

Programområde:

Skog

Undersökningstyp:

**Ytvattenkemi i
skogsbäckar inkl.
vattenföringsmätningar**

Mål och syfte med undersökningstypen

- Att beskriva ytvattnets haltvariationer i skogsmark; mellanårsvariationer samt långsiktiga trender i halterna av växtnäringämnen och andra ämnen som uttrycker syra/bas-status.
- Att med hjälp av halter i ytvatten och vattenföringsdata beräkna transporten av olika ämnen i vattendraget.
- Att använda ytvattenkvalitet som mått på skogsmarkens miljö tillstånd och omgivningspåverkan, samt beskriva effekterna av skogsbruk.

Strategi

Strategin är att utföra vattenkemiska undersökningar i utflödet från ett definierat avrinningsområde på ett sådant sätt att miljö tillståndet och olika aktiviteter i området kan avläsas i avrinnande vatten. Avrinningen är skogsmarkens huvudsakliga omgivningspåverkan som under långa tider har påverkat både limnisk och marin miljö. Miljöpåverkan i form av försurning och övergödning samt skogsbrukets inverkan har effekter på utbytet mellan mark och vatten. Skogliga avrinningsområden är ofta heterogena, vilket gör att miljöövervakningen kan bli mycket resurskrävande om varje naturtyp skall undersökas var för sig. Undersökningar av avrinningen är därför en lämplig metod att beskriva summaeffekten av en rad processer i ett större eller mindre skogsområde.

Undersökningar av ytvattenkemi i bäckar är användbara främst inom delprogrammen "Avrinning från brukad skogsmark" och "Integrerad övervakning av skogliga referensområden".

Komplement till ytvattenkemiska undersökningar i bäckar kan vara undersökningstyperna "Deposition till skog", "Grundvattenkemi", "Källor" och "Påväxtalger".

Statistiska aspekter

Avrinningen kan studeras i både små och stora skogsområden, men fördelar och nackdelar är olika. Fördelar med ett stort område är att vattenföringen och vattenkvaliteten är relativt jämn, och

*Handbok för miljöövervakning
Undersökningstyp*

att vattendraget sällan är torrlagt. Detta minskar kraven på en tät provtagningsfrekvens, eller en frekvens som är anpassad till vissa tillfällen med höga flöden.

Vidare påverkas inte ett stort område så mycket av enskilda aktiviteter i området, utan resultaten från undersökningarna blir mer representativa för skogsmark i allmänhet. Nackdelar med ett stort område är att enskilda aktiviteter eller andra faktorer kan vara svåra att knyta till förändringar i avrinningens kvalitet. Dessutom kan det vara svårt att undvika störande faktorer i avrinningsområdet, typ åkermark och enskilda avlopp, som påverkar ytvattenkvaliteten på oönskat sätt.

Fördelen med ett litet område är att det går lättare att renodla en viss typ av påverkan (samt undvika störningar) som kan avläsas i avrinningen. Nackdelar är att vattenföring och vattenkvalitet varierar kraftigt och torrläggning av vattendraget sker relativt frekvent. Enskilda aktiviteter i området kan påverka avrinningen kraftigt, vilket inte är önskvärt om mätningarna skall vara representativa för genomsnittlig skogsmark.

Varaktiga förändringar i flöde och vattenkemi, som beror på att egenskaperna i avrinningsområdets skogsmark ändras, kan endast beläggas med långsiktiga mätningar. Klimatfaktorer orsakar ibland stora skillnader under och mellan år som måste säkerställas för att kunna bedöma orsaken till trender i ytvattenkvalitet.

Den optimala provtagningsfrekvensen (kombinationen av informationsvärde och ekonomi) för de vattenkemiska undersökningarna kan påverkas dels av områdets storlek, dels av om resultaten skall användas till beräkningar av arealförluster eller överskridandet av kritiska haltnivåer. Detta beskrivs närmare i avsnittet "metoder".

Vattenföringsberäkningarna bör baseras på kontinuerliga mätningar (som kan ange daglig vattentransport), eller kalibrerade modellberäkningar (som kan ange ett veckomedelvärde), för att erhålla tillräcklig precision på bestämningen av arealförluster. I ett utbyggt nät av mätningar är det rationellt att kombinera vattenföringsmätningar och modellberäkningar.

