabaser, och att tillhandahålla olika tjänster relaterade till dessa för nationella, regionala och lokala myndigheter, luft- och vattenvårdsförbund, näringsliv m.fl. Mer information finns på SMEDs hemsida www.smed.se.

Förord

Syftet med föreliggande projekt är att göra en översyn av de beräkningsantaganden i NLeCCS och SOILNDB som ändrats mellan TRK och PLC5 och genom känslighetsanalyser bestämma dessa ändringars inverkan på de beräknade läckagekoefficienterna för kväve från styv lera (clay). Syftet har också varit att utvärdera simulerade läckagehalter mot observerade data och om behov föreligger föreslå förbättringar av beräkningarna av läckagekoefficienterna. Arbetet är utfört av SMED (Svenska Miljöemissions Data) på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten.

Innehåll

FÖRORD	3
INNEHÅLL	4
SAMMANFATTNING	6
INLEDNING	7
METOD	11
Skillnader mellan TRK och PLC5	11
Observationer av kvävehalter i läckage från åkermark med styva leror.	15
Test och kalibrering av N-läckagehalter med FyrisNP i avrinningsområdesskalan	16
Modellbeskrivning	16
Kalibrering och retentionsmodelleringen	17
RESULTAT	18
Skillnader mellan TRK och PLC5	18
Rotdjup	18
Klimatperiod	21
Ogräsupptag	23
Vallinsådd	26
Vårbearbetning	28
Rotdjup för träda	30
Halt organiskt material i marken	31
Observationer av kvävehalter i läckage från åkermark med styva leror.	32
Test och kalibrering av N-läckagehalter med FyrisNP i avrinningsområdesskalan	35

DISKUSSION OCH SLUTSATSER	39
Skillnader mellan TRK och PLC5	39
Observationer av kvävehalter i läckage från åkermark med styva leror	41
Test och kalibrering av N-läckagehalter	41
REFERENSER	43
APPENDIX	44
Indata	44

Sammanfattning

I samband med retentionsberäkningar i vissa avrinningsområden med åker på lerjordar har problem uppstått med låga bruttobelastningar. Detta skulle kunna bero på för låga kvävehalter för lerjordar som använts som indata. En översyn har därför utförts av de beräknade kväveläckagekoefficienterna för jordbruksmark för styv lera (clay) från TRK och PLC5.

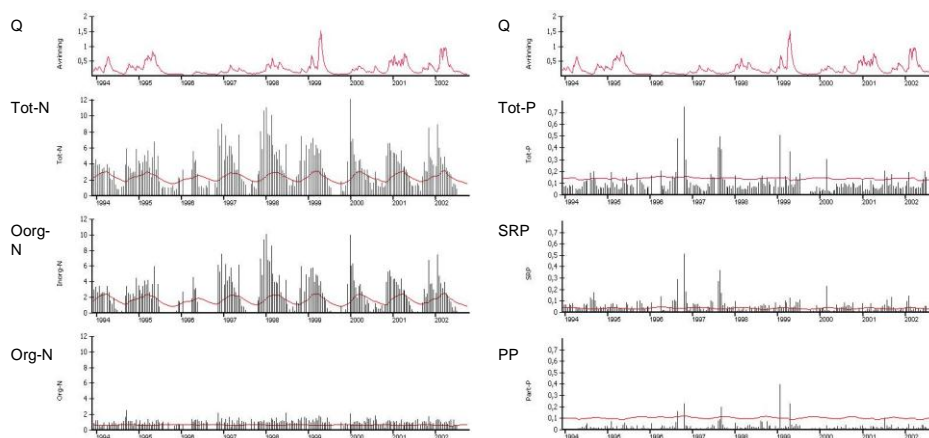
För att kunna jämföra utveckling och förändringar av metoden för beräkningar av läckagekoefficienterna (NLeCCS) mellan TRK och PLC5 har beräkningar för år 1999 utförda inom ramen för TRK projektet jämförts med senare utförda beräkningar för 1999 med PLC5-metoden. För att utvärdera hur förändringarna mellan de två metoderna påverkat utlakningen från lerjordarna har beräkningen för 1999 med PLC5-metoden använts som utgångspunkt och manipulerats för att utvärdera enskilda förändringar mellan de två metoderna. Effekten av förändringar av rotdjup för clay, ändrad klimatperiod (och målavrinning), ogräsupptag, vallinsådd, vårbehandling, rotdjup för träda och halt organiskt material i marken beräknades. Förändringen av rotdjup för vissa grödor påverkade bara beräkningen för clay medan de övriga förändringarna som testats även påverkade beräkningen för de övriga jordarna. Förändringen av rotdjupet av vissa grödor ökade koncentrationen för clay i alla regioner och ändrad klimatperiod gav både ökade och minskade koncentrationer i regionerna. I region 4 och 6 gav ändrat rotdjup för clay och ändrad klimatperiod ungefär samma koncentration med PLC5-metoden som med TRK-metoden.

En genomgång av uppmätta kvävehalter från rutförsök, observationsfält och typpområden på jordbruksmark som domineras av styv lera har gjorts. I dessa områden varierade långtidsmedelvärdena mellan 3,3 och 5,3 mg NO₃-N/l. I motsvarande regioner (4, 5a och 6) var de beräknade koncentrationerna i TRK i samma storleksordning, medan koncentrationerna beräknade med PLC5-metodiken var något lägre.

Med FyrisNP simulerades N-transport från ett avrinningsområde dominerat av styv lera med användning av läckagekoefficienter (PLC5-metodik), lokal grödfördelning och förbättrad jordartskarta. Simuleringarna kunde inte uppnå uppmätta N-koncentrationer i utloppspunkten för område U8 (Figur 27), varken med koefficienterna från TRK eller PLC5 med regional eller lokal grödfördelning. Den bästa överenskommelsen med uppmätta värden nåddes då läckagekoefficienterna från PLC5 räknades upp 2,5 gång.

Inledning

Det finns indikationer på att de med SOILNDB och NLeCCS beräknade N-läckagekoefficienterna för jordbruksmark på lerjordar kan vara för låga. SMHI har vid kalibrering av N-transporten från Motala ströms avrinningsområde, Uppland och delar av östra Götalands kust uppmärksammat att speciellt vinterförlusten av N från områden med stor andel lerjordar verkar vara för låg jämfört med mätdata. Djodjic m.fl. (2004) uppmärksamade för låga N läckagekoefficienter från jordbruksmark i produktionsområden 4 och 6, där lerorna är dominerande jordarter. Uppmätta halter i vattendragen är vissa senhöstar till vårvintrar många gånger högre än de simulerade i små jordbruksområden och eftersom det samtidigt ofta är hög avrinning kan det få stor effekt på belastningen. Exempel på små jordbruksområden, där detta noterats är: Marsta och Svintunaån i Motala Ström, Rytta-backen i Söderköpingsån, Malsta i Norrtäljeån (Figur 1 SLU har uppmärksammat samma problematik inom SMED-projektet ”Kalibrering och validering av jordbruksläckagekoefficienter och beräkning av retention i små sjölösa områden” (Djodjic m.fl., 2010) vid användning av läckagekoefficienter från PLC5 för källfördelningsberäkning av N i typområden.



Figur 1. Simulerade (röd linje) och uppmätt (svart linje) avrinning samt simulerade (röd linje) (efter markretention) och uppmätta (svarta staplar) kväve- och fosforhalter i Malsta, Norrtäljeån (38,6 km²) (Brandt et al. 2008).

I NLeCCS beräknas läckagekoefficienter för 10 olika jordar, och de olika jordarna antas förhålla sig till varandra på ett förutbestämt sätt vad avser vissa egenskaper,

till exempel vad gäller vattenhållande förmåga och hydraulisk konduktivitet. Även rotdjupet har antagits vara olika mellan olika jordar och grödor. Från sand till clay har rotdjupet gått från grunt till djupt och höstsådd gröda har antagits ha djupare rotdjup än vårsådd och vall ytterligare djupare. Man skulle kunna tänka sig att det förelåg skillnader mellan jordarterna även vad gäller till exempel grödsammansättning, skörd, gödslingsmängd och –tid, men statistiken från SCB som används som indata till beräkningarna har inte sådan upplösning att detta går att urskilja och hänföra till de olika jordarterna. Det utgör en begränsning för vilka förändrade antaganden man kan göra avseende skillnader mellan olika jordar. Varken i TRK- eller i PLC5-metoden antogs några skillnader mellan olika jordar avseende odlingsåtgärder.

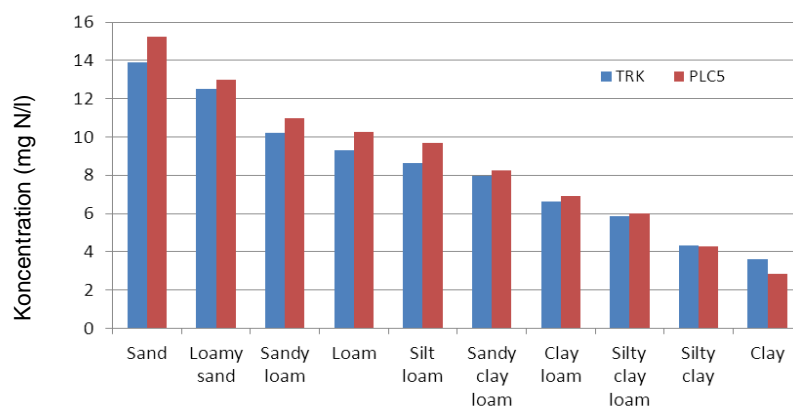
Processer som denitrifikation och mineralisering anses fungera enligt samma mönster på samtliga jordar i SOILNDB, och att det är jordartsskillnader vad avser vatten- och temperaturförhållandena som styr hastigheten på processerna. Det måste alltså finnas belägg för att processerna fungerar olika i de olika jordarna för att de mer generella processbeskrivningar skulle ändras för enbart en eller några specifika jordar. Däremot skulle man kunna tänka sig att förhållande mellan jordarna vad avser vatten- och temperaturegenskaper skulle kunna ses över.

Problemet med N-läckage är störst från lättare jordar och därför har också hittills störst fokus lagts på parameteriseringen av de lättare jordarna i SOILNDB. Men eftersom lerjordsförekomsten är stor i några av våra mest intensiva jordbruksområden kan en felaktig beräkning av läckagekoefficienten få ett betydande genomslag vid uppskalning och bedömning av N-förluster från dessa områden. I detta arbete fokuserar vi på läckagehalter från styv lera, det vill säga den jordart som i NLeCCS-systemet benämns clay.

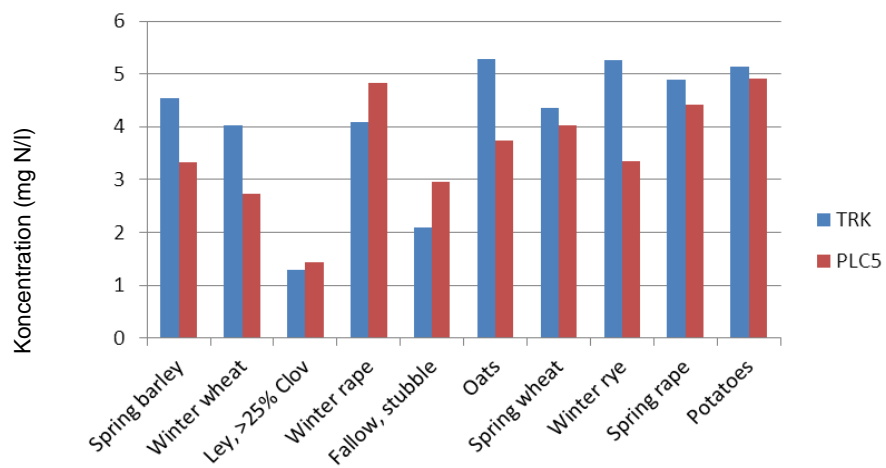
Både för arbetet med TRK-rapporteringen och med PLC5-rapporteringen beräknades läckagehalter av kväve för jordbruksmark med modellen SOILNDB i beräkningssystemet NLeCCS. Mellan de båda beräkningarna gjordes flera metodutvecklingar, vilket resulterade i att läckagehalterna inte är beräknade på exakt samma sätt. Flera förändringar rörde upptagsfunktionerna för insådd vall, upptaget efter vallens andraskörd, ogräs och träda. I TRK-metoden bestämdes upptagets storlek av ett bestämt värde oberoende av region medan det i PLC5-metoden beräknades beroende på längden upptagsperioden. Det innebär att upptaget för t.ex. insådd vall kunde variera mellan olika regioner. Dessutom ändrades klimatperioden som används som drivdata för beräkningarna. Dessa skillnader resulterade i högre läckagekoefficienter för samtliga jordar utom silty clay, som var i princip oförändrad, och clay, som fick lägre läckagekoefficient i PLC5-beräkningarna än i TRK-

beräkningarna (Figur 2). På jorden clay innebar metodförändringen en sänkning av läckagekoefficienten för de flesta grödor, men för höstraps, vall och stubbträda ökade läckagekoefficienten (Figur 3).

