



Förbättrad skattning av typhalter av N och P från skogs- och myrmark i södra Sverige inför PLC6 – kan modeller baserade på kNN-data användas?

Mats Fröberg & Stefan Löfgren,
Institutionen för vatten och miljö, SLU

Avtal: 4-2013-5

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.

Innehåll

INNEHÅLL	4
SAMMANFATTNING	5
SUMMARY	7
INTRODUKTION	9
DEL 1. SLUMPMÄSSIGT UTVALDA OMRÅDEN (FNOW-DATA)	11
Metoder	11
Urval	11
Vattenkemisk provtagning och analys	12
Kartdata	13
Statistisk modellering	16
Tre olika modeller	16
Resultat	18
DEL 2. JÄMFÖRELSE MED MILJÖÖVERVAKNINGSDATA FRÅN LIKNANDE OMRÅDEN	24
Metoder	24
Resultat	28
DEL 3. TYPHALTER FÖR PLC5-DELAVRINNINGSOMRÅDEN	39
Metoder	39
Resultat	39
SLUTSATSER	44
REFERENSER	45

Sammanfattning

Inom PLC5 beräknades typhalterna för kväve (N) och fosfor (P) i avrinningen från skog i norra Sverige utgående från deras höjdberoende, medan de oorganiska fraktionerna hanterades som konstanter. För södra Sverige användes typhalter baserade på medianvärden uppmätta i ett antal vattendrag med skog och myr som dominerande markslag i avrinningsområdet. Den enda skogsskötselåtgärd som man tog hänsyn till var hyggen. För N baserades hyggestyphalterna på ett samband med N-nedfallet och uppmätta halter i markvatten i södra Sverige. I norra Sverige skattades hyggestyphalten genom att multiplicera skogstyphalten med faktorn 2. För fosfor multiplicerades på samma sätt skogstyphalten med en faktor för att erhålla en hyggestyphalt.

Inom ramen för tre tidigare SMED-projekt (SMED rapport nr 52:2011, SMED rapport nr 100:2011, SMED rapport nr 109:2012) har halterna av kväve (N) och fosfor (P) i avrinningen från skogs- och myrmark studerats genom mätningar i bäckvatten vid utloppet av ca 200 slumpmässigt utvalda små avrinningsområden i Dalälven och sydvästra Sverige (Viskan, Ätran, Nissan och Lagan). I dessa tidigare projekt har skogstillståndet (tillväxt, biomassa, trädslag etc.) klassificerats genom analyser baserade på metoden Probilistic Classifier och data från satellitbilder och Riksskogsinventeringen (RIS). Modeller har därefter skapats för att skatta typhalterna för N och P. Dessa modellers förklaringsgrad var betydligt högre än de som användes inom PLC5. Mätdata från de slumpade vattendragen visade också att PLC5 typhalterna påtagligt underskattade halterna N och P i sydvästra Sverige. Inför PLC6 föreligger det därför ett behov att förbättra N och P typhalterna från skog och myr särskilt i södra Sverige.

Skogstillståndet klassat med Probilistic Classifier metoden saknas för stora delar av landet, vilket innebär att förbättrade typhalter inte kan tas fram till PLC6 för dessa områden. I detta projekt har vi därför använt rikstäckande geografiska data från kNN-Sverige och Lantmäteriet för att beskriva skogstillståndet. kNN-Sverige är en annan metod för att karaktärisera skogstillståndet och även den baseras på satellitbilder och RIS-data.

Med hjälp av dessa allmänt tillgängliga data över skogstillståndet har kväve- och fosforhalterna i avrinningen från skogs- och myrmark i södra Sverige, söder om Siljan, modellerats för fyra årstider. Validering av modellresultaten har därefter skett mot 22 vattendrag i södra Sverige som

ingår i nationell och regional miljöövervakning samt Skogsstyrelsens skogsmarkskalkningsprojekt (SKOKAL).

Resultaten av analyserna visar att data för skogstillståndet baserat på kNN inte tillför någon väsentlig information till modelleringen. De viktigaste förklarande variablerna var istället geografiska koordinater (nordlig och östlig koordinat samt höjd över havet) och andelen skog och myr i avrinningsområdet.

Baserat på modeller utan kNN-data som förklaringsvariabler visade sig modelleringen fungera relativt bra för total-N med R^2 mellan 0,22 och 0,46 för de slumpmässigt utvalda bäckarna i kalibreringsdatasetet och R^2 mellan 0,11 och 0,51 för de 17 bäckarna med data för total-N i testdatasetet. För total-P fungerade modelleringen sämre, med R^2 mellan 0,04 till 0,27 för kalibreringsdatasetet och förklaringsgrad nära noll för testdatasetet (22 bäckar). Med de nya modellerna skedde dock i många fall en viss överskattning av koncentrationerna av både kväve och fosfor i vattendragen i testdatasetet. Orsaken är sannolikt vattnets längre omsättningstid i de senare, vilket innebär större potential för retention av N och P.

Baserat på modeller utan kNN-data som förklaringsvariabler beräknades nya N- och P-koncentrationer för PLC5-delavrinningsområden. I genomsnitt är de nya koncentrationsskattningarna högre än de som användes i PLC5, framför allt i låglänta områden i sydligaste Sverige. De nya typhalterna för N är bättre än de som användes i PLC5 och kan användas i södra Sverige (söder om Siljan) för PLC6. I sydost är N-typhalterna osäkra p.g.a. avsaknad av vattenkemisk data från slumpmässigt utvalda småbäckar. Där bör nya studier initieras för att verifiera modellernas giltighet. De modellerade typhalterna för P bör inte användas för PLC6 p.g.a. låg precision i skattningarna.

Summary

In PLC5, the type concentrations for nitrogen (N) and phosphorus (P) in discharge from forest land in northern Sweden were estimated from their relations to altitude, while the inorganic fractions were handled as constants. For southern Sweden, the type concentrations were based on median values obtained from measurements in a number of streams with forests and wetlands as dominating land cover in the catchment. The only forest operation taken into account was clear-felling. In southern Sweden, the N type concentration from clear-felling was based on the relation between N deposition and the N concentration in soil water. In northern Sweden the N type concentration was obtained by multiplying the forest type concentration with a factor of 2. For P, the type concentration from clear-felling was obtained in a similar way by multiplying the forest type concentration with a factor.

In earlier SMED projects (SMED report no 52:2011, SMED report no 100:2011, SMED report no 109:2012), nitrogen and phosphorus concentrations in runoff from forest land and wetlands have been studied by measurements in stream water in about 200 randomly selected small forest and wetland dominated catchments. In these earlier projects forest status (increment, biomass, tree species etc. was classified by the Probabilistic Classifier method and data from satellite images and the national forest inventory (NFI). Thereafter, models have been created to estimate the N and P type concentrations. The explanatory power of these models was much higher compared with those used for PLC5. Additionally, the data from the randomly selected streams showed that the PLC5 type concentrations tangibly underestimated the N and P concentrations in southwest Sweden. For PLC6, there is a need of improved N and P type concentrations from forest land and wetland, especially in southern Sweden.

Forest data based on the Probabilistic Classifier method do not exist from large areas of Sweden, which implies that improved PLC6 type concentrations cannot be developed for these regions. In this project we have therefore used nationally covering geographic information from kNN-Sverige and Lantmäteriet to describe forest status. kNN-Sverige is another method for characterizing forest status and it is also based on satellite and NFI data.

These publically available forest status data were used to model nitrogen and phosphorus concentrations in runoff from forest land and wetland in

southern Sweden south of Lake Siljan during four seasons. The models were validated against independent data from 22 streams in southern Sweden.

This data originate from national and regional monitoring and the Swedish Forest Agency forest soil liming project (SKOKAL).

It was found that forest status based on kNN-data did not add any significant information to the models. The most important explanatory variables were instead geographic coordinates (longitude, latitude, altitude) and the proportion of forests and wetlands in the catchment.

Based on models without kNN-data as explanatory variables, the modeling was relatively successful for total N with R^2 between 0.22 and 0.46 for the randomly selected streams and R^2 between 0.11 and 0.51 for the 17 streams with data on total-N in the test dataset. For total P modeling was less successful with R^2 between 0.04 and 0.27 for the calibration dataset and R^2 close to zero for the test dataset. For the streams in the test dataset, the new models overestimated the N and P concentrations in many cases. This may be explained by longer water residence time in these systems, which creates prerequisites for larger N and retention.

Based on models without kNN-data as explanatory variables, calculations of new N and P type concentrations were made for the PLC5 sub-catchments. On average, the new estimates of concentrations are higher than those used in PLC5, especially in low elevation areas in southernmost Sweden. The new N concentrations are better than those used in PLC5 and can be used for southern Sweden (south of lake Siljan) in PLC6. In southeast, the modeled N concentrations are less certain due to lack of water chemical data from randomly selected streams. Such studies should be initiated in order to validate the model estimates. The modeled P concentrations should not be used for PLC6 due to low accuracy in the estimates.

Introduktion

Inför PLC5-beräkningarna gjordes en översyn av typhalter från skog i norra Sverige (Löfgren och Brandt, 2005), varvid Tot-N och Tot-P beräknades utgående från deras höjdberoende (lin-log10, $R^2_{\text{Tot-N}}=0.25$, $R^2_{\text{Tot-P}}=0.11$), medan de oorganiska fraktionerna hanterades som konstanter.

Ursprungligen var avsikten att hitta samband mellan de olika närsaltfraktionerna och skogstillståndet i avrinningsområdet, men eftersom SMED:s framtagna markslag för skog, myr och fjäll baserades på Röda kartan kunde inga sådana modeller skapas. För södra Sverige användes typhalter baserade på uppmätta medianvärden (Löfgren & Westling 2002). Den enda skogsskötselåtgärd som man tog hänsyn till vid skattningarna av N och P-förlusterna i PLC5 var hyggen (framtagna för 5 år i södra Sverige och 10 år i norra Sverige). För N baserades hyggestyphalterna på ett samband mellan N-nedfallet och uppmätta halter i markvatten i södra Sverige (Löfgren & Westling 2002). I norra Sverige skattades hyggestyphalten genom att multiplicera skogstyphalten med faktorn 2. För fosfor multiplicerades på samma sätt skogstyphalten med en faktor för att erhålla en hyggestyphalt (Brandt m.fl. 2008).

Inom ramen för tre tidigare SMED-projekt (Löfgren m.fl. 2011a, Löfgren m.fl. 2011b, Löfgren m.fl. 2012) har data från riksinventeringen av skog (RIS) och satellitscener använts för att med den statistiska metoden Probabilistic Classifier klassificera skogstillståndet på skogs- och myrmark inklusive fjäll (Löfgren et al. 2012). Baserat på ca 200 slumpmässigt utvalda källvattendrag i Dalälven, Viskan, Ätran, Nissan och Lagan ("FNOW-data") har därefter modeller skapats för att skatta typhalterna vår, sommar, höst och sen höst för N och P i bäckvattnet utgående från skogstillståndet. Modellernas förklaringsgrad för TotN och TotP var för alla årstider betydligt bättre än de som användes inom ramen för PLC5. Modellerna indikerade att skogstillväxten, andelen hyggen och våtmarker är de mest styrande variablerna för typhalterna. Dominerande trädslag och trädålder visade sig däremot inte vara viktiga förklarande variabler.

