

UTVÄRDERING AV PEGELMÄTNINGAR I IKEU-VATTENDRAG 2007-2011

Vad ger vattenståndsmätningar för information om surstötter?

Ett Fokusprojekt inom IKEU



Anders Wilander¹, Mikael Östlund¹ & Cecilia Andrén²

¹ Institutionen för vatten och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet

² Institutionen för tillämpad miljövetenskap, Stockholms universitet

UTVÄRDERING AV PEGELMÄTNINGAR I IKEU-VATTENDRAG 2007-2011

Vad ger vattenståndsmätningar för information om surstötter?

Ett Fokusprojekt inom IKEU

Anders Wilander¹, Mikael Östlund¹ & Cecilia Andrén²

¹ Institutionen för vatten och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet

² Institutionen för tillämpad miljövetenskap, Stockholms universitet

Institutionen för vatten och miljö
Sveriges lantbruksuniversitet
Box 7050
750 07 Uppsala
Tel. 018 – 673110
<http://www.slu.se/vatten-miljo>

Omslagsbild: Pegelstationen i Hammarbäcken, Jämtlands län. Foto Hans Kvarnäs, september 2007.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	2
SUMMARY	3
INLEDNING	4
MATERIAL	4
<i>Peglar</i>	4
<i>Provtagningar för vattenkemi</i>	6
<i>Modellerad vattenföring</i>	6
RESULTAT	7
<i>Pegelfunktion</i>	7
Driftavbrott	8
Tekniska fel	8
<i>Vattenståndsmätningar</i>	9
Jämförelse mellan Skuggälven 1 och Skuggälven 2	10
Årstidsvariation	11
Dygnsvariation	13
<i>Längd på högvattenperioder</i>	14
<i>Extrema vattenstånd</i>	15
<i>Temperaturmätningar</i>	15
<i>Jämförelser mellan vattenstånd och modellerad vattenföring</i>	17
Avbördningskurvor	20
<i>Vilken information ger flera provtagningar per månad?</i>	21
Vad innebär en minskning till månadsvis provtagning	22
<i>Högvattenperioder och provtagning för vattenkemi</i>	22
Kan en funktion mellan uppmätta pH-värden och vattenstånd användas?	27
Provtagning under högvattenperioder	28
SLUTSATSER OCH FÖRSLAG	30
Förslag till minskning av provtagningsintensitet	32
BILAGA	33

SAMMANFATTNING

Högvattenperioder förknippas ofta med surstötter, under snösmältning och vid kraftig nederbörd efter torra under sommaren. Surstötter påverkar biota, men fångas inte alltid vid reguljär provtagning inom IKEU-programmet (Integrerad Kalk Effekt Uppföljning). Behovet att veta när och hur högvattenperioder uppträder gjorde att peglar installerades, med början 2006 och finns nu i 18 vattendrag. Alla peglar placerades nära provtagningsplatsen för vattenkemi. De registrerar vattenstånd, vattentemperatur och numera även lufttemperatur. Denna rapport täcker ca 400 000 registreringar.

Pegelregistreringar har varit förhållandevis driftsäkra. Endast under isperioder, då pegeln fryst eller vattendraget är isbelagt förekommer osannolika värden. Registreringar sker normalt 12 gånger per dygn.

Högst vattenstånd mättes oftast i april och december. Högvattenperioder identifierades som de med ett vattenstånd >90 percentilen för årsvärdet och med en längd av minst tre dygn, som medelvärde varade de mellan 8 och 24 dygn. Sådana kan antas påverka biota; antingen direkt eller indirekt genom möjliga extrema vattenkemiska förhållanden. Variationen mellan olika år var ofta liten, men ju extremare vattenstånd (98:e percentilen) desto större variation mellan åren. Som medianvärden, för extrema vattenstånd, var kvoten för vattenstånd 98 percentil/medianvärde 1,9 och maximalt 4,9.

De pegelmätta vattenstånden jämfördes med SMHI:s modellerade dygnsvattenföring (S-HYPE2010_version_1_0_2.). För varje vattendrag bör en avbördningskurva visa om de modellerade värdena är rimliga. Den modellerade vattenföringen avviker ofta mot pegelmätningarna; både vad gäller amplitud och tider för högvatten. Troligen beror detta på de små avrinningsområdena som är svåra att finna goda värden för regnskuror och snösmältning (temperatur). Slutsatsen är att den modellerade vattenföringen bör prövas för beräkning av transporter, men inte användas för att finna högvattensperioder.

Vattenkemiska prover togs minst månadsvis, men intensivare, främst 2008–2011 då upp till 20 prover togs per år, med förtätning under förväntat högflöde. Här ingår ca 1400 prover.

Relationen mellan vattenstånd och pH-värde är så svagt att den inte bör användas för att beräkna ett ”lägsta” pH-värde vid högsta vattenstånd.

För årliga minimumvärden av pH är skillnaden mellan alla årliga prover (intensivare provtagning) och månadsvisa prover <0,2 pH-enheter i 57 fall av 74 vattendragsår. Vattenkemiska prover togs i snitt 1,3 per år vid >95 percentilens vattenstånd. Den lägsta täckningen hade Tangån och Vingån med endast ett prov på fyra år.

Det förefaller som att provtagningar med högre frekvens än en gång per månad numera inte ger någon väsentlig, ytterligare information om pH-förhållandena. Baserat på mätningarna av de lägsta pH-värdena (årliga 10 och 15 percentiler) ges ett förslag till minskning av provtagningsfrekvensen från 20 till 12 prover per år för sju vattendrag. Ytterligare tre vattendrag har ständigt låga pH-värden, med en variation som möjligen kan stödja en minskning av frekvensen. Dock bör då oorganiskt aluminium (Al) utvärderas i dessa fall.

Separat gjordes en utvärdering som underlag till ett förslag till minskning av provtagningsintensiteten där utökad provtagning sker. Där föreslås minskning av provtagningsfrekvensen till månatlig för sju vattendrag som har hög frekvens av prover med pH-värden >5,6. Dessutom föreslås minskning för fyra vattendrag som har låga pH-värden med relativt liten variation.

SUMMARY

High-flow periods in streams may be connected to acid surges during snowmelt and in the summer during heavy rains after dry periods. Acid periods may affect biota, but are regularly not detected within the Integrated Studies of the Effects of Liming Acidified Waters (ISELAW) program. The necessity to follow when high-flow periods appear and their intensity was reason to install gauges starting in 2006 with registrations 12 times per day. All were placed near water chemistry sampling locations and are now located at 18 streams. Apart from water level they record water temperature and now also air temperature. This report deals with about 400 000 recordings. Registrations have been relatively reliable. Only during periods with ice cover false values were recorded.

Highest water levels were usually found in April and December. High water levels, when identified as levels >90 percentile of annual recording occurred for between 8 and 24 days as mean values. The variation between years was small, but for more extreme levels (>98 percentile) was the variation larger. For the streams the quotient 98-percentile/median level was as median value 1.9 and maximum 4.9.

These gauge recordings were compared with modeled daily runoff by S-HYPE201 version_1_0_2 from SMHI (Swedish Meteorological and Hydrological Survey).

For each stream a rating curve was constructed. These indicate that modeled flow frequently deviates from recorded water levels; with regard to both amplitude and time for high-flow periods. The cause for these deviations probably depend on the small catchments modeled leading to unrepresentative input data for rain showers and snowmelt (temperature). The conclusion is that runoff data should be used for calculation of material transport, but not for identifying high-flow periods.

Water chemistry samples were collected at least monthly, but more intensively especially 2008–2010 when up to 20 samples were taken, concentrated to expected high-flow periods. In this study about 1400 samples were included.

För årliga minimumvärden av pH är skillnaden mellan alla årliga prover (intensivare provtagning) och månadsvisa prover <0,2 pH-enheter i 57 fall av 74 vattendragsår.

The difference between annual minimum pH-values based on all samples and monthly sampling was <0,2 units for 57 out of 74 “stream years”.

The relation between water level and pH-value is very weak and thus not useful for estimations of “lowest” pH-value.

Sampling more frequent than once per month seems nowadays not give any essential more information. A proposal for station for a reduction in sampling based on data for the 10th and 15th percentiles for pH is given.

INLEDNING

För att kunna identifiera högvattenflöden, som kan sammanfalla med surstötter, monterades, peglar upp i IKEU's vattendrag (Integrerad Kalk Effekt Uppföljning) med början 2006, nu 18 stycken. Även registrering av vattentemperatur (och senare lufttemperatur) skedde samtidigt. Registreringarna fördes över till dator i samband med tillsyn, som regel en gång per år.

Vattenstånden har sammanställts med de vattenkemiska provtagningarna för att se i vad mån provtagning skett under högvatten. Många vattendrag provtas 20 gånger per år, med en förtätning under perioder då det vanligen är större flöden. Betydelsen av denna intensivare provtagning jämförs med månatliga mätningar.

SMHI har modellerat vattenföring (S-HYPE2010_version_1_0_2.) och dessa data jämförs med uppmätt vattenstånd.

Projektet har som målsättning att

- Jämföra vattenståndsvariationer med tillgänglig vattenkemi för att undersöka förekomst av ”träffar” högt vattenstånd och kemisk provtagning.
- Undersöka om det finns förhållanden mellan vattenstånd och vattenkemin.
- Jämföra S-HYPE-modellerad vattenföring med IKEUs vattenståndsmätningar.

MATERIAL

Underlaget för rapporten är pegelmätningar, vattenkemiska prover och av modellerad vattenföring.

Peglar

TruTrack (WT-HR) vattenståndsmätare med en längd av 1-1,5 m användes. De registrerar vattenstånd, vattentemperatur och lufttemperatur (loggertemperatur) samt batterispänning. Batterispänningen indikerar hur väl loggern har fungerat. Lufttemperatur registreras sedan 2011. Upplösningen för vattenstånd var ca 13 mm ($\frac{1}{2}$ tum) och för temperatur ca $0,35^\circ$. Vattenkemistationen i respektive vattendrag bestämde var peglarna placerades. En bestämmande sektion på platsen eftersöktes för peglarna, där lutningen var minimal och vattenflöde var lugnflytande. Peglarna har monterats med hänsyn till rådande förhållanden i respektive vattendrag, såsom strandens utformning, bottenbeskaffenhet, förekomst av lämpliga fundament och peglarnas ev. utsatthet för krafter från vatten och is. Flertalet står fritt i bäcken i en nedslagen ränna (passande kabelränna), med stag upp på stranden. Stagen sitter fästade med gängstång ner i marken. För vissa peglar är stagen fastskruvade i sten. Hos enstaka peglar är rännan direkt fäst på brofundament eller sten. En del pegelställningar, de fritt stående, har dock havererat.

Sammanlagt finns nu, efter tappning av data under våren 2012, data för 428686 mättillfällen från maximalt 19 stationer (18 vattendrag), varav 8 är kalkade (tabell 1). Där redovisas även positioner för peglar och provtagningsplatser för vattenkemi.

Tabell 1. Positioner för pegelstationer och vattenprovtagning samt ungefärligt avstånd mellan dem. "Ej korrekt" innebär att pegelkoordinater är något felaktiga (jfr Bilaga 1).

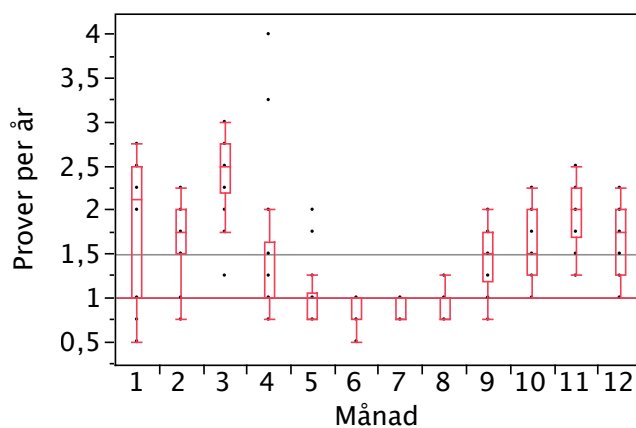
Vattendrag	Kalkad återför-surning	KemiX	KemiY	PegelX	PegelY		Avstånd (m) pegel – provplats	Antal registrering ar	Första reg. (m/d/y)	Senaste reg. (m/d/y)
Blankan	K	6274320	1346070	6274285	1346099		40	15778	09-11-2007 19.07	04-18-2011 13.07
Enån	K	6643070	1370310	6643184	1370073		300	24782	09-19-2007 14.47	05-29-2012 16.48
Hammarbäcken	Å	6882780	1382780	6882798	1383421		700	21790	05-27-2008 18.13	05-31-2012 11.18
Haraldssjöån	K	6634150	1482950	6633790	1483160		450	34643	12-07-2006 12.40	05-29-2012 12.24
Härån		6847050	1534500	6846985	1534537		50	28164	12-13-2006 13.58	05-31-2012 13.59
Källsjöån		6835630	1550100	6835840	1549858		700	28166	12-13-2006 12.02	05-31-2012 15.14
Laxbäcken		6637180	1480370	6637199	1480349		15	24769	09-20-2007 11.06	05-29-2012 12.50
Lillån-Bosgårdsån		6318400	1333100	6318381	1333092		10	21132	09-11-2007 17.28	05-15-2012 19.03
Musån		6371860	1353260	6371867	1353432	ej korr.	200	21108	09-11-2007 14.48	05-14-2012 16.22
Rökeån	K	6233250	1365000	6233203	1364886	osäkr	100	25220	09-10-2007 16.28	05-15-2012 11.53
Skuggälven 1	K	6541410	1247340	6541449	1247737		25	14667	12-12-2007 11.07	04-17-2011 15.07
Skuggälven 2	K	6541410	1247340	6541449	1247737		25	10972	10-15-2008 10.07	04-17-2011 16.40
Strömhultsån	K	6251950	1412200	6251827	1412155		140	10972	10-15-2008 10.40	04-17-2011 16.40
Svanån	K	6384750	1375750	6384745	1375713	ej korr.	50	15793	09-12-2007 11.53	04-20-2011 11.53
Sörjebäcken	K	6738250	1533200	6738164	1533570		600	23177	09-11-2007 12.44	05-14-2012 14.20
Tangån	K	6822400	1342350	6821895	1342400		600	26553	06-07-2007 13.36	06-21-2012 12.44
Trollbäcken	K	6247200	1334030	6247348	1334133		200	19928	09-18-2007 14.21	05-30-2012 15.39
Vingån	K	6733410	1342070	6733388	1342045		30	25224	09-10-2007 14.26	05-15-2012 13.57
Örvalsbäcken	Å	6842620	1545420	6842632	1545425	ej korr.	30	20351	09-19-2007 11.51	05-30-2012 10.24

Peglarnas placering framgår av kartorna i Bilaga 1. Avståndet mellan pegel och vattenkemisk provtagningsplats, som kan tänkas ha betydelse för utvärdering, är beräknad med kartmaterialet.

