



Växtnäringsläckage från två hästanläggningar i västra Uppsala

Lurbo ridklubb

Jon Wessling och Line Strand, Hushållningssällskapet, 2021

Sammanfattning

Under 1/1 2020-30/6-2021 har Lurbo ridklubb i samarbete med Stockholms universitet tagit vattenprover på sju punkter från omkringliggande vattenflöden. Vid provtagningen har flödet uppskattats och proverna har analyserats vad gäller innehåll av fosfor och kväve.

Lurbo består av två anläggningar, Lurbo ridklubb och Lurbo gamla stallet som ligger på den södra sidan om Lurbovägen. Tillsammans har de en omfattande hästhållning, totalt ca 65 hästar, på en ganska liten yta vilket bidrar till att ytorna slits hårt och risken för förluster av kväve och fosfor till vattendrag bör vara omfattande från delar av hagarna.

För att kunna göra en uppskattning av omfattningen av växtnäringsläckaget från Lurbo har delavrinningsområdet till varje provtagningspunkt tagits fram med hjälp av GPS-mätning av höjddata på plats i kombination med en höjddatamodell över Sverige.

För att kunna interpolera flöden och halter av vatten och växtnäring testades två metoder att beräkna vattenflöden från avrinningsområdena, utifrån nederbördsdata från närmaste väderstation. Ingen av metoderna gav tillfredsställande resultat vid jämförelse av de uppmätta vattenflödena och därför beräknades både flöden och växtnäringshalter i stället direkt utifrån provtagningsdata. I brist på mer högupplöst data gjordes antagandet att flöden och halter var konstanta mellan provtagningsstillfällena.

Sammanställningen av resultatet av mätningen visar att både mängden avrinnande vatten och mängden växtnäring var mycket lägre än vad som förväntades från avrinningsområdena, baserat på de antal hästar som hålls på Lurbo. Ett antal faktorer har gjort det svårt att få en bild över vatten- och näringsflöden på området. Dels är anläggningen nya Lurbo till stor del byggd på massor som inte har sitt ursprung i landskapet, vilket gör att jämförelsen med omgivande naturliga områden blir osäker. Kunskapsläget kring grundvattenbildning såväl som nederbördsdata för området är två andra delar där underlaget är otillräckligt för att kunna dra långtgående slutsatser.

En kvantifiering av möjliga förluster har gjorts utifrån en genomsnittlig foderstat och hästarnas utevistelsetid under året. Ett antal åtgärder kopplade till vattenhantering såväl som erosionskänslighet har sedan tidigare utförts på anläggningarna. Regelbunden och frekvent mockning föreslås som en effektiv åtgärd för att minska framför allt fosfor- men även kväveläckage. Riskområden har identifierats vid en av gödselplattorna. Undersökning av vattnets vägar i anslutning till den äldsta plattan och hanteringen av gödsel därvid bör prioriteras i fortsatt arbete med att minska hästarnas påverkan på miljön.

Sammanfattande punkter

- Det är högre halter och en större andel löst näring från provtagningspunkter där hästar vistas jämfört med övrig mark vilket överensstämmer med resultat från tidigare forskning. Men det har inte gått att dra några långtgående slutsatser kring verksamheternas påverkan på vattenmiljöer kring Lurbo, utifrån den genomförda provtagningen.
- Provtagning med glesa intervall, månadsvis och även som i detta fall veckovis, är främst användbart för att övervaka status på vattendrag som har större tillrinningsområden.

- Vid små tillrinningsområden eller om syftet är att kvantifiera förluster av växtnäringsämnen från mark, så är flödesproportionerlig provtagning i princip nödvändig. Ju mindre område, desto viktigare är också att ha detaljerad kunskap om vattnets rörelse i och ovanpå marken, kunskap som varit begränsad i detta fall.
- Hästarna står för ca 53 + 6 kg P per år i bruttobelastning i hagarna, att jämföra med de ca 2 kg P/år som är den "uppmätta beräknade" förlusten.
- Potentialen för växtnäringsförluster i dagsläget är betydligt större vid Gamla Lurbo än vid nya Lurbo, eftersom marken troligen är mer mättad på växtnäringsämnen till följd av tidigare jordbruksproduktion och långvarig hästhållning utan daglig mockning. På sikt kommer dock marken på nya Lurbo att mättas om anläggningen inte kan mockas året runt. Därför är det av stor vikt att anläggningen anpassas så att förlusterna av fosfor och kväve från gödsel och foderrester i hagarna minimeras.

Innehåll

Sammanfattning	2
Innehåll	4
1 Inledning	5
1.1 Beskrivning uppdraget.....	5
1.2 Beskrivning av Lurbo	5
1.2.1 Verksamheten	5
1.2.2 Lurbo och omgivningarna	5
1.3 Vattenprovtagning.....	8
1.4 Delavrinningsområden och uppdelning av delavrinningsområden i olika ytor	9
1.5 Nederbördsmängder.....	12
2 Vattenföringen per dag för respektive provtagningspunkt.....	13
2.1 Metod 1: Beräkning av flöden utifrån avrinningskoefficienter	13
2.2 Metod 2: Förenklad hydrologisk modell.....	15
2.3 Flödesberäkning över längre perioder	17
3 Halter och mängder av näringsämnen i avrinnande vatten	20
3.1 Uppmätta halter av växtnäring	20
3.2 Beräkning av näringsförluster för delavrinningsområden	20
3.3 Beräknade förluster av fosfor och kväve	21
3.4 Sammanfattande analys	23
4 Beräkning av mängden kväve och fosfor som kan läcka från Lurbos rasthagar .	25
4.1 Vattenlöslig fosfor och kväve i gödseln	26
4.2 Växtnäringsförluster i jämförelse	26
5 Hästarnas indirekta påverkan på vattendragen	27
6 Åtgärder.....	27
7 Slutsatser.....	28
8 Referenser	29
Bilaga 1, Provtagningspunkter	30
Bilaga 2, Korrelation mellan uppmätta flöden och beräknad avrinning	31
Bilaga 3, Korrelation mellan uppmätta flöden och fosforhalter	33
Bilaga 4, Rådata per provtagningspunkt	37

1 Inledning

1.1 Beskrivning uppdraget

HS Konsult AB har fått i uppdrag av Stockholms universitet att analysera de vattenprov som tagits i närliggande vattendrag till Lurbo ridklubb under perioden 1/1 2020-30/6-2021. Målet är att kunna kvantifiera hästverksamhetens bidrag av växtnäring av den transport som sker i vattnet.

1.2 Beskrivning av Lurbo

1.2.1 Verksamheten

Lurbo är ett hästcenter i sydvästra Uppsala. Centrat är beläget på fyra olika fastigheter: UPPSALA VÅRDSÄTRA 11:1, UPPSALA VÅRDSÄTRA 11:9, UPPSALA VÅRDSÄTRA 11:21, samt UPPSALA STABBY 1:1.

På Lurbo finns ca 65 hästar som är uppdelade i tre stall:

- Lurbo ridklubb med ridskoleverksamhet, ca 16 st hästar och 14 ponnyer. Därutöver finns ett privatstall inhytt i ridskolans stallbyggnad med ytterligare 9 st hästar.
- Stall Hillton som är ett privatstall med 20 hästar som ligger bredvid ridskolan.
- Gamla Lurbo som är ett separat drivet privatstall med ca 6 hästar.

Två av de ovanstående anläggningarna (Lurbo ridklubb och Stall Hillton) ligger intill varandra norr om Lurbovägen. Den tredje (Gamla Lurbo) ligger ett par hundra meter sydost om dessa två, söder om Lurbovägen.

Lurbo ridklubb, som är den mest omfattande av de tre verksamheterna, flyttade till nuvarande anläggning 2004.

1.2.2 Lurbo och omgivningarna

I anslutning till Lurbo ligger Hågadalen och Hågaåns mynning i Ekoln. Det omkringliggande området domineras av skogsmark i kuperad terräng med en betydande del berg i dagen som övergår till åker/betesmark i själva Hågadalen.

I området finns två naturreservat. Norra anläggningen innesluts av Hågadalen-Nåstens naturreservat. Det är ett reservat som bildades år 2000 med syftet att skydda landskapet och att tillgodose behov av område för friluftslivet. Reservatet omfattar 1747 ha varav 1112 ha är skogsmark och 7 ha är vatten (bild 4).

Intill norra anläggningen ligger östra Nåstens naturreservat som bildades 2011 (bild 4). Reservatet har som syfte att skydda 120 ha blandskog i sluttande miljö. Den södra anläggningen, Gamla Lurbo stall, ligger inte i direkt anslutning till dessa två reservat och vattnet som avrinner från anläggningen passerar inte heller reservaten.

Huvuddelen (norra anläggningarna) av Lurbo är anlagt ovanpå urberg, där kross och andra massor från bygget av stadsdelen Gottsunda har deponerats. Detta område bestod på 60-talet till största del av skog (bild 1).



Bild 1: Flygfoto från Lurbo 1960-talet respektive andra halvan av 2010-talet. Där anläggningen ligger idag växte skog på 60-talet förutom ridbanan som verkar ha anlagts tidigt. Eniro Historiska flygfoton.

Förutom de byggnader som står på den norra delen av Lurbo upptas ytan framför allt av hagar som är mer eller mindre fria från växtlighet. Dessa kan till stor del betraktas som hårdgjorda ytor, där vattnets infiltrering är begränsad till följd av hästarnas tramp under perioder då marken är blöt och ytan trampas sönder. På anläggningen finns det dränering anlagd där bl.a. takvatten leds till omkringliggande diken alternativt till stenkistor för infiltration. Inga handlingar över hur dräneringssystemet ser ut finns dock att tillgå, vare sig på Uppsala kommun eller anläggningen. Längs Lurbovägens norra sida ligger ett skifte som tidigare använts som åkermark, men som nu används som sommarhage. Dräneringen på detta fält har delvis grävts om eftersom den var uttjänt och ur funktion vilket fick till följd att mängder av vatten från Lurbo-anläggningen rann på ytan i hagen och sköljde med gödsel och jord ner i diket som mynnar i Hågaån. Den undermåliga dräneringen på fältet har under åren medfört trampskador på sina platser, men detta har nu åtgärdats genom att ny betesvall har såtts in på de delar som var söndertrampade.

Gamla Lurbo stall (södra anläggningen) är en del av gamla jordbruket Lurbo gård. Bilderna 2 och 3 visar flygfoton från 60-talet respektive 2010-talet över området. Där framgår att en av åkrarna är omgjorda till rasthagar, men i övrigt är ytorna lika förutom att de används som sommarhage idag samt att träden står tätare på höjden som troligen fortfarande betades på 60-talet. Det har också funnits ett ridhus och en lada vid gamla Lurbo, dessa är nu rivna. En betongplatta till den tidigare ladan och en gödselplatta som ännu används finns kvar på platsen.



Bild 2 och 3: Lurbo gamla stallet från 1960-talet, då en del av Lurbo gård tv. Th Lurbo gamla stall från andra halvan av 2010-talet. Endast två byggnader återstår.

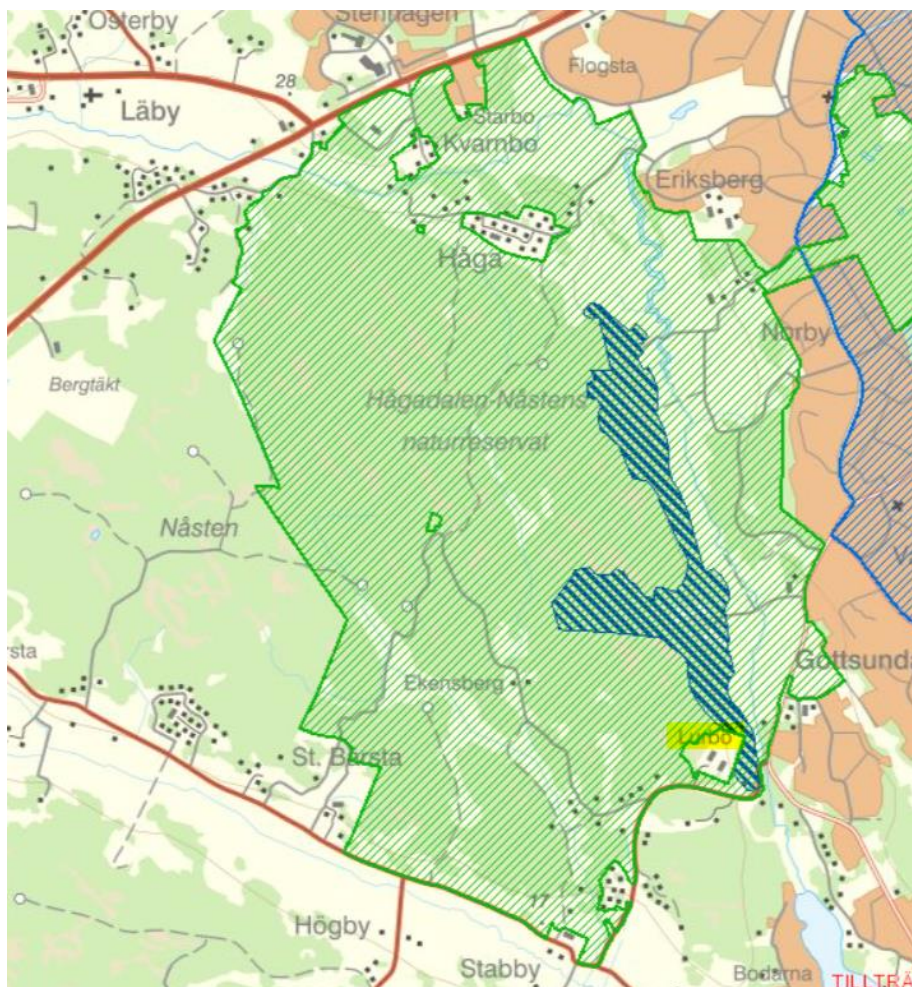


Bild 4 Karta över naturreservatet östra Nästen (blå-randig) och naturreservatet Hågadalen-Nästen som omringrar Lurbo ridklubb (grön-randig).



Bild 5 Gamla Lurbostallet ligger utanför naturreservaten.

1.3 Vattenprovtagning

Vattenprover togs på sju provtagningsplatser vid 34 tillfällen under perioden februari 2020-april 2021. Proverna togs av personer på Lurbo hästanläggning, förvarades frysta tills analys av halter av total och löst näring (fosfor och kväve) gjordes på Erkenlaboratoriet vid Uppsala universitet. Rådata presenteras i bilaga 4.

De sju provtagningspunkterna är placerade i diken och rännilar som rinner från Lurbo. De flesta uppstår periodvis i samband med regn och snösmältning men i provpunkt 7 rinner det vatten under större delen av året även om flödet varierar. Provtagningspunkterna finns presenterade i tabell 1 och i bilaga 1 finns en karta som visar placeringen.

Prov togs under de perioder som det rann vatten i dikena. Vattenföringen mättes genom att ett kärl med känd volym hölls ned och samlade upp allt rinnande vattnet i varje provpunkt. Tiden för att nå volymen noterades.

Tabell 1: Provtagningspunkternas närmiljö beskrivs.

3A	Provet är taget ca 3 m uppför backen uppströms träsket. Det finns inget utloppsrör utan det är markvatten som rinner ut. Flödet börjar vid några stora stenar.
3B	Provet är taget nedströms träsket på "Lurbosidan" vid gångvägen som korsar vattendraget. Tillflödet kommer från träsket samt från grundvatten.
4B	Provet tas i änden av en skogsbacke där vatten från norra delen av Lurbo ytavrinner under delar av året. Prov är taget i en skogsbäck 10 m från vägen på Lurbosidan.
5B	Provet består av skogsvatten. Provet tas vid Predikstolsskylten, och påverkas inte av något annat än skog. I botten på diket som vattnet rinner i ligger 120 mm betongrör vilket är ovanligt i ett skogsdike. De verkar vara gamla, kanske från 50-talet och har delvis förskjutits från varandra
7	Provet är taget vid ett utloppsrör vid Lurbovägen. Vatten kommer från skogen, miljöerna runt stallen och den betade åkern längs med vägen. Troligen rinner en del av takvattnet ut via denna punkt.
8	Detta är en av två provtagningspunkterna som ligger i anslutning till Lurbo gamla stall, den södra anläggningen. Provet är taget vid en brunn som står nedströms hagarna precis bredvid gamla stallplattan. Tillflöde från dräneringsvatten från plattan samt vatten från hagarna uppströms. Något osäkert var utloppsröret tar vägen från den brunnen. Vattenytan är 10 cm högre än brunnen nedströms plattan. Kan eventuellt finnas en koppling dem emellan. Brunnen nerströms plattan har ett rostigt plåtlock och vattenytan i brunnen står ovan marknivån.
9	Provpunkt i diket nedströms gödselplattan plattan och provpunkt 8. Fångar upp vatten från berget vid kraftigare flöden samt vatten från plattan och hagarna ovan.

