

Datum  
2022-12-09

# Utredning om ytvattenresurserna Fyrisån och Tämnaren avseende kommunal dricksvattenförsörjning i Uppsala kommun

Slutrapport



Uppsala Vatten och Avfall AB

**Postadress**  
Box 1444  
751 44 Uppsala

**Växel**  
Telefon: 018-727 93 00  
uppsalavatten@uppsalavatten.se

**Webbplats**  
[www.uppsalavatten.se](http://www.uppsalavatten.se)

**Organisationsnummer**  
556025-0051

## Innehåll

1. Bakgrund	3
1.1 Projektets syfte och mål	4
2. Metod och resultat	4
2.1 Framtagande av prognosverktyg (modell-uppsättning och kalibrering)	4
2.2 Flödesanalys, utredning om förluster och nutida kapacitet	5
2.3 Utredning om framtida vattentillgång	6
2.4 Utredning om optimala driftförhållanden och alternativ tappningsplan	11
2.5 Miljökvalitetsnormer (MKN)	12
3. Slutsatser	14
4. Tackord	14
Referenser	15

# 1. Bakgrund

Ytvattenförekomsterna Tämnaresjön och Fyrisån utgör en viktig del av dricksvattenförsörjningssystemet för Uppsala stad och anslutna kransorter. Det kommunala dricksvattnet i Uppsala stad baseras på grundvattnet. Dock behövs det naturliga grundvattnet förstärkas för att tillräckliga mängder ska kunna tas ut från grundvattentäkterna (Uppsala Vatten, 2018a; Uppsala Vatten, 2018b; Uppsala Vatten, 2022a; Uppsala Vatten, 2022b). Ytvatten från Fyrisån används därför för konstgjord grundvattenbildning, genom infiltration, i Uppsala- och Vattholmaåsarna. Detta är avgörande för att erhålla en god vattenbalans i stadens grundvattentäkter. Då vattenföringen i Fyrisån är låg under sommaren och ibland även på hösten, kan Tämnaresjön tidvis användas som en kompletterande ytvattenresurs, varifrån vatten överförs till Fyrisån för att uppnå tillräcklig vattenföring för att möjliggöra uttag för infiltration. Vatten överförs då från Tämnaresjön till Fyrisån genom överledning vid Stynsberg. Vattnet leds där genom en ledning till en grävd kanal som mynnar i Tassbäcken. Tassbäcken mynnar i Vendelån, som i sin tur mynnar i Fyrisån. Uttag av vatten för infiltration sker i Storvad och Vallskog. Infiltration till åsen sker i Vallskog, Tunåsen och Husby.



Figur 1 Tämnaresjön, Fyrisån och Uppsala.

Hur reglering av flöde från Tämnaresjön, tillförsel av vatten till Fyrisån och uttag av infiltrationsvattnet från Fyrisån till åsen får ske, styrs av en vattendom från 1977 (Stockholms Tingsrätt VA 16/73 1977-02-24). De intressen domen har tagit hänsyn till är jordbruk, fiske, kraftproduktion och dricksvattenförsörjning. Uttag av vatten från Fyrisån får max uppgå till 1000 l/s (årsmedel får ej vara mer än 700 l/s) och endast ske om vattenföringen vid Ulva Kvarn överstiger 500 l/s. Tämnaresjön har en tappningsplan, vilken bestämmer hur sjön ska regleras vid olika vattenstånd och tid

på året. Totalt får max 15 milj m<sup>3</sup> vatten per år överledas vid Stynsberg, och uttaget är max 1000 l/s i medel per dygn (Uppsala Vatten, 2018a). Även om överledning vid Stynsberg inte sker måste regleringen av Tämnnaren följa tappningsplanen. Tappningsplanen för Tämnnaren är baserad på hydrologiska medelförhållanden fastställda på 1970-talet. De verkliga medelförhållandena har förändrats med tiden till följd av förändringar i klimat. Det innebär att de förutsättningar som tappningsplanen är upprättad efter blir alltmer olika det förhållande som föreligger i verkligheten. Det är av intresse att undersöka huruvida systemet kan tillgodose Uppsala stads framtida vattenbehov, med hänsyn tagen till klimatförändringar.

### **1.1 Projektets syfte och mål**

Projektet som genomfördes hösten 2021 – hösten 2022 syftade till att ta fram ett kunskapsunderlag rörande ytvattenkapaciteten i Fyrisån och Tämnnaren, som kan nyttjas för konstgjord infiltration, under nuvarande och framtida förhållanden med hänsyn tagen till en växande stad och förändringar i klimat.

Det övergripande målet för projektet var att säkerställa den långsiktiga dricksvattenförsörjningen för Uppsala stad och kransorter anslutna till stadens kommunala dricksvattenförsörjning. Mer specifika mål inkluderade att utreda den befintlig och framtida vattentillgång i Tämnnaren och Fyrisån och kapacitet som kan nyttjas för konstgjord infiltration, eventuella förluster i systemet, optimala drifförhållanden, framtagande av prognoser för vattenförhållandena och eventuella förslag till ändring av tappningsplanen.