Driftavbrott skedde sammanlagt inom 12 stationsår; för Skuggälvens peglar 3 gånger och två år vardera för Tangån och Vingån. I medeltal fungerade de störda peglarna 142 dygn under störda år. Registrering av vattenstånd och vattentemperatur gjordes i början 12 gånger per dygn med undantag för Haraldsjöån med 24 gånger. Under 2011 utökades frekvensen till timvis i samtliga peglarna. Samtidigt startades registrering av lufttemperatur. Ändringen i frekvens påverkar knappast dygnsmedelvärdet.

Provtagningar för vattenkemi

I utvärderingen ingår värden från 1428 vattenkemiska prover. Under perioden 2007–2011 togs upp till 20 prover per år, 2011 i Enån, Haraldsjöån, Härån, Laxbäcken, Rökeå, Trollbäcken, Hammarbäcken och Örvallsbäcken. Provtagningen var fördelad över året med lägst frekvens under sommarmånaderna juni–augusti och vanligast högst i mars (figur 1).



Figur 1. Provtagningar för vattenkemi per år under olika månader. 2008–2011. Medelvärde (grå linje). Värden under den röda linjen (1 prov per månad) innebär att prover saknas.

Under juni–augusti saknas ofta prover (färre än ett prov per månad), främst från Blankan, Lillån-Bosgårdsån, Musån, Skuggälven, Strönhultsån, Tangån och Vingån.

Modellerad vattenförling

SMHI har levererat modellerad dygnsvis vattenförling (S-HYPE2010_version_1_0_2.).

RESULTAT

Inledningsvis redovisas pegelfunktion och resultat, bl.a. årstids- och dygnsvariation. Därefter behandlas högvattenperiodernas frekvens och amplitud. Sedan följer en kort redogörelse för temperaturmätningarna och jämförelse mellan vattenstånd och vattenkemi (pH-värden). Sedan jämförs pegelmätningarna med S-HYPE2010_version_1_0_2 (SMHI) modellerad vattenföring och en bedömning av hur väl de vattenkemiska proverna speglar högvattenperioder och avslutningsvis en värdering av provtagningsfrekvensen.

Pegelfunktion

Här redovisas dels hur peglarna fungerat, dels görs en utvärdering resultatet beträffande pegelfunktion, dels en utvärdering av vattenståndsregistreringarna.

Blankan: 20110418. Ny pegel. Orsak: Batteriet visade på gult. 20120515 pegel och ränna liggandes i vattnet, böjt i ca 90°. Tog hem allt. Ingen kontakt med loggern. Ska sätta ut nytt i starkare material.
Enån: 20120529. Ny pegel. Orsak: Underliga data. Montering på samma plats.
Hammarbäcken: 20080527. Ny pegel och ställning. Orsak: Ingen kontakt.
Lillån_Bosgårdsån: 20080513, pegel höll på att gå torr. Sänkning med 6,6 cm.
Lillån_Bosgårdsån: 20111005. Ny pegel och ställning. Orsak: Ställning på väg att rämna, pegel sned. Montering på samma plats. 4 cm grundare.
Musån: 20111005. Ny pegel och ställning. Orsak: Ställning böjd och pegel lutade något. Montering på samma plats.
Rökeån: 20110418. Ställning trasig och pegel en aning sned. Ny ställning på samma plats.
Skuggälven 1: 20120516. Ny pegel. Orsak: Ingen kontakt med loggern. Montering på samma plats.
Skuggälven 2: 20120516. Ny pegel. Orsak: Ingen kontakt med loggern. Montering på samma plats.
Strönhultsån: 20100511. Väg och trumma uppströms omgjort, stort arbete. Spår av mycket högt flöde längs bäckens strand.
Strönhultsån: 20120515. Ny pegel. Orsak: Ingen kontakt med loggern. Montering på samma plats.
Svanån: 20100511. Ställning havererat. Pegel lutade mycket. Tar hem pegel. Montering 20100126 på ny plats, samma pegel.
Sörjabäcken: 20110615. Ny pegel och ställning. Orsak: Ställning rämnat, pegel lutade mycket. Montering på samma plats.
Tangån: 20080527. Ställning böjd och pegel står en aning snett.
Tangån: 20090707. Ny pegel och ställning. Orsak: Ingen kontakt. Någon har klistrat lappar med kod=T16G på pegeln. Kanske den blivit uppskruvad och därmed gått sönder.
Trollbäcken 20110418. Ställning något lös uppe på stranden. Bankade ner den (ca 0,5 cm).
Trollbäcken 20120515. Ny pegel och ställning. Orsak: Ställning rämnat, pegel liggandes i vattnet, logger ovan ytan. Montering på samma plats.
Vingån: 20080526. Skena och pegel böjda en aning.
Vingån: 20110614. Ny pegel och ställning. Orsak: Ställning gått av. Ingen kontakt med loggern. Montering på samma plats.

Sammanlagt har under perioden 12 pglar bytts ut.

Driftavbrott

Ibland har störningar lett till driftavbrott i mätserierna (tabell 2). Återstart har skett vid nästa besök på pegelstationen.

Tabell 2. Driftavbrott.

Vattendrag		År	Månad	Dag	Timme	Minut
Lillån-Bosgårdsån	Stopp	2011	4	18	11	28
Lillån-Bosgårdsån	Start	2011	10	5	18	3
Musån	Stopp	2011	4	18	6	48
Musån	Start	2011	10	5	14	22
Svanån	Stopp	2010	5	11	6	44
Svanån	Start	2010	10	26	16	2
Tangån	Stopp	2008	5	27	10	21
Tangån	Start	2009	7	7	21	32
Vingån	Stopp	2010	6	9	11	51
Vingån	Start	2011	6	14	13	24
Blankan	Stopp	2011	4	18	13	7
Skuggälven 1	Stopp	2011	4	17	1	7
Skuggälven2	Stopp	2011	4	17	0	40
Strönhultsån	Stopp	2011	4	20	11	53

De peglar som var trasiga under våren 2011 före senaste besök, antingen skadade under vintern eller slutat gå av andra skäl har ersatts under hösten 2012.

Tekniska fel

Några peglar registrerade värden >2000 mm vilket inte är möjligt (tabell 3).

Tabell 3. Mättdygn då registrerade vattenstånd var >2000 mm.

Vattendrag	År	Antal dygn
Källsjöån	2010	14
Skuggälven 1	2008	34
Strönhultsån	2011	18

Alla sådana registreringar (66 dygn) gjordes under vintermånader. I Källsjöån registrerades samtidigt frystemperatur i vattnet, men i Skuggälven var vattentemperaturen +6– +11° och i Strönhultsån +0,8– +1,7°. Eftersom peglarna stod upprätt bör orsaken vara frysning högre upp i peglarna. Värden >2000 mm har därför tagits bort från utvärderingen.

Vattenståndet i några vattendrag sjunker ibland, under sommarmånader, under pegelns botten. Då registreras negativa värden (tabell 4). Peglarna är ju monterade för att följa högvatten och därför uppträder detta fenomen.

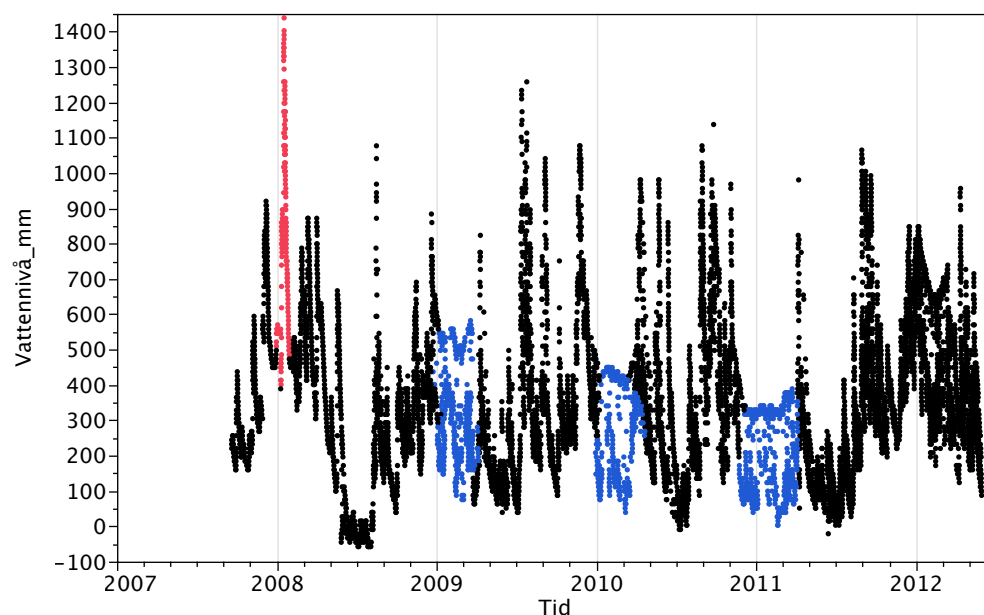
Tabell 4. Mättdygn då vattenståndet registrerats som negativt.

Vattendrag	År	Antal dygn	Vattendrag	År	Antal dygn
Enån	2008	70	Strönhultsån	2008	17
Enån	2010	3	Strönhultsån	2009	38
Enån	2011	1	Tangån	2008	2
Haraldsjöån	2011	2	Trollbäcken	2012	91
Lillån-Bosgårdsån	2008	4	Vingån	2008	32
Rökeå	2010	4	Vingån	2009	5
Rökeå	2011	26			
Rökeå	2012	6			

För sammanlagt 301 dygn har de negativa värdena ersatts av 0, vilket inte påverkar beräkningarna av medianvärden eller högre kvantiler.

Vattenståndsmätningar

Vattenståndet registreras varannan timme, dvs. 12 gånger per dygn. Registrering sker med ca 13 mm (sannolikt ½ tum) intervall. Vattenståndet för Enån visas som ett exempel i figur 2.



Figur 2. Vattenstånd i Enån. Exempel på variation över tid. Enån. Rött markerar en period då isbildning troligen förvrängt registreringarna. Blått markerar ytterligare perioder då dygnsvariationen var hög, troligen pga. temporär isbildning i pegeln.

Vattennivåerna varierade avsevärt på några stationer, t.ex. Rökeån och var liten i t.ex. Hammarbäcken (tabell 5).

Tabell 5. Vattennivåer i vattendragen. Minimum och maximumvärden (dygnsmedelvärden) för angiven period.

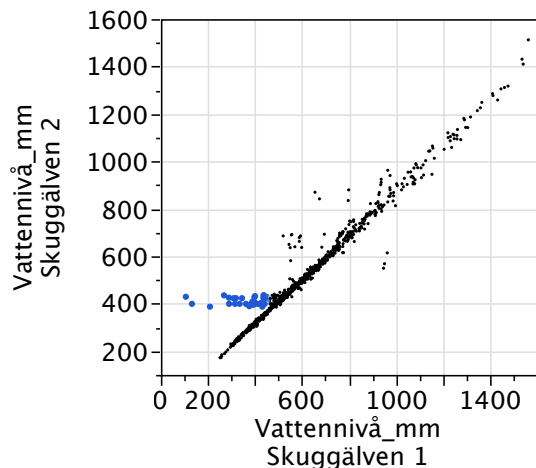
Vattendrag	Kalkad	År minimum	År maximum	Vattennivå_mm minimum	Vattennivå_mm maximum
Blankan	K	2007	2011	132	946
Enån	K	2007	2012	3	1334
Hammarbäcken		2008	2012	137	840
Haraldsjöån	K	2006	2012	12	991
Härån		2006	2012	328	1111
Källsjöån		2006	2012	235	1875
Laxbäcken		2007	2012	25	674
Lillån-Bosgårdsån		2007	2012	1	651
Musån		2007	2012	96	1121
Rökeå	K	2007	2012	134	1383
Skuggälven 1	K	2007	2011	106	1893
Skuggälven 2	K	2008	2011	173	1513
Strönhultsån	K	2007	2011	1	1756
Svanån		2007	2012	217	1272
Sörjabäcken		2007	2012	24	1554
Tangån		2007	2012	4	836
Trollbäcken		2007	2012	7	864
Vingån		2007	2012	7	694
Örvallsbäcken		2007	2012	125	652

Artefakter förekommer i form av mätvärden större än pegelshöjden (här satt till 2000 mm) och mindre än 0, dvs. under pegelbotten. De negativa värdena innebär att vattendraget är torrt eller nära torrt (jfr Tekniska fel ovan).

Variationen för ett enskilt vattendrag beror dels på vattenflöde, dels på hur profilen är vid pegelplatsen. Skillnader mellan stationernas vattenstånd är därför inte relaterade till det enskilda vattendragets vattenföring.

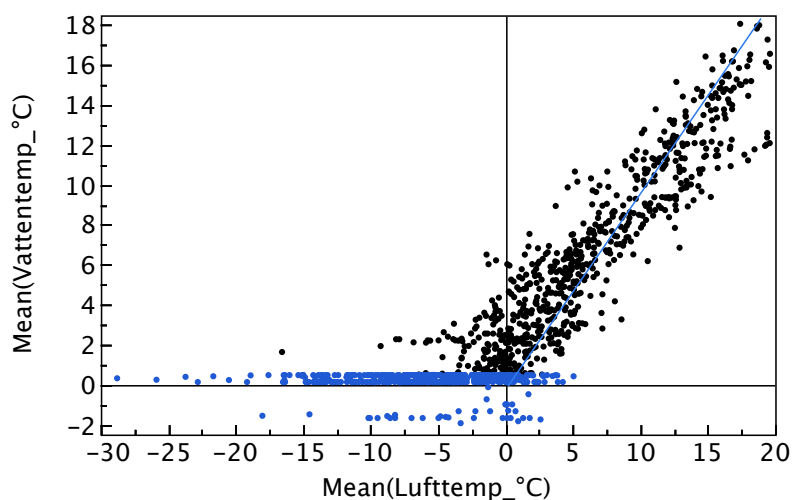
Jämförelse mellan Skuggälven 1 och Skuggälven 2

I stort är vattenstånden för de två peglarna, som ligger nära varandra men på olika nivå, mycket lika (figur 3).