Skogstillståndet klassat med Probabilistic Classifier metoden saknas för stora delar av landet. I detta projekt har vi därför använt rikstäckande geografiska data från kNN-Sverige och Lantmäteriet för att beskriva skogstillståndet. kNN-Sverige är en annan metod för att karaktärisera skogstillståndet och även den baseras på satellitbilder och RIS-data. Validering av modellresultaten har därefter skett mot data från 22

vattendrag i södra Sverige som ingår i nationell och regional miljöövervakning samt Skogsstyrelsens skogsmarkskalkningsprojekt (SKOKAL). Data från de 22 vattendragen är oberoende och har inte använts för att skapa modellerna.

I ett sista steg har modeller använts för att beräkna koncentrationer av N och P i avrinningen från skogsmark och myrmark för de delavrinningsområden som användes inom PLC5.

Syftet med projektet var att utveckla och testa N- och P- modeller för södra Sverige och att förbättra skattningarna av N- och P-typhalterna i ytvatten från skog och myr inför PLC6.

Del 1. Slumpmässigt utvalda områden (FNOW-data)

Metoder

Urval av avrinningsområden, provpunkter och vattenkemiska analyser har beskrivits utförligt i Löfgren (2011, 2012) och Löfgren m.fl. (2011). Nedan följer en kortfattad beskrivning över dessa.

Urval

Delavrinningsområden och utloppspunkter för källvattendragen i Dalälven och Västsverige (Viskan, Ätran, Nissan och Lagan) (Figur 1) har tagits fram med hjälp av det "virtuella" vattendragsnätet (VIVAN, Nisell et al 2007). Utifrån källvattendragen i VIVAN utvaldes de delavrinningsområden som uppfyllde nedanstående kriterier:

- Vattendragslängd $\geq 2\,500$ m (troligtvis vattenförande året om)
- Max 500 m från bilväg (motsvarande åtminstone enskild eller sämre bilväg i vägkartan/blå kartan och "bättre" varianter)
- Max 5 % jordbruksmark i delavrinningsområdet
- Ingen källsjö eller sjö i vattendraget
- Inga tätortsområden i delavrinningsområdet

Bland de avrinningsområden som uppfyller kriterierna provtogs 100 + 100 slumpmässigt utvalda vattendrag i Dalälven respektive Västsverige. Eftersom denna analys gäller södra delen av Sverige sorterades avrinningsområden i Dalälvens huvudavrinningsområde norr om Siljan bort. Senare kvalitetskontroll, baserad på Lantmäteriets SMD-data, visade också på att några områden i sydväst inte var lämpliga eftersom de antingen var kalkpåverkade, innehöll tätortsområden eller bestod av mer än 5 % jordbruksmark. Antalet prov blev därför 44 i Dalälven och 84 i Västsverige. Dessa 128 vattendrag behandlades som ett enda dataset i alla analyser.

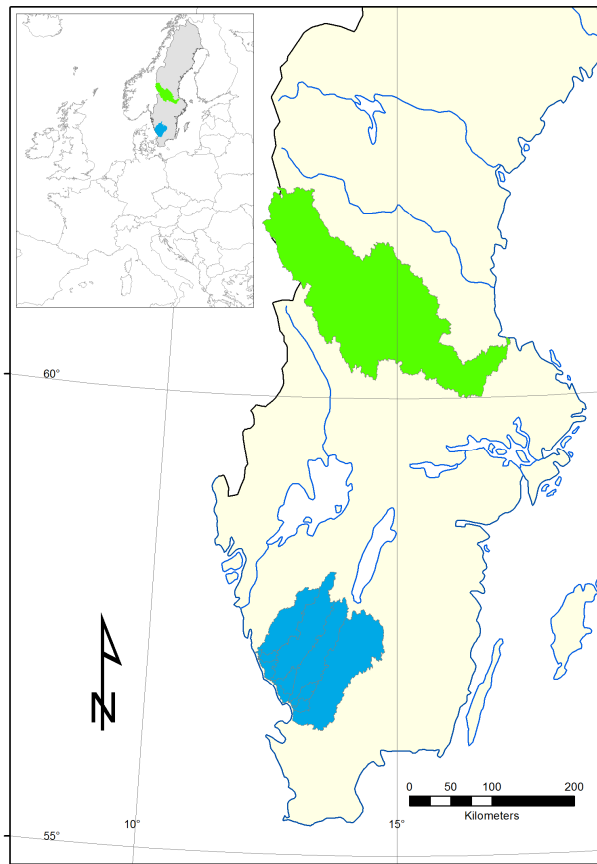
Vattenkemisk provtagning och analys

Inom ramen för tidigare projekt samlades bäckvatten in under fyra årstider (vår, sommar, höst och sen höst) från skogsdominerade små avrinningsområden i Dalälven och Västsverige (Viskan, Ätran, Nissan och Lagan) (Figur 1).

Vårproverna från de slumpmässigt utvalda vattendragen (Löfgren m.fl. 2011) insamlades mellan den 4 och 7 april 2011 i Västsverige och mellan den 2 och 5 maj 2011 i Dalälven. Sommarproverna insamlades mellan den 10 augusti och 2 september 2009 i Dalälven och mellan den 31 maj och 7 juni 2010 i Västsverige (Löfgren 2011). De tidiga höstproverna insamlades mellan den 12 och 15 september 2011 i Dalälven och i Västsverige, medan den sena höstprovtagningen utfördes mellan den 7 och 10 november 2011 i Dalälven och mellan den 28 november och den 1 december 2011 i Västsverige (Löfgren m.fl. 2012).

Provtagningen i Dalälven utfördes av personal från Länsstyrelsen i Dalarnas län och den i Viskan-Lagan av personal från Länsstyrelsen i Västra Götaland, Jönköping och Hallands län. Den metodik som använts för att välja vattendrag framgår av Löfgren m.fl. (2011). Vattenproverna skickades till laboratoriet samma dag som de insamlades.

Samtliga prover analyserades med avseende på totalkväve (N-tot), ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), totalfosfor (P-tot) och fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) samt övrig baskemi inklusive flera metaller. För kväve har även de oorganiska halterna summerats till en variabel ($\text{TIN} = \text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$). Organiskt bundet kväve (N-org) beräknades som skillnaden mellan totalhalt och oorganisk halt i enlighet med gängse metodik. Samtliga analyser har utförts med miljöövervakningens standardmetoder vid det SWEDAC-ackrediterade laboratoriet på institutionen för vatten och miljö, SLU.



Figur 1. Avrinningsområdena för Dalälven (grön), Viskan, Ätran, Nissan och Lagan (blå, Västsverige).

Kartdata

I detta projekt har skogsmarksdata baserat på kNN-Sverige (k Nearest Neighbours, <http://skogskarta.slu.se/>, Tabell 1) använts. Detta datamaterial är baserat på klassning av beståndsegenskaper utifrån satellitbilder och fältdata från Riksskogsinventeringen (RIS). Klassningen i kNN utfördes på ytor som avgränsats som skogsmark på Lantmäteriets vägkarta. Klassningen i kNN-Sverige bygger på virkesförråd uppdelat per trädslag. Trädslagsklasserna aggregerades till tall, gran och löv och procentuell fördelning av virkesförrådet mellan dessa klasser beräknades. Klassning av ålder < 10 år användes som kriterium för hygge. Fördelning av beståndsegenskaper presenteras i Tabell 2.

Tabell 1. Klassning utifrån kartmaterial som användes för beskrivning av avrinningsområdena och den statistiska modelleringen.

Nord	RT90-koordinater (7 siffror)
Ost	RT90-koordinater (7 siffror)
Höjd över havet (Höh)	Meter
Ålder	Beståndsålder
Höjd	Beståndshöjd
Biomassa	Summa biomassa
Tall	Andel tall av total biomassa
Gran	Andel gran av total biomassa
Löv	Andel lövträd av total biomassa
Hygge	Procent av skogsmark med ålder <10 år
Skog	Andel skog av area
Sank	Andel sankmark av area

Tabell 2. Percentiler och medelvärden för avrinningsområdenas egenskaper.

	Nord	Ost	Höh	Ålder	Best.höjd	Biomassa	Löv	Gran	Tall	Hygge	Skog	Sank	Vatten	Area
	(m)	(m)	(m)	(år)	(m)	(m³ sk/ha)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ha)
0	6254320	1315570	54	22	6	41	3	9	10	0	12	0	0,00	24
25%	6332832	1352310	144	48	11	81	6	31	26	4	67	9	0,00	89
50 %	6380795	1377541	197	53	13	97	8	51	36	9	80	18	0,00	148
75%	6735382	1426216	245	60	14	116	12	61	61	15	90	31	0,03	194
100%	6787470	1556146	459	80	18	151	29	83	84	54	99	87	2,10	488
Medel	6482876	1391696	204	53	13	98	10	48	42	11	76	23	0,10	151

Statistisk modellering

Statistisk modellering har liksom i tidigare projekt (Löfgren m.fl. 2012) gjorts med hjälp av metoden Bayesian Model Averaging (BMA, Feldkircher & Zeugner 2009). Med denna metod beräknas medelvärden för koefficienterna för de förklarande variablerna (Tabell 3) i samtliga av de modeller som man låtit köra viktat efter hur bra modellerna förklarar uppmätta data. Man kan även få fram mått på hur betydelsefulla de förklarande variablerna är i modelleringen. I denna rapport har dock den ”bästa modellen” från analysen använts för beräkningarna. Analysen har genomförts med dataprogrammet R 3.0 och paketet ”BMS” (Feldkircher & Zeugner, 2009). För varje responsvariabel (TotN, TIN, TP etc.) utvärderades alla kombinationer av förklarande variabler (Tabell 3) och likformig *a priori* fördelning användes.

Tre olika modeller

Tre olika kombinationer av förklarande variabler testades (Tabell 3). Dels en modell med alla förklarande variabler (Alla). Därutöver testades en förenklad modell där endast nord- ost- och höjdkoordinater, hygge, skog och myrmark ingick i modellerna (UtankNN). Motivet att testa denna modell var observationen att trädslag, beståndsålder och beståndshöjd generellt inte var viktiga förklarande variabler (Löfgren et al 2012). En tredje modell, där koordinaterna för det geografiska läget av avrinningsområdet exkluderades, testades också (UtanXYZ). Motivet var att testa om mer renodlade skogsvariabler räcker till för att förklara vattenkemin. Koordinaterna ingick inte i modellkörningarna i tidigare projekt då Probabilistic Classifier-metoden användes för att klassa skogstillståndet (Löfgren m.fl. 2012). Resultaten från UtanXYZ-modellerna kan därmed jämföras med modellerna baserade på Probabilistic Classifier-data.

