



# Skattning av typhalter av totalkväve och organiskt kväve från skogs- och myrmark i södra Sverige inför PLC6

Mats Fröberg, SLU

Stefan Löfgren, SLU

Elin Widén-Nilsson, SLU

Avtal: 2059-14

**På uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten**

Avtal: 2059-14

**På uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten**

Publicering: [www.smed.se](http://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](http://www.smed.se).*



# Innehåll

<b>INNEHÅLL</b>	<b>4</b>
<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>5</b>
<b>BAKGRUND</b>	<b>6</b>
<b>METODER</b>	<b>7</b>
FNOW-data	7
Jämförelse med liknande vattendrag	7
PLC5-delavrinningsområden	7
Månadsfaktorer	8
<b>RESULTAT</b>	<b>9</b>
FNOW-data	9
TotN	9
OrgN	9
Liknande vattendrag	10
Jämförelse med beräkningar enligt metoderna i PLC5	11
PLC5-delavrinningsområden	12
Månadsfaktorer	12
<b>DISKUSSION</b>	<b>14</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>16</b>

# Sammanfattning

I Fröberg och Löfgren (2014<sup>1</sup>) presenterades nya modeller för skattning av kväve (N) och fosfor (P) från skog och myrmark i södra Sverige.

Modelleringen av fosfor visade sig inte vara framgångsrik, medan modelleringen av kväve gav en förbättrad skattning jämfört med PLC5. Det är därför önskvärt att använda dessa metoder för PLC6. I Fröberg och Löfgren (2014<sup>1</sup>) användes dock fyra olika modeller för olika årstider, vilket inte är kompatibelt med beräkningsproceduren i PLC6. Därför presenteras här modeller för totalkväve (TotN) och organiskt kväve (OrgN), som kan användas under årets alla delar i södra Sverige.

De resulterande typhalterna för skog och myr är i medeltal högre än typhalterna som användes i PLC5-rapporteringen. De nya typhalterna är också högre än oberoende vattenkemiska mätdata och skillnaden antas bero på att de oberoende mätningarna kommer från större områden med större areal vatten och därmed högre retention.

Månadsfaktorer att användas tillsammans med årstypshalterna har tagits fram baserat på tidsserierna från de oberoende vattenkemiska mätstationerna.

Oorganiskt kväve skulle kunna beräknas som differensen mellan totalkväve och organiskt kväve varje månad. Det kommer dock ibland ge negativa halter under sommarmånaderna. Detta utreds närmare i den uppföljande slutgiltiga rapporten om typhalterna för hela landet i PLC6 för skog, hygge, sankmark, fjäll och öppen mark (Widén-Nilsson m.fl., 2016<sup>2</sup>). Slutsatsen därifrån är att TotN-halterna kan användas i PLC6 problemet med de negativa halterna av oorganiskt kväve gör att andra OrgN-halter behövs.

Förutom typhalter för skog och myr har även hyggesläckagets beroende av skogsläckaget identifierats. Totalkväveläckaget från hyggen antas vara dubbelt så högt som skogsläckaget.

<sup>1</sup> Fröberg M, Löfgren S (2014) Förbättrad skattning av typhalter av N och P från skogs-och myrmark i södra Sverige inför PLC6 – kan modeller baserade på kNN-data användas? SMED-rapport nr 141.

<sup>2</sup> Widén-Nilsson, Löfgren, S., Tengdelius Brunell, J. 2016. Typhalter för skog, hygge, sankmark, fjäll och öppen mark i PLC6 – Underlagsrapport till Pollution Load Compilation 6. Rapport Nr 188 2016.

# Bakgrund

Läckage av kväve och fosfor från skog och myr är lägre än från jordbruksmark. Eftersom Sverige har stora arealer av skog blir det dock ändå en betydande belastning från den svenska skogen. I den svenska rapporteringen till Helcom i Pollution Load Compilation (PLC) Periodical antas skogs- och myrläckage vara opåverkade av människan och därmed vara bakgrundsläckage. Skogs- och myrläckages storlek spelar därför roll för hur stor potential det kan finnas i Sverige att reducera näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet.