Variabler

Förteckningen nedan omfattar variabler som i första hand beskriver avrinningens syra/basförhållanden samt växtnäringssinnehåll. Ytvatten i bäckar kan även undersökas med avseende på föroreningar som tungmetaller och stabila organiska ämnen, men dessa ämnesgrupper behandlas inte i denna skogligt inriktade undersökningstyp.

De kemiska analysmetoderna (inklusive provtagning och provhantering) skall baseras på svensk och internationell standard (4,5) för vattenundersökningar och innefatta följande obligatoriska variabler. Dessutom anges några optionella variabler. Information om provtagningsfrekvens och provtagningsmetod framgår av metodavsnittet.

Variabler i avrinning

Variabelnamn	Enhet	Obligatorisk / optionell	Analysmetod	Referens analysmetod
Avrinningsmängd	l/s	Obligatorisk	se metodavsnitt	
Temperatur	°C	Obligatorisk	vattentermometer +- 0,05 °C	

Variabelnamn	Enhet	Obligatorisk / optionell	Analysmetod	Referens analysmetod
Sulfatsvavel	mg/l	Obligatorisk	EPA 300.0	5
Nitrat	mg/l	Obligatorisk	EPA 300.0	5
Ammonium	mg/l	Obligatorisk	SS 028134	4
Totalkväve	mg/l	Obligatorisk	SS 028131	4
Klorid	mg/l	Obligatorisk	EPA 300.0	5
Natrium	mg/l	Obligatorisk	EPA 200.7 och 200.8 (mod.)	5
Kalium	mg/l	Obligatorisk	EPA 200.7 och 200.8 (mod.)	5
Kalcium	mg/l	Obligatorisk	EPA 200.7 och 200.8 (mod.)	5
Magnesium	mg/l	Obligatorisk	EPA 200.7 och 200.8 (mod.)	5
pH	mg/l	Obligatorisk	SS 028122-2	4
Alkalinitet	mekv/l	Obligatorisk	SS 028139	4
Konduktivitet	mS/m	Obligatorisk	SS 028123	4
Färg	mgPt/l	Obligatorisk	SS 028124	4
Totalt organiskt kol	mg/l	Obligatorisk	SS 028199	4
Totalfosfor	mg/l	Obligatorisk	SS 028127-2	4
Fosfatfosfor	mg/l	Optionell	SS 028126	4
Järn	mg/l	Obligatorisk	EPA 200.7 och 200.8 (mod.)	5
Mangan	mg/l	Obligatorisk	EPA 200.7 och 200.8 (mod.)	5
Aluminium	mg/l	Obligatorisk	EPA 200.7 och 200.8 (mod.)	5
Kisel	mg/l	Optionell	EPA 200.7 och 200.8 (mod.)	5

Metoder

Ytvattenkemi

Provtagning sker i utloppet från ett avrinningsområde. I vissa fall där osäkerhet råder om framför allt grundvattenströmningarna i ett område bör det utföras en hydrogeologisk undersökning (se undersökningstypen "Hydrogeologisk kartering-engångsinsats") för att identifiera en lämplig provpunkt, samt avgöra om området över huvud taget är lämpligt för övervakning av vattenmiljön.

Om det finns en hydrologisk mätdamm tas ytvattenprov i bäcken vid överfallet. Avläs alltid vattenståndet på pegelskalan i mätdammen i samband med provtagning. Vid provtagning i en bäck utan mätdamm måste vattendjupet och bredden på provplatsen vara tillräckligt för att fylla

provflaskor utan att virvla upp partiklar från vegetation eller botten. I en liten bäck kan det vara nödvändigt att gräva en provgrop för att få ner flaskan. Provplatsen skall märkas ut, så att provtagning alltid sker på samma ställe.

Vid provtagning används rena flaskor i polyeten, som sköljs två gånger med provvatten ute i fält. Flaskan fylls helt och under ytan, så att ytfilm inte kommer in i flaskan. Flaskan märks med lokalens beteckning och datum (se även avsnittet kvalitetssäkring). Efter provtagning transporteras provet snabbast möjligt till laboratorium. Förvaring av prov skall ske mörkt och kallt. Om provtagningen ingår i ett nät av provplatser i en region eller i hela landet bör provtagningen ske på samma datum.

