



Förbättrad beräkningsmeto-
dik för retention av fosfor från
enskilda avlopp
Slutrapport

Mikael Olshammar, IVL
Tony Persson, IVL
Courtney Oneill, IVL
Faruk Djodjic, SLU

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

SMED (Svenska Miljöemissions Data), som är ett konsortium bestående av IVL, SLU, SCB och SMHI, har under 2007-2008 genomfört ett mätprojekt i Ekskogen, Vallentuna kommun på uppdrag av Naturvårdsverket. Vattenföring och kemiska parametrar har mätts i ett vattendrag som flyter fram genom området i syfte att verifiera och förbättra de teoretiska beräkningar SMED använder för att beräkna belastning av fosfor och kväve från enskilda avlopp.

Denna typ av projekt kräver mycket indata och god lokalkännedom. Vi vill därför här passa på att tacka de personer som speciellt bidragit med information och kunskap om projektområdet:

Lennart Adamajtis, Miljöinspektör, Vallentuna kommun

Lennart Persson, Miljöinspektör, Norrtälje kommun

Sven Falén, Lantbrukare, Garns-Ekskogen

Innehåll

Förord	2
Sammanfattning.....	4
Bakgrund	5
Syfte.....	5
Genomförande	5
Områdesbeskrivning.....	5
Datainsamling.....	7
Mätningar	8
Belastningsberäkning	10
Bakgrundsbelastning	10
Masstransport	10
Resultat.....	11
Belastningsberäkning	11
Bakgrundsbelastning	13
Analys av uppmätta fosforhalter och dess relation till belastning från enskilda avlopp	13
Masstransport	19
Fosfor.....	19
Kväve.....	20
Diskussion	21
Referenser.....	22
Bilaga 2 – Beräkningsmetodik enskilda avlopp	24
Allmänt.....	24
Databastabeller	24
PersondagarKommun	24
PersondagsandelOmrade	24
Reningsschabloner.....	25
Databasfrågor	25
q1_Persondagskorrigering.....	25
q2_PersondagarOmrade	25
q3_NettobelastningOmradeReningsteknik.....	26
q4_NettobelastningOmrade.....	26
Bilaga 3.....	27
Mätningar och beräkningar av vattenföring	27
Vattenföring.....	27
Bilaga 4.....	28
Masstransportberäkningar	28

Sammanfattning

Inom projektet Förbättrad beräkningsmetodik för retention av fosfor från enskilda avlopp har SMED utvärderat den teoretiska metodiken för att beräkna bruttobelastning av fosfor och kväve från enskilda avlopp genom mätningar i området Garns-Ekskogen i Vallentuna kommun. Vissa förfiningar av beräkningsmetodiken har också utvecklats och implementerats i projektet.

Med dessa förbättringar kan konstateras att den teoretiska fosforbelastningen från enskilda avlopp ligger nära den som bestämts via beräkningar utgående från mätningar. Den teoretiska fosforbelastningen är 1-2 gånger så hög som den utifrån mätningar beräknade belastningen, vilket är rimligt med tanke på osäkerheten i mätningarna och i indata till de teoretiska beräkningarna. Bakgrundsbelastningen från omgivande skogsmark är enligt enkla läckageberäkningar låg jämfört med den från enskilda avlopp i detta område.

För kväve gäller det omvända, då den teoretiska belastningen från enskilda avlopp är tre gånger lägre än den som kan beräknas utifrån mätningar, vilket är förklarligt då belastningen från andra källor för kväve är betydligt högre än för fosfor.

Markretentionens bidrag till skillnaden mellan beräknad och genom mätningar framtagen belastning har inte kunna säkerställas pga den stora osäkerheten som finns kring reningsschabloner och andra felkällor. En grov uppskattning ger dock att markretentionen för fosfor från enskilda avlopp i projektområdet är runt 50%.

SMEDs belastningsberäkningar för enskilda avlopp bör i första hand förbättras genom att den uppdaterade beräkningsmetodiken appliceras nationellt. Vad gäller belastningsdata är detta inget problem, då SCB redan har tillgång till denna statistik. För att förbättra belastningsstatistiken är det även nödvändigt att teknikuppgifterna för enskilda avlopp uppdateras och att i denna datainsamling reningsteknik för BDT- och WC-vatten separeras så att beräkningarna kan hantera både ”tvårörssystem” och fastigheter med enbart BDT-avlopp.

Bakgrund

Modellberäkningarna av fosforbelastning från enskilda avlopp, som SMED utfört åt Naturvårdsverket till PLC5-rapporteringen och Miljömålsuppföljningen, har hittills inte verifierats med mätningar på delavrinningsområdesnivå. Ingen hänsyn har heller tagits till markretention, dvs. den avskiljning som sker från rotzonen till vattendraget. Detta är en förenkling, då allt fosfor som kommer ut från en reningsanläggning inte når närmaste vattendrag pga fastläggning i mark och diken. För kväve användes samma markretention som kalibrerats fram för jordbruksläckaget.

Renat avloppsvatten från främst infiltrationsbäddar men även vatten som leds ut från markbäddar eller direkt från slamavskiljare till diken eller rör infiltrerar till en del i underliggande marklager där fosfor binds mer eller mindre permanent till markpartiklar.

Att de hittills använda beräkningarna inte har styrkts med mätningar på delavrinningsområdesnivå är en svaghet och skapar osäkerheter kring de enskilda avloppens betydelse för belastning på vattendrag och hav, vilket i sin tur blir ett problem då kostnadseffektiva åtgärder skall tas fram för att minska övergödningen.

Syfte

Syftet med detta projekt är att utvärdera existerande metodik för belastningsberäkning av fosfor och kväve från enskilda avlopp. Projektet skall också försöka uppskatta storleken på markretentionen genom att jämföra teoretisk belastning, enligt SMEDs beräkningsmetodik, med uppmätt belastning i tillflöde från ett område med många enskilda avlopp. Projektet fokuserar på fosfor medan kväve kommer att behandlas översiktligt.

Erhållna mätvärden ska med geostatistiska GIS-analyser jämföras med relevanta avrinningsområdesegenskaper för att försöka förklara temporala och spatiala variationer.

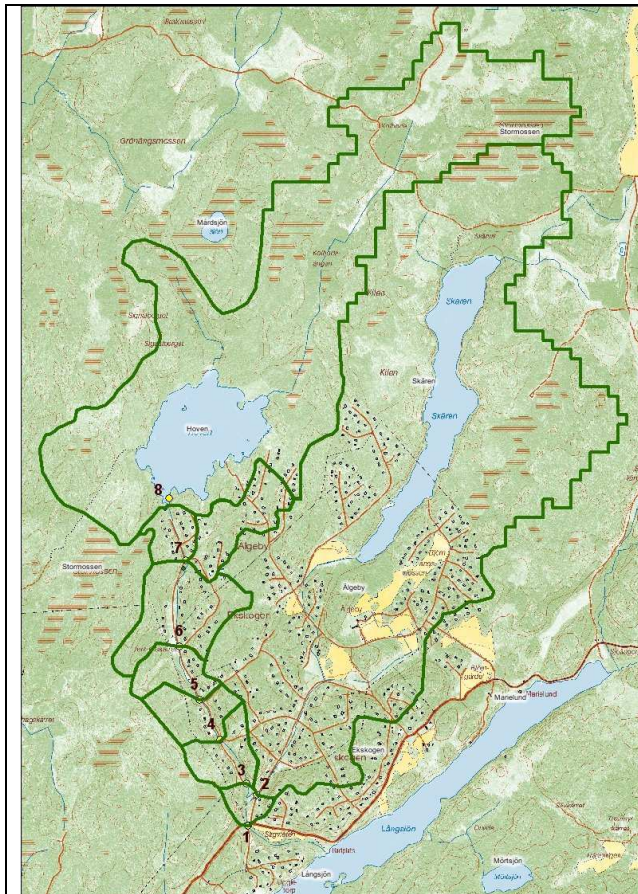
Utgående från dessa resultat skall beräkningsmetodiken för enskilda avlopp förbättras.

Genomförande

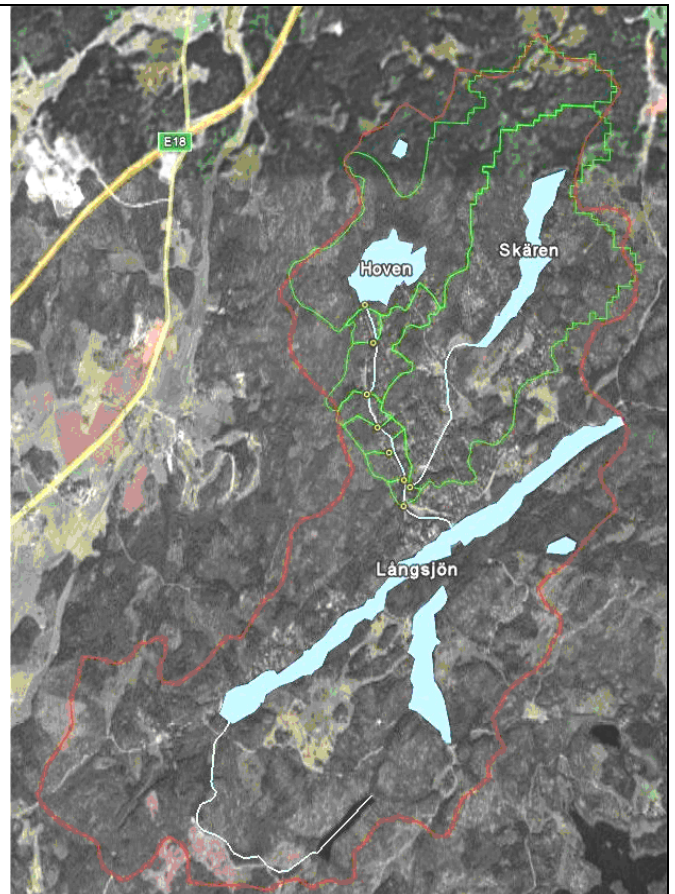
Områdesbeskrivning

Projektet har identifierat området Garns-Ekskogen i Vallentuna som lämpligt projektområde efter kontakt med flera kommuner i Stockholmsområdet.

Området Garns-Ekskogen är med sina ca 480 fastigheter (Larnelius, 2006) beläget i nordöstra delen av Vallentuna kommun, nära kommungränsen mot Norrtälje. Området ligger helt inom Långsjöns tillrinningsområde och utgör mindre än hälften av delavrinningsområde 661234-164552 i PLC5-beräkningarna, se Figur 1 och Figur 2.