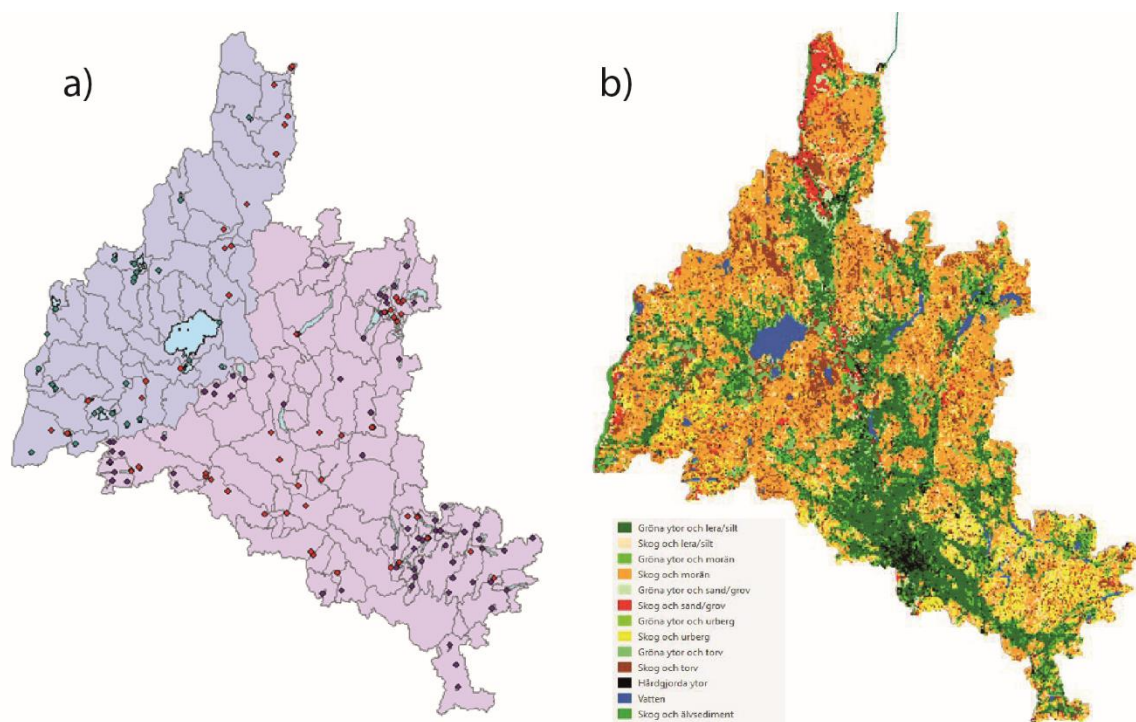
## **2. Metod och resultat**

### **2.1 Framtagande av prognosverktyg (modell-uppsättning och kalibrering)**

För att möjliggöra de prognoser och analyser som utfördes inom projektet togs en modell fram som kan simulera flödesförhållandena i Tämnnaråns och Fyrisåns avrinningsområden. Konsulter på Sweco fick i uppdrag att ta fram en modell-uppsättning för HYPE-modellen för avrinningsområdena. HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) är en avrinningsmodell som kan användas för att simulera hydrologiska processer så som vattenflöden och ämnestransport (SMHI, 2020). Modellen tar hänsyn till nederbörd och temperatur och uppskattar t.ex. evapotranspiration, snölagring och smältning, samt vissa processer i mark. S-HYPE (SMHI, 2022a), dvs. HYPE i kombination med en modelluppsättning för hela Sverige är den modell som används av SMHI:s varnings- och prognostjänst för att göra de prognoser som ligger till grund för bedömning om huruvida risker och varningar för höga flöden och vattenstånd ska utfärdas.

Den modelluppsättning för HYPE som togs fram inom projektet kallas UVA-HYPE (Uppsala Vatten-HYPE). I modellen ingår Tämnnaråns huvudavrinningsområde, vilket omfattar 49 st delavrinningsområden samt Fyrisåns avrinningsområde, vilket omfattar

91 st delavrinningsområden (Figur 2). Uppdelningen av delavrinningsområden följer SVAR version 2016\_3 (SMHI, 2021). 15 st SLCs (Soil type -Land use Combinations) används i modellen baserat på CORINE Land Cover (Lantmäteriet, 2018), Nationella Marktäckedata (NVV, 2018) samt SGU:s jordartskarta (SGU, 2018). Sex sjöar i systemet beskrivs explicit (Tämnaren, Vendelsjön, Stordammen, Dannemorasjön, Slagsmyren och Harvikadammen), medan resten behandlas på ett generellt sätt. Drivdata i form av temperatur och nederbördsobservationer hämtades från PTHBV-databasen (SMHI, 2022b). Modellen har kalibrerats manuellt med målet att få en fördelaktig NSElog (Nash-Sutcliffe efficiency då tidserierna har logaritmerats) vilket gör att modellen kalibreras fördelaktigt med avseende på lågflöden. Simulerat flöde har jämförts med observationer vid 6 st stationer tillhörande SMHI och UVAB. Modellens uppvärmningsperiod och kalibreringsperiod omfattade sex, respektive, fem år.



Figur 2 a) Delavrinningsområden (Tämnrånens huvudavrinningsområde i lila och Fyrisåns avrinningsområde i rosa) samt b) SLC som UVA-HYPE inkluderar.

## 2.2 Flödesanalys, utredning om förluster och nutida kapacitet

Inom projektet har konsulter från Sweco analyserat flödesförhållandena i systemet. En lågflödesanalys baserad på modellerad vattenföring vid Ulva Kvarn för scenariot "naturlig vattenföring" (dvs. utan medräknande av överföring och uttag) under perioden 1966-2020, indikerar att medelvärdet av varje års lägsta dygnsvattenföring är 0,63 m<sup>3</sup>/s. Lågflödesperioder förekommer vanligast mellan juli och november. Vidare har flödet 0,5 m<sup>3</sup>/s en återkomsttid på 1,5 år. Analysen visar att perioder med flöden under 0,5 m<sup>3</sup>/s som överstiger en längd på 30 dagar förekommit under 17 av de 55 år som ingick i analysen.