Syftet med detta projekt är utvärdera de beräknade läckagekoefficienterna för kväve från styv lera (här efter benämnt clay) från TRK (Johnsson & Mårtensson, 2002) och PLC5 (Johnsson m.fl., 2008). Eftersom de beräknade läckagekoefficienterna för N från clay var lägre i PLC5-beräkningarna än i TRK-beräkningarna har vi gjort en översyn av känsligheten i de förändringar som introducerats i beräkningarna för PLC5 jämfört med TRK. Vi har också gått igenom tillgängliga mätdata från olika fältförsök för att kunna ha som referens vid bedömning av de beräknade läckagekoefficienterna i fältskalan. Dessutom har läckagekoefficienterna testats och kalibrerats genom uppskalning till mindre avrinningsområden enligt den metod som använts av Djodjic m.fl. (2010).



Figur 2. Koncentration för år 1999 beräknat med TRK-metoden respektive PLC5-metoden, samtliga jordar i region 4, medel för alla grödor.



Figur 3. Koncentration för år 1999 beräknat med TRK-metoden respektive PLC5-metoden, samtliga grödor i region 4, clay.

Metod

Skillnader mellan TRK och PLC5

I följande text benämns beräkningar gjorda med SOILNDB- och NLeCCS-versioner från TRK-beräkningen för TRK-metodik och versioner från PLC5-beräkningen för PLC5-metodik.

För att kunna jämföra inverkan av de båda metoderna på läckagekoefficienterna och göra känslighetsanalyser av de förändringarna som gjorts i beräkningsmetoden mellan TRK och PLC5 utvärderades de båda metoderna på samma odlingsstatistik. År 1999 har tidigare beräknats med både TRK- (Johnsson & Mårtensson, 2002) och PLC5- (Johnsson m.fl., 2009) metodik och används därför som referens i den här presenterade analysen. Samma växtföljd (grödslinga), med samma indata som i PLC5-beräkningen har manipulerats för att utvärdera förändringar mellan de olika metoderna. Flera av förändringarna som skett mellan metoderna och som vi har testat påverkar inte bara clay utan även de andra jordarna. Därför har vi delat in analysen i test av metodförändringarna mellan TRK och PLC5 som 1) endast påverkar clay och 2) som påverkar samtliga jordar.

Förändringar som endast påverkar clay är:

- Maximalt rotdjup för vårkorn och havre var 1,0 m i TRK och 1,2 m i PLC5. Rotdjupet för stubbträda var 1,4 m i TRK och 1, 2 m i PLC5.

Förändringar som påverkar samtliga jordar är:

- Klimatdata och målavrinning. Startåret för klimattidsserien för TRK-beräkningen var 1973 och för PLC5-beräkningen 1985. Målavrinningen hade också ändrats för en del av regionerna. Effekten av klimatförskjutningen har beräknats genom att samma indata baser som användes i PLC5-beräkningen har förskjutits och startats 1973 istället. När målavrinningen hade ändrats har ny korrigering av nederbörden gjorts.
- Ogräsupptag. I PLC5-metoden introducerades ogräsupptag mellan skörd av huvudgrödan och efterföljande jordbearbetning eller efterföljande vinter och upptaget i ogräset var beroende av det antal dagar ogräset växte. I

TRK-metoden fanns inget motsvarande kväveupptag av ogräs. Effekten av att ta bort ogräsupptaget har beräknats.

- Beskrivning av trädan. I TRK simulerades bara en slags träda, men i PLC5 antogs trädan antingen vara grönträda eller stubbträda. Grönträdan är tänkt att motsvara en insådd gräsvegetation och har samma rot djup som vall och upptagsmängd som vallens första skörd. Grönträdan är antingen treårig eller ettårig med jordbearbetning vart tredje respektive varje år. Stubbträdan är ettårig och jordbearbetas varje år. Den har samma rot djup som en vårsådd gröda och upptaget är ett fast dagligt värde. Trädan i TRK hade ett fast upptag. I TRK-beräkningen var maximala rot djupet för träda den samma som vall. Effekten av förändrad parameterisering av träda har beräknats.
- Upptag vid vallinsådd. Upptagsfunktionen i PLC5-metoden har förändrats till att storleken på upptaget bestäms av det antal dagar som upptaget sker d.v.s. högre upptag ju längre tillväxtperiod. I TRK-metoden var upptaget ett givet värde oberoende av tillväxtperiodens längd. För att få en uppfattning om hur mycket vallinsåddens upptag påverkar läckagekoefficienten på clay har effekten av att halvera och dubbla kväveupptaget, det vill säga en halvering eller dubbling av PLC5-värdet, vid vallinsådd testats.
- Vårbearbetning. I PLC5-metodiken introducerades vårbearbetning, vilket saknats i TRK-metodiken. Effekten av att ta bort vårbearbetningen beräknades.
- Initial halt organiskt material i marken. Halten organiskt material i marken var för samtliga jordar och regioner 4,3% i TRK och 4,2% i PLC5. Halten organiskt material i alven ändrades inte. Effekten av förändringen har beräknats genom att använda samma halt som i TRK-beräkningen med övriga PLC5-förutsättningar.

I Tabell 1 listas förändringarna i indata och de antaganden som gjorts i testen för att analysera inverkan av förändringarna mellan TRK- och PLC5-metodiken som listats ovan.

För de metodförändringarna som endast påverkar clay har jämförelse av läckagekoefficienter för clay med 1999 odlingsstatistik gjorts för beräkningar med TRK-metodiken, PLC5-metodiken och manipulerad PLC5-metodik med TRK-egenskaper. För metodförändringar som påverkar samtliga jordar har vi också velat få en uppfattning om förändringen haft större eller mindre påverkan på clay jämfört

med påverkan på de andra jordarna. Eftersom samtliga jordar inte räknas i alla regioner har vi valt att låta loam representera de andra jordarna, dels för att den finns representerad i de flesta regioner, dels för att den har en läckagekoefficient som ligger i mitten av spannet mellan de olika jordarna. Jämförelse har alltså gjorts av läckagekoefficienter för clay och loam med odlingsstatistik för 1999 för beräkningar med TRK-metodiken, PLC5-metodiken och manipulerad PLC5-metodik med TRK-egenskaper. Skillnaden i påverkan på de olika jordarna uttrycks som förändrad differens mellan loam och clay av respektive metodförändring.

Tabell 1. Sammanställning av beräknade förändringar från beräkningen av år 1999 med PLC5-metodiken per region och jordart

Ändring rör	Region	Jordart	PLC5	Beskrivning av PLC5-manipulering
Rotdjup	alla	clay	Tabell i parameterdatabas: Root Maincrop: Oats, Spring barley, Fallow stubble Rootdep5_Clay:-1.2 Rootdep10_Clay:-1.2 Rootdep23_Clay:-1.2	Tabell i parameterdatabas: Root Maincrop: Oats, Spring barley, Fallow stubble Rootdep5_Clay:-1.0 Rootdep10_Clay:-1.0 Rootdep23_Clay:-1.0
Stubbräda	alla	alla	Tabell i parameterdatabas: Root Maincrop: Oats, Spring barley Rootdep5_Clay:-1.2 Rootdep10_Clay:-1.2 Rootdep23_Clay:-1.2 Fallow, stubble Rootdep5_Clay:-1.2 Rootdep10_Clay:-1.2 Rootdep23_Clay:-1.2 Fallow, stubble Rootdep5_Loam:-0.8 Rootdep10_Loam:-0.8 Rootdep23_Loam:-0.8	Tabell i parameterdatabas: Root Maincrop: Oats, Spring barley Rootdep5_Clay:-1.0 Rootdep10_Clay:-1.0 Rootdep23_Clay:-1.0 Fallow, stubble Rootdep5_Clay:-1.4 Rootdep10_Clay:-1.4 Rootdep23_Clay:-1.4 Fallow, stubble Rootdep5_Loam:-1.2 Rootdep10_Loam:-1.2 Rootdep23_Loam:-1.2
Inget ogräsupptag	alla	alla	Tabell i parameterdatabas: crop (SOILN): Oats, Pota- toes, Spring barley, Spring wheat, Sugar beets, Winter wheat, Winter rye, Spring rape, Winter rape, Ley, <25% Clov; Ley, >25% Clov; Spring sown Ley upax6 = 0.03	Tabell i parameterdatabas: crop (SOILN): Oats, Pota- toes, Spring barley, Spring wheat, Sugar beets, Winter wheat, Winter rye, Spring rape, Winter rape, Ley, <25% Clov; Ley, >25% Clov; Spring sown Ley upax6 = 0
Klimatförskjutning	alla	alla	Tabell i klimatdatabasen: se Tabell A1.	Tabell i klimatdatabasen: se Tabell A1.
Halverat upptag vid vallinsådd	alla	alla	Tabell i parameterdatabas: postcrop (SOILN): Under- sown ley>25%, upax5=0.07	Tabell i parameterdatabas: postcrop (SOILN): Under- sown ley>25%, upax5=0.035
Dubblerat upptag vid vallinsådd	alla	alla	Tabell i parameterdatabas: postcrop (SOILN): Under- sown ley>25%, upax5=0.07	Tabell i parameterdatabas: postcrop (SOILN): Under- sown ley>25%, upax5=0.14
Vårbearbetning	alla	alla	Vårbearbetning	Ingen vårbearbetning simuleras
Initial halt organisk material	alla	alla	Indatabas till SOILNDB; Soil	Indatabas till SOILNDB; Soil

Ändring rör	Region	Jordart	PLC5	Beskrivning av PLC5-manpulering
			data;Top_SOM_content = 4.2	data;Top_SOM_content = 4.3
Klimatförskjutning och rotdjup	alla	clay	Tabell i parameterdatabas: Root Maincrop: Oats, Spring barley, Fallow stubble Rootdep5_Clay:-1.2 Rootdep10_Clay:-1.2 Rootdep23_Clay:-1.2	Tabell i parameterdatabas: Root Maincrop: Oats, Spring barley, Fallow stubble Rootdep5_Clay:-1.0 Rootdep10_Clay:-1.0 Rootdep23_Clay:-1.0

Observationer av kvävehalter i läckage från åkermark med styva leror.

En sammanställning har gjorts av uppmätta kväveläckagehalter. I Sverige finns observationer av kväveläckage från åkermark utförda i olika skalor i fält:

- 1) Rutförsök. Anlagda försök i fält bestående av försöksrutor av storleksordningen 20-40 ar (2000-4000 m²). Rutorna har separat dränering (täckdikning). Vattnet som dräneras av täckdikessystemet samlas upp och provtas med jämna intervall. På rutorna bedrivs försök med olika typer av odling (exempelvis olika typer av grödor, gödslingsnivåer etc) för att studera dess effekter på utlakningen. Rutförsöken bedrivs av SLU (inst för mark och miljö) på några olika platser i landet. Styv lerjord finns på en av dessa platser; Lanna försöksgård i Västergötland.
- 2) Observationsfält. Hela jordbruksfält (skiften) av storleksordningen 4-40 hektar där vattenkvaliteten observeras från avrinnande vatten i dränerings-systemet (täckdiken). Dessa fält brukas på normalt sätt, d.v.s. fälten ingår i den normala driften i den gård som fältet tillhör. Observationsfälten ingår i det nationella miljöverkningsprogrammet med Naturvårdsverket som huvudman och SLU som utförare. Styv lerjord finns på 3 stycken fält; 1D i Södermanland, 7E och 20E i Östergötland.
- 3) Typområden på jordbruksmark. Små jordbruksdominerade avrinningsområden av storleksordningen 4-40 km². Kvävehalter mäts på vattenprover tagna i bäck vid avrinningsområdets utlopp. I området ingår ett stort antal åkrar med normal brukning men även skog, annan mark och andra källor (enskilda avlopp etc.) som påverkar kvävekoncentrationerna i avrinnande vatten. Typområdena ingår i det nationella miljöverkningspro-

grammet med Naturvårdsverket som huvudman och SLU som utförare. Styv lerjord som dominerande jordart finns på 3 stycken områden; 018 i Västra Götaland, E24 i Östergötland och U8 i Västmanland.

För att ge en bild av storleksordningen på kvävehalter i utlakande vatten från lerjordar har långtidsmedelvärden sammanställts för de av de ovan nämnda områdena som domineras av styv lera (Tabell 2). Då mätningarna i typområdena inkluderar alla källor har koncentrationen från åkermarken i dessa områden skattas utifrån en källfördelning.

Test och kalibrering av N-läckagehalter med FyrisNP i avrinningsområdesskalan

Den metod att testa läckagekoefficienter för rotzonsläckag i avrinningsområdesskalan med FyrisNP-modellen som utvecklades av Djodjic m.fl. (2010) användes för att testa läckagekoefficienterna från både TRK och PLC5. Metoden användes också för att testa vilken N-koncentration som skulle behövas för att kunna simulera förlusten av N från ett avrinningsområde med rimlig retention.

