



LTM DISCUSISON DIRECTION AND PRIORITIES

Seniorforsker Birger Mo

Version 10 -

- Started with a API project – initiated and partly financed by Statkraft
 - API project consisted of three phases
 - Result API
 - Input API
 - Calendrical time
 - The two first phases are delivered and approved by Statkraft
 - Calendrical time – implemented but not approved
- Additional version 10 implementation not included in API project
 - Tilpro, Snomod, Vansimtap seasonal model, ProdRisk, Samnet, Samlast, Samoverskudd, API to Powel database (Idbatch and Smagrev), ...

Version 10 -Main development activity for several years

- Financed by maintenance
- Not much resources to other improvements (except error corrections)
- Project much more costly than foreseen (a factor 3 to 4)
 - Involves all program code 1000 000,- + 120 000 new
 - Code competence, many new persons involved
 - Not managed as a large software project
- Have only got positive feedback on the technical direction

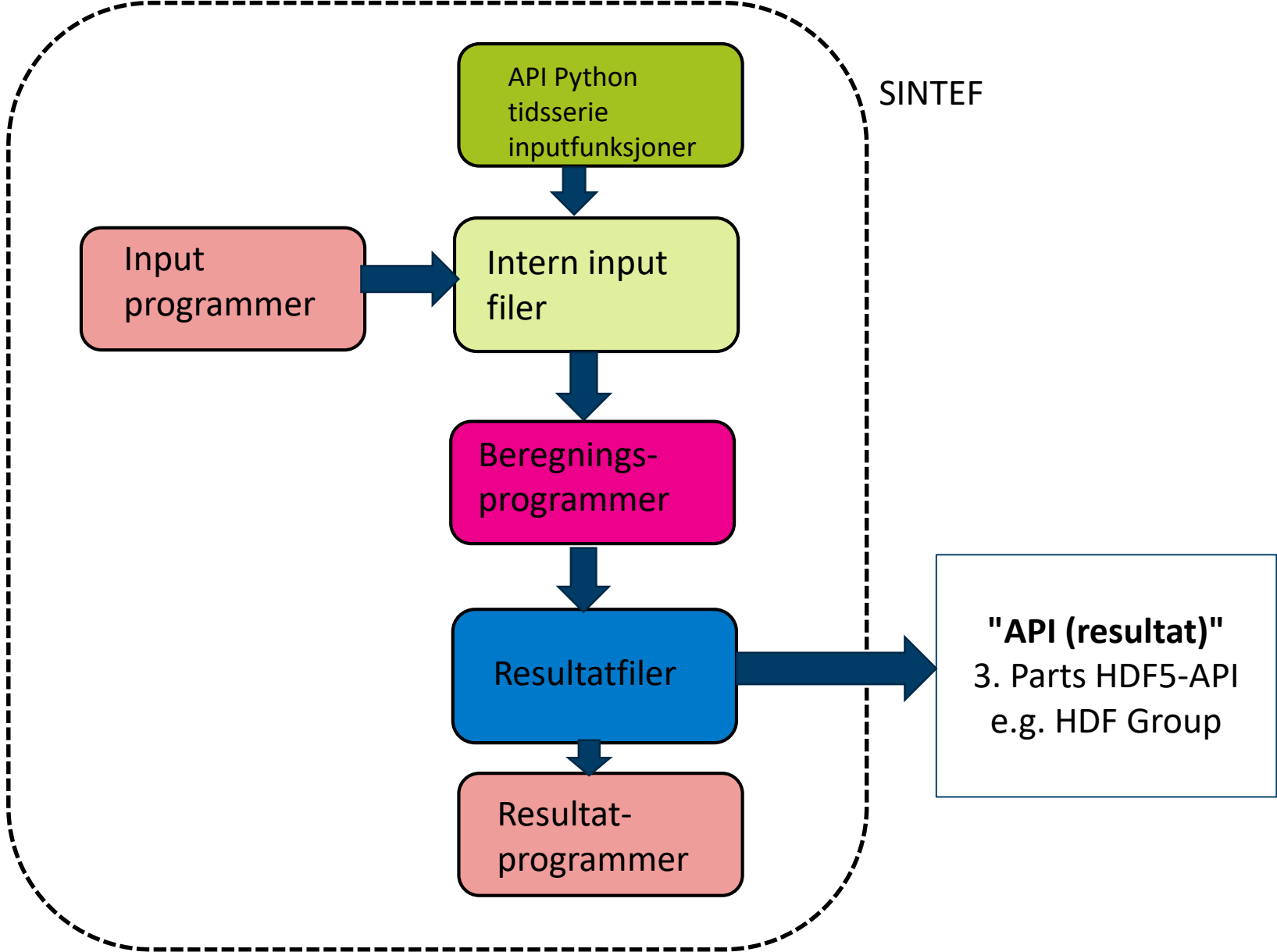
Version 10 Status

- Implementation finished
- Done lot of testing and error correction
 - A few known errors still exist.
- Propose to assist with the first upgrade of dataset for each customer
 - Customer book time starting from April 1.

Development dimensions

- Inputs, data structures, modularization
 - API project mainly about inputs, outputs and data structures
- Functionality/flexibility
 - E.g. Load forecasting functionality: Snomod, Tilpro, Powel HBV, Ascii based climate correction, API input.
- Algorithms
 - Type of solution method (Samkjøringsmodell, EMPS-W, FanSi, SDDP ...)