I Fröberg och Löfgren (2014) presenterades nya modeller för skattning av kväve (N) och fosfor (P) från skog och myrmark i södra Sverige. Modelleringen av P visade sig inte vara framgångsrik, medan modelleringen av N gav en förbättrad skattning jämfört med PLC5. Det är därför önskvärt att använda dessa metoder för PLC6. I Fröberg och Löfgren (2014) användes dock fyra olika modeller för olika årstider, vilket inte är kompatibelt med beräkningsproceduren i PLC6. Därför presenteras här modeller för totalkväve (TotN) och organiskt kväve (OrgN), som kan användas under årets alla delar. Arbetet bygger på det tidigare arbetet och metoder m.m. redovisas här mycket kortfattat. För mer detaljer, se därför Fröberg och Löfgren (2014).

I denna rapport används begreppet ”myr”, medan den uppföljande rapporten (Widén-Nilsson m.fl., 2016) byter till begreppet ”sankmark”. Notera också att denna rapport använder förkortningarna TotN och OrgN, medan den uppföljande rapporten använder TN och ON för totalkväve respektive organsikt kväve.

# Metoder

## FNOW-data

I beräkningarna användes samma dataset ("FNOW-data", efter länsbokstäverna i de län som provtagning skett i) som i Fröberg och Löfgren (2014) där djupare beskrivning av metoden finns. Mätpunkter norr om Siljan uteslöts både i Fröberg och Löfgren (2014) och i beräkningarna som gjordes i denna rapport. Ett aritmetiskt medelvärde från de fyra mätningarna (vår, sommar, höst och senhöst) beräknades för TotN respektive OrgN. I modelleringen användes följande förklarande variabler: Nord (RT90), Ost (RT90), Höjd över havet, kNNHygge < 10 år, Skog och Sank, vilket motsvarar variabeluppsättningen "UtankNN" i Fröberg och Löfgren (2014). Statistisk modellering utfördes på samma sätt som i Fröberg och Löfgren (2014). I modelleringsarbetet användes en bayesiansk metod som hade stora fördelar i tidigare arbeten, men metoden används här endast för att ta fram en "bästa modell". Samma modell kommer man fram till även med mindre komplicerade metoder.

Utöver de analyser som gjordes i Fröberg och Löfgren 2014, gjordes för TotN även en jämförelse med de koncentrationer som man skulle få i FNOW-vattendragen om man använder typhalter från PLC5, d.v. s. 428 och 831 µg/L för skog respektive myr till Västerhavet och 522 respektive 955 µg/L för skog respektive myr till Östersjön. För hygge användes i PLC5 en formel med N-deposition. I detta arbete plockades TotN från hyggen fram genom en GIS-analys där varje FNOW-område kopplades ihop med ett PLC5-delavrinningsområde utifrån dess geografiska läge, varefter TotN för PLC5-delavrinningsområdet letades upp i en tabell.

## Jämförelse med liknande vattendrag

TotN och OrgN-data fanns för 17 av de 22 liknande vattendragen i Fröberg och Löfgren (2014). Dessa vattendrag användes som en oberoende kontroll av modellen. Även för dessa liknande vattendrag gjordes en jämförelse med koncentration baserad på PLC5-typhalter, på samma sätt som ovan.

## PLC5-delavrinningsområden

För PLC5-delavrinningsområden beräknades typhalter baserat på framtagen modell och jämfördes med de typhalter som användes i PLC5.



## **Månadsfaktorer**

För de 17 liknande vattendragen beräknades först medelvärde per kalendermånad för varje vattendrag. Utifrån dessa 17 månadsmedelvärden beräknades sedan ett gemensamt medelvärde per månad för alla vattendrag. Ett årsmedel beräknades baserat på det gemensamma medelvärdet och slutligen beräknades månadsfaktorer genom att dividera gemensamt månadsmedelvärde med årsmedel.

# Resultat

## FNOW-data

### TotN

Den bästa modellen för TotN från skog och myr var följande:

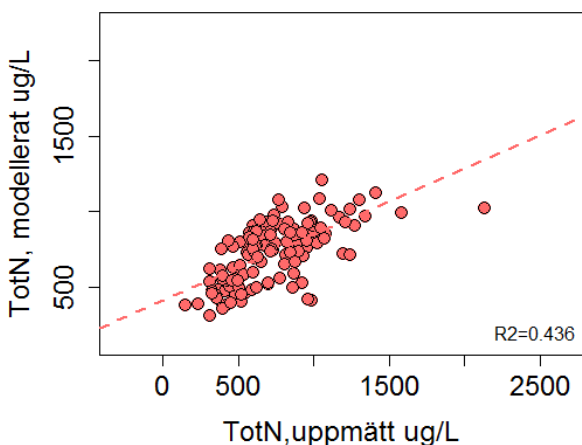
$$\text{TotN } (\mu\text{g/L}) = 5364 - 1,049 * 10^{-3} * \text{Nord} + 1,741 * 10^{-3} * \text{Ost} - 396 * \text{Skog}$$

där Nord och Ost är RT90-koordinater och Skog är andelen skog (inklusive hygge i avrinningsområdet). Denna modell hade  $R^2$  på 0,44 (Figur 1).