1.4 Delavrinningsområden och uppdelning av delavrinningsområden i olika ytor

För att bestämma punkternas avrinningsområde och respektive markanvändning har två analyser gjorts.

Områdets topografi har först analyserats med hjälp av Lantmäteriets laser-skannade höjddata (Grid 1+). Med hjälp av höjddata har avrinningsområdet för respektive provpunkt fastställts. Resultatet av GIS-analysen presenteras i bild 7. I bilden framgår avgränsningen, provtagningspunkterna och ytan för varje tillrinningsområde.

De avrinningsområden som tagits fram i GIS-analysen har sedan gått igenom okulärt för att fastställa respektive områdes markanvändning. Resultatet finns presenterat i tabell 2.

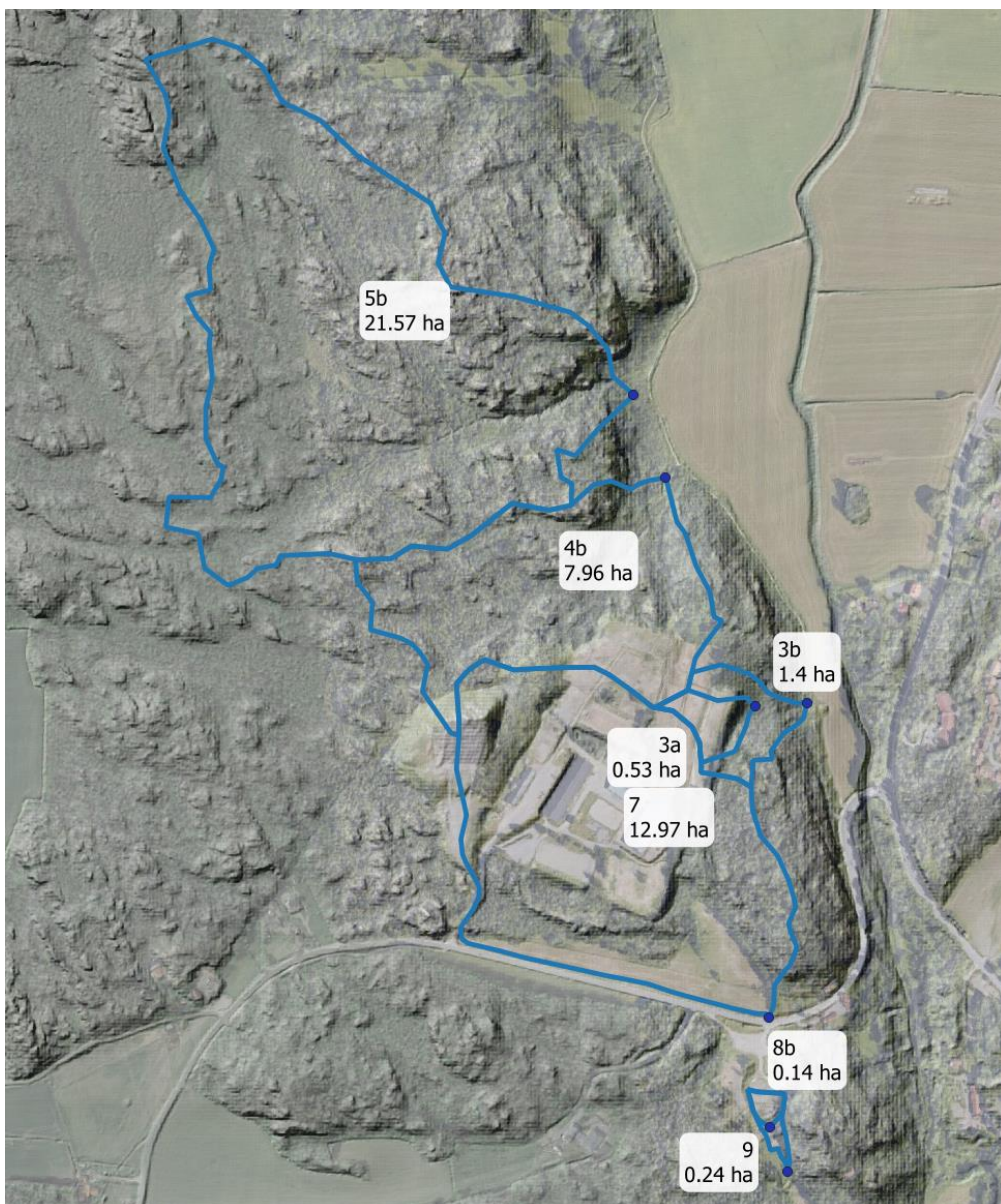


Bild 7 Gränserna för varje delavrinningsområde

Line Strand (Kontaktperson)

www.hushallningssallskapet.se | 018-56 04 34 | info@hushallningssallskapet.se

Hushållnings
sällskapet



Tabell 2 De avrinningsområden som togs fram i GIS-analysen presenteras.

ARO 3A	Provpunktens avrinningsområde är jämförelsevis litet, 0,53 ha. Området består till 58 procent av hårdgjorda ytor i form av obevuxna hagar . Resterande 42 procent av marken kategoriseras som naturmark. I området finns en skarp sluttning som belyser den artificiella tillkomsten av de ytor hagarna står på.
ARO 3B	Avrinningsområdet består till störst del av naturmark, 69 procent, som huvudsakligen utgörs av skog. Resterande 31 procent utgörs av hårdgjorda ytor i form av obevuxen hage . Avrinningsområdet är litet. Tillflödet kommer från träsket samt från grundvatten. Delavrinningsområde 3a mynnar i delavrinningsområde 3b.
ARO 4B	Punkten representerar ett avrinningsområde som domineras av naturmark (87 %). Resterande mark är hårdgjord yta i form av obevuxna hagar . Detta är ett av de tre större delavrinningsområden i projektet. Naturmarken karaktäriseras av skogsmark med ett sluttande parti ned mot Hågadalen.
ARO 5B	Delavrinningsområdet för denna punkt är det betydligt större jämfört med övriga punkter. Det består till 100 procent av naturmark. Landskapet domineras av skogsmark i kuperad terräng och med inslag av sankmark och berg i dagen. Närmast uppströms provtagningspunkten ligger en sluttning vari en ravin leder ned vattnet. Området omfattar ingen del av Lurbos anläggningar .
ARO 7	Punkten för provtagning har ett avrinningsområde som innefattar större delen av hagarna på norra anläggningen. Stallen ligger också inom området, som därför består av en stor andel hårdgjorda ytor och tak. Den största delen av ytan består dock av naturmark i form av skog. Därtill finns en betad åker närmst provtagningspunkten, där vattnet från de hårdgjorda ytorna kan antas rinna ned.
ARO 8	Avrinningsområdet är litet och består av naturmark, tak och hårdgjorda ytor i ungefär lika stor utsträckning (tabell 3). I direkt anslutning till provtagningspunkten ligger en gödselplatta som är i bruk. Tillflödet kommer i form av dräneringsvatten från plattan samt vatten från hagarna och naturmarken uppströms.
ARO 9	Punkten representerar ett avrinningsområde som fångar upp vatten från berget vid kraftigare flöden samt vatten från plattan och hagarna ovan . Området består till störst del av naturmark, men där finns även hårdgjord mark i form av hagar samt tak.

Arealen inom varje delavrinningsområde har delats in i tre kategorier: Tak, hårdgjorda ytor och naturmark. Till hårdgjorda ytor räknas vägar och grusade rasthagar och övriga hagar som saknar grässvål (är täckt av gräs). Resultatet presenteras i detalj i tabell 3 och visar att tre av delavrinningsområdena är betydligt större än de övriga. Två av dessa består huvudsakligen av naturmark (4b och 5b) medan den tredje (7) till största del består av naturmark i kombination med tak och hårdgjorda ytor. Avrinningsområdet för punkt 5b ligger utanför det område som

påverkas av avrinning från Lurbos anläggningar och är tänkt att representera ”naturliga” förhållanden.

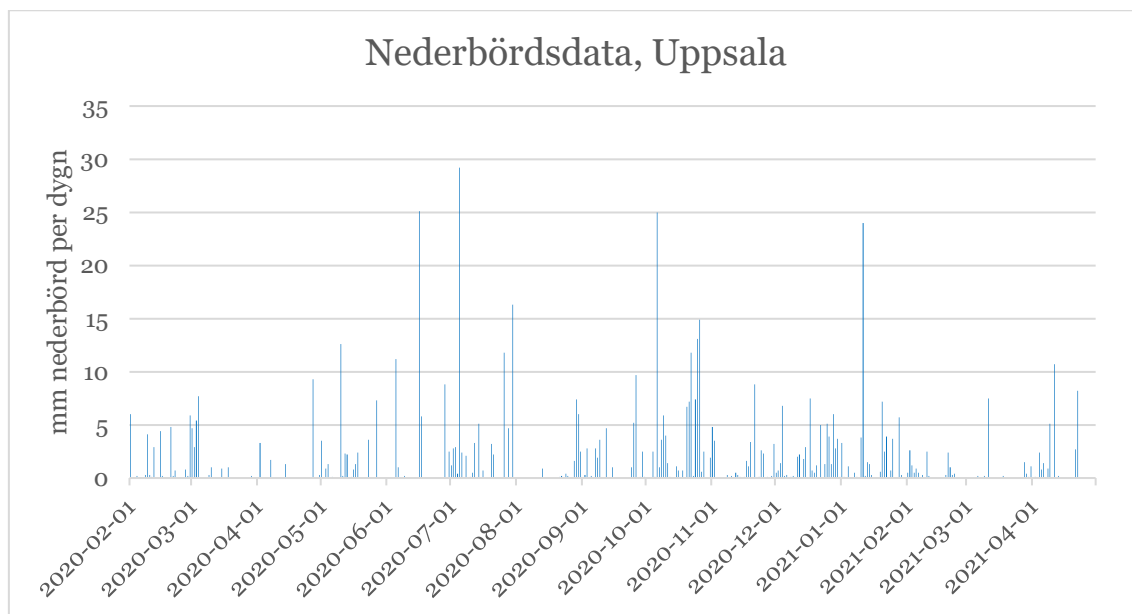
Tabell 3 Total yta och fördelning av olika ytor i varje delavrinningsområde

Namn	Total yta (ha)	Naturmark		Tak		Hårdgjorda ytor	
		areal (ha)	andel (%)	areal (ha)	andel (%)	areal (ha)	andel (%)
3a	0,53	0,22	42	0	0	0,31	58
3b	1,4	0,96	69	0	0	0,44	31
4b	7,96	6,89	87	0	0	1,07	13
5b	21,57	21,57	100	0	0	0	0
7	12,97	8,41	65	0,58	4	3,98	31
8	0,14	0,025	18	0,019	14	0,096	69
9	0,24	0,125	52	0,019	8	0,096	40

1.5 Nederbördsmängder

För att beräkna ett värde för förväntad vattenföring per dag för varje provtagningspunkt har väderdata hämtats från närmaste väderstation, Uppsala (stationsnummer 97520), som ligger vid Käbo, 4,6 km nordväst om Lurbo. Eftersom Lurbo ligger flera kilometer från mätstationen är tillförlitligheten låg. Ingen annan högupplöst data över modellerad nederbörd finns tillgänglig, förutom för längre tidsperioder och ett större område (hela Uppland).

Diagrammet nedan visar nederbördsmönstret under perioden 1 februari 2020 – 30 april 2021.



Figur 1 Nederbördsdata från station Uppsala. Millimeter nederbörd per dygn.

2 Vattenföringen per dag för respektive provtagningspunkt

Två metoder testades för att hitta ett sätt att uppskatta vattenflödena i provtagningspunkterna mellan provtagningsstillfällena. Båda metoderna utgick från samma nederbördsdata. Sammanfattningsvis så visade inte någon av beräkningarna på tillräcklig korrelation mellan beräknade och faktiskt uppmätta flöden. För att kunna modellera flödena dag för dag krävs mer högupplöst data, både över nederbörd, avrinning och markens beskaffenhet. De två modellerna och delar av resultatet beskrivs under punkt 2.1 och 2.2.

2.1 Metod 1: Beräkning av flöden utifrån avrinningskoefficienter

Den första metoden utgick från Vägverkets publikation om hydraulisk dimensionering (VVMB 310, sid 27-29). För att uppskatta avrinningen från de olika områdena multiplicerades nederbörden för respektive yta med en avrinningskoefficient och sedan summerades värdena ihop till ett samlat värde i liter per sekund. Formeln för beräkningen ser ut så här:

$$P * (\phi_a * A_a + \phi_b * A_b).$$

Där:

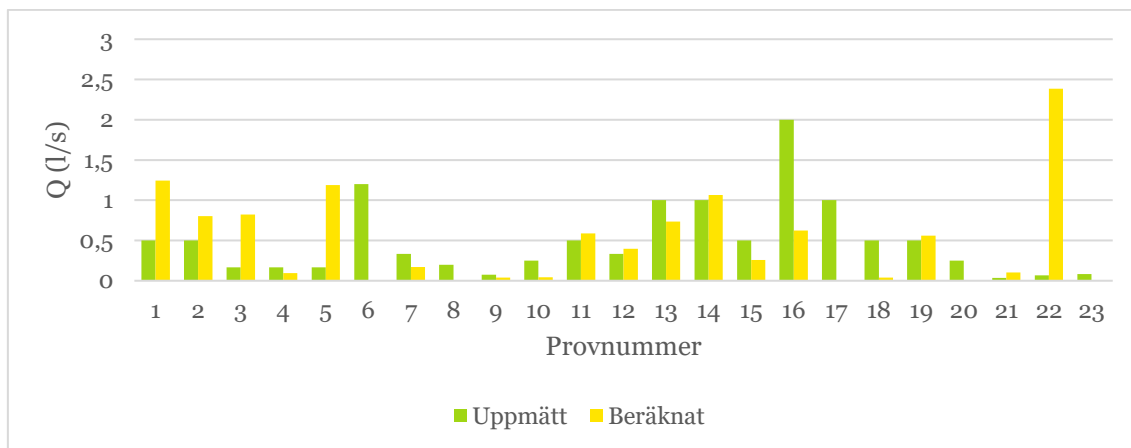
P är nederbörd

ϕ är avrinningskoefficienten

A är arean på delavrinningsområdet

I formeln summeras del-ytor med olika avrinningskoefficienter ihop och multipliceras med nederbörden för att erhålla avrinningen.

Utifrån Vägverkets standard valdes för naturmark koefficienten 0,15, för hårdgjorda ytor 0,4 och för tak 0,9. Detta innebär att från naturmark förväntades 15% av nederbörden bidra till avrinning, från hårdgjorda ytor 40% och från tak 90%. För naturmark och hårdgjorda ytor räknades inte bara nederbörden innevarande dygn, utan även nederbörd föregående två dygn inkluderades, där innevarande dag fick störst vikt och två dagar innan fick den minsta vikten i beräkningen. Resultatet från denna beräkning var att flödena överskattades i förhållande till de uppmätta flödena, särskilt under sommaren. Därför ändrades avrinningen under perioden 1 maj 2020 till och med 15 oktober 2020 till att endast omfatta vatten från takytor, se figur 3.