LTM – Dataflyt

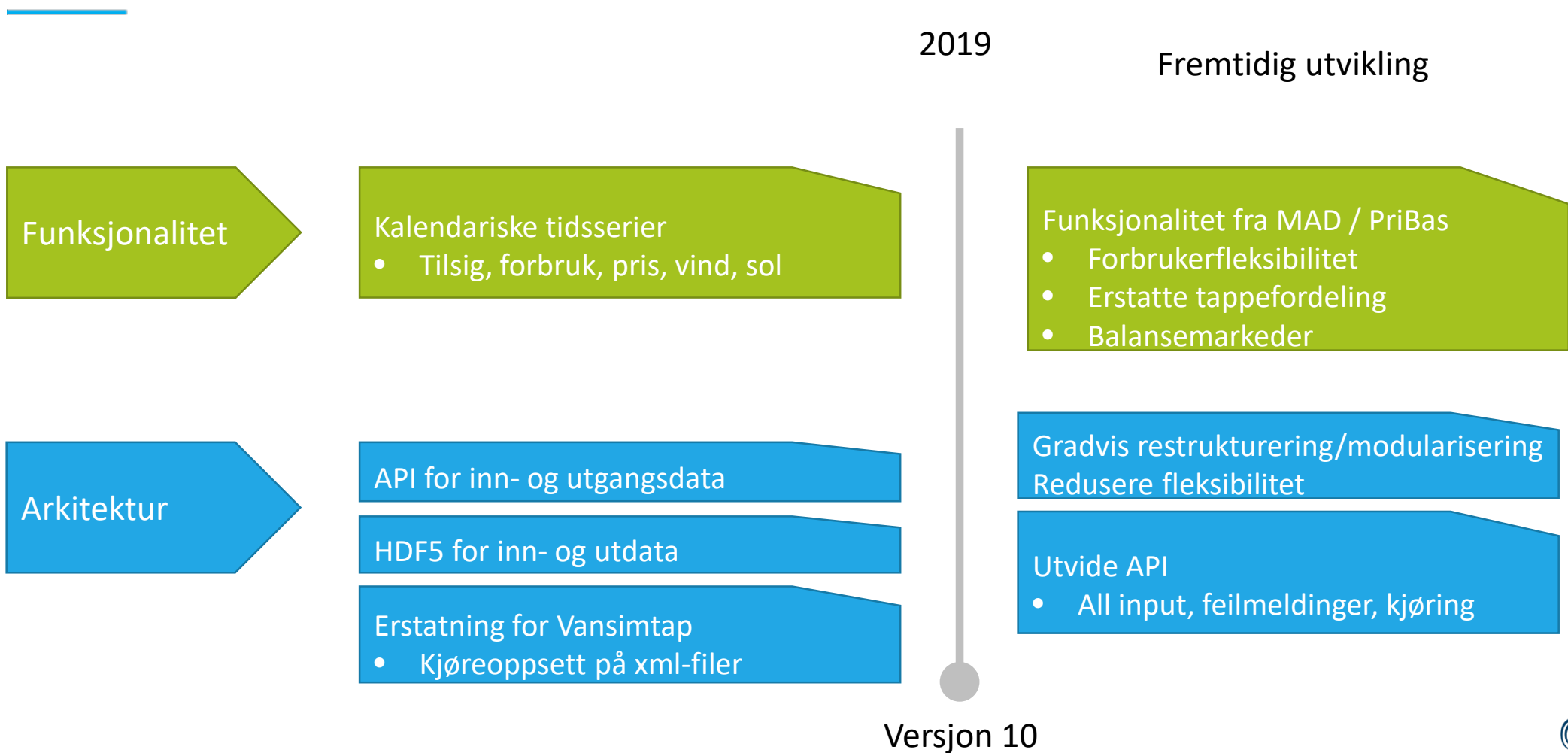


LTM –Future (2020 -)

- Robustness
- Decrease complexity, reduce flexibility
 - A limited transition period to version 10.
- Improved test procedures
- APIs for all inputs, running the models, error messages



Roadmap for LTM



Version 10 – Results

- Time series results on new file format:
 - Detsimres.h5 - Detailed hydro results
 - Samres.h5 - Aggregated hydro, transmission, and market results (previously on SAMRES.SAMK and UTVEKS.SAMK)
- Results always stored with sequential time resolution
- API
 - Use 3. part library for reading Hdf5

Version 10 inputs

- New file formats for times series input (hdf5)
 - Inflow and temperature archive
 - Inflow scenarios for the whole planning period
 - Firm loads
 - Exogenous prices, wind and solar power, transmission capacity
 - Every price dependent contract can be specified with time series for price and capacity
- Python API for specifying all inputs
- New LTM application that replaces Vansimtap user interface
 - Major change - Possible to run models with XML based input files

Version 10 other changes

- Use Powel API for coupling to Powels database
 - Inflow statistics and forecasts, reservoir fillings and planned maintenance
- License management system (same as used for Shop)
- Possibility to use calendrical time
- Exogenously made temperature correction of load
 - New type of firm contracts that are scenario dependent
- New ProdRisk functionality

Version 10 project

- Much larger (and costly) project than initially foreseen
 - Involves the whole program code