Överföringen av vatten från Tämnaaren till Fyrisån har i medel uppgått till 5,7 miljoner m<sup>3</sup> per år under perioden 2008-2020. Den största överföringen skedde 2016 då 12 miljoner m<sup>3</sup> överfördes. 2009 och 2012 gjordes ingen överföring eftersom flödena i Fyrisån då var höga. Swecos analys indikerar att det kan vara intressant att utreda huruvida infiltration kan genomföras till större del under andra delar av året än vad som görs nu. Detta eftersom analysen tyder på att flödet, och därmed tillgången till infiltrationsvatten, i Fyrisån under perioden februari-juni, historiskt har varit god.

Förluster av överfört vatten i systemet skulle potentiellt kunna uppkomma genom läckage i överföringsledning, infiltration genom åbotten, avdunstning och vattenuttag. En uppskattning av den totala förlusten utfördes för en nederbördsfattig period år 2019 för sträckan från Stynsberg till SMHI-stationen Bärbyleden. Den totala förlusten uppskattades till ca 9%. Enligt uppskattning kan 10-30% av förlusterna orsakas av avdunstning.

Den maximala vattenvolym som kan tas ut från Fyrisån, i enlighet med befintliga vattendomar, uppskattades genom modellering till mellan 17 och 22 miljoner m<sup>3</sup>/år. Uppskattningen baseras på perioden 2008-2020.

### **2.3 Utredning om framtida vattentillgång**

För att utreda den potentiella inverkan av klimatförändringar på den framtida vattentillgången i Tämnaaren och Fyrisån användes modellering med drivdata som följer olika RCP-scenarier. RCP står för Representative Concentration Pathways. För detaljer rörande de olika antaganden som scenarierna bygger på se SMHI (2022c). Framtidsanalysen utgår från de två scenarierna RCP4.5 och RCP8.5.

Den länsanalys som SMHI (2015) genomfört för Uppsala läns framtidsklimat tyder på att man kan förvänta sig en uppvärmning på ca 3 °C, respektive, 5 °C för scenarierna RCP4.5, respektive, RCP8.5 år 2100. Detta innebär fler varma dagar och en längre vegetationsperiod. Analysen visar på en ökad årsmedelnederbörd (20-30%), med störst ökning (upp till 40%) under vinter och vår. Också kraftig nederbörd förväntas öka.

För att uppskatta den framtida ytvattentillgång i systemet Tämnaaren och Fyrisån genomfördes inom ramen för projektet två olika studier. En utredning baserades på klimatfaktorer (utfördes av konsulter från Sweco) och en studie baserades på drivdata-ensemble (utfördes av utredare från Uppsala Vatten och Avfall). Båda framtidsanalyser baseras på simuleringar med UVA-HYPE.

#### *Studie baserad på klimatfaktorer*

Modellering av flödesförhållanden i systemet simulerades med UVA-HYPE, med några mindre ändringar avseende t.ex. beskrivning av Tämnaarens reglering. För modelleringen användes drivdata baserad på historiska nederbörds- och temperaturdata från PTHBV för perioden 1966-2020, som perturberats med hjälp av

klimatfaktorer från SMHI:s fördjupande klimatscenariotjänst (SMHI, 2022d). Månadsfaktorer<sup>1</sup> för förändring av nederbörd och temperatur för det geografiska området "Fyrisån" under RCP4.5 och RCP8.5 för perioderna 2011-2040, 2041-2070 samt 2071-2100 tillämpades på historiskt data för att generera drivdata för respektive framtidsperiod. Medianändringen för respektive tidsperiod och månad användes. Detta innebär att applicerad ändring motsvarar det utfall som i storleksordning återfinns i mitten av ensemblens alla resulterande ändringar, men det inte är den största tänkbara ändringen eftersom det i den ursprungliga ensemblen finns fall som producerade mer extrema resultat. Eftersom t.ex. ändringar i extremvärden inte kan analyseras med detta tillvägagångssätt föreslogs att även en analys med "full ensemble" skulle utföras (vilket gjordes, se nedan).

Analysen av framtida hydrologiska förhållanden i Fyrisån baserades på modellerad vattenföring vid Ulva Kvarn då naturliga förhållanden föreligger (dvs. utan överföringar och uttag inkluderade). Analysen indikerar att medelvärdet av varje års lägsta dygnsvattenföring (MLQ) förväntas avta i framtiden, från dagens 0,63 m<sup>3</sup>/s till 0,37 m<sup>3</sup>/s (RCP4.5), respektive, 0,27 m<sup>3</sup>/s (RCP8.5) för perioden 2071-2100. Sannolikheten att flödet understiger 0,5 m<sup>3</sup>/s under ett år vid Ulva Kvarn förväntas öka i framtiden. Trenden är något starkare för RCP8.5 än för RCP4.5. Analysen tyder även på att år då flöden under 0,5 m<sup>3</sup>/s förekommer fler än 30 eller 100 dagar kommer att bli betydligt vanligare i framtiden. Främst är det under perioden augusti – oktober som flödena kan bli låga. Analysen indikerade vidare att det kan bli vanligare i framtiden med tillfällen då vattennivån i Tämnnaren understiger sänkningsgränsen. Det förväntas att år då dämningssgränsen underskrids mer än 30 eller 100 dagar blir mer vanligt förekommande ju längre in i framtiden som 30-årsperioden ligger. Trenden är starkare för RCP8.5 än för RCP4.5. Man har i analysen antagit att maximal överföring görs i enlighet nuvarande tillstånd.

