

BETECKNING

Projektnummer

VKH41000

Enligt sändlista

Erik Isberg

Tillförordnad programansvarig

070 164 44 75

E-post: erik.isberg@energiforsk.se

Datum 2024.02.21

## Hydrologiskt utvecklingsarbete inom vattenkraftindustrin, HUVA: Programperiod 2024–2026

**Programmet Hydrologiskt utvecklingsarbete inom vattenkraftindustrin, HUVA, bidrar med hydrologisk kunskap vilket krävs för att vattenkraftsbranschen fortsatt skall vara en framgångsrik del av energiomställningen. Programmet syftar till att bistå med utveckling, kunskap och metodik kring hydrologiska modeller och hydrologiska tillämpningar för en effektiv hantering av vattenresursen för kraftproduktion. Förbättring av tillrinningsprognoser med praktisk tillämpning i vattenkraft drivs inte av något annat forum och HUVA utgör därför ett viktigt och unikt nätverk inom området.**

### Bakgrund

1981 grundades en arbetsgrupp, som benämns som HUVA-gruppen, för att stötta hydrologiskt utvecklingsarbete inom vattenkraftsindustrin. Verksamheten har under åren berört driftfrågor inom vattenkraften (t.ex. hydrologiska prognoser och kravisproblem), dimensionerande flöden (t.ex. extrema klimatologiska och hydrologiska förhållanden), vattentillgång och vattenbalans (t.ex. effekten av klimatförändringar och metodutveckling för snömätningar) samt arbetat aktivt med kunskapsspridning genom kursverksamhet och konferenser.

### Betydelsen av HUVAs arbete för industrin

Det övergripande målet med HUVA är att öka precisionen i tillrinningsprognoser på kort och lång sikt. Detta är inget självändamål; förbättrade tillrinningsmodeller och prognoser skall i sin tur leda till ett effektivt nyttjande av vattenkraftresursen och vara grund för avvägning mot andra intressen såsom åtgärder för miljön. Förbättring av tillrinningsprognoser sker dels genom utveckling av modeller och verktyg, dels genom förbättrade indata för modellens kalibrering och drift. Utveckling sker i takt med att tekniken utvecklas och nya lösningar uppstår och i nära samverkan mellan industri, SMHI och akademien, vilket har resulterat i värdefulla samarbetsytor. Detta har även bidragit till en bred

applicering av programmets resultat och till utvecklingen av de modeller och klimat-scenarier som tas fram av till exempel SMHI. SMHI:s HBV-modell utvecklades för vattenkraftindustrin och fortsatt utveckling har skett kontinuerligt inom HUVA-programmet.

I arbetet eftersträvas att underlätta för vattenkraftindustrin att operationalisera och tillämpa resultaten från programmets forsknings- och utvecklingsaktiviteter. En viktig del i HUVAs arbete är därför att initiativen som finansieras är utformade på ett sätt som säkerställer att nya verktyg och metoder kan integreras och operationaliseras i verksamheten. Detta är ett kontinuerligt arbete men med varierande tidshorisonter beroende på mognadsgraden i de verktyg som utvecklas.

## Mål och nytta

Hydrologiska modellberäkningar och prognoser krävs för att effektivt kunna nyttja vattenkraftresursen. Tillförlitliga tillrinningsprognoser är också viktiga för dammsäkerheten och i beredskapssyfte. De tematiska områdena som bevakas inom programmet beskrivs i Tabell 1. Dessa områden bevakas kontinuerligt och definierade FoU-behov i denna offert syftar till att bidra med konkreta nyttor för att upprätthålla detta bidrag.