Figur 3. Vattenstånd mätt i de två pegelstationerna i Skuggälven. Blått markerar mätningar under vinterperiod (se text).

Systematiskt avvikande är ca 30 mätpar för perioderna januari 2010 – mars 2010, samt december 2010 – januari 2011. En genomgång av registreringarna antyder att isperioden ger upphov till felaktiga värden för Skuggälven 2. Detta kan bero på frysning i mätröret och/eller isläggning i vattendraget så att vatten delvis flyter ovan isen och därmed ger ett högre vattenstånd än det som skulle motsvara en ”normal” vattenföring. Därför har vid utvärderingarna i fortsättningen registreringar uteslutits då vattentemperaturen varit $<0,5^{\circ}\text{C}$. Att utesluta sådana registreringar stöds av en jämförelse med lufttemperaturmätningar (figur 4).



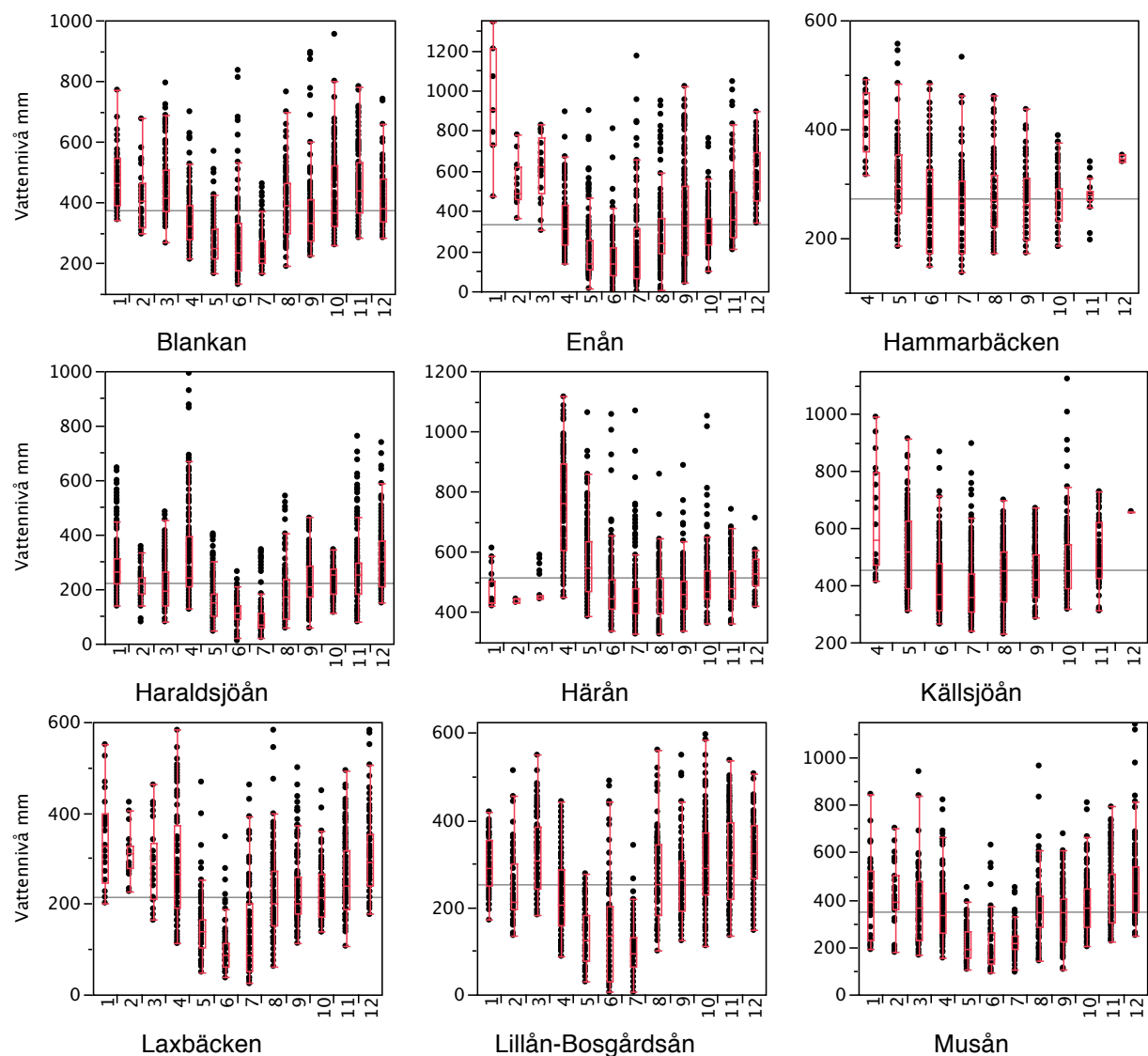
Figur 4. Jämförelse mellan lufttemperatur och vattentemperatur (dygnsmedelvärden). Blått markerar dygn då registrerad vattentemperatur var $<+0,5^{\circ}$. Blå linje anger 1:1 förhållandet.

De allra flesta dygnen med en vattentemperatur $< +0,5^\circ$ sammanfaller med en lufttemperatur på $< 0^\circ$, dvs. frystemperatur. Under dessa dygn är dessutom dygnsvariationen i vattenstånd ofta 0; ca 30 % av de 8902 dygnen infaller i januari, februari och december, något som antyder frysning i pegeln. Men det förekommer 0 variation under andra månader; men då rör det sig troligen om stillastående vatten, ofta under sommarens torrperioder.

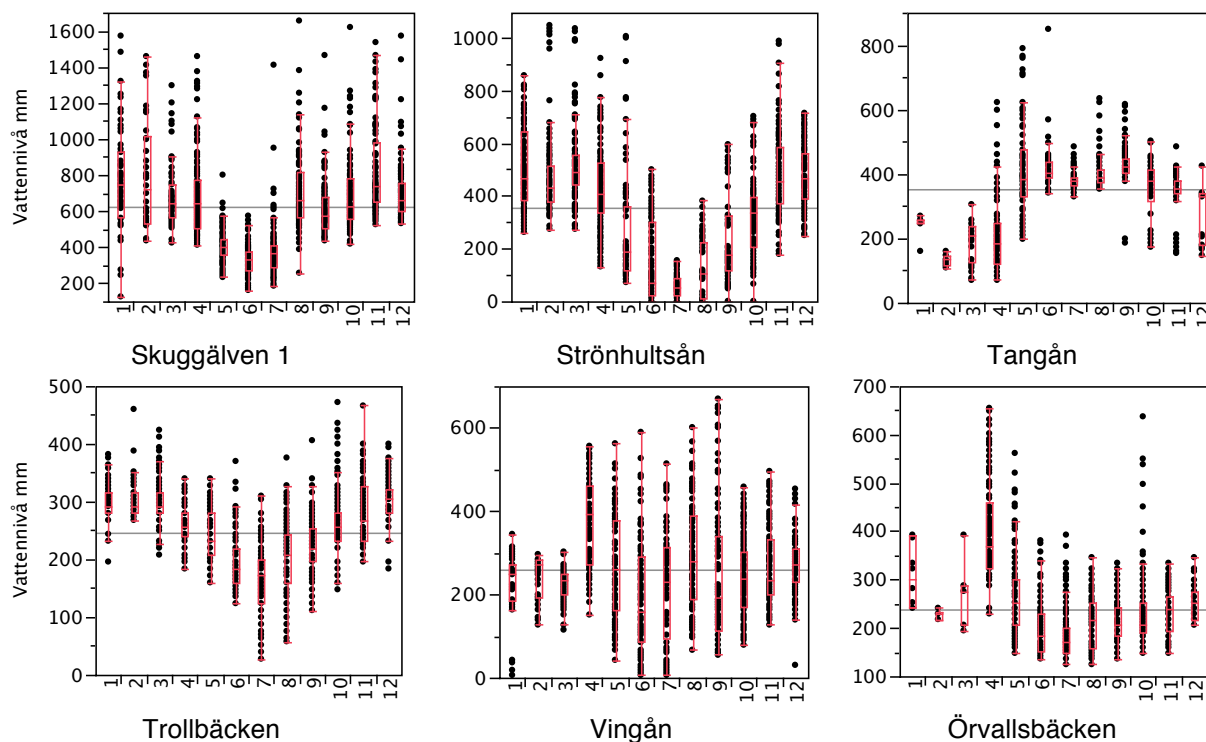
De lägsta registreringarna betyder att pegeln stått torrt eller i ett stillastående vatten. 639 vattendragsdygn har sådana, årslägst värden, vanligast i Hammarbäcken och mest sällsynt i Vingån. Orsaken till detta är sannolikt skillnader i placeringen. Ungefär en tredjedel av dessa inträffade i juli, en typiskt torr månad, följt av februari, också en ”torr” månad då nederbörden vanligen kommer som snö. De låga, eventuellt ”falska”, vattenstånden påverkar inte värderingen av högvattenstånden och har därför inte bearbetats vidare.

Årstidsvariation

Vattenståndet över året varierar för de olika vattendragen (figur 5).



Figur 5a. Vattenstånd. Årstidsvariation för de olika vattendragen. Horisontell linje årsmedelvärde.



Figur 5b. Vattenstånd. Årstidsvariation för de olika vattendragen. Horisontell linje årsmedelvärde.

För några vattendrag, bl.a. Hammarbäcken har bedömd frysning i pegeln gjort att data inte redovisas för tre vintermånader. För andra, t.ex. Tangån och Örvallsbäcken, finns ett begränsat antal accepterade värden. Högsta medianvattenstånd var vanligast i december och april för sju vattendrag, övriga månader hade bara enstaka högsta vattenstånd (tabell 6).

Tabell 6. Månad med högsta vattenstånd (medianvärden för perioden 2007–2012).

December	Januari	Mars	April	September	November
Enån	Blankan	Lillån-Bosgårdsån	Hammarbäcken	Tangån	Skuggälven
Haraldsjöån			Härån		
Musån			Källsjöån		
Rökeå			Laxbäcken		
Strönhultsån			Sörjabäcken		
Svanån			Vingån		
Trollbäcken			Örvallsbäcken		

Alla sju vattendragen med vattenståndsmaximum i april ligger nordligt; vattenstånden för dessa styrs sannolikt av snösmältningen.

Förutom en relativt regelbunden variation förekom månader med extremt höga vattenstånd t.ex. i Blankan i juni eller Örvallsbäcken i oktober.

Dygnsvariation

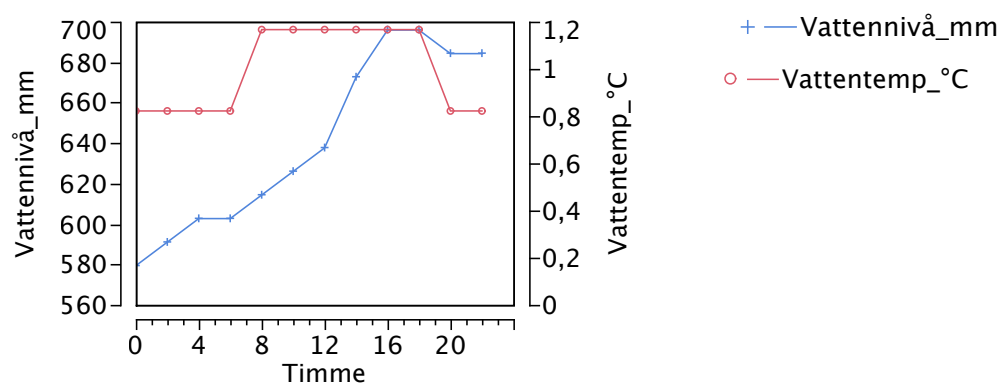
Men vanligen är dygnsvariationen förhållandevis liten (tabell 7).

Tabell 7. Vattenstånd. Variation inom dygnet (mm) för de olika vattendragen. Medianvärden och 90 percentiler. Endast värden vid en temperatur >0,5°C.

Vattendrag	Antal mätningar	Spännvidd median	Spännvidd 90 percentil
Blankan	1070	11,8	94,8
Enån	1215	72,4	277
Hammarbäcken	785	12,0	36,0
Haraldsjöån	1966	11,5	46,2
Härån	1396	11,7	81,6
Källsjöån	1065	11,6	34,8
Laxbäcken	1302	12,7	76,1
Lillån-Bosgårdsån	1350	11,8	47,3
Musån	1264	12,1	84,7
Rökeå	1576	12,0	96,3
Skuggälven 1	1041	23,9	227
Skuggälven 2	759	23,9	155
Strönhultsån	1276	11,9	47,5
Svanån	1221	11,8	35,4
Sörjabäcken	1170	11,9	59,5
Tangån	976	12,0	59,8
Trollbäcken	1501	12,0	84,1
Vingån	1180	24,2	91,5
Örvallsbäcken	1346	11,7	35,0

Vanligen är dygnsvariationen mindre än ca 12 mm. Orsaken till att den lägsta spännvidden inte var exakt ett värde är oklart. Extremt stor variation registreras i ett fåtal fall, då rör det sig sannolikt om störningar av igenfrusna pegelrör eller isläggning i vattendraget (trots att endast registreringar vid >0,5°C används). Men det förekommer stora variationer, vilket framgår av 90 percentilvärden i tabellen som t.ex. i Enån och Skuggälven.

Ett exempel, under snösmältningsperioden, är situationen i Örvallsbäcken (fig. 6).



Figur 6. Vattenstånd och vattentemperatur under ett dygn i Örvallsbäcken. 2011-04-11.

Den betydelse dygnsvariationen kan ha på de vattenkemiska förhållandena är okänd, men rimligen orsakas ett högre vattenstånd av nederbörd eller snösmältning och då ge en utspädning av vattnet. Eftersom dygnsvariationen normalt varit liten i jämförelse med variationen mellan dygn, och hanteringen av alla värden blir besvärlig, har dygnsmedelvärden använts i fortsättningen.

Längd på högvattenperioder

En högvattenperiods varaktighet kan ha stor betydelse för biota. Varaktigheten undersöktes för alla vattendragen. Dygn med ett vattenstånd högre än årets 90:e percentil användes som bas och därefter månader med fler än tre högvattensdygn. Då en högvattensperiod infaller vid ett månadsskifte så har den kombinerats med ”andra” månaden om högst tre dygn hänger samman med den första. Det innebär då att en högvattensperiod som berör två månader endast registreras på den ena. Men om perioderna är längre än tre dygn så har de behandlats som separata perioder (tabell 8).