Detta ger typhalter för skog och myr:

$$\text{TotNSkog } (\mu\text{g/L}) = 4968 - 1,049 * 10^{-3} * \text{Nord} + 1,741 * 10^{-3} * \text{Ost}$$

$$\text{TotNMyr } (\mu\text{g/L}) = 5364 - 1,049 * 10^{-3} * \text{Nord} + 1,741 * 10^{-3} * \text{Ost}$$



**Figur 1. Uppmätt och modellerad koncentration av TotN i FNOW-datasetet.**

### OrgN

Den bästa modellen för OrgN var

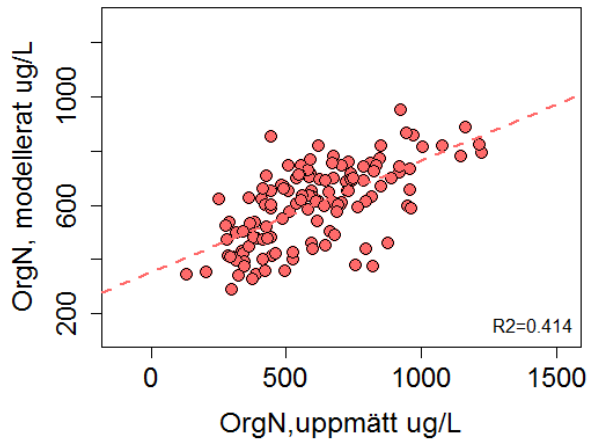
$$\text{OrgN } (\mu\text{g/L}) = 3945 - 7,922 * 10^{-4} * \text{Nord} + 1,422 * 10^{-3} * \text{Ost} - 285 * \text{Skog} ,$$

Denna modell hade  $R^2$  på 0,41 (Figur 2).

Detta ger typhalter för skog och myr enligt följande:

$$\text{OrgNSkog } (\mu\text{g/L}) = 3660 - 7,922 * 10^{-4} * \text{Nord} + 1,422 * 10^{-3} * \text{Ost}$$

$$\text{TotNMyr } (\mu\text{g/L}) = 3945 - 7,922 * 10^{-4} * \text{Nord} + 1,422 * 10^{-3} * \text{Ost}$$

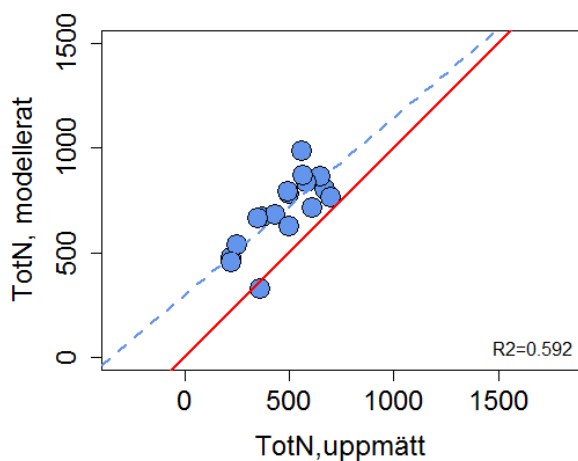


Figur 2. Uppmätt och modellerad koncentration av OrgN i FNOW-datasetet.