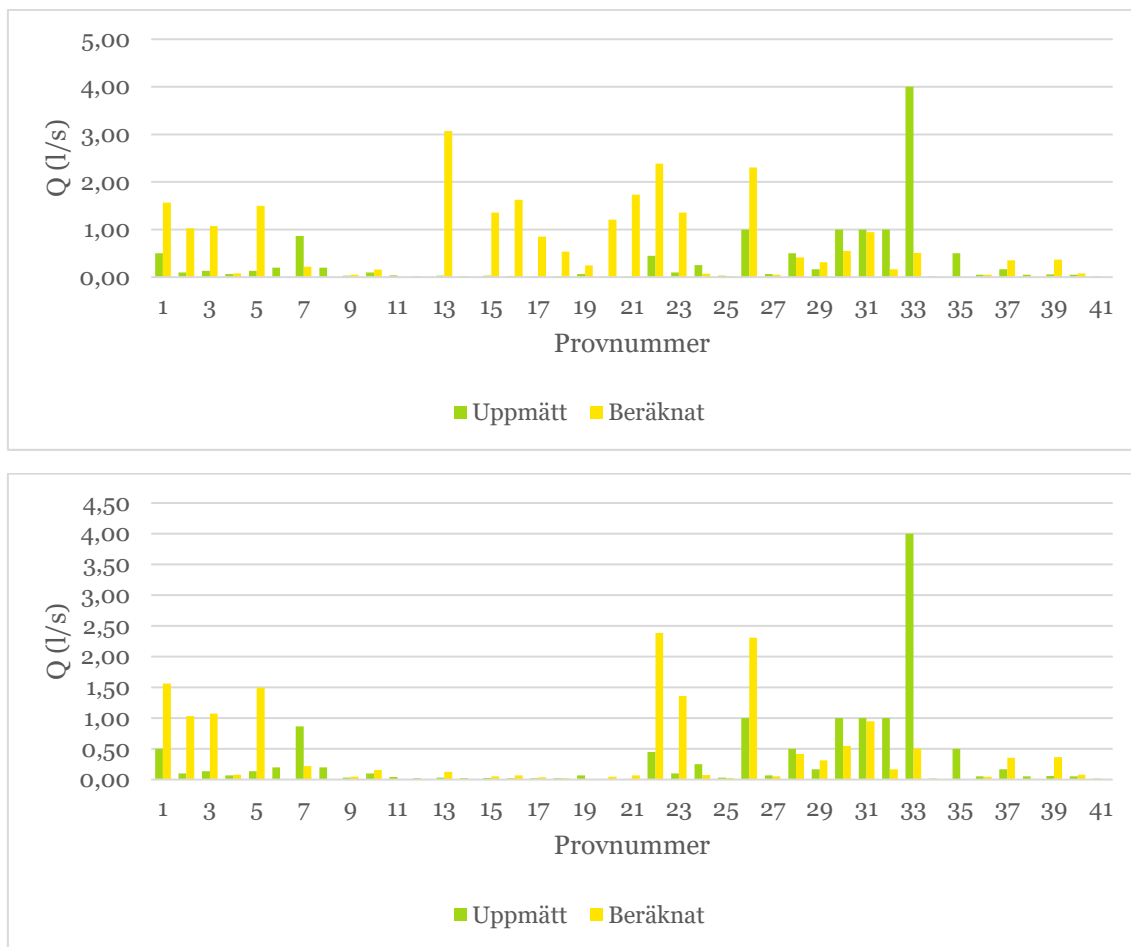


Figur 2 Uppmätta flöden och beräknad avrinning, punkt 5b.

Överensstämmelsen mellan uppmätta och beräknade flöden var trots ändringarna mycket låg. Värdena plottades och en trendlinje bestämdes i Excel. För naturmark (provpunkt 5b) fanns i princip ingen korrelation räknat dag mot dag ($R^2=8 \times 10^{-6}$), se bilaga 2. Den låga korrelationen kan ses i figur 2. R^2 -värdet anger hur stor del av variationen i de uppmätta flödena som kan förklaras med variationen i den beräknade avrinningen. Värden för beräknade och uppmätta flöden skiljer sig i hög grad sinsemellan under flertalet av provtagningstillfällena. Genomsnittlig avrinning för alla de dagar som mättes var dock relativt lika, 0,49 l/s uppmätt och 0,48 l/s för beräknad avrinning.

Provnummer 7 är från 21/03-2020 och provnummer 8 är från 01/11-2020. Däremellan är det mer än ett halvår utan några uppmätta flöden.

För mätpunkt 7 som omfattar största delen av nya Lurbo så gjordes samma plottning av uppmätta och beräknad avrinning. I det fallet var korrelationen något bättre, men R^2 -värdet var fortfarande bara 0,054, se bilaga 2. Trendlinjen tydde på att det beräknade flödet överskattades med en faktor 2, men variationen var mycket stor. Genomsnittlig avrinning de dagar som mättes var 0,32 l/s för uppmätt flöde och 0,39 l/s för beräknad avrinning. Flertalet av de dagarna då högst teoretiskt flöde beräknats sammanfaller med obefintliga uppmätta flöden. Detta belyser svårigheterna i att använda en enkel modell för att beskriva ett så pass komplext system som det aktuella.



Figur 3 Uppmätta flöden och beräknad avrinning, punkt 7. Den nedre figuren visar värden korrigerade för sommarflöden.

En svaghet med metoden är att den inte tar hänsyn till markens egenskaper utan endast överför en viss andel av nederbörden till en beräknad avrinning. Avrinningskoefficienter används normalt vid beräkning av dimensionerande flöden och inte för små eller medelstora flöden, vilket också gör det tveksamt att använda metoden.

Sammantaget så bedömer vi att metoden med avrinningskoefficienter inte är tillförlitlig nog för att förutse flöden dag för dag. Däremot verkar den genomsnittliga avrinningen för dagarna då provtagning skedde stämma relativt bra både för naturlig mark och för den anlagda marken.

2.2 Metod 2: Förenklad hydrologisk modell

För att söka en bättre korrelation mellan uppmätt avrinning och den beräknade så konstruerades en hydrologisk modell i Excel, där avrinningen sattes som en funktion av markens vatteninnehåll beräknad för varje dygn från den 1 januari 2020 till den 31 maj 2021. Mängden markvatten beräknades stegvis per dygn utifrån nederbördsdata från närmaste väderstation, genomsnittlig evapotranspiration, avrinning och grundvattenbildning. För

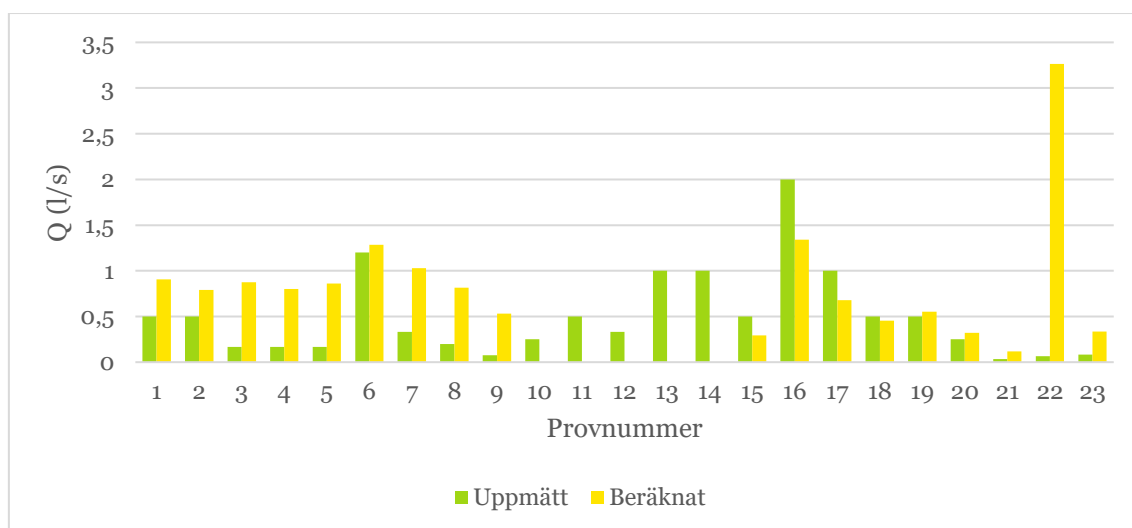
evapotranspiration användes ett månadsgenomsnitt från SMHIs Vattenwebb för det aktuella avrinningsområdet.

Vissa antaganden gjordes för den hydrologiska modellens uträkningar. För naturmark avgränsades markvatten till vattnet i 0-50 cm markdjup med en porvolym om 45%, vilket innebar att mättad mark innehöll 225 mm vatten. Fältkapacitet, d.v.s. den vattenmängd där avrinning och grundvattenbildning påbörjas, sattes till 125 mm vatten. Direkt ytavrinning antogs ske med 10% av nederbörden vid regnintensitet över 10 mm/dygn oavsett vattenhalt i marken. Grundvattenbildning antogs vara 1 % av det vatten som översteg fältkapacitet varje dag. Avrinning av ytvatten och markvatten antogs till högst 2 mm/dygn de dagar då marken innehöll mer än 125 mm vatten. Avrinningen minskade linjärt från 2 mm vid mättad mark ned till 0 mm vid fältkapacitet. Till denna avrinning adderades även direkt avrinning vid regn över 10 mm/dygn enligt ovan.

För hårdgjord mark och rasthagar antogs vattenhållande förmågan vara 100 mm vid mättad mark med fältkapacitet 50 mm. Den direkta avrinningen sattes till 40% av nederbörden oavsett nederbördsmängd. På samma sätt som för naturmark antogs grundvattenbildning ske när marken innehöll mer vatten än fältkapacitet. Avrinning till diken och från ytan antogs ske vid vattenhalter över 50 mm med upp till 8,6 mm per dygn vid mättade förhållanden. Detta motsvarar 1 liter/s och hektar, vilket är vanligt förekommande vid dimensionering av dränering på jordbruksmark. Till avrinningen adderades även den direkta avrinningen enligt ovan.

Från tak antogs avrinningen vara 90% av nederbörden de dagar som det regnade.

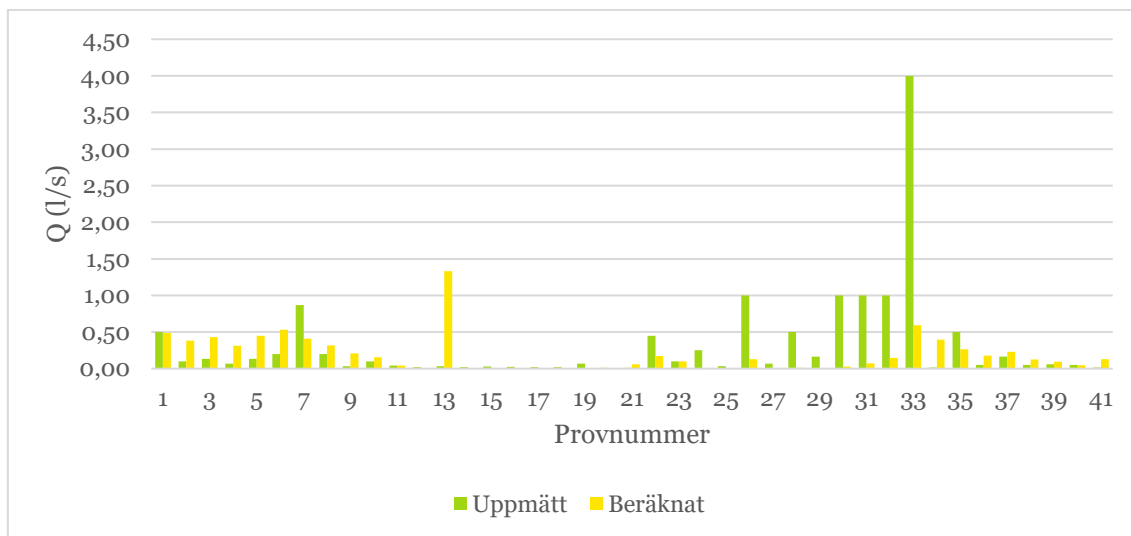
En sammanvägd avrinning beräknades för varje provpunkt utifrån fördelningen av olika ytor i delavrinningsområdet. Värden för avrinning hämtades från modellen för alla de dagar då provtagning skedde i respektive delavrinningsområde, och dessa värden jämfördes sedan för att se om den hydrologiska modellen kunde användas för att beräkna flöden över längre tidsperioder.



Figur 4 Uppmätta flöden och beräknad avrinning i hydrologisk modell, punkt 5b

I punkt 5b som endast är naturmark så fanns en korrelation under vissa perioder, se figur 4. Modellen producerade inte några flöden under hösten 2020 förrän efter nyår (provnummer 15 i figuren), vilket berodde på att det tog lång tid att fylla upp det teoretiska vattenförrådet i marken efter sommaren. Korrelationen mellan uppmätta och beräknade flöden var mycket låg med $R^2=0,0007$, se bilaga 2.

För punkt 7 kunde ett visst mönster skönjas i att modellen överskattade avrinningen i början av 2020 och sedan underskattade avrinningen efter sommaren 2020. Korrelationen mellan uppmätta och beräknade flöden var mycket låg med R^2 -värde på 0,053, se bilaga 2. Detta är fortfarande långt ifrån att kunna förutse de faktiska flödena.



Figur 5 Uppmätta flöden och beräknad avrinning i hydrologisk modell, punkt 7

Sammanlagt så kunde den hydrologiska modellen inte förutse de flöden som faktiskt uppmättes. Olika ingångsvärden i modellen provades, men inga av ändringarna förbättrade resultatet. Modellen kan säkert förfinas, men utan bättre data för lokal nederbörd och kunskap om markens egenskaper i delavrinningsområdena så kommer det att vara mycket svårt att förutse de uppmätta flödena. Eftersom modellen inte kunnat verifieras mot uppmätt avrinning, med godtagbar precision, så går den heller inte att använda som grund att uppskatta flöden och transporter över längre tidsperioder.

2.3 Flödesberäkning över längre perioder

För att ändå kunna beräkna flöden och näringstransporter över hela tiden som provtagningen pågick så gjordes en förenklad beräkning med genomsnittliga värden för fyra längre tidsperioder.

De fyra perioderna avgränsades för att få sammanhängande perioder med liknande flödessituation inom varje period. De resulterande perioderna presenteras i tabell 4. De är indelade i vår 2020 med högre flöden, sommar och höst 2020 med låga eller inga uppmätta flöden, vinter 2020/2021 med högre flöden och sist våren 2021 med lägre flöden igen.

Tidsperioderna valdes också så att ett helt års avrinning skulle kunna beräknas, 2020-02-01 – 2021-01-31.

Tabell 4 Indelning i tidsperioder

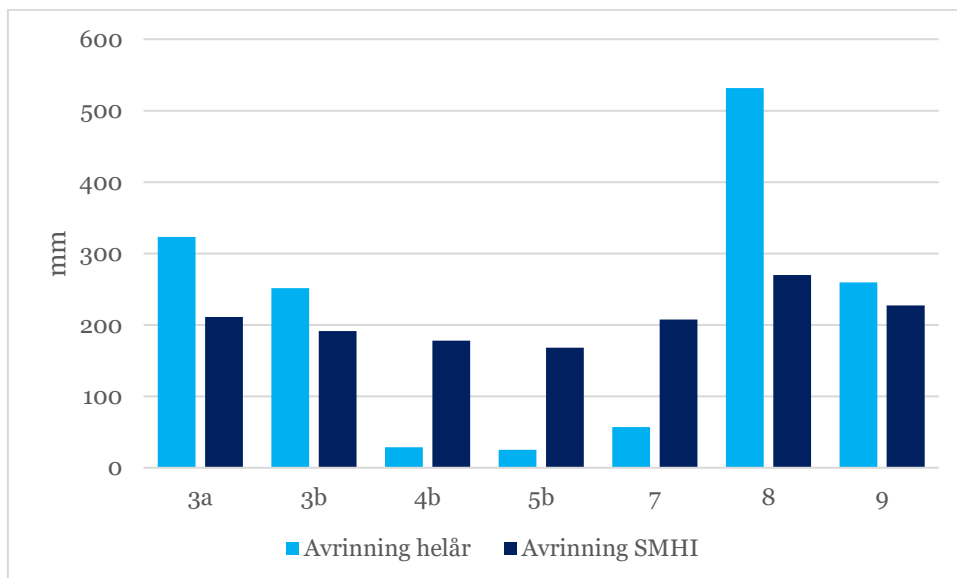
Period	Dagar
2020-02-01 - 2020-03-31	60
2020-04-01 - 2020-10-15	198
2020-10-16 - 2021-01-31	108
2021-02-01 - 2021-04-30	90

De uppmätta flödena antogs vara konstanta hela veckan innan provtagningen, alternativt sedan den förra provtagningen om den skedde för mindre än 10 dagar sedan. För varje period summerades de uppmätta flödena och dividerades med antalet veckor, även veckor utan flöde. På så sätt gick det att beräkna ett medelflöde för varje tidsperiod i liter per sekund. Detta är en grov förenkling, men det möjliggör beräkning av flöden och näringstransport.