Modellbeskrivning

FyrisNP beräknar källfördelad brutto- och nettotransport av kväve och fosfor i sjöar och vattendrag. Tidssteget i modellen är antingen på vecka eller på månad och den rumsliga upplösningen är på delavrinningsområdesnivå (Hansson m.fl., 2008). Det principiella beräkningsförfarandet är att uttransporten från ett delavrinningsområde är summan av all tillförsel från uppströms belägna avrinningsområden plus intern tillförsel inom avrinningsområdet minus retentionen. Retentionen, dvs. förlust av näring i sjöar och vattendrag genom sedimentation, upptag av växter och denitrifikation, beräknas som funktion av vattentemperatur och hydraulisk belastning (vattenföring). Retentionen beräknas lika för samtliga källor i modellen. Modellen kalibreras mot tidsserier med uppmätta kväve- (Tot-N) och fosfor- (Tot-P) koncentrationer genom att anpassa två parametrar, där den ena parametern reglerar temperaturberoende (c_0) och den andra (k_{vs}) justerar hur retentionen påverkas av vattenföringen. En effektivitetskoefficienten (Nash and Sutcliffe, 1970) beräknas för att bedöma modellens förmåga att efterlikna uppmätta halter och transporter. Data som används för kalibrering av FyrisNP-modellen kan delas in i tidsberoende data (Hansson m.fl., 2008) t.ex. tidsserier på uppmätta koncentrationer för kväve och fosfor, vattentemperatur, avrinning och utsläpp från punktkällor (se figur

14), samt tidsberoende data t.ex. information om markanvändning och sjö- och vattendragsareal.

Kalibrering och retentionsmodelleringen

Av de områden som testmetoden med FyrisNP är uppsatt för var det endast område U8 som bedömdes ha lera som domineras av lerjord (clay; > 40% ler). Testerna gjordes därför med data från U8 och baserat på den förbättrade jordartskarta som även användes i Djodjic m.fl. (2010). Modellen kördes med vecka som tidssteg för perioden 2000-01-01 till 2009-06-30. Följande tester gjordes:

1. TRK-koefficienter
2. PLC5-koefficienter med grödfördelning för regionen från PLC5
3. PLC5-koefficienter med lokal grödfördelning
4. Uppräkning av indata-koefficienter för att kunna simulera förlusten av N från U8 med rimlig retention.

Anpassning av kalibreringsparametrarna c_0 och k_{vs} gjordes för test 1-3 genom att köra datasetet 2000 gånger med Monte Carlo simuleringar för att finna de värden som resulterade i den bästa överensstämmelsen mellan simulerad och uppmätt N-koncentration i utloppspunkten för U8. Effektivitetskoefficienten enligt Nash and Sutcliffe (1970) användes för att bestämma bästa kalibreringsvärde. För test 4, då modellen skulle användas för att beräkna vilka värden på läckagekoefficienterna som skulle behövas för att få en överensstämmelse mellan simulerad och uppmätt N-koncentration i utloppspunkten, kalibrerades förutom c_0 och k_{vs} även indatavärdena (PLC5-koefficienterna).

Resultat

Skillnader mellan TRK och PLC5

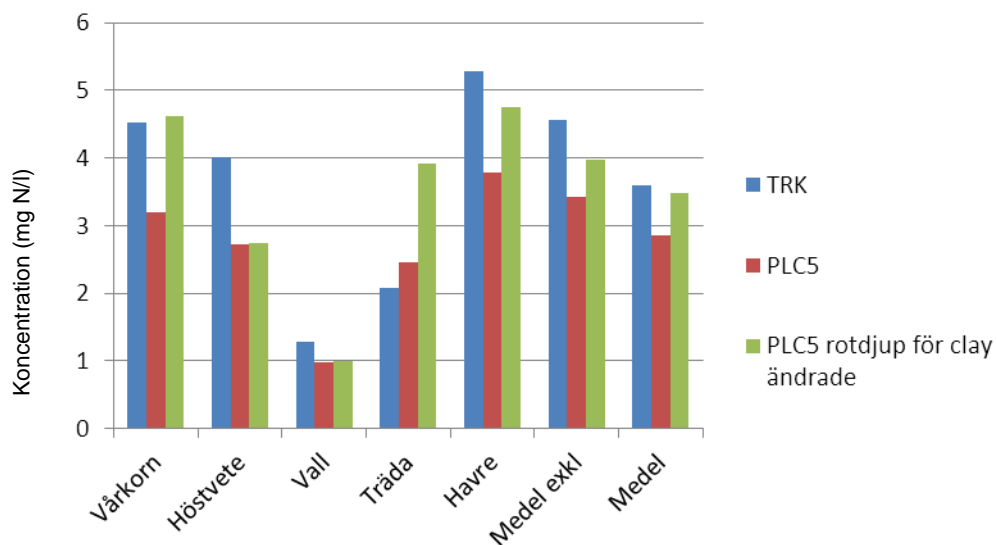
Med beteckningen TRK i figurerna nedan avses beräkningen för 1999 med TRK-metoden och med PLC5 avses 1999 med PLC5-metoden.

I detalj redovisas resultat från region 4 och 6 eftersom det är de regioner som har störst andel clay, men även resultat från övriga regioner redovisas. Differensen mellan loam och clay från samtliga regioner redovisas för att ge en uppskattning om den ändrade förutsättningen påverkar clay mer än de övriga jordarna. Loam antas kunna representera de övriga jordarna.

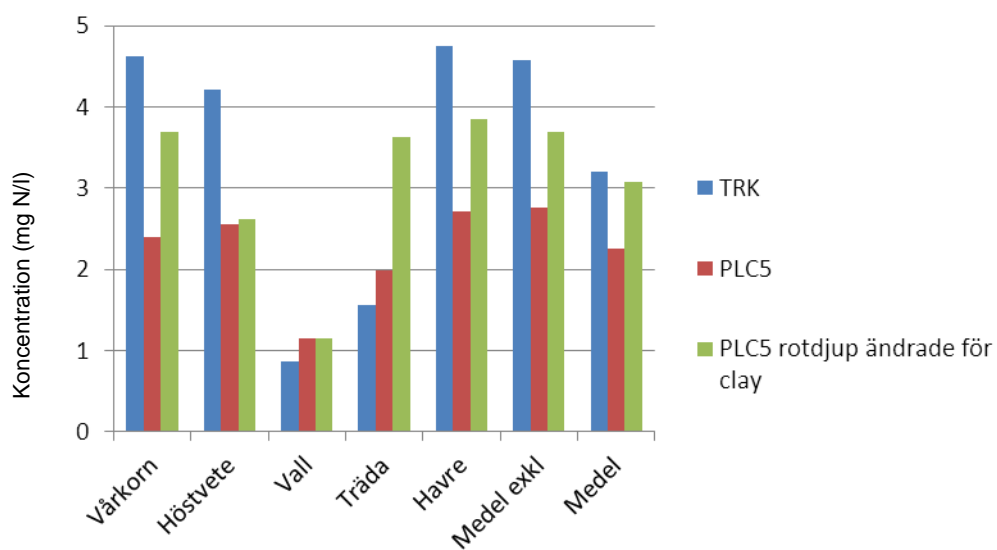
Rotdjup

Rotdjupen för de olika jordarterna bestäms i beräkningarna dels av vad man empiriskt vet om rotdjup på olika jordar, dels av kunskapen om vad just en sådan parameterisering medför, där hänsyn måste tas till hela jordartsspannet. Ett fåtal rotdjup har i PLC5 blivit felparameteriserade på clay och delar av utvärderingen visar vilken inverkan det har haft på modellens resultat

Trädan var den gröda vars koncentration ändrades mest vid förändring av rotdjupet till TRK-värden i både region 4 och 6 (Figur 4 och Figur 5). För vårkorn och havre vars rotdjup också ändrades nådde koncentrationen upp i samma halt som i TRK-beräkningen i region 4. I region 6 nådde koncentrationen inte värdena för TRK men den ökade ca 1.0 mg N/l jämfört med PLC5-värdet.

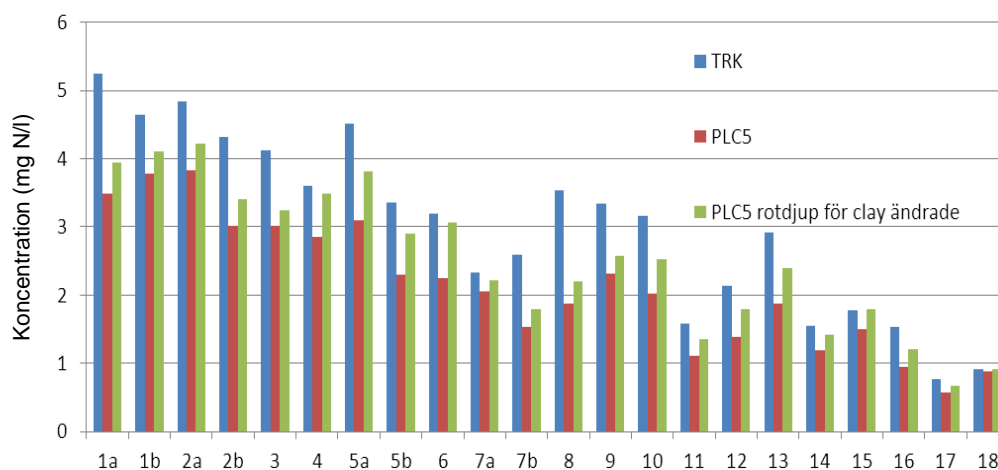


Figur 4. Koncentration för några olika grödor för TRK, PLC5, PLC5 med ändrade rottdjup för vårkorn, havre och träda för clay, region 4, clay. Medel exkl är medel för alla grödor utom vall och träda, medel är medel för alla grödor.

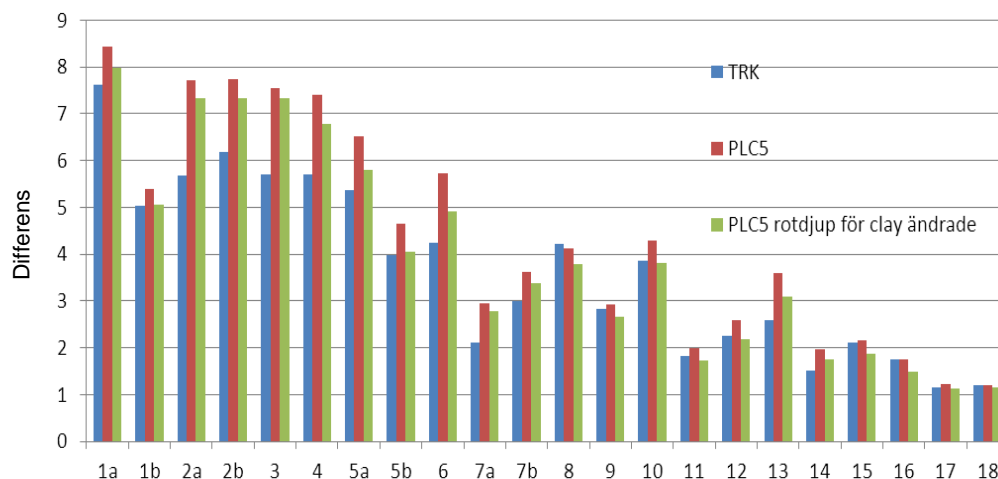


Figur 5. Koncentration för några olika grödor för TRK, PLC5, PLC5 med ändrade rottdjup för clay för vårkorn, havre och träda, region 6, clay. Medel exkl är medel för alla grödor utom vall och träda, medel är medel för alla grödor.

Ändringen av rotdjup för vårkorn, havre och träda gav högre koncentration i samtliga regioner (Figur 6). Förändringens storlek var beroende på hur stor andel av grödorna i respektive region som berördes. Differensen mellan koncentrationen för loam och clay minskade när rotdjupet för vårkorn, havre och stubbträda ändrades för clay eftersom det var en ändring som inte påverkade loam (Figur 7).