**Tabell 1.** Tematiska områden i fokus för HUVAs FoU-aktiviteter.

---

|   |   |
|---|---|
| <b><i>Effektiv hantering av vattenresurser för att stötta ett hållbart energisystem</i></b> | Tillrinningsprognoser är en förutsättning för optimerad vattenhushållning och effektiv vattenkraftproduktion. I takt med att energisystemet förändras, och intermittent energiproduktion ökar, blir vattenkraftens reglerförmåga allt viktigare. Denna förändring påverkar även produktionsmönstret för vattenkraften och vattenhanteringen över tid. Det kommer att leda till att ännu högre krav ställs på tillrinningsprognoser med hög noggrannhet och en vidareutveckling av de modeller som används.                            |
| <b><i>Klimatförändringarnas påverkan på hydrologin</i></b>                                  | Frågeställningar rörande klimatförändringarnas påverkan på tillrinningen är en betydande aspekt för framtidens vattenkraft. I denna fråga bidrar HUVA med ökad förståelse kring framtida flödesmönster och hur hydrologiska modeller samt klimatscenarier kan appliceras för planering och hantering av vattenresursen.   |
| <b><i>Dammsäkerhet</i></b>  | Hydrologiska tillrinningsprognoser har stor betydelse för samverkan i en älv vid hanteringen av höga flöden vilket får direkt inverkan på att upprätthålla dammsäkerhet. Myndigheter har en stor tilltro till att branschen upprätthåller kvaliteten på tillrinningsprognoser.<br>Hydrologiska modellberäkningar ligger till grund för beräkning av dimensionerande flöden. För detta arbete är det viktigt med kvalitetssäkrade indata och välutvecklade modeller så att investeringar i dammar görs baserat på ett robust underlag. |

---

En viktig målsättning med programperioden 2024–2026 är att utreda behovet av förbättrade metoder och/eller modeller för tillrinningsberäkningar. På forskningsfronten är hydrologiska modeller baserade på maskininlärning i växande fokus och kommersiella produkter börjar dyka upp. Tongivande frågeställningar som behöver rama in de FoU-aktiviteter som finansieras av programmet är:

- Hur mycket längre kan branschen komma med de modeller och verktyg som används idag?
- Vilka andra alternativ finns för att hitta lösningar på de utvecklingsbehov som finns?

### ***Utvecklingsbehov prioriterade för programperiod 2024–2026***

För att ringa in de mest betydande behoven för branschgemensamma insatser hölls under 2023 en workshop med forskare och representanter från SMHI och forskare från svenska och norska universitet. En behovsanalys har utförts av ledamöterna i programmets styrgrupp på de egna företagen och diskuterats på HUVAs strategimöten. Idag använder vattenkraftindustrin i operativ drift HBV-modellen på dygnsbasis med indata i form av (daglig) aggregerad nederbörd och medeltemperatur över dygnet. Modellen sätts upp och kalibreras för relativt stora avrinningsområden och används med tre olika syften: beräkning av historisk eller observerad tillrinning, att producera en kortsiktig 10-dagars prognos och en långsiktig statistisk prognos (länge än 10 dagar). Området representeras av medelvärden eller punktvärden. För att på ett ändamålsenligt sätt kunna beskriva viktiga hydrologiska processer krävs att modellen har en högre upplösning än detta, så väl geografiskt som tidsupplöst. En ytterligare betydande faktor för att kontinuerligt utveckla hydrologiska modeller är att modellen har flexibiliteten för att relativt enkelt modifiera sin struktur. Detta ger möjlighet till att kunna integrera och välja bland olika beskrivning av hydrologiska processer, till exempel olika snömodeller med varierande komplexitet.

I programperioden 2021–2023 sattes en distribuerad modell med, bland annat, högre rumslig upplösning upp för Umeälven. Under programperiod 2024–2026 eftersträvas att utvärdera potentialen i den distribuerade modellen jämfört med befintlig operativ modell. Denna utvärdering skulle kunna kompletteras med tester av modeller baserade på artificiell intelligens (se vidare nedan).

Prioriterade utvecklingsbehov och dess nytta för branschen beskrivs i det följande och har sammanfattats i tre huvudområden.

#### ***1. Hydrologisk modell***

I takt med att kraven på vattenkraftens roll i energisystemet förändras, ökar också behovet av en finare upplösning i prognoserna för att kunna styra produktionen i kortare tidssteg. En ökad upplösning i modellen går hand i hand med behovet av kvalitetsssäkrade drivdata i samma upplösning. Möjligheten att göra tillrinningsprognoser med högre rumslig och temporal upplösning finns. För att detta skall komma i operativ användning återstår att i stor skala och över tid jämföra sådana modeller med befintliga alternativ och att utreda förutsättningar för operativ implementering.