Tabell 3. Översikt över ingående variabler i de olika modeller som testats.

	Alla	UtankNN	UtanXYZ
Nord (RT90)	X	X	
Ost(RT90)	X	X	
Höjd över havet.	X	X	
kNNÅlder	X		X
kNNHöjd	X		X
kNNBiomass	X		X
kNNProcTall	X		X
kNNProcGran	X		X
kNNProcLöv	X		X
kNNHygge<10år	X	X	X
Skog	X	X	X
Sank	X	X	X

Resultat

I Tabell 4 redovisas percentiler och medelvärden för de kemiska variablerna. I och med att skillnaderna i kemi mellan årstiderna är statistiskt signifikanta är det motiverat att göra separata modeller för olika årstider.

Kemiska variabler som styrs av organiskt material, d.v.s. TotN, OrgN, TotP uppvisade ett säsongsbetonat mönster med lägre koncentrationer under vår och senhöst och högre under sommar och höst. Motsatt mönster noterades för oorganiskt kväve, i synnerhet NO_3^- (Tabell 4).

Resultaten från modellkörningarna visar att skogsvariablerna i modellerna ”Alla” och ”UtanXYZ” i allmänhet har liten betydelse i modellerna (Tabell 5). Istället är det modellen ”UtankNNk”, d.v.s. XYZ-koordinaterna (latitud, longitud, altitud), andel skog och andel våtmark som bäst förklarade de kemiska variablerna. De kemiska variabler som i allmänhet hade högst förklaringsgrad var TotN och OrgN, medan förklaringsgraden för TotP och PO_4^{3-} var betydligt sämre (Tabell 6).

I och med att variablerna relaterade till skog har liten eller ingen effekt visar det sig att det går i stort sett lika bra att exkludera dessa variabler ur modellerna. Om man däremot exkluderar XYZ-koordinaterna ur modellerna (”UtanXYZ”) försämras förklaringsgraden i många fall väsentligt (Tabell 6).

I modellen där XYZ-koordinaterna inte ingick som förklarande variabler (UtanXYZ) var beståndsålder ofta en viktig förklarande variabel, vilket kan förklaras av en i genomsnitt högre beståndsålder i Dalälven jämfört med på Västkusten. Eftersom koncentrationerna för samtliga kemiska variabler är lägre i Dalälven, resulterar detta i att beståndsålder kommer in i modellerna med en negativ koefficient.

Man ska notera att total N inte är summan av organiskt N och oorganiskt N eftersom alla dessa tre modeller skapats oberoende av varandra. Adderas simulerat organiskt och oorganiskt N får man ett något annorlunda värde än vad modellen för total N ger. Eftersom TotN- och OrgN-modellerna ger de säkraste skattningarna bör TIN därför beräknas som skillnaderna mellan dessa.

Andel hygge i avrinningsområdet kom inte med som förklaringsvariabel i modellerna annat än i några enstaka fall och inte alls för TotN. I tidigare analyser där Probabilistic Classifier användes istället för kNN kom hygge i flera fall in i modellerna. Vi gör tolkningen att kNN-data för hyggen (skog yngre än 10 år) är osäker och inte kan användas för att skatta näringstransporten från hyggen, trots att dessa är kända för att läcka kväve.

Tabell 4. Percentiler och medelvärde för kemiska variablerna för slumpmässigt utvalda områden.

		Vår	Sommar	Höst	Senhöst
TotN (µg/L)	0	85	180	205	100
	25%	378	529	565	434
	50 %	560	701	835	610
	75%	705	917	1086	846
	100%	1857	2050	2833	2401
	Medel	584	757	895	682
OrgN (µg/L)	0	79	172	202	74
	25%	282	456	544	362
	50 %	383	560	790	519
	75%	498	779	1032	688
	100%	927	1779	1983	1555
	Medel	402	638	835	547
NH ₄ (µg/L)	0	1	2	1	3
	25%	4,3	9	6	15
	50 %	20	15	12	30
	75%	64	40	24	56
	100%	775	569	799	1054
	Medel	46	57	27	53
NO ₃ (µg/L)	0	2	1	1	4
	25%	37	8	6	30
	50 %	104	36	14	59
	75%	179	76	46	123
	100%	951	616	205	483
	Medel	136	62	32	82
TIN (µg/L)	0	3	8	3	10
	25%	47	19	15	55
	50 %	143	62	34	101
	75%	265	168	77	185
	100%	956	718	850	1190
	Medel	182	119	59	135
TotP (µg/L)	0	2	5	5	3
	25%	7	11	12	9
	50 %	11	16	17	13
	75%	15	23	24	18
	100%	50	66	73	65
	Medel	12	18	20	15
PO ₄ (µg/L)	0	1	2	2	2
	25%	3	4	3	3
	50 %	3	5	4	4
	75%	4,8	8	6	6
	100%	9	32	20	21
	Medel	3,8	6,7	5,3	5,4
TOC (mg/L)	0	3	6	10	4
	25%	12	21	26	18
	50 %	16	26	36	24
	75%	21	35	48	33
	100%	31	58	77	68
	Medel	16	27	38	26

Tabell 5. Koefficienter för förklarande variabler i de bästa modellerna för de olika kemiska variablerna.

	Alla				UtankNN				UtanXYZ			
	Vår	Sommar	Höst	Senhöst	Vår	Sommar	Höst	Senhöst	Vår	Sommar	Höst	Senhöst
TotN												
Intercept	3495	786	8252	6085	4045	786	8252	6085	1484	910	1725	851
Höh	-0,84	-0,92			-1,21	-0,92						
Biomassa									2,9			
Höjd											58	47
Ålder	-7,4								-15,1	-6	-18	-16,7
Nord	-3,17E-04		-1,56E-03	-1,39E-03	-4,57E-04		-1,56E-03	-1,39E-03				
Ost			2,26E-03	2,53E-03			2,26E-03	2,53E-03				
Sank		705		359		705		359		735		547
Skog	-383		-529		-328		-529		-505		-809	
OrgN												
Intercept	3834	941	7753	5002	4159	941	7753	5002	2658	941	1596	1053
Hygge					261							
Best.höjd									12		52	36
Ålder	-3,9								-6,8		-16,6	-12,3
Nord	-2,12E-04		-1,42E-03	-1,12E-03	-4,49E-04		-1,42E-03	-1,12E-03				
Ost			1,90E-03	2,16E-03	7,79E-04		1,90E-03	2,16E-03				
Sank	-1699				-1829				-1857			
Skog	-1929	-398	-432	-261	-2037	-398	-432	-261	-2149	-398	-710	-408

Tabell, forts.

	Alla				UtankNN				UtanXYZ			
	Vår	Sommar	Höst	Senhöst	Vår	Sommar	Höst	Senhöst	Vår	Sommar	Höst	Senhöst
NH₄												
Intercept	66	-15	-2	12	66	-15	-2	12	47	-15	-2	12
Höh	-0,3				-0,3							
Tall									-96			
Sank	184	319	130	185	184	319	130	185	178	319	130	185
NO₃												
Intercept	208	106	62	215	311	106	62	153	155	228	68	215
Höh	-0,67	-0,34	-0,15	-0,22	-0,86	-0,34	-0,15	-0,35				
Biomassa									1			
Hygge		223				223						
Löv	659								671			
Ålder				-1,7					-4,1	-3,1	-0,7	-2,5
TIN												
Intercept	429	156	85	217	544	156	85	217	-84	208	31	225
Höh	-0,96	-0,54	-0,25	-0,57	-1,16	-0,54	-0,25	-0,57				
Gran									316			
Löv	709								1171			
Tall												-211
Ålder										-3,2		
Sank		327	108	145		327	108	145		346	122	
Skog	-159				-166							

Tabell, forts.

	Alla				UtankNN				UtanXYZ			
	Vår	Sommar	Höst	Senhöst	Vår	Sommar	Höst	Senhöst	Vår	Sommar	Höst	Senhöst
TotP												
Intercept	217	84	208	121	217	84	208	121	146	25	31	26
Best.höjd											1,4	
Tall									-10			
Ålder											-0,52	-0,19
Nord	-1,23E-05	-1,02E-05	-4,27E-05	-1,63E-05	-1,23E-05	-1,02E-05	-4,27E-05	-1,63E-05				
Ost			6,36E-05				6,36E-05					
Sank	-128				-128				-130			
Skog	-126				-126				-131	-10		
PO₄												
Intercept	6,8	63,8	45,7	30,2	3,4	63,8	45,7	30,2	6,8	9,3	8,2	8,7
Hygge					4							
Best.höjd	-0,24								-0,24		0,32	
Tall										-5,9		
Ålder											-0,13	-0,06
Nord		-8,80E-06	-1,18E-05	-3,82E-06		-8,80E-06	-1,18E-05	-3,82E-06				
Ost			2,61E-05				2,61E-05					

Tabell 6. Determinationskoefficienten, R² för bästa modellerna.

		Vår	Sommar	Höst	Senhöst
Alla	TotN	0,49	0,22	0,46	0,41
	OrgN	0,47	0,07	0,49	0,47
	NH ₄	0,28	0,32	0,10	0,11
	NO ₃	0,30	0,19	0,10	0,18
	TIN	0,36	0,29	0,11	0,16
	TotP	0,27	0,04	0,25	0,09
	PO ₄	0,10	0,12	0,20	0,05
UtankNN	TotN	0,44	0,22	0,46	0,41
	OrgN	0,47	0,07	0,49	0,47
	NH ₄	0,28	0,32	0,10	0,11
	NO ₃	0,25	0,19	0,10	0,14
	TIN	0,32	0,29	0,11	0,16
	TotP	0,27	0,04	0,25	0,09
	PO ₄	0,05	0,12	0,20	0,05
UtankXYZ	TotN	0,45	0,22	0,39	0,35
	OrgN	0,46	0,07	0,40	0,37
	NH ₄	0,24	0,32	0,10	0,11
	NO ₃	0,27	0,15	0,04	0,14
	TIN	0,27	0,27	0,07	0,10
	TotP	0,26	0,03	0,17	0,04
	PO ₄	0,10	0,06	0,13	0,05

Del 2. Jämförelse med miljöövervakningsdata från liknande områden

Metoder

SLUs miljöövervakningsdata och referensvattendragen i Skogsstyrelsens SKOKAL-områden (skogsmarkskalkningsförsök) användes för att testa om modellerna som utvecklades i del 1 med framgång kunde modellera uppmätta halter. I urvalet av jämförbara vattendrag ingick endast små skogs- och myrdominerade avrinningsområden (Tabell 8). Avrinningsområden som i Lantmäteriets vägkarta hade mer än 10 % öppen mark, mer än 5 % vattenyta eller med något som helst inslag av tätort eller fjäll eller fjällskog sorterades bort. Totalt ingick 22 avrinningsområden i datasetet med jämförbara områden (Tabell 7, Figur 2). I SKOKAL-områdena analyserades inte TotN, vilket innebär 17 områden med TotN-data. Områdena ligger jämnt fördelade över de skogsklädda delarna av södra Sverige.