 - All major developers not available for finalizing the project
 - Complicated testing and error identification
- Very large model flexibility
 - Start process to reduce after version 10
 - E.g., Time resolution (sequential/accumulated)

Version 10 status and implementation

- Major development finished
 - Some known errors
- Propose to assist every utility in the upgrading process starting from April 1 – one at a time
 - Initial upgrade and testing
 - Document upgrading steps

ProdRisk development (incl. in version 10)

- Linear start up costs
- Improved modelling of non-convex PQ curve in final simulation (by using binary variables)
- Reservoir ramping constraint
- Limits on bypass

LTM related research projects

- MAD project (presentation by Ole Martin)
 - EMPS-W – Prototype replacement for Samtap, to a much larger degree based on formal optimization
- PriMod (presentation by Mari and Arild)
- HydroCen
 - Future prices (presentation by Linn Emelie)
 - ProdRisk-SHOP simulator
 - ProdRisk API (presentation by Per Eilif)
 - Modelling state dependent constraints in ProdRisk type model

LTM –Future (2020 -)

- Robustness
- Decrease complexity, reduce flexibility
 - A limited transition period to version 10.
- Improved test procedures

- APIs for all inputs, running the models, error messages

Development dimensions

- Inputs, data structures, modularization
 - API project
- Functionality/flexibility
 - E.g. Load forecasting functionality: Snomod, Tilpro, Powel HBV, Ascii based climate correction, API input.
- Algorithms
 - Type of solution method (Samkjøringsmodell, EMPS-W, FanSi, SDDP ...)