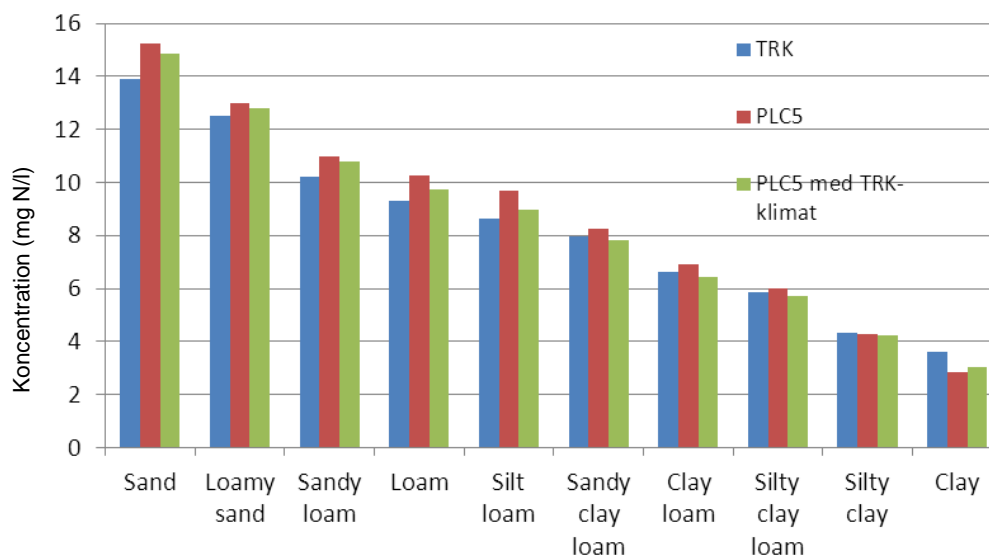
Figur 6. Koncentration för TRK, PLC5, PLC5 med ändrade rotdjup för vårkorn, havre och träda för clay, clay, medel för alla grödor, samtliga regioner.



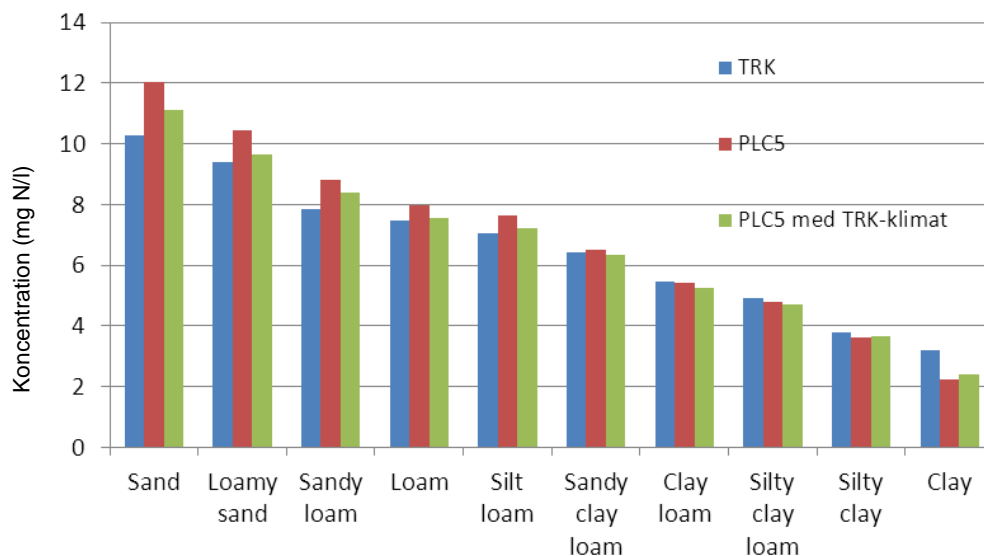
Figur 7. Differens mellan koncentrationen för loam och clay för TRK, PLC5 och PLC5 med ändrade rotdjup för vårkorn, havre och träda för clay, medel för alla grödor, samtliga regioner.

Klimatperiod

Byte av klimatperiod från TRK-metodens 1973-92 till PLC5-metodens 1985-2004 påverkade alla jordar (Figur 8 och Figur 9). I både region 4 och 6 minskade koncentrationen eller var oförändrad för alla jordar utom clay när PLC5 jämfördes med PLC5 beräknat med TRK-metodens klimatperiod. För clay ökade koncentrationen.

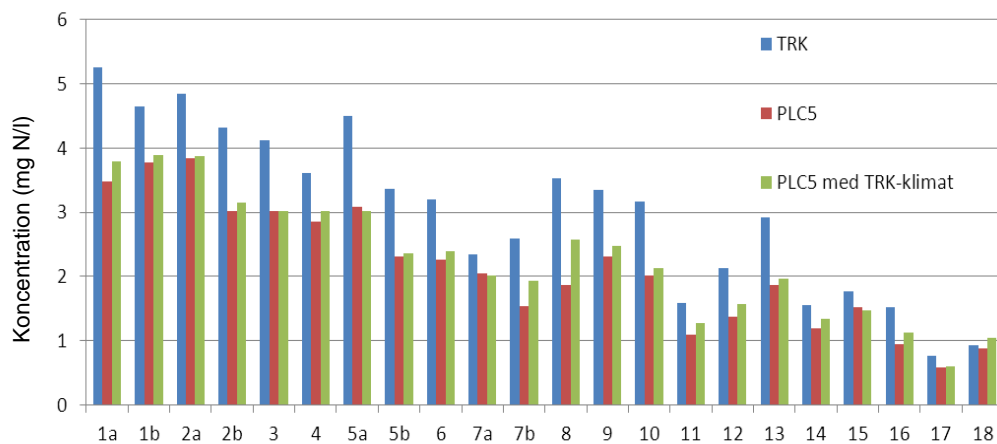


Figur 8. Koncentration för TRK, PLC5, PLC5 med TRK-metodens klimatperiod, medel för alla grödor, samtliga jordar, region 4

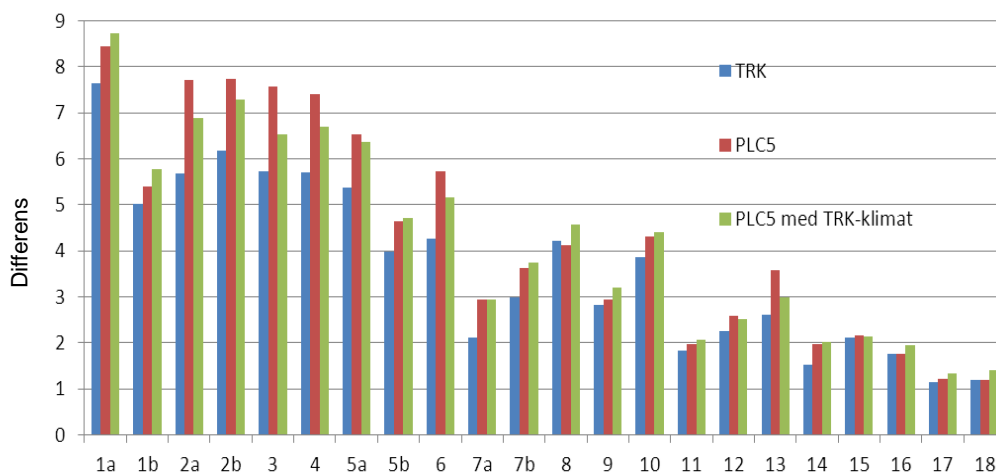


Figur 9. Koncentration för TRK, PLC5, PLC5 med TRK-metodens klimatperiod, medel för alla grödor, samtliga jordar, region 6.

Ändring av den beräknade klimatperioden resulterade i ingen förändring till måttlig ökning av koncentrationen för clay i de flesta regionerna (Figur 10). Differensen mellan koncentrationen för loam och clay både ökade och minskade vid förändrad klimatperiod (Figur 11).



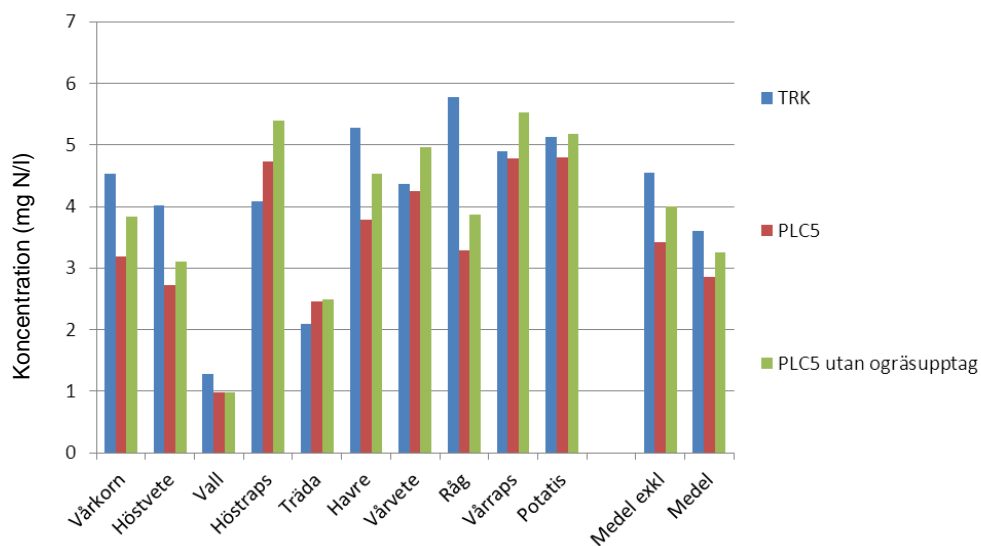
Figur 10. Koncentration för TRK, PLC5 och PLC5 med samma klimatperiod som med TRK-metoden, clay, medel för alla grödor, för samtliga regioner,



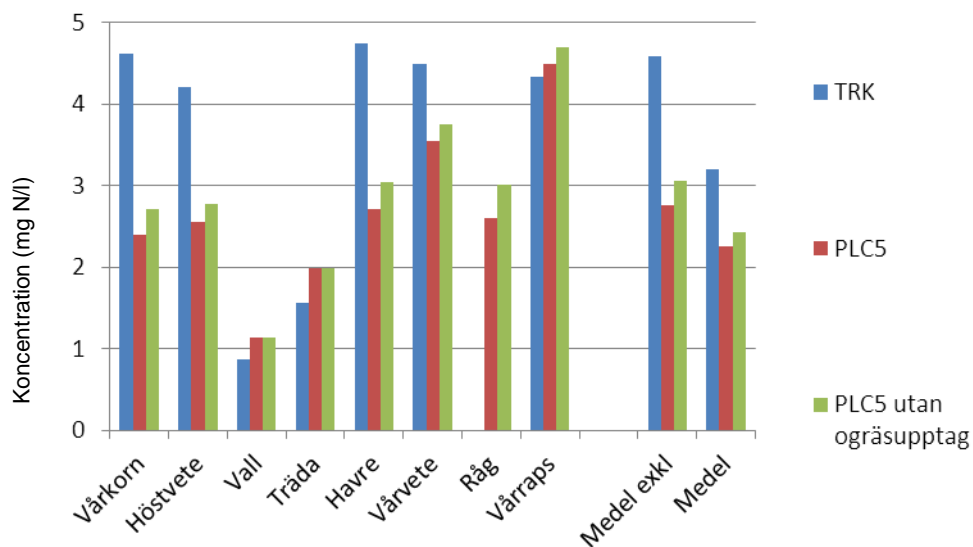
Figur 11. Differensen mellan koncentration för loam och clay för TRK, PLC5 och PLC5 med TRK-klimat, för samma klimatperiod som TRK, för samtliga regioner, clay, medel för alla grödor.

Ogräsupptag

Att ta bort ogräsupptaget ökade koncentrationen för alla grödor utom vall och träda som inte berörs direkt av ändringen (Figur 12 och Figur 13). Utan ogräsupptag blir marken obevuxen efter skörden. Förändringen av koncentrationen för vall och träda hade andra orsaker än ogräsupptaget. Vall hade både i TRK-metoden och PLC5-metoden ett motsvarande ogräsupptag efter andra skörden. Storleken på upptaget efter andra skörden av vall var i TRK-metoden ett fast värde oberoende av region medan det i PLC5-metoden var ett värde som beräknades beroende på hur lång perioden för tillväxt var. Upptaget kan därför skilja mellan olika regioner. Trädan växer hela växtsäsongen, skördas inte och påverkas inte av ogräsförändringen. Att koncentrationen för träda påverkas något när ogräsupptaget tas bort beror på den påverkan på efterföljande grödor som olika förändringar har.

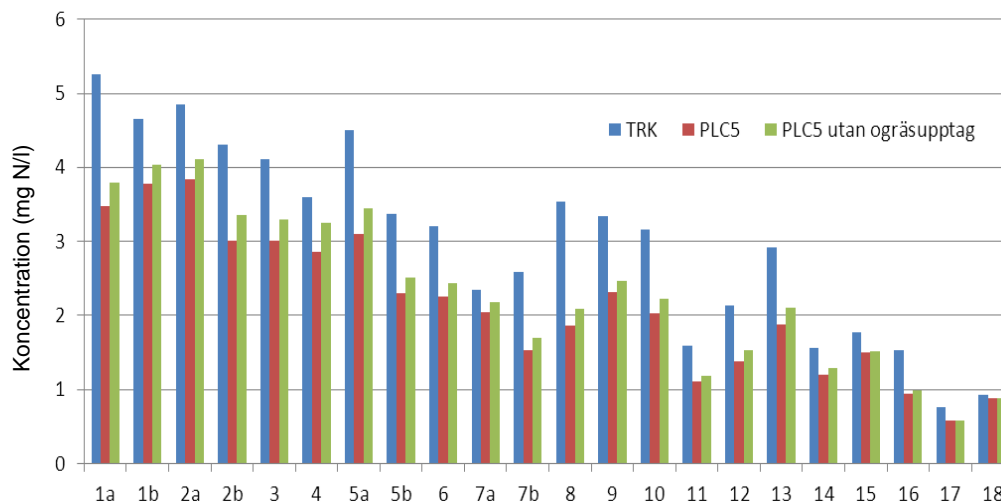


Figur 12. Koncentration för samtliga grödor i region 4, för TRK, PLC5 och PLC5 utan ogräsupptag, clay, Medel exkl är medel för alla grödor utom vall och träda, medel är medel för alla grödor.