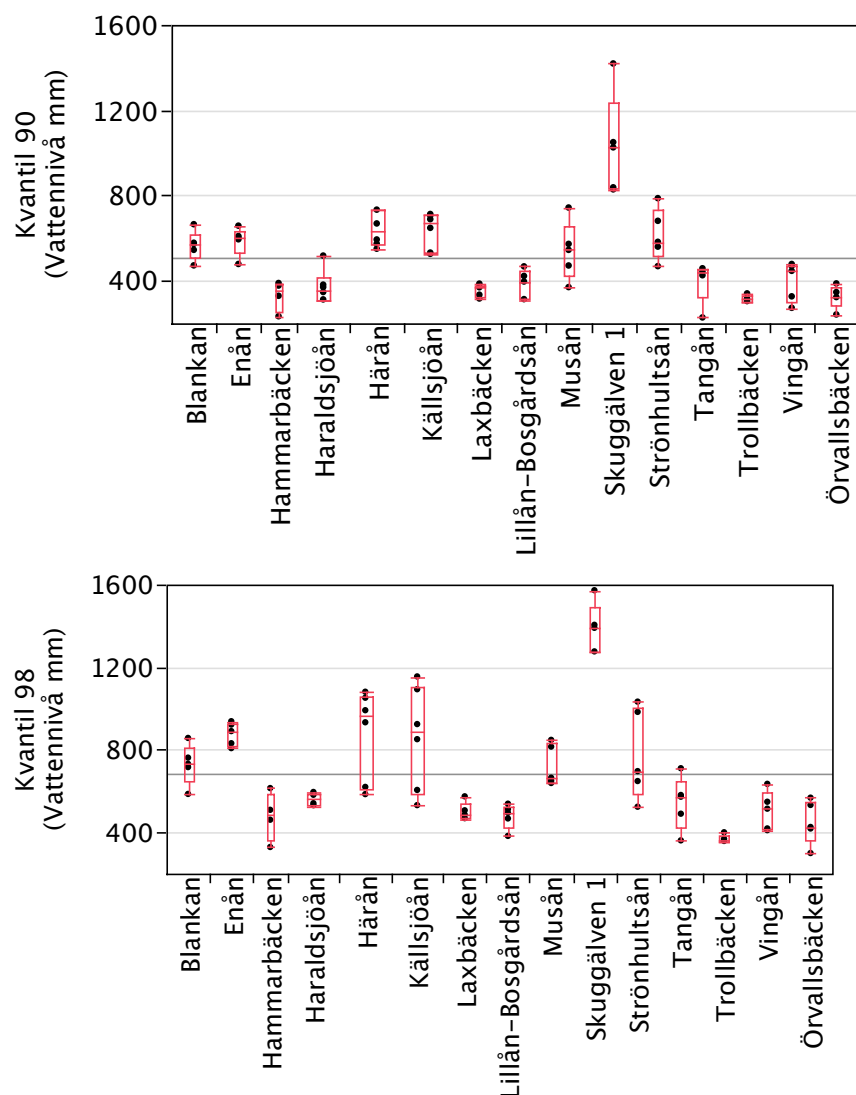
Tabell 8. Längd på högvattenperioder med vattenstånd >90 percentil. Temperatur >0,5°C. Månader med största medelvärde på periodlängd och längsta period. Då månaden för dessa sammanfaller anges bara värdena för den månaden. 2007–2011.

Vattendrag	Månad	Antal år	Medelv. Period (dygn)	Max. period (dygn)
Blankan	11	2	12	15
Enån	1	2	17	17
Hammarbäcken	4	3	13	17
Haraldsjöån	4	4	14	24
Källsjöån	3	5	12	31
Källsjöån	4	5	24	30
Laxbäcken	4	3	15	19
Lillån-Bosgårdsån	2	2	17	23
Musån	2	3	15	19
Rökeå	2	4	9	25
Skuggälven 1	3	2	15	19
Strönhultsån	3	3	9	13
Strönhultsån	11	3	9	12
Svanån	2	2	15	22
Svanån	3	3	12	24
Sörjabäcken	4	4	19	27
Sörjabäcken	12	2	18	31
Tangån	5	3	10	13
Tangån	9	2	8	13
Trollbäcken	11	2	17	23
Vingån	4	3	12	16
Örvallsbäcken	1	1	19	19
Örvallsbäcken	4	4	16	28

Några vattendrag, som Källsjöån, hade långa sammanhängande högvattensperioder, men i de flesta vattendragen var de kortare än 20 dygn. De kortaste perioderna uppträdde i Rökeån, Strönhultsån och Tangån. En lång högvattensperiod ökar naturligtvis chansen för att ett vattenkemiskt prov har tagits under högvatten. Långa perioder förekom från december till maj, vanligast i april, och inga alls under månaderna juni-oktober.

Extrema vattenstånd

För att kunna bedöma förekomsten av extremt höga vattenstånd och ev. provtagning för vattenkemi tog vi fram årliga värden för två percentiler (90 och 98), motsvarande respektive ca 37 och 7 dagar (figur 7).

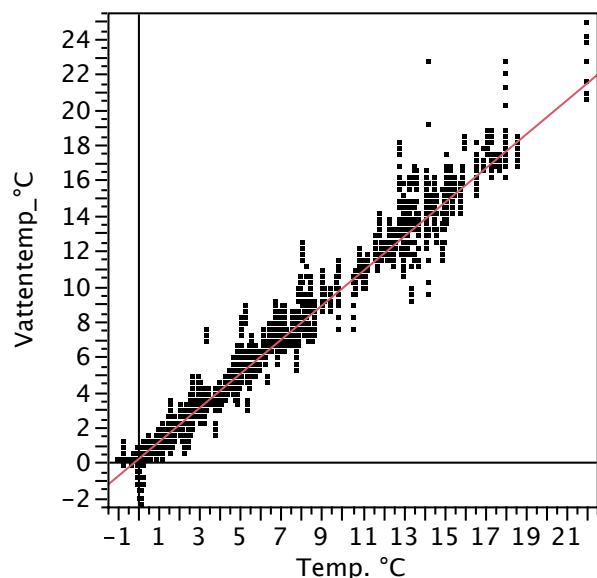


Figur 7. Extremt vattenstånd. Årliga värden för två percentiler (90 och 98). 2007–2011. Linjen visar totalt medelvärde.

Variationen mellan olika år var ofta liten, men ju extremare vattenstånd (98:e percentilen) desto större variation mellan åren. Som medianvärden var kvoten vattenstånd 98 percentil/medianvärde 1,9 och maximalt 4,9. De flesta vattendragen hade liten mellanårsvariation, men bl.a. Härån, Källsjöån och Strönhultsån varierade mycket, vilket innebär att värden för flera år bör användas vid utvärdering av högflödesperioder.

Temperaturmätningar

Vattentemperatur mäts med sonden och registreras med samma tidsintervall som vattenstånd. Registrering sker med ca 0,35°C intervall. Dessa värden kan jämföras med temperaturmätningarna vid provtagningstillfällena (fig. 8).

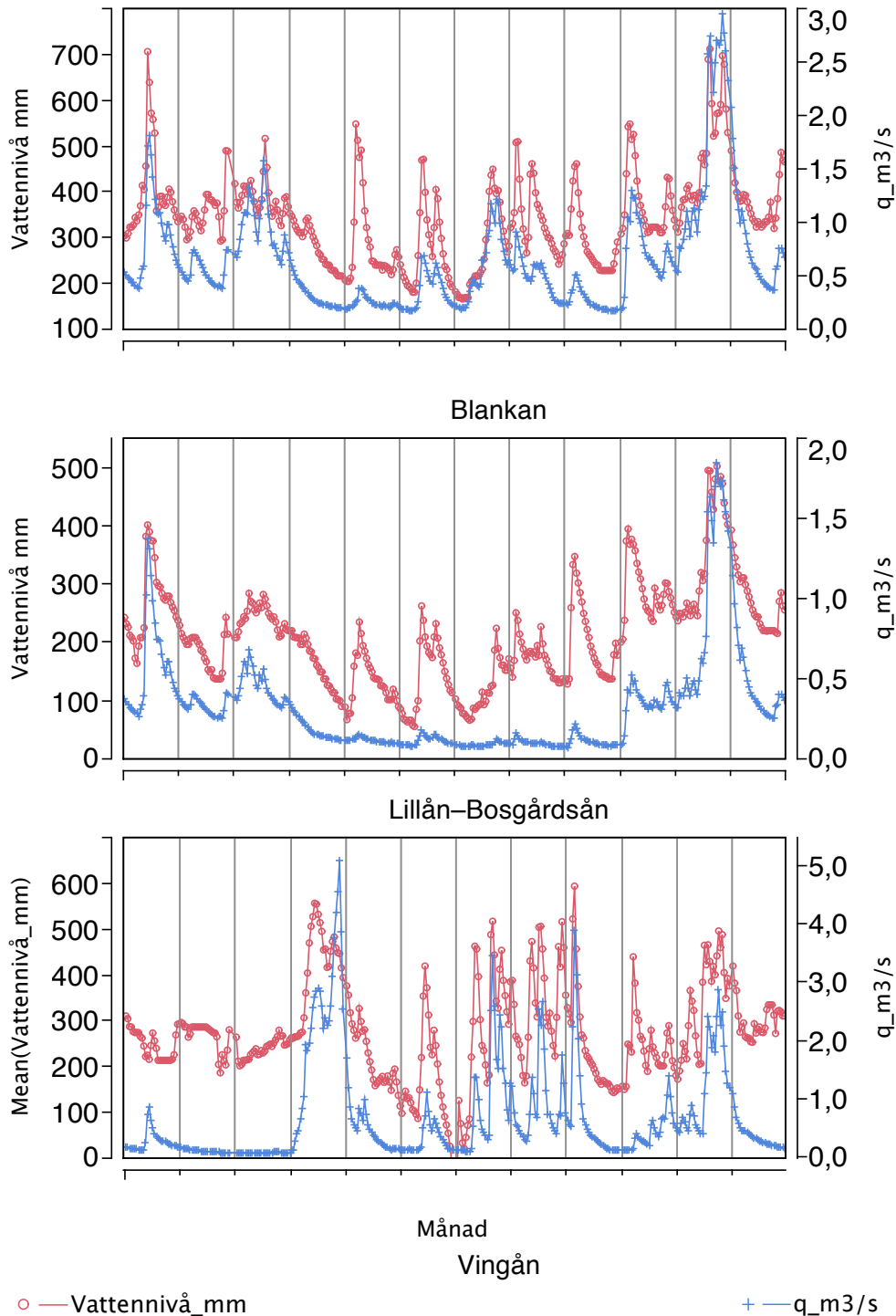


Figur 8. Jämförelse mellan vattentemperatur manuellt uppmätt vid provtagningstillfällena (Temp. °C) och med pegel (Vattentemp. °C). Provtagningsstillfällenas temperatur jämförs med pegelns alla registreringar samma dag. Röd linje 1:1 (samma mätvärden).

Som regel är överensstämmelsen god mellan de två mätmetoderna. En jämförelse av de manuella mätningarna och dygnsmedelvärden visade att skillnaden som medianvärde för de 346 värdeparen var 0,02°C, för 50 % av värdeparen mindre än ±0,2°C och maximalt 3,8°C. De större avvikelserna beror sannolikt på ovanligt stor dygnsvariation. Slutsatsen är att bägge mätmetoderna är tillförlitliga.

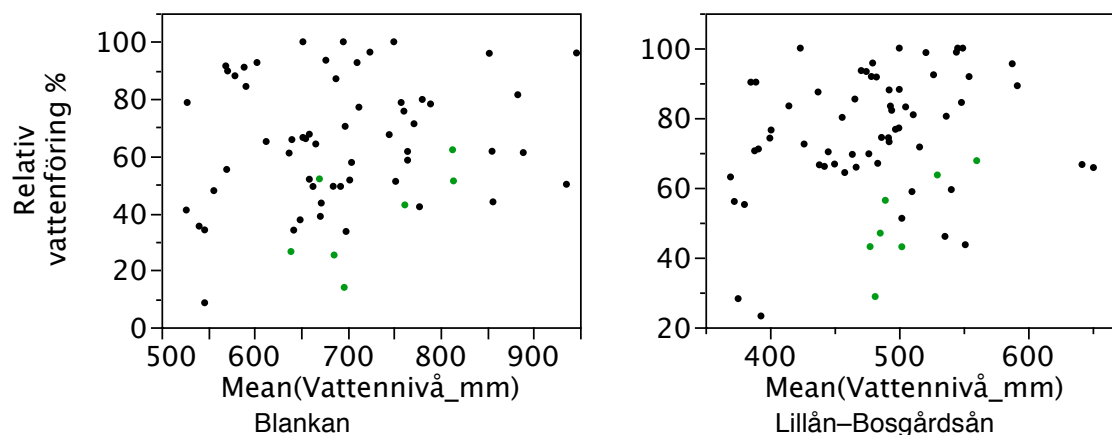
Jämförelser mellan vattenstånd och modellerad vattenföring

Vattendragets vattenstånd är, med undantag för vissa störningar under vintern, positivt relaterat till vattenföringen. SMHI har modellerat vattenföring i ett flertal vattendrag som kan jämföras med uppmätt vattenstånd exemplifierat av några tidsserier (figur 9). SMHI redovisar att osäkerheten är stor vad gäller dygnsvattenföringar.



Figur 9. Vattennivå (uppmätt) och vattenföring (beräknad, SMHI) för några vattendrag. 2009.

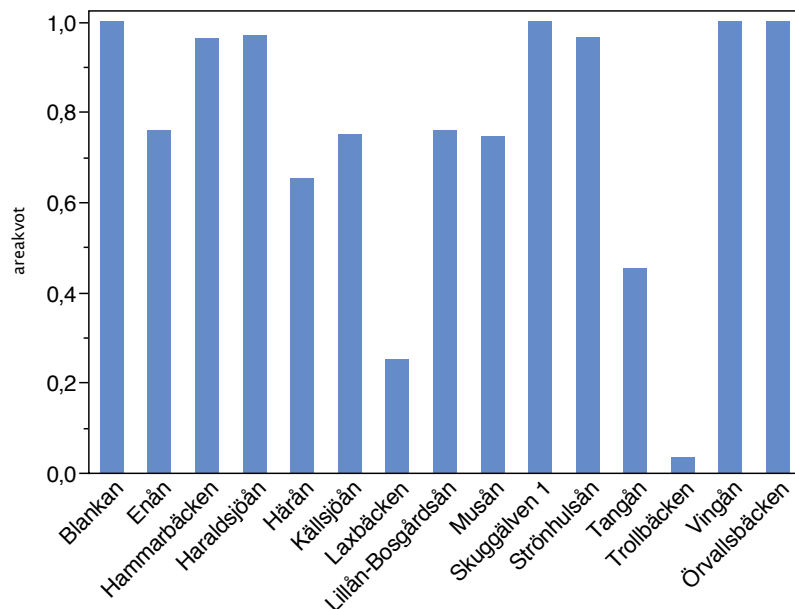
Det framgår klart av graferna att följsamheten mellan de två tidsserierna ibland är god; särskilt tycks det vara fallet i början av året då vattenflödet beror på snösmältning, som i sin tur styrs av lufttemperatur. Under sommaren är samstämmigheten sämre.



