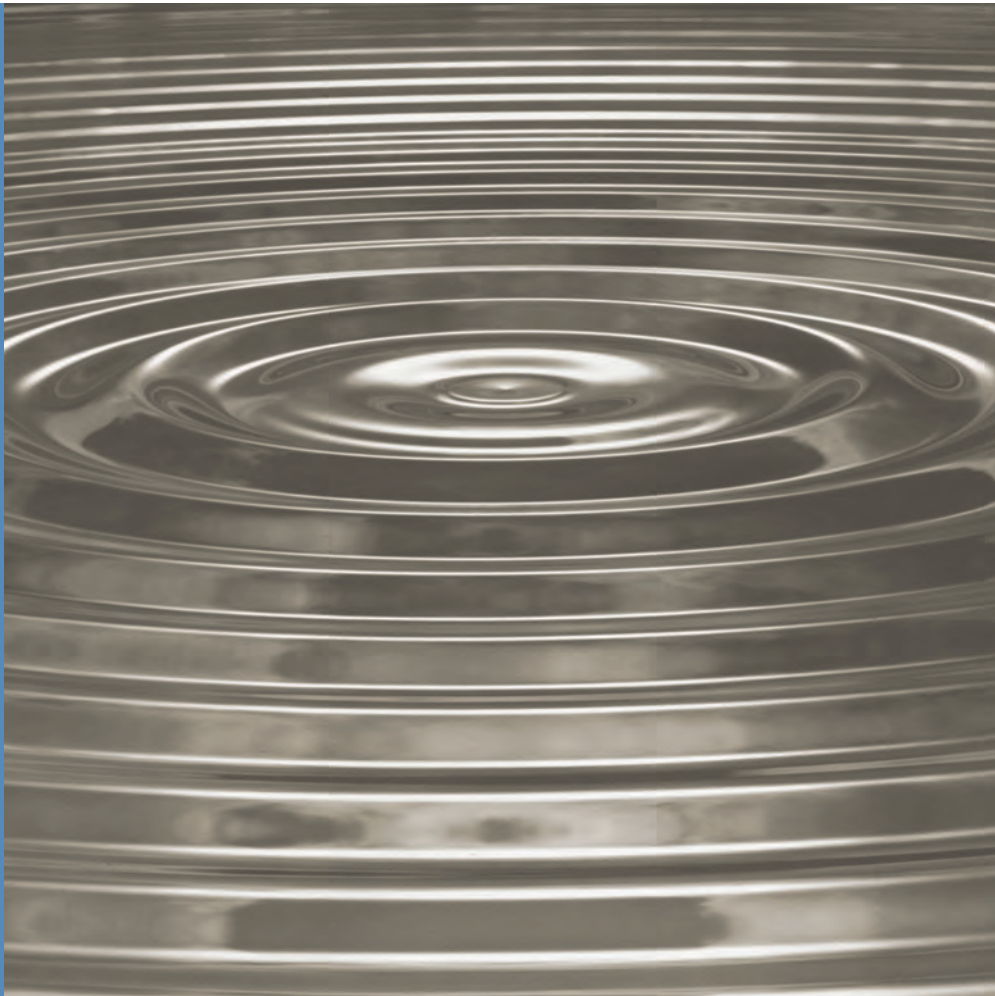




Fornyelse av NVE hydrologiske simuleringsystem

8
2011

R
A
P
P
O
R
T



Fornyelse av NVEs hydrologiske simuleringssystem

Rapport fra VEPS-prosjektet

Rapport nr 8-2011

Fornyelse av NVEs hydrologiske simuleringssystem

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Paul Christen Røhr

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 40

Forsidefoto:

ISNN / ISBN: 978-82-410-0746-0

Sammendrag: NVE har i perioden 2007-2010 mottatt øremerkede midler fra OED for ”oppdatering av NVEs hydrologiske beregningsmodell”. Dette har blitt gjennomført i prosjektet VERktøy for Prognose og Simulering (VEPS). Det har i perioden blitt arbeidet mot følgende resultatmål:

1. En videreutviklet og nyprogrammert hydrologiske simuleringssystem (HBV-modell)
2. Et operativt modelloppsett
3. En operativ produksjonslinje for prognoser
4. En forbedret infrastruktur, styrings- og presentasjonssystem

Med unntak av pkt. 3 over, er man stort sett i mål. Det har også blitt prøvekjørt en automatisk produksjonslinje som nevnt i pkt 3, men her er det noe behov for videre feilretting før denne har en tilfredsstillende kvalitet. Dette arbeidet forventes ferdigstilt i løpet av 1. halvår 2011.

Emneord: hydrologi, simulering, HBV

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Desember 2010

Forord

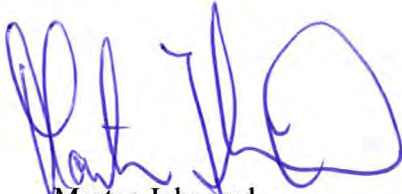
Hovedformålet med rapporten er å presentere resultater fra NVEs arbeid med oppdatering av NVEs hydrologiske beregningsmodell. Rapporten presenterer bakgrunn for prosjektet, organisering av prosjektet, teknologiske valg og resultater med de nye muligheter som åpner seg fremover.

Det er også redegjort for en del erfaringer fra gjennomføringen av prosjektet.