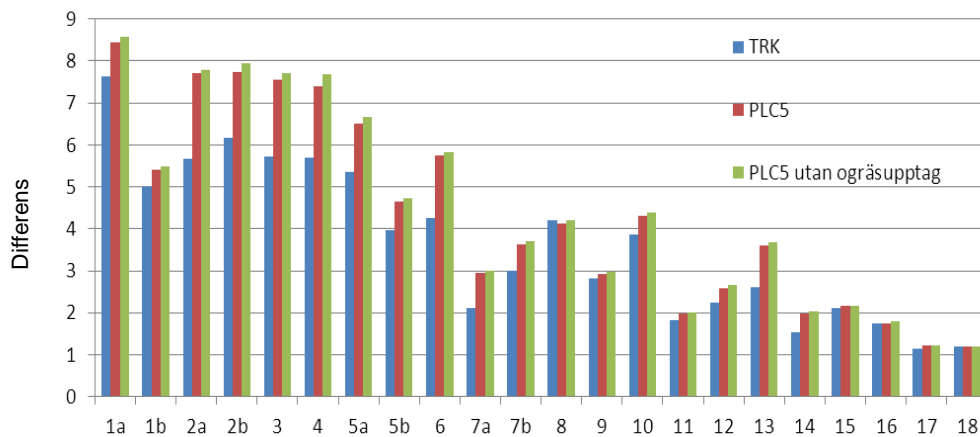


Figur 13. Koncentration för samtliga grödor i region 6, för TRK, PLC5 och PLC5 utan ogräsupptag, clay, Medel exkl är medel för alla grödor utom vall och träda, medel är medel för alla grödor.

I beräkningen PLC5 utan ogräsupptag höjdes koncentrationen i samtliga regioner (Figur 14). Det beror på att det då inte finns någon växtlighet efter huvudgröda som kan ta upp det kväve som finns kvar i profilen. Även koncentrationen för loam höjdes utan ogräsupptag eftersom differensen mellan koncentrationen för loam och clay ökade något trots att koncentrationen för clay höjdes (Figur 15).



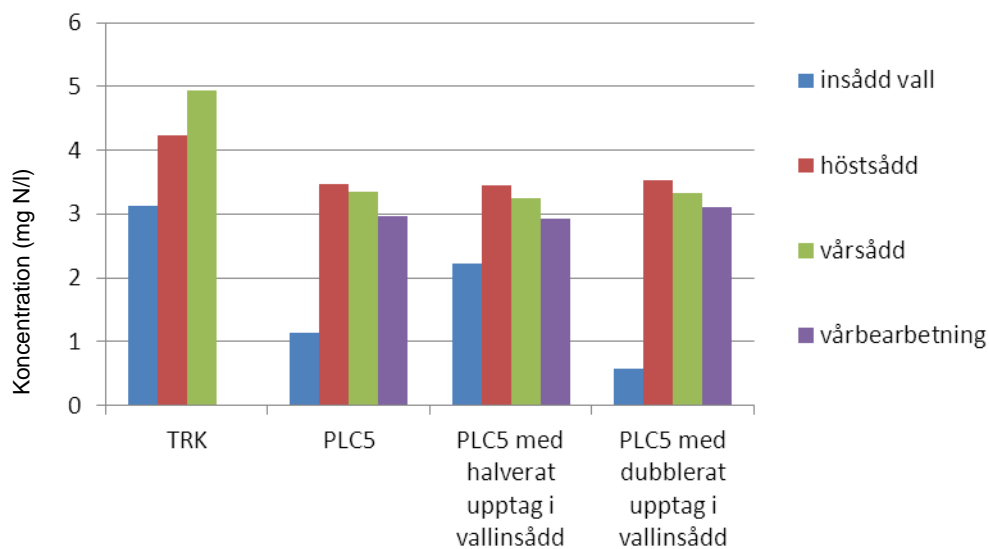
Figur 14. Koncentration för TRK, PLC5 och PLC5 utan ogräsupptag, clay, medel för alla grödor, samtliga regioner.



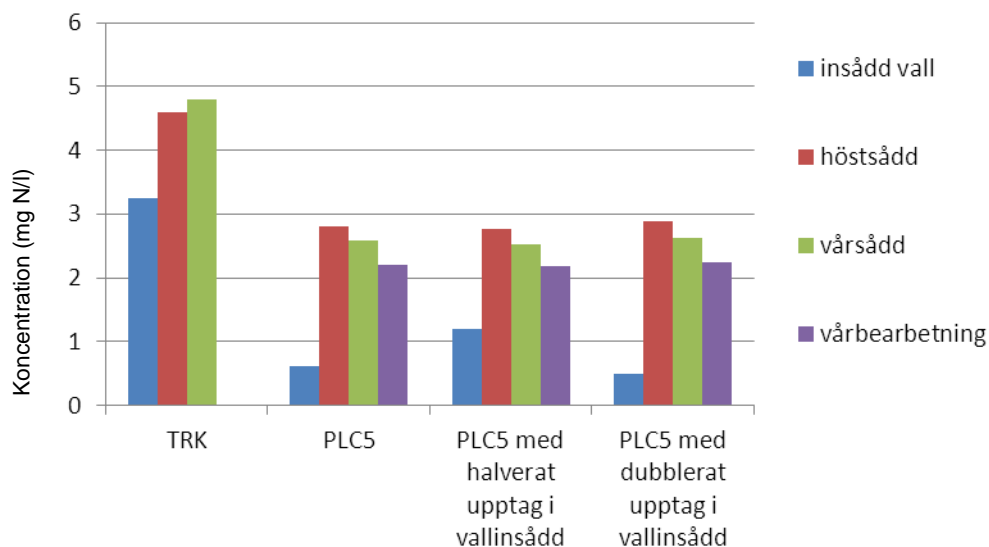
Figur 15. Differensen mellan koncentration för loam och clay för TRK, PLC5 och PLC5 utan ogräsupptag, samtliga regioner, medel för alla grödor.

Vallinsådd

Förändrad storlek på kväveupptaget vid insådd av vall påverkar läckaget just vid det tillfället när t.ex. vårkorn följs av vall medan det inte påverkar de övriga tillfällena med vårkorn (Figur 16 och Figur 17).

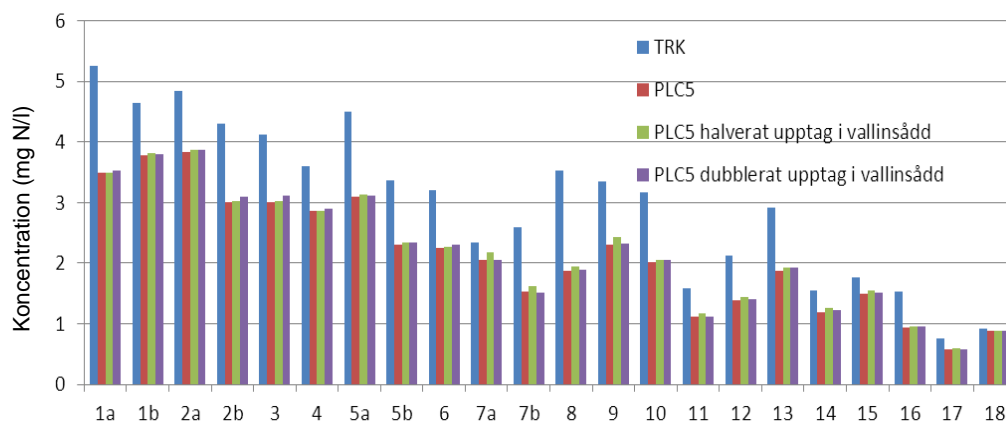


Figur 16. Koncentration för vårkorn som följs av vall, höstsådd gröda, vårsådd gröda och vårbearbetning för TRK, PLC5, PLC5 med halverat upptag i vallinsådden och PLC5 med dubblerat upptag i vallinsådden, region 4, clay,...

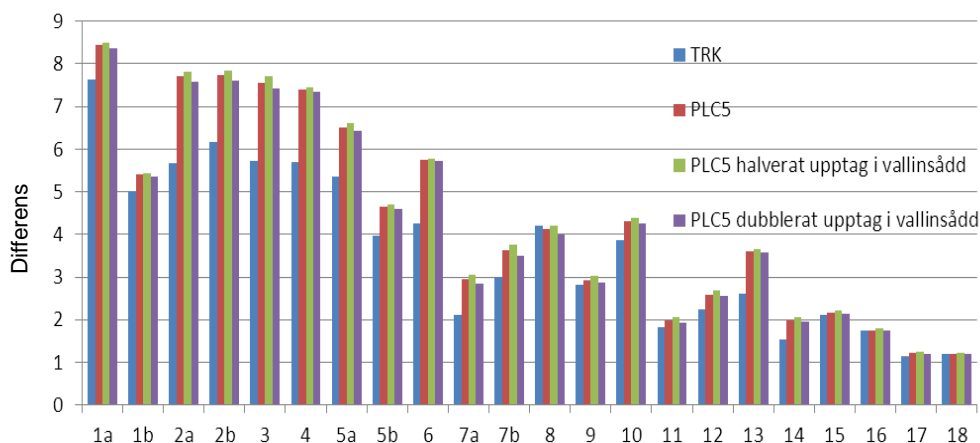


Figur 17. Koncentration för växtämne som följs av vall, höstsådd, vårsådd och vårbearbetning, för TRK, PLC5, PLC5 med halverat upptag i vallinsådden och PLC5 med dubblerat upptag i vallinsådden, region 6, clay.

Medelkoncentrationen per region påverkas lite vid förändrat upptag vid vallinsådd (Figur 18). Skillnaderna i differensen mellan koncentrationen för loam och clay är relativt lika oberoende av upptagsmängd i vallinsådden så förändrat upptag i vallinsådden påverkar loam och clay lika mycket (Figur 19).



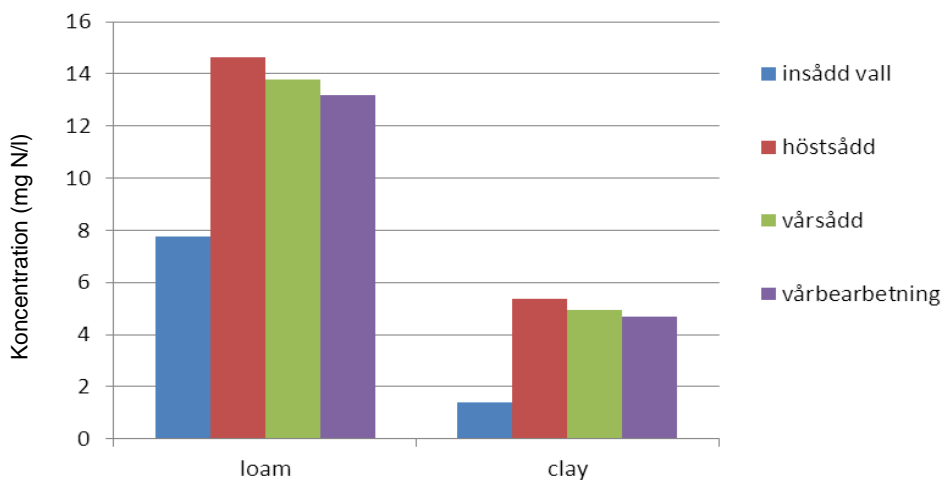
Figur 18. Koncentration för clay i alla regioner för TRK, PLC5, PLC5 med halverat upptag i vallinsådden och PLC5 med dubblerat upptag i vallinsådden, samtliga regioner, medel för alla grödor.



Figur 19. Differensen mellan koncentration för loam och clay i alla regioner för TRK, PLC5, PLC5 med halverat upptag i vallinsådden och PLC5 med dubblerat upptag i vallinsådden, medel för alla grödor, samtliga regioner.