Antalet år med vattenkemisk data varierar mellan vattendragen beroende på när mätningarna startade/avslutades. I beräkningarna har långtidsmedelvärdet per årstid använts. För vår, sommar, höst och senhöst har månaderna mars-maj, juni-augusti, september-oktober respektive november-december använts. Data från januari och februari ingår följaktligen inte.

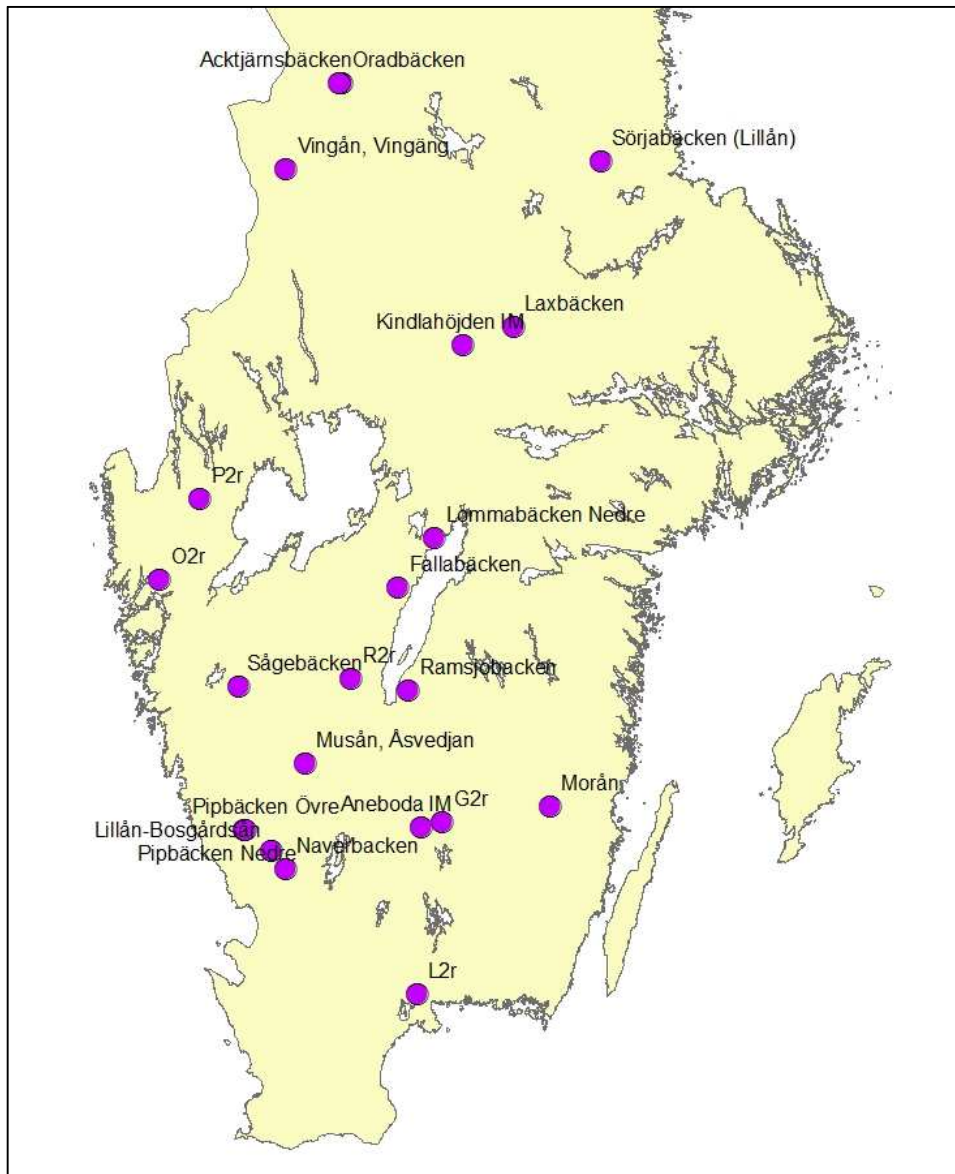
De jämförda områdena har liknande avrinningsområdesegenskaper (Tabell 8) som de slumpmässigt utvalda områdena (Tabell 2). Några mindre skillnader kan dock noteras, bl.a. något högre biomassa, högre ålder, högre höjd över havet, mindre hyggesarea, mindre andel sankmark och större andel skog i de jämförbara områdena. Dessutom är avrinningsområdets areal för de jämförda områdena i medeltal större och ca en tredjedel av dem har en sjöarea som överstiger 3 % av avrinningsområdets area. Det ingår även ett antal vattendrag med avrinningsområden i storleken 500-6400 ha, vilket saknas helt i de slumpmässigt utvalda avrinningsområdena.

Tabell 7. Jämförda vattendrag i avrinningsområden från nationell (SLU) och regional (län) miljöövervakningsdata samt Skogsstyrelsens (SKS) skogsmarkskalkningsprojekt (SKOKAL). Namn, RT90-koordinater och datakälla.

Namn	Nord	Ost	Datakälla
Kindla IM	6626290	1449760	SLU
Fallabäcken	6478760	1410390	SLU+O-län
Lommabäcken			SLU
Nedre	6509200	1432440	
Aneboda IM	6332350	1423950	SLU
Vingån, Vingäng	6733410	1342070	SLU
Morån	6345700	1502900	SLU
Oradbäcken	6786090	1375970	SLU+W-län
Pipbäcken Övre	6330940	1316740	SLU
Sörjabäcken (Lillån)	6738150	1533650	SLU+W-län
Lillån-Bosgårdsån	6318400	1333100	SLU
Laxbäcken	6637180	1480370	SLU
Sågebäcken	6418220	1313100	SLU+O-län
Acktjärnsbäcken	6786050	1374500	SLU+W-län
Pipbäcken Nedre	6330700	1317100	SLU
Musån, Åsvedjan	6371830	1353300	SLU
SKOKAL L2r	6231275	1421734	SKS
SKOKAL G2r	6336097	1436969	SKS
SKOKAL O2r	6483656	1264568	SKS
SKOKAL P2r	6532455	1289153	SKS
SKOKAL R2r	6423113	1381826	SKS
Ramsjöbäcken	6416045	1416440	F-län
Näverbäcken	6306926	1341456	N-län

Tabell 8. Avrinningsområdesegenskaper för jämförda avrinningsområden (Figur 2).

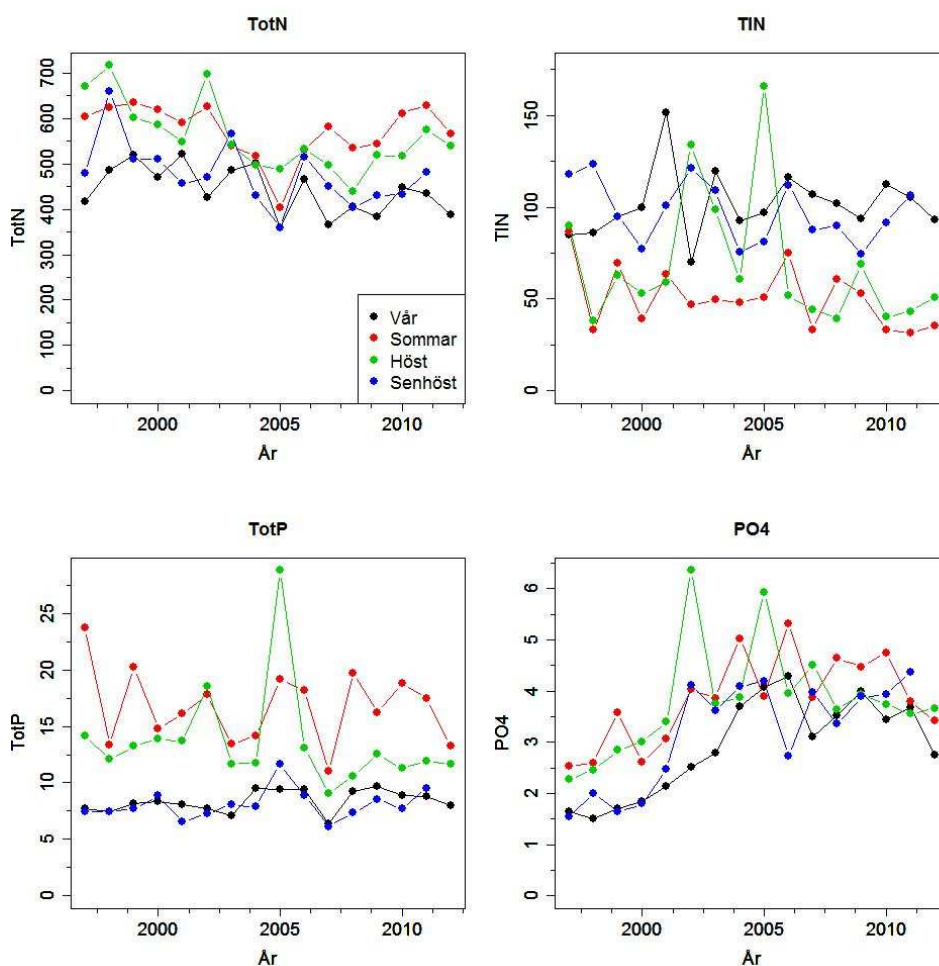
	Nord	Ost	Höh	Ålder	Best.höjd	Biomassa	Löv	Gran	Tall	Hygge	Skog	Sank	Vatten	Area
	(m)	(m)	(m)	(år)	(m)	(m³sk/ha)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ha)
0 %	6231275	1264568	124	43	9	54	1	12	10	0	53	0	0,00	5
25 %	6333287	1335189	149	51	12	96	6	33	23	1	65	4	0,00	97
50 %	6420667	1378898	217	57	14	114	9	58	31	6	83	16	0,20	339
75 %	6602831	1430318	284	63	16	138	11	66	59	10	94	29	3,20	1672
100 %	6786090	1533650	483	81	20	179	33	80	85	17	100	47	4,50	6352
Medel	6476038	1386886	242,8	58	14	116	10	51	39	6	80	17	1,40	1037



Figur 2. Avrinningsområden (se Tabell 8) som jämförts med de slumpmässigt utvalda avrinningsområdena (FNOW) (Figur 1, Tabell 2).