**Kortare tidssteg:** På våren, då temperaturen varierar mycket under dygnet ger dygnets medeltemperatur inte en adekvat beskrivning av avsmältningen. Detta gör att snösmältningsförloppet ofta inte fångas korrekt av den hydrologiska modellen. Behovet av vattenkraft varierar stort inom dygnet och planering sker på korta tidssteg. En högre

tidsupplösning för temperatur och nederbörd skulle kunna öka möjligheterna att till exempel hantera kraftigt ökande tillrinningar på ett optimalt sätt.

**Rumslig upplösning:** Nuvarande beräkningsområden är ofta för stora för att kunna beskriva hydrologiska processer eller fånga lokala förhållanden. Hög rumslig upplösning ger också bättre möjlighet att använda uppmätta data som exempelvis snömätning. HUVA har på senare år på ett eller annat sätt deltagit i flertalet utvecklingsprojekt för uppskattning av snömagasinets vatteninnehåll som med nuvarande modellupplösning inte kan nyttjas till fullo.

**Rätt information vid rätt tillfälle:** Med en högre upplösning följer även en ökad mängd information vilket kan göra informationen svårtolkad eller arbetet tungt. Olika användare inom företagen har olika behov. Att utveckla flexibla verktyg med möjlighet att välja vad som skall visas och i vilken upplösning är därför en viktig aspekt att beakta.

**Flexibelt uppbyggd modell:** En modell som är moduluppbyggd skulle göra det möjligt att anpassa olika hydrologiska modellalgoritmer efter behov, till exempel användande av en energibalansmodul för att förbättra modellberäkningarna under avsmältningsfasen eller en snömodul för att implementera snömätningens resultat.

**Driv- och kalibreringsdata:** Tillförlitlighet i beräknad tillrinning beror till största delen på kvaliteten av de data som används för kalibrering av modellen och de data som används för modellens drift. Idag används normalt dygnsdata. Under senare år har SMHIs manuella stationsnät stadigt minskat. SMHI har dock börjat ersätta dessa med automatiska mätstationer. Detta innebär att tillgången på data med högre tidsupplösning ökar vilket skulle gynna tillrinningsberäkningarna. Vattenkraftbranschen bidrar även själva med meteorologiska mätningar och snömätningar för att säkerställa nutidens och framtidens behov av tillförlitliga prognoser.

Nya modeller och metoder kan även kräva andra data än de som samlas in i dagsläget.

## 2. *Hydrologisk prognos*

**Korttidsprognos:** Den korta prognosens (upp till 10 dagar) osäkerhet styrs till stor del av osäkerhet i den ingående meteorologiska prognosen. Just nu inkluderar dessa prognoser ett osäkerhetsintervall, men ingen annan information ges relaterad till detta. Att ge en beskrivning av prognosens osäkerhet kan förbättra beslutsunderlag.

- Hur kan prognosens osäkerheter kvantifieras och/eller beskrivas på ett pedagogiskt sätt? T.ex. genom att presentera indikatorer på sannolikhet för de meteorologiska prognoserna.
- Kan den meteorologiska prognosen förbättras genom att ge SMHI vädertjänst tillgång till reatidsdata från branschens mätstationer?

**Långtidsprognos:** Den långsiktiga prognosen (länge än 10 dagar) bygger på historiska data för nederbörd och temperatur. Klimatförändringens effekt ställer dock frågan om hur relevant äldre historiska data fortsatt är.

- Hur ska klimatförändringens effekt hanteras för att historiska data fortsatt skall kunna nyttjas i långtidsprognosen?
- Kvaliteten av meteorologiska säsongsprognoser ökar stadigt. Hur kan meteorologiska säsongsprognoser bidra till förbättrade tillrinningsprognoser? Till exempel genom att fånga signaler på kommande extremhändelser som torka eller stor nederbörd.

**Klimatförändringarnas påverkan:** Klimatförändringen har påverkan på tillrinningen, i vilken omfattning och på vilket sätt är dock osäkert. Detta är viktigt för branschen att adressera från flera perspektiv och berör både kortsiktiga och långsiktiga prognoser. En bättre förståelse av långsiktiga förändringar och osäkerheten i dessa uppskattningar kan bidra till ett mer robust beslutsunderlag för långsiktig produktionsplanering och investeringsbeslut.