Vårbearbetning

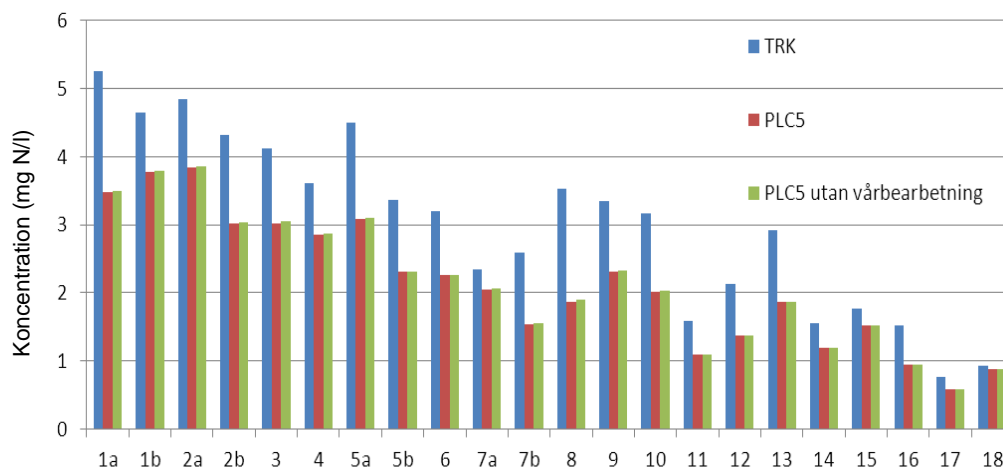
Vårbearbetning reducerar utlakningen något jämfört med jordbearbetning på hösten inför vårsådd gröda i PLC5-beräkningen (Figur 20).



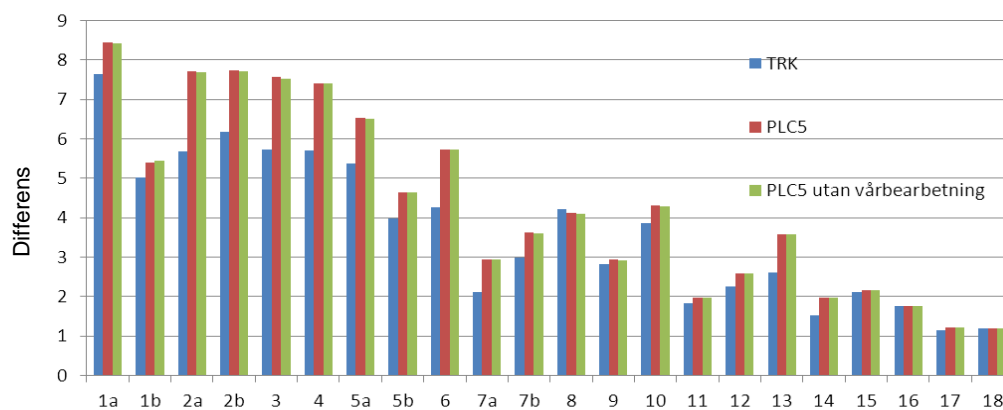
Figur 20. Koncentration (mg N/l) för vårkorn följt av insådd vall, höstsådd, vårsådd respektive vårbearbetning, region 8, PLC5, loam och clay.

Koncentrationen ökade marginellt för alla regioner jämfört med PLC5 och när PLC5 beräknades utan vårbearbetning (Figur 21). Orsaken till att effekten var mar-

ginell var att vårbearbetning endast förekom på några få procent av arealen i respektive region och att effekten av vårbearbetning i det enskilda fallet var litet för clay. Vårbearbetning förkom på 2 % av arealen i region 4, 1% i region 6 och 11% i region 8. Effekten av vårbearbetning var större i loam och differensen mellan koncentrationen för loam och clay minskade något (Figur 22).



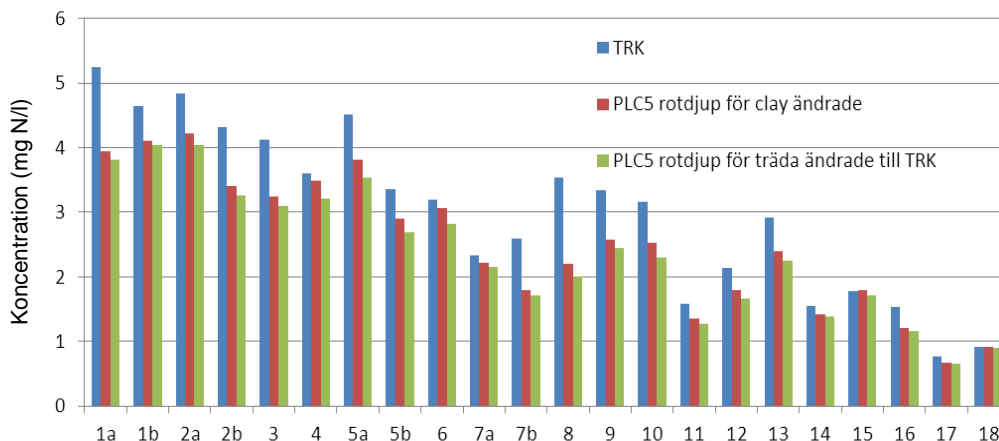
Figur 21. Koncentration för clay i alla regioner för TRK, PLC5, PLC5 utan vårbearbetning, medel för alla grödor, samtliga regioner.



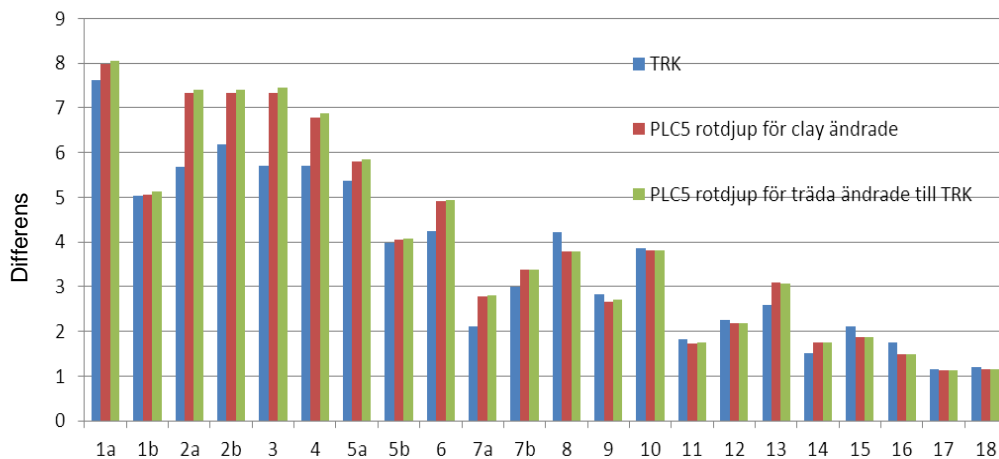
Figur 22. Differensen mellan koncentration för loam och clay för TRK, PLC5, PLC5 utan vårbearbetning, medel för alla grödor, samtliga regioner.

Rotdjup för träda

När rotdjupet för träda antogs vara som i TRK, d.v.s. ett rotdjup på 1,4 m för träda och därmed samma som vall, minskade koncentrationen jämfört med PLC5 med korrigerade rotdjup för vårkorn och havre (Figur 23). Koncentrationen för loam minskade också men inte lika mycket som för clay, och differensen mellan koncentrationen för loam och clay ökade därför något (Figur 24).



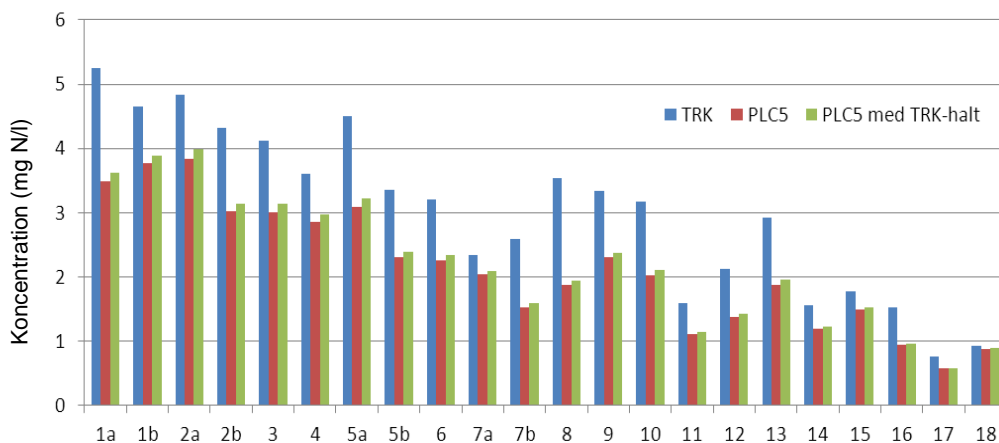
Figur 23. Koncentration för clay för TRK, PLC5, PLC5 med rotdjup enligt TRK, medel för alla grödor, samtliga regioner.



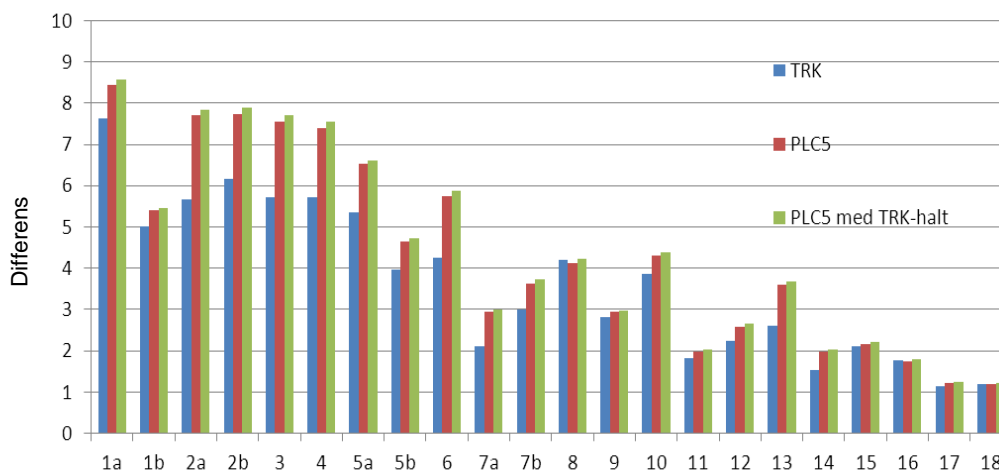
Figur 24. Differensen mellan koncentration för loam och clay för TRK, PLC5, PLC5 med rotdjup enligt TRK, medel för alla grödor, samtliga regioner.

Halt organiskt material i marken

Förändring av halten organiskt material i marken, från 4,2 % i PLC5-metoden till 4,3% i TRK-metoden, ökade medelkoncentrationen i samtliga regioner måttligt (Figur 25). Koncentrationen för loam ökade mer och differensen mellan loam och clay ökade något mellan PLC5 och PLC5 med TRK-halt (Figur 26).



Figur 25. Koncentration för clay för TRK, PLC5, PLC5 med TRK-halt, medel för alla grödor, samtliga regioner.



Figur 26. Differensen mellan koncentration för loam och clay för TRK, PLC5, PLC5 med TRK-halt, medel för alla grödor, samtliga regioner.

Observationer av kvävehalter i läckage från åkermark med styva leror.

NLeCCS genererar typhalter för nitrat. Observationer av nitratkvävehalter är således av primärt intresse vid jämförelse med typhalterna.

De sammanställda medelvärdena av observerade nitratkoncentrationer i utlakat vatten från normalgödslade rutor i Lanna-försöken var för den sammanställda perioden omkring 3.5 mg/l. Medelvärdet av läckagekoefficienterna för region 5a 1999 var 4.5(TRK)/3.2(PLC5metod) mg/l och för alla grödor exklusive vall och träda var medelvärdet 6.8 (TRK)/4.2(PLC5metod) mg/l. Då försöket enbart innehåller spannmål bör medelvärde för läckagekoefficient exklusive vall och träda vara mest jämförbart. Halterna från Lanna-försöket ligger således under typhalterna beräknade för clay i region 5a både för 1999 beräknat med PLC5-metoden och lika med eller strax under för TRK-beräkningen. Medelvärdet av skattade nitratkoncentrationer i utlakat vatten från åkermark i typområde O18, som också ligger i region 5a, var 5.0 mg/l. Detta område är starkt dominerat av öppen växtodling och därför bör även här medelvärdet för läckagekoefficient exklusive vall och träda vara mest jämförbart. Den skattade halten från åkermark i området ligger jämfört med detta läckagekoefficientsmedel något under TRK-värdet och något över värdet beräknat med PLC5-metodik.