Resultat

Tidsserierna från vattendragen i de 22 jämförda avrinningsområdena (Figur 3) visar att 2011 var ett år med koncentrationer som inte avviker nämnvärt från andra år. Data från de slumpmässigt utvalda bäckarna (FNOW) kan därför antas vara representativa för koncentrationerna i medeltal över en längre tidsperiod. En jämförelse mellan FNOW-data och långtidsmedelvärdena från de 22 jämförda vattendragen är därmed relevant. Koncentrationerna i de 22 jämförbara vattendragen skiljer sig åt för de flesta kemiska variabler och årstider från halterna i FNOW bäckarna. För en stor majoritet av observationerna är koncentrationerna i genomsnitt lägre i de 22 vattendragen (Tabell 9) jämfört med i FNOW-bäckarna (Tabell 4).



Figur 3. Tidsserier för de kemiska variablerna i jämförda vattendrag för de olika årstiderna. Medelvärden för 22 vattendrag (17 vattendrag för TotN).

Tabell 9. Percentiler och medelvärde för de kemiska variablerna i datasetet med de 22 jämförda vattendragen (17 vattendrag för TotN).

		Vår	Sommar	Höst	Senhöst
TotN (µg/L)	0 %	219	236	254	171
	25 %	333	387	390	358
	50 %	437	533	530	451
	75 %	518	695	654	554
	100 %	614	869	881	754
	Medel	423	542	522	449
OrgN (µg/L)	0 %	202	227	247	160
	25 %	275	371	373	267
	50 %	309	480	447	375
	75 %	354	595	534	452
	100 %	473	816	812	573
	Medel	319	494	465	357
NH ₄ (µg/L)	0 %	3,8	4,4	4,6	3,9
	25 %	13	9,3	12	12
	50 %	19	14	16	18
	75 %	24	23	28	25
	100 %	56	222	122	47
	Medel	20	27	27	21
NO ₃ (µg/L)	0 %	9,1	1,4	1,7	6,8
	25 %	29	6,1	12	26
	50 %	79	15	21	69
	75 %	120	40	40	117
	100 %	213	122	160	174
	Medel	82	26	33	73
TIN (µg/L)	0 %	13	6	7	11
	25 %	46	15	24	40
	50 %	102	36	42	88
	75 %	140	61	89	146
	100 %	269	240	192	203
	Medel	102	53	61	94
TotP (µg/L)	0 %	4,9	6,1	6,1	3,8
	25 %	7,8	11	9,8	7,3
	50 %	9	18	13	9
	75 %	11	24	18	10
	100 %	15	45	38	16
	Medel	9	19	16	9
PO ₄ (µg/L)	0 %	2,2	2,5	2,4	2,0
	25 %	2,6	3,6	3,2	2,7
	50 %	3,1	3,8	3,8	3,1
	75 %	3,6	4,6	4,4	3,9
	100 %	6,4	7,0	6,4	7,3
	Medel	3,4	4,1	4,0	3,6

Resultaten, inklusive R^2 (Tabell 10) visar att modellerna framtagna från de slumpmässigt utvalda bäckarna generellt sett fungerar relativt bra för de jämförda vattendragen för totalkväve och i någon mån även för de olika kväveformerna var för sig, men mindre bra för fosfor (Figur 4. till Figur 6). För kväve finns det dock systematiska skillnader mellan modellresultat och mätdata där modellen ger högre koncentrationer än de som uppmätts i de 22 jämförda vattendragen (Tabell 11).

Root Mean Square Error (RMSE), d.v.s. genomsnitt för roten ur kvadratfelet delat med medelvärdet, är i de flesta fall större för de jämförda bäckarna jämfört med de slumpmässigt utvalda områdena (Tabell 12). Orsaken är framför allt att modellerna i genomsnitt systematiskt överskattar koncentrationerna i de jämförda vattendragen.

Man ska dock notera att för alla former av kväve, ligger inte bara uppmätt utan även modellerat medelvärde för de jämförda vattendragen något under motsvarande uppmätt (och modellerat) medelvärde för kväve i de slumpmässigt utvalda bäckarna i FNOW-datasetet (Tabell 11). Det kan förklaras av mindre skillnader i avrinningsområdesegenskaper mellan de slumpmässigt utvalda och de jämförda områdena. Framför allt påverkas modellerna i denna riktning p.g.a. höjd över havet och beståndsålder samt fördelningen mellan skog och sankmark. Förmodligen kan skillnaderna i avrinningsområdesegenskaper mellan de slumpmässigt utvalda områdena och de jämförda i viss mån förklaras med att flera av de jämförda områdena är referensområden som är mindre påverkade av skogsbruk än marker i övrigt i södra Sverige. Detta visar på vikten av slumpmässigt urval av miljöövervakningsobjekt för att få data som är representativa för större områden.

En annan förklaring till att de framtagna modellerna överskattar koncentrationerna i de jämförda områdena i SLUs, Skogsstyrelsens och länsstyrelsernas miljöövervakningsdata är storleken på avrinningsområdena och att de jämförda avrinningsområdena i flera fall innehåller sjöar.

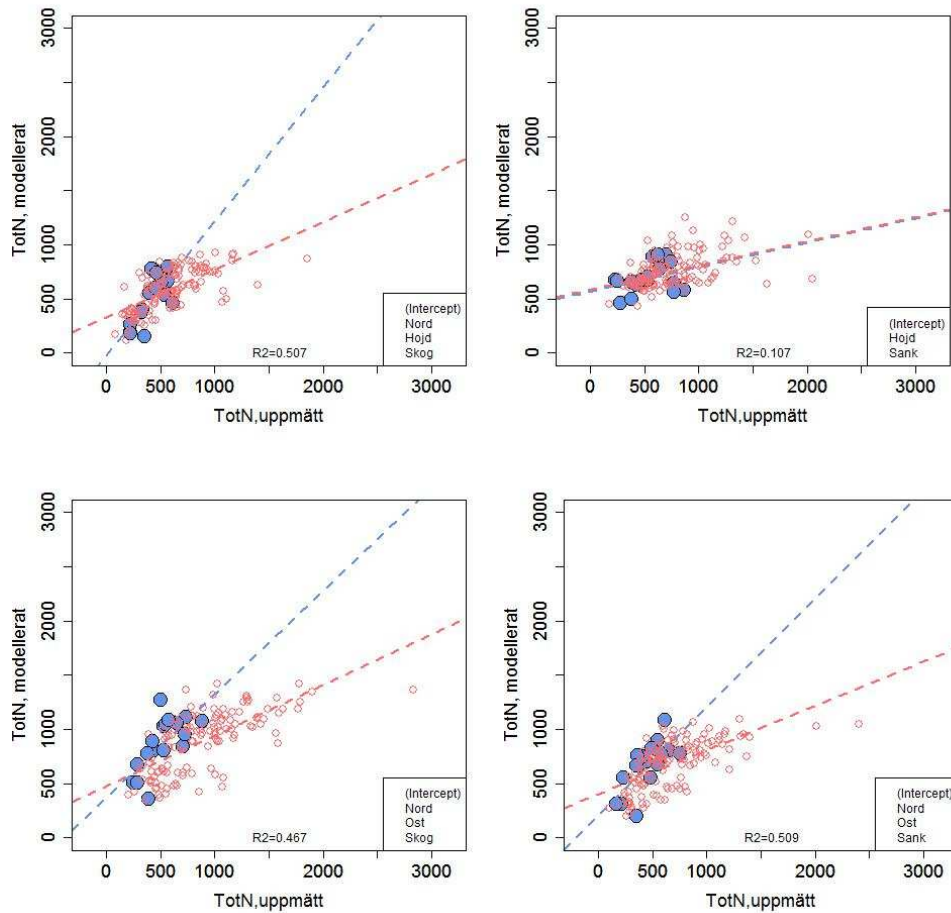
Överskattningen i modellerna ökar generellt med ökande avrinningsområdesarea och med ökad andel area med vatten i avrinningsområdet (Figur 7). I avrinningsområden med några procents sjöyta (ca en tredjedel av områdena) är koncentrationerna av N och P lägre. Med ökande sjöyta ökar uppehållstiden och mineralisering/upptag/fastläggning hinner i ökande grad ske redan inom avrinningsområdet.

Typhalterna i PLC5 togs fram genom studier av vattendrag som i de flesta fall hade betydligt större avrinningsområden (median 4300 ha, Löfgren & Brandt 2005) med fler sjöar än de slumpmässigt utvalda bäckarna som använts i denna studie (median 148 ha, Tabell 2). Detta är sannolikt en

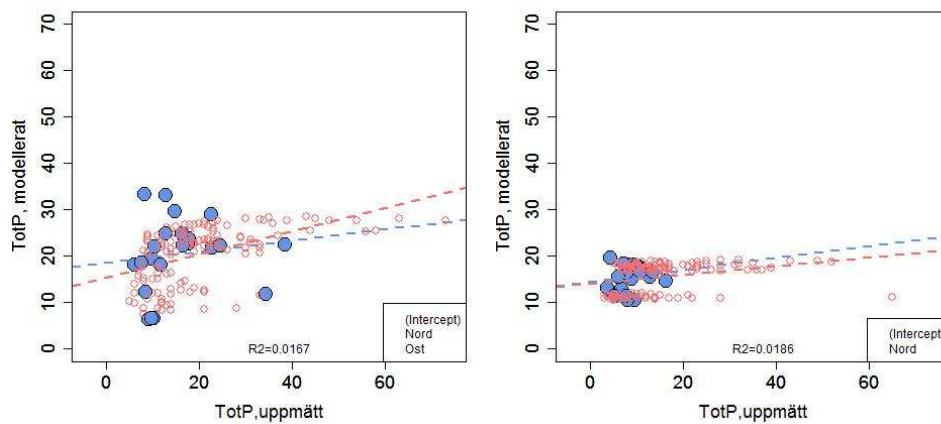
viktig förklaring till att typhalterna som togs fram till PLC5 var betydligt lägre än de som tas fram baserat på FNOW-data (Löfgren et al 2011a, b och Löfgren et al. 2012, se kapitel 3 i denna rapport). Typhalterna i PLC5 påverkas betydligt mer av retention i vattensystemen än vad de mindre FNOW-vattendragen i denna undersökning gör, vilket leder till underskattning av skogs- och myrmarkens bidrag av N och P till ytvatten.

Tabell 10. Determinationsskoefficienter (R^2) för sambanden mellan uppmätta koncentrationer (långtidsmedelvärden) och modellerade halter (bästa FNOW modellen, Tabell 5) i de 22 jämförda vattendragen (17 vattendrag för TotN). Negativt samband anges med (-).