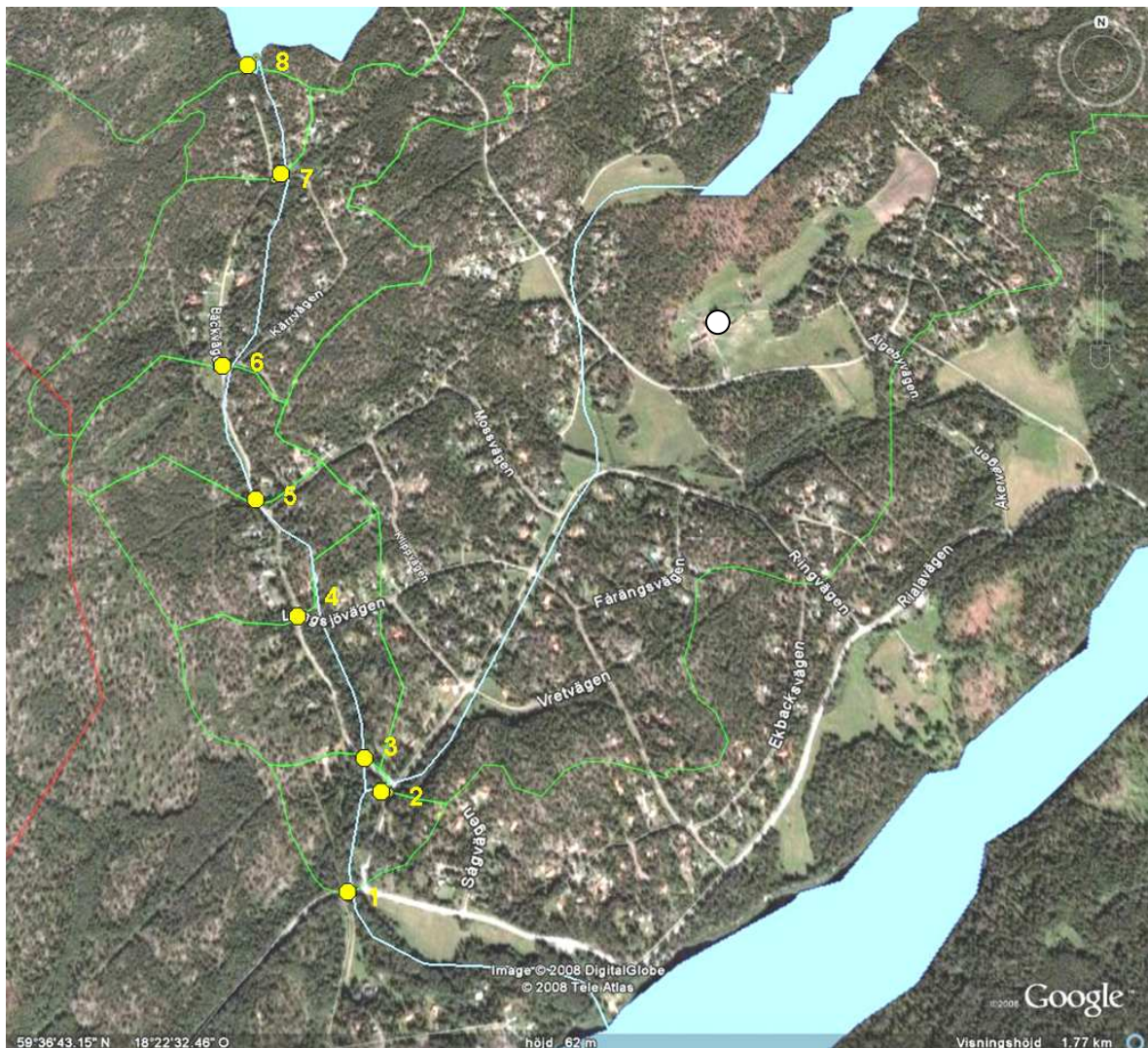


Figur 1 - Översiktskarta över Ekskogen. Grön linje visar tillrinningsområdena till mätpunkterna och gul punkt markerar mätpunkt 1-8.



Figur 2 - Översiktsbild Garns-Ekskogen. Källa Google Earth. Röd linje visar delavrinningsområdet 661234-164552 (PLC5 Delaro05), grön linje visar tillrinningsområdena till respektive mätpunkt.

Garns-Ekskogen, som består av två delområden, Älgeby och Ekskogen, försörjs idag med dricksvatten både från enskilda brunnar och gemensamma grundvattenanläggningar. De gemensamma dricksvattenledningarna är endast till för sommarvatten. Ekskogen är ett område med hög täthet av enskilda avlopp med både permanent- och fritidsboende. Permanentningsgraden i området är ca 30 % (Larnelius, 2006). Avrinningsområdet är väl avgränsat och bakgrundsbelastningen för fosfor och kväve är låg. Vattendragen som flyter genom området har låga men mätbara flöden under större delen av året. Terrängen i västra delen av området där mätningarna koncentrerats är mestadels kuperad moränmark med tunna jordlager. I östra delarna av området finns viss jordbruksmark och en mindre djurbesättning, se Figur 3 nedan.



Figur 3 – Detaljerad satellitbild över Garns-Ekskogen. Källa Google Earth. Grön linje visar tillrinningsområdena till respektive mätpunkt (1-8). Vit punkt visar lokalisering för den enda bondgården i området.

Datainsamling

För att teoretiskt kunna beräkna belastningen från enskilda avlopp och analysera resultaten från beräkningarna och mätningarna krävs ett antal indata vars tillgänglighet beskrivs i nedanstående punkter:

- Uppgifter om samtliga enskilda avlopp i projektområdet med information om koordinat alternativt fastighetsbeteckning, och reningsteknik för WC- och BDT-vatten är önskvärd för att den teoretiska belastningen ska kunna beräknas. Projektet har via Vallentuna kommun fått tillgång till fastighetskartan över området men denna information har inte gått att knyta till hur många personer som vistas på respektive fastighet (persondagar/år) eller vilken form av avloppsvattenlösningen de har samt status på denna. Enligt (Lindborg, 1993) finns det i området i stort sett bara fastigheter med sluten tank för WC och infiltration för BDT i den mån de har avlopp över huvud taget. Projektet har därför gjort antagandet att samtliga fastigheter har sluten tank för WC och infiltration för BDT.
- Nyttjandegrad i antalet persondagar per år har tagits fram av SCB på en mer detaljerad nivå än den som använts i PLC5-rapporteringen dock ej kopplad till fastigheterna. Belastningen i form av persondagarna har levererats uppdelade på:

- Antal persondagar för permanentboende med WC avlopp
- Antal persondagar för fritidsboende med WC avlopp
- Antal persondagar för permanentboende med BDT avlopp
- Antal persondagar för fritidsboende med BDT avlopp
- Väderprognoser, nederbörd och temperatur, har hämtats från Expressens vädertjänst för Vallentuna. Denna information har använts för att avgöra när mätningar skall ske. Projektet har även haft kontakt med en lantbrukare i området för lokala observationer. Klimatologiska tidserier för hela året har hämtats från SMHI innan utvärderingen efter mätningarnas slut.
- Markanvändning, jordart, berggrundsgeologi, brunnsarkiv, mm har hämtats från Lantmäteriet och SGU, se bilaga 1.
- Fastighetsdata (shape-fil) över området har levererats av Vallentuna kommun, se bilaga 1
- Bakgrundsinformation, mätdata, belastningsdata och flödesdata från tidigare undersökningar i området har hämtats från Larnelius (2006).
- Jämförande flödesdata från mätstationerna i Skällnora och Finsta belägna 25 km SV respektive 15 km NO Garns-Ekskogen har beställts från SMHI för denna undersökning.
- Lämpliga provtagningsplatser har identifierats tillsammans med ansvarig VA-handläggare Lennart Adamajtis, Vallentuna kommun som aktivt deltagit i projektet och tillhandahållit kartmaterial och annan information.

Mätningar

Garns-Ekskogens avrinningsområde definierat som det område som dränerar projektets mätpunkt 1 är 7,03 km² stort och i området finns två sjöar, Hoven och Skären, se Figur 3. Provtagning har skett i totalt tolv punkter varav återkommande i åtta, se Figur 3. Mätning och provtagning skedde vid sju olika tillfällen under perioden september 2007 till maj 2008. Provtagningstillfällena täckte in årets alla hydrologiska typsituationer.

I det avrinningsområde på 3,25 km² som definieras av punkt 3 belägen i bäcken som dränerar Hoven finns sex mätpunkter för vilka noggranna flödesmätningar och beräkningar utförts. Syftet var att undersöka kopplingen mellan den mätta masstransporten till recipienten och den teoretiska belastningen från det antal fastigheter med enskilda avlopp som är belägna i respektive mätpunkts delavrinningsområde.

Eftersom bakgrundskoncentrationen i Hovens utlopp mättes vid varje fältbesök utom ett (då utloppsfåran var torr) kan belastningsökningen på delavrinningsområdesnivå kopplas till det ökade antalet fastigheter längs vattendraget. Mätmetodiken syftar till en hög rumslig upplösning vilket ställer höga krav på noggrannheten i de momentana flödesmätningarna längs bäcken. Dessa utfördes för punkt 3 och punkt 7 med saltutspädningsmetoden som är lämplig för små turbulenta vattendrag där flygelmätningar är olämpliga. Väl utförd ger en flödesmätning med saltutspädningsmetoden en precision som ligger inom 5 % av flödet. Vid de tillfällen då två saltutspädningsmätningar utförts vid samma mätpunkt och tillfälle var differensen mellan mätningarna så liten som under 1 %. För säkerhets skull utfördes ytterligare flödesmätningar med hjälp av tid/area-metoden i en vägtrumma belägen vid punkt 7.



Figur 4 - Diket vid mätpunkt 3

Där vattendrag sammanstrålar, vilket sker vid två lokaler, utfördes en noggrann flödesmätning med saltspädningsmetoden i en av bäckarna som tillsammans med konduktivitetmätningar i alla tre bäckgrenarna kan användas för att beräkna delflödena. Att använda konduktivitetmätningar för dessa beräkningar förutsätter att det är ungefär samma sammansättning på belastningskomponenterna i de bidragande bäckarna. Antagandet att så är fallet för Garns-Ekskogens avrinningsområde är rimligt då detta är litet, homogent och de två delavrinningsområden som dränerar i punkterna 3 och 2 är ungefär lika stora.