Prosjektet har i stor grad blitt gjennomført av personell fra hydrologisk avdeling og seksjonene Hydroinformatikk, Modell og Vannbalanse.

Prosjektet har blitt ledet av Paul Christen Røhr som også har skrevet rapporten.

Oslo, august 2011



Morten Johnsrud

Avdelingsdirektør

Innhold

Forord	5
1 Bakgrunn og målsetning.....	9
1.1 Bakgrunn.....	9
1.2 Målsetning.....	9
2 Organisering, tall og fakta	11
2.1 Organisering.....	11
2.2 Ressursbruk.....	11
3 Gjennomførte oppgaver og aktiviteter	12
3.1 Generelt	12
3.2 Prosjekt møter.....	12
3.3 Felles aktiviteter for prosjektgruppen	12
3.4 Utadrettet virksomhet	12
4 Teknologivalg	13
4.1 Prinsipper om teknologivalg	13
4.2 Konkrete teknologiske valg	13
4.2.1 Kommentarer til teknologiske valg	14
5 Resultater fra prosjektet	15
5.1 Introduksjon til resultater	15
5.2 Modell.....	15
5.3 Database.....	15
5.4 Infrastruktur	15
5.5 Graftjeneste.....	16
5.6 Produksjonslinje	16
5.7 Sporbarhet	16
5.8 Bruk i flomvarslingen.....	16
6 Nye muligheter fremover	17
6.1 Introduksjon til nye muligheter	17
6.2 Datakilder	17
6.3 Hydrologiske prosesser.....	17
6.4 Nye produkter.....	17
7 Erfaringer	18
7.1 Adekvat ambisjonsnivå	18
7.2 Kartlegging og forståelse av omfang.....	18
7.3 Innsats og fremdrift	18
7.4 Uforutsette teknologiske utfordringer	18
7.4.1 Arealfordelte data.....	18
7.4.2 Prosessering i moderne nettverk.....	19
7.4.3 Nye teknologier	19
8 Gjenstående arbeider	20
Referanser	21

Vedlegg22

1 Bakgrunn og målsetning

1.1 Bakgrunn

Bakgrunn for prosjektet kan sees i lys av de siste 10-15 årenes teknologiske utvikling. Nye muligheter og teknologiske fremskritt gjorde det stadig mer påkrevd med en fornyelse av dagens simuleringssystem. Opprinnelsen til dagens system kan spores tilbake til 1970 og 1980 tallet med den tids teknologiske muligheter og tradisjoner. Programkoden for systemet, som er skrevet i en gammel Fortran-versjon, har vært endret bit for bit gjennom mange år. I korte trekk kan det sies å være et system laget av hydrologer for hydrologer. I dag er det naturlig å trekke inn tyngre IT- kompetanse ved utvikling av et nytt system.

Med en rivende utvikling innen fagområdet datastrukturer og programmering, ny teknologi og nye muligheter, er kompetansen for vedlikehold og videreutvikling av det gamle systemet blitt stadig mindre. Dette har medført en økende sårbarhet. Selv om det gamle systemet er relativt funksjonelt og pålitelig i daglig drift, er de begrensede mulighetene for videreutvikling og bruk av nye datakilder en viktig motivasjon for fornyelsen av dagens system.

Et formalisert arbeid med et nytt system ble det først i 2006 da det ble gjennomført et forprosjekt i regi av NVE med tittel ”Moderne flomvarslingssystem og verktøy for hydrologisk analyse” som skulle resultere i en kravspesifikasjon for et nytt flomvarslingssystem. Inkludert i forprosjektet var også besøk ved tilsvarende søsterorganisasjoner i Sverige (SMHI) og i Finland (SYKE).

I 2006 ble det søkt om midler til et satsingsområde som resulterte i øremerkede midler på budsjettet for 2007 som ble videreført til og med 2010.

1.2 Målsetning

I Stortingsproposisjon nr 1 2006-2007 er NVE tildelt øremerkede midler for ”oppdatering av NVEs hydrologiske beregningsmodell”. Det har vært en målsetning å gi NVE et moderne modulbasert IT-system for hydrologiske prognoser og simuleringer med lavere sårbarhet og økt anvendbarhet.

I krystallkula ser vi nye og bedre datakilder i form av blant annet mer bruk av satellittdata samt bedre og mer frekvente meteorologiske prognoser som det vil være naturlig å ta i bruk. Utstrakt bruk av romlig fordelte data og kortere tidsskritt enn døgn er sentralt. Det vil også komme nye krav til formidling, både hva gjelder oppdateringsfrekvens og krav om mer visuelle fremstillinger i en verden der internett og TV smelter sammen.

Nye krav til usikkerhetsestimater, spesialtilpassede prognoser for ulike områder og mer sesongbetonte analyser med hensyn til flom, tørke, skred og kraftbalanse, stiller store krav til fleksibilitet i et nytt simuleringssystem.