Tabell 5 Beräknade flöden i varje provpunkt (l/s)

Tidsperiod	3a	3b	4b	5b	7	8	9
2020-02-01 - 2020-03-31	0,152	0,187	0,086	0,386	0,260	0,023	0,000
2020-04-01 - 2020-10-15	0,000	0,007	0,000	0,000	0,014	0,001	0,000
2020-10-16 - 2021-01-31	0,099	0,261	0,196	0,362	0,620	0,065	0,067
2021-02-01 - 2021-04-30	0,044	0,107	0,044	0,190	0,071	0,021	0,000

För att få ett jämförelsevärde för avrinningen så omvandlades flödet från liter per sekund till millimeter för varje tidsperiod. En millimeter motsvarar 10 000 liter per hektar. På så sätt kan vi se hur stor del av avrinningen som provtagningen fångat upp. För avrinningsområdet Hågaån i helhet så var avrinningen under året 2020 i genomsnitt 168 mm enligt SMHIs Vattenwebb. Detta värde justerades i varje delavrinningsområde utifrån fördelningen av ytor mellan naturmark, hårdgjord mark och takytor. Modellerade värden för nederbörd i området från SMHI är 605 mm under perioden. Takytor antogs bidra med en avrinning på 90% av denna nederbörd, medan rasthagar antogs leda vidare 40% av nederbörden till provtagningspunkten. Som basvärde för naturmark sattes 168 mm avrinning, utifrån SMHI:s modelldata för avrinningsområdet Hågaån, även om detta troligen inte är helt representativt för våra delavrinningsområden.



Figur 6 Beräknad avrinning under ett år utifrån uppmätta flöden samt avrinning enligt SMHI (mm)

Resultatet för delavrinningsområdena med större andel naturmark (4b och 5b) visar att provtagningen bara fångat upp ca 15-16% av den teoretiska avrinningen. I delavrinningsområde 7, som omfattar både naturmark och mycket hårdgjord mark så var motsvarande siffra 27%. I de små delavrinningsområdena motsvarade de uppmätta flödena mer än de beräknade, se figur 7.

Avrinningen av vatten från delavrinningsområde 3a och 3b var större än den teoretiska årsavrinningen, dock inte med mer än 30-50%. Detta bedömer vi ligger inom felmarginalen för de antaganden som gjorts i beräkningarna.

Delavrinningsområde 7 var det område där det gick att uppmäta flöden vid flest tillfällen under provtagningsperioden. Detta kan förklaras med att denna punkt fångade upp vatten från dränering och täckdikning från betydande ytor. Jämfört med ytavrinning så ger dräneringsrör under mark ett mer utjämnat flöde med lägre toppar.

Vid punkt 9 (nedanför gamla Lurbo) uppmättes flöden endast vid ett fåtal tillfällen jämfört med punkt 8. Detta trots att punkt 9 är belägen längre nedströms rent geografiskt. Det är därför oklart om de två punkterna faktiskt avvattnar samma ytor, eller om detta beror på infiltration av vatten mellan de två punkterna.

Vad detta visar är att merparten av avrinningen från naturmark inte fångas upp i provtagningspunkterna. Att den uppmätta avrinningen i 4a och 5a inte ligger i linje med de beräknade värdena återspeglar svårigheterna att modellera grundvattenflöden i kuperad terräng. Detta kan bero på att mycket av avrinningen sker genom ett långsamt grundvattenflöde över tid. De flesta högflöden fångas sannolikt inte heller i den veckovisa provtagningen, eftersom de oftast inträffar under kort tid.

3 Halter och mängder av näringsämnen i avrinnande vatten

3.1 Uppmätta halter av växtnäring

Halterna av fosfor i de olika provpunkterna varierade mellan 9 och 1485 µg/l, vilket är ett mycket stort spann. De genomsnittliga halterna i vattenproverna var mer än 10 gånger högre i vattnet som samlades upp vid de två provpunkterna vid Gamla Lurbo (400-1200 µg/l), jämfört med vattnet som härstammade från Nya Lurbo (30-60 µg/l). Uppmätta halter och flöden finns i bilaga 4.

För att jämföra med halterna i recipienten Hågaån, så har referensvärdet för fosfor satts till 20,9 µg/l, vilket ska motsvara en å opåverkad av mänsklig aktivitet. Gränsen för god status i vattenförvaltningen går vid dubbla referensvärdet, alltså 41,8 µg/l. Den observerade halten i Hågaån var 65,4 µg/l. Samtliga värden är hämtade ur VISS den 7 april 2022 och bygger på 77 mätvärden mellan 2016-2018 från Lurbo bro.

För totalkväve så var de uppmätta halterna mellan 549 och 5796, vilket också är en stor variation, dock mindre än för fosfor. De genomsnittliga halterna av totalkväve var mellan 1000-5300 µg/l med de högsta halterna vid Gamla Lurbo. Nitrat stod för en stor andel av kvävehalterna i alla provpunkter förutom 4B och 5B. I punkt 4B var genomsnittshalten 260 µg/l och i punkt 5B var halten 84 µg/l i genomsnitt. Detta återspeglas även i den beräknade förlusterna av kväve vid provtagningspunkterna.

3.2 Beräkning av näringsförluster för delavrinningsområden

Eftersom ingen av de flödesmodeller som testades inom uppdraget var tillräckligt bra på att förutse flöden från dag till dag, så beräknades genomsnittliga flöden istället över längre perioder för respektive delavrinningsområde. Ett viktat medelvärde av näringshalterna i proven beräknades och utifrån detta beräknades mängder av fosfor och kväve i det avrinnande vattnet.

Förlusterna av växtnäring från marken beräknades för varje vecka eller provtillfälle, utifrån samma grunder som avrinningen beräknades på. En kumulativ förlust av växtnäring beräknades för varje provtagningsstillfälle utifrån ekvationen (halt*flöde per dag*antal dagar). Förlusten summerades sedan till perioder på samma sätt som för flöden. På detta sätt kunde halterna viktas utifrån flödet som varierade mellan provtillfällena. Metoden bygger på antagandet att flödet och näringshalterna dagarna innan provtagningsstillfället har varit konstanta, vilket är en grov förenkling, men eftersom det inte gick att förutse vattenflöden utifrån nederbördsdata så bedömer vi att detta ändå är mer rättvisande.

3.3 Beräknade förluster av fosfor och kväve

De kumulativa förlusterna av fosfor och kväve redovisas i tabell 6 och 7. Data för alla vattenprover finns i bilaga 4. Tabellerna visar både total mängd växtnäring samt mängd per ha i delavrinningsområdet. Fokus på analysen har legat på fosforförluster, eftersom fosfor generellt anses vara viktigare än kväve för övergödningen i vattendrag och sjöar. Kväveförlusterna är dock viktiga för att de bidrar till en bättre bild av transporterna av växtnäring, exempelvis genom att nitrat är mycket lätrarligt i marken.

Tabell 6 Beräknad transport av totalfosfor och fosfat i provpunkterna under ett år (2020-02-01 – 2021-01-31), gram respektive gram/ha. Andel fosfat av totalfosfor i %.

	3a	3b	4b	5b	7	8	9
Fosforhalt max (µg/l)	159	94	142	69	262	1080	1485
Fosforhalt min (µg/l)	10	9	20	35	11	30	901
Totalfosfor/år (g/år)	138	126	120	278	534	457	659
Per hektar (g/ha*år)	260	90	15	13	41	3262	2748
PO ₄ -fosfor/år (g/år)	20,3	17,8	19,8	36,6	166	163	254
Per hektar (g/ha*år)	38,4	12,7	2,49	1,70	12,8	1166	1060
Andel PO ₄ av Tot-P (%)	15%	14%	17%	14%	31%	36%	39%

Tabell 7 Beräknad transport av totalkväve och nitrat i provpunkterna under ett år (2020-02-01 – 2021-01-31), gram respektive gram/ha. Andel nitrat av totalkväve i %.

	3a	3b	4b	5b	7	8	9
Kvävehalt max (µg/l)	5469	4501	5567	2376	3212	8755	5796
Kvävehalt min (µg/l)	1315	850	549	758	607	771	4876
Totalkväve/år (g/år)	6146	10011	4816	6585	16347	4064	3455
Per hektar (g/ha*år)	11597	7150	605	305	1260	29029	14396
NO ₃ /år (g/år)	4970	8055	2852	821	12137	3515	2209
Per hektar (g/ha*år)	9377	5753	358	38	936	25108	9204
Andel NO ₃ av Tot-N (%)	74%	76%	57%	11%	74%	84%	64%

Delavrinningsområde 3A och 3B

Från delavrinningsområde 3a och 3b beräknades totala fosforförlusterna till ca 130 g/år i båda punkterna. Per hektar blev förlusterna 260 g/år i punkt 3a och 90 g/år i punkt 3b. För punkt 3b beräknades tillrinningsområdet vara mer än dubbelt så stort som för 3a och den tillkommande marken var främst naturmark. Den lägre hektarförlusten i 3b jämfört med 3a beror troligen på

en utspädningseffekt i första hand, dvs att vatten med höga koncentrationerna uppmätta i 3a har blandats med vatten från avrinningsområdet för 3b, vilket har lägre koncentrationer närsalter. Eftersom inga tydliga rinnvägar finns från rasthagarna ner till provtagningsplatsen vid punkt 3a, så bedömer vi att majoriteten av flödet sker genom grundvattenutströmning. Fosforförlusterna i punkt 3a är också lägre än genomsnittet för jordbruksmark, vilket kan förklaras med att rasthagarna vid Nya Lurbo fortfarande har stor kapacitet att binda fosfor. Det är också relativt stor andel naturmark även i det mindre delavrinningsområdet för 3a (41%), vilket ger en utspädning av fosforhalterna.

De beräknade kväveförlusterna från området blev 7-12 kg/ha och år, varav nitratförlusterna var 6-9 kg/ha och år.

Eftersom mängden nitrat per ha är mycket större i 3a och 3b än i 4b och 7, så kan det tyda på att tillrinningsområdenas storlek för 3a och 3b underskattats. Det kan också tyda på att större del grundvatten fångades i denna punkt, där nitraten hamnar till sist.

Delavrinningsområde 4b och 5b

Från delavrinningsområdena 4b och 5b var transporten av totalfosfor i avrinningen liten, med under 20 g/år och ha. I dessa provpunkter fångades dock endast ca 13-15% av det vatten som teoretiskt borde avrinna från marken och därmed uppstår frågan om resterande avrinning har liknande halter fosfor. Om anledningen till att så lite vatten fångats beror på att flödestoppar missats mellan provtagningsstillfällena så är förlusterna sannolikt större än de uppmätta. Om de låga flödena istället beror på en omfattande grundvattenbildning så sker troligen en markretention, dvs att fosfor binds i marken, och i så fall kan de uppmätta förlusterna vara representativa för de totala förlusterna av fosfor.

Kväveförlusterna skiljer sig mycket mellan områdena främst vad gäller nitrat, där förlusterna från 4b var ungefär 10 gånger större än i 5b per hektar. I 5b, som endast består av naturmark så var endast 11% av kvävet i nitratform, medan nitrat utgjorde 57-87% av kväveförlusterna i övriga provpunkter. Detta tyder på att verksamheten på Lurbo sannolikt har en påverkan på vattnet, även om det inte kunnat visas utifrån de uppmätta fosforhalterna.

Delavrinningsområde 7

I delavrinningsområde 7, som omfattar merparten av nya Lurbo, så var förlusterna av fosfor i avrinningen inte mycket högre än för provpunkterna med enbart naturmark, 41 g/ha och år, totalt 0,5 kg/år. Det är dock oklart om det sker någon avrinning i vägdiket vid infarten till ridanläggningen vid höga flöden. Detta vatten skulle i sådana fall inte fångas upp i provtagningen. Eftersom mängden vatten i provtagningen motsvarande endast 27% av avrinningen enligt SMHIs modellering, så är det sannolikt att en del ytavrinning missas i provtagningen, precis som i de andra provpunkterna. Utifrån den första avrinningsberäkningen som gjordes med avrinningskoefficienter så skulle ytavrinningen från delavrinningsområde nummer 7 ha varit 118 mm under ett år. Detta är ungefär dubbla mängden jämfört med det som beräknades utifrån provtagningen. Utifrån detta skulle transporten av fosfor bli ungefär 1 kg, eller 80 g/ha från delavrinningsområde 7, om fosforhalterna antas vara desamma. Detta är dock fortfarande mycket låga värden.

De beräknade kväveförlusterna var låga, drygt 1 kg/ha och år. Fördelningen mellan nitrat och totalkväve var liknande som för övriga provpunkter kring nya Lurbo.

Delavrinningsområde 8 och 9

Från delavrinningsområdena 8 och 9 var halterna höga i den provtagna avrinningen. Det var relativt få dagar med avrinning som gick att provta, inte minst punkt 9 med endast två provtagningar. Detta till trots så beräknas mängden fosfor till ca 3 kg fosfor per år och hektar i den uppmätta avrinningen från båda punkterna. I punkt 9 bygger detta på endast två veckors beräknad avrinning under november och december 2020, vilket gör bedömningen osäker.

I både punkt 8 och punkt 7 är det dräneringsvatten som provtagits och inte ytavrinnande vatten, men trots detta är det stor skillnad i både halt och mängd fosfor i dessa två punkter. Detta bedömer vi beror på att marken vid gamla Lurbo använts kontinuerligt för djurhållning under lång tid och att den därmed laddats med fosfor i stor omfattning. Detta innebär att markretentionen begränsas och att både ny fosfor från gödsel på marken och befintlig fosfor i marken kommer att läcka, både genom ytavrinning och med dräneringsvatten från området. Punkt 9 ligger också i ett dike nedanför en gödselplatta och det är möjligt att det sker ett läckage vid större nederbörds mängder, som kan förklara de höga halterna av fosfor vid de två provtagningstillfällena. Något som också styrker detta är att andelen fosfatfosfor var hög.

Som vi skrivit tidigare så är det möjligt att avrinningen i punkt 8 och 9 inte härstammar från samma mark och att det kan vara aktuellt att växtnäring förlusterna från dessa två flöden ska adderas ihop, dvs ca 1 100 g fosfor, eller 6 kg/ha.

Kväveförlusterna var precis som fosforförlusterna högst i punkt 8 och 9, med 14-29 kg N/ha och år. Jämfört med fosforförlusterna är detta fortfarande relativt låga värden, vilket tyder på att flödena underskattas kraftigt.

3.4 Sammanfattande analys

Fosfor är det näringsämne som är viktigast för övergödning i inlandsvatten och därför fokuserade analysen på detta. När man pratar om förluster av fosfor så brukar man säga att 90 % av förlusterna sker från 10 % av ytan under 1 % av tiden. Detta beror på att fosfor ofta är tydligt kopplat till erosion och lerpartiklar i det avrinnande vattnet. Det är alltså vid höga vattenflöden som riskerna för förluster är som störst. Detta verkar också vara fallet här. Högst halter av fosfor verkar förekomma i samband med nederbörd eller snösmältning. Provtagningen tyder på att en stor del av fosforförlusterna verkar ha skett under ett fåtal dagar under året. För att säkert kunna säga att så är fallet krävs dock flödesproportionerlig provtagning.