Utöver de noggranna flödesmätningarna gjordes mätningar i fält av vattentemperatur, konduktivitet och pH. Vattenprovtagningen skedde med 100 ml flaskor och proverna placerades i en kylväska. Vattenproverna levererades sedan samma dag som de togs till SLU:s laboratorium vid Institutionen för Miljöanalys. Vid varje fältbesök fotodokumenterades mätplatserna.

Följande parametrar har bestämts:

Parameter	Enhet
Flöde	l/s
Konduktivitet	μS/cm
Konduktivitet (ej temperaturberoende)	μS/cm
NH ₄ -N	μg/l
NO ₂ +NO ₃	μg/l
PO ₄ -P	μg/l
Saltkoncentration	ppt
Temperatur	Celsius
TN	μg/l
TOC	μg/l
TOTP	μg/l
TDS	mg/l

Eftersom området är litet och kuperat med uppstickande berghällar och på grund av att delavrinningsområdena är små utfördes en kontroll i fält för att kontrollera den automatiskt delinjerade vattendelaren, som projektet tagit fram med verktyget ArcHydro, för området som dränerar Hoven. Endast mindre korrekationer behövde göras.

Belastningsberäkning

Den beräkningsmetodik som använts för att ta fram bruttobelastningen från enskilda avlopp till PLC5-rapporteringen (Olshammar, m.fl. 2007) är liksom den underliggande statistiken i behov av uppdatering. Uppgradering av struktur och beräkningar sker inom projekten Pilotprojekt avlopp 2008 och inom detta projekt Förbättrad beräkningsmetodik för retention av fosfor från enskilda avlopp.

I detta projekt har belastningsberäkningarna för enskilda avlopp förbättrats på följande punkter jämfört med PLC5-beräkningarna.

- Databasen och beräkningarna kan nu hantera ”tvårörslösningar” dvs när en fastighet behandlar sitt WC-avlopp och BDT-avlopp på olika sätt. Detta har varit extra viktigt i Ekskogen där nästa alla fastigheter har denna typ av lösningar alternativt enbart har BDT-avlopp.
- Lokal information om reningsteknik har använts istället för statistik på kommunnivå som tagits in via enkät till PLC5-rapporteringen. Den senare kan inte kopplas till enskilda fastigheter. Enligt (Lindborg, 1993) finns det i området i stort sett bara fastigheter med sluten tank för WC och infiltration för BDT i den mån de har avlopp över huvud taget. Projektet har därför gjort antagandet att samtliga fastigheter har sluten tank för WC och infiltration för BDT.
- Mer högupplöst fastighetsstatistik från SCB har använts. Tidigare har endast fastigheter med koden WC-avlopp tagits med i beräkningarna medan även fastigheter med enbart BDT-avlopp tagits med i detta projekt. Dessutom har nyttjandegraden som tidigare bara angetts som ett värde per delavrinningsområde delats upp på: antal persondagar för permanentboende med WC avlopp, antal persondagar för fritidsboende med WC avlopp, antal persondagar för permanentboende med BDT avlopp och antal persondagar för fritidsboende med BDT avlopp.

Bakgrundsbelastning

Projektområdet valdes för att det med sin ringa storlek, geologi och markanvändning bör ha låg bakgrundsbelastning jämfört med den belastning som kommer från enskilda avlopp. För att verifiera detta gjordes en enkel beräkning där läckaget för skog i delavrinningsområdet 661234-164552 enligt PLC5-beräkningarna skalades om till att omfatta projektområdet utan sjöar, vilka till övervägande del är skogstäcka.

Masstransport

Masstransporten av fosfor och kväve beräknas för de 8 punkter där återkommande provtagning och noggranna flödesmätningar utförts, se Figur 3. Beräkningsgången är att för varje mättilfälle multiplicera den uppmätta koncentrationen med flödet i respektive mätpunkt för beräkning av den momentana masstransporten. Fokus för mätningarna är att erhålla en hög rumslig upplösning för att möjliggöra en koppling mellan närsaltstransport och antalet belastande fastigheter längs vattendraget och utförliga beräkningar har gjorts för bäcken mellan Hovens utlopp (punkt 8) och mätpunkt 3. Bakgrundsbelastningen i recipienten för respektive mättilfälle, definierad som belastningen i Hovens utlopp (punkt 8), subtraheras från masstransporten för respektive mätpunkt. Ingen provtagning skedde i Skärens utlopp varför bakgrundsbelastningen från Hovens utlopp har använts även för punkt 2. För punkt 1 som är summan av delflödena från Hoven och Skärens avrinningsområden har bakgrundsbelastningen från Hoven multiplicerats med en faktor två. Antagandet om samma bakgrundsconcentration på totalfosfor kan motiveras med att sjöarnas avrinningsområden är ungefär lika stora (2,9 km² för Hoven och 2,4 km² för Skären) och att

markanvändningen i båda områdena domineras av barr- och blandskog (~80 %) med inslag av sankmark (~10 %). Jordartsfördelningen är också likartad där ungefär hälften av avrinningsområdena består av berg, 48 % för Hovens avrinningsområde och 54 % för Skärens. Inslaget av lera, sand och grus är större i Hovens avrinningsområde jämfört med Skärens avrinningsområde som har en större andel moränmark. Sjöarna är lika stora till ytan men Skären är något djupare med 4,1 m i medeldjup jämfört med Hovens ca 2,5 m. Vattenkemiprovtagning skedde i båda sjöarna i september 2004 och Hoven hade då en totalfosforhalt på 10 µg/l och Skären 14 µg/l. Dessa mätvärden jämfördes med gamla värden på totalfosfor i Länsstyrelsens register över vattenkemi och halterna avvek inte avsevärt från gamla värden (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2005). Halterna från Skären är alltså generellt något högre än i Hoven vilket kan bero på att fastighetstätheten i södra delen av Skären är högre än motsvarande för Hoven. Det finns även ett inslag av jordbruksmark i södra delen av Skärens avrinningsområde som totalt sett är litet men större än motsvarande för södra Hoven och som kan bidra till skillnaden i bakgrundsbelastning av totalfosfor. Det är dock vanskligt att använda multiplikationsfaktorer enbart med stöd från enstaka mätningar som dessutom uppvisade låga koncentrationer (10 resp. 14 µg/l). Därför motiveras antagandet av samma bakgrundskoncentration av likheterna i områdeskaraktäristik.

Totala årstransporten från området för mätperioden beräknades genom att varje mättillfälle representerar ett konstant flöde med en konstant närsaltskoncentration för ett tidsintervall motsvarande halva tiden som förflutit sedan närmast föregående mättillfälle plus halva tiden mellan mättillfallet och närmast efterföljande mättillfälle (bilagorna 3 och 4). Under vinterhalvåret genomfördes mätning och provtagning ca en gång i månaden från november 2007 till mars 2008. Inga mätningar utfördes på sommaren pga inget eller mycket låga flöden.

Det är viktigt att förstå att transporthastigheten för föroreningar, som fosfor och kväve, ner till grundvattenytan och sedan med grundvattnet till närmaste vattendrag är en långsam process. Detta innebär att de uppmätta halterna kan bero av föroreningar som transporterats flera år. Eftersom belastningen i området knappast förändrats så mycket under de senaste åren har detta dock liten effekt på resultatet.

Resultat

Belastningsberäkning

Teoretiska belastningsberäkningar för utsläpp från enskilda avlopp har utförts för projektområdet med den nya metodiken. Resultaten presenteras och jämförs med tidigare beräkningar i Tabell 2 nedan.

Tabell 1 - Nyttjandegrad utav enskilda avlopp i Garns-Ekskogen enligt SCB 2006

Antal persondagar med WC avlopp		Antal persondagar med enbart BDT	
Permanent boende	Fritidshus	Permanent boende	Fritidshus
83 585	18 360	33 580	48 060

Tabell 2- Teoretisk årlig bruttobelastning från enskilda avlopp i Garns-Ekskogen

Projekt	Kg/år	Intervall
Detta projekt		
P-tot	34	
N-tot	151	
SMED PLC5 (hela delavrinningsområdet 661234-164552)		
P-tot	49	
N-tot	348	

Larnelius, 2006		
P-tot	110	35-135
N-tot	290	

För att beräkna den teoretiska belastningen vid respektive mätpunkt multipliceras den totala teoretiska belastningen med kvoten av det antalet fastigheter som belastar mätpunkten och det totala antalet fastigheter i området, se Tabell 3 nedan.

Tabell 3 - Teoretisk belastning från enskilda avlopp vid mätpunkterna

Mätpunkt	Teoretisk belastning Tot-P [Kg/år]
8	1
7	2
6	7
5	8
4	8
3	9
2	21
1	31

Bakgrundsbelastning

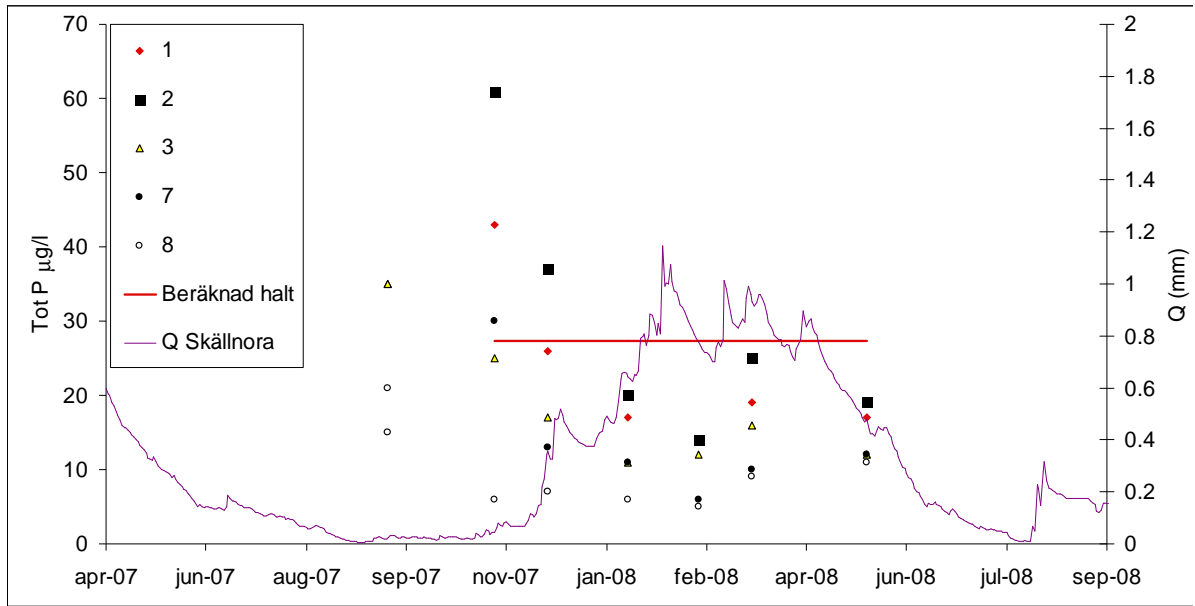
Beräkningen av bakgrundsbelastningen, utifrån det bruttoläckage för skog som togs fram inom PLC5-projektet för detta delavrinningsområde, visar på låga värden. Markläckagets bidrag har ej tagits med i övriga beräkningar, då de är låga och värdena bara indikativa på denna geografiska skala.