Med utgangspunkt i ovennevnte ble det definert følgende resultatmål for prosjektet:

1. Videreutviklet og nyprogrammert hydrologisk simuleringsmodell
2. Operative modelloppsett
3. Operativ produksjonslinje for prognoser
4. Forbedret infrastruktur, styrings- og presentasjonssystem

2 Organisering, tall og fakta

2.1 Organisering

Arbeidet har blitt organisert som et prosjekt på H-avdelingen med bruk av ulike ressurser fra denne. Formell prosjekteier har vært avdelingsdirektør på H-avdelingen. Det har vært en styringsgruppe som har bestått av følgende personer:

- Leder Rune Engeset, seksjonssjef seksjon Bre, is og snø, hydrologisk avdeling
- Morten Johnsrud, avdelingsdirektør hydrologisk avdeling
- Hege Hisdal, seksjonssjef seksjon hydrologisk modellering, hydrologisk avdeling
- Sverre Husebye, seksjonssjef seksjon vannbalanse, hydrologisk avdeling
- Svein Taksdal, seksjonssjef seksjon hydroinformatikk, hydrologisk avdeling
- Dan Lundquist, Norconsult (tidligere CM-consulting)

Prosjektleder har vært Paul Christen Røhr ved seksjon vannbalanse på hydrologisk avdeling. Prosjektet har vært organisert med tre faggrupper:

- Faggruppe drift og systemutvikling
- Faggruppe modellutvikling
- Faggruppe produkt og presentasjon

Personell i prosjektet har i hovedsak vært fra seksjon hydroinformatikk i tillegg til seksjon hydrologisk modellering og seksjon vannbalanse.

2.2 Ressursbruk

Tabell 1 viser hovedtall for timeforbruk, regnskap og antall involverte personer i prosjektperioden.

Totalt er det brukt vel 18 000 timer over en 4-års periode. Det er regnskapsført utgifter for ca 6 millioner kroner. I tillegg er det brukt en betydelig andel egne ressurser utover det som har blitt øremerket over budsjettet. Kompensert for fordeling mellom midler til lønn og drift i prosjektet, utgjør egeninnsatsen ca 7 årsverk gjennom prosjektperioden.

År	Timer	Kroner	Antall personer involvert, ca
2007	4103	1 475 199	26
2008	4730	1 456 715	19
2009	4678	1 455 338	16
2010	4758	1 436 000	15

Tabell 1: Timeforbruk, regnskapsførte utgifter og antall involverte personer i prosjektperioden.

Finansiert av prosjektmidler, har det også blitt ansatt to personer på midlertidig basis. En av disse stillingene har vært tilknyttet prosjektet direkte, og den andre stillingen har blitt brukt til "frikjøp" av eget personell fra andre oppgaver. Det har også i noen grad blitt benyttet eksterne konsulenter til å løse konkrete avgrensede oppgaver.

3 Gjennomførte oppgaver og aktiviteter

3.1 Generelt

Prosjektet har hatt en jevn aktivitet gjennom hele perioden der flere personer har arbeidet en vesentlig del av sin arbeidstid på prosjektet gjennom året.

Prosjektet har vært tverrfaglig i krysningpunktet mellom hydrologi og informatikk. Dette har stilt store krav til fagpersoner fra de ulike disiplinene.

Mye tid har gått med til diskusjon mellom ulike fagpersoner og klarlegging av algoritmer og faglige prosedyrer før disse kunne bli implementert i et nytt system. Det har i løpet av prosjektet også blitt lagt til rette arenaer for møter mellom fagpersoner fra de ulike fagdisiplinene.

3.2 Prosjektmøter

Prosjektgruppen med prosjektleder og faggruppeledere har avholdt jevnlig prosjektmøter med rapportering av fremdrift og avklaring av ulike problemstillinger mellom disiplinene. Gjennom prosjektperioden har det i snitt vært avholdt et prosjektmøte per måned

Det har i tillegg vært avholdt arbeidsmøter ved behov i de ulike faggruppene.

3.3 Felles aktiviteter for prosjektgruppen

I lys av det tverrfaglige preget til prosjektet, har det vært viktig å sikre dialog mellom de ulike disiplinene. Dette har blitt gjort ved ulike arrangementer gjennom prosjektperioden

Våren 2007 ble det arrangert et oppstartseminar der utviklere og fagpersoner deltok. I tillegg var det flere representanter for fremtidige brukere i form av flomvarslere tilstede.

Senhøstes 2008 og 2009 ble det arrangert et arbeidsseminar for utviklere og fagpersoner. Status og ulike løsninger ble diskutert og vurdert.

Det har i tillegg vært avholdt diverse lunch møter der status og resultater har blitt presentert for fremtidige brukere av det nye systemet.

3.4 Utadrettet virksomhet

Prosjektet og teknologiske løsninger har også blitt presentert og diskutert i eksterne fora ved flere anledninger gjennom prosjektperioden. Det kan her nevnes representanter for søsterorganisasjoner i Sverige, Finland, Ungarn og Kina som eksempler.

I tillegg har det blitt avholdt et kontaktmøte med brukere av den nasjonale flomvarslingstjenesten senhøstes 2007. Erfaringer og innspill fra dette møtet er referert i NVE publikasjonen ” Oppsummering av innspill fra eksterne brukere av flomvarslingstjenesten. Referat fra dialogmøte 27. november 2007”, forfattet av Elin Langsholt, NVE.

4 Teknologivalg

4.1 Prinsipper om teknologivalg

Det har vært en selvfølge å legge moderne prinsipper for programmering til grunn for utvikling av et nytt system. Det har vært et ønske å ligge front vedrørende bruk av nye verktøy og basere seg på standard programvare som er ”allment kjent” for programvareutviklere. Dette vil redusere sårbarheten og gjøre det enklere å hente kompetanse utenfra ved behov.