Utifrån detta så analyserades eventuella samband mellan fosforhalter i proven och de uppmätta flödena. Analyserna visade ganska svaga eller mycket svaga samband i samtliga provpunkter, med R^2 -värden från 0,26 ner till 0,02, se bilaga 3. Att korrelationen mellan flöden och fosforkoncentration var låg visar på svårigheten i att tillförlitligt mäta fosforförluster i små avrinningsområden. Det krävs troligen mycket större upplösning i tid, gärna med flödesproportionerlig provtagning, för att det ska vara möjligt att dra några slutsatser kring

samband mellan flöden och fosforhalter. Själva hanteringen av rasthagarna och hästgödseln innebär också ytterligare osäkerhet.

Som vi tidigare skrivit så var andelen nitrat i alla punkter utom 5b över 50% av totala kväveförlusterna. I punkt 5b som endast består av naturmark var motsvarande siffra endast 11 % och den totala mängden kväve per hektar var absolut lägst i denna punkt. Detta är tecken på att verksamheten på Lurbo ändå har en påverkan på vattnet. Vad som talar emot detta är att fosforhalterna i mätpunkterna, förutom punkt 8 och 9, är låga till normala jämfört med de nivåer som anger om vattendrag är påverkade av övergödning. Mängderna fosfor som transporteras i den uppmätta avrinningen är generellt mycket lägre än vad som kan förväntas från jordbruksmark. Det kan finnas flera olika skäl till detta, men det viktigaste bedömer vi är att endast en liten del av den av SMHI modellerade avrinningen fångats upp i provtagningen. Sannolikt så har majoriteten av de höglöden som inträffat under mätperioden inte kunnat fångas, eftersom de ofta pågår under en kort tid. Detta gör att både vattenflöden och växtnäringsförluster underskattas.

Efter att växtnäringsförlusterna beräknats kan vissa mönster skönjas, inte minst att några få tillfällen under mätperioden sticker ut med stora förluster. Framför allt är det tiden kring 23 januari 2021 som i flera provpunkter får höga värden, både för att halterna är höga och att flödet är stort. Detta är troligen händelser kopplade till snösmältning eller regn på frusen mark i kombination med att hagarna har varit blöta och svår att mocka under senhösten/vintern. På gamla Lurbo sker de största uppmätta förlusterna kring julhelgen 2021.

4 Beräkning av mängden kväve och fosfor som kan läcka från Lurbos rasthagar

På Lurbo ridskola finns ca 59 hästar varav 14 ponnies och på gamla Lurbo finns 6 hästar. Foderstaten som dessa hästar får varierar beroende på näringsinnehåll i grovfodret, hästens arbete och hästens individuella behov. Men om vi utgår ifrån att hästarna får en foderstat motsvarande exemplet nedan och ponnierna får motsvarande 2/3 av den så betyder det att per år så omsätts 2586 kg kväve och 484 kg fosfor på Lurbo ridskola och 286 kg kväve och 53 kg fosfor på gamla Lurbo.

Foderstat	Kg foder per dag	Växtnäring i träck och urin, kg/år		
		N	P	K
Grovfoder	8	32,2	4,9	45,4
Havre	1,5	8,7	1,7	2,4
Betfor	0,2	1,2	0,1	1,3
Mineralfoder	0,075	0	1,1	0
Halm	3	5,5	1,1	8,8
		47,6	8,9	57,9

Källa: Cecilia Müller, SLU

All gödsel och urin i stallar och i ridhuset mockas. Men hästarna går i hagar som inte mockas under ca 4 timmar per dygn under 8 månader per år och vi förutsätter att de gör ifrån sig jämt över dygnet så hamnar 283 kg kväve och 53 kg fosfor i dessa omockade rasthagar årligen. På gamla Lurbo hamnar motsvarande 31 kg kväve och nästan 6 kg fosfor.

I ett examensarbete (Malmer, E, 2020) mättes hur mycket gödsel som kunde mockas upp ur rasthagarna beroende på mockningsintervall. Daglig mockning reducerade gödselbelastningen i hagen med 78 %, veckovis mockning med 47 % och månadsvis mockning med 36 %. Orsaken till att all gödsel inte kan fångas upp vid daglig mockning är att hästarna trampar runt i gödseln och under vissa delar av året hinner den delvis att frysa fast i marken. Ju längre gödseln får ligga desto svårare blir det att mocka upp den.

Av den växtnäring som hamnar i rasthagarna så består en del av urin som tränger ner i marken eller rinner i väg med ytavrinning om marken är hård eller frusen. Det är svårt att hitta uppgifter om mängden kväve och fosfor i hästurin, men ett samlingsprov från tre hästar analyserades 2013 (Strand, L opubl.). Enligt den analysen innehåller hästurin 8 g kväve/l och 0,01 g fosfor/l. Hur dessa hästars foderstat såg ut vid provtagningstillfället är inte känt. Om vi utgår ifrån att den skulle överensstämja med vårt exempel och om vi skattar att en häst kissar 10 liter/dag så kan vi räkna ut hur mycket kväve som landar i rasthagarna i genomsnitt. Utgår vi ifrån att hästen urinerar jämnt fördelat över dygnet och att hästen tillbringar 4 timmar/dag i en

rasthage så skulle ca 3 kg kväve tillföras rasthagen från varje häst årligen. Mängden fosfor är obetydlig, knappt 4 g/häst och år.

För Lurbo ridklubb innebär det att av den mängd kväve som hamnar i rasthagarna så är ca 172 kg kväve från urin och det kan inte fångas upp utan kommer att ytavrinna eller sugas upp av jorden. Av resterande mängd blir 22% kvar i hagen om den mockas varje dag, dvs 24 kg kväve. Mockas hagarna en gång i veckan blir ca 53% kvar dvs 58 kg kväve. Som mest kan anläggningarna på Lurbo påverka 30% av det kväve som hamnar i rasthagarna genom daglig mockning.

För fosfor hamnar 53 kg i hagarna. Eftersom fosfor till i princip 100% finns i gödseln kan ca 78% av fosfor mockas och föras bort från hagarna. Av det spill som årligen uppstår hamnar ca 12 kg fosfor i hagarna förutsatt att de mockas dagligen. Mockas de en gång per vecka ökar mängden till 28 kg fosfor. För gamla Lurbo är motsvarande värde ca 1,5 kg fosfor/år och vid veckovis mockning ca 3 kg fosfor.

Om hästarna fodras i hagarna tillkommer ytterligare näring genom foderspill. Beräkningen ovan utgår inte från exakta förhållanden från Lurbo utan syftar snarare till att ge en uppfattning om vilka mängder näringsämnen som en verksamhet som Lurbo omsätter.

4.1 Vattenlöslig fosfor och kväve i gödseln

I ett kandidatarbete (Nyström, S, 2021) visades hur stor andel av fosfor i hästgödsel som är vattenlöslig. Experimentet genomfördes utanför Uppsala, mellan 18 december och 21 maj för att mäta hur fosforinnehållet förändras. Experimentet visade att redan efter en och en halv vecka hade ungefär 43 procent av fosfor gått förlorad till marken. Efter elva veckor hade så mycket som 62 procent av fosfor gått förlorad till marken, och vikten av gödseln hade minskat med 17 procent (torrvikt). Studien fann att fosfor urlakas över tid, och framför allt vid större mängd nederbörd och vid dygnsmedeltemperaturer över 0°C.

Från de två studentarbetena kan vi sluta oss till att större delen av fosfor kan mockas bort ur rasthagarna med rutinen daglig mockning samt att i den gödsel som blir kvar utlakas större delen av fosfor snabbt vid nederbörd. Av kvävet är ca 60% direkt vattenlösligt och tränger ner i marken i form av urin. Hur mycket av kvävet som är vattenlösligt i fekalierna vet vi inte. I en komposterad gödsel är större delen av kväve organiskt bundet, men där har kolrika strömedel adderats till fekalierna.

4.2 Växtnäringsförluster i jämförelse

För att sätta mängden fosfor i relation till andra verksamheter så skulle 53 kg fosfor motsvara att avloppet från ca 88 människor gick orenat ut i ett vattendrag. Samma mängd fosfor skulle räcka till att odla 21 ton vete till vetemjöl.

5 Hästarnas indirekta påverkan på vattendragen

När de uppmätta ackumulerade näringsflödena (avsnitt 3.3) jämförs med de mängder som avges av hästarna i forma av urin och avföring blir det uppenbart att endast en bråkdel av såväl fosfor som kväve leds ned med vattnet till provpunkterna. Enligt beräkningen avsätts årligen 53 kg fosfor och 283 kg kväve av hästarna i hagarna. De modellerade värdena för näringsflöden i vattnet är 2,1-2,3 kg fosfor och 45-51 kg kväve årligen, från samtliga avrinningsområden. Detta är dock ett resultat som måste ses i ljuset av de data som ligger till grund för modelleringen, framför allt de hydrologiska aspekterna. Betinget för Hågaån i VISS är 1300 kg fosfor och 220 kg kväve.

Om man istället tittar på halterna av fosfor i vattenproverna så kan man ändå säga att fosforhalterna från Nya Lurbo i genomsnitt ligger i samma härad som gränsen för god status i Hågaån. De högsta halterna i vattenproverna från Nya Lurbo var ca 5 gånger högre än gränsen för god status. Från Gamla Lurbo var de uppmätta halterna 10-40 gånger högre än gränsen för god status.

En jämförelse mellan avrinningsområdet 5b (100 % naturmark) och övriga områden kan ändå ge en fingervisning om hur stor påverkan som anläggningarnas verksamheter har på nedströms liggande vattenmiljöer. Området 5b skulle kunna ses som representativt för de naturliga förhållanden som hade rått på Lurbo om inte hästverksamheten hade bedrivits. Då kan, med hjälp av tabellerna 6 och 7, konstateras att anläggningarna har en påverkan i form av näringsläckage som är upp till flera tiopotenser högre än den omkringliggande naturmarken. Detta blir speciellt uppenbart i fallet för kväve. Värdena i att dra den sortens slutsatser är dock begränsat i detta fall, eftersom massorna på vilka Lurbo ligger inte heller är naturliga utan har tillkommit i samband med byggandet av stadsdelen Gottsunda. Det rör sig troligen om stora mängder lerhaltig jord som tillförts. Den sortens massor förväntas avge mer näringsämnen än den naturliga marken i område 5b. Därför går det inte, med de data som ligger till grund för denna rapport, att härleda allt näringsläckage till hästverksamheten.

För att få en bättre bild av hur mycket näring som följer med till nedströms vatten skulle en mer omfattande kartläggning av områdets hydrologiska förhållanden behöva göras. Aspekter som har saknats eller varit för bristfälliga för att ligga till grund för de analyser som gjorts har framför allt varit nederbördsdata, grundvattenbildning och rinnvägar. Tätare provtagningsintervall eller flödesproportionerlig provtagning kan vara två sätt att få mer högupplöst data.

6 Åtgärder

Flera åtgärder har redan genomförts på Lurbo för att minska läckaget av näring. Exempelvis rör det sig om åtgärder för att minska upptrampning av hagarna vid våta förhållanden genom att hårdgöra delar av ytor i hagar. Uppsamling och avledning av vatten som avrinner från tak och underhåll av dräneringssystem för att avleda vatten från området är exempel på två andra

åtgärder.

En annan åtgärd som har stor effekt är mockning. Effekten av en regelbunden mockning har beskrivits i avsnitt 4. Det är en effektiv åtgärd som inte innebär några stora punktinvesteringar utan är en långsiktigt investering i form av tillgång på personal och utrustning som underlättar mockning i alla väder. Genom mockning skulle fosforbelastningen från hästarna kunna reduceras med upp till 80 %. Motsvarande siffra för kväve är 30 %.

En grundläggande kartläggning i detalj över hur vattnet rinner på anläggningarna är en viktig förutsättning för att veta vilka åtgärder som passar, och på vilken plats. Utförandet av en sådan kartläggning är i sig en åtgärd som är till stor nytta för det fortsatta arbetet med vattenfrågor.

I anslutning till provtagningspunkterna 8 och 9 ligger en gödselplatta. Det är också i dessa två avrinningsområden som högst näringsläckage per hektar har konstaterats (enligt modellen i kap 2.3). Sannolikhet finns det stor potential att arbeta i det området med åtgärder. Gödselplattan är i bruk och vattenförhållandena i dessa områden är inte helt klarlagda. En punktkälla för näringsläckage finns troligtvis i anslutning till gödselplattan och möjligheten att leda vattnet runt denna punktkälla bör undersökas.

7 Slutsatser

För att minska hästverksamhetens påverkan på Hågaån behöver fler åtgärder vidtas för att fånga framför allt fosfor och partiklar som rinner av från verksamhetens ytor. Genom att ha ett ordnat vattenflöde från olika ytor och där med förhindra att det rinner över rastfällor och hagar, kan man minimera risken för att dessa trampas sönder. Söndertrampade ytor medför att mockning försvåras och arbetsmiljön och djurens miljö försämras. Verksamheten skulle även kunna jobba med att hårdgöra ytor där hästarna vistas under dagar då risken för söndertrampning är stor, för att sedan kunna släppa dem på större ytor de perioder då risken är låg. Bristen på ytor och olika önskemål bland hästhållare begränsar idag dessa möjligheter.

Sedan provtagningen gjordes har flera insatser genomförts på anläggningen som dränering kring hästhagar, takvatten samlas för bevattning, diken har rensats och restaurerats, efterforskningar på var takvattnet leds har gjorts och en fosfordamm har anlagts nedströms fastigheten. Fler åtgärder är på gång tack vare det stora engagemang som verksamhetens miljögrupp lägger ner på att planera, söka medel och genomföra, vilket är en viktig faktor för att förändra och minska verksamhetens påverkan på närmiljön.

Man kan ta med sig några slutsatser kring växtnäringsläckaget från Lurbo-anläggningarna vad gäller växtnäringsläckaget;

Då provtagningen inte var flödesrelaterad riskerar resultaten att underskatta förlusterna av partikulär näring.

Fosforhalterna i diken som avvattnar Nya Lurbo ridanläggning ligger generellt lägre än halterna i Hågaån. I genomsnitt ligger fosforhalterna i samma härad som gränsen för god status i Hågaån. En möjlig orsak till de relativt låga halterna kan vara anläggningen bara har varit i drift i något decennium och att marken inte är mättad med fosfor.

Nitratförlusterna från Nya Lurbo kan delvis förklaras av att anläggningen är byggd på sprängsten och nitraten kan härröra från dynamit.

I den äldre delen av Lurbo är förlusterna större vilken kan kopplas till att jordbruks och hästverksamhet har pågått i det området under lång tid.

Att anpassa anläggningen så att alla ytor där hästarna vistas återkommande kan mockas dagligen är den största insatsen som kan göras för att minska risken för förluster av växtnäring till Hågaån.

8 Referenser

S Nyström. Minskat fosforläckage från hästhagar Utvärdering av mockning som åtgärd och hästhållares syn på åtgärdsarbete för miljön Sofia Nyström Självständigt arbete 15 HP Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU Mark och Miljö Kandidatprogram i Miljövetenskap Serietitel, arbetets nummer i serien • Stockholm, 2021

E Malmer. Examensarbete 30 hp Juni 2020 Är frekvent mockning av hästhagar en effektiv åtgärd mot fosforläckage? En studie om förbättrad gödselhantering i hästhagar för minskad fosforbelastning

SMHI Vattenwebb 2021, Modelldata för delavrinningsområde från S-HYPE, delavrinningsområde 9262, Hågaån.