Tabell 4 – Indikativ bakgrundsbelastning enligt PLC5-beräkningarna

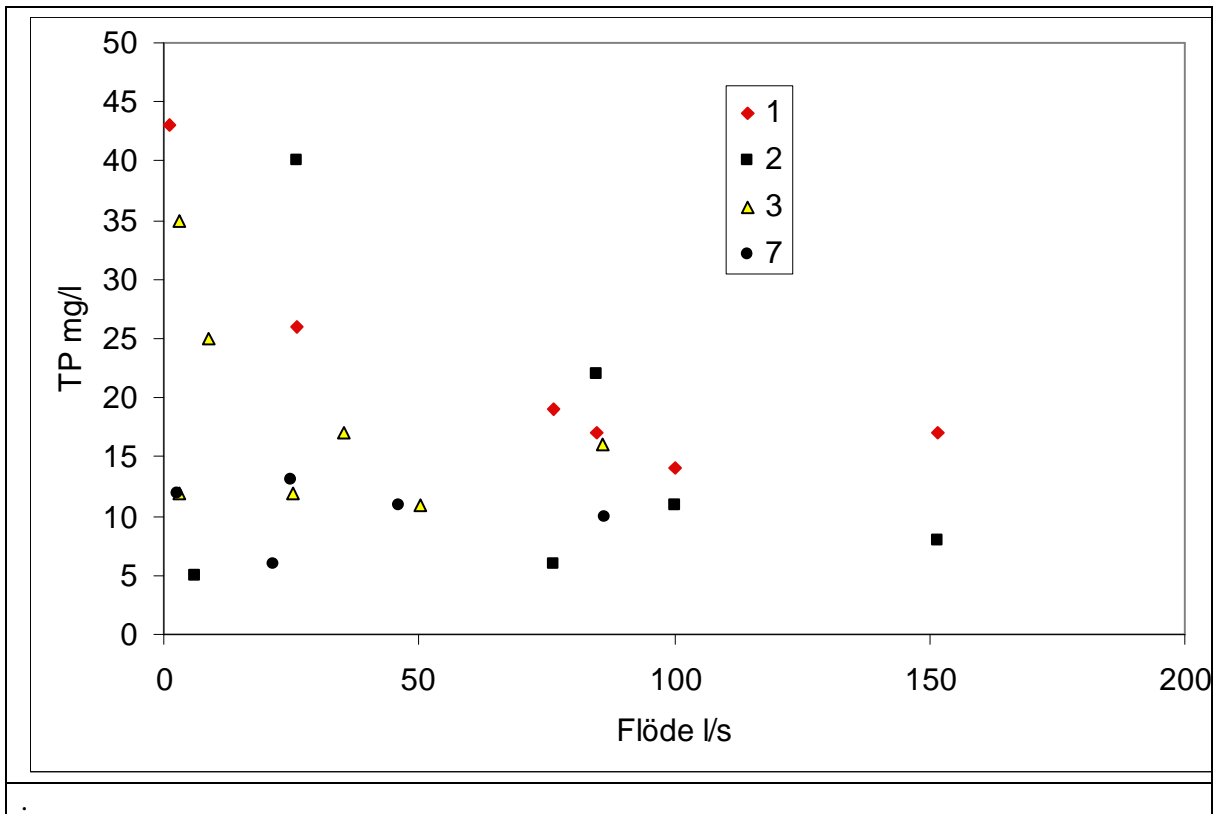
Mätpunkt	P [Kg/år]	N Kg/år]
7	0.3	18.4
6	0.3	19.7
5	0.1	7.8
4	0.2	9.0
3	0.1	8.6

Analys av uppmätta fosforhalter och dess relation till belastning från enskilda avlopp

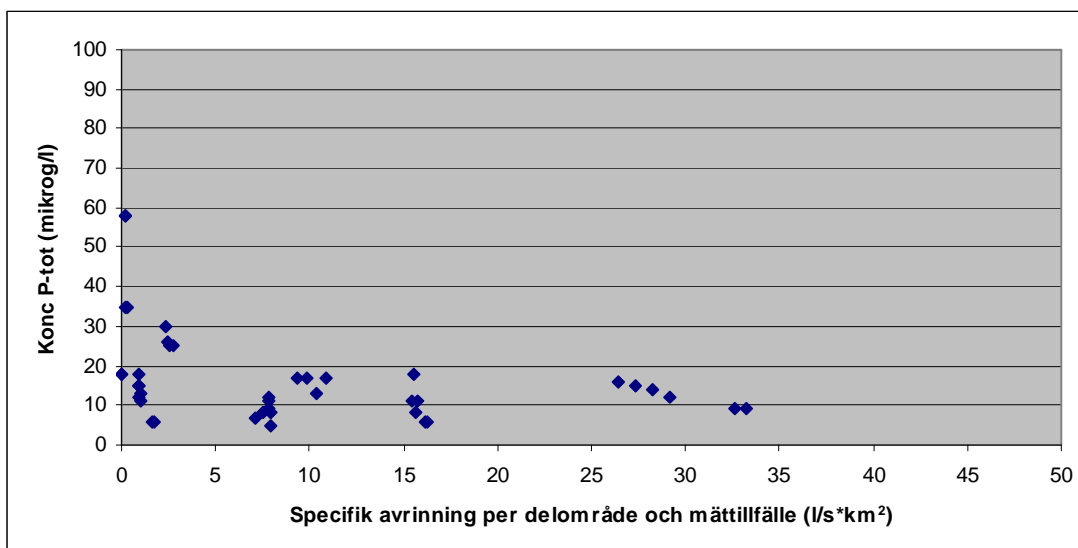
I de flesta fall tenderar de uppmätta halterna från områden som påverkas av punktkällor att vara starkt negativt korrelerade med avrinningen på grund av flödets utspädningseffekt. Helsel och Hirsch (1992) anger total P som ett exempel för sådana mönster. Därför jämfördes de uppmätta halterna mellan olika punkter i förhållande till det uppmätta flödet från SMHI:s station Skällnora (Figur 5). Det är tydligt att halterna är högre vid låga flöden men inget enkelt samband mellan flödet och halter kunde identifieras (Figur 6). Från uppmätt vattenföring i bäcken som dränerar Hoven mellan punkterna 8 och 3 beräknades den specifika avrinningen för varje punkt (delområde) och mättillfälle. Vid låga värden på den specifika avrinningen ($< 5 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$) finns en negativ korrelation mellan halten av totalfosfor och den specifika avrinningen (Figur 7). Vid högre specifik avrinning ($> 5 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$) finns ingen korrelation.



Figur 5 - Uppmätta och beräknade halter mellan olika mätpunkter i förhållande till det uppmätta flödet från SMHIs station Skällnora.



Figur 6 - Uppmätta halter mellan olika mätpunkter i förhållande till det uppmätta flödet från SMHIs station Skällnora



Figur 7 - Specifik avrinning och halter av tot-P för enskilda mättillfällen för mätpunkterna i bäcken som dränerar Hoven.

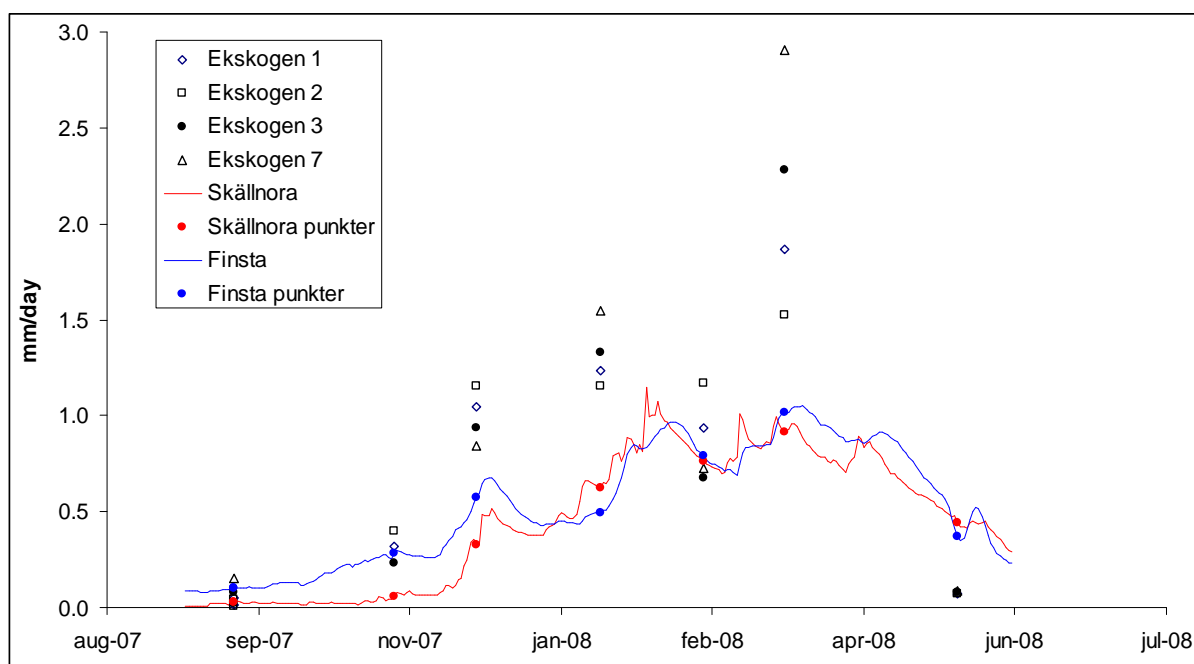
De uppmätta halterna jämfördes också med den beräknade årsmedelhalten för hela delavrinningsområdet 661234-164552 (röda linje i Figur 5), som beräknades utifrån de nya värdena för P belastning från olika källor (92 kg P varav 34 kg från enskilda avlopp) samt en medelavrinning på 5.7 l/s km² för perioden 1985-2004. Det beräknade värdet är något högre än de uppmätta värdena fransett halter vid mycket låga flöden.

