



Flerfasemålere - Erfaringer som systemleverandør.

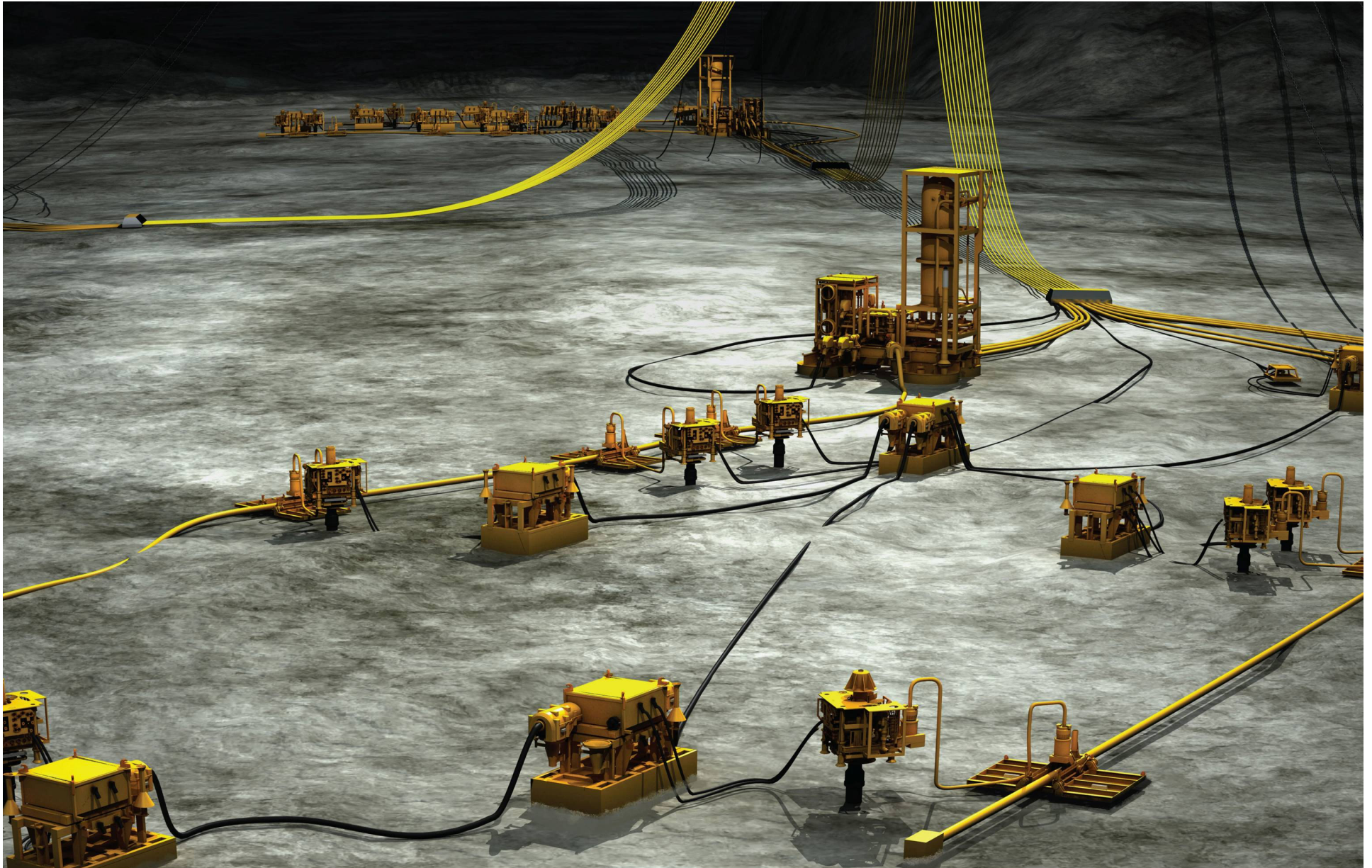
Svein Petter Hanserud

**We put you first.
And keep you ahead.**

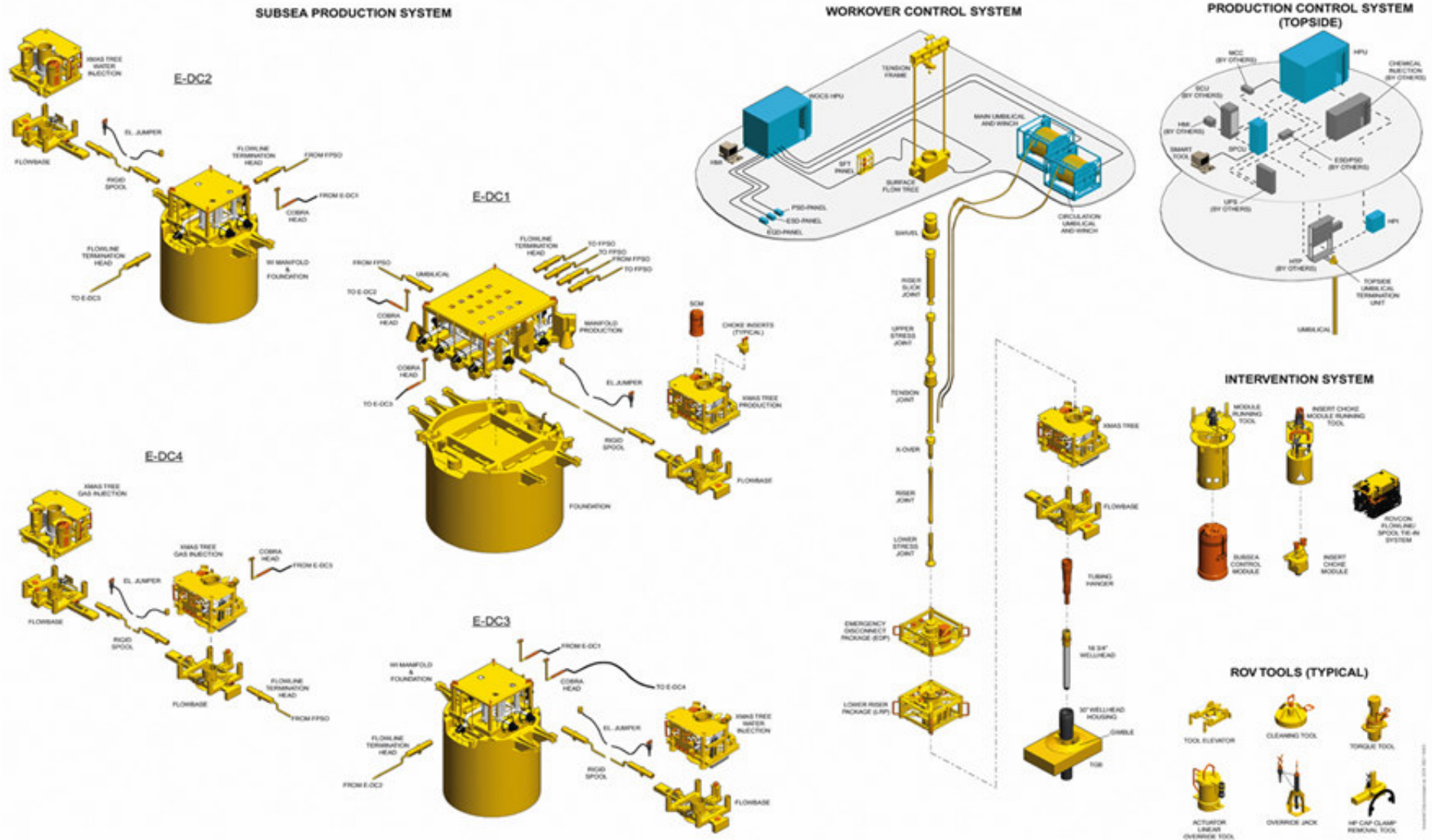
Agenda

1. SYSTEM OVERSIKT – Undervannsproduksjonsystemer.
2. REFERANSER.
3. STANDARDISERING?
4. INSTALLASJON AV MPFM/WGM, eksempler.
5. ERFARINGER – Design og kvalifisering.
6. ERFARINGER – Verifikasjon av måleytelse.
7. ERFARINGER – Systemtesting.
8. ERFARINGER - Engineering.
9. ERFARINGER - Commissioning
10. Flowmanager™
11. TRENDER og UTFORDRINGER.