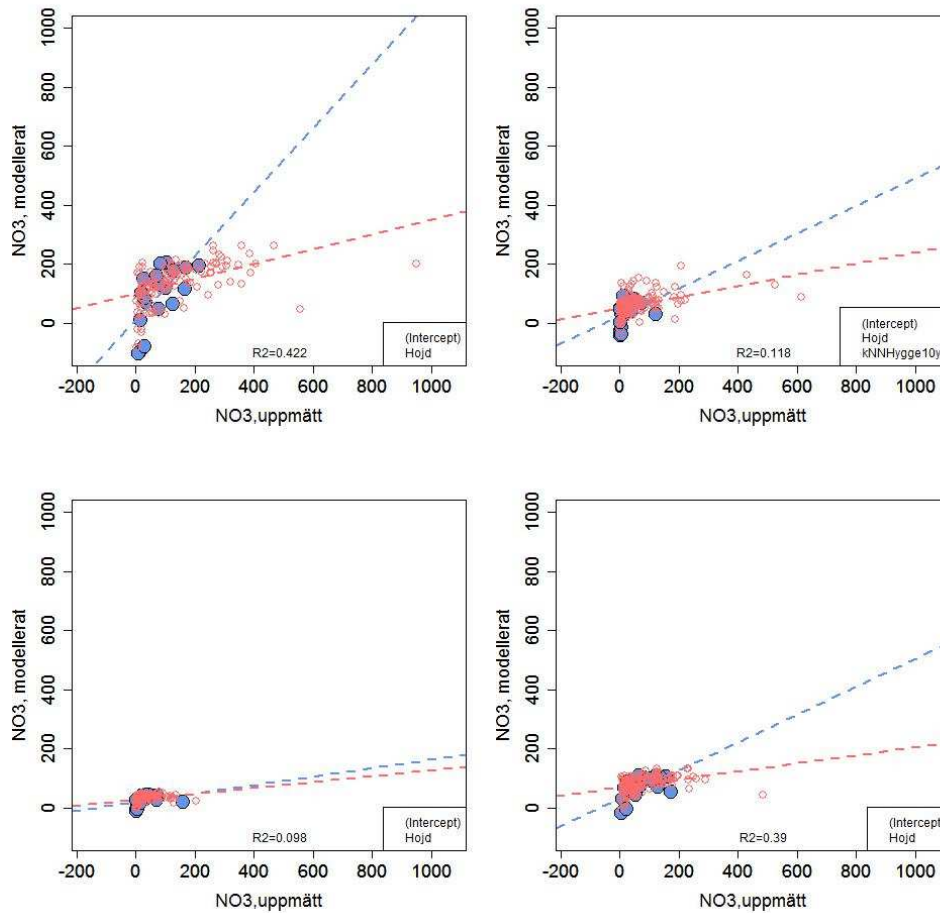
		Vår	Sommar	Höst	Senhöst
Alla	TotN	0,53	0,11	0,47	0,51
	OrgN	0,02	0,07 (-)	0,40	0,41
	NH ₄	0,28	0,05 (-)	0,01 (-)	0,00 (-)
	NO ₃	0,43	0,12	0,10	0,41
	TIN	0,49	0,06	0,08	0,45
	TotP	0,01 (-)	0,36	0,02	0,02
	PO ₄	0,47	0,00	0,00 (-)	0,30 (-)
UtankNN	TotN	0,51	0,11	0,47	0,51
	OrgN	0,09	0,07 (-)	0,40	0,41
	NH ₄	0,28	0,05 (-)	0,01 (-)	0,00 (-)
	NO ₃	0,42	0,12	0,10	0,39
	TIN	0,50	0,06	0,08	0,45
	TotP	0,01 (-)	0,36	0,02	0,02
	PO ₄	0,11	0,00	0,00 (-)	0,30 (-)
UtanXYZ	TotN	0,39	0,00 (-)	0,33	0,28
	OrgN	0,00	0,07 (-)	0,31	0,14
	NH ₄	0,31	0,05 (-)	0,01 (-)	0,00 (-)
	NO ₃	0,35	0,05	0,07	0,19
	TIN	0,36	0,00	0,04 (-)	0,38
	TotP	0,00 (-)	0,02 (-)	0,22	0,07
	PO ₄	0,47	0,00	0,00	0,04 (-)



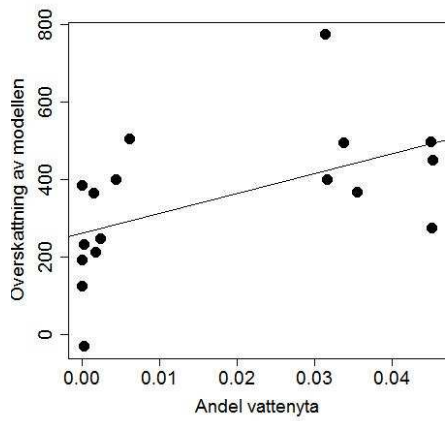
Figur 4. Modellerad och uppmätt TotN (µg/l) för vår (övre vänster), sommar (övre höger), höst (nedre vänster) och senhöst (nedre höger). Stora blå symboler, blå streckad linje och determinationskoefficienten (R^2) representerar de 17 jämförda vattendragen med TotN-data. Mindre röda symboler och röd streckad linje representerar de slumpmässigt utvalda FNOW-bäckarna. Rutan i nedre högra hörnet anger vilka variabler som ingår i FNOW-modellen (jämför Tabell 5).



Figur 5 Modellerad och uppmätt TotP ($\mu\text{g/l}$) för vår (övre vänster), sommar (övre höger), höst (nedre vänster) och senhöst (nedre höger). Stora blå symboler, blå streckad linje och determinationskoefficienten (R^2) representerar de 22 jämförda vattendragen. Mindre röda symboler och röd streckad linje representerar de slumpmässigt utvalda FNOW-bäckarna. Rutan i nedre högra hörnet anger vilka variabler som ingår i FNOW-modellen (jämför Tabell 5).



Figur 6. Modellerad och uppmätt nitrat ($\mu\text{g/l}$) för vår (övre vänster), sommar (övre höger), höst (nedre vänster) och senhöst (nedre höger). Stora blå symboler, blå streckad linje och determinationskoefficienten (R^2) representerar de 22 jämförda vattendragen. Mindre röda symboler och röd streckad linje representerar de slumpmässigt utvalda FNOW-bäckarna. Rutan i nedre högra hörnet anger vilka variabler som ingår i FNOW-modellen (jämför Tabell 5).



Figur 7. Sambandet mellan andelen vattenyta i avrinningsområdena till de 17 jämförda vattendragen och FNOW-modellens överskattning (= modellerad – uppmätt långtidsmedelvärde) av TotN-koncentrationerna under senhösten.

Tabell 11. Medelvärden för FNOW, och för modellerade och observerade värden för jämförda vattendrag. Medelvärden för alla år, µg/L. Endast "UtankNN-modellen" redovisas här.

		Observerat FNOW	Modellerat (UtankNN)	Observerat 22 bäckar
Vår	TotN	584	526	423
	OrgN	402	396	319
	NH ₄	46	25	20
	NO ₃	136	103	82
	TIN	182	130	102
	TotP	12	14	9,4
	PO ₄	3,8	3,6	3,4
Sommar	TotN	757	685	542
	OrgN	638	621	494
	NH ₄	57	40	27
	NO ₃	62	38	26
	TIN	119	81	53
	TotP	18	18	19
	PO ₄	6,7	6,8	4,1
Höst	TotN	895	869	522
	OrgN	835	815	465
	NH ₄	27	20	27
	NO ₃	32	26	33
	TIN	59	44	61
	TotP	20	20	16
	PO ₄	5,3	5,3	4,0
Senhöst	TotN	682	662	449
	OrgN	547	534	357
	NH ₄	53	44	21
	NO ₃	82	68	73
	TIN	135	105	94
	TotP	15	16	8,9
	PO ₄	5,4	5,5	3,6

Tabell 12. CV(RMSE), d.v.s. variationskoefficient baserad på RMSE d.v.s. RMSE/Medel. FNOW=slumpmässigt utvalda områden. Jmf= Jämförda områden från miljöövervakningsdata.

	Vår		Sommar		Höst		Senhöst	
	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV
	FNOW	Jmf	FNOW	Jmf	FNOW	Jmf	FNOW	Jmf
Alla								
TotN	0,35	0,35	0,38	0,45	0,34	0,75	0,39	0,58
OrgN	0,29	0,46	0,42	0,49	0,31	0,83	0,34	0,63
NH ₄	1,5	1,58	1,49	2,70	2,57	1,38	1,81	1,84
NO ₃	0,82	1,01	1,30	1,58	1,08	1,03	0,81	0,54
TIN	0,76	1,03	1,00	1,47	1,38	0,86	0,92	0,51
TotP	0,53	0,76	0,55	0,48	0,52	0,74	0,64	0,87
PO ₄	0,43	0,23	0,68	0,75	0,59	0,69	0,57	0,72
UtankNN								
TotN	0,37	0,41	0,38	0,45	0,34	0,75	0,39	0,58
OrgN	0,29	0,45	0,42	0,49	0,31	0,83	0,34	0,63
NH ₄	1,5	1,58	1,49	2,70	2,57	1,38	1,81	1,84
NO ₃	0,86	0,91	1,30	1,58	1,08	1,03	0,83	0,55
TIN	0,79	0,92	1,00	1,47	1,38	0,86	0,92	0,51
TotP	0,53	0,76	0,55	0,48	0,52	0,74	0,64	0,87
PO ₄	0,44	0,31	0,68	0,75	0,59	0,69	0,57	0,72
UtanXYZ								
TotN	0,36	0,40	0,38	0,52	0,36	0,73	0,41	0,55
OrgN	0,30	0,48	0,42	0,49	0,33	0,80	0,37	0,60
NH ₄	1,53	1,61	1,49	2,70	2,57	1,38	1,81	1,84
NO ₃	0,84	1,07	1,33	1,60	1,12	1,02	0,82	0,62
TIN	0,81	1,24	1,02	1,58	1,42	0,93	0,95	0,72
TotP	0,53	0,76	0,55	0,55	0,55	0,56	0,66	0,72
PO ₄	0,43	0,23	0,71	0,78	0,61	0,49	0,57	0,61

Del 3. Typhalter för PLC5-delavrinningsområden

Metoder

Koncentrationer av TotN och TotP för PLC5-områden för skog och myr beräknades utifrån bästa modeller utan kNN-data (Tabell 5), d.v.s. med enbart XYZ-koordinater och andel skog, myr och hygge ("UtanKNN"). I beräkningarna användes tabeller över markanvändning och koordinater över havet från PLC5-projektet (<http://www.smed.se/vatten/data/plc5>). Endast ett urval av resultaten presenteras som figurer för att inte tynga rapporten i onödan. Modellerade N- och P-typhalter för samtliga årstider, markslag och PLC5-avrinningsområden i södra Sverige finns samlade i en datafil hos SMED.