Figur 10. Relativ vattenföring (% av årligt maximumflöde) när högvattnet var >95% av årligt vattenstånd. 2007–2011. Gröna punkter juni-augusti.

Det är osannolikt att dygnen med de 95 % högsta vattenstånden (18 dygn per år) kan ha en vattenföring som är så liten som mindre än 20–30 % av den maximala. För aprilförhållandena kan den stora variationen bero på svårigheter att modellera snösmältning och sommar-månadernas förhållanden kan påverkas av lokala regnväder.

Olikheter mellan vattenståndsmätningarna och den modellerade vattenföringen kan delvis bero på olika stora tillrinningsområden. (figur 11).



Figur 11. Kvoten areal för tillrinningsområde för pegelstation mot den för SMHIs vattenföringsberäkning.

Ofta är ytorna mycket lika (kvoten nära 1), men för både Laxbäcken och Trollbäcken är SMHIs station belägen långt nedströms pegelstationen och får kanske fler tillflöden.

En mer detaljerad genomgång av kemiprovtagningsdygn med högvatten (>95 %) och högflöde (>98 %) visar att de sällan sammanfaller. För Rökeå, Svanån och Sörjabäcken samman-

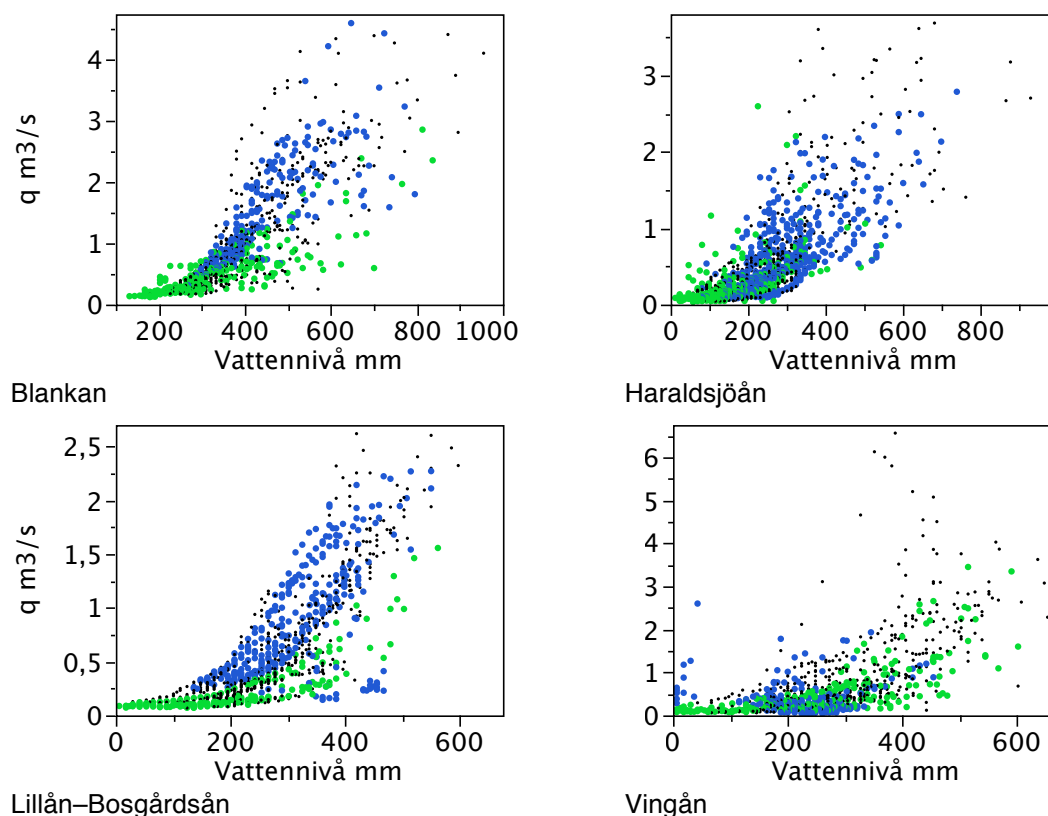
faller inget dygn under fyra år. Under dessa år sammanfaller endast 52 % av provtagningsdygnen med högvatten.

En striktare jämförelse mellan månatligt maximalt vattenstånd och månatligt maximal vattenföring visade att i medeltal endast 25 % och maximum 58 % (Lillån-Bosgårdsån) av sådana dygn sammanfaller av totalt 8126 dygn. Accepteras en avvikelse på ± 1 dygn ökar den maximala andelen träffar till 64 % och som medelvärde till 35 %. Endast 6 av 16 vattendrag hade >50 % träffar räknat på ± 1 dygn.

Det är alltså uppenbart att den modellerade vattenföringen inte kan användas för att finna eller kvantifiera högvattensperioder.

Avbördningskurvor

Ofta används avbördningskurvor, efter kalibrering, för att överföra vattenstånd till vattenföring. Vanligen är sådana förhållanden mycket goda. Men i exemplen nedan (figur 12) är det inte så; det kan bero på att pegeln inte står så att vattenståndet där påverkas av vattenstånd nedströms, dvs. att en bestämmande sektion saknas.



Figur 12. Avbördningskurvor för fyra vattendrag. Dygnsvärden för vattenstånd, modellerad vattenföring (S-HYPE2010_version_1_0_2). 2008 (vattentemp. >2°C). Gröna juni–augusti, blå december–mars.

Vissa mönster kan skönjas i kurvorna. Årsvisa avbördningskurvor visar att det finns perioder på 5-10 dygn av högt vattenstånd som linjärt följs av modellerad vattenföring. Men perioder finns där vattenståndet är högt samtidigt som den modellerade vattenföringen är låg. Även om kurvan för Lillån–Bosgårdsån visar att högflödesperioden modellerades acceptabelt så är förhållandet mycket dåligt för exempelvis Vingån. En genomgång av alla årsvisa kurvor visar att för nästan hälften av alla vattendragen missar modellen den högsta högvattenperioden. Detta beror sannolikt på att dessa ofta är kortvariga; kanske orsakade av en kraftig lokal regnskur eller snösmältning.

Sammanfattningsvis kan sägas att pegelmätningarna ger en mer detaljerad, och sannolikt mer rättvisande, bild av vattenföringen och är därmed mer lämpade för att bedöma möjliga effekter av högvattenperioder. Men modellerad vattenföring krävs för att beräkna transport av ämnen.

Vilken information ger flera provtagningar per månad?

Två sätt att försöka utvärdera värdet av flera provtagningar per månad provas; det ena är att jämföra värden för prover tagna under en och samma högvattensperiod, det andra är att jämföra utfallet av en minskning av provtagningsfrekvensen från ca 20 till månadsvis.

Resultat enligt det första alternativet presenteras i tabell 9.

Tabell 9. pH-värden för provtagningstillfällena med långa perioder av högt vattenstånd (>90 percentil). Månadsvisa antal prover och median samt minimum pH-värden. pH-värden 5,6–6,0 markerade i gult och pH <5,6 i rött.

Vattendrag	År	Månad	Antal prover	Median(pH)	Min(pH)
Blankan	2009	11	2	6,49	6,47
Hammarbäcken	2009	4	3	5,98	5,81
Hammarbäcken	2010	4	2	6,39	6,27
Härån	2007	3	2	6,51	6,44
Härån	2008	4	2	5,74	5,60
Härån	2009	4	3	5,70	5,36
Härån	2010	4	2	5,77	5,72
Härån	2011	4	4	5,56	5,46
Källsjöån	2011	4	3	6,46	6,37
Rökeå	2007	12	2	5,95	5,92
Svanån	2009	12	2	6,31	6,16
Svanån	2010	3	2	6,17	5,98
Svanån	2012	1	2	6,06	5,99
Sörjabäcken	2007	11	2	6,74	6,64
Sörjabäcken	2007	12	3	6,50	6,33
Sörjabäcken	2011	4	2	6,32	6,19
Trollbäcken	2008	10	2	5,16	5,10
Trollbäcken	2009	11	2	5,82	5,66
Örvallsbäcken	2007	12	2	6,65	6,50
Örvallsbäcken	2008	4	2	5,84	5,76
Örvallsbäcken	2009	4	2	5,88	5,84
Örvallsbäcken	2010	4	2	5,85	5,77
Örvallsbäcken	2011	4	4	5,83	5,42

Det förefaller som att provtagningar med högre frekvens än en gång per månad numera inte ger någon väsentlig, ytterligare information om pH-förhållandena. Endast för Svanån, 2010 och preliminärt 2012, understeg medianvärdena, som förebild för ett månadsprov, pH-värdet 6,0, dock bara med några tiondelar. Men för Härån 2009 i april med 3 prover var spannvidden 0,34 enheter, och för Örvallsbäcken 2011, också i april, med 4 prover var spannvidden 0,4 enheter. Trots dessa två extremer som utgångspunkt skulle en minskning av antalet vattenkemiska prover från 20 till månadsvis behålla nödvändig information om pH-värdet.

Alternativ två för bedömning är att jämföra värden för flera provtagningar under en månad med ett prov taget i mitten av månaden. Provet i mitten av månaden kan, om än med viss reservation, representeras av medelvärdet för månadens provtagningar. För 39 av 475 provtagningsmånader var pH-värdet >6,0 samtidigt som minimumvärdet var <6,0 och 36 provtagningsmånader med medelvärdet 5,6–6,0 hade minimumvärdet <5,6 (tabell 10). I dessa fall så behövs sannolikt mer än en provtagning per månad för att väl beskriva surhetsförhållandena. Men i stort ger fler än en provtagning endast ge relativt liten ytterligare information om de vattenkemiska förhållandena i vattendragen.

Tabell 10. Jämförelse mellan medel-pH och minimum pH för månader då minst två prover tagits. Värdet anger antal månader då minimum pH understiger 6,0 resp. 5,6, dvs. under gränsvärdena för surhetsbedömning.

Vattendrag	pH >6	pH 5,6–5,99
Enån	5	8
Hammarbäcken	6	
Härån	2	4
Laxbäcken		3
Musån	1	3
Rökeån	7	
Skuggälven	4	
Strönhultsån	2	
Svanån	2	
Sörjabäcken	4	3
Tangån	1	5
Trollbäcken	2	10
Vingån	3	

Vad innebär en minskning till månadsvis provtagning

Flera vattendrag provtas oftare än en gång i månaden. En minskning till 12 gånger per år minskar naturligtvis även möjligheten att finna surstötter. Därför jämfördes pH-värden för alla prover med månadsvisa (tabell 11).

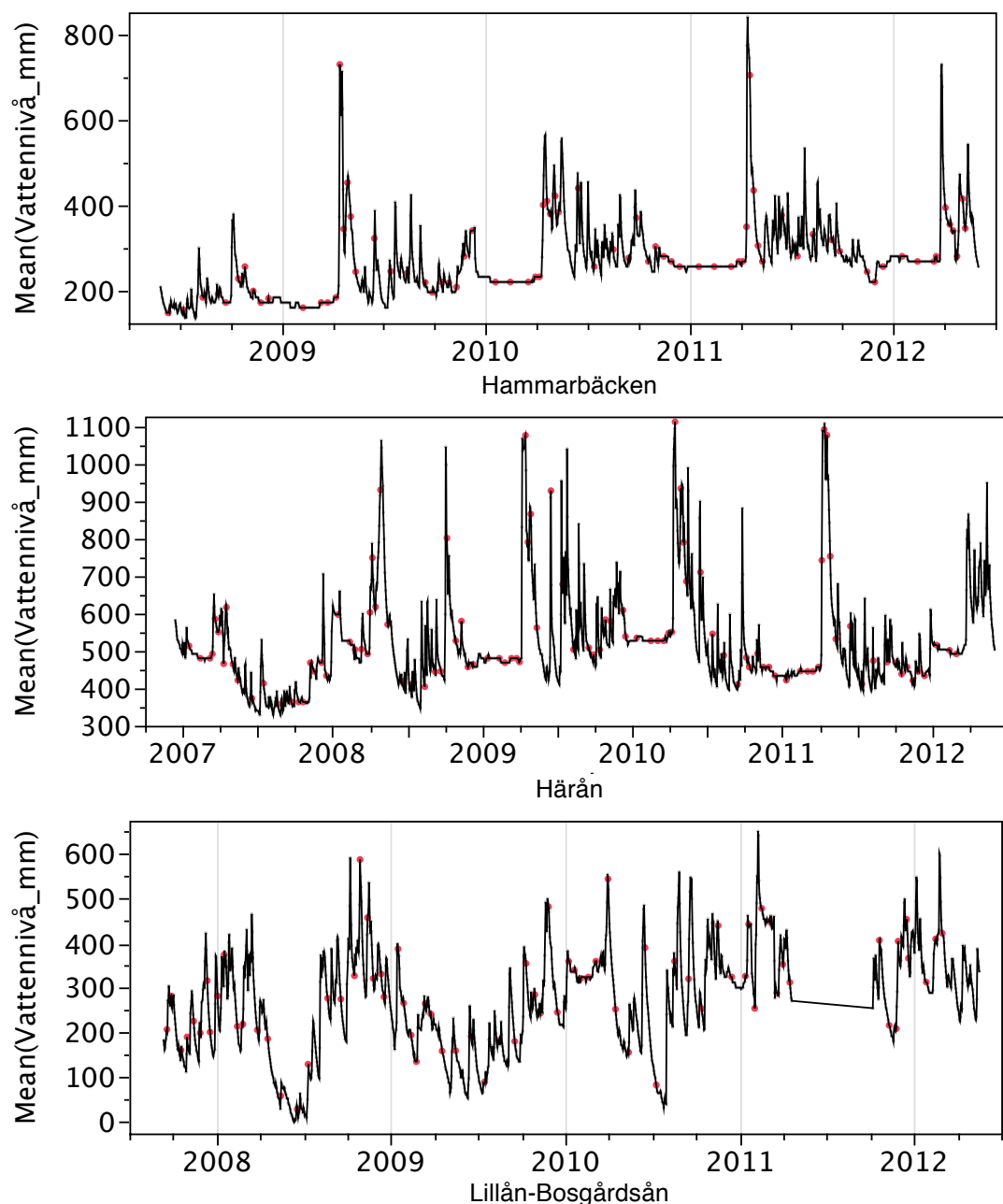
Tabell 11. pH-värden för alla prover och för månadsvis provtagning. Minimum, 10 percentil och medianvärden. 2007–2011. Röda värden pH <6,0.