I og med at bruk av Microsoft-teknologi tidligere er blitt valgt for størstedelen av NVEs nyutvikling, og som eneste plattform for Web og GIS utvikling, var det åpenbart at også VEPS prosjektet måtte bygge på Microsoft sitt utviklingsmiljø.

Det har blitt lagt opp til et oversiktlig og modulært system. Isolerte deler av systemet kan endres individuelt uten å påvirke de øvrige delene. For eksempel kan det relativt enkelt utprøves nye algoritmer for ulike prosesser i den hydrologiske beregningsmodellen, for eksempel snøsmelting. Alternative hydrologiske prosesser kan uten videre testes ut dersom de drives av den samme ytre påvirkning som dagens modeller.

4.2 Konkrete teknologiske valg

Det er valgt å gjennomføre utviklingen i og for et Microsoft- miljø. Øvrige IT-miljøer i NVE, baserer seg fullt og helt på utvikling i Visual Studio fra Microsoft. Dette syntes derfor å være et hensiktsmessig valg også for dette prosjektet.

De teknologiske valg for utviklingen kan med dagens vokabular summeres opp i følgende liste:

- .NET framework
- C#
- MSMQ
- WCF
- Windows Workflow
- MS Chart
- ESRI GIS platform
- PostgreSQL

.NET framework¹⁾ er betegnelsen på en samling teknologier rundt programvareutvikling fra Microsoft. .NET er en av de mest brukte utviklingsplattformene i verden per d.d.

C# er et programmeringsspråk utviklet av Microsoft for objektorientert programmering.

MSMQ, Microsoft Message Queuing, er i hovedsak en meldingsprotokoll som tillater prosesser som kjører på ulike maskiner å kommunisere på en feilsikker måte.

WCF, Windows Communication Foundation er et grensesnitt i .NET for å lage tjenesteytende programvare.

Windows Workflow er en teknologi fra Microsoft for å styre løpende prosesseringsoppgaver i et datanettverk.

MS/Microsoft Chart er en verktøykasse/et bibliotek for å lage grafer og plot for Web presentasjon.

ESRI, Environmental Systems Research Institute, er en amerikansk-basert utvikler av geografiske informasjonssystemer. NVE har standardisert internt på programvare utviklet av denne leverandøren.

PostgreSQL er et en relasjonsdatabase med ekstra støtte for håndtering av variable datatabeller knyttet til enkletrader. Dette er en åpen kildekode og har blitt valgt for å håndtere lagring av griddata på en hensiktsmessig måte. Denne basen er mye brukt til liknende formål i beslektete miljø som met.no og Statens kartverk.

4.2.1 Kommentarer til teknologiske valg

Mange av de valgte teknologiene har eksistert en del år. De nyeste er WCF, Windows Workflow og MS/Microsoft Chart, som har vært tilgjengelig i 3-5 år. Selv om teknologiene har vært tilgjengelig en god stund, kommer det stadig nye versjoner med nye muligheter. Det er ofte slik at første generasjon av teknologiene ikke fullt ut har de kvalitetene som er ønskelig.

5 Resultater fra prosjektet

5.1 Introduksjon til resultater

Gjennom prosjektperioden er det etablert et helt nytt system for hydrologiske simuleringer i NVE. Resultatene fra prosjektet kan i hovedsak listes opp som følger:

- Nyprogrammert hydrologisk modell
- Ny infrastruktur rundt modellen
- Graftjeneste for presentasjon av tidsseriedata
- Produksjonslinje for hydrologiske simuleringer

5.2 Modell

Det er programmert en ny HBV modell i C# for hydrologiske simuleringer. Algoritmen for vannbalanseberegninger avviker noe fra den som kjøres operativt i dag³). Modellen er gitt en modulær oppbygging som gjør det enkelt å erstatte deler av algoritmen med alternative prosessligninger for den vertikale og horisontale vannbalansen.

Algoritmen som benyttes, er tidligere testet ut og verifisert i en C++ versjon av modellen²). Verifisering av korrekt modelloppførsel for nye C# modellen er gjort gjennom parallell kjøring av denne mot den tidligere verifiserte C++ modellen. Det ble da vist at begge modellene gir samme resultat ved bruk av de samme inngangsdata.

5.3 Database

Det er gjort et stort arbeid med nyutvikling av database tilpasset prosjektets behov. Dette gjelder bl.a.:

- Lagring med tilhørende skrive- og leserutiner for arealfordelte data med tilhørende metadata.
- Ulike modelloppsett, tiltander og kalibreringer
- Informasjon om utførte modellkjøringer med full sporbarhet på hvilke modeller som er kjørt når, med hvilke inndata og hvilke modelloppsett.