Provtagningsfrekvensen måste anpassas till avrinningsområdets storlek. Teoretiskt är automatisk och flödesstyrd provtagning bäst för att beräkna arealförluster, men på grund av höga kostnader och praktiska problem med strömförsörjning och isbildning kan det inte rekommenderas som en generell metod. Manuell provtagning bör ske så, att om området är större än 100 ha provtas bäcken två gånger per månad. Främst i norra Sverige (vid behov även i andra delar av landet) kan provtagningen utökas till en gång per vecka under en månad med vårflod. Samtliga prover analyseras (minst 24 prov per år). Områden som är mindre än 50 ha provtas om möjligt en gång per vecka. Proven från en månad sammanhålls till ett volymvägt (i proportion till vattenföringen vid provtagningstillfället) samlingsprov, vilket ger 12 prov per år. Veckoproven kan analyseras separat under någon månad i områden där till exempel surstötter behöver specialstuderas. Efter flera års mätningar i en bäck kan det bli aktuellt att modifiera provtagningsfrekvensen, baserat på statistik över flödes- och haltvariationer.

Prov i bäcken uttages alltid när den är vattenförande. Prov uttages inte om det saknas avrinning genom överfallet, även om det står vatten i mätdammen. Undantag är om det är uppenbart att mätdammen läcker, så att det saknas avrinning genom överfallet (läckage i mätdammen måste åtgärdas skyndsamt). I en bäck utan mätdamm måste det på lämplig plats konstateras att avrinning sker om prov skall tas. Under vintern är det viktigt att hålla undan is från provtagningsplatsen och att inte förorena provet genom att hacka bort is för nära inpå provtagningen. Rensning av mätdammar och provgropar från vegetation måste ske minst en vecka före provtagning, lämpligen direkt efter ett ordinarie provuttag. Prover uttagna under de första månaderna efter det att en mätdamm har byggts måste granskas speciellt och helst jämföras med några prover tagna en bit uppströms mätdammen.

Vattenföringsbestämning

Vattenföringsbestämningar utförs för att kunna beräkna transporter av olika ämnen i vattendraget, med hjälp av uppmätta koncentrationer i bäckvattnet. Dessutom kan förändringar av vattenföringen, orsakade av till exempel skogsbruksåtgärder, vara intressanta i sig. I normalfallet bör vattenföringen mätas kontinuerligt eller beräknas av en kalibrerad hydrologisk modell.

Mätningar av vattenföringen utförs lämpligen i en hydrologisk mätdamm med kontinuerlig registrering av vattennivån. Registreringen av vattennivån kan utföras på olika sätt (skrivande eller digital pegel, tryckgivare eller nivåmätning med ultraljud) och valet av metod måste anpassas till lokala förhållanden (klimat mm) och mätningarnas varaktighet. Slutresultatet av mätningarna är daglig vattentransport som kan omräknas till transport av olika ämnen genom att använda "daglig" koncentration (interpolering mellan uppmätta vecko- eller månadsvärden).

Mättdammens konstruktion kan variera beroende på bäckens storlek och vattenföring samt på varaktigheten i mätningarna. I en mindre bäck kan dammen skapas av en stor rostfri plåt eller brädvägg som grävs ned tvärs över bäcken. I en större bäck krävs normalt mer komplicerade konstruktioner om mättdammen skall fungera under många år. En rekommendation är att bygga en tillfällig mättdamm först, med en livslängd på fem till tio år, i ett helt nytt område, där det med tiden kan visa sig att området är mindre lämpligt för övervakning. En provisorisk mättdamm kan bestå av en nedgrävd träkonstruktion av spontade brädor med en påskruvad plåt med ett utfall. En nybyggnation av en permanent mättdamm är i regel en stor investering och behovet bör klargöras efter några års mätningar. Tre till fem års mätningar kan dessutom vara tillräckligt för att kalibrera en beräkningsmodell, vilket gör att behovet av mätningar minskar till kampanjvisa kalibreringar. Om befintliga konstruktioner, som olika typer av överfall eller vägtrummor, kan användas för vattenföringsmätningar får avgöras från fall till fall.