Vattendrag	Alla prover				Månadsprover			
	Antal	Minimum	10 %	Median	Antal	Minimum	10 %	Median
Blankan	72	5,71	6,20	6,57	39	6,16	6,21	6,62
Enån	101	5,15	5,64	6,27	57	5,15	5,59	6,27
Hammarbäcken	77	5,81	5,99	6,61	42	5,89	6,08	6,71
Haraldsjöån	106	5,41	6,05	6,31	61	5,71	5,96	6,33
Härån	103	5,33	5,80	6,65	59	5,33	5,84	6,70
Källsjöån	67	6,36	6,47	6,74	57	6,36	6,47	6,76
Laxbäcken	92	4,37	4,58	4,93	48	4,37	4,56	5,03
Lillån-Bosgårds.	77	4,53	4,66	4,93	43	4,58	4,71	5,11
Musån	82	4,79	5,01	5,52	43	4,79	5,05	5,67
Rökeå	91	5,81	6,01	6,49	48	5,81	6,08	6,62
Skuggälven 1	68	5,50	6,06	6,70	39	5,50	6,02	6,73
Skuggälven2	53	5,75	6,09	6,72	30	5,75	6,24	6,74
Strönhultsån	74	5,95	6,16	6,44	40	5,96	6,20	6,58
Svanån	83	5,92	6,19	6,55	42	5,92	6,32	6,58
Sörjabäcken	91	5,92	6,20	6,56	54	5,92	6,32	6,62
Tangån	61	4,92	5,22	6,10	35	5,05	5,18	6,10
Trollbäcken	93	5,10	5,44	5,98	51	5,21	5,46	6,10
Vingån	72	4,47	4,70	5,02	36	4,47	4,56	5,01
Örvallsbäcken	100	5,42	5,89	6,58	48	5,42	5,94	6,58

Minimumvärdena med de olika provtagningsfrekvenserna skiljer mest för Blankan och Haraldsjöån. Men värdena för 10 percentilen skiljer med mer än 0,1 enheter för endast tre vattendrag (Skuggälven 2: 2008–2011, Svanån och Sörjabäcken); som medelvärde är skillnaden 0,02.

Högvattenperioder och provtagning för vattenkemi

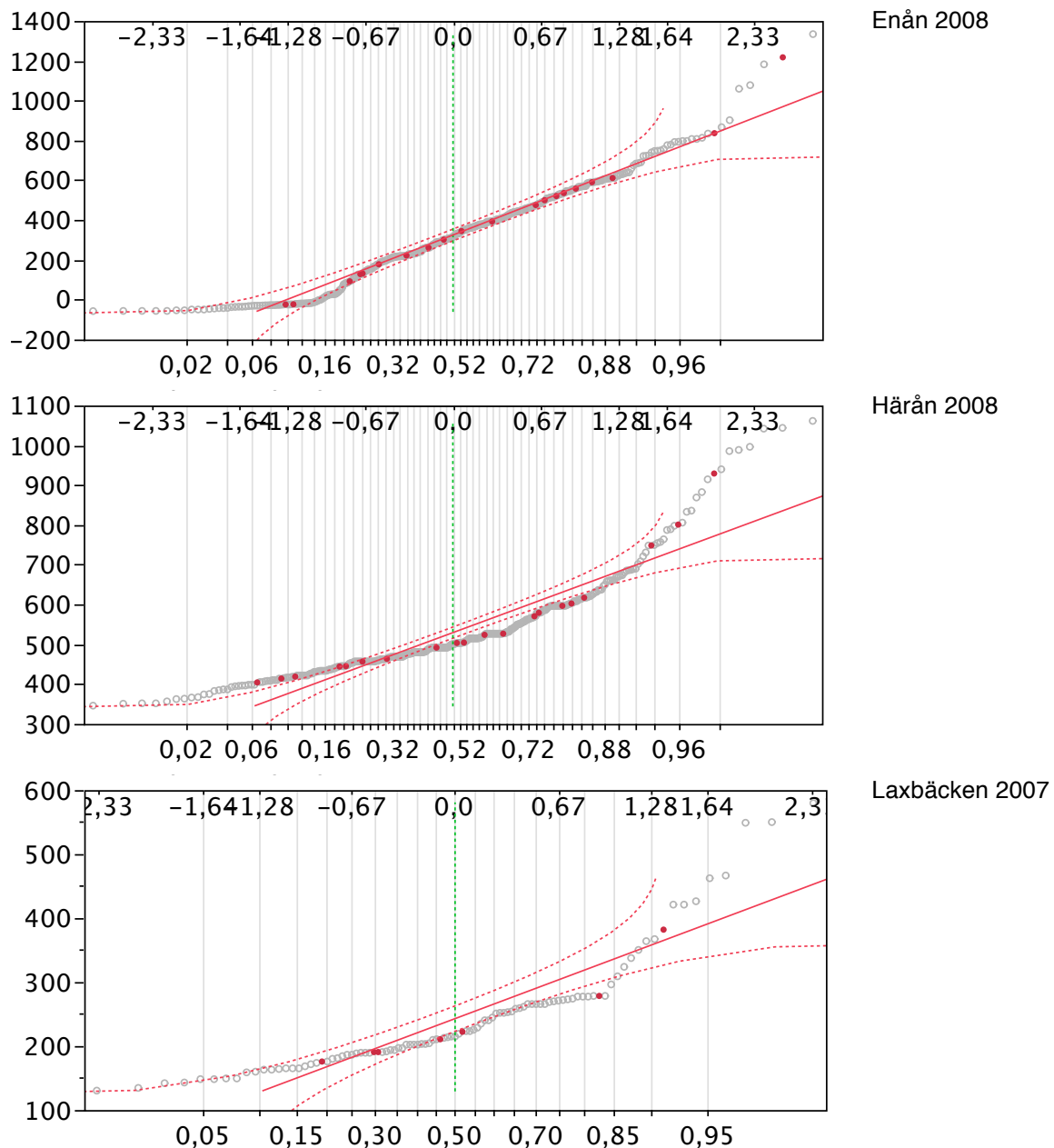
De vattenkemiska provtagningarna har varit månatliga, men med extra prover under förmodad högvattenperiod. Sannolikheten att provta under en högvattensperiod är trots det lite slumpartad. Exempel på detta framgår för tre vattendrag i figur 13.



Figur 13. Vattenståndsvariation för tre vattendrag. Dygnsmedelvärden. Röda punkter markerar provtagning för vattenkemi.

Hammarbäcken, med klart dominerande högvatten under snösmältningen, har några kemiprovtagningar under högvatten. Även för Härån, med ett betydligt mer oregelbunden vattenståndsvariation, infaller flera provtagningar under högvatten. För Lillån-Bosgårdsån, med ett än mer varierat vattenstånd, missas många högvattentillfällen.

För vidare utvärdering beräknades frekvensen av vattenkemiska provtagningar vid olika vattenstånd. Principen framgår av några exempel (figur 14).



Figur 14. Vattenstånd för några valda vattendrag. Nedre horisontell skala anger frekvensen. Dygn då vattenprov togs är rödmärkta.

I Enån 2008 togs således ett vattenkemiprovid vid ca 99 % av det högsta vattenståndet, medan ”högsta” provtagningen i Laxbäcken 2007 togs vid ungefär 91 % av högsta vattenstånd.

För att bedöma täckningen av högvattenperioder bearbetades data. Tre nivåer av högvatten valdes 90, 95 och 98 percentiler. Det motsvarar respektive ca 36, 18 och 7 dagar per år. För enskilda år provtogs med täckning av >90 % av högvattennivån som medelvärde 2,8 prover per vattendrag och år, vid >95 % 1,3 prover per vattendrag och år och för en täckning av >98% av högvattennivån 0,7 prover per vattendrag per år. Detta kan naturligtvis anses vara en relativt låg täckning, men sett över en period av flera år blir täckningen naturligtvis bättre (tabell 12).

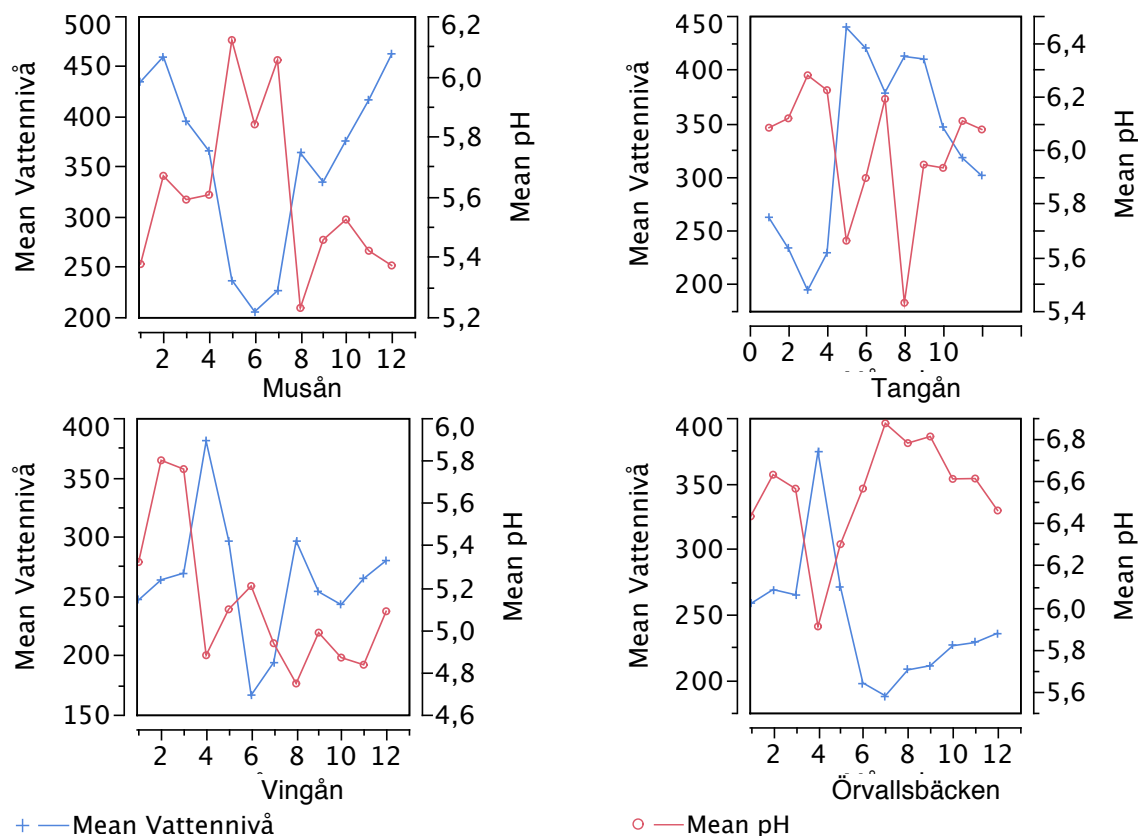
Tabell 12. Antal vattenkemiska prover för hela utvärderingsperioden (2007–2011) vid olika nivåer på högvatten (>90%, >95% resp. >98% av årligt vattenstånd).

Vattendrag	Antal år	Antal prover >90%	Antal prover >95%	Antal prover >98%
Blankan	3	2,7	1,7	1,3
Enån	4	1,5	1,3	0,5
Hammarbäcken	4	3,0	1,0	0,8
Haraldsjöån	4	2,5	1,0	0,5
Härån	4	3,5	2,5	1,3
Källsjöån	4	2,8	2,0	1,3
Laxbäcken	4	3,0	1,5	0,5
Lillån-Bosgårdsån	4	2,3	1,5	0,8
Musån	4	2,8	1,0	0,5
Rökeå	4	2,3	1,0	0,3
Skuggälven2	3	2,0	0,7	0,3
Strönhultsån	3	2,7	1,0	1,0
Svanån	4	3,0	2,0	0,3
Sörjabäcken	4	5,0	1,8	1,0
Tangån	3	1,3	0,3	0,3
Trollbäcken	4	2,3	1,0	0,0
Vingån	3	1,7	0,3	0,3
Örvallsbäcken	4	4,8	1,8	1,0

Sörjabäcken och Örvallsbäcken hade den största täckningen med vattenkemiska prover av alla vattendrag med i snitt nästan två prover per år vid >95 percentilens vattenstånd och ett per år vid >98 percentil. Den lägsta täckningen hade Tangån och Vingån med endast ett prov på fyra år.

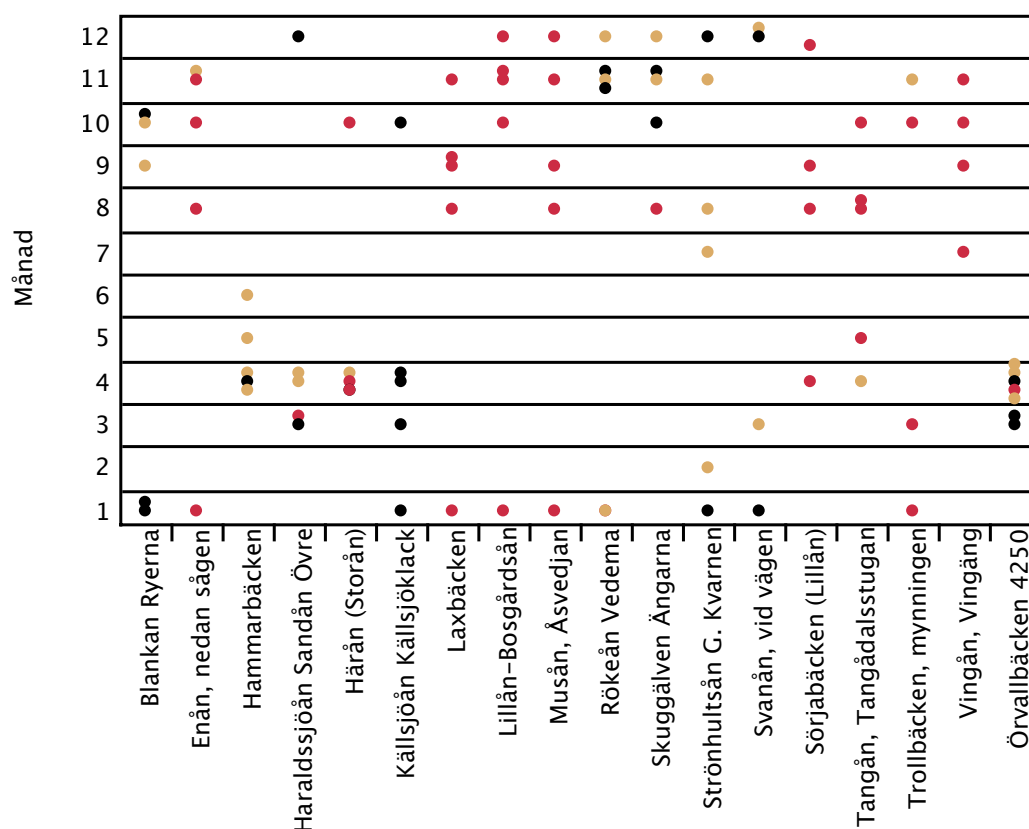
Säsongvariation för vattenkemi

Variationen över året har naturligtvis betydelse för hur låga pH-värden upptäcks. Förhållandet mellan vattenstånd och pH-värden under året visas för några vattendrag i figur 15.