Överskattningen av det beräknade värdet förstärks ytterligare av faktum att vi jämför de uppmätta halterna från de mest belastade delarna av delavrinningsområdet 661234-164552 (främst punkter 1, 2 och 3) med den beräknade medelhalten för hela delavrinningsområdet, alltså inklusive lågt belastade södra delen av delavrinningsområdet 661234-164552. Därmed borde den beräknade halten vara lägre än de uppmätta halterna på grund av utspädning med låghaltigt vatten från södra delen av delavrinningsområdet 661234-164552. Dock ska man vara medveten om att den beräknade halten står för bruttobelastningen och därmed är inte helt jämförbar med de uppmätta värdena då ingen hänsyn tagits till retention.

Det finns flera möjliga förklaringar till detta:

1. Flöden under studieperioder var högre än medelvärdet för perioden 1985-2004 (5.7 l/s km²) och därmed späds tillförsel från enskilda avlopp ut vilket ger en bild av att det beräknade värdet är överskattad
2. Det beräknade belastningen från enskilda avlopp är överskattad
3. Markretention

Eftersom även flödesmätningar utfördes i projektområdet jämfördes dessa med data från två tidigare nämnda närliggande SMHIs flödesstationer (Skällnora (59 km²) och Finsta (156 km²), se Figur 8. Resultat visar att de uppmätta flödena i olika punkter i Ekskogen är signifikant högre, vilket beror på att de mindre områdena har snabbare reaktion samt avsaknaden av dämpande sjöar i Ekskogsområdena.



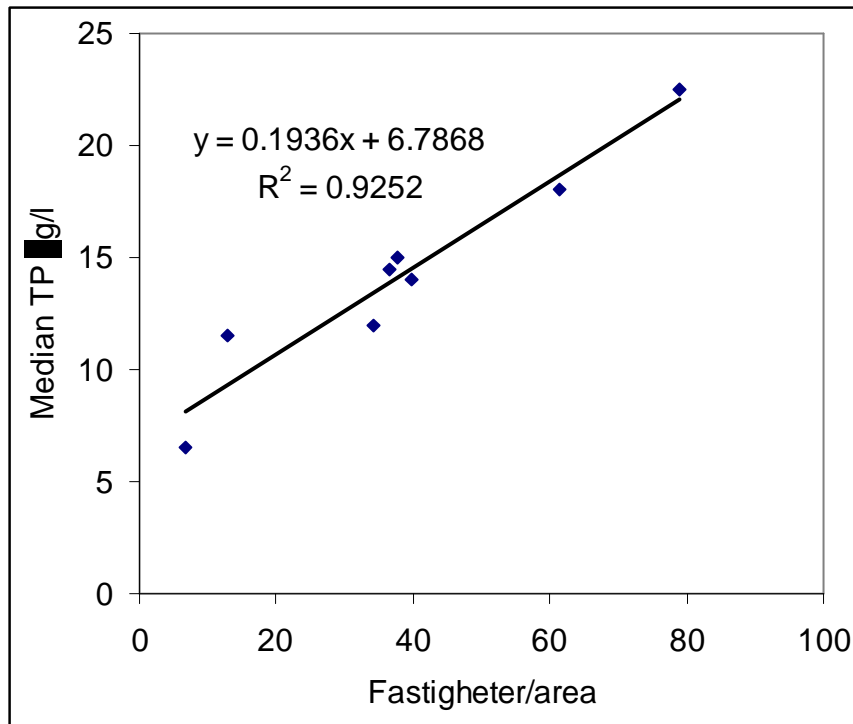
Figur 8- Jämförelse av de uppmätta flöden från olika punkter i Ekskogens avrinningsområde med uppmätta värden från två SMHI stationer (Skällnora och Finsta)

Tabell 5 – Avrinning till mätpunkterna i Ekskogen samt för SMHI-stationerna Skällnora och Finsta.

Datum	Ekskogen 1	Ekskogen 2	Ekskogen 3	Ekskogen 7	Skällnora	Finsta
	mm/dag					
2007-09-17	0.014379	0.00531	0.0798	-	0.032585	0.10393
2007-11-09	0.319536	0.397093	0.234347	-	0.060524	0.280832
2007-12-06	1.044636	1.154339	0.936326	0.83949	0.325806	0.571061
2008-01-16	1.231441	1.156648	1.332668	1.547493	0.626368	0.495878
2008-02-19	0.936485	1.172809	0.675644	0.72486	0.760734	0.789978
2008-03-17	1.865597	1.523728	2.282294	2.906185	0.915525	1.016633
2008-05-13	0.076197	0.071569	0.082461	0.087658	0.440825	0.373152
Median	0.936	1.154	0.676	0.839	0.441	0.496
Medel	0.784	0.783	0.803	1.221	0.452	0.519

Små avrinningsområden med en högre andel ogenomsläpplig yta kan reagera snabbare på nederbörd och därmed uppvisa flöden med högre toppar men av kortare varaktighet jämfört med större avrinningsområden, men skillnaderna är ganska stora även mellan olika punkter i Ekskogen. Samma resultat uppnås även vid jämförelsen av medel- och medianvärden mellan mätpunkter i Ekskogen och motsvarande värden från SMHIs stationer (Tabell 5). Det bör också noteras att medianflödet under den studerade perioden (1 september 2007 - 31 maj 2008) för Skällnora (5.4 l/s km²) och Finsta (5.7 l/s km²) var ungefär detsamma som det medelflöde på 5.7 l/s km² som användes för att beräkna halt i (Figur 5). Därmed kan en del av skillnaderna mellan uppmätta halter och det beräknade värdet i (Figur 5) förklaras med skillnader i flödet.

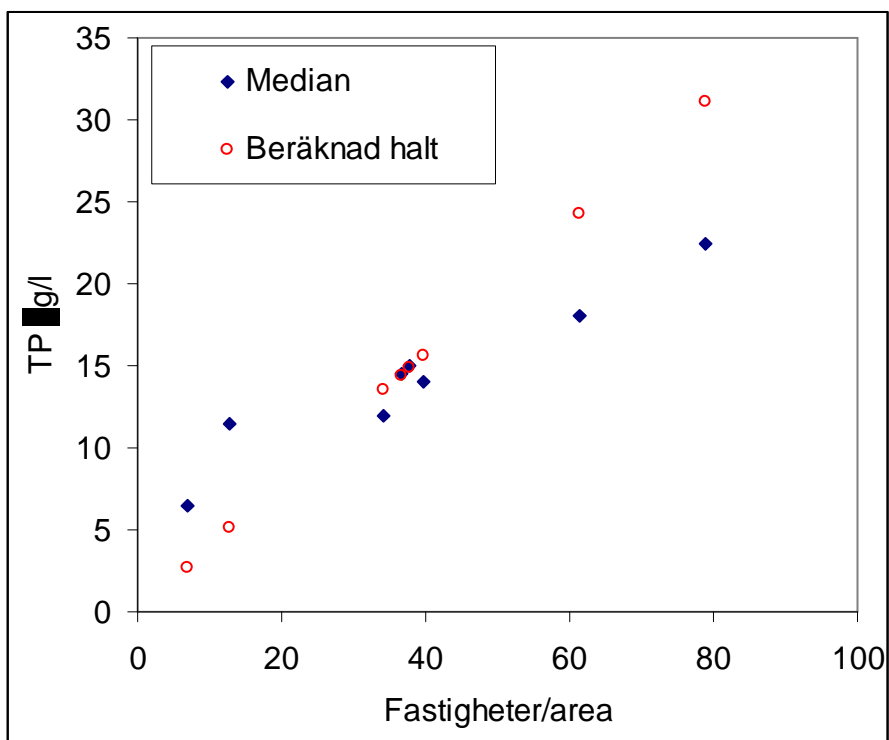
Nästa steg i analysen är att studera de rumsliga variationerna i de uppmätta halterna i förhållande till den förmodade belastningen från enskilda avlopp. För att studera detta beräknades medianvärden för halterna i varje provpunkt och jämfördes med en belastningsindikator. Belastningsindikatorn beräknades som en kvot mellan antal fastigheter i tillrinningsområdet och tillrinningsområdets area. Ett mycket starkt samband erhöles för medianhalterna (Figur 9), vilket indikerar betydelsen av enskilda avlopp för P-belastningen i dessa delavrinningsområden.



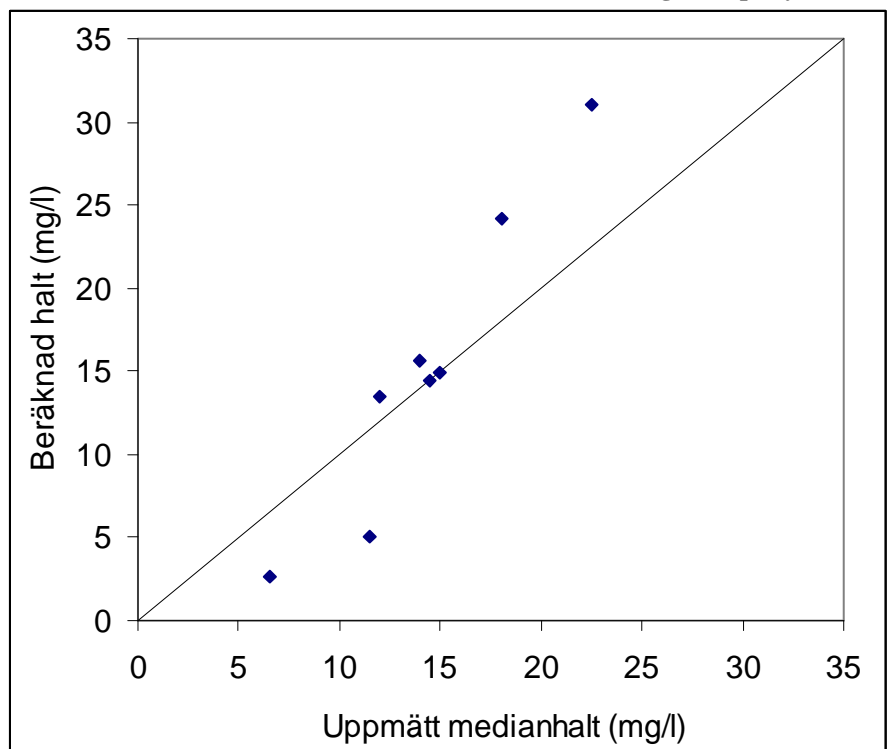
Figur 9 - Mediankoncentration av P som funktion av antalet fastigheter per ytenhet

En jämförelse mellan de beräknade och de uppmätta halterna (Figur 11) visar dock att det finns en spridning kring 1:1-linje där beräkningsmetodiken underskattar halter vid låga belastningar och överskattar dem vid högre belastning. Det är troligt att avvikelsen vid låg belastningsindikator beror på att betydelsen av andra källor ökar vid låga halter och att de högre uppmätta halterna speglar detta.