Den framtida maximala infiltrationsvattenuttaget från Fyrisån uppskattades för framtidsperioderna 2011-2040, 2041-2070 samt 2071-2100 för RCP4.5 och RCP8.5. För analysen antogs att villkor gällande infiltration och uttag i nuvarande vattendom följs.

I analysen testades också uttag för infiltration på 600 l/s (vilket innebär ett någorlunda konstant uttag under året), respektive, 1020 l/s (vilket innebär att uttag sker framför allt under månader med höga flöden). Tre olika infiltrations behovscenarier simulerades; 8, 12 och 16 miljoner m<sup>3</sup>/år.

Resultat från analysen indikerar att med befintlig tappningsplan och en maximal infiltration på 600 l/s kan i framtiden ett infiltrationsbehov på 12 miljoner m<sup>3</sup>/år täckas för RCP4.5. För RCP8.5 däremot kan behovet sannolikt inte täckas fullt ut vissa år under perioden 2071-2100. Ett infiltrationsbehov på 16 miljoner m<sup>3</sup>/år (vilket motsvarar ungefär dubbla dagens behov) kan under dessa förutsättningar sannolikt inte täckas fullt ut vissa år redan under perioden 2011-2014, varken för RCP4.5 eller RCP8.5.

---

<sup>1</sup> Klimatfaktorerna är framräknade från modelleringsresultat då S-HYPE använts för ensemble-simulering med justerad CORDEX-data som drivdata.

Resultat från analysen indikerar vidare att med befintlig tappningsplan och en maximal infiltration på 1020 l/s (vilket förutsätter en förändring i när på året störst uttag för infiltration görs) förväntas i framtiden ett infiltrationsbehov på 12 miljoner m<sup>3</sup>/år kunna täckas för både RCP4.5 och RCP8.5. Dessutom förväntas ett behov på 16 miljoner m<sup>3</sup>/år (vilket motsvarar ungefär dubbla dagens behov) sannolikt kunna mötas, utom möjligen för perioden 2071-2100 under RCP8.5, då det sannolikt inte täcks fullt ut vissa år.

#### *Studie baserad på drivdata-ensemble från klimatmodeller*

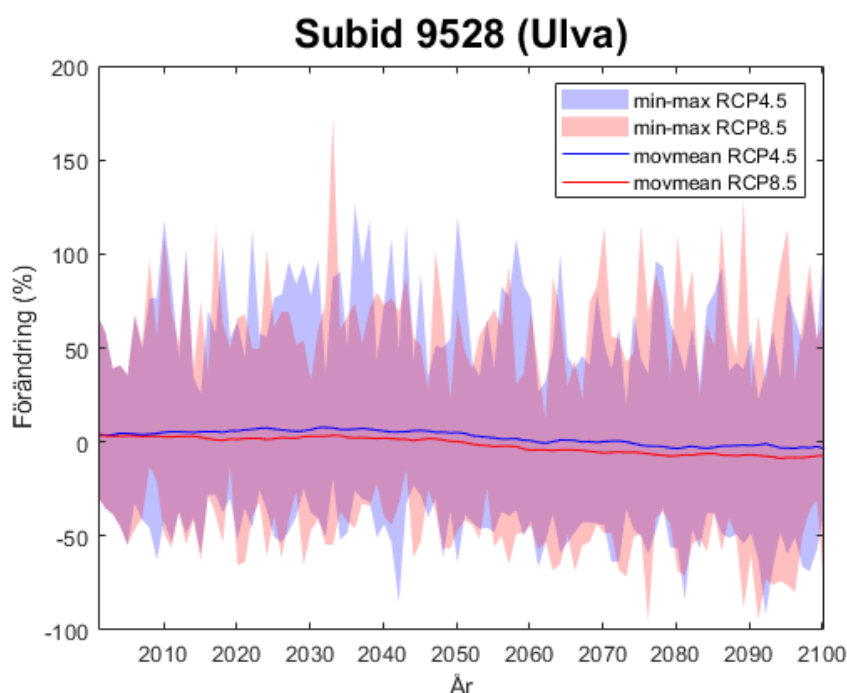
Modellering av framtida flödesförhållanden i Tämnaråns och Fyrisåns avrinningsområde simulerades med UVA-HYPE (överföring ej inkluderad). För modelleringen användes som drivdata en ensemble av resultat från klimatmodeller (simulerad nederbörds- och temperaturdata). Drivdata baserades på klimatsimuleringsresultat från CORDEX (CORDEX, 2022)<sup>2</sup>. Ett urval, 16 kombinationer, av dessa ursprungligen storskaliga simuleringsresultat har sedan nedskalats och biasjusterats för delavrinningsområdena av SMHI och levererats som tidserier för temperatur och nederbörd för varje delavrinningsområde för perioden år 2006-2100 för utsläppsscenarioer RCP4.5 och RCP8.5. Modellerad historisk data har också levererats för perioden 1971-2005. HYPE-simuleringar och analys utfördes av utredare på Uppsala Vatten och Avfall AB.