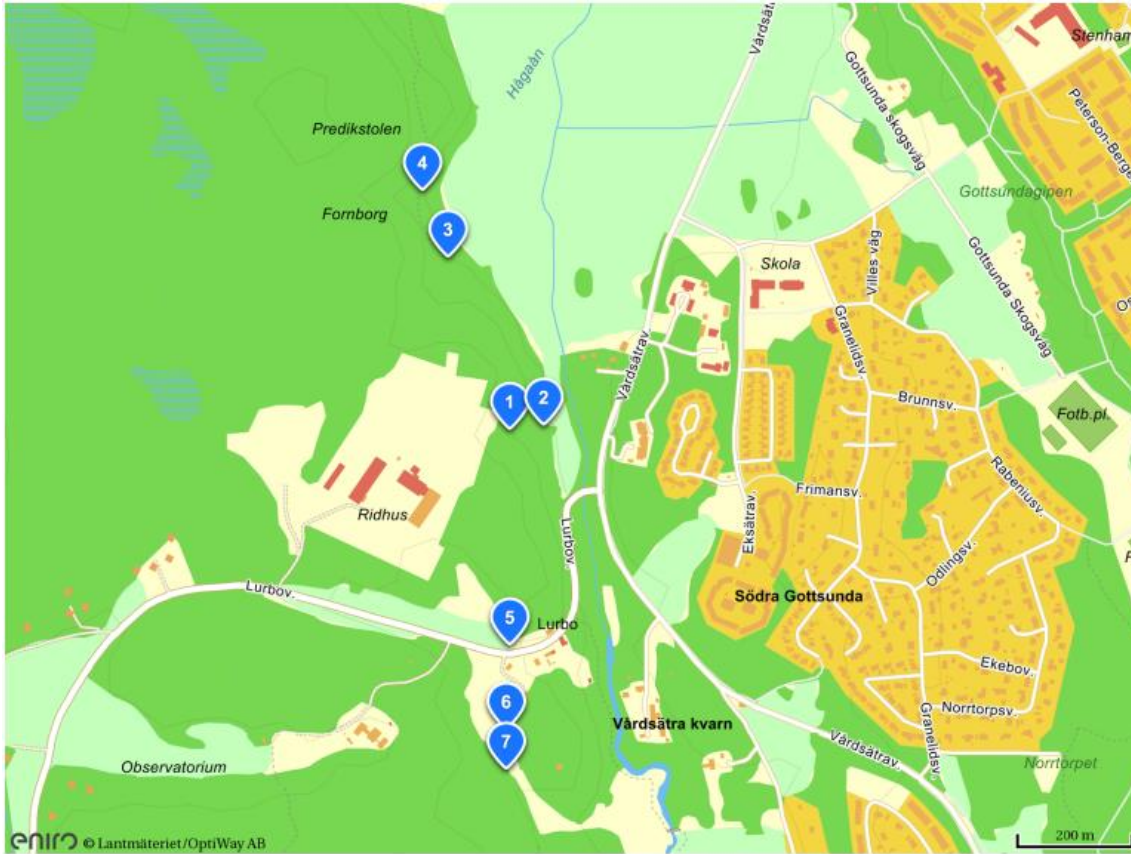
SMHI 2021, Nederbördsdata för väderstation Uppsala, stationsnummer 97520.

L Strand, 2013. Analys av hästurin från ett samlingsprov. Opublicerat.

VISS 2022, Statusklassning och åtgärdsbehov för Hågaån, WA51758167.

Bilaga 1, Provtagningspunkter

Kartbild med de provpunkter kring Lurbo som ingick i uppdraget.

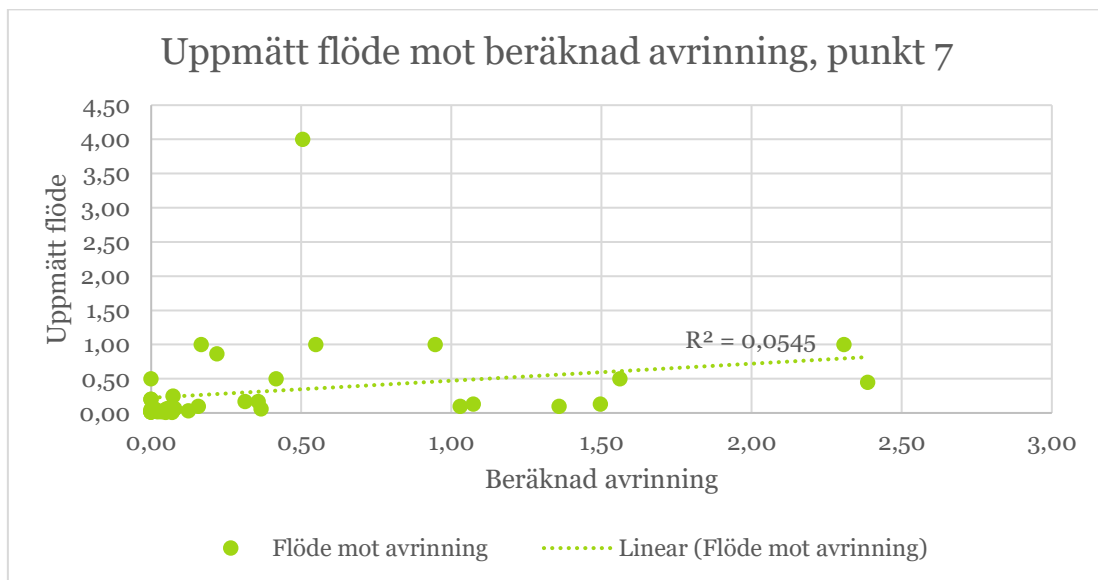
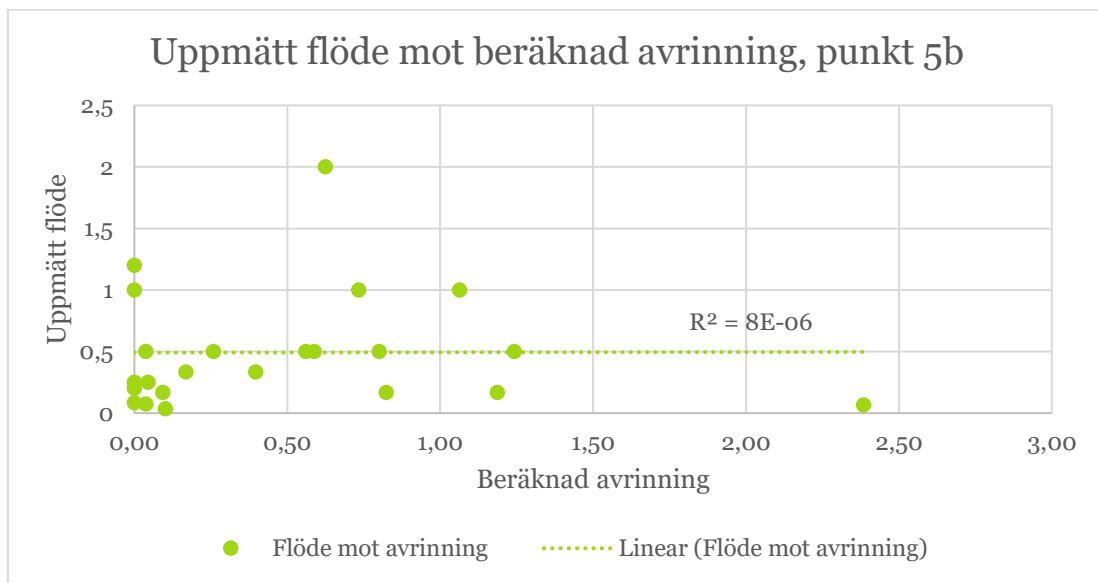


Provpunkternas placering

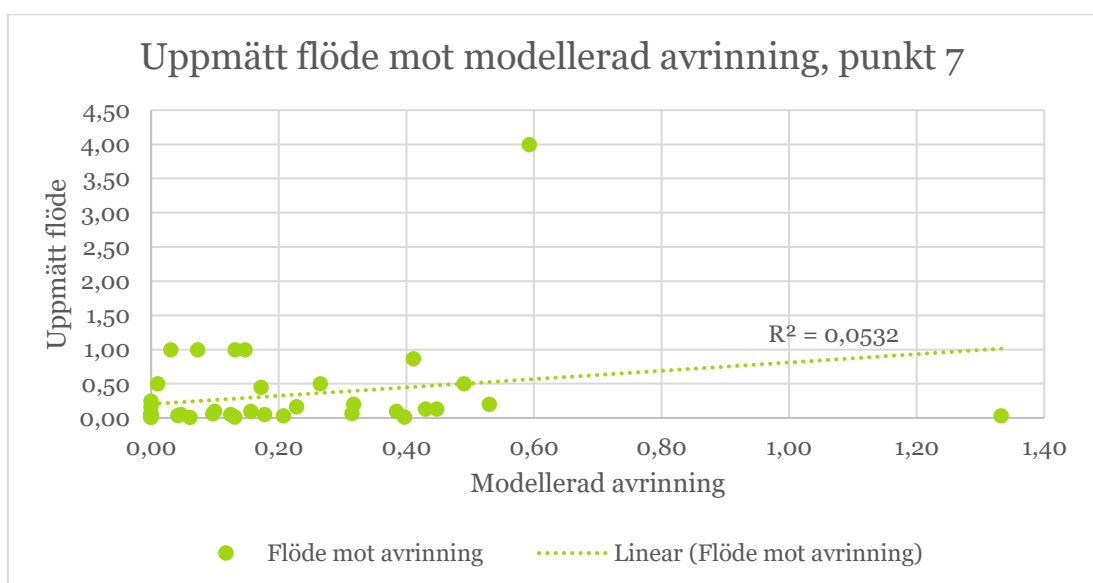
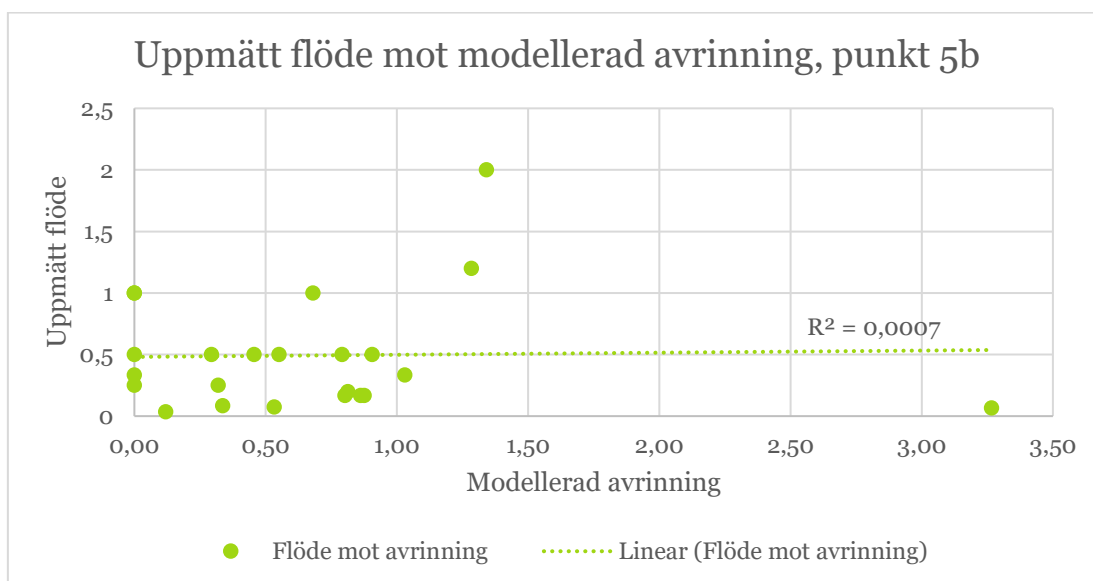
1. 3A
2. 3B
3. 4B
4. 5B
5. 7
6. 8
7. 9

Bilaga 2, Korrelation mellan uppmätta flöden och beräknad avrinning

Figurerna nedan visar uppmätta flöden (l/s) mot beräknad avrinning (l/s) enligt metod 1 (med avrinningskoefficienter), för punkt 5b och 7. Trendlinjerna som anpassats till punkterna visar mycket låg korrelation i båda fallen.

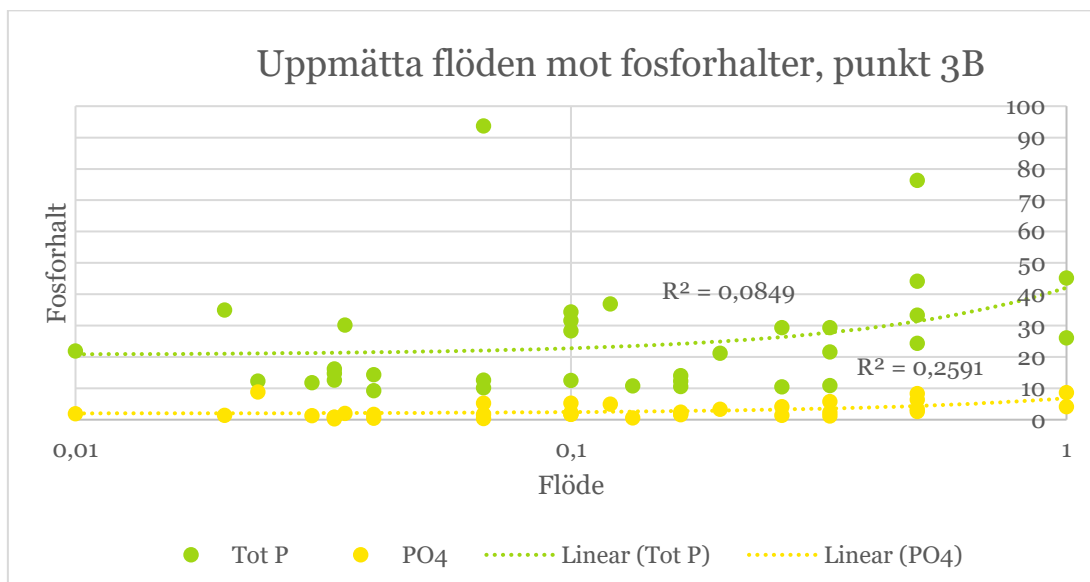
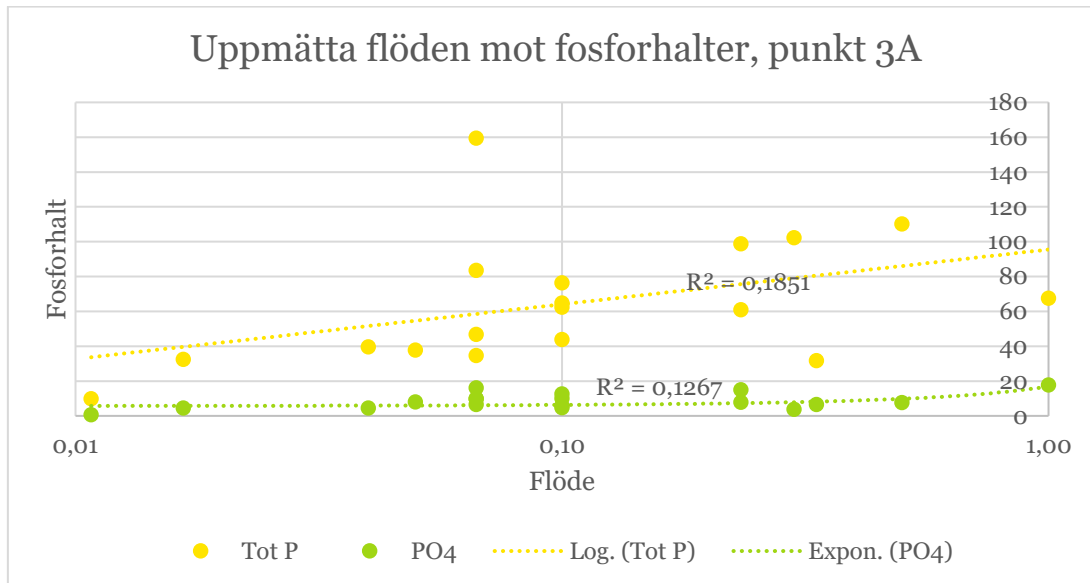


Figurerna nedan visar uppmätta flöden (l/s) mot modellerad avrinning (l/s) enligt metod 2, för punkt 5b och 7. Trendlinjerna som anpassats till punkterna visar mycket låg korrelation i båda fallen.