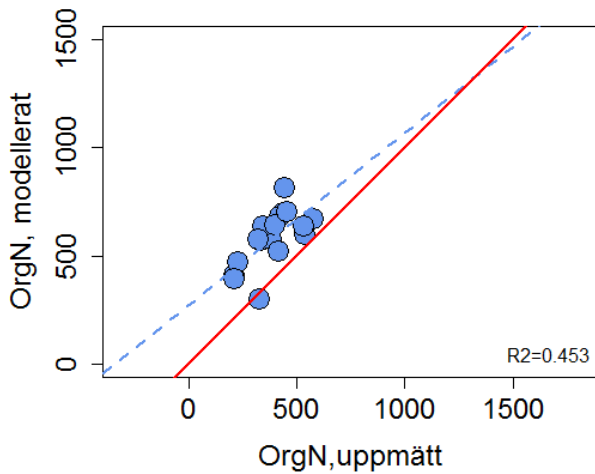
## Liknande vattendrag

Modellen fungerade bra för TotN, även i de 17 liknande vattendrag och gav ett  $R^2$  på 0,59. Dock överskattades TotN-koncentrationen för i stort sett alla vattendrag (Figur 3). Medelkoncentration av TotN var enligt mätningarna var 473  $\mu\text{g/L}$  och enligt modellen 696  $\mu\text{g/L}$ .

Liknande resultat gällde även för OrgN. Observerad medelkoncentration var 386  $\mu\text{g/L}$  och modellerad medelkoncentration 581  $\mu\text{g/L}$ .  $R^2$  var 0,45 (Figur 4).



Figur 3. Uppmätt och modellerad koncentration av TotN i dataset med 17 liknande vattendrag. Röd linje visar förhållandet 1:1 mellan uppmätt och modellerat värde.

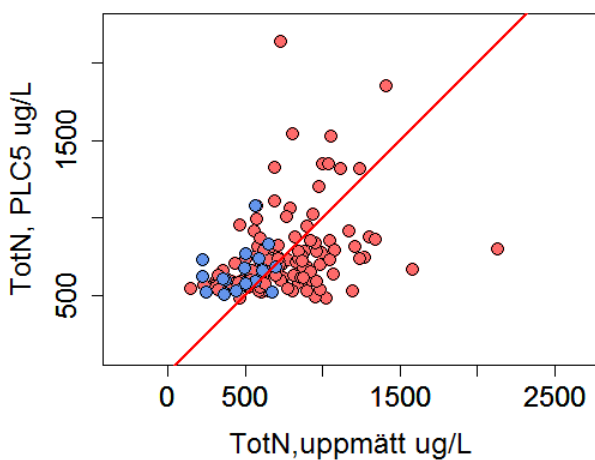


**Figur 4. Uppmätt och modellerad koncentration av OrgN i dataset med 17 liknande vattendrag. Röd linje visar förhållandet 1:1 mellan uppmätt och modellerat värde.**

## Jämförelse med beräkningar enligt metoderna i PLC5

Beräkningar av TotN-koncentration med samma metod som användes i PLC5 gav en relativt dålig anpassning ( $R^2=0,14$ ) till FNOW-data (Figur 5) Medelvärde för FNOW-områdena beräknat med PLC5-metoden var 747  $\mu\text{g/L}$ , vilket däremot låg nära uppmätt TotN-koncentration på 728  $\mu\text{g/L}$ .

För de 17 liknande vattendragen var anpassningen till data också dålig ( $R^2=0,09$ ). TotN- enligt PLC5-metoden var i medel 696  $\mu\text{g/L}$ , vilket var högre än motsvarande uppmätta medelvärde, 473  $\mu\text{g/L}$ .



**Figur 5. Uppmätt och beräknad koncentration av TotN. Beräkningarna har skett med metoden som användes i PLC5. Röda prickar = FNOW-data, blå prickar = 17 liknande vattendrag.**

## PLC5-delavrinningsområden

Beräkningar av TotN-koncentrationer (typhalter) med den nya metoden från PLC5-delavrinningsområden i södra Sverige gav ett medelvärde på 739 µg/L för skog och 1136 µg/L för myr (Tabell 1). Detta var betydligt högre än de typhalter som användes för PLC5, d.v.s. 428 eller 522 µg/L för skog och 831 eller 955 µg/L för myr. Dessa typhalter från PLC5 för södra Sverige gav medelvärden på 490 respektive 913 µg/L för skog respektive myr (Tabell 1). För hygge var typhalterna i PLC5 i medeltal 2026 µg/L, d.v.s. mer än fyra gånger så hög koncentration som från skogsmark (Tabell 1).

För OrgN var koncentrationerna i genomsnitt 622 och 907 µg/L för skog och myr för PLC5-delavrinningsområden i södra Sverige (Tabell 1).

**Tabell 1. Jämförelse av medelvärden för typhalter i södra Sverige, (µg/L).**

	PLC5 TotN	Nya typhalter TotN	Nya typhalter OrgN
Skog	490	739	622
Myr	913	1136	907
Hygge	2026		

## Månadsfaktorer

Månadsfaktorer beräknade utifrån tidsserier i de 17 liknande vattendragen presenteras i tabell 2.