Referensperioden 1971-2000 användes i studien. I analysen undersöktes framtida förändring av vattenföring, antal lågflödesdagar, tillrinningens årodynamik m.m. Analysen indikerar att en måttlig minskning i årsmedelvattenföring kan förväntas år 2100 jämfört med referensperioden. För att åskådliggöra trenden i data tydligare beräknades ett löpande 30-årsmedelvärde (movmean) av medelvärdet av ensemblens förändringar av årsmedelvattenföringen. Figur 3 visar resultatet för SUBID 9528, dvs. det delavrinningsområde där Ulva Kvarn är belägen. För att åskådliggöra spridningen i resultat som förekommer inom ensemblen visas även för varje år spannet mellan den minsta och största (min-max) förändringen i ensemblen för respektive RCP-scenario.

---

<sup>2</sup> Data har levererats av SMHI i enlighet med Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0), <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>.





Figur 3 Förändring i årsmedeltillrinning jämfört med referensperioden för SUBID 9528. I början av perioden är förändringen +4% (RCP4.5), respektive, +3,5% (RCP8.5) och i slutet av perioden -3,5% (RCP4.5), respektive, -7,5% (RCP8.5).

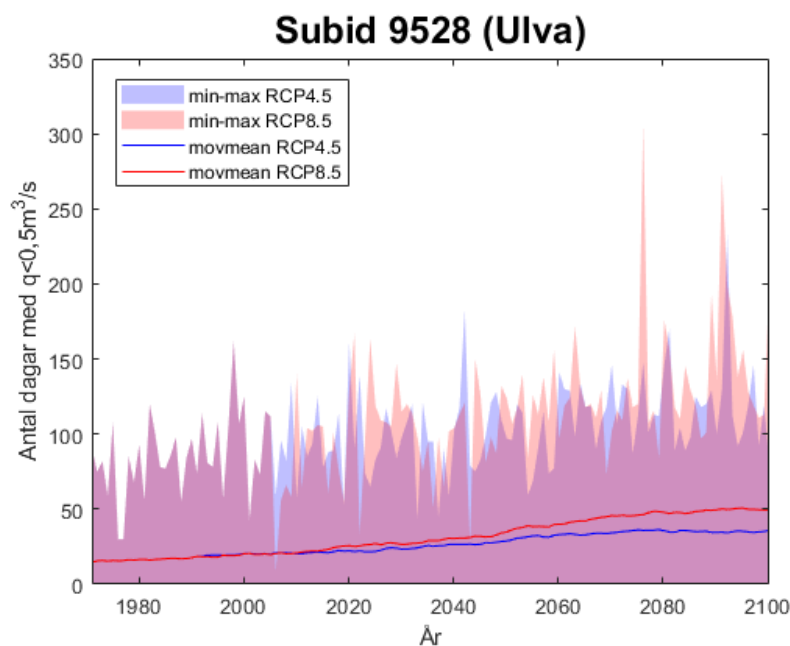
Av figuren framgår att det finns en stor variation i förändrad årsmedelvattenföring inom ensemblen. Förändringen i årsmedeltillrinning jämfört med referensperioden för SUBID 10195, dvs. det delavrinningsområde i vilket Tämnaren är belägen är 2001 +2% (RCP4.5), respektive, +1% (RCP8.5) och 2100 -6% (RCP4.5), respektive, -11% (RCP8.5).

Även förändringen i medelvattenföring under vinterperioden (definierad som december, januari och februari) undersöktes. Studien indikerar en ökad medelvattenföring under vinterperioden i framtiden. År 2100 förväntas förändringen vara ca +10-30% (för de flesta undersökta delavrinningsområden strax över +20%) jämfört med referensperioden.

I analysen beräknades antal lågflödesdagar för varje år under perioden 2001-2100. Antal dagar med lågflöde definieras i denna studie på samma sätt som av SMHI (2022), dvs. som antal dagar med en vattenföring < medellågsvattenföring ( $MLQ_{ref}$ ), vilket är medelvärdet av varje års lägsta dygnsvattenföring under referensperioden 1971-2000. Analysen indikerar att en ökning av antalet lågflödesdagar kan förväntas år 2100 jämfört med referensperioden. Det löpande 30-årsmedelvärdet (movmean) av medelvärdet av ensemblens antal lågflödesdagar tyder på att antal lågflödesdagar för SUBID 9528, dvs. det delavrinningsområde där Ulva Kvarn är belägen, förväntas öka från ca 39 dagar till 57 dagar (RCP4.5), respektive, 72 dagar (RCP8.5). En stor variation i antal lågflödesdagar fanns inom ensemblen.