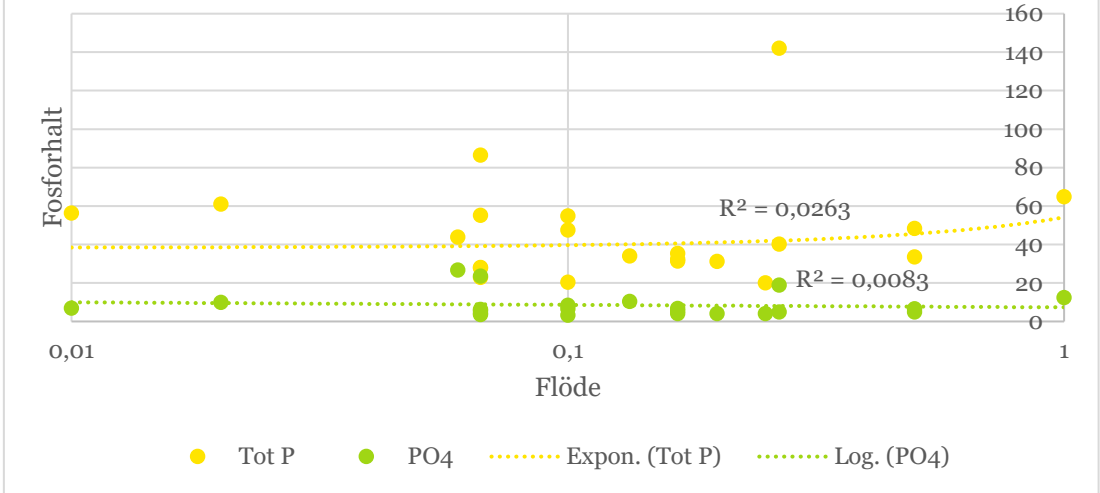


Bilaga 3, Korrelation mellan uppmätta flöden och fosforhalter

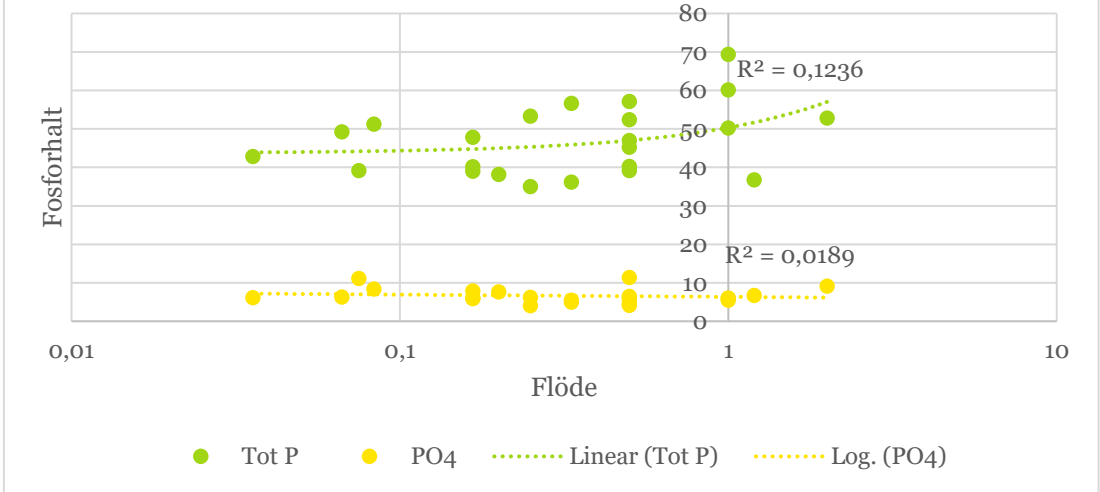
I figurerna nedan har de uppmätta fosforhalterna ($\mu\text{g/l}$) plottats mot uppmätta vattenflöden (m/s). Trendlinjerna har anpassats till punkterna för att hitta största möjliga korrelation. Logaritmisk skala har använts för flöden i diagrammen.



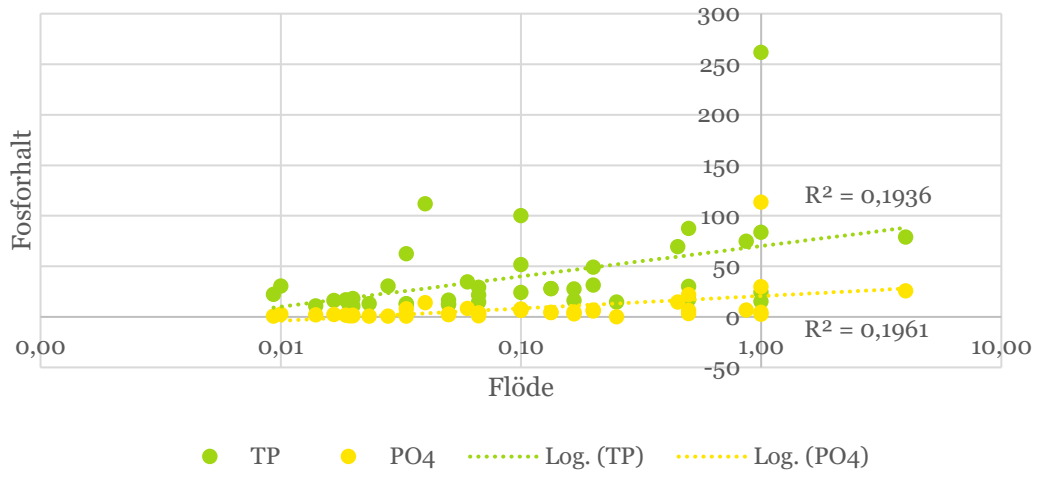
Uppmätta flöden mot fosforhalter, punkt 4B



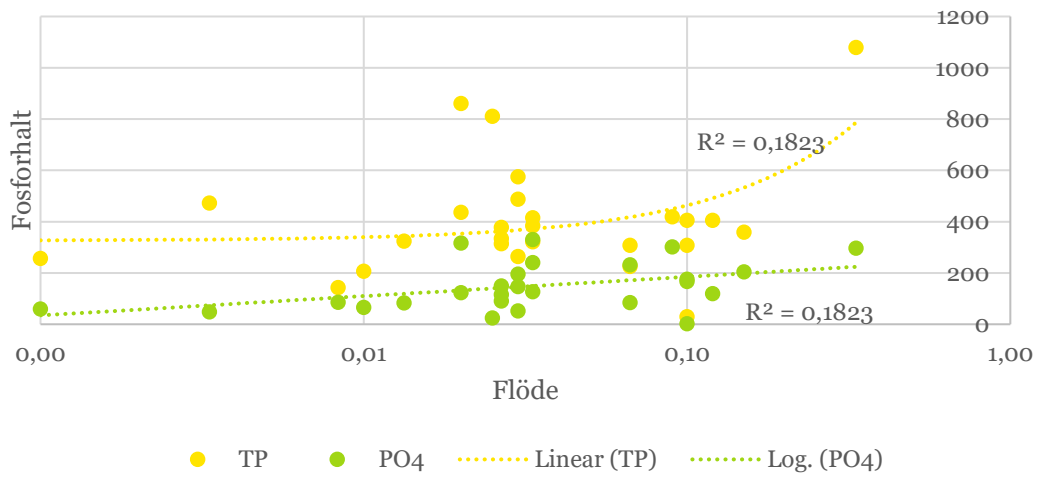
Uppmätta flöden mot fosforhalter, punkt 5B



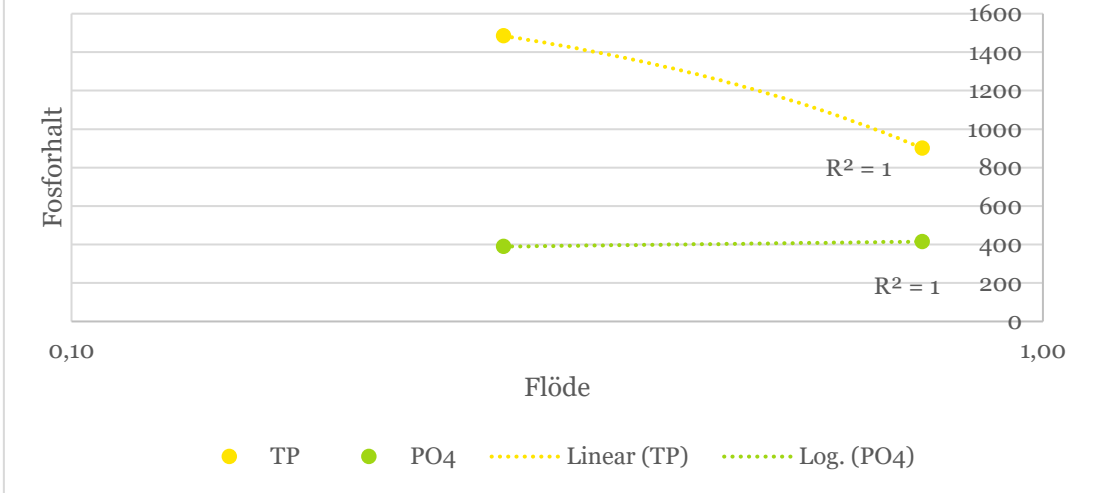
Uppmätta flöden mot fosforhalter, punkt 7



Uppmätta flöden mot fosforhalter, punkt 8



Uppmätta flöden mot fosforhalter, punkt 9



Bilaga 4, Rådata per provtagningspunkt

Punkt 3A

Datum	Fosfat (µg/l)	TP (µg/l)	Ammonium (µg/l)	Nitrat (µg/l)	TN (µg/l)	Flöde (l/s)	Avr koeff (metod 2)	Avr hydro-modell (metod 1)	Mängd TP ¹	Mängd PO4 ¹	Mängd TN ¹	Mängd NO3 ¹
2020-02-01	8	110	116	1353	1802	0,50	0,07	0,02	33,3	2,3	544,8	409,0
2020-02-23	4	102	59	2147	2727	0,30	0,00	0,01	18,5	0,7	494,9	389,6
2020-02-29	8	99	115	2265	2899	0,23	0,06	0,02	12,0	0,9	350,7	273,9
2020-03-08	10	44	237	2876	3211	0,10	0,00	0,02	3,0	0,7	221,9	198,8
2020-03-15	5	62	61	2580	2863	0,10	0,01	0,01	3,8	0,3	173,2	156,0
2020-03-21	7	159	22	2129	2584	0,07	0,00	0,01	5,5	0,2	89,3	73,6
2020-04-25	1	10	7	1424	2077	0,01	0,00	0,00	0,1	0,0	13,5	9,3
2020-10-24	10	47	152	2020	2836	0,07	0,10	0,01	1,9	0,4	114,3	81,5
2020-11-21	16	84	138	767	1315	0,07	0,10	0,01	3,4	0,6	53,0	30,9
2020-12-19	13	76	166	2208	2709	0,10	0,03	0,00	4,6	0,8	163,8	133,5
2020-12-27	15	61	287	2501	3187	0,23	0,05	0,01	9,8	2,4	514,0	403,3
2021-01-03	8	38	236	2413	3482	0,05	0,01	0,01	1,1	0,2	105,3	73,0
2021-01-23	18	67	170	4526	5469	1,00	0,03	0,02	40,8	10,7	3307,7	2737,2
2021-02-27	6	32	627	1621	4435	0,33	0,00	0,01	6,4	1,3	894,0	326,8
2021-03-06	6	65	521	1598	2931	0,10	0,00	0,00	3,9	0,4	177,3	96,7
2021-03-13	10	35	436	1355	2494	0,07	0,02	0,01	1,4	0,4	100,6	54,6
2021-04-02	5	40	107	1160	1894	0,04	0,00	0,00	1,0	0,1	45,8	28,1
2021-04-25	5	32	38	1115	1799	0,02	0,00	0,00	0,3	0,0	18,1	11,2

¹Mängden, i gram, som avrunnit under den aktuella mätperioden. Mätperioden sträcker sig från aktuella mättillfället till nästkommande mättillfälle (nästa rad).

Line Strand (Kontaktperson)

www.hushallningssallskapet.se | 018-56 04 34 | info@hushallningssallskapet.se



Punkt 3B

Datum	Fosfat (µg/l)	TP (µg/l)	Ammonium (µg/l)	Nitrat (µg/l)	TN (µg/l)	Flöde (l/s)	Avr koef (metod 2)	Avr hydro-modell (metod 1)	Mängd TP ¹	Mängd PO4 ¹	Mängd TN ¹	Mängd NO3 ¹
2020-02-01	3	76	48	1398	1779	0,50	0,13	0,06	23,1	0,8	538,0	422,8
2020-02-09	1	22	8	2067	2331	0,33	0,09	0,04	5,0	0,3	537,0	476,2
2020-02-15	2	34	73	2175	2429	0,10	0,09	0,05	1,8	0,1	125,9	112,8
2020-02-23	0	16	3	2794	3189	0,03	0,01	0,04	0,4	0,0	73,5	64,4
2020-02-29	1	15	10	2281	2784	0,03	0,13	0,05	0,3	0,0	48,1	39,4
2020-03-08	4	29	101	3519	3795	0,27	0,00	0,06	5,4	0,8	699,6	648,6
2020-03-15	2	14	6	3023	3400	0,17	0,02	0,05	1,4	0,2	342,7	304,8
2020-03-21	1	11	2	2457	2852	0,13	0,00	0,04	0,7	0,0	197,1	169,8
2020-03-29	1	12	10	2165	2894	0,03	0,00	0,02	0,2	0,0	60,0	44,9
2020-04-04	0	10	3	2384	2820	0,07	0,02	0,02	0,4	0,0	97,5	82,4
2020-04-12	1	9	4	2414	2841	0,04	0,00	0,00	0,3	0,0	78,5	66,8
2020-05-10	1	13	8	851	1525	0,03	0,26	0,15	0,3	0,0	30,7	17,2
2020-06-06	2	30	5	896	1348	0,04	0,14	0,00	0,6	0,0	28,5	19,0
2020-07-07	1	35	4	734	1356	0,02	0,18	0,00	0,4	0,0	16,4	8,9
2020-10-24	3	21	2	2017	2194	0,20	0,22	0,02	2,6	0,4	265,3	244,0
2020-11-01	2	11	3	2369	3069	0,33	0,12	0,01	2,5	0,5	707,2	545,8
2020-11-08	9	12	5	1879	2573	0,02	0,01	0,00	0,2	0,1	36,3	26,5
2020-11-21	5	94	8	861	1607	0,07	0,20	0,01	3,8	0,2	64,8	34,7
2020-11-29	2	12	5	1907	2144	0,17	0,00	0,00	1,4	0,3	247,0	219,7
2020-12-06	6	29	5	2188	2514	0,33	0,04	0,00	5,9	1,2	506,9	441,2
2020-12-13	5	32	5	2132	2730	0,10	0,04	0,00	1,9	0,3	165,1	128,9
2020-12-19	6	33	43	2661	3095	0,50	0,06	0,00	8,7	1,7	802,1	689,7
2020-12-27	8	44	132	2919	3200	0,50	0,10	0,01	15,3	2,9	1106,0	1008,9

Line Strand (Kontaktperson)

www.hushallningssallskapet.se | 018-56 04 34 | info@hushallningssallskapet.se

Hushållnings
sällskapet



2021-01-03	4	26	66	3648	4501	1,00	0,02	0,02	15,8	2,5	2722,0	2206,6
2021-01-23	9	45	5	52	850	1,00	0,06	0,07	27,4	5,3	514,2	31,2
2021-02-09	2	13	6	2848	3499	0,07	0,00	0,05	0,5	0,1	141,1	114,8
2021-02-14	2	22	9	2202	2935	0,01	0,00	0,05	0,1	0,0	12,7	9,5
2021-02-27	3	24	335	2250	4335	0,50	0,00	0,03	7,4	1,0	1311,0	680,5
2021-03-13	2	13	13	1749	2641	0,10	0,04	0,03	0,8	0,1	159,7	105,8
2021-03-21	2	14	7	1318	1891	0,04	0,00	0,01	0,4	0,0	52,3	36,4
2021-03-28	5	37	154	1620	2476	0,12	0,03	0,01	2,7	0,4	179,7	117,6
2021-04-02	1	10	4	959	1446	0,27	0,01	0,01	1,2	0,2	166,6	110,5
2021-04-11	2	28	6	605	1054	0,10	0,25	0,17	2,2	0,1	81,9	47,1
2021-04-25	2	11	7	872	1382	0,17	0,00	0,01	1,1	0,2	139,3	87,9

¹Mängden, i gram, som avrunnit under den aktuella mätperioden. Mätperioden sträcker sig från aktuella mättillfället till nästkommande mättillfälle (nästa rad).