Nye funksjonaliteter

LTM - Vedlikehold

- API prosjektet
 - Restrukturering
 - Funksjonalitet
- Feilretting
- Support
- Kompetansebygging
 - Mye kode
- API prosjekt mye dyrere enn planlagt

Hva blir tilgjengelig i versjon 10

- EMPS_API
 - Input og resultat
- Kalenderfunksjonalitet (passord-styrt, men fritt)
- Nye applikasjoner (se egen slide)

Kalender-funksjonalitet

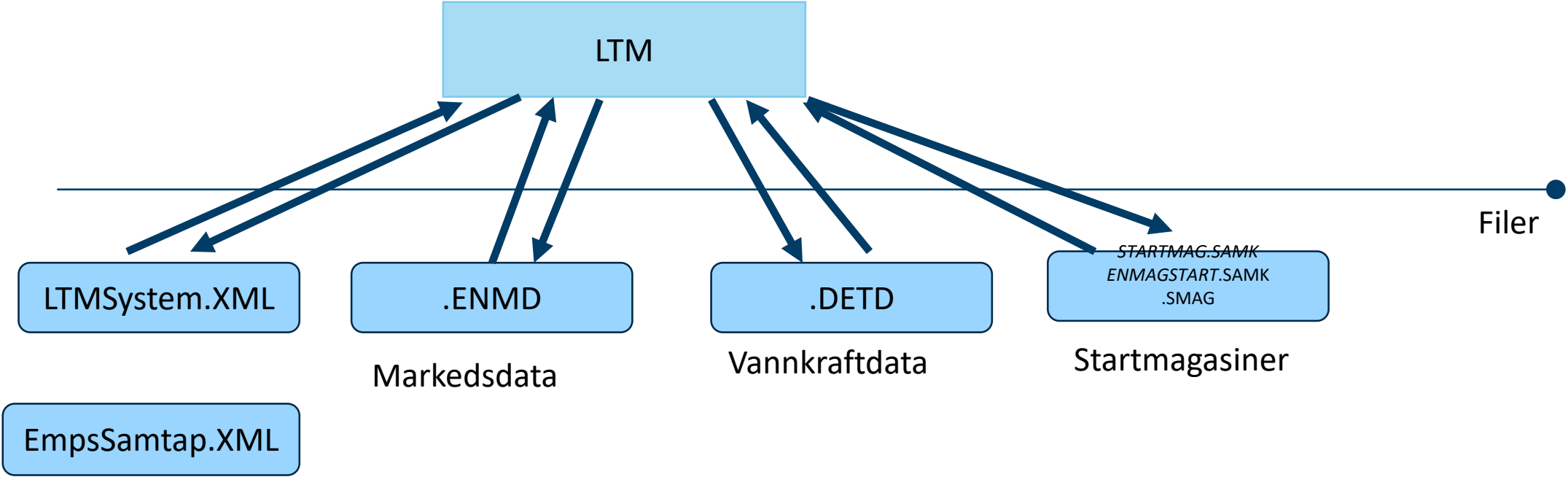
- Kun historiske data & nye tidsseriekontrakt for markedsdata
 - Preferanse-trinn & Dellaster
 - Alle markedsdata må erstattes med nye tidsserie-kontrakter for kalender-riktige tolkning.
- Ikke mulig å gi kalenderriktige data for vannkraft.
Data for vannkraft tolkes i henhold til simulert uke (=kalender-uke). Dersom simulert uke = kalender-uke 53, brukes data tilsvarende data for kalenderuke 52.
- Alle historiske (tilsig) data starter på mandag i kalender-uke 1 i oppstartsår (kalender-år):
 - Mandag 2. januar 2017
 - Alle historiske år starter med data fra 2. januar (egen opsjon for oppstart av alle data fra 1. januar)
- Data inkluderer dag 365 og skuddårsdag (dag 60)