Antal dagar per år för perioden 1971-2100 då vattenföringen understiger 0,5 m<sup>3</sup>/s för det SUBID i vilket Ulva ingår beräknades (Figur 4). Vattenuttag för infiltration får ej

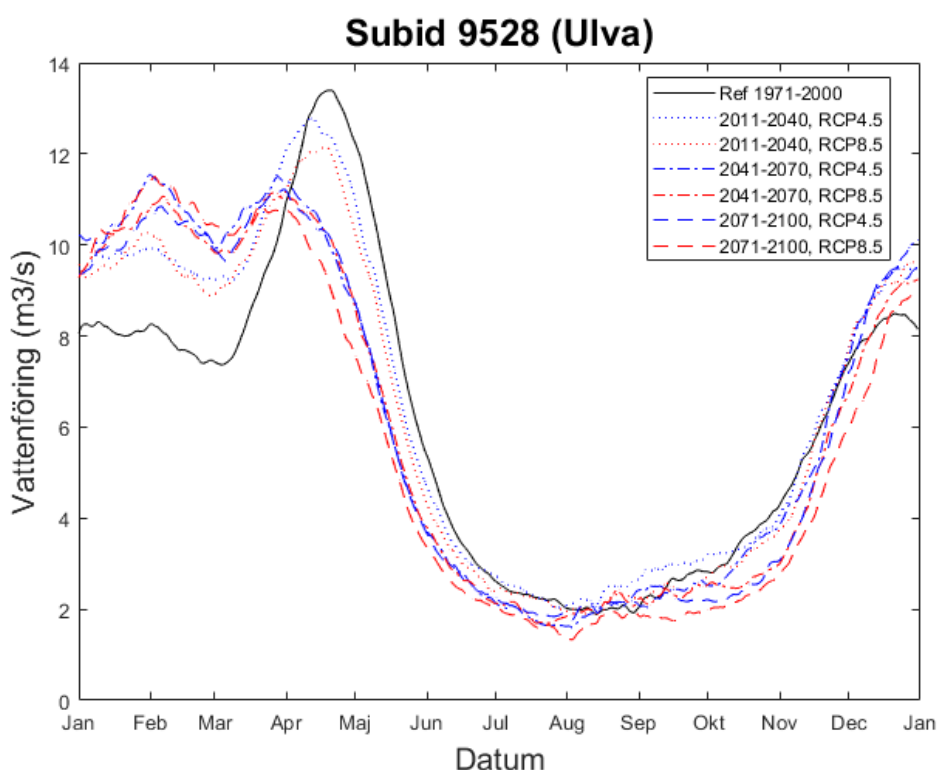
göras då detta flöde understigs. Överföring av vatten från Tämnaren till Fyrisån inkluderades ej i modelleringen, och resultatet speglar därför hur flödessituationen skulle se ut vid naturliga flödesförhållanden. För att åskådliggöra trenden i data tydligare visas i figurerna ett löpande 30-årsmedelvärde (movmean) av medelvärdet av ensemblens antal flödesdagar med vattenföring under  $0,5\text{m}^3/\text{s}$ . För att åskådliggöra spridningen i resultat som förekommer inom ensemblen visas även för varje år spannet mellan den minsta och största (min-max) förändringen i ensemblen för respektive RCP-scenario.



Figur 4 Antal dagar med flöde som understiger  $0,5\text{ m}^3/\text{s}$  för SUBID 9528 enligt simuleringsresultat från framtidsanalysen. En ökning kan ses från ca 14 dagar år 1971 till 36 dagar (RCP4.5), respektive, 50 dagar (RCP8.5) år 2100.

Resultatet visar att hur systemet drifas kan komma att bli mer viktigt med tiden. Det kan finnas ett större behov att överföra vatten till systemet, alternativt göra uttag under vissa perioder i framtiden.

I analysen undersöktes även tillrinningens årscykel. För olika delavrinningsområden (SUBID) beräknades vattenföringen som 30-årsmedelvärden för perioderna 2011-2040, 2041-2070 och 2071-2100 samt referensperioden 1971-2000 och olika RCP-scenarier. Ett exempel visas i Figur 5.



Figur 5 Vattenföringens årsdynamik för SUBID 9528 enligt simuleringsresultat från framtidsanalysen.

Studien visar att vattenföringens årsdynamik kan komma att ändras så att vattenföringen under vintermånaderna och fram till och med mars kan bli högre i framtiden än under referensperioden. Under våren kan man för de sista två 30-årsperioderna förvänta sig en mindre tydlig vårfloed jämfört med under referensperioden. Under sommarmånaderna kan man i framtiden förvänta sig en lägre vattenföring än under referensperioden. Det samma gäller för de flesta fall under hösten. Generellt ger scenariot RCP8.5 en lägre vattenföring än RCP4.5.

#### 2.4 Utredning om optimala driftförhållanden och alternativ tappningsplan

Konsulter från Sweco undersökte även om Tämnares reglering (tappningsplan) kan optimeras för att öka volymen vatten som kan överföras till Fyrisån under torra perioder. Fokus var alltså att undersöka möjligheten till ökad magasinering i Tämnares. Analysen baserades på modellering med den något modifierade UVA-HYPE-modellen. Det antogs att nuvarande sänknings- och dämninggränser bibehålls.

Den undersökta förändrade tappningsplanen (maximal magasinering) innebär att den dämninggräns som i nuvarande tappningsplan hålls under sommaren, används året runt. Resultat från analysen visar att antal år i framtiden då Tämnares vattennivå förväntas understiga sänkningsgränsen skulle minska avsevärt med den modifierade tappningsplanen. Observera att denna analys inte omfattar utredning av potentiella konsekvenser av en högre vattennivå i Tämnares, såsom t.ex. en förändrad översvämningsrisk, utan sådant bör undersökas vid eventuellt fortsatt arbete.