Line Strand (Kontaktperson)

www.hushallningssallskapet.se | 018-56 04 34 | info@hushallningssallskapet.se



Punkt 4B

Datum	Fosfat (µg/l)	TP (µg/l)	Ammonium (µg/l)	Nitrat (µg/l)	TN (µg/l)	Flöde (l/s)	Avr koeff (metod 2)	Avr hydro-modell (metod 1)	Mängd TP ¹	Mängd PO4 ¹	Mängd TN ¹	Mängd NO3 ¹
2020-02-09	5	31	7	77	658	0,17	0,38	0,27	3,2	0,5	66,4	7,7
2020-02-15	6	23	8	80	639	0,07	0,39	0,30	0,8	0,2	22,1	2,8
2020-02-23	4	28	6	48	643	0,07	0,04	0,26	1,3	0,2	29,6	2,2
2020-02-29	8	55	13	71	721	0,10	0,56	0,31	2,8	0,4	37,4	3,7
2020-03-08	4	32	6	57	696	0,17	0,00	0,42	3,7	0,5	80,1	6,6
2020-03-15	7	47	9	83	729	0,10	0,08	0,33	2,9	0,4	44,1	5,0
2020-03-21	4	28	6	53	608	0,07	0,00	0,26	1,0	0,1	21,0	1,8
2020-11-01	10	34	4	4	871	0,13	0,53	0,03	2,7	0,8	70,2	0,3
2020-11-21	23	55	5	5	753	0,07	0,89	0,04	2,2	0,9	30,4	0,2
2020-11-29	3	20	5	5	708	0,10	0,02	0,00	1,4	0,2	48,9	0,4
2020-12-06	4	31	3	28	865	0,20	0,23	0,00	3,8	0,5	104,6	3,4
2020-12-13	19	142	13	42	1318	0,27	0,17	0,00	22,9	3,0	212,6	6,7
2020-12-19	5	40	4	32	908	0,27	0,30	0,01	5,5	0,7	125,5	4,5
2020-12-27	7	48	5	59	941	0,50	0,46	0,02	16,7	2,2	325,3	20,3
2021-01-03	5	33	5	37	765	0,50	0,10	0,10	10,1	1,5	231,4	11,3
2021-01-23	12	65	126	4588	5567	1,00	0,27	0,45	39,2	7,5	3366,8	2774,7
2021-03-06	10	61	8	136	775	0,02	0,02	0,15	0,7	0,1	9,4	1,6
2021-03-13	7	35	7	162	751	0,17	0,22	0,18	3,6	0,7	75,7	16,4
2021-03-21	7	56	9	34	999	0,01	0,00	0,10	0,4	0,0	6,9	0,2
2021-03-28	27	44	28	51	753	0,06	0,13	0,07	1,6	1,0	27,3	1,9
2021-04-11	6	86	8	23	653	0,07	1,10	1,10	3,5	0,2	26,3	0,9
2021-04-25	4	20	9	38	549	0,25	0,00	0,11	3,0	0,6	83,1	5,8

¹Mängden, i gram, som avrunnit under den aktuella mätperioden. Mätperioden sträcker sig från aktuella mättillfället till nästkommande mättillfälle (nästa rad).

Line Strand (Kontaktperson)

www.hushallningssallskapet.se | 018-56 04 34 | info@hushallningssallskapet.se

Hushållnings
sällskapet



Punkt 5B

Datum	Fosfat (µg/l)	TP (µg/l)	Ammonium (µg/l)	Nitrat (µg/l)	TN (µg/l)	Flöde (l/s)	Avr koef (metod 2)	Avr hydro-modell (metod 1)	Mängd TP ¹	Mängd PO4 ¹	Mängd TN ¹	Mängd NO3 ¹
2020-02-01	6	52	6	28	1046	0,50	1,24	0,91	15,9	2,0	316,3	8,4
2020-02-09	5	40	6	29	973	0,50	0,80	0,79	13,9	1,6	336,2	9,9
2020-02-15	6	39	6	35	974	0,17	0,82	0,88	3,4	0,5	84,2	3,1
2020-02-23	8	48	6	21	1026	0,17	0,09	0,80	5,5	0,9	118,2	2,5
2020-02-29	6	40	6	27	865	0,17	1,19	0,86	3,5	0,5	74,7	2,3
2020-03-08	7	37	6	34	965	1,20	0,00	1,28	30,5	5,6	800,3	27,9
2020-03-15	6	36	7	22	902	0,33	0,17	1,03	7,3	1,1	181,8	4,4
2020-03-21	8	38	6	21	938	0,20	0,00	0,81	4,0	0,8	97,2	2,1
2020-03-29	11	39	10	32	758	0,08	0,04	0,53	2,0	0,6	39,3	1,6
2020-11-29	6	53	6	12	1025	0,25	0,04	0,00	8,1	0,9	155,0	1,8
2020-12-06	4	57	4	60	1227	0,50	0,59	0,00	17,3	1,2	371,2	18,2
2020-12-13	5	57	4	9	1181	0,33	0,40	0,00	11,4	1,0	238,2	1,8
2020-12-19	5	60	5	1073	2376	1,00	0,73	0,00	31,2	2,8	1231,9	556,4
2020-12-27	6	69	6	101	1333	1,00	1,06	0,00	48,0	4,2	921,6	69,5
2021-01-03	6	39	5	49	1061	0,50	0,26	0,29	11,9	1,7	320,9	14,8
2021-01-23	9	53	7	80	1073	2,00	0,63	1,34	63,9	11,1	1298,0	96,5
2021-02-27	6	50	3	89	1037	1,00	0,00	0,68	30,4	3,6	627,1	54,1
2021-03-06	11	47	19	51	978	0,50	0,04	0,46	14,2	3,4	295,8	15,4
2021-03-13	6	45	8	44	981	0,50	0,56	0,55	13,7	1,9	296,6	13,2
2021-03-21	4	35	5	40	955	0,25	0,00	0,32	6,1	0,7	165,0	7,0
2021-04-02	6	43	5	22	942	0,04	0,10	0,12	0,9	0,1	20,3	0,5
2021-04-11	6	49	7	22	891	0,07	2,38	3,27	2,6	0,3	46,2	1,2
2021-04-25	8	51	6	27	1114	0,08	0,00	0,34	2,6	0,4	56,2	1,3

¹Mängden, i gram, som avrunnit under den aktuella mätperioden. Mätperioden sträcker sig från aktuella mättillfället till nästkommande mättillfälle (nästa rad).

Line Strand (Kontaktperson)

www.hushallningssallskapet.se | 018-56 04 34 | info@hushallningssallskapet.se



Punkt 7

Datum	Fosfat (µg/l)	TP (µg/l)	Ammonium (µg/l)	Nitrat (µg/l)	TN (µg/l)	Flöde (l/s)	Avr koef (metod 2)	Avr hydro-modell (metod 1)	Mängd TP ¹	Mängd PO4 ¹	Mängd TN ¹	Mängd NO3 ¹
2020-02-01	22	87	20	263	881	0,50	1,56	0,49	26,4	6,6	266,3	79,4
2020-02-09	6	52	23	558	1070	0,10	1,03	0,38	3,6	0,4	74,0	38,6
2020-02-15	5	28	20	915	1298	0,13	1,07	0,43	1,9	0,3	89,7	63,3
2020-02-23	4	29	8	615	1111	0,07	0,08	0,31	1,3	0,2	51,2	28,3
2020-02-29	4	28	12	1066	1253	0,13	1,50	0,45	1,9	0,3	86,6	73,7
2020-03-08	6	31	11	1301	1448	0,20	0,00	0,53	4,3	0,8	200,1	179,8
2020-03-15	7	75	13	1032	1395	0,87	0,22	0,41	39,2	3,5	731,0	540,8
2020-03-21	7	49	10	391	890	0,20	0,00	0,32	5,1	0,7	92,3	40,5
2020-03-29	8	62	18	250	937	0,03	0,05	0,21	1,4	0,2	21,6	5,8
2020-04-04	7	100	11	350	1036	0,10	0,16	0,16	5,2	0,4	53,7	18,2
2020-04-12	14	112	20	35	815	0,04	0,00	0,04	3,1	0,4	22,5	1,0
2020-04-25	1	18	14	362	839	0,02	0,00	0,00	0,2	0,0	10,2	4,4
2020-05-10	1	13	13	329	819	0,03	0,12	1,33	0,3	0,0	16,5	6,6
2020-05-26	1	12	9	253	762	0,02	0,00	0,00	0,1	0,0	8,9	2,9
2020-06-06	1	31	4	225	826	0,03	0,05	0,00	0,5	0,0	14,0	3,8
2020-07-07	1	13	6	1244	1877	0,02	0,07	0,00	0,2	0,0	26,5	17,6
2020-07-21	2	17	5	423	968	0,02	0,03	0,00	0,2	0,0	10,9	4,8
2020-09-01	1	11	3	276	761	0,02	0,02	0,00	0,1	0,0	9,2	3,3
2020-09-15	1	22	3	274	794	0,07	0,01	0,00	0,9	0,0	32,0	11,0
2020-09-27	1	22	3	65	607	0,01	0,05	0,00	0,1	0,0	3,4	0,4
2020-10-10	3	31	8	1425	1871	0,01	0,07	0,06	0,2	0,0	11,3	8,6
2020-10-24	15	69	15	2950	3212	0,45	2,39	0,17	18,9	4,0	874,1	802,8
2020-11-01	8	24	5	1274	1805	0,10	1,36	0,10	1,7	0,5	124,7	88,1
2020-11-08		15	14	1136	1545	0,25	0,07	0,00	2,2		233,6	171,7



2020-11-15	3	13	10	515	972	0,03	0,02	0,00	0,3	0,1	19,6	10,4
2020-11-21	113	262	45	1753	2710	1,00	2,31	0,13	135,7	58,8	1405,1	908,6
2020-11-29	4	15	16	1075	1369	0,07	0,05	0,00	0,7	0,2	63,1	49,6
2020-12-06	3	17	12	1486	1744	0,50	0,42	0,01	5,2	1,0	527,4	449,4
2020-12-13	3	16	11	807	1174	0,17	0,31	0,00	1,6	0,3	118,3	81,4
2020-12-19	4	24	10	1730	1939	1,00	0,55	0,03	12,6	2,3	1005,2	896,8
2020-12-27	30	84	19	2214	2425	1,00	0,95	0,07	57,9	20,6	1676,2	1530,5
2021-01-03	3	15	17	1543	2022	1,00	0,17	0,15	9,3	1,6	1223,1	933,4
2021-01-23	26	79	108	2100	2995	4,00	0,51	0,59	191,2	62,3	7244,6	5081,4
2021-02-14	2	11	19	872	1268	0,01	0,00	0,40	0,1	0,0	10,7	7,4
2021-02-27	6	30	34	923	1530	0,50	0,00	0,27	9,1	1,9	462,7	279,1
2021-03-06	2	12	14	871	1339	0,05	0,05	0,18	0,4	0,1	40,5	26,3
2021-03-13	5	28	11	576	1077	0,17	0,36	0,23	2,8	0,5	108,6	58,1
2021-03-21	2	13	10	578	1005	0,05	0,00	0,12	0,4	0,1	34,7	20,0
2021-03-28	8	35	11	476	1038	0,06	0,37	0,10	1,3	0,3	37,7	17,3
2021-04-02	3	16	10	491	948	0,05	0,08	0,05	0,4	0,1	20,5	10,6
2021-04-25	2	16	9	519	1020	0,02	0,00	0,13	0,2	0,0	10,3	5,2

¹Mängden, i gram, som avrunnit under den aktuella mätperioden. Mätperioden sträcker sig från aktuella mättillfället till nästkommande mättillfälle (nästa rad).

Line Strand (Kontaktperson)

www.hushallningssallskapet.se | 018-56 04 34 | info@hushallningssallskapet.se

Hushållnings
sällskapet



Punkt 8

Datum	Fosfat (µg/l)	TP (µg/l)	Ammonium (µg/l)	Nitrat (µg/l)	TN (µg/l)	Flöde (l/s)	Avr koef (metod 2)	Avr hydro-modell (metod 1)	Mängd TP ¹	Mängd PO4 ¹	Mängd TN ¹	Mängd NO3 ¹
2020-02-01	25	812	456	3525	4527	0,03	0,03	0,00	12,3	0,4	68,4	53,3
2020-02-09	67	207	171	2658	3058	0,01	0,02	0,00	1,4	0,5	21,1	18,4
2020-02-15	116	378	218	4277	4767	0,03	0,02	0,00	5,2	1,6	65,9	59,1
2020-02-23	53	264	271	4024	4324	0,03	0,00	0,00	5,5	1,1	89,7	83,4
2020-02-29	84	325	137	3576	3772	0,01	0,03	0,00	2,2	0,6	26,1	24,7
2020-03-08	86	227	145	3545	3995	0,07	0,00	0,00	10,4	3,9	184,1	163,4
2020-03-15	91	315	147	3136	3306	0,03	0,00	0,00	5,1	1,5	53,3	50,6
2020-03-21	49	473	87	1975	2694	0,00	0,00	0,00	0,8	0,1	4,7	3,4
2020-03-29	60	258	13	1568	1765	0,00	0,00	0,00	0,2	0,0	1,2	1,1
2020-10-10	317	437	47	8433	8755	0,02	0,03	0,00	5,3	3,8	105,9	102,0
2020-10-24	302	420	169	6218	6963	0,09	0,04	0,00	22,9	16,4	379,0	338,5
2020-11-01	233	309	86	2489	3155	0,07	0,03	0,00	14,2	10,7	145,4	114,7
2020-11-08	241	322	19	1703	2330	0,03	0,00	0,00	6,5	4,9	47,0	34,3
2020-11-15	196	576	10	1102	1430	0,03	0,00	0,00	10,4	3,5	25,9	20,0
2020-11-21	120	405	113	1826	2860	0,12	0,04	0,00	25,2	7,5	177,9	113,6
2020-12-06	330	385	265	6008	7328	0,03	0,01	0,00	7,8	6,7	147,7	121,1
2020-12-13	124	861	215	314	4644	0,02	0,00	0,00	10,4	1,5	56,2	3,8
2020-12-19	176	406	204	5033	5715	0,10	0,01	0,00	21,0	9,1	296,3	260,9
2020-12-27	297	1080	104	6006	6612	0,33	0,01	0,00	248,8	68,4	1523,3	1383,8
2021-01-03	127	415	167	2782	3804	0,03	0,00	0,00	8,4	2,6	76,7	56,1
2021-01-23	204	360	83	5609	6260	0,15	0,01	0,00	32,7	18,6	567,9	508,9
2021-02-27	167	308	61	2523	4673	0,10	0,00	0,00	18,6	10,1	282,6	152,6
2021-03-06	147	488	70	1758	2431	0,03	0,00	0,00	8,8	2,7	44,1	31,9
2021-03-13	150	334	67	2628	3407	0,03	0,00	0,00	5,4	2,4	54,9	42,4

Line Strand (Kontaktperson)

www.hushallningssallskapet.se | 018-56 04 34 | info@hushallningssallskapet.se

Hushållnings
sällskapet



2021-03-21	86	144	5	1798	2288	0,01	0,00	0,00	0,8	0,5	13,2	10,4
2021-04-11	2	30	7	329	771	0,1	0,05	0,01	1,8	0,1	46,6	19,9

¹Mängden, i gram, som avrunnit under den aktuella mätperioden. Mätperioden sträcker sig från aktuella mättillfället till nästkommande mättillfälle (nästa rad).

Punkt 9

Datum	Fosfat (µg/l)	TP (µg/l)	Ammonium (µg/l)	Nitrat (µg/l)	TN (µg/l)	Flöde (l/s)	Avr koeff (metod 2)	Avr hydro-modell (metod 1)	Mängd TP ¹	Mängd PO4 ¹	Mängd TN ¹	Mängd NO3 ¹
2020-11-21	389	1485	153	1358	4876	0,28	0,05	0,00	250,1	65,6	821,4	228,8
2020-12-27	415	901	65	4356	5796	0,75	0,02	0,00	409,3	188,7	2634,5	1980,1

¹Mängden, i gram, som avrunnit under den aktuella mätperioden. Mätperioden sträcker sig från aktuella mättillfället till nästkommande mättillfälle (nästa rad).

Line Strand (Kontaktperson)

www.hushallningssallskapet.se | 018-56 04 34 | info@hushallningssallskapet.se