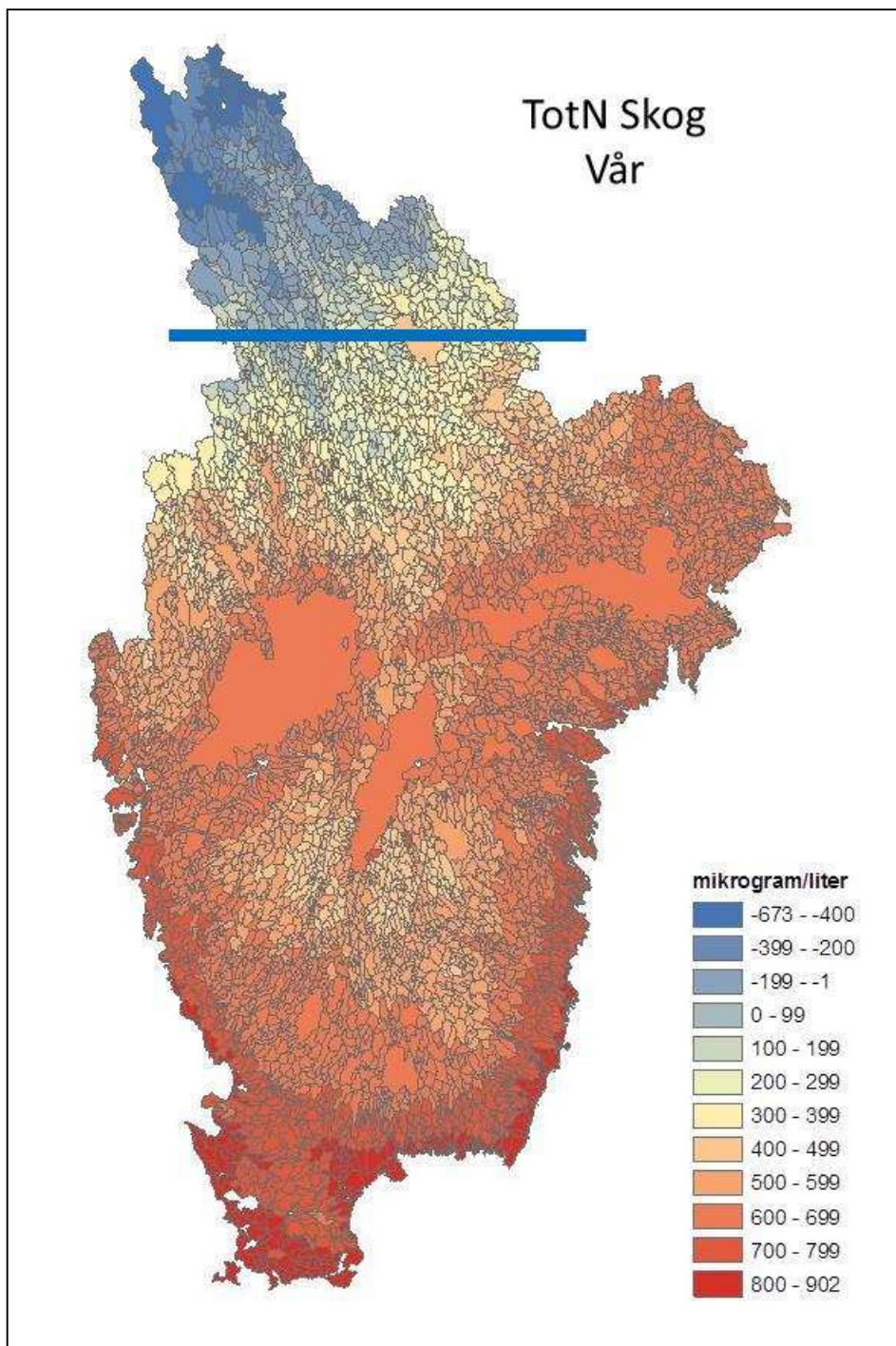
Resultat

För de flesta delavrinningsområden låg de nya skattningarna av TotN i genomsnitt högre än motsvarande skattningar i PLC5. Generellt är skillnaden mellan de nya modellerna och PLC5-beräkningarna större i sydligaste Sverige. För vår (Figur 8) och sommar ingår höjd över havet i modellerna för TotN. För vår och sommar är skillnaden därmed störst i lågt liggande områden och mindre på exempelvis Småländska höglandet (Figur 9). För höst och senhöst (Figur 10) ingår ostlig koordinat i modellerna, vilket gör att skillnaderna mellan de nya modellerna och PLC5-beräkningarna är störst i sydost och minskar mot nordväst.

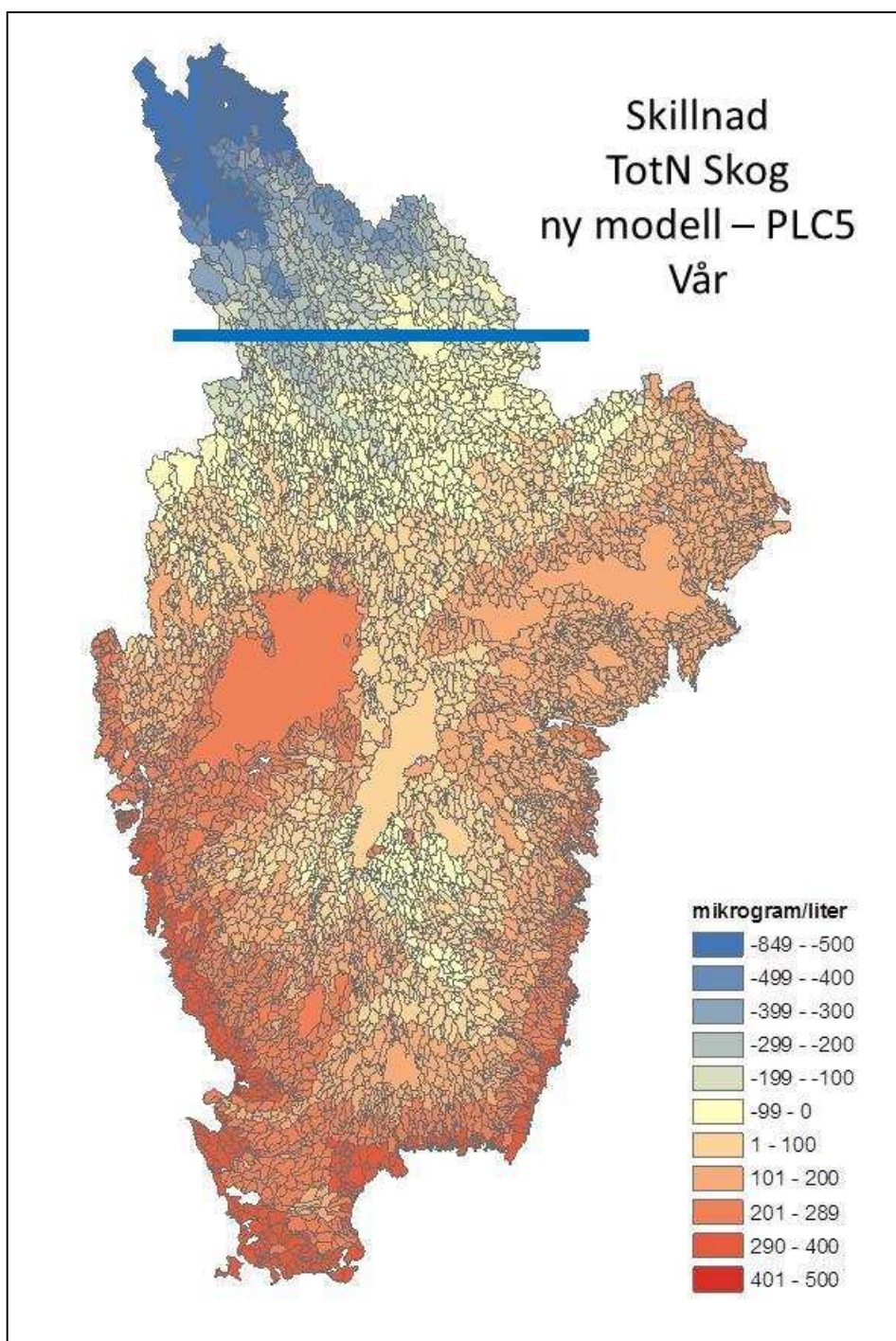
Våra modeller kalibrerades mot data upp till och med Siljan och exkluderade de norra delarna av Dalälvens avrinningsområde. Det är orsaken till att koncentrationerna för TotN blir negativa i de norra delarna av Dalälvens avrinningsområde (Figur 8 & 10). Modellerna som presenterats här bör därför inte användas för Norra Dalarna, men kan användas söder om Siljan där modellerna bättre skattar TotN jämfört med de halter som användes inom PLC5 (jfr Tabell 11).

Även för TotP ger de nya modellerna generellt högre koncentrationer. I PLC5 användes 8 mikrogram för både myr och skog i hela södra Sverige. Alla TotP-modeller har en negativ koefficient för latitud, vilket alltså innebär minskande koncentrationer mot norr (Figur 9). Modellerna för TotP

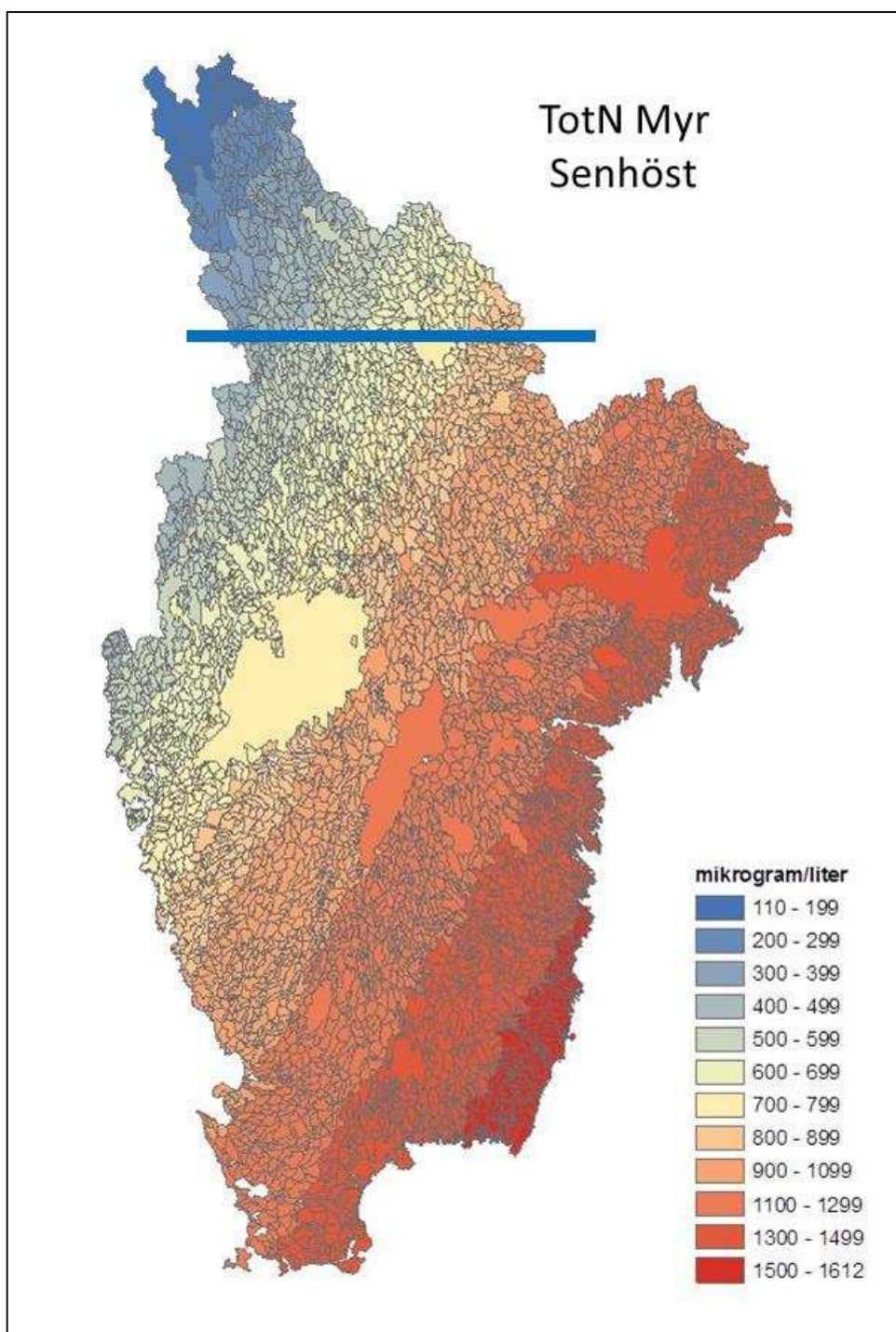
har dock låg förklaringsgrad och visade sig fungera dåligt för de jämförda områdena i miljöövervakningsdatabaserna och de framtagna typhalterna för P bör därför inte användas i PLC6.