5.4 Infrastruktur

Det er etablert en helt ny infrastruktur rundt modellen, både for innsamling og tilrettelegging av inngangsdata, og til lagring og presentasjon av resultater. Det er etablert prosedyrer og rutiner for følgende aktiviteter:

- Innhenting og tilrettelegging av meteorologiske observasjoner
- Innhenting og tilrettelegging av meteorologiske prognoser
- Beregning av meteorologiske inngangsdata til NVEs simuleringsmodeller
- Oppsett og oppdatering av konfigurasjonsfiler og inngangsdata for de enkelte modellfelt
- Kjøring av selve simuleringen
- Lagring av resultater og tilstandsvariable i modellen

Et innblikk i infrastrukturen er gitt i vedlegg 1. Her er dataflyten illustrert, og det er gitt en kort beskrivelse av forutsetninger, normalt hendelsesforløp og resultater fra ulike deler av systemet.

5.5 Graftjeneste

Det er etablert en web-basert graftjeneste for plotting av tidsseriedata. Et plott kalles gjennom et URL-kall og presenteres på brukerens skjerm.

Brukeren kan blant annet definere hvilke dataserier som skal vises, hvilken tidsperiode, hvilket arkiv data skal hentes fra, størrelse på grafen, samt en rekke andre parametere for å definere hvordan grafen skal se ut.

Graftjenesten vil også bli benyttet i andre sammenhenger i NVE der et er aktuelt å vise tidsseriedata i et webmiljø.

5.6 Produksjonslinje

Det er etablert en produksjonslinje for styring av den infrastrukturen som er etablert. Produksjonslinjen styrer henting av meteorologiske data, oppdatering av konfigurasjons- og inndata, kjøring av selve simuleringen og lagring av resultatene. Produksjonslinjen er hendelsesstyrt. Det vil si at så snart det fremkommer for eksempel en ny meteorologisk prognose, vil produksjonslinjen hente denne og kjøre en simulering og lage en ny hydrologisk prognose.

5.7 Sporbarhet

Det er arbeidet mye med sporbarhet i det nye systemet. Det er nå lag til rette for dette. Det er mulig å spore opprinnelsen til enhver hydrologisk prognose som er simulert ved hjelp av det nye systemet. Det kan spores hvilke inngangdata som ble lagt til grunn for modellen, hvilken versjon av modellkode som er kjørt, hvilket parametersett som er benyttet, hvordan parametersettet har fremkommet.

Det vil derfor kunne redegjøres for hvilket beslutningsgrunnlag som var tilgjengelig ved en eventuell utstedelse av flomvarsel, eller eventuelt manglende utstedelse.

5.8 Bruk i flomvarslingen

Hovedfokus i utviklingsprosessen har vært å dekke flomvarslingens behov for hydrologiske prognose- og simuleringstjenester. Deler av de produkter som er utviklet, har blitt testet av flomvarslere. Dette gjelder blant annet graftjenesten og presentasjon av en del resultater. Innspill fra uttestingen har blitt tatt med videre i utviklingsprosessen.

6 Nye muligheter fremover

6.1 Introduksjon til nye muligheter

Med det nye systemet er det lagt et godt grunnlag for videre raffinering av systemet og forbedring av de hydrologiske prognosene.. Det er lagt ned mye arbeid i infrastruktur og omliggende systemer som er nødvendig for å kjøre hydrologiske simuleringer. Dette er gitt en modulær oppbygging som vil gjøre videreutvikling og tilpasninger enklere og mer tilgjengelig.

6.2 Datakilder

Med en modulær oppbygging av systemet, er produksjonslinjen for inndata til modellen en egen separat prosess/modul. Det er derfor enklere å etablere inndata fra alternative kilder da det kan legges opp en egen produksjonslinje for dette uten å påvirke systemet for øvrig. Alternative datakilder kan for eksempel være radardata, satellittmålinger eller alternative meteorologiske sanntidsdata og prognoser.

6.3 Hydrologiske prosesser

Den hydrologiske modellen er bygget opp av egne moduler som ikke direkte påvirker pre- og postprosessering av data. Forutsatt en modell som drives av de samme type inndata, vil det være enklere å erstatte hele eller deler av den vertikale vannbalansen med alternative algoritmer, eventuelt legge inn andre modeller parallelt med dagens modell. Eksempler her kan være uttesting av en strålingsmodell fremfor dagens graddagsmodell for snøsmelting. Eventuelt kan det også tenkes etablering av COUP-modeller (grunn- og markvannsmodell) i rammeverket.

6.4 Nye produkter

Den nye infrastrukturen vil gjøre det langt enklere å legge til rette for nye simuleringer som for eksempel:

- Andre tidsskritt enn døgn som har vært brukt til nå, for eksempel 12, 6 eller 3 timer, eventuelt enda kortere tidsskritt
- Avrenning fra fritt valgte områder hvor det ikke finnes observasjoner, for eksempel avrenning til Oslofjorden og tilsig til kraftsystemet
- Langtids- og sesongprognoser, ensembleprognoser, mm.

7 Erfaringer

Naturlig nok har man høstet ulike erfaringer fra prosjektet. Generelt startet prosjektet som et hydrologifaglig prosjekt og utviklet seg til et i hovedsak rent informasjonsteknologi prosjekt.

På flere områder har ny kunnskap og erfaring i prosjektperioden ført til nødvendige utvidelser og tillegg i spesifisering og funksjonalitet, mens mindre sentrale funksjoner har vært tatt ut i forsøk på å holde tidsrammen.

En del av erfaringen under kan sees som banale, men de er likevel tatt med som en huskeliste for fremtidige prosjekter.