- De klimatscenarier som idag används för att beskriva möjliga framtida flöden resulterar i utfall med stor spridning. Kan metoder utvecklas för att scenarier med spretigt utfall på bättre sätt skall kunna nyttjas i vattenkraftens riskhantering och bedömning av långsiktig produktions- och reglerförmåga?
- Påverkan av klimatförändringar på återkomsten av extremhändelser är en viktig fråga att utreda vidare. Den hydrologiska modellen fungerar bra i "normalväder" eller det klimat den har kalibrerats till, men hur ska modellen hantera "nya" extrema händelser och perioder?

### 3. Möjligheterna i en ökad digitalisering

Ett genomgående tema i de utvecklingsbehov som identifierats för kommande programperiod är möjligheterna i en ökad digitalisering och effektivisering av den hydrologiska prognoskedjan. För närvarande utförs mycket handpåläggning vilket leder till att resurser inte utnyttjas effektivt, som till exempel vid drivdatakorrigering eller manuell justering av tillrinningsprognoser. Samtidigt sker det att viktiga processer eller tendenser i prognoskedjan missas. Behov finns därför att vidare utreda möjligheter till förbättring av sådana processer. På senare år har metoder inom artificiell intelligens (AI), främst maskininlärning (ML), fått fotfäste bland annat inom meteorologiska och hydrologiska applikationer. Stor utveckling pågår nu inom detta område. Svensk vattenkraftindustri har dock halkat efter i applicering av sådana metoder, och för att komma i kapp finns stora utvecklingsbehov.

#### **Artificiell intelligens och maskininlärning:**

Vi identifierar flera områden med potential, framför allt för effektivisering inom operationella miljöer och besluttagande då stora krav finns på körtiden. Exempelvis att modellkorrigering, snödataassimilering samt utveckling av nya metoder för hydrologiska prognoser, i högre grad optimeras med ML.

Vidare skulle ML kunna användas för att snabbt identifiera svagheter i de hydrologiska modellerna, speciellt då större prognosfel uppstår. Likväl finns potential att öka prestandan för prognostisering av extrema händelser, då modeller i dagsläget ofta är kalibrerade mot normala förhållanden. Detta i syfte att förbättra den operationella prognosen både vad gäller missar och körtid.

Mer övergripande applicering av ML metoder ska också övervägas. Till exempel att utreda i vilken utsträckning ML kan konkurrera med nuvarande metoder, framför allt i realtid. Jämförelse- och känslighetsanalyser krävs för en sådan utvärdering. Alternativt hur ML kan bidra med kompletterande beslutsunderlag.

Detta är inte en uttömmande lista, även andra utvecklingsmöjligheter som inte nämnts kan vara av intresse.

## Omvärldsbevakning

Ett viktigt värde av HUVA är den samlade kunskapen inom gruppen men även de kontakter med omvärlden som kan knytas ihop och samlas däri. Inom gruppen är ambitionen att inhämta kunskap och inspiration om hydrologisk utveckling som utförs av andra aktörer, inom och utanför landet. Gruppens deltagare bevakar ovan beskrivna områden för att kunna sprida kunskap inom och utanför gruppen genom litteratursammanställningar, tema-dagar och konferenser.

## Budget

Budgetförslaget för denna programperiod är 3 600 000 kr ex moms.

**Tabell 2.** Budget för programmet Hydrologiskt utvecklingsarbete, programperiod 2024–2026.

|   | (kr ex. moms)    |                  |                  | Summa            |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
|   | 2024             | 2025             | 2026             |                  |
| 1. FoU-projekt<br>(externa utförare)  | 880 000          | 880 000          | 880 000          | 2 640 000        |
| 2. Planering och koordinering<br>av HUVA-kurs och HUVA-dag<br>(Energiforsk) | 100 000          | 100 000          | 100 000          | 300 000          |
| 3. Programledning<br>(Energiforsk)  | 220 000          | 220 000          | 220 000          | 660 000          |
| <b>Summa</b>  | <b>1 200 000</b> | <b>1 200 000</b> | <b>1 200 000</b> | <b>3 600 000</b> |