Medelvärdena av observerade nitratkoncentrationer i utlakat vatten från observationsfälten i region 4 varierade för den sammanställda perioden 3.3 (fält 7E) respektive 5.3 (fält 20E) mg/l. Odlingen på både dessa fält är dominerat av öppen växtodling med inslag av stallgödsling (nöt/svin). Grödfördelningen på aktuella fält kan kanske motsvara koncentration någonstans mellan medelvärdet för all areal i region 4 och medelvärdet för arealen exklusive vall och träda i region 4. Medelvärdet av läckagekoefficienterna för region 4 var 3.6(TRK)/2.9(PLC5-metod) mg/l och för alla grödor exklusive vall och träda var medelvärdet 4.6(TRK)/3.4(PLC5metod) mg/l. Läckagehalterna beräknade med TRK-metod ligger någonstans emellan medelvärdena för de två fälten medan halterna beräknade med PLC5-metod ligger under eller lika med medelvärdet för fältet med lägst koncentration. Medelvärdet av skattade nitratkoncentrationer i utlakat vatten från åkermark i typområde E24, som också ligger i region 4, var 4.4 mg/l. Detta område har en för regionen normal fördelning mellan öppen växtodling och vall/träda och därför bör medelvärdet för läckagekoefficienterna för all åkermarksareal vara mest jämförbart. Den skattade halten från åkermark i området ligger jämfört med detta medel för läckagekoefficienterna över både TRK-värdet och värdet beräknat med PLC5-metodik.

Medelvärdena av observerade nitratkoncentrationer i utlakat vatten från observationsfältet i region 6 (fält 7E) var för den sammanställda perioden 3.7 mg/l. Odlingen på detta fält består av öppen växtodling och vallar med betydande stallgödsling (från kor). Grödfördelningen kan antas vara normal för regionen. Medelvärdet av läckagekoefficienterna för region 6 var 3.2(TRK)/2.4(PLC5metod) mg/l och för alla grödor exklusive vall och träda var medelvärdet 4.6(TRK)/2.8(PLC5metod) mg/l. Läckagekoefficienter beräknade med TRK-metod ligger runtomkring medelvärdet för fältet medan läckagekoefficienterna beräknade med PLC5-metod ligger under medelvärdet för fältet. Medelvärdet av skattade nitratkoncentrationer i utlakat vatten från åkermark i typområde U8, som också ligger i region 6, var 3.6 mg/l. Detta område har en högre andel öppen växtodling än regionen och varför den kan jämföras med medelvärden för läckagekoefficienterna för både all åkermarksareal och för medelvärdet exklusive vall och träda. Den skattade halten från åkermark i området ligger emellan medelvärdena läckagekoefficienterna för TRK och över medelvärdena beräknat med PLC5 metodik.

Tabell 2. Långtidsmedelvärden av utlakning av kväve från åkermark med styv lera.

Typ av mätning	Plats	Utlaknings-region	Jordart	Lerhalt matjord/alv	Odling	Tot-N (mg/l)	NH4-N (mg/l)	NO3-N (mg/l)	Skattad NO3-N åkermark (mg/l) [#]
Rutförsök*	Lanna	5a	Clay		Spannmål 100%			3,7/3,3	
Observationsfält**	1D	6	Clay loam /Clay	35/52	Spannmål/vall (mjölkprod.)	5,1	0,06	3,7	
	7E	4	Clay	43/53	Spannmål (nöt)	3,9	0,01	3,3	
	20E	4	Clay	59/64	Spannmål (nöt,svin)	6,4	0,02	5,3	
Typområden***	O18	5a	Clay (karterad)	m>40	spannmål etc (<10%vall& träda)	5,3	0,04	4,5	5.0
	E24	4	Clay (bedömd)		vall&träda<30%	4,3	0,09	3,1	4.4
	U8	6	Clay (bedömd)		vall&träda<25%	3,7	0,16	2,2	3.6

*Medelvärden för 1) 3st normalgödslade rutor år 1993-2000: Linden et al., 2006 (ekohydrologi 91), sid 47. 2) 6 st normalgödslade rutor år 2000-2006: Aronsson et al., 2006 (ekohydrologi 93), sid 24.

**Medelvärde för nitrat år 1977-2007 (1989-2007 för fält 20E, för ammonium 1986-2007): Johansson & Gustafson, 2009 (tekn rapp 129), sid 10.

***Medelvärde för åren 1996-2010: Forsberg et al., 2011 (ekohydrologi 126), sid 12.

[#] Skattad NO3-N åkermark = Omviktad med avseende på beräknad nettoförlust för åkermark (utifrån källfördelning, se Forsberg et al., s 26): (skattad åkermarstransp/totaltransp)*NO3_N konc

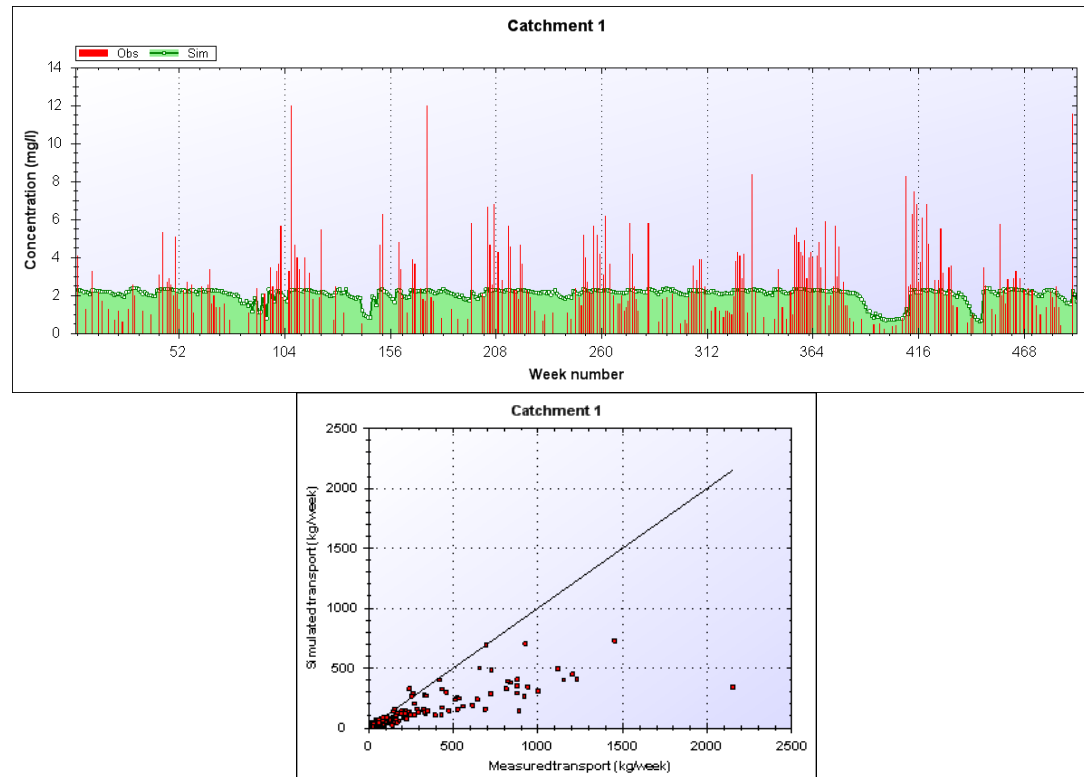
Test och kalibrering av N-läckagehalter med FyrisNP i avrinningsområdesskalan

Simuleringarna kunde inte uppnå uppmätta N-koncentrationer i utloppspunkten för område U8 (Figur 27), varken med koefficienterna från TRK eller PLC5 med regional eller lokal grödfördelning. Trots att retentionen endast var 3-4 % underskattades kvävekoncentrationen i samtliga körningar. Ingen av de förändringarna av PLC-metoden som testades hade sådan inverkan att det kunde påverka resultatet av FyrisNP beräkningarna annat än marginellt.

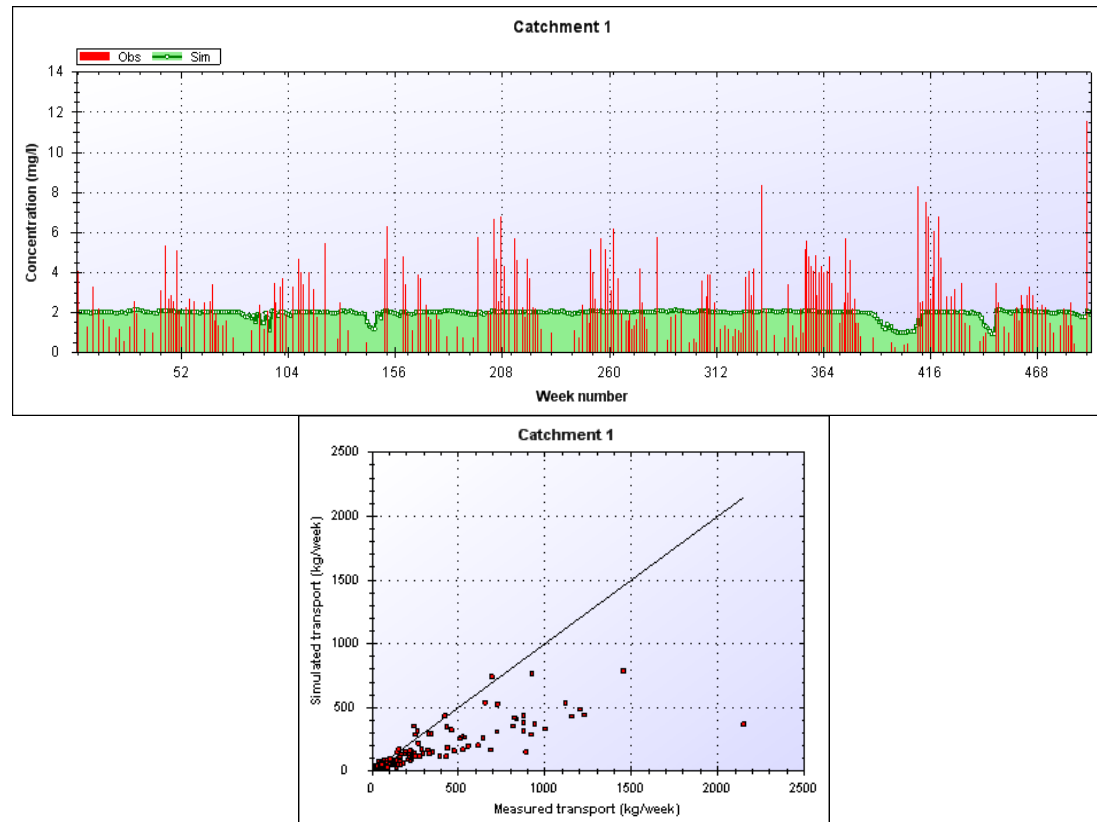
Då läckagekoefficienterna räknades upp genom kalibrering mot uppmätta läckagehalter kunde en bättre överensstämmelse med uppmätta värden nås (Figur 28). Den bästa överensstämmelsen uppnåddes då läckagekoefficienterna från PLC5 räknades upp 2,5 gång och då retentionen motsvarade 18% (Figur 29). De arealsviktade läckagekoefficienterna utan extern vall varierade då mellan 6,61 och 8,97 mg/l för de olika delavrinningsområdena .

Tabell 3. Arealasviktade läckagekoefficienter exklusive extensiv vall för delavrinningsområdena i område U8. Lokal grödsammansättning har använts.

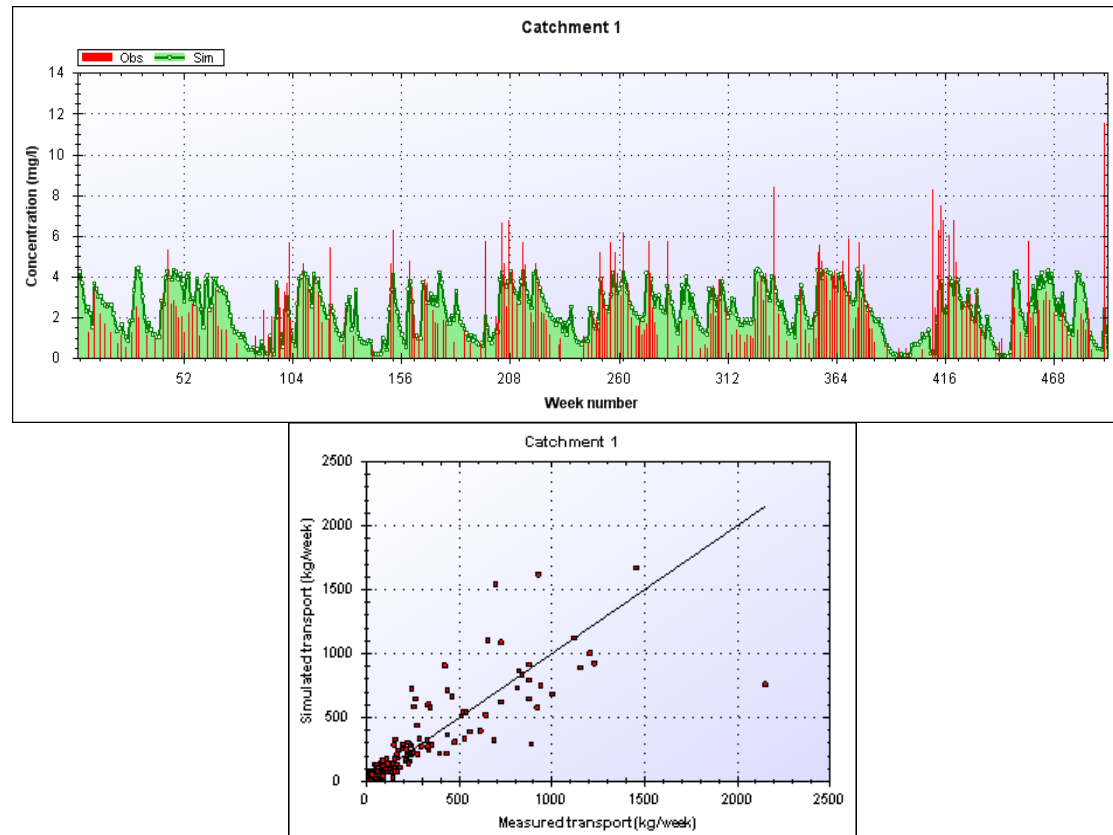
Delavrinningsområde:	TRK mg/l	PLC5 mg/l	Kalibrerade mg/l
1	3,99	3,00	7,49
2	3,07	2,64	6,61
3	4,02	3,42	8,56
4	3,85	2,74	6,85
5	4,14	3,59	8,97
6	3,44	2,99	7,48



Figur 27. Simulerad (grön) och uppmätt (röd) N-koncentration i område U8:as utlopp samt figur med 1:1-linje för att visa korrelationen mellan uppmätt och simulerad transport. Simuleringarna är gjorda i FyrisNP med N-läckagehalter för lera (clay) från TRK.