7.1 Adekvat ambisjonsnivå

I begynnelsen av et prosjekt kommer det ofte en lang rekke innspill og ideer som ønskes medtatt i prosjektet. Dette gir mange ulike ønsker vedrørende resultater fra prosjektet. For å komme i mål med et prosjekt innen en gitt tidsramme er det viktig å ha en hard og fortløpende prioritering av aktuelle ønsker.

Det bør også legges til rette for senere videreutvikling og ikke gjøres valg som kan avskjære for mange fremtidige muligheter. Det er kanskje ikke nødvendig eller mulig å gjøre alt i løpet av en prosjektperiode, men det bør legges til rette for senere videreutvikling gjennom de valg som gjøres.

7.2 Kartlegging og forståelse av omfang

Ved involvering av ulike disipliner, er dialogen mellom disse viktig. En detaljert gjennomgang av aktuelle prosesser i en tidlig fase er nødvendig. Dette gjelder både den rene hydrologiske prosessen som skal modelleres, og dataflyten i en operasjonell kontekst. Starten av prosessen ble i hovedsak styrt av hydrologene, noe som er rett og riktig, men dette førte til at det tok det for lang tid før de tilknyttete IT-spesialistene forsto at arbeidet med nødvendig IT-infrastruktur (database, produksjonslinje m.m.) var svært omfattende. Arbeidsinnsatsen på IT-siden ble derfor undervurdert.

7.3 Innsats og fremdrift

Det anbefales å konsentrere innsatsen slik at nøkkelpersoner kan arbeide relativt intensivt på prosjektet, eventuelt i perioder, der hoveddelen av arbeidstiden benyttes på prosjektet. Dette ble i stor grad gjennomført innen IT-utviklingen. Det er likevel nyttig å trekke inn aktuell kompetanse på enkeltområder. Noen timers gjennomgang og diskusjon med nye øyne, kan resultere i flere dager spart arbeid.

7.4 Uforutsette teknologiske utfordringer

7.4.1 Arealfordelte data

Store mengder arealfordelte gridbaserte data har medført utfordringer med hensyn til effektiv lagring og senere tilgang til data. Det ble gjennomført en del undersøkelser for å

finne en effektiv metode for lagring av slike data. Det var ønske om å benytte seg av en databaseløsning for formålet. Dette arbeidet var mer tidkrevende enn forutsatt

7.4.2 Prosessering i moderne nettverk

NVE har utstrakt bruk av virtualiserte maskiner (med VM-ware) for servere. Ved kjøring av simuleringer som krever mye lesing og skriving på fil for hvert tidsskritt, viste dette seg å være lite gunstig med hensyn til responstid. Det ble derfor investert i egne dedikerte fysiske maskiner som gav langt lavere beregningstid med vårt oppsett.

7.4.3 Nye teknologier

I prosjektet er IT-utviklingen basert på moderne teknikker som på forhånd var lite kjent for NVEs systemutviklere. Dette både fordi mye er svært "fersk" teknologi, og fordi NVEs tidligere hydrologiske systemer har bygget på helt annen IT- teknologi (C++ på Linux). Nødvendig tid til kompetanseutvikling, og ikke minst finne fram til og enes om "best practice" hos NVE, tok vesentlig mer tid enn forutsatt.

8 Gjenstående arbeider

I forhold til eget ambisjonsnivå ved begynnelsen av prosjektet, gjenstår det noe arbeid. I grove trekk er alle del-rutiner og produksjonslinjer etablert og testet ut lokalt hos utviklere og delvis hos brukere.