Undervannsproduksjonssystemer.

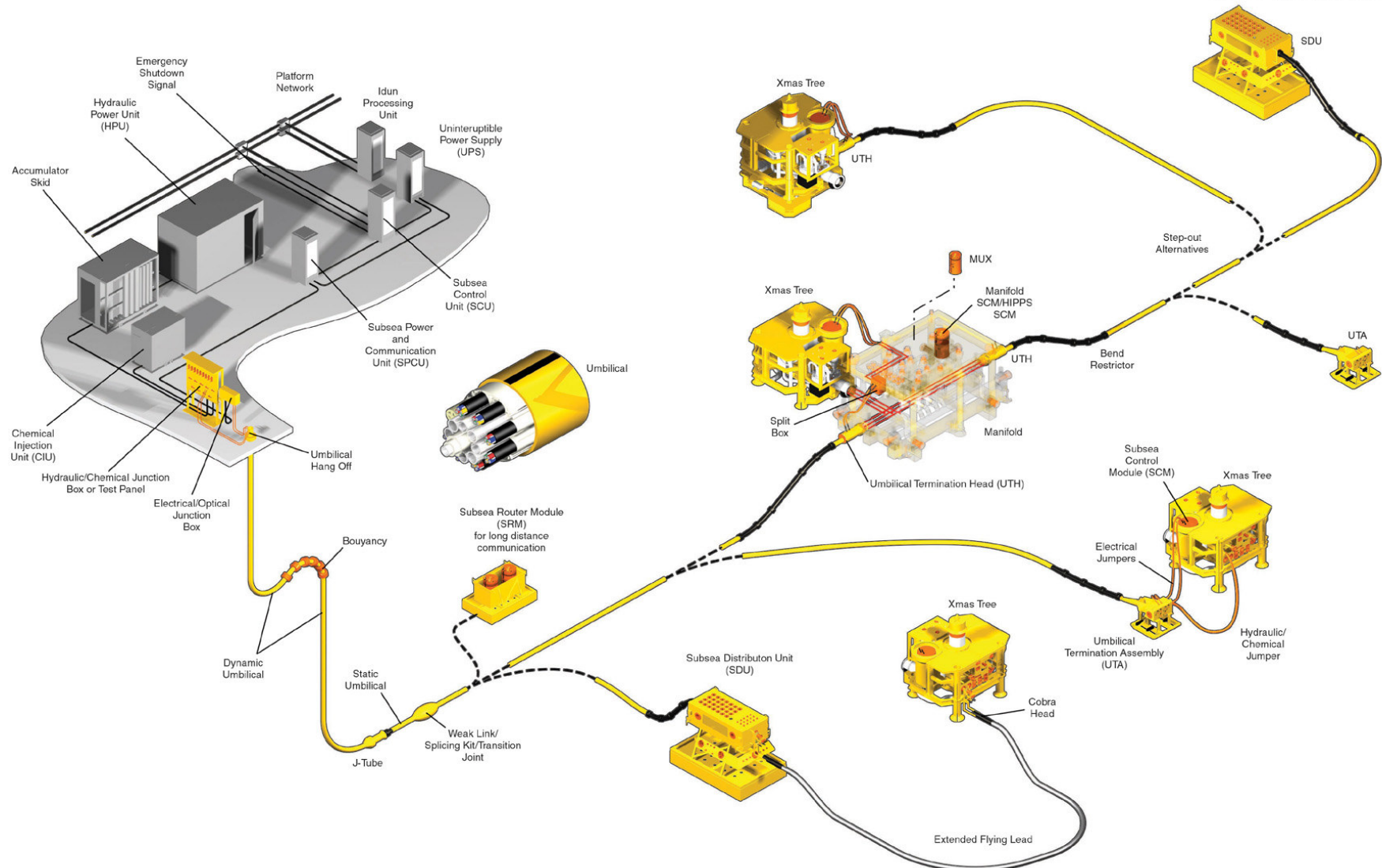


1. Systemoversikt



Subsea Control System - Building Blocks