De ovan nämnda troliga skillnaderna i avrinningen kan förklara överskattningen vid höga värden av belastningsindikatorn där högre flöden späder ut den mängd P som tillförs via enskilda avlopp. Dessutom kommer en del av den beräknade bruttohalten att reduceras genom retentionsprocesser.



Figur 10 – Median- och beräknad halt som funktion av antalet fastigheter per ytenhet



Figur 11 – Jämförelse mellan de beräknade och de uppmätta halterna

Den fråga som kvarstår är betydelsen av andra källor i området. Det goda sambandet mellan de uppmätta halterna och antalet fastigheter per ytenhet (Figur 10) lämnar litet utrymme för övriga källor. I delområde Ekskogen 2 finns till exempel en liten del jordbruksmark (knappt 3 % eller 10 ha) men den har enligt ovan presenterade resultat ingen större påverkan på halter i bäcken. Även retentionen i området verkar vara låg.

Masstransport

Utsköljningen av närsalter under den milda vintern är intensiv och för 192 dagarsperioden från 9 oktober 2007 till 17 april 2008 beräknades 95 % av årsbelastningen av totalfosfor och 92 % av totalkvävet passera punkt 3. Under sommaren utfördes inga mätningar pga lågt eller inget flöde i diken. Även om största delen av belastningen från enskilda avlopp i området uppstår under sommaren har projektet fångat upp huvuddelen av denna, då föroreningarna transporteras långsamt via mark och grundvatten till vattendrag och den huvudsakliga transporten sker under den tid då mätningar utförts.

Fosfor

Den teoretiska fosforbelastningen från fastigheter med enskilda avlopp är i 1-2 gånger så stor som den utifrån flödesmätningar och provtagning beräknade belastningen (Tabell 6). Andelen beräknad av teoretisk belastning är mellan mätpunkterna jämnt fördelad förutom för mätpunkt 7 som ligger 300 m nedströms Hovens utlopp (Figur 3).

Sannolikt är den teoretiska belastningen i punkt 8 högre än i verkligheten på grund av att de 17 fastigheter som ligger inom avrinningsområdet belastar sjön snarare än mätpunkt 8. Teoretiskt belastar 33 fastigheter punkt 7 nedströms, vilket i realiteten då är 16 fastigheter och alltså bör den beräknade andelen snarare vara ca 30-40 % av den teoretiska belastningen.

Belastningen på 1 kg i punkt 8 ingår och "följer med nedströms" i de teoretiska belastningsberäkningarna längs vattendraget, vilket gör att den teoretiska belastningen förmodligen är något mindre överskattad än som framgår av Tabell 6.

Punkt 6 dränerar det största delavrinningsområdet längs vattendraget vilket tydligt avspeglas i en markant belastningsökning jämfört med punkt 7. Antalet belastande fastigheter mellan punkt 6 och punkt 5 är bara 10 st vilket ger en beskedlig ökning av masstransporten på delsträckan. Mellan punkterna 5 och 4 är ökningen större än mellan de jämförbara punkterna 6 och 5. Delavrinningsområdena är ungefär lika stora med ungefär samma antal fastigheter och vattendraget rinner på Bäckvägens västra sida för båda delsträckorna. Den tydligaste skillnaden är att inga fastigheter finns på bäckens västra sida för delsträckan mellan punkt 6 och 5 samt att bebyggelsen är jämföreslevis tätare för delsträckan än den är mellan punkterna 5 och 4.

Skillnaden i belastning mellan punkterna 4 och 3 är i princip densamma. Teoretiskt borde ökningen vara större mellan punkterna 4 och 3 och en möjlig förklaring kan vara att vattendraget rinner på östra sidan av Bäckvägen medan de flesta av de 10 fastigheter som teoretiskt dränerar punkt 3 är belägna på västra sidan av vägen. Då skulle delavrinningsområdet fungera på samma sätt som området som dränerar till vattendraget mellan punkterna 5 och 4. Belastningsskillnaderna mellan punkterna 5 och 3 kan till viss del bero på avståndet från belastningskällorna till själva vattendraget eller fastighetstätheten i närheten av vattendraget. Datamaterialet tillåter dock inte en detaljerad analys av detta och för två mättillfällen så är faktiskt belastningen i punkt 5 något högre än i punkt 3 fast den förra är belägen uppströms. Det bör dock noteras att dessa mättillfällen representerar de två längsta perioderna med de lägsta flödena och den lägsta masstransporten.

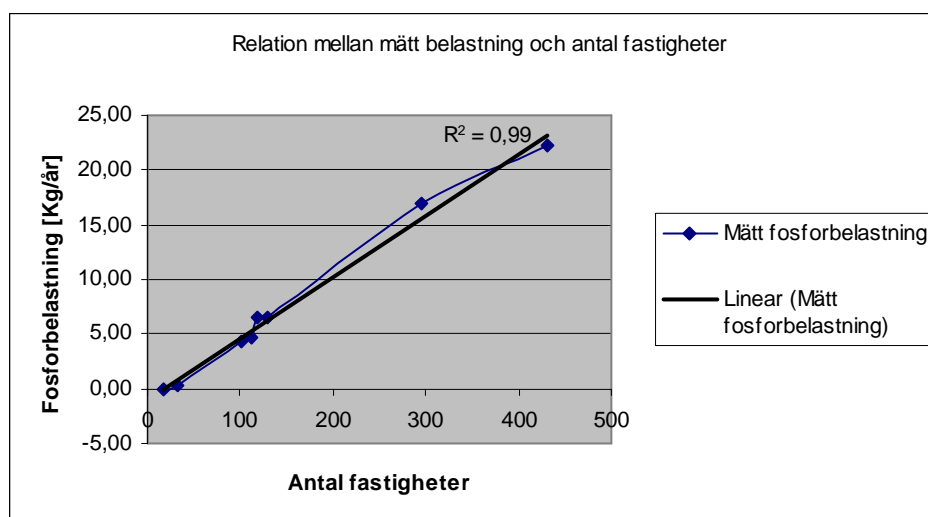
En möjlig förklaring till att det inte är någon skillnad i belastning mellan punkterna 4 och 3 är att en del av vattnet som teoretiskt dränerar punkt 3 i stället letar sig längs diket eller i dikessänkan väster om Bäckvägen och dränerar nedströms punkt 3. Detta är inte omöjligt då området i omgivningen av punkt 3 är ganska kuperat och hållar gård i dagen på flera ställen.

Masstransporten vid punkt 2 härstammar från avrinningsområdet i vilket sjön Skären är belägen (Figur 3) och även där är den teoretiska belastningen större än den beräknade, i detta fall är den 24 % högre än den beräknade.

Mätpunkt 1 dränerar de två områden som Hoven respektive Skären är belägna inom och där är den teoretiska belastningen 39 % högre än den beräknade belastningen. Belastningen vid punkt 1 är summan av belastningen från Hoven och Skärens avrinningsområden och kan därmed fungera som en verifikation för rimligheten i beräkningarna för de två delområdena. (bilaga 4).

Tabell 6 - Teoretisk och uppmätt fosforbelastning på recipienterna i Ekskogen-området från fastigheter med enskilda avlopp.

Mätpunkt	Teoretisk belastning Tot-P [kg/år]	Beräknad belastning – bakgrundsbelastning (enligt bilaga 4) Tot-P [kg/år]	Andel teoretisk av beräknad belastning Tot-P [-]
8	1	0	-
7	2	0,36	5,56
6	7	4,31	1,62
5	8	4,70	1,70
4	8	6,54	1,22
3	9	6,45	1,40
2	21	16,94	1,24
1	31	22,25	1,39
Medel			2,02
Median			1,40



Figur 12 - Relationen mellan fosfortransport och antalet fastigheter med enskilda avlopp som belastar recipienterna i Garns-Ekskogen.

Kväve

Resultaten visar att den teoretiska kvävebelastningen från fastigheter med enskilda avlopp i medeltal är ca 40 % av den utifrån flödesmätningar och provtagning beräknade belastningen (Tabell 7). Markretentionen för kväve i PLC5 är beräknad till 25 % i detta område. Kvävebelastningen är i princip konstant längs vattendraget efter punkt 7 ned till punkt 3 och inte ens skillnaden mellan punkterna 7 och 6 är särskilt anmärkningsvärd i sken av att bakgrundsbelastningen uppgår till 356 kg/år (Bilaga 4).

Tabell 7 - Teoretisk och uppmätt kvävebelastning på recipienterna i Ekskogen-området från fastigheter med enskilda avlopp.

Mätpunkt	Teoretisk belastning Tot-N (kg/år)	Beräknad belastning – bakgrundsbelastning (enligt bilaga 4)	Andel beräknad av teoretisk belastning Tot-N
----------	------------------------------------	---	--

		Tot-N (kg/år)	
8	5	0	
7	10	17,18	0,58
6	32	109,31	0,29
5	35	110,80	0,32
4	37	111,34	0,33
3	41	115,58	0,35
2	93	146,97	0,63
1	136	317,94	0,43
Medel			0,42
Median			0,35

Diskussion

Inom projektet har den teoretiska metodiken för att beräkna belastning från enskilda avlopp förbättrats på ett flertal punkter liksom ingående belastningsstatistik. Med dessa förbättringar kan konstateras att den teoretiska belastningen ligger nära den som bestämts via mätningar. I medeltal är den teoretiska belastningen för fosfor 1-2 gånger så stor jämfört med den som beräknats utifrån mätningar.

För kväve gäller det omvända, då den teoretiska belastningen är mindre än halva den som kan beräknas utifrån mätningar. Detta förklaras av att belastningen från andra källor än enskilda avlopp i projektområdet är högre för kväve än för fosfor, i detta fallet skogsmark. Enskilda avlopp är generellt ingen stor kvävekälla. För hela Sverige står de bara för ca 1 procent av nettobelastningen, enligt PLC5-beräkningarna.

Bara genom att anpassa reningsschablonerna för infiltrationsbäddar inom det reningsintervall som anges av Naturvårdsverket i Små avloppsanläggningar, 2003 (25-90% fosforreduktion) kan i stort sett identisk belastning uppnås. Detta ser vi dock inte som en framkomlig väg för att utveckla beräkningsmetodiken, då den teoretiska överskattningen lika gärna kan bero på markretention eller andra i rapporten nämnda felkällor. Målet att kunna väga in markretentionen i beräkningarna på ett entydigt sätt har projektet därmed inte kunnat uppnås.