Figur 15. Variation i vattenstånd och pH-värde för fyra vattendrag. Medelvärden 2007–2011.

Månaden för lägsta årsvärde för pH varierade, som framgår av figuren ovan mellan vattendragen och dessutom varierar den mellan åren (figur 16).



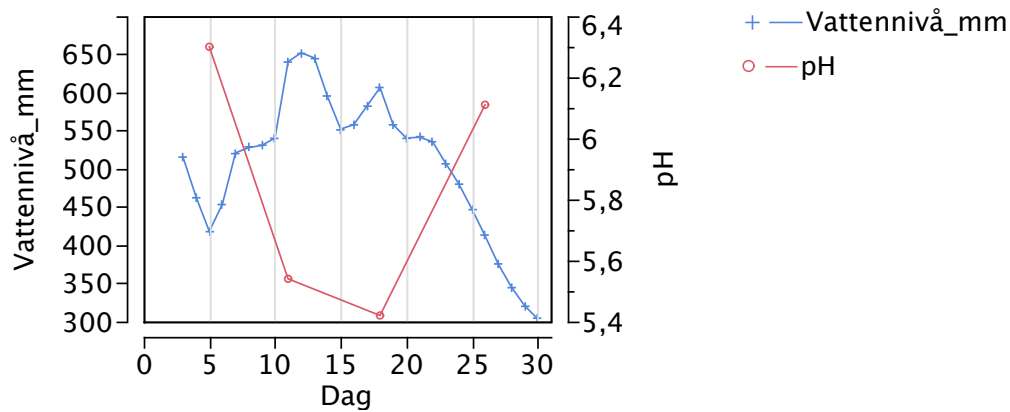
Figur 16. Månad med lägsta årsvärde för pH. 2007–2011. Gula punkter anger pH-värden mellan 5,6 och 6,0, röda punkter anger pH-värden $\leq 5,6$.

Vanligast var årets lägsta pH-värde i april (20 % av alla tillfällen), följt av månaderna oktober–december med ca 10 %.

Längd på högvattensperiod

Högvattensperioder längre än tre dygn var vanligast i januari, mars, april, september, november och december. Sammantaget för alla vattendragen och år hade sommarmånaderna maj–augusti tillsammans endast sex långa högvattensperioder.

Man kan tänka sig att ett vattenkemiskt prov kan vara representativt för en sammanhängande högvattensperiod. Utav 155 högvattensperioder med en längd av mer än tre dygn täcktes 66 av minst en vattenkemisk provtagning. Minst en provtagning gjordes årligen i Härån, Källsjöån, Strönhultsån, Svanån och Sörjabäcken. Som mest sänkades provtagning under en period så lång som 30 dygn i Källsjöån april 2010. Som intensivast provtogs Örvalsbacken i april 2011 (figur 17).

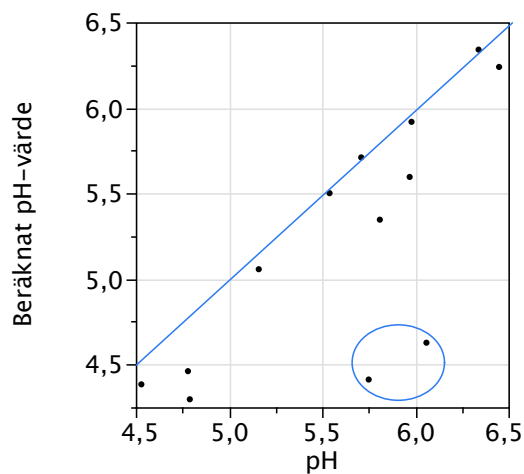


Figur 17. Variation av vattenstånd och pH-värde i Örvallsbäcken april 2011.

Här var, som väntat, det högsta pH-värdet vid lägsta vattenstånd. De lägsta värden fanns vid eller strax före de två vattenståndstopparna under perioden.

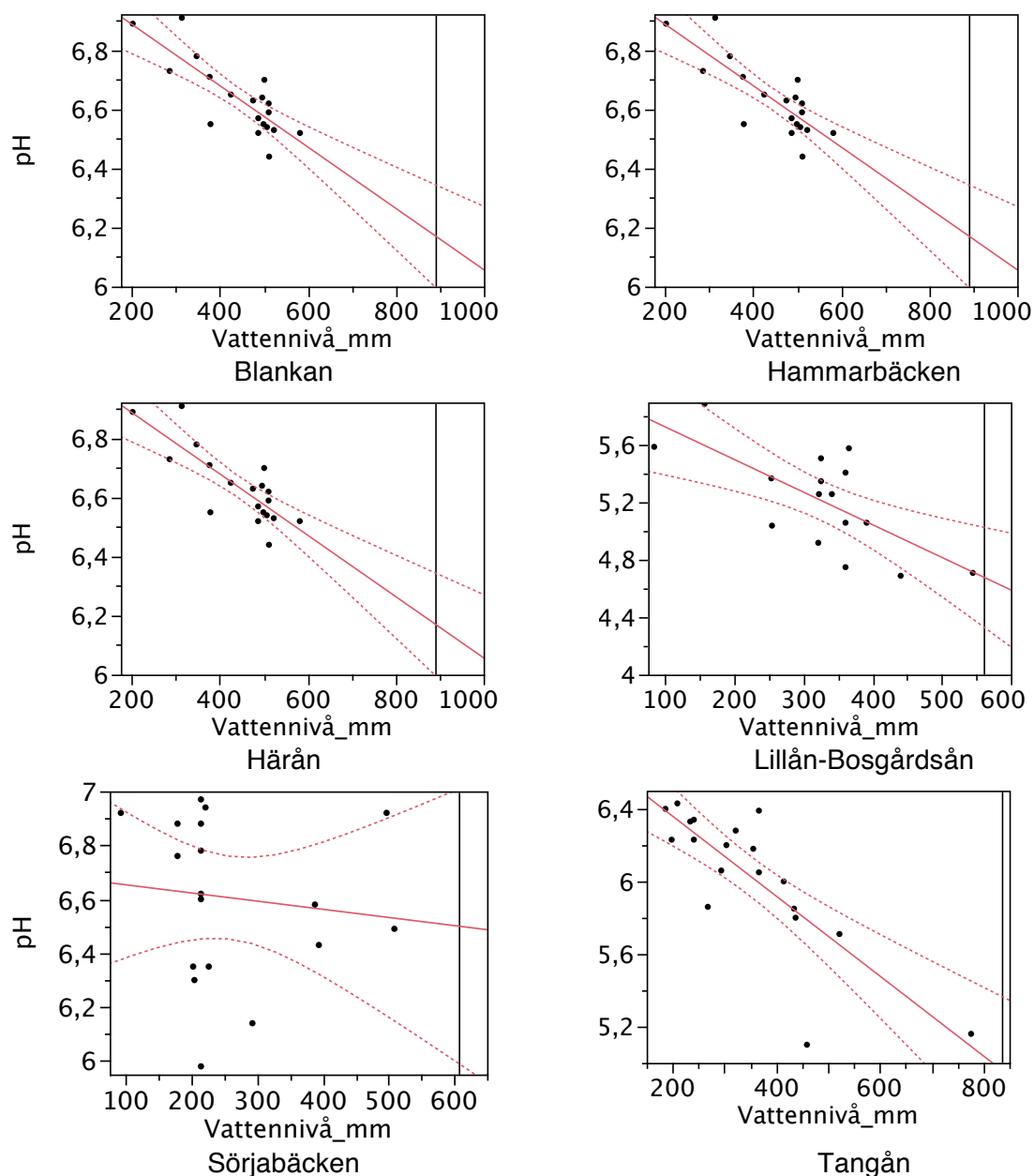
Kan en funktion mellan uppmätta pH-värden och vattenstånd användas?

Olika funktioner provades och linjär korrelation verkade ge bästa anpassning och provades därför. Med ett ganska stort antal parvisa värden för pH och vattenstånd kunde linjär regression användas för att försöka uppskatta det pH-värde som motsvarar högsta vattenstånd. Först provades att stationsvis regression, men korrelationskoefficienterna var med få undantag låga. Med den linjära regressionens lutningskoefficient och utgående från det uppmätta pH-värdet vid högsta vattenföring beräknades pH-värdet vid högsta uppmätta vattenföring följande i en jämförelse med det lägsta uppmätta pH-värdet (figur 18).



Figur 18. Förhållandet mellan uppmätt pH-värde med högsta vattenföring och beräknat pH-värde utgående beräkning av lutning med linjär regression vattendragsvis. I cirkeln värden för Strönhultsån och Trollbäcken.

I flera fall var det beräknade värdet mycket lika det uppmätta (dvs. då pH mättes vid högsta eller nära högsta vattenstånd). Mest avvek Strönhultsån med ett högsta vattenstånd med pH-värde som endast var 43 % av maximalt vattenstånd; kanske också beroende på att den är kalkad, samt Trollbäcken med ett högsta värde som var 73 % av maximalt vattenstånd. Därför provades årsvisa beräkningar (figur 19).



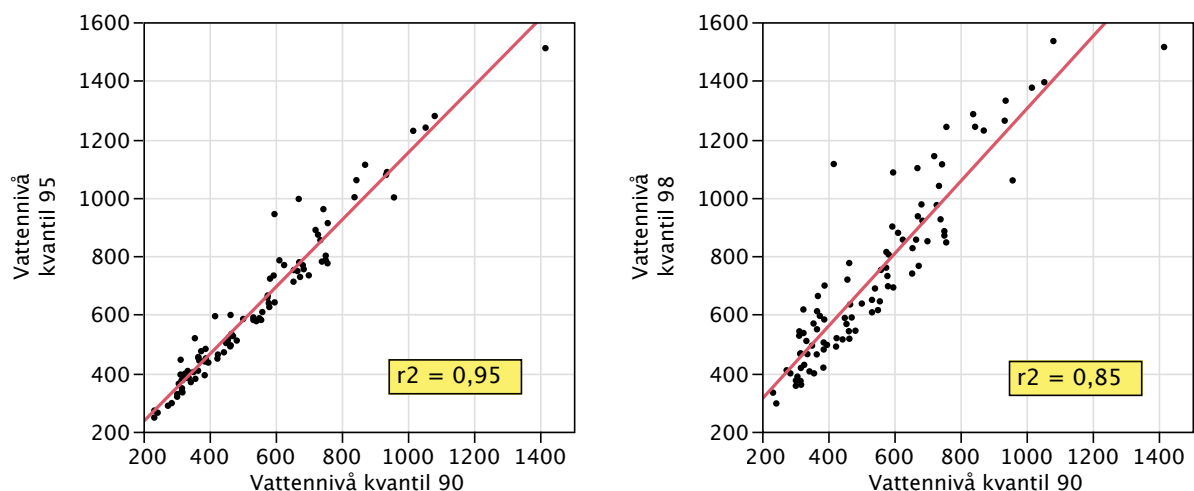
Figur 19. Förhållandet mellan vattenstånd och pH-värden för några valda vattendrag. Lodrat linje anger högsta uppmätta vattenstånd. 2010.

För några vattendrag ser förhållandet i stort bra ut. Men inget vattendrag hade en korrelationskoefficient $>0,9$, varför detta försök att uppskatta ett lägsta pH-värde, orsakat av högvatten, knappast är meningsfullt.

Att beräkna pH-värden för maximalt vattenstånd verkar alltså inte tillförlitligt, bland annat med hänsyn till de låga r^2 -värdena.

Provtagning under högvattenperioder

Eftersom syftet med utredningen är att se i vad mån perioder med höga vattenföringar/vattenstånd har provtagits för vattenkemi valdes därför årsvisa 90, 95 och 98 percentiler för vattenståndet för detta. En jämförelse visar att det är god korrelation mellan de tre percentilernas värden, för temperatur $>0,5^\circ\text{C}$ (figur 20).



Figur 20. Förhållandet mellan årliga percentiler för vattendragen. Temp. >0,5°C.

De vattenkemiska förhållandena är naturligtvis viktiga att följa under högvattenperioderna. Antalet prover för vattenkemi som tagits under högvattenperioder med tre olika intensiteter (olika percentiler av vattenstånd) redovisas i tabell 13.

Tabell 13. Provtagningar för vattenkemi under tre olika högvattenperioder; 90 percentil (ca 36 dygn/år), 95 percentil (ca 18 dygn) och 98 percentil (ca 7 dygn). Antal prover och andel av totalt antal prov under året.