Analys och uppskattning av maximalt uttag genomfördes även för den modifierade tappningsplanen. Resultat från analysen indikerar att med den modifierade tappningsplanen och en maximal infiltration på 600 l/s kan i framtiden ett infiltrationsbehov på 12 miljoner m<sup>3</sup>/år täckas för både RCP4.5 och RCP8.5. Om infiltrationsbehovet är 16 miljoner m<sup>3</sup>/år kan behovet sannolikt inte täckas fullt ut vissa år under perioderna 2041-2070 och 2071-2100 oavsett RCP-scenario. Resultat från analysen indikerar vidare att med den modifierade tappningsplanen och en maximal infiltration på 1020 l/s (vilket förutsätter en förändring i när på året störst uttag för infiltration görs är möjlig) förväntas ett behov på 16 miljoner m<sup>3</sup>/år (vilket motsvarar ungefär dubbla dagens behov) sannolikt kunna täckas för både RCP4.5 och RCP8.5.

## 2.5 Miljökvalitetsnormer (MKN)

En undersökning av regleringens nutida och framtida påverkan på miljökvalitetsnormer (MKN) utfördes av konsulter på Sweco. För detta beräknades utifrån föreskrifter och vägledningar (HVMFS 2019:25; HaV, 2022) status för kvalitetsfaktorn hydrologisk regim för Tämnaren och Fyrisån Ulva – Björklingeån. Analysen baserades på resultat från HYPE-modellering i form av vattenstånd under 2010-2018, respektive, vattenföring under 2016-2020. För beräkningarna av framtida MKN antogs att god status inte ännu uppnåtts.

Nuvarande status för hydrologisk regim bestämdes för Fyrisån Ulva – Björklingeån under tre olika förutsättningar i) ingen infiltration (referenstillstånd), ii) historisk överföring och infiltration samt iii) överföring 1000 l/s och 600 l/s infiltration (Tabell 1).

Tabell 1 Swecos bedömning av nuvarande status för hydrologisk regim avseende Fyrisån Ulva-Björklingeån.

Parameter	VISS*	i	ii	iii
Specifik flödesenergi i vattendrag	Otillfredsställande 37%	Måttlig 30%	Måttlig 30%	Otillfredsställande 42%
Volymsavvikelse i vattendrag	Hög -	Hög 0%	God 7%	God 9%
Flödets förändringstakt i vattendrag	Hög -	Hög 0%	Hög 4%	Hög 4%

\*Observera att VISS statusklassning är gjord för andra tidsperioder än fall i-iii och är därför inte direkt jämförbara med dessa.

Tämnarens nuvarande status för hydrologisk regim bestämdes för två olika antaganden i) utan överföring (referenstillstånd) och ii) en överföring på 1000 l/s (Tabell 2).

Tabell 2 Swecos bedömning av nuvarande status för hydrologisk regim avseende Tämnaren.

Parameter	VISS*	i**	ii
Vattenståndsvariation i sjöar	-	Hög <0,05 m	Hög <0,05 m
Avvikelse i vinter- eller sommarvattenstånd	-	Hög <0,05 m	God 0,08 m
Vattenståndets förändringstakt i sjöar	Hög -	Hög 0%	God 6,10%

\*Observera att VISS statusklassning är gjord för andra tidsperioder än fall i och ii och är därför inte direkt jämförbara med dessa. \*\*Notera att referenstillståndet i verkligheten är påverkad av tappningsplanen och bedömning av status utgående från denna måste därför tolkas med försiktighet.

Framtida status för hydrologisk regim för Fyrisån Ulva – Björklingeån bestämdes för RCP4.5 och RCP8.5 under antagande om en infiltration på 600 l/s. Analysen indikerar att för båda RCP-scenarier förväntas den specifika flödesenergin i vattendrag klassas som otillfredsställande, medan volymsavvikelse och flödets förändringstakt i vattendrag klassas som god.

Framtida status för hydrologisk regim för Tämnaren vid en maximal överföring på 1000 l/s bestämdes för RCP4.5 och RCP8.5. Vattenståndsvariation i sjöar och avvikelse i vinter- eller sommarvattenstånd för samtliga tidsperioder och RCP-scenarier klassades som god i analysen. Vattenståndets förändringstakt i sjöar förväntas för RCP4.5 vara god fram till 2071-2100 då den klassas som hög. För RCP8.5 är denna parameter klassad som god för perioden 2011-2040, varefter den klassas som hög.

Efter sammanvägning av parametrarna, där klassning utgår från sämsta status, klassas hydrologisk regim för Fyrisån Ulva-Björklingeån som måttlig (under antagande om historisk överföring och infiltration) och otillfredsställande för övriga scenarier. För Tämnaren klassas statusen som god för samtliga scenarier.

En förändrad tappningsplan för maximal magasinering skulle kunna innebära en sänkt status för kvalitetsfaktorn hydrologisk regim för Tämnaren och Fyrisån Ulva-Björklingeån i jämförelse med om man antar fullt nyttjande av befintlig vattendom.

### **3. Slutsatser**

Projektet "Utredning om ytvattenresurserna Fyrisån och Tämnaaren avseende kommunal dricksvattenförsörjning i Uppsala kommun" pågick från hösten 2021 till hösten 2022.

Projektet har resulterat i att ett prognosverktyg (en modelluppsättning för HYPE-modell för systemet Tämnaaråns- och Fyrisåns avrinningsområden) tagits fram och kalibrerats, vilket möjliggör simulering av flöden i systemet. Andra resultat från projektet inkluderar ett kunskapsunderlag rörande uppskattningar av t.ex. nutida och framtida ytvattentillgång som kan nyttjas för konstgjord infiltration, förluster i systemet, optimala driftförhållanden, inverkan av alternativ tappningsplan och eventuell inverkan på MKN.