En mättdamm bör ha ett V-format utfall där vinkeln är anpassad till vattenföringen och möjlig dämningshöjd. Om dämningshöjden är begränsad är det möjligt att använda ett V-format utfall där vinkeln ökar exponentiellt med höjden. Detta ger en god precision vid låga flöden, samtidigt som höga flöden kan passera utan att orsaka en stor dämning. En stor dämningshöjd kan påverka vattenkemin under lång tid om tidigare torrlagd mark tidvis hamnar under vatten. Kvistar, löv etc. måste förhindras att fastna i överfallet, med hjälp av ett nät eller liknande, så att dämningen inte påverkas. Utfallet, och pegelskalan för manuell avläsning av vattennivån, måste hållas fria från is under vintern. Även pegeltrumman, eller annan konstruktion för vattennivåmätning, måste hållas isfri under vintern.

En nybyggd mättdamm måste kalibreras så att den teoretiska formel som skall användas för att räkna om vattennivå till vattenföring genom det V-formade utfallet justeras efter dammens faktiska funktion. En sådan kalibrering innebär att vattenföringen mäts upp genom flygelmätningar i bäcken (stora bäckar) eller vattensäck som fångar in allt vatten som kommer i utfallet under en viss tid (små bäckar). Detta utförs vid varierande vattenföring så att en faktisk avbördningskurva kan jämföras med den teoretiskt framräknade. Om mättdammen förändras med tiden (vattenväxter eller sedimentation) vid långsiktiga mätningar måste kalibreringen göras om.

Modellberäkningar av vattenföring kan ske med hjälp av till exempel HBV/PULS (1) som utgår från tillgängliga väderdata vid beräkningarna. Modellen måste dock kalibreras av faktiska vattenföringsmätningar under helst några år, samt tillfälligt under kortare tider om stora förändringar sker i avrinningsområdet (till exempel stora avverkningar) eller nätet av klimatstationer förändras (från klimatstationerna hämtas ingångsvärden till modellen). HBV/PULS-beräkningar ger veckomedelvärden för vattenföringen.

En viss fortlöpande kalibrering kan göras om det finns en mättdamm (utan kontinuerlig registrering) där vattenståndet kan avläsas manuellt på en pegelskala, vid varje tillfälle för provtagning av ytvatten. Pegelskaleavläsningarna kan sedan jämföras med modellberäknade värden, och modellen kan anpassas till de manuella avläsningarna.

Modellberäkningar minskar i regel kostnaderna, men kan inte uppnå samma precision (dagliga värden på vattenföring) som en väl fungerande hydrologisk mättdamm med kontinuerlig registrering, även om en kalibrering sker av modellen med hjälp av faktiska mätningar under en tid.

En hydrologisk modell som PULS kan användas utan kalibrering av platsspecifika vattenföringsmätningar. Modellen är då kalibrerad med hjälp av permanenta vattenföringsstationer i näraliggande vattendrag. Detta är ett system som idag används på ett stort antal platser i landet i samband med recipientkontroll av ytvatten. Osäkerheten är relativt stor i beräkningarna

av vattenföring under kortare perioder, i synnerhet vid låga flöden, men kostnaderna för kalibrering är låga, om det redan finns en länsbaserad hydrologisk utredning.

Bakgrundsinformation

Nödvändig information är geografisk belägenhet med avseende på koordinater samt höjd över havet. Dessutom fordras data på nederbörd och temperatur (daglig statistik om den skall användas för modellberäkningar av vattenföring).

Hur beskrivningen av avrinningsområdet skall vara beskaffad beror på vilket delprogram som undersökningstypen ingår i.

Utvärdering

Vid utvärderingar med syftet att beskriva avrinningens variation och tidsutveckling som en funktion av miljötillståndet och olika åtgärder i ett skogligt avrinningsområde, måste resultaten från mätningarna kombineras med bakgrundsinformation om skogsbestånden, skogsbruksåtgärder, deposition och meteorologiska data. I många fall utvärderas avrinningsdata tillsammans med andra data från integrerad övervakning i skog. Utvärderingen omfattar olika moment som utförs med olika frekvens:

Årlig utvärdering:

- För ett avrinningsområde beräknas transporter och flödesvägda halter av olika ämnen på månads- och årsbasis (säsongsvis kan bli aktuellt för vissa variabler). Variationsbredden i uppmätta halter beskrivs.