Nye applikasjoner i versjon 10

Applikasjoner	Oppgave	Beskrivelse
LTM	Bruker-kommunikasjon	Erstatter brukerkommunikasjonsdelen av Vansimtap. Lager styrefiler til EOPS og EMPS (XML-filer). Inkluderer også editering av markeds- og vannkraftdata, dvs ENMD og DETD-filer (DETMOD, ENMDAT, TILPRO). NB! Grensesnitt implementert på norsk.
EOPS	Administrasjons- / beregnings-applikasjon	XML-fil styrt kjøring av EOPS-beregninger. Inneholder pre-prosessering, strategi-beregning, simulering, sesongmodell, havari-analyse og optimalt revisjonstidspunkt.
EMPS	Administrasjons- / beregnings-applikasjon	XML-fil styrt kjøring av EMPS-beregninger. Inneholder pre-prosessering, strategi-beregning, simulering (inkl. systempris) og sesongmodell. Delvis implementert. Detaljert rundt håndtering av parallell-logikk ikke ferdig.
Upgrade10	Applikasjon for oppgradering av datasett fra versjon 9 til versjon 10.	Automatisk konvertering fra versjon 9 til 10.

Klarere skille mellom beregning og brukergrensenitt

Brukergrensesnitt




```
:::: :: : : : :: :: :::: ::::
  :: : : : :: :: ::
::::: :: : : :: :: ::::: :: Energi AS
```

LangTidsModell - EMPS_calendarAPI/r13874 - 2017-10-19

Brukerveiledning.: Vansimtap

Sintef Support....: support.energy@sintef.no, Tel: 40471700/Senb: 73597200

Kj|retidspunkt....: 7. mai 2018, kl 8:45:00

Datamodell

Nr	Omraade- navn	Ant.kon- trakter	Ant. trinn	Ant.vind parker	Vannkraft modell	Ant. moduler	Ant. pumper	Gruppe	Forbindelse til
1,	NUMEDAL	2	47	0	numedal	17	0		2,
2,	TEV	7	52	0	tev	12	0		3,
3,	OTRA	1	56	0	otra	21	1		1, 4,
4,	TERM	1	13	1	Ingen vannkraft				

Historisk tilsigsstatistikk: F/rste aar: 1931
Ant. aar: 50
Prisavsnitt inndeling Ant. akkumulerte: 4
Ant. sekvensielle: 17
Dataperiode F/rste aar: 2018
Ant. aar: 3
Simuleringsperiode: Startdato: 2018.02.19
(Startuke: 8)
Sluttuke: 156
(Antall:
Simuleringsmodus: Parallell
Realrente Rente (%): 0.00

Det eksisterer en fil med magasinfylling.
Magasinfylling maa oppdateres ved endring av betingelser