Notera att utredningen om alternativ tappningsplan är av preliminär karaktär och vid eventuell fortsatt arbete skulle ytterligare aspekter behöva utredas. Sådana aspekter skulle kunna omfatta eventuell inverkan på t.ex. potentiell översvämningrisk eller annan inverkan på omkringliggande områden. De rättsliga förutsättningarna för ändrad vattenhushållning för Tämnaaren är också en aspekt som behöver vägas in.

Förslag på ändrad infiltrationsstrategi med mer uttag under t.ex. vinter har lyfts i projektet. Möjligheterna för att nyttja en sådan strategi behöver utredas sett ur grundvattentäcks- och driftperspektiv för att säkerställa att detta är ett reellt alternativ.

Den förbättrade förståelsen för ytvattensystemen (Tämnaaren och Fyrisån) som detta projekt medfört, innebär en förbättrad utgångspunkt för att hantera frågor och ta beslut rörande säkerställande av en långsiktig dricksvattenförsörjning för Uppsala stad och kransorter anslutna till stadens kommunala dricksvattenförsörjning.

### **4. Tackord**

Detta projekt har medfinansierats genom statsstöd till åtgärder som förbättrar vattenhushållning och tillgång till dricksvatten förmedlade av Länsstyrelsen i Uppsala län. Beslut för statligt stöd har diarienummer 536-3404-21.

Dokumentationen, inklusive fotografier/figurer, får fritt användas och spridas av Länsstyrelsen och andra aktörer.

## Referenser

CORDEX (2022). *CORDEX – Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment*. <https://cordex.org>

HaV (2022). *Nationell vägledning – Bedömningsgrunder för ytvattenförekomster*. <https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/vattenforvaltning/nationell-vagledning/bedomningsgrunder-for-ytvattenforekomster.html>

Lantmäteriet (2018). *CORINE Land Cover*. <https://www.lantmateriet.se/sv/geodata/vara-produkter/internationell-samverkan/corine-land-cover/> [2022-10-14]

NVV (2018). *Nationella Marktäckedata (NMD)*. <https://www.naturvardsverket.se/verktyg-och-tjanster/kartor-och-karttjanster/nationella-marktackedata> [2022-10-14]

Uppsala Vatten (2022a). *Vattenförsörjning i Uppsala Stad*. <https://www.uppsalavatten.se/download/18.6001eb69180b1f4d4304f29/1652254993678/Vattenforsoringen%20i%20Uppsala%20stad.pdf> [2022-10-14]

SGU (2018). *Jordartskarta*. <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-permannesomrade/jordartsdata/jordarter-125-0001100-000/> [2022-10-14]

SMHI (2015). *Framtidsklimat I Uppsala län – enligt RCP-scenarier*. KLIMATOLOGI nr 20. <https://www.smhi.se/publikationer/framtidsklimat-i-uppsala-lan-enligt-rdp-scenarier-1.96113>.

SMHI (2020). *HYPE: Our Hydrological Model*. <https://www.smhi.se/en/research/research-departments/hydrology/hype-our-hydrological-model-1.7994> [2022-10-14]

SMHI (2021). *Ladda ner från Svenskt Vattenarkiv*. <https://www.smhi.se/data/hydrologi/sjoar-och-vattendrag/ladda-ner-data-fran-svenskt-vattenarkiv-1.20127> [2022-10-14]

SMHI (2022a). *S-HYPE: HYPE-modell för hela Sverige*. <https://www.smhi.se/forskning/forskningsenheter/hydrologisk-forskning/s-hype-hype-modell-for-hela-sverige-1.560> [2022-10-18]

SMHI (2022b). *Griddade nederbörd- och temperaturdata – PTHBV*. <https://www.smhi.se/data/ladda-ner-data/griddade-nederbord-och-temperaturdata-pthbv>

SMHI (2022c). *RCP scenarier*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatmodeller-och-scenarier/rcp-er-den-nya-generationen-klimatscenarier-1.32914>

SMHI (2022d). *Fördjupad klimatscenariotjänst*. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenarier/met/sverige/medeltemperatur/rcp45/2071-2100/year/anom>

Uppsala Vatten (2018a). *Tämnarens roll i Uppsalas vattenförsörjning*. [www.uppsalavatten.se/download/18.6001eb69180b1f4d430531c/1652255012267/Tamnarens%20roll%20i%20Uppsalas%20vattenforsoring%20populärversion%20webben%20\(1\).pdf](http://www.uppsalavatten.se/download/18.6001eb69180b1f4d430531c/1652255012267/Tamnarens%20roll%20i%20Uppsalas%20vattenforsoring%20populärversion%20webben%20(1).pdf) [2022-10-14]

Uppsala Vatten (2018b). *PM Tämnarens roll i Uppsalas vattenförsörjning*. [www.uppsalavatten.se/download/18.6001eb69180b1f4d430531d/1652255012283/Tamnarens%20roll%20i%20Uppsalas%20vattenforsoring%20-%20fordjupning.pdf](http://www.uppsalavatten.se/download/18.6001eb69180b1f4d430531d/1652255012283/Tamnarens%20roll%20i%20Uppsalas%20vattenforsoring%20-%20fordjupning.pdf) [2022-10-14]

Uppsala Vatten (2022b). *Uppsalaåsen - grundvatten*. <https://uppisalavatten.se/om-oss/verksamhet-och-drift/dricksvatten/upsalaasen---grundvatten> [2022-10-14]