Utvärdering vart tredje år:

- Resultat från flera län i en region utvärderas samordnat med syfte att öka generaliserbarheten för data på arealförluster från större skogsområden.
- Kvalitén på ytvattnet i bäckar ställs i relation till uppställda miljö- och kvalitetsmål, kritiska belastningsgränser för svavel och kväve samt andra mänskliga aktiviteter som påverkar ytvattnet.

Utvärdering vart sjätte år:

- Undersökningarna av avrinningen utvärderas med syftet att bedöma behovet av förändringar i mätvariabler, provtagningsfrekvens eller vattenföringsmätningar.
- Tidsutvecklingen i avrinningsområdenas ytvattenkvalitet analyseras genom trendanalys.

Kvalitetssäkring

Data från undersökningar av ytvatten i bäckar ska vara av god kvalitet, avseende hela kedjan från planering av program till rapportering och utvärdering. Detta innebär att de ska vara framtagna med väl utprovade och dokumenterade metoder för provtagning och analys (2, 3, 4,5).

Kvalitetssäkringen omfattar:

- urval av mätstationer
- val och installation av mätutrustning
- utarbetning av manualer och provtagningschema samt utbildning av provtagare
- märkning av prover
- analyser
- interkalibreringar
- datavalidering

Provtagningsorganisation och provhantering

Kvalitetskontrollen avseende provtagningen, samt utarbetandet av manualer och provtagningschema, formaliseras genom överenskommelser mellan uppdragsgivaren och aktuella utförare.

Märkning av prover

Provflaskor bör märkas med länsbokstav, nummer på lokalen, kod för typ av prov samt datum. Den exakta utformningen av märkningen bör ske i samråd med en datavärd för att undvika förväxlingar och försvårad bearbetning av data.

Analyser

Speciell hänsyn får tas till de analyser som måste utföras snarast efter provtagning (till exempel pH och ammonium). Om flera laboratorier används för samma analys inom ett nationellt eller regionalt nät måste interkalibreringar utföras för att säkerställa jämförbarheten mellan laboratorierna. Alla analyser skall utföras av ackrediterade laboratorier. Ansvar för kvalitetskontrollen med avseende på analyser ligger på utförande laboratorium. Analyser bör med jämna mellanrum bli föremål för interkalibreringar.

Mätdata

Valideringsrutiner skall ingå i datahanteringen. Via uppställda kriterier som kan visa på orimligheter i data kan mätfel eller inmatningsfel upptäckas.

Det krävs även en manuell genomgång av mätdata, innebärande jämförelser med andra mätstationer och andra variabler. Kriterier för felaktigt värde kan exempelvis vara:

- stor avvikelse från långtidsmedelvärdet
- tidigare observerad samvariation med andra mätvariabler, alternativt mätstationer, upphör plötsligt
- anmärkningar i fältprotokollet
- obalans mellan uppmätta positiva och negativa joner
- obalans mellan uppmätta joner och jonstyrka

Om ett mätvärde är uppenbart felaktigt eller stört, ska det strykas. För vidare utvärdering kan det vara nödvändigt att uppskatta strukna eller saknade värden. Att data är uppskattade skall markeras i databasen. Kan vid kontroll av avvikande data inga felaktigheter konstateras, skall mätvärdet kvarstå, eventuellt med en kommentar i datalagringen och resultatredovisningen.

Vid beräkningar där analysvärden med tillägget "mindre än" förekommer, ansätts vanligen <-

värdet med halva detektionsgränsen. Att ersätta "mindre än-värden" med 0 rekommenderas inte.

Rapportering, presentation

Kring databasen skall finnas rationella bearbetningsrutiner som underlättar rapporteringen till ett stort antal avnämare i form av länsstyrelserna, Naturvårdsverket, skogsvårdsstyrelserna, kommunerna, företag, vattenvårdsförbund, intresseorganisationer och vissa forskningsinstitutioner. Oftast ingår undersökningarna som en del av ett övervakningsprogram i avrinningsområden. Mångfalden av avnämare gör att rapporteringen kan bli mångformig, men vissa grundläggande rapporteringsrutiner kan nämnas:

Tabell och kartredovisning av avrinning (flöde, halter och transport av olika ämnen).