Velg HIST PERIODE START SERIE MAG DBMAG DATAMOD GRUPPER PRISAV SIMUL RENTE FAKTST ALTERN PRES SAMTAP
AVSLUTT ,

LTMSystem.XML - for kjøring av EOPS

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="LTM_presentasjon.xsl" ?>
<LTM xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="LTM_form.xsd">
  <Model>
    <DataPeriod StartYear="2002" NumberYears="3" />
    <ModelCategory LtmModel="EOPS" />
    <AllMarkets>
      <AreaMarket FileRef="FANTASI.ENMD" />
    </AllMarkets>
  </Model>
  <HistoricalPeriod HistStartYear="1931" HistNumberYear="50" />
  <SeasonData PlanningHorizonSes="0" EndWeekSes="0" AutoCorrPrice="0.0000" PriceLevelFirstWeek="0.0000" NoResLevelIndVV="0"
  PenalMinDiscRestr="0.0000" PenalBypassWater="0.0000" />
  <SimulationConditions>
    <SimulationPeriod SimAltSerial="F" SimStartDate="2002.01.08" SimNumberWeek="155" />
    <ResStartLikeEnd Active="F" />
    <RealInterestRate Rate="0.0000" />
    <NoLapInflowCalibration Number="1" />
    <ResetStrategyFactors Active="F" />
  </SimulationConditions>
  <Simulation>
    <InflowCalculation Active="T" UpdateFromArchive="F" />
    <WaterAndDischCalc Active="T" UseInflowForecast="F" FetchInflowForecast="F" FetchStartResAndRev="F" CalibrationSpotmarked="F" />
    <SeasonalModel Active="F" />
    <RevisionPlanning Active="F" />
    <OutageAnalysis Active="F" />
    <SimtapEffect Active="F" />
  </Simulation>
</LTM>....
```

Kjøring av LTM programmer med XML input

- EOPS LTMSystem.XML
 - Detmod, vansim, simtap, tilsim, genpris
- EMPS LTMsystem.XML
 - Detmod, vansim, simtap, tilsim, saminn, stfil, samtap enmag
- Samtap EMPS EmpsSamtap.XML
 - Samtap med tappefordeling

Funksjonalitet

Miljøvariabel	Beskrivelse – funksjonalitet
LTM_PRISAVSNITT_MAKS	Tidsoppløsning. Maks tillatt oppløsning er timesoppløsning, dvs. 168 prisavsnitt
LTM_DATAPERIODE_25	Data-periode. Maks-grense settes til 25 år.
LTM_OPS_REVISJON	Havari- og revisjon-funksjonalitet i EOPS
LTM_MPS_DAILYTEMP	Døgnoppløsning på temperatur-serier
LTM_TEMPERATURKORR	Temperaturkorrigerings av last
LTM_ENMAG_PUMPKORR	Korrigerings av pumpe-beskrivelse til enmagasin-beskrivelse fra simuleringresultat
LTM_MPS_PARALLELL	Styrer tilgang til parallell-prosessering i Samkjøringsmodellen. Gir tilgang til parallellisering av: Strategi-beregning (VANSIM og SAMSIM), SAMTAP-simulering og Sesongmodell (i EMPS)

Funksjonalitet

Miljøvariabel	Beskrivelse – funksjonalitet
LTM_MPS_VIND	Vindkraft modellert som energi-serier.
LTM_MPS_VIND_EKSTRA	Akkumulerer timesverdier til akkumulerte prisavsnitt basert på fordeling gitt i PRISAVSNITT.DATA. Uten dette passord satt beregnes middelerdi for uken, som så fordeles flatt ut på alle prisavsnitt
LTM_MPS_VINDPARKER	Tillater flere vindparker i hvert delområde.
LTM_MPS_AUTKAL	Funksjonalitet for automatisk kalibrering i EMPS.
LTM_MPS_VVMINP	Kalibreringsmulighet via manuelt sette nedre grenser for minimumsproduksjon i enmagasin-modellen.

Funksjonalitet

Miljøvariabel	Beskrivelse – funksjonalitet
LTM_MPS_START	Startkostnader for termiske enheter
LTM_MPS_FLEKS	Dynamisk forbrukstilpasning
LTM_MPS_FLEKS_OPT	Dynamisk forbrukstilpasning med modellering av optimaliserende aktører