Projektet visar tydligt problemen med att använda PLC5-statistik på lokal nivå, då den reningsteknikfördelning som gäller för Vallentuna kommun som helhet inte alls gäller för Ekskogen. Enligt SMED kommunenkät har ca 30 % av de enskilda avloppen i Vallentuna kommun enbart slamavskiljning för WC-avlopp medan det i Garns-Ekskogen bara finns ett fåtal avlopp med denna höga belastning. Övriga fastigheter har sluten tank för WC-avlopp, vilket ger en betydligt lägre belastning. De 15 kilo fosfor som skiljer i bruttobelastning mellan detta projekt och den framtagen till PLC5 skulle varit ännu större om inte detta projekt även tagit hänsyn till den belastning som kommer från fastigheter med enbart BDT-avlopp, vilka inte hanterats alls i PLC5-beräkningarna.

Snabbaste och bästa sättet att förbättra SMEDs belastningsberäkningar för enskilda avlopp är att applicera den uppdaterade beräkningsmetodiken på hela landet. Vad det gäller belastningsdata är detta inget problem, då SCB redan har tillgång till denna statistik. För att förbättra beräkningarna är det dock nödvändigt att teknikuppgifterna för enskilda avlopp uppdateras och att i denna datainsamling reningsteknik för BDT- och WC-vatten separeras så att beräkningarna kan hantera både "tvårörssystem" och fastigheter med enbart BDT-avlopp.

Geografiska olikheter rörande reningsteknik inom en kommun kommer inte kunna lösas med mindre än att ett nationellt register etableras där de enskilda avloppen läggs in på koordinatnivå. Detta fodrar dock att alla kommuner hanterar sina enskilda avlopp digitalt, (vanligtvis i Ecos eller Miljöreda) och på ett likartat sätt. Då skulle information från dessa system med regelbundenhet kunna exporteras och importeras i en central databas. Denna typ av central databas och GIS-/Webb-applikation för enskilda avlopp finns redan utvecklad av Bioforsk i Norge (WebGIS avløp, www.bioforsk.no) och används där av ett flertal norska kommuner. Databasen är dock ännu ej så heltäckande att den går att använda för nationella belastningsberäkningar.

Projektet har visat att man kan nå långt med mätningar/provtagning med hög rumslig upplösning. För att nå ännu längre för att verifiera/förbättra schablonerna och fånga upp tidsvariationerna bättre så kan man mäta tot-P och PO4-P flödesproportionellt i tre väldefinierade punkter längs ett vattendrag (jmf. Ekskogen punkterna 8, 6 och 3 eller en kombination med även pkt 2 och 1 för ett större område - bra att mäta före och efter sammanflöden för verifikation). Man kan även sätta ner grundvattentrör i en sluttning i närheten av mätpunkterna (jmf pkt 6 och pkt 3) för att mäta grundvattenutflödet längs bäcksträckan. Där kan man också ta vattenprover vid provkassettsbyte. Där man sätter ner grundvattentrören kan man även ta jordprover för att mäta fosforhalt före och efter mätkampanjen. Allt detta bör göras för flera områden med olika jordarter och olika mäktighet på jordtäcket. Även en utökad analys av avstånd mellan fastigheter och recipient bör göras.

Referenser

Helsel och Hirsch. 1992. Trend analysis. In *Studies in Environmental Science 49: Statistical methods in water resources*. Elsevier.

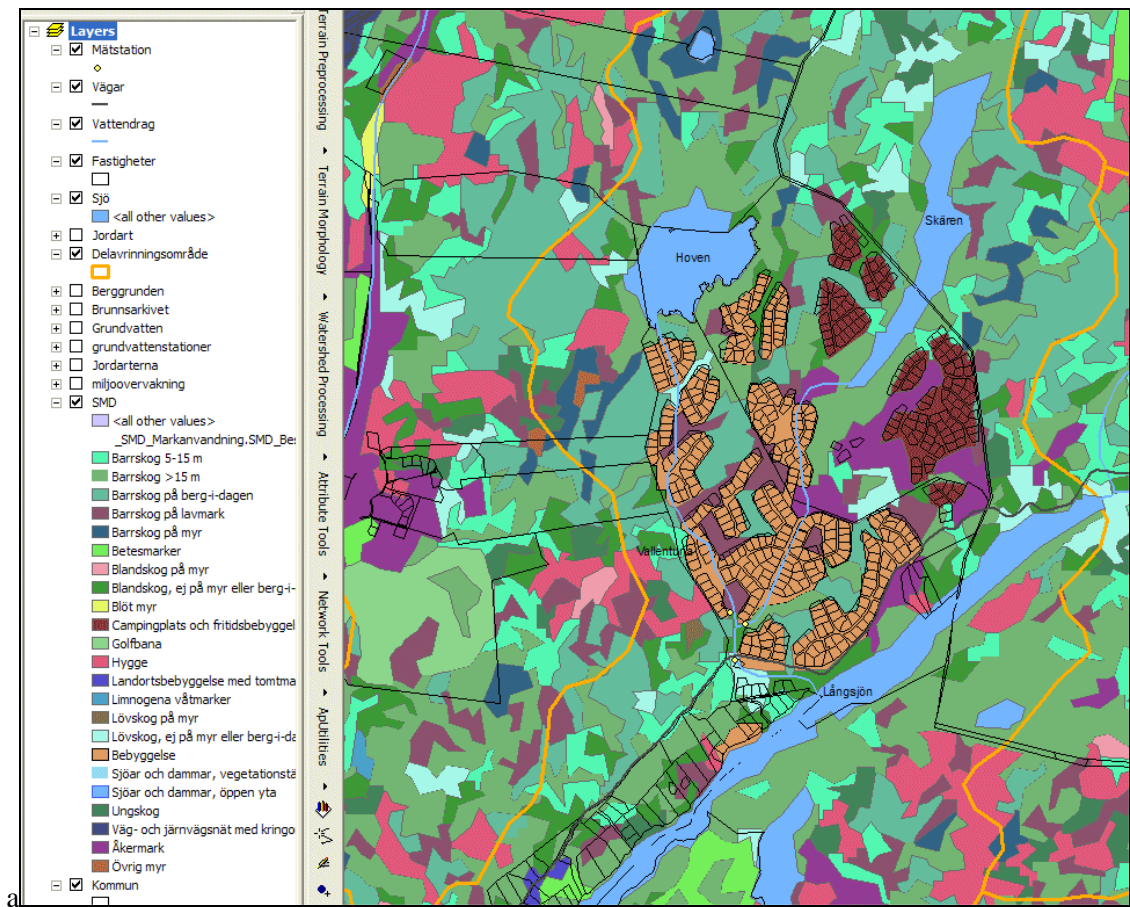
Larnelius A-J., Rydberg A., Celanders S., 2006, VA-utredning för Garns-Ekskogen - Möjliga VA-lösningar för utökad byggrätt i området, WSP

Lindborg E., 1993, Avloppsinventering i Garns-Ekskogen, Miljö och hälsoskyddskontoret i Vallentuna

Thuresson, M., 2005. Vattenväxter. En inventering i Bergshamraåns avrinningsområde. Rapport 2005:18, Länsstyrelsen i Stockholms län

Olshammar M., Ryegård A., Brånvall G., Eriksson M., Ek M., Malander M., Indata mindre punktkällor för PLC5 rapporteringen 2007, SMED-rapport 1, 2006

Bilaga 1 -Kartor



Figur 13 – Markanvändningskarta Ekskogen

Bilaga 2 – Beräkningsmetodik enskilda avlopp

Allmänt

Den beräkningsmetodik som använts till PLC5-rapporteringen och Miljömålsuppföljningen 95 och 05 är liksom den underliggande statistiken i behov av uppdatering. Uppdatering av struktur och frågor i Accessdatabasen sker inom SMED-projekten ”Pilotprojekt avlopp 2008” och detta projekt ”Förbättrad beräkningsmetodik för retention av fosfor från enskilda avlopp”.

Det som skiljer beräkningarna i detta projekt mot de som tidigare utfördes av SMED är:

- Beräkningarna har förfinats så att metodiken även tar hänsyn till belastning från fastigheter med enbart BDT-avlopp.
- Beräkningarna har förbättrats så att en fastighet nu kan ha olika reningsteknik för WC- och BDT-vatten, vilket är extra viktigt i projektområdet där de flesta anläggningar har sluten tank för WC och infiltration för BDT.

Databastabeller

Accessdatabasen för beräkning av belastning från enskilda avlopp består av ett antal tabeller, vilka beskrivs nedan.

PersondagarKommun

I denna tabell lagras uppgifter om antal fastigheter med enskilt avlopp och antal persondagar för dessa fastigheter uppdelat på permanentboende/fritidsboende, WC/enbart BDT.

Uppgifterna hämtas ur SCBs fastighetsstatistik.

PersondagarKommun : Table			
	Field Name	Data Type	Description
▼	KommunKod	Number	
	P_EnskiltAvloppWC	Number	Antal fastigheter med permanentboende och WC-avlopp
	P_PersondagarEnskiltAvloppWC	Number	Antal persondagar i fastigheter med permanentboende och WC-avlopp
	F_EnskiltAvloppWC	Number	Antal fastigheter med fritidsboende och WC-avlopp
	F_PersondagarEnskiltAvloppWC	Number	Antal persondagar i fastigheter med fritidsboende och WC-avlopp
	P_EnskiltAvloppBDT	Number	Antal fastigheter med permanentboende och enbart BDT-avlopp
	P_PersondagarEnskiltAvloppBDT	Number	Antal persondagar i fastigheter med permanentboende och enbart BDT-avlopp
	F_EnskiltAvloppBDT	Number	Antal fastigheter med fritidsboende och BDT-avlopp
	F_PersondagarEnskiltAvloppBDT	Number	Antal persondagar i fastigheter med fritidsboende och BDT-avlopp

PersondagsandelOmrade

I denna tabell lagras uppgifter om hur kommunens antal persondagar för enskilda avlopp permanentboende/fritidsboende och WC/BDT fördelar sig på de olika delavrinningsområdena i kommunen. Observera att ett område kan ingå i flera kommuner. Uppgifterna hämtas ur SCB-statistik.

PersondagsandelOmrade : Table			
	Field Name	Data Type	
	OmradesId	Text	Områdesindelning (t ex delaro05)
	Kommunkod	Number	
	P_Persondagsandel_WC	Number	Andel persondagar, permanentboende med WC-avlopp i området av kommuntotal.
	P_Persondagsandel_BDT	Number	Andel persondagar, permanentboende med enbart BDT-avlopp i området av kommuntotal.
	F_Persondagsandel_WC	Number	Andel persondagar, fritidsboende med WC-avlopp i området av kommuntotal.
	F_Persondagsandel_BDT	Number	Andel persondagar, fritidsboende med enbart BDT-avlopp i området av kommuntotal.