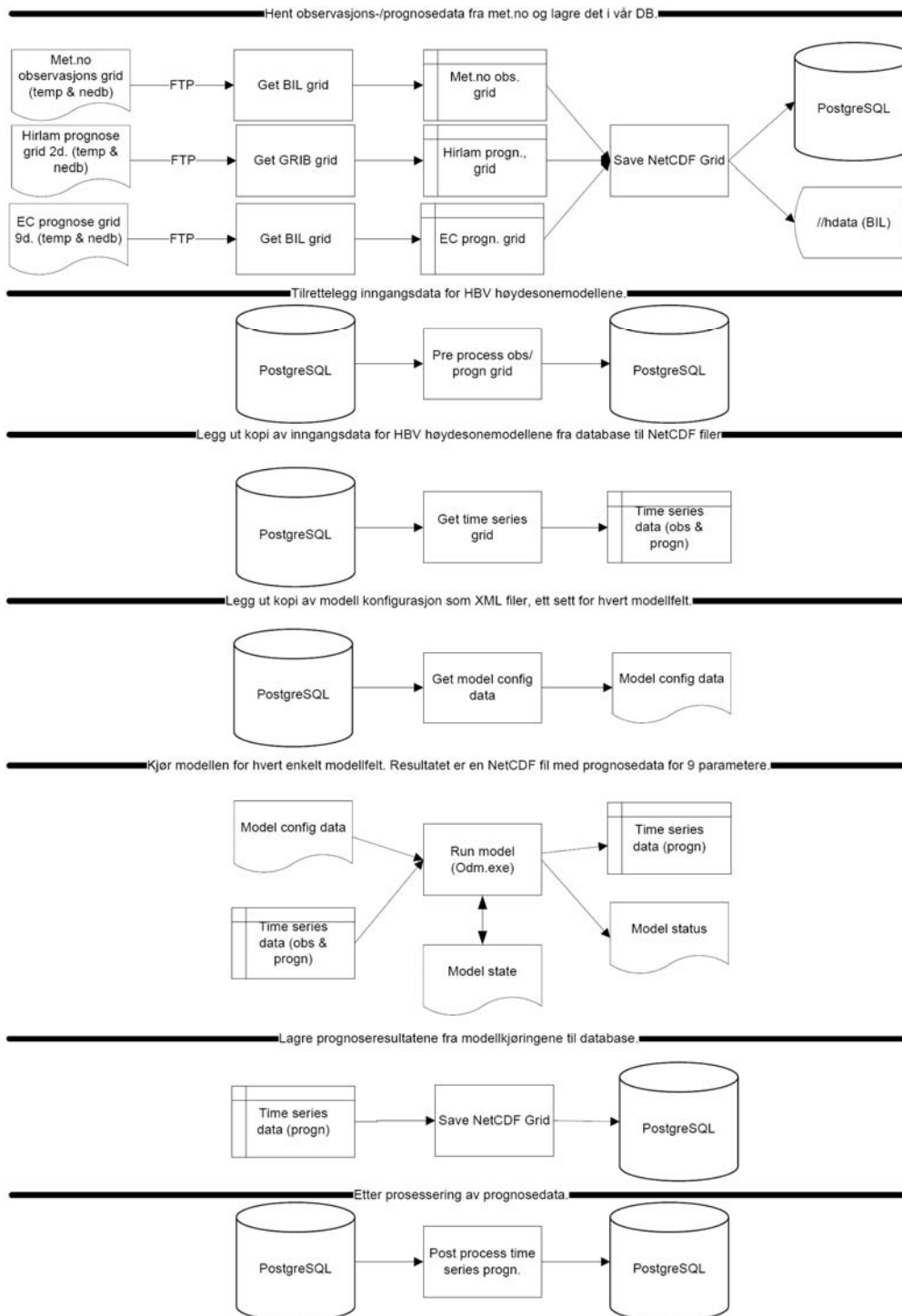
Den siste delen av prosjektet har blitt brukt til å sette sammen de ulike delproduksjonslinjene samt etablere systemet på en produksjonsmaskin. Det har under dette arbeidet blitt testet en automatisk produksjonslinje som henter grunnlagsdata, setter opp og kjører simuleringer for prognosefelter, og lagrer resultatene.

Under dette arbeidet dukker det (naturlig) opp feil og uforutsette hendelser som nå gripes tak i og løses. Dette arbeidet pågår nå for fullt. Det er antatt at en "rimelig feilfri" operativ produksjonslinje vil være tilgjengelig i løpet av 1.halvår 2011.

Referanser

- 1) Fra ”<http://no.wikipedia.org/wiki/.NET>” besøkt 15/12-2010
- 2) Beldring, S. 2008. Distributed element water balance model system. *Norwegian Water Resources and Energy Directorate, Report no. 4/2008*, 40 pp.
- 3) Lindström, G., Johansson, B., Persson, M., Gardelin, M., Bergström, S. 1997. Development and test of the distributed HBV-96 model. *Journal of Hydrology* 201, 272-288.

Vedlegg



Use Case	#1 Tilrettelegg observasjonsdata og EC prognosedata for persistent lagring
Aktør	Produksjonslinja
Pre-betingelser	En zippet BIL fil ligger klar for henting hos met.no
Post-betingelser	Griddene er lagret i en NetCDF fil.
Normal hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet bruker ftp og henter angitt fil og lagrer den i et temporært område. 2. Systemet bruker unzip og pakker ut fila i samme temporære område. 3. Systemet leser en og en fil og lager en sammenhengende tidsserie. 4. Systemet skriver tidsserien til en NetCDF fil. 5. Systemet sender ordre til ' #3 Persistent lagring av tidsserier'
Variasjoner	
Relatert informasjon	GetGridDataWorkflow (WF-201)

Use Case	#2 Tilrettelegg HIRLAM prognosedata for persistent lagring
Aktør	Produksjonslinja
Pre-betingelser	En GRIB fil ligger klar for henting hos met.no.
Post-betingelser	Griddene er lagret i en NetCDF fil.
Normal hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet bruker ftp og henter angitt fil og lagrer den i et temporært område. 2. Systemet leser GRIB fila og lager en tidsserie. 3. Systemet henter 1x1km² grid maske 4. Systemet interpolerer tidsserie mot maske 5. Systemet skriver tidsserien til en NetCDF fil. 6. Systemet sender ordre til ' #3 Persistent lagring av tidsserier'
Variasjoner	
Relatert informasjon	GetHirlamGridWorkflow (WF-202)

Use Case	#3 Persistent lagring av tidsserier
Aktør	Produksjonslinja
Pre-betingelser	En NetCDF fil med grid/punkt tidsserier
Post-betingelser	Tidsseriene er lagret i databasen.
Normal hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet leser NetCDF fila og lager en tidsserie 2. Systemet sender tidsserien til TimeSeriesWriter tjenesten. 3. Systemet sender ordre til #4 eller #9
Variasjoner	
Relatert informasjon	SaveNetCdfToDbWorkflow (WF-203)