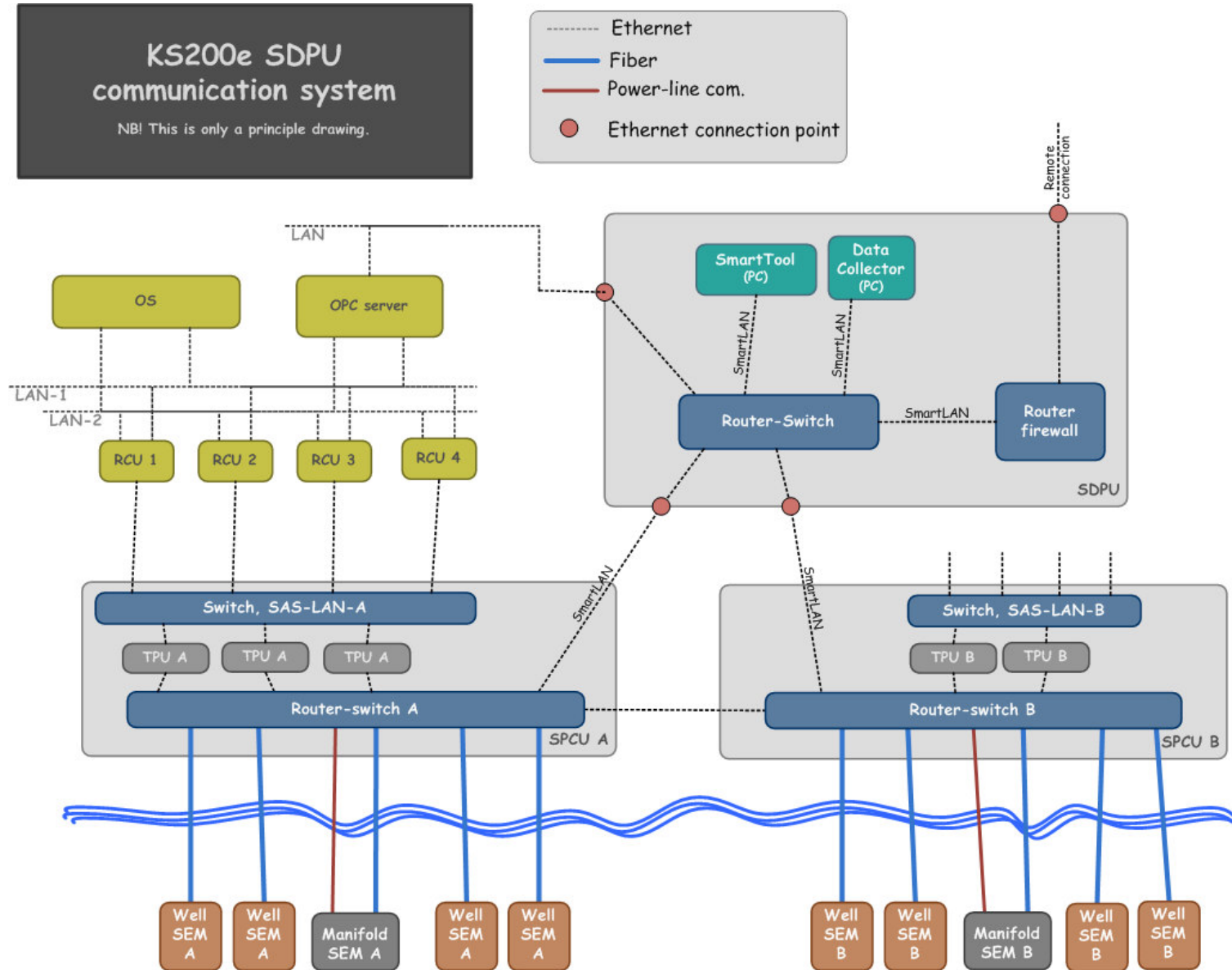
FMC Energy Systems
FMC Kongsberg Subsea



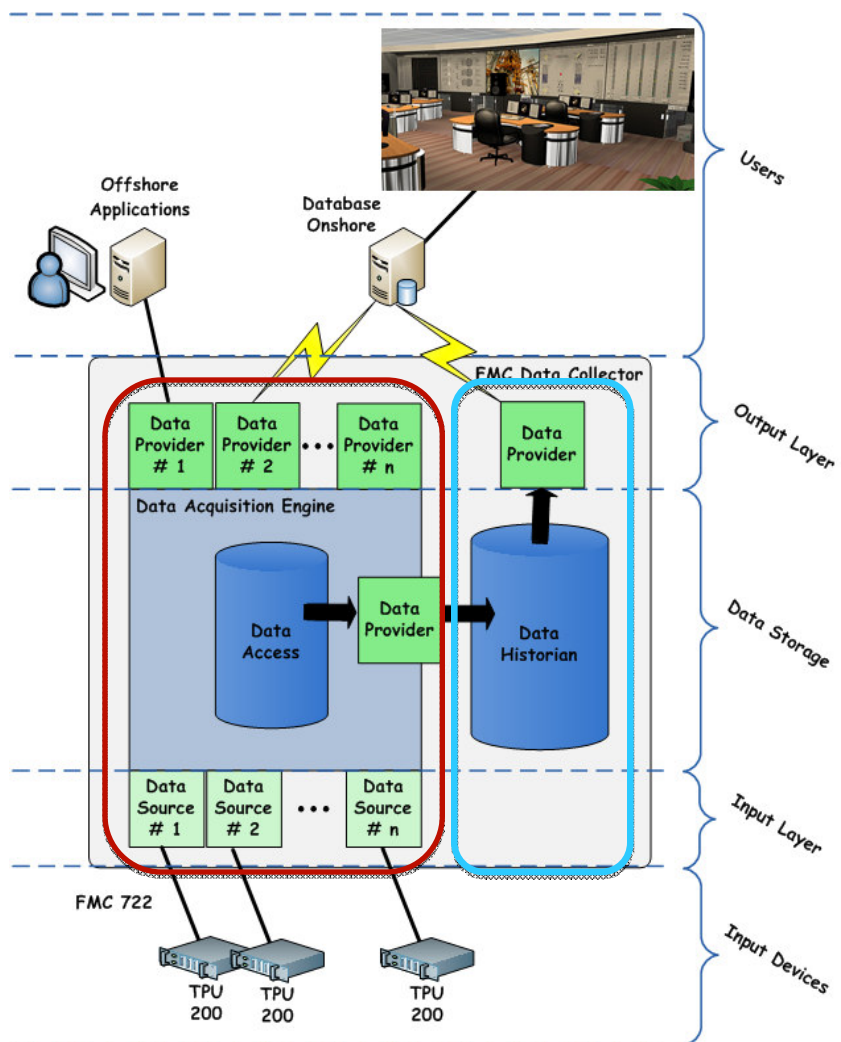
8396-17112 - Subsea Control System

KS200e SDPU communication system



NB! This is only a principle drawing.