Samvariation mellan resultaten från olika mätstationer.

Samvariation mellan olika variabler.

Tidsutveckling och trender.

Flera olika rapporttyper är aktuella. Grunddata och olika former av bearbetade mätvärden i tabellform skall levereras på begäran från avnämarna. Samtliga bearbetade data rapporteras årligen efter en fastställd mall. Med lägre frekvens sker mer ingående utvärdering och trendberäkningar. Specialrapporteringar skall kunna utföras på begäran från avnämarna.

Datalagring, datavärd

Det är rationellt att lagra data hos en datavärd. Detta gäller aktiva data som bearbetas. Efter kvalitetskontroll bör grunddata lagras i en och samma databas.

Data av samma typ bör lagras på ett och samma ställe för enhetlig bedömning av datakvalitet och för att kunna utnyttja enhetliga bearbetningsrutiner. Databasen bör vara en kommersiellt tillgänglig relationsdatabas. Databasen måste kunna exportera data med ett format som är anpassat till de utvärderingsprogram och datorer som används hos olika avnämare.

Mätdata bör läggas in i databasen direkt i samband med eller direkt efter analys, som rådata i en temporär fil. Efter kontroll av datakvalitén läggs (vid behov korrigerade) grunddata in i slutgiltiga filer, som kan vara av flera slag beroende på avnämarnas behov.

Referensregister

Den fil som innehåller mätdata måste kopplas till stationsfiler och mätmetodsfiler, som innehåller nödvändig bakgrundsinformation till mätdata.

I stationsfilen dokumenteras mätstationens placering, koordinater, höjd över havet, beskrivning av mätdamm samt faktorer i omgivningen som kan påverka mätresultaten eller tolkningen av dessa. De stationer med meteorologiska data som skall användas vid utvärdering skall ingå i referensregistret. I mätmetodsfilen anges vilken mätmetod och vilken mätutrustning som använts. Referensregister i anslutning till databasen upprättas och uppdateras i samverkan mellan uppdragsgivaren och databashållaren.

Kostnadsuppskattning

Etablering av ett avrinningsområde med mätdamm	
Permanent	110 000 kr
Tillfällig	20 000 kr
Kalibrering av en mätpunkt för PULS-beräkningar (befintliga flödesdata)	5 000 kr
Hydrologisk utredning i ett län som underlag för kalibrering av PULS ¹⁾	115 000 kr
Årlig drift en mätdamm	15 000 kr
Beräkningar med PULS, per år och punkt (exkl. kalibreringar)	1 500 kr
Årlig provtagning per provpunkt	10 000 kr
Analyskostnad per prov	1 000-1 500 kr
Lagring, kvalitetssäkring, bearbetning av mätdata och bakgrunds information, redovisning samt utvärdering av data, per provpunkt	8 000-10 000 kr.

¹⁾ De flesta län i södra och mellersta Sverige har redan utfört denna hydrologiska utredning.
Ovanstående kostnader kan påverkas av olika samordningsvinster inom samtliga moment av undersökningarna.

Övrigt

Byggnation av mätdamm kräver avtal med markägaren. Mätdammen får inte vara ett vandringshinder för värdefulla fiskbestånd.

Rekommenderad litteratur

1. Johansson B. 1992. Vattenföringsberäkningar i recipientkontrollpunkter - Utvärdering av PULS-modellen. Vatten 48 2,2: 111-116.
2. The Working Group for Environmental Monitoring - Nordic Council of Ministers 1989:Methods for Integrated Monitoring in the Nordic Countries, Miljörapport 1989:11.
3. International Standard ISO 5667: Water quality - Sampling. 1980-1991.
4. Standardiseringskommissionen i Sverige: Svensk standard (SS) och Svensk industristandard (SIS).
5. Environmental Protection Agency (EPA), USA.

Uppdateringar, versionshantering

Upphävd. Hänvisning till ”Vattenkemi i vattendrag” samt ”Vattenföringsbestämningar inom miljöövervakningen”.

Upphävd