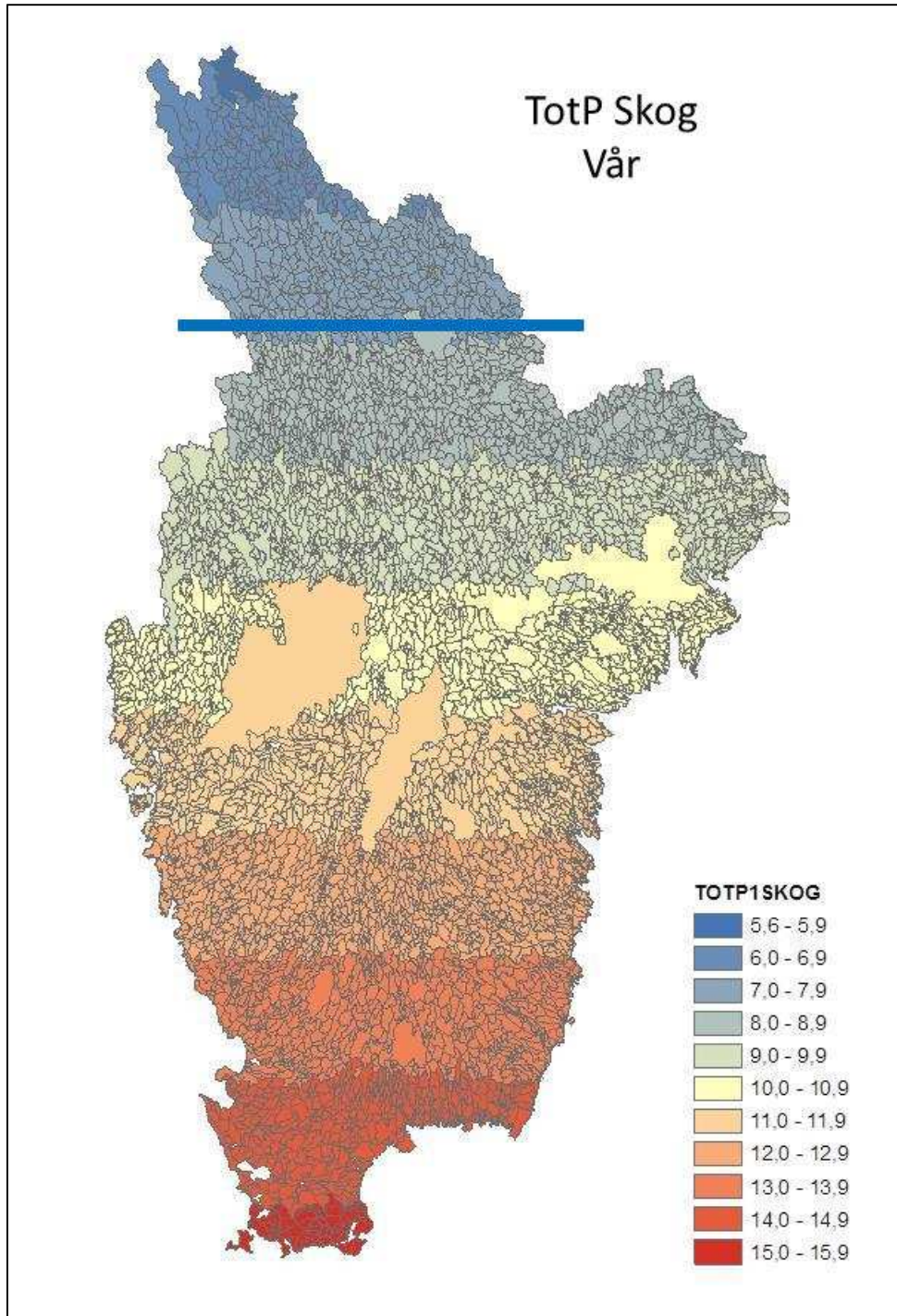
Figur 8. TotN, skogsmark, vår. Modellerade koncentrationer för PLC5-områden. Blå linje i höjd med Siljan markerar ungefärlig gräns för modellens användbarhet. Negativa typhalter söder om strecket inte kan användas.



Figur 9. Skillnaden i TotN mellan ny modell och PLC5 för skogsmark, vår.



Figur 10. TotN ($\mu\text{g/l}$), myrmark, senhöst. Modellerade koncentrationer för PLC5-områden.



Figur 9. TotP ($\mu\text{g/l}$), skogmark, vår. Modellerade koncentrationer för PLC5-områden.

Slutsatser

- Modeller för att skatta typhalter för N och P i avrinningen från skogs- och myrområden i Södra Sverige baserade på skogstillståndet klassat enligt kNN-Sverige gav sämre förklaringsgrad än modeller baserade på Probabilistic Classifier-metoden. Effekter av skogsbruksåtgärder som t.ex. hyggen kommer inte med i kNN-modellerna.
- Modeller baserad på latitud, longitud och altitud (UtankNN) gav vanligtvis bättre förklaringsgrad än modeller baserade på skogstillståndet enligt kNN-Sverige (UtanXYZ).
- Uppmätta och modellerade typhalter för N och P i avrinningen från små slumpmässigt utvalda avrinningsområden utan sjöar var högre än i de subjektivt valda vattendragen med något större avrinningsområden som innehåller sjöar. Orsaken är sannolikt vattnets längre omsättningstid i de senare, vilket innebär större potential för retention av N och P.
- Används typhalter baserade på data från vattendrag med sjöar vid källfördelningsmodellering, vilket var fallet inom PLC5, underskattas tillförseln av N och P från skogs- och myrmark. Retentionen i vattensystemen underskattas därmed och fördelningen mellan olika närsaltkällor påverkas. Det föreligger risk för att åtgärdsutrymmet överskattas nedströms i vattensystemet och att fördelningen mellan olika närsaltkällor påverkas.
- De presenterade modellerna baserade på latitud, longitud och altitud (UtankNN) kan användas för att förbättra skattningarna av N-typhalterna i PLC6 i sydvästra Sverige jämfört med PLC5, men deras giltighet för sydöstra Sverige är fortfarande oklar. Det är dock sannolikt att N-typhalterna framtagna med de nya modellerna (UtankNN) ger en bättre bild av haltvariationen även i sydöstra Sverige jämfört med PLC5. De bör därför kunna användas i hela södra Sverige (söder om Siljan) i PLC6.
- P-typhalter baserade på modeller med latitud, longitud och altitud som drivvariabler (UtankNN) bör inte användas för PLC6.
- För att förbättra skattningarna av N och P typhalterna i avrinningen från skog och myr i sydöstra Sverige bör en studie initieras baserat på slumpmässigt utvalda vattendrag och skogstillstånd klassificeras med Probabilistic Classifier-metoden. Idag saknas sådant underlag och de föreslagna typhalterna baserade på modeller med latitud, longitud och altitud som drivvariabler (UtankNN) kan inte verifieras.

Referenser

- Brandt, M., Ejhed, H. Och Rapp, L. 2008. Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet 2006. Sveriges underlag till HELCOMs femte Pollution Load Compilation. Naturvårdsverket rapport 5815.
- Feldkircher, M. och Zeugner, S. (2009): Benchmark Priors Revisited: On Adaptive Shrinkage and the Supermodel Effect in Bayesian Model Averaging; IMF Working Paper 09-202.
- Löfgren, S. 2011. Vattenkemin i slumpmässigt utvalda källvattendrag i Viskan, Ätran, Nissan, Lagan och Dalälven. Slutrapport till Naturvårdsverket för utredningsuppdrag Dnr. 235-4390-10Mm,överenskommelse nr 216 1037.
- Löfgren, S och Brandt, M. 2005. Kväve och fosfor i skogsmark, fjäll och myr i norra Sverige. SMED rapport nr 14.
- Löfgren, S. och Westling, O. 2002. Modell för att beräkna kväveförluster från växande skog och hyggen i Sydsverige. Institutionen för miljöanalys, SLU rapport 2002:1.
- Löfgren S, Fröberg M, Nisell J, Yu J, Ranneby B. 2011b. N- och P-halterna i skog, myr och fjäll våren 2011 i Dalälven, Viskan, Ätran, Nissan och Lagan. SMED Rapport Nr 100.
- Löfgren S, Fröberg M, Nisell J, Yu J, Ranneby B. 2012. N- och P-halterna i skog, myr och fjäll hösten 2011 i Dalälven, Viskan, Ätran, Nissan och Lagan. SMED Rapport Nr 109.
- Löfgren, S. Nisell, J., Yu, J. & Ranneby, B. 2011a. Förbättrade skattningar av N- och P-förlusterna från skog, myr och fjäll inför PLC6 – pilotprojekt. SMED Rapport Nr 52.
- Nisell J., Lindsjö A., Temnerud J. 2007. Rikstäckande virtuellt vattendrags nätverk för flödesbaserad modellering VIVAN. Institutionen för miljöanalys, SLU rapport 2007:17