Data Collector Overall Architecture

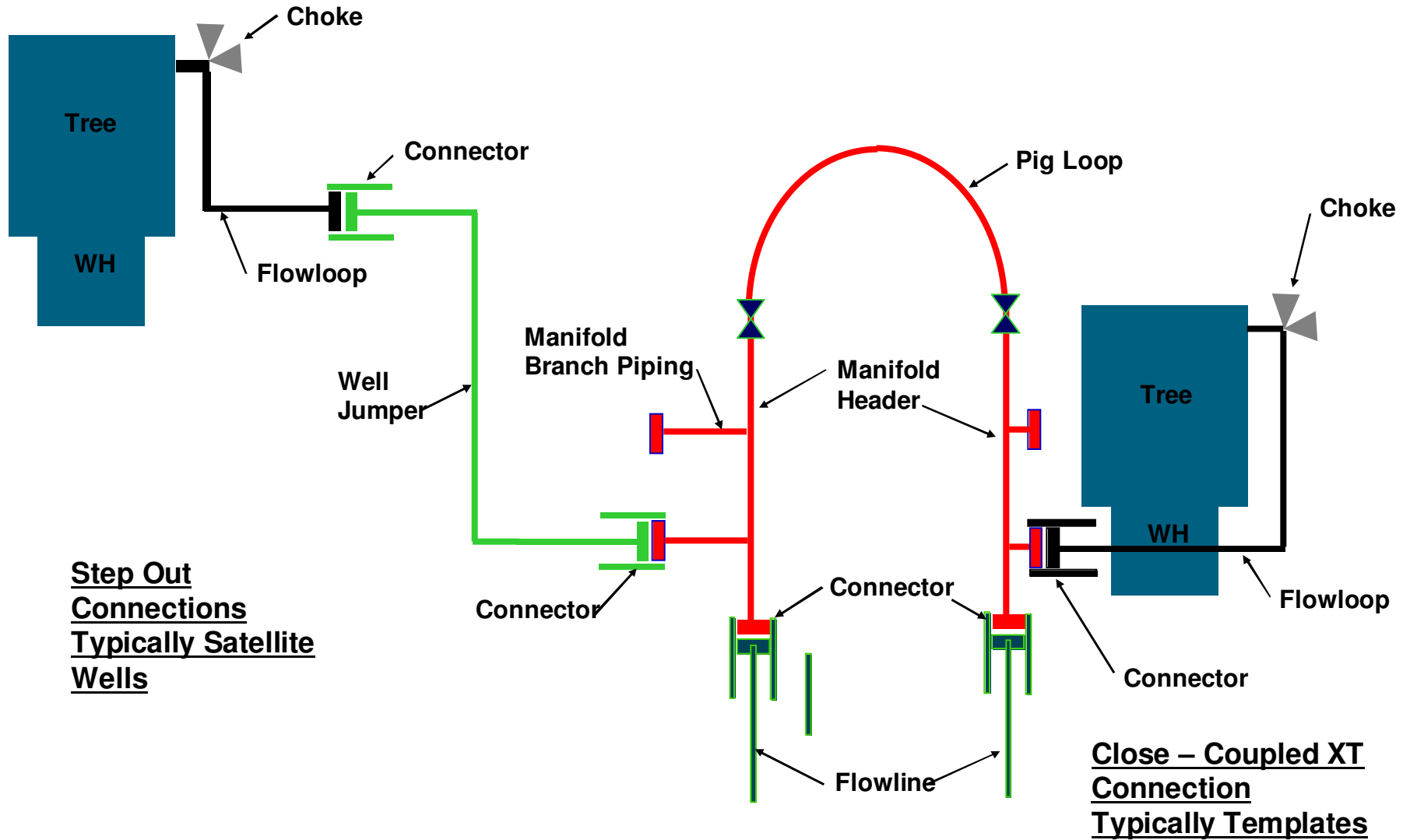


Modules:

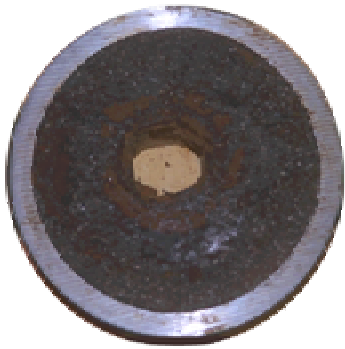
-  Data Access, snap shot of subsea information
-  Data Historian, logging of subsea information

- Designed for high level of reusable software
- Interfaces, international standards (OPC first implementation)
- Data layer readable for Contractor
- Housekeeping readable by Operator maintenance team
- Housekeeping capability

Terminologi



Krevende medium for et målesystem.