Use Case	#4 Beregning av temp/nedb gjennomsnittsverdier for felter
Aktør	Produksjonslinja
Pre-betingelser	Grid(ene) må ligge i databasen
Post-betingelser	Gjennomsnittverdiene er lagret til database
Normal hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet henter tidsserie med grid som skal brukes 2. Systemet henter liste over felter som skal brukes 3. Systemet beregner gjennomsnittsverdi for alle felter og grid 4. Systemet lagrer beregnede verdier til database 5. Systemet sender ordre til ' #7 Finne ut hvilke simuleringer som skal kjøre og påkalle disse'
Variasjoner	

Relatert informasjon	GridToPointAverageWorkflow (WF-204)
Use Case	#5 Oppsett av simuleringskataloger
Aktør	Produksjonslinja
Pre-betingelser	Simuleringer er satt opp i databasen.
Post-betingelser	Simuleringskatalogene er laget og ordre om ifylling er sendt.
Normal hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet henter liste over alle simuleringer 2. For hver simulering: <ol style="list-style-type: none"> 2a. Lager systemet en katalog 2b. Systemet sender ordre til ' #6 Oppsett av konfigurasjonsfiler i en simuleringskatalog'
Variasjoner	
Relatert informasjon	CreateAllDomainsWorkflow (WF-301)
Use Case	#6 Oppsett av konfigurasjonsfiler i en simuleringskatalog
Aktør	Produksjonslinja
Pre-betingelser	Simuleringskatalogen eksisterer
Post-betingelser	Konfigurasjonsfilene er laget.
Normal hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet henter simuleringsdata 2. Systemet lager kontrollinformasjon i SimuSetup.xml 3. Systemet lager modellrutineinformasjon i RoutineModel.xml 4. Systemet lager modelldomeneinformasjon i ModelDomain.xml 5. Systemet lager globalmodellparameterinformasjon i CommonParameters.xml 6. Systemet lager landskapsmodellparameterinformasjon i SurfaceParameters.xml 7. Systemet lager jordartmodellparameterinformasjon i HbvSoilParameters.xml
Variasjoner	
Relatert informasjon	GetModelConfigWorkflow (WF-302)
Use Case	#7 Finne ut hvilke simuleringer som skal kjøre og påkalle disse
Aktør	Produksjonslinja
Pre-betingelser	
Post-betingelser	
Normal hendelsesflyt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet henter alle simuleringer 2. Systemet henter status for sist kjørt simulering for alle simuleringer 3. For hver simulering der tidspunkt for siste simulering er yngre enn tidspunkt for siste mottatt observasjon/prognose <ol style="list-style-type: none"> 3a. Systemet henter tidsseriedata som denne simuleringen bruker. 3b. Tidsseriene legges til NetCDF fila. 3c. Systemet sender ordre til ' #8 Kjøre en simulering og lagre simuleringsstatus og prognoser'
Variasjoner	
Relatert informasjon	RunAllOdmWorkflow (WF-303)

Use Case	#8 Kjøre en simulering og lagre simuleringsstatus og prognoser
Aktør	Produksjonslinja
Pre-betingelser	Simuleringskatalogen eksisterer og er fylt med konfigurasjonsdata. Observasjon og prognoserdata er fylt i NetCDF.
Post-betingelser	Resultatet av simuleringen er oppdatert i databasen.
Normal hendelsesflyt	1. Systemet starter ODM. 2. Systemet leser SimuStatus.xml og lagrer denne til databasen. 3. Systemet sender ordre til ' #3 Persistent lagring av tidsserier'
Variasjoner	
Relatert informasjon	RunOneOdmWorkflow (WF-304)

Use Case	#9 Etterprosessering av prognosedata
Aktør	Produksjonslinja
Pre-betingelser	Prognosedata fra simulering ligger i databasen
Post-betingelser	Modifisert prognosedata ligger i databasen
Normal hendelsesflyt	1. Systemet leser prognosetidsserier 2. Prognosen justeres??? 3. Justert tidsserieprognose skrives til NetCDF 4. Systemet sender ordre til ' #3 Persistent lagring av tidsserier'
Variasjoner	
Relatert informasjon	PostProcessPrognosisWorkflow (WF-305)

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Rapportserien i 2011

- Nr. 1 Samkøying av vind- og vasskraft. Betre utnytting av nett og plass til meir vindkraft (42 s.)
- Nr. 2 Årsrapport for tilsyn 2010. Svein Olav Arnesen, Jan Henning L'Abée-Lund, Anne Rogstad (36 s.)
- Nr. 3 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 4. kvartal 2010. Tor Arnt Johnsen (red.)
- Nr. 4 Evaluering av NVE sitt snøstasjonsnettverk. Bjørg Lirhus Ree, Hilde Landrø, Elise Trondsen, Knut Møen (105 s.)
- Nr. 5 Landsomfattende mark- og grunnvannsnett. Drift og formidling 2010. Jonatan Haga, Hervé Colleuille (41 s.)
- Nr. 6 Lynstudien. Klimaendringenes betydning for forekomsten av lyn og tilpasningsbehov i kraftforsyningen. (29 s.)
- Nr. 7 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 1. kvartal 2011. Tor Arnt Johnsen (red.) (69 s.)
- Nr. 8 Fornyelse av NVE hydrologiske simuleringssystem (25 s.)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no