**Tabell 2. Månadsfaktorer för TotN och OrgN.**

Månad	Månadsfaktor TotN	Månadsfaktor OrgN
Jan	0,92	0,78
Feb	0,88	0,69
Mar	0,90	0,71
Apr	0,91	0,83
Maj	0,87	0,92
Jun	0,99	1,10
Jul	1,17	1,30
Aug	1,27	1,42
Sep	1,21	1,35
Okt	1,00	1,07
Nov	0,97	0,98
Dec	0,91	0,84

# Diskussion

Modellerna för TotN och OrgN har liknande  $R^2$ -värden som de säsongsvi framtagna modellerna i Fröberg och Löfgren (2014). För de 17 liknande vattendragen var  $R^2$  både högre än för FNOW-data som modellerna är framtagna på och något högre än de säsongsvi framtagna modellerna.

Hygge kom inte med i modellerna för TotN och OrgN, men det är ändå önskvärt att använda högre typhalter för hyggen än för skogsmark, eftersom man vill särskilja den antropogena belastningen från den naturliga. Det finns dålig kunskap om hur N-export från ett brukat skogslandskap generellt skiljer sig från den naturliga, men man känner i alla fall till från andra studier att man får en ökad N-export från hyggesytor. I Löfgren m.fl. (2014), som bygger på samma datamaterial, men där man använde en bättre metod för skattning av skogstillståndet, kom vi fram till en faktor 2,1 för förhöjd N-koncentration från hyggen, vilket stämmer bra med andra undersökningar och med den faktor 2 som användes för hyggen i norra Sverige för PLC5. Förslaget är därför att använda en faktor 2 för hyggen även i södra Sverige. De hyggestyphalter som användes för PLC5 var dock betydligt högre, i genomsnitt drygt 2000  $\mu\text{g/L}$ . Med den nya metoden verkar alltså koncentrationerna per delavrinningsområde bli ungefär desamma som för PLC5. Men med metoden som har presenterats här får man alltså högre typhalter från skog och myr, men lägre från hygge.

Typhalterna i PLC5 togs fram genom studier av vattendrag som i de flesta fall hade betydligt större avrinningsområden med fler sjöar än de slumpmässigt utvalda bäckarna som använts här. Detta är sannolikt en viktig förklaring till att typhalterna som togs fram till PLC5 var betydligt lägre än de som tagits fram baserat på FNOW-data. 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.

Modelleringen är baserad på mätningar som är gjorda mellan 2 maj och 10 november i Dalälven och 4 april och 1 december i sydvästsverige. Mätningar saknas alltså egentligen för en period på fyra till sex av årets månader. Under dessa vintermånader är N-koncentrationerna generellt sett lägre än under den varmare delen av året (Tabell 2) och det är därför motiverat att justera typhalterna nedåt med 5-10 procent.

Man ska även notera att modelleringen för sydöstra Sverige är osäker i och med att modellen är baserad på mätningar i sydvästsverige och i Dalälvens avrinningsområde. Oorganiskt kväve kan beräknas som skillnaden mellan

TotN och OrgN, men osäkerheten blir även i de beräkningarna stor, eftersom man subtraherar två värden som båda har betydande osäkerhet. I vissa fall får man dessutom negativa koncentrationer under månaderna juni till september, vilket man måste hantera på lämpligt sätt. Detta utreds närmare i den uppföljande, slutgiltiga rapporten om typhalterna i PLC6 (Widén-Nilsson m.fl., 2016).



# Referenser

Fröberg M, Löfgren S (2014) Förbättrad skattning av typhalter av N och P från skogs-och myrmark i södra Sverige inför PLC6-kan modeller baserade på kNN-data användas? SMED-rapport nr 141.

Löfgren S, Fröberg M, Yu J, Nisell J, Ranneby B (2014) Water chemistry in 179 randomly selected Swedish headwater streams related to forest production, clear-felling and climate. *Environmental Monitoring and Assessment* 186: 8907-8928.

Widén-Nilsson, Löfgren, S., Tengdelius Brunell, J. 2016. Typhalter för skog, hygge, sankmark, fjäll och öppen mark i PLC6 – Underlagsrapport till Pollution Load Compilation 6. Rapport Nr 188 2016.