LTM_MPS_HOURGRIDCAP	Kapasitet på forbindelser mellom delområder kan gis som timesverdier.
LTM_MPS_SYSTEMPRIS	Funksjon for beregning av systempris i SAMTAP
LTM_MPS_INVEST	Investeringsanalyse i EMPS.

Nytt i R99 (eller tidligere)

Miljøvariabel	Beskrivelse - funksjonalitet
LTM_HBV_PROGNOSE	Funksjonalitet for tilkobling til resultat fra Powel's HBV-modell (Inflow).
LTM_TILXML	XML-lagring av data for tilsigsprognose Fristilt i R99
LTM_FLEKSI_VANNRESTRIKSJON	Korrigerings av nedre grense for enmagasin- beskrivelsen basert på resultater fra tappefordelingen. Fristilt i R99

Nytt i R99 (eller tidligere)

Miljøvariabel	Beskrivelse - funksjonalitet
LTM_KORT_I_VARFLOM	Korttidsprognose mellom start og sluttuke for vårflom-prognose. (Vårflom- og korttidsprognose er en separate funksjoner i TILPRO)
LTM_OPS_INDVV	Sesongmodell i Vansimtap (Simtap)
LTM_OPS_VVSCEN_RESTR	Utskrift av ekstra vv-informasjon (per scenario) fra sesongmodellen.

Andre tilgjengelig funksjoner (lisensbelagt)

Miljøvariabel	Beskrivelse - funksjonalitet
LTM_OPS_REVISJON	Havari- og revisjon-funksjonalitet i EOPS
LTM_OPS_FLOMTAPP	Forsert tapping i tappefordeling ved flomfare
LTM_OPS_BRUDD_RESTR	Registrering av brudd på restriksjoner
LTM_OPS_UTJAMNVASS	Lagring av utjammings-vassføring på fil. Resultater lagres på fil med simuleringsresultater for detaljert vannkraft (DETSIMRES)
LTM_TILSIGPUMP	Begrense pumping dersom lite tilsig til magasin.
LTM_FALLHTAPP	Korrigerer for fallhøyde i tappefordeling

Andre tilgjengelig funksjoner (lisensbelagt)

Miljøvariabel	Beskrivelse - funksjonalitet
LTM_MPS_SNOMAGASIN	Tar hensyn til snømagasin i vannverdi-beregning, dvs egen tilstand for snø i VV-matrise
LTM_MPS_PARKOPL	Tilgang til parallell-prosessering også i KOPL ved strategiberegning. Krever også: LTM_MPS_PARALLELL
LTM_MPS_PAVSNITTVV	Mulighet til å bruke redusert antall prisavsnitt i vannverdi-beregning. Dette for å redusere regnetid.
LTM_MPS_EKSOGEN_PRISNIV	Tillater modellering av eksogen prisusikkerhet i EMPS. Kan inkludere en pristilstand i strategi-beregning.
LTM_MPS_TRANSCAP	Kapasitet på forbindelser mellom delområder styrt av last-nivå
LTM_MPS_DRY_OR_WET	Mulighet for fritt å velge historisk år i dataperioden. NB går ikke sammen med sesongmodell i EMPS.

Fremtidig arkitektur

- Gradvis restrukturering
 - Ta bort ubrukt fleksibilitet
 - F.eks. samle all markedsfunksjonalitet. PREF, Startkostnader, dynamisk forbruk., reservekrav
 - Generaliser filformater, f.eks. xml på alle Ascii filer
 - Samnett/Samlast input og output filer
- Feilmeldingssystem
 - Forbedre og utvide
- Kjøre API

Automatisk testing og bygging

- Har et opplegg for noe halvautomatisk testing
 - Tilpasninger til versjon 10
- Utvide funksjonalitet som testes
- Automatisk bygging og testing

Nye prosjektideer 2019

- Nettekvivalenter til i bruk i markedsanalyser
 - Ble laget en søknad i fjor som vil være utgangspunkt
 - Testing ved bruk av FANSI
- Videreføring av FANSI
 - Oppgradering til versjon 10
 - FANSI med tilstandsavhengige restriksjoner
- Simulator type prosjekt for å verifisere konkrete nytteverdier
 - Tilsigsprognoser (kort eller lange)
 - Kutt/versus konstante vannverdier