Vattendrag	År	90%		95%		98%	
		Antal	% kemidygn	Antal	% kemidygn	Antal	% kemidygn
Blankan	2008	2	6	1	8	1	14
Blankan	2009	4	11	3	15	2	25
Blankan	2010	1	3	0	0	0	0
Enån	2008	2	6	2	9	1	14
Enån	2009	3	8	1	9	1	33
Enån	2010	2	6	1	17	0	0
Enån	2011	3	8	1	8	0	0
Hammarbäcken	2009	5	14	2	11	2	15
Hammarbäcken	2010	4	11	0	0	0	0
Hammarbäcken	2011	3	8	2	11	1	8
Haraldsjöån	2007	4	11	1	5	1	14
Haraldsjöån	2008	2	6	0	0	0	0
Haraldsjöån	2009	3	8	2	11	0	0
Haraldsjöån	2010	2	6	1	6	1	14
Haraldsjöån	2011	1	3	1	5	1	9
Hårån	2007	2	6	2	9	0	0
Hårån	2008	3	8	1	9	0	0
Hårån	2009	4	11	3	14	2	14
Hårån	2010	3	8	2	11	1	11
Hårån	2011	4	11	4	18	2	22
Källsjöån	2007	1	3	3	4	2	4
Källsjöån	2008	1	3	1	4	0	0
Källsjöån	2009	2	6	2	8	1	7
Källsjöån	2010	0	0	1	2	1	3
Källsjöån	2011	3	8	4	10	3	9
Laxbäcken	2008	4	11	2	12	0	0
Laxbäcken	2009	1	3	1	5	0	0
Laxbäcken	2010	2	6	1	7	1	17
Laxbäcken	2011	4	11	2	11	1	17

Vattendrag	År	90%		95%		98%	
		Antal	% kemidygn	Antal	% kemidygn	Antal	% kemidygn
Lillån-Bosgårdsån	2008	2	6	2	11	1	17
Lillån-Bosgårdsån	2009	3	8	2	9	1	14
Lillån-Bosgårdsån	2010	2	6	1	8	1	20
Musån	2008	4	11	1	6	0	0
Musån	2009	2	6	1	7	1	14
Musån	2010	4	11	1	8	1	17
Rökeå	2008	1	3	0	0	0	0
Rökeå	2009	2	6	1	6	0	0
Rökeå	2010	1	3	0	0	0	0
Rökeå	2011	4	11	3	11	1	10
Skuggälven2	2009	3	8	1	6	1	17
Skuggälven2	2010	2	6	1	6	0	0
Strönhultsån	2008	2	6	1	6	1	17
Strönhultsån	2009	3	9	1	7	1	14
Strönhultsån	2010	3	8	1	7	1	14
Svanån	2008	3	8	3	15	1	10
Svanån	2011	2	6	3	5	0	0
Sörjabäcken	2008	3	9	3	5	3	7
Sörjabäcken	2009	3	8	1	4	0	0
Sörjabäcken	2010	4	11	2	15	0	0
Sörjabäcken	2011	4	11	1	5	1	8
Tangån	2010	3	8	1	7	1	20
Tangån	2011	2	6	0	0	0	0
Trollbäcken	2008	3	8	2	15	0	0
Trollbäcken	2009	2	6	0	0	0	0
Trollbäcken	2010	1	3	1	10	0	0
Trollbäcken	2011	2	6	1	6	0	0
Vingån	2008	2	6	0	0	0	0
Vingån	2009	1	3	1	7	1	25
Örvallsbäcken	2008	3	8	2	14	0	0
Örvallsbäcken	2009	3	8	2	18	2	33
Örvallsbäcken	2010	4	11	0	0	0	0
Örvallsbäcken	2011	5	14	3	13	2	25

SLUTSATSER OCH FÖRSLAG

- Pegelregistreringar har varit förhållandevis driftsäkra. Endast under isperioder, då pegeln fryst eller vattendraget är isbelagt förekommer osannolika värden. De bör gå att identifiera med temperaturmätningarna och ”stillastående” vattenstånd. Ett lägsta vattenstånd är svårare att identifiera eftersom några peglar då står högre än vattenytan, men det påverkar inte utvärderingar av högvattensituationer.
- Pegelns temperaturmätningar överensstämmer väl med de vid de vattenkemiska provtagningarna och kan därmed användas för beräkningar av t.ex. dygnsgrader.
- SMHIs modellerade vattenföring avviker ofta mot pegelmätningarna både vad gäller amplitud och tider för högvatten. Slutsatsen är att SMHIs vattenföring (QHYPE2) bör prövas för beräkning av transporter, men inte användas för att finna högvattensperioder. Den viktigaste orsaken till skillnaderna bör vara att avrinningsområdenas ytor är små och att lokala förhållanden vid snösmältning och nederbörd inte modelleras väl. Ibland ligger dessutom SMHIs beräkningspunkt långt nedströms pegelstationen och därmed kan mellanliggande tillflöden påverka resultatet.

- Relationen mellan vattenstånd och pH-värde är så svagt att den inte bör användas för att beräkna ett ”lägsta” pH-värde. Att förhållandet är svagt beror på att fler faktorer än vattenföring/vattenstånd avgör pH-värdet och dessa faktorer, som t.ex. baskatjoner och humussyror, mäts ju inte under ”högsta” högvatten samt hystereseffekter.
- Pegelmätningar bör ingå i vattendragsprogrammet även i fortsättningen för att ge en korrekt bild av högvattenflöden, vilket modellering inte kan ge. Om möjligt utökas till att omfatta alla IKEU-vattendrag.
- För årliga minimumvärden av pH är skillnaden mellan alla årliga prover (intensivare provtagning) och månadsvisa prover <0,2 pH-enheter i 57 fall av 74 vattendragsår.
- Baserat på mätningarna av de lägsta pH-värdena (årliga 10 och 15 percentiler) ges ett förslag till minskning av provtagningsfrekvensen från 20 till 12 prover per år för ett antal vattendrag. I övriga fall bedöms den intensivare provtagningen värdefull.

Förslag till minskning av provtagningsintensitet

Undersökningen av möjligheter för att minska provtagningsfrekvensen baseras på pH-värden; årsminimum samt 10 och 15 percentiler. Det senare för att undvika att ett enstaka extremvärde skall styra bedömningen. 10 percentilen motsvarar ungefär det näst lägsta pH-värdet och 15 percentilen ungefär det 3:e lägsta pH-värdet. Förslaget tar bara indirekt (som pH-värden) hänsyn till effekter av Ali. Den utökade provtagningen (episodprovtagningen) föreslås fortsätta i alla vattendrag där pH-värdena ständigt >5,6 med undantag för följande, med rött markerade, (tabell 13).

Tabell 13. Förslag till minskning av provtagningsfrekvens, till månadsvis. Röda förslag pH-värden (10 percentil) >5,6.

Vattendrag	Förslag	Vattendrag	Förslag
Blankan Ryerna	Minska	Rökeån Vedema	Minska
Enån, nedan sågen	Osäker	Skuggälven Ängarna	Minska
Hammarbäcken	Osäker	Strönhultsån G. Kvarnen	Minska
Haraldssjöån Sandån Övre	Osäker	Svanån, vid vägen	Minska
Härån (Storån)	Minska	Sörjabäcken (Lillån)	Minska
Källsjöån Källsjöklack	Minska	Tangån, Tangådalsstugan	Behåll
Laxbäcken	Minska	Trollbäcken, mynningen	Osäker
Lillån-Bosgårdsån	Minska	Vingån, Vingång	Minska/osäker
Musån, Åsvedjan	Minska	Örvallebäcken 4250	Minska/osäker

De övriga föreslagna minskningarna avser vattendrag där pH-värdena ständigt ligger lågt och varierar lite. För dessa kan koncentrationen av Ali nyttjas för att bedöma behovet av hög provtagningsintensitet. Sammantaget föreslås minskning av provtagning för 10 vattendrag. En detaljerad bild av pH-situationen och underlag till förslag av frekvensen görs nedan, baserat på alla värden för 2008–2011 (tabell 14).

Tabell 14. Minimum samt 10 och 15 percentiler för pH-värden. 2007–2011. Värden i gult pH >6,0 <5,6 i rött >5,6.

Vattendrag	Minimum pH		10 percentil pH		15 percentil pH	
	Minimum	Median	Minimum	Median	Minimum	Median
Blankan	5,71	6,26	6,03	6,32	6,18	6,36
Enån	5,15	5,44	5,36	5,58	5,45	5,77
Hammarbäcken	5,81	5,93	5,91	5,97	5,98	6,04
Haraldssjöån	5,41	5,88	5,68	6,10	5,72	6,13
Härån	5,33	5,41	5,40	5,55	5,62	5,78
Källsjöån	6,36	6,41	6,39	6,43	6,46	6,48
Laxbäcken	4,37	4,49	4,42	4,54	4,51	4,56
Lillån-Bosgårdsån	4,53	4,55	4,58	4,64	4,61	4,70
Musån	4,79	4,90	4,84	5,06	4,95	5,14
Rökeå	5,81	5,98	5,81	6,14	5,94	6,24
Skuggälven 1	5,50	5,98	5,56	6,07	5,75	6,12
Skuggälven 2	5,75	5,98	5,75	6,07	5,77	6,12
Strönhultsån	5,95	5,98	5,96	6,09	6,03	6,16
Svanån	5,92	6,00	6,03	6,17	6,13	6,23
Sörjabäcken	5,92	6,00	6,11	6,16	6,21	6,25
Tangån	4,92	5,15	4,92	5,18	4,97	5,49
Trollbäcken	5,10	5,33	5,22	5,39	5,34	5,53
Vingån	4,47	4,54	4,47	4,60	4,48	4,83
Örvallebäcken	5,42	5,75	5,50	5,89	5,85	5,93

Bilaga 1:1

Positioner för vattenkemisk station (blå) och pegel (röd) samt ungefärligt avstånd mellan dem. Röd punkt med kryss är felaktigt gps-lokaliserad pegel.
Underlagskarta Lantmäteriet © Ärende nr i2012/901.



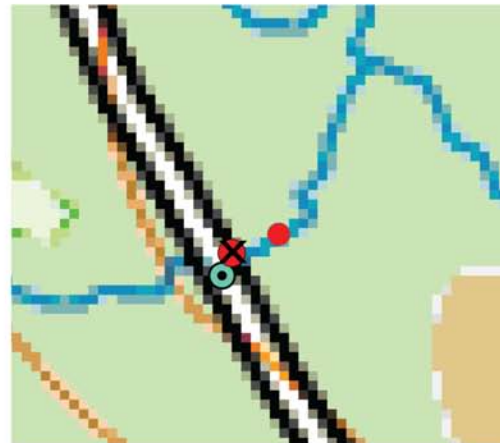
Hammarbäcken: 700 m



Tangån: 600 m



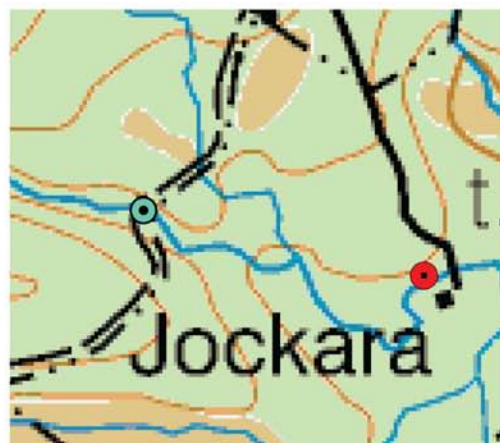
Härån: 50 m



Örvallsbäcken: 30 m



Källsjöån: 700 m



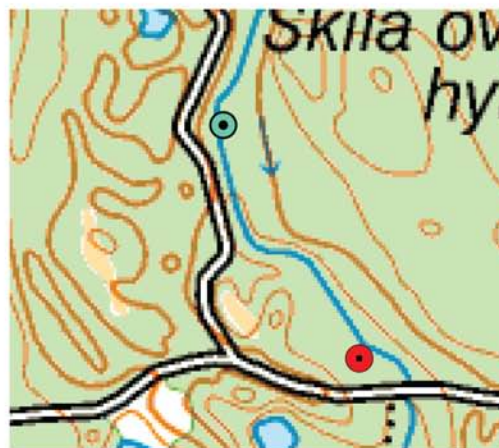
Sörjabäcken: 600 m

Bilaga 1:2

Positioner för vattenkemisk station (blå) och pegel (röd) samt ungefärligt avstånd mellan dem. Röd punkt med kryss är felaktigt gps-lokaliserad pegel.
Underlagskarta Lantmäteriet © Ärende nr i2012/901.



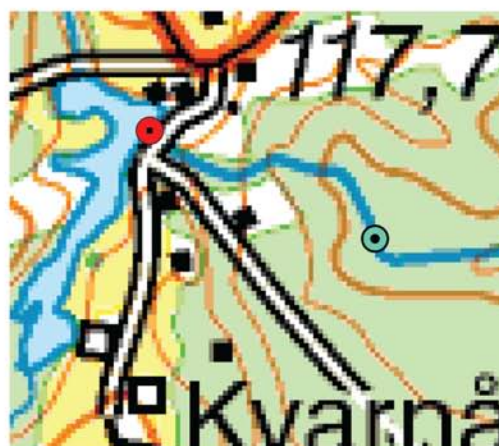
Laxbäcken: 15 m



Haraldsjöån: 450 m



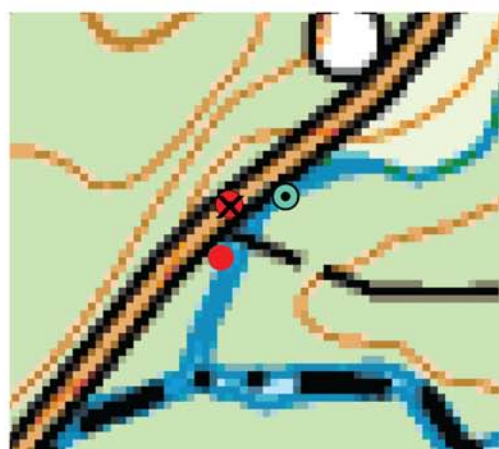
Vingån: 30 m



Enån: 300 m



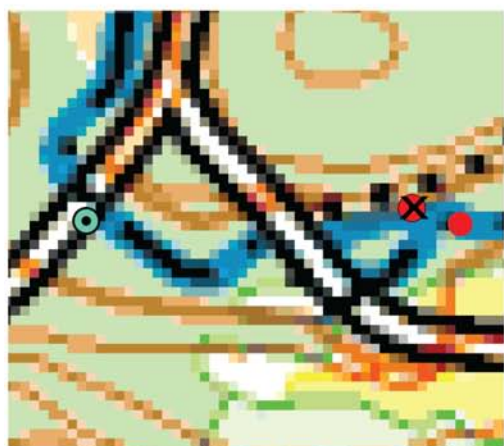
Skuggälven: 25 m



Svanån: 50 m

Bilaga 1:3

Positioner för vattenkemisk station (blå) och pegel (röd) samt ungefärligt avstånd mellan dem. Röd punkt med kryss är felaktigt gps-lokaliserad pegel.
Underlagskarta Lantmäteriet ©Ärende nr i2012/901.



Musån: 200 m



Lillån-Bosgårdsån: 10 m



Blankån: 40 m



Trollbäcken: 200 m



Rökeå: 100 m



Strönhultsån: 140 m