Reningsstabloner

I denna tabell lagras uppgifter om reningsgrad och belastning ut från de vanligaste anläggningstyperna i gram per person och dag med hänsyn tagen till om anläggningen belastas med svartvatten eller enbart gråvatten (BDT).

	Reningssteknik	Reningsgrad_P	Nettobelastning_P	Reningsgrad_N	Nettobelastning_N
+	Infiltrationsbädd_BDT	0.88	0.06	0.4	0.6
+	Infiltrationsbädd_WC	0.88	0.24	0.4	8.1
+	Markbädd_BDT	0.65	0.18	0.3	0.7
+	Markbädd_WC	0.65	0.7	0.3	9.45
+	Minireningsverk_BDT	0.88	0.06	0.4	0.6
+	Minireningsverk_WC	0.88	0.24	0.4	8.1
+	Slamavskiljare_BDT	0.13	0.44	0.13	0.88
+	Slamavskiljare_WC	0.13	1.75	0.13	11.81
+	SlutenTank_WC	1	0	1	0
+	Stenkista_BDT	0.13	0.44	0.13	0.88

Databasfrågor

För att räkna ut belastningen av fosfor och kväve per område (ex Delaro05) skapas ett antal databasvyer där beräkningarna sker i SQL-kod. Dessa Vyer (frågor) beskrivs i detta kapitel.

q1_Persondagskorrigering

```
SELECT
  PersondagarKommun.KommunKod,
  (PersondagarKommun.P_PersondagarEnskiltAvloppWC*0.65) AS
  P_PersondagarEnskiltAvloppWC,
  PersondagarKommun.F_PersondagarEnskiltAvloppWC,
  (PersondagarKommun.P_PersondagarEnskiltAvloppBDT*0.65) AS
  P_PersondagarEnskiltAvloppBDT,
  PersondagarKommun.F_PersondagarEnskiltAvloppBDT
FROM PersondagarKommun;
```

q2_PersondagarOmrade

```
SELECT
  PersondagsandelOmrade.Kommunkod,
  PersondagsandelOmrade.OmradesId,
  q1_Persondagskorrigering.P_PersondagarEnskiltAvloppWC*
  PersondagsandelOmrade.P_Persondagsandel_WC as P_Persondagar_WC
, q1_Persondagskorrigering.F_PersondagarEnskiltAvloppWC*
  PersondagsandelOmrade.F_Persondagsandel_WC as F_Persondagar_WC,
  q1_Persondagskorrigering.P_PersondagarEnskiltAvloppBDT*
  PersondagsandelOmrade.P_Persondagsandel_BDT as P_Persondagar_BDT,
  q1_Persondagskorrigering.F_PersondagarEnskiltAvloppBDT*
  PersondagsandelOmrade.F_Persondagsandel_BDT as F_Persondagar_BDT
FROM q1_Persondagskorrigering INNER JOIN PersondagsandelOmrade ON
q1_Persondagskorrigering.KommunKod = PersondagsandelOmrade.Kommunkod;
```

q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik

```
SELECT
q2_PersondagarOmrade.Kommunkod,
q2_PersondagarOmrade.OmradesId,
Reiningsschabloner.Reiningsteknik,
(Reiningsschabloner.Nettobelastning_P* q2_PersondagarOmrade.P_Persondagar_WC*
Reiningsteknik.Andel/1000) as P_Nettobelastning_P_WC,
(Reiningsschabloner.Nettobelastning_P* q2_PersondagarOmrade.P_Persondagar_BDT*
Reiningsteknik.Andel/1000) as P_Nettobelastning_P_BDT,
(Reiningsschabloner.Nettobelastning_P* q2_PersondagarOmrade.F_Persondagar_WC*
Reiningsteknik.Andel/1000) as P_Nettobelastning_F_WC,
(Reiningsschabloner.Nettobelastning_P* q2_PersondagarOmrade.F_Persondagar_BDT*
Reiningsteknik.Andel/1000) as P_Nettobelastning_F_BDT,
(Reiningsschabloner.Nettobelastning_N* q2_PersondagarOmrade.P_Persondagar_WC*
Reiningsteknik.Andel/1000) as N_Nettobelastning_P_WC,
(Reiningsschabloner.Nettobelastning_N* q2_PersondagarOmrade.P_Persondagar_BDT*
Reiningsteknik.Andel/1000) as N_Nettobelastning_P_BDT,
(Reiningsschabloner.Nettobelastning_N* q2_PersondagarOmrade.F_Persondagar_WC*
Reiningsteknik.Andel/1000) as N_Nettobelastning_F_WC,
(Reiningsschabloner.Nettobelastning_N* q2_PersondagarOmrade.F_Persondagar_BDT*
Reiningsteknik.Andel/1000) as N_Nettobelastning_F_BDT
FROM Reiningsschabloner INNER JOIN (Reiningsteknik INNER JOIN q2_PersondagarOmrade
ON Reiningsteknik.Kommunkod =
q2_PersondagarOmrade.Kommunkod) ON Reiningsschabloner.Reiningsteknik =
Reiningsteknik.Reiningsteknik;
```

q4_NettobelastningOmrade

```
SELECT
q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik.OmradesId,
Sum((q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik.P_Nettobelastning_P_WC) +
(q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik.P_Nettobelastning_P_BDT) +
(q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik.P_Nettobelastning_F_WC) +
(q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik.P_Nettobelastning_F_BDT) ) AS P_NettobelOmrade,
sum((q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik.N_Nettobelastning_P_WC)+
(q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik.N_Nettobelastning_P_BDT)+
(q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik.N_Nettobelastning_F_WC) +
(q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik.N_Nettobelastning_F_BDT)) AS N_NettobelOmrade
FROM q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik
GROUP BY q3_NettobelastningOmradeReiningsteknik.OmradesId;
```

Bilaga 3

Mätningar och beräkningar av vattenföring

Vattenföring

Mätning av vattenföring (Q) utfördes med saltutspädningsmetoden i punkterna 3 och 7. I punkterna 1 och 2 beräknades Q med följande massbalansuttryck:

$$c_1 Q_1 = c_2 Q_2 + c_3 Q_3$$

där

c = koncentration av någon storhet (i detta fall vattnets elektriska ledningsförmåga (konduktivitet uttryckt i $\mu S/cm$)).

c_1 , c_2 , och c_3 är uppmätta konduktiviteter
 Q_3 är uppmätt med saltutspädningsmetoden

För säkerhets skull mättes även Q med den mindre noggranna flöttörmetoden.

För punkterna 4, 5, 6 och 8 beräknades flödet med utgångspunkt från mätningarna i punkterna 3 och 7 samt delavrinningsområdenas relativa storlek:

$$Q_x = q_x A_x = q_7 + (q_3 - q_7) \frac{A_x - A_7}{A_3 - A_7}$$

där

$x = \{4, 5, 6, 8\}$

q = specifik avrinning ($l/(s \cdot km^2)$)

A = area delavrinningsområde (km^2)

Tabell 8 -Avrinningsområden och flödesmätningar/beräkningar.

Mätpunkt	Avr.omr. area (m^2)	Delavr. area (m^2)	Mättillfälle och vattenföring (l/s)						
			20070917	20071109	20071206	20080116	20080219	20080317	20080517
8	2493212	2493212	0,0	4,2	17,8	40,5	19,9	82,8	2,4
7	2562683	69471	0,1	4,5	19,2	41,4	20,4	83,5	2,5
6	2945861	383178	0,5	6,8	27,6	46,4	23,2	85,5	2,8
5	3038482	92621	0,6	7,4	29,8	47,5	23,9	85,7	2,9
4	3145323	106841	0,8	8,1	32,5	48,9	24,7	85,7	3,0
3	3247985	102662	0,9	8,8	35,2	50,1	25,4	85,8	3,1
2	3742324		0,2	17,2	50,0	50,1	50,8	66,0	3,1
1	7030046		1,2	26,0	85,0	100,2	76,2	151,8	6,2
Beräkningsperiod (dygn)			85	45	34	37,5	30,5	45	89

Med periodindelning enligt Tabell 8 blir den specifika avrinningen för området $6,87 l/(s \cdot km^2) = 216 mm/år$. För perioden 1961-1990 är medelavrinningen i området ca $200 mm/år$.

Bilaga 4

Masstransportberäkningar

Tabell 9 - Beräknad belastning Tot-P (kg/beräkningperiod).

Mätpkt	20080917	20081109	20081206	20080116	20080219	20080317	20080513	Sum	Sum – bakg.
8	0,004	0,097	0,367	0,787	0,262	2,897	0,206	4,620	
7	0,013	0,105	0,451	0,805	0,430	2,922	0,250	4,977	0,356
6	0,225	0,788	1,377	1,653	0,490	4,004	0,393	8,930	4,310
5	0,275	0,744	1,489	1,232	0,567	4,681	0,337	9,325	4,705
4	0,204	0,786	1,242	2,850	0,715	5,015	0,347	11,158	6,538
3	0,242	0,856	1,758	1,786	0,803	5,337	0,286	11,068	6,448
2	0,059	4,079	5,435	3,246	1,874	6,415	0,453	21,562	16,942
1	0,301	4,347	6,492	5,519	2,811	11,214	0,810	31,494	22,254
Period (dygn)	85	45	34	37,5	30,5	45	89	366	

Tabell 10 - Beräknad belastning Tot-N (kg/beräkningsintervall).

Mätpkt	20080917	20081109	20081206	20080116	20080219	20080317	20080513	Sum	Sum – bakg.
8	0,15	9,08	33,32	81,94	33,22	187,35	10,65	355,70	
7	0,43	9,88	39,99	85,98	35,80	188,95	11,86	372,88	17,18
6	2,25	36,26	68,95	108,21	37,57	198,88	12,88	465,01	109,31
5	6,75	27,50	70,43	109,53	37,34	200,94	14,01	466,50	110,80
4	4,40	28,35	75,26	109,07	40,95	194,92	14,08	467,04	111,34
3	5,23	31,51	79,10	109,73	40,16	190,81	14,73	471,28	115,58
2	1,28	64,40	142,62	96,26	65,06	121,63	11,42	502,67	146,97
1	6,50	104,63	265,18	201,93	111,04	316,94	23,12	1029,34	317,94
Period (dygn)	85	45	34	37,5	30,5	45	89	366	