Figur 28. Simulerad (grön) och uppmätt (röd) N-koncentration i område U8:as utlopp samt figur med 1:1-linje för att visa korrelationen mellan uppmätt och simulerad transport. Simuleringarna är gjorda i FyrisNP med N-läckagehalter för lera (clay) från PLC5 och med lokal grödfördelning.



Figur 29. Simulerad (grön) och uppmätt (röd) N-koncentration i område U8:as utlopp samt figur med 1:1-linje för att visa korrelationen mellan uppmätt och simulerad transport. Simuleringarna är gjorda i FyrisNP med kalibrerade N-läckagehalter för lera (clay).

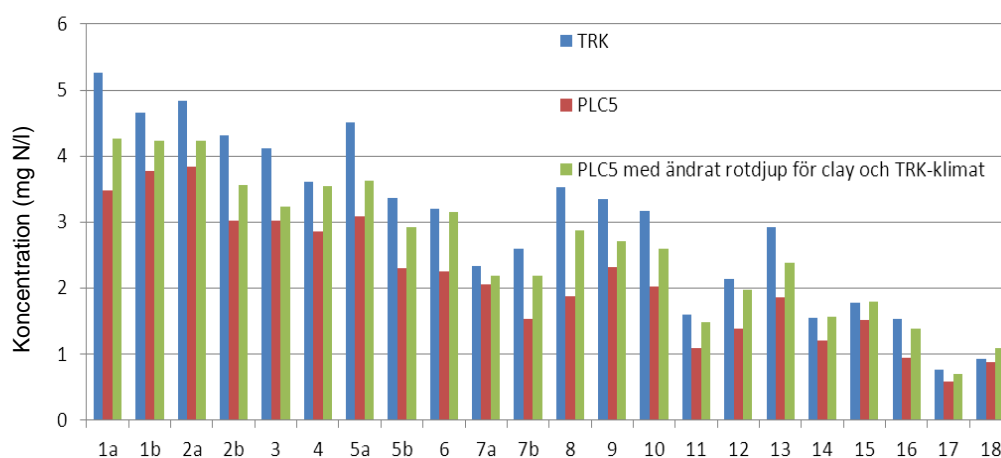
Diskussion och slutsatser

Skillnader mellan TRK och PLC5

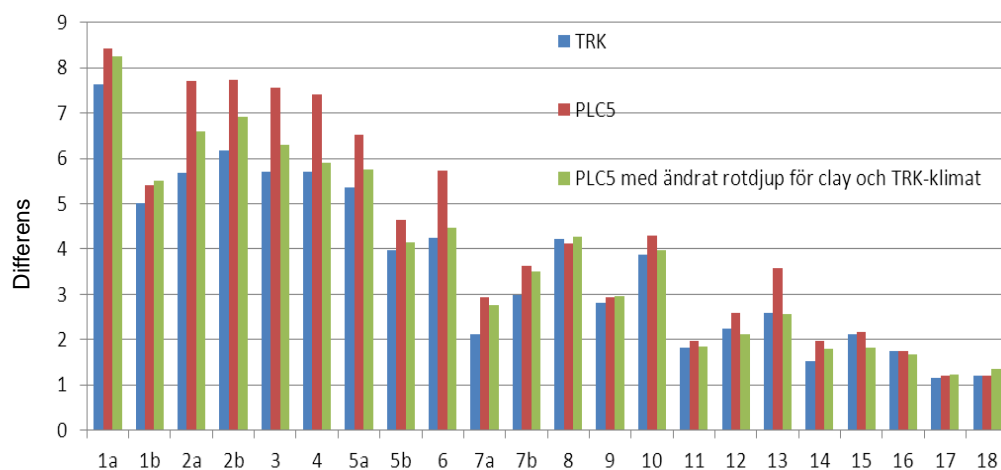
Förändringarna som endast påverkade clay (rotdjupskorrigeringar för vårkorn, havre och och stubbträda) kunde som helhet förklara en betydande del av den ökade skillnaden mellan clay och loam koncentrationerna vid skiftet mellan TRK- och PLC5-metodiken. Variationen var dock stor mellan olika regioner; från att i vissa regioner (exempelvis region 5b) förklara hela den ökade differensen i koncentrationen mellan clay och loam till att i några regioner endast förklara en mindre del av differensen (exempelvis region 3). I region 4 och 6, i vilka frågeställningen om låga halter i första hand dykt upp och som har betydande areal av clay, kunde knappt hälften av differensen i koncentrationen mellan clay och loam förklaras av rotdjupskorrigeringarna. Noteras bör att den absoluta koncentrationen för clay i region 4 och 6 vid korrigerat rotdjup med PLC5-metodik i stort sett blev lika med koncentrationen för clay med TRK-metodik men att även koncentrationen för loam har ändrats vid skiftet från TRK- till PLC5-metodik, varför det kvarstår en differensskillnad.

Ändrad klimatperiod (och målavrinningar) var den enda av förändringarna som påverkade alla jordarter som kunde förklara en betydande del av den ökade skillnaden mellan clay och loam koncentrationerna vid skiftet mellan TRK- och PLC5-metodiken. Variationen var även här stor mellan de olika regionerna; från att i några regioner förklara drygt hälften av den ökade differensen mellan clay och loam koncentrationerna (exempelvis region 3) till att i vissa regioner faktiskt öka differensen mellan clay och loam koncentrationerna (exempelvis region 10). I region 4 och 6, i vilka frågeställningen om låga halter i första hand dykt upp och som har betydande areal av clay, kunde knappt hälften av differensen mellan clay och loam förklaras av förändrad tidsserie för klimatet. Noteras bör att den absoluta förändringen av koncentrationen för clay i region 4 och 6 vid korrigerat klimat med PLC5-metodik inte blev så stor men eftersom koncentrationen för loam ändrades i motsatt riktning vid skiftet från TRK- till PLC5-metodik minskade differensen mellan TRK och PLC5 med TRK-klimat ändå betydelsefullt.

Den samlade effekten av förändrat rotdjup och förändrat klimat (Figur 30) förklarar huvuddelen av den ökade differensen mellan clay och loam koncentrationerna vid skiftet mellan TRK- och PLC5-metoden för ett flertal regioner. I region 4 och 6 förklaras i stort sett hela differensen av dessa två faktorer. I dessa regioner erhöles ungefär samma koncentration som för TRK-beräkningen efter dessa två korrigeringar i beräkningen med PLC5-metoden (Figur 30). Övriga faktorer (ogräsupptag, vallinsådd, vårbearbetning, rotdjup för träda, halten organiskt material i marken) förklarade endast en mindre del av den ökade differensen för de flesta regionerna.



Figur 30. Koncentration för loam och clay för TRK, PLC5 och PLC5 med ändrat rotdjup för clay och samma klimatperiod som TRK, för samtliga regioner, clay, medel för alla grödor, samtliga regioner.



Figur 31. Differensen mellan koncentration för loam och clay för TRK, PLC5 och PLC5 med ändrat rotdjup för clay och samma klimatperiod som TRK, för samtliga regioner, clay, medel för alla grödor, samtliga regioner.

Några konklusioner kan göras inför kommande beräkningar. Justeringen av rottdjup för clay bör göras och kommer att ge en betydande koncentrationsökning för ett antal regioner, framförallt region 4 och 6. Justering av klimat är en mer komplicerad fråga. Argument finns både för att använda samma klimat-tidserie för beräkningar för olika år och för att använda olika. Jämförbarhet mellan regioner och förändringen i odling och odlad areal vinner på att använda samma klimat. Användningen av koefficienterna för kalibrering av retention och för att beskriva det normaliserade klimatet vinner på att använda olika klimat.

Observationer av kvävehalter i läckage från åkermark med styva leror

Genomgången av observerade nitratkoncentrationer från ett antal fält/områden med styva leror kan grovt sammanfattas att i:

- Region 5a ligger TRK-läckagekoefficienterna över observationerna medan PLC5-värden ligger ungefär lika.
- Region 4 ligger TRK-läckagekoefficienterna lika med observationer och PLC5 under.
- Region 6 ligger TRK-läckagekoefficienterna lika med observationer och PLC5 strax under

En ännu grövre samlad slutsats av detta för samtliga regioner tillsammans kan vara att TRK-läckagekoefficienterna för clay ligger ungefär lika eller knappt lika med observationerna medan PLC5-läckagekoefficienterna ligger något under observerade halter.

För rottdjupskorrigerade halter beräknade med PLC5-metodik kommer skillnaden att minska ytterligare eller helt försvinna mellan beräknade och observerade halter.

Test och kalibrering av N-läckagehalter

Kalibreringen av läckagekoefficienthalterna i avrinningsområdes-skalan gav 2,5 gånger högre N-koncentrationer än PLC5-koefficienterna. Det motsvarar ungefär en fördubbling av TRK-värdena. Vid en jämförelse med observerade värden finns det inget stöd för att läckagehalterna för clay skulle behöva ökas så mycket. Vad som dock inte tagits hänsyn till i uppskalningen till avrinningsområde är att läckagekoefficienterna från NLeCCS avser nitratkväve, medan kalibreringen i FyrisNP är gjord mot koncentration av totalt N. Övrigt N motsvarade mellan 15 och 36% i de

observationer som redovisas i Tabell 2, och där just område U8 hade den största andelen övrigt N. Skillnaden i N-form i beräkningarna skulle alltså kunna förklara en del av undereskattningen av N-koncentrationen i avrinningområdesskalan då NLeCCS-koefficienterna används.

Referenser

Djodjic, F., Johnsson, H., Brandt, M. & Grahn, G., 2004. Förbättringar i beräkningar av jordbruksläckaget. SMED Rapport Nr 10. 25 s.

Djodjic, F., Orback, C., Wallin, M., Blombäck, K., Johnsson, H. & Kyllmar, K., 2010. Kalibrering och validering av jordbruksläckagekoefficienter och beräkningar av retention i små sjölösa områden. SMED Rapport Nr 43. 82 s.

Johnsson, H. & Mårtensson, K. 2002. Kväveläckage från svensk åkermark Beräkningar av normalutlakning för 1995 och 1999. Rapport 5248, Naturvårdsverket.

Johnsson, H., Larsson, M., Lindsjö, A., Mårtensson, K., Persson, K. and G. Torstensson. 2008. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark. Rapport 5823, Naturvårdsverket.

Johnsson, H., Lindsjö, A., Mårtensson, K., & Persson, K. 2009a. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark för år 1999 beräknat med PLC5-metodik. Teknisk rapport 132. Avdelningen för biogeofysik och vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Appendix

Indata

Tabell A1. Korrigering i coupling i klimatdatabasen vid förskjutning av klimatserien.

Region	PLC5	PLC5 manipulerad
	preca0	preca0
1a	1.15	1.12
1b	1.34	1.26
2b	0.98	0.99
2a	1.21	1.23
3	1.23	1.25
4	1.48	1.38
5a	1.39	1.35
5b	1.29	1.21
6	1.5	1.48
7a	0.83	0.86
7b	1.33	1.27
8	1.21	1.28
9	1.4	1.38
10	1.08	1.01
11	1.27	1.27
12	1.11	1.3
13	1.32	1.32
14	1.47	1.51
15	1.56	1.56
16	1.11	1.2
17	1.67	1.73
18	1.56	1.56