Wax / Asphaltene



Gas Hydrates



Emulsion / Foam

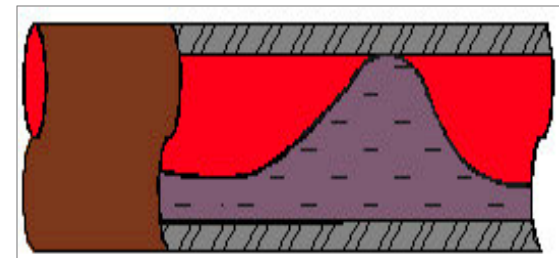
Scale



Sand/Erosion



Liquid Slugging



2. REFERANSER.

- FMC har integrert MPFM /WGM fra alle 3 leverandører subsea.
- Totalt ~ 250 enheter: Ca. 200 er installert. Ca. 50 i leveranse.
- Fra 3" til 10".
- Fra KOS 150 Powerline kommunikasjon via RS484 Modbus og CanBus CanOpen til 10 Mb/s TCP/IP Ethernet.
- Integrert i ulike moduler:
 - Flenset inn i trekkbare moduler (FCM/CM) på X-mas tree
 - Separat trekkbare i manifold. Egen modul med FMC Collet konnektor. Trekkbar ved bruk av samme intervensjonsverktøy som for SCM.
 - Innsveiset i X-mas tree flowline og i flowline jumper (trekkbar elektronikk)

2. REFERANSER. (fortsettelse).

- FMC har vært "førstegangsinTEGRATOR" av:
- Framo Subsea Vx – East Mariba - Petrobras 2001
- Roxar WGM – Mikkell - Statoil 2001
- MPM WGM /MPFM – Vega - StatoilHydro 2008

Roxar WGM Mikkell



2. REFERANSER OG STATUS (fortsettelse)



Framo MPFM



MPM Vega

3. STANDARDISERING?

- Vanskelig å standardisere og å gjenbruke samme måler fra tidligere prosjekter:
 - Størrelse må tilpasses brønndata : venturi, ID, DP-range.
 - Løpende oppdatering av bransjestandarder: NORSOK, ISO, m.fl.
 - Krav til nedkjølingstid varierer, stadig strengere krav.
 - Kontinuerlig design og optimalisering hos underleverandørene.
 - Økt trykk og temperatur.
 - Kundespesifikk maling, termisk isolering, materialkrav.
 - Rask utvikling av kommunikasjonsgrensesnitt.
 - Kundespesifikke redundanskrav.
- **Alle** leveransene hittil er **tilpasset** det enkelte prosjekt.

4. INSTALLASJON AV MPFM/WGM.

- FMC har integrert 3 hovedvarianter av MPFM/WGM:
 1. Flenset inn i trekkbar modul på X-mas tree. Denne modulen inneholder for øvrig andre kritiske komponenter med forventet slitasje (Choke) eller med en viss kompleksitet (f. eks. MEG-injeksjonsventiler). For HXT utgjør denne modulen overgangen mellom X-mas tree og manifold.
 2. Flenset inn i en dedikert enhet med en KC 4-10 konnektor.
 3. MPFM med trekkbar elektronikkanne som sveises inn i X-mas tree flowline eller inn i X-mas tree jumper.

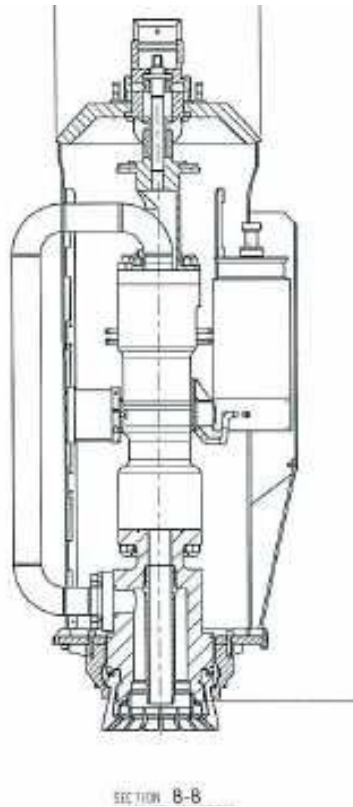
Valg av posisjon for innmontering av MPFM/WGM styres bla. av:

- Type Xmas-tree.
- Total kost for MPFM/WGM integrering.
- Termiske isolasjonskrav.
- Optimal posisjon for mest nøyaktig måling: Termodynamisk likevekt og strømningsregime.
- MPFM/WGM per produsentbrønn eller per manifold.

Manifold MPFM



Framo



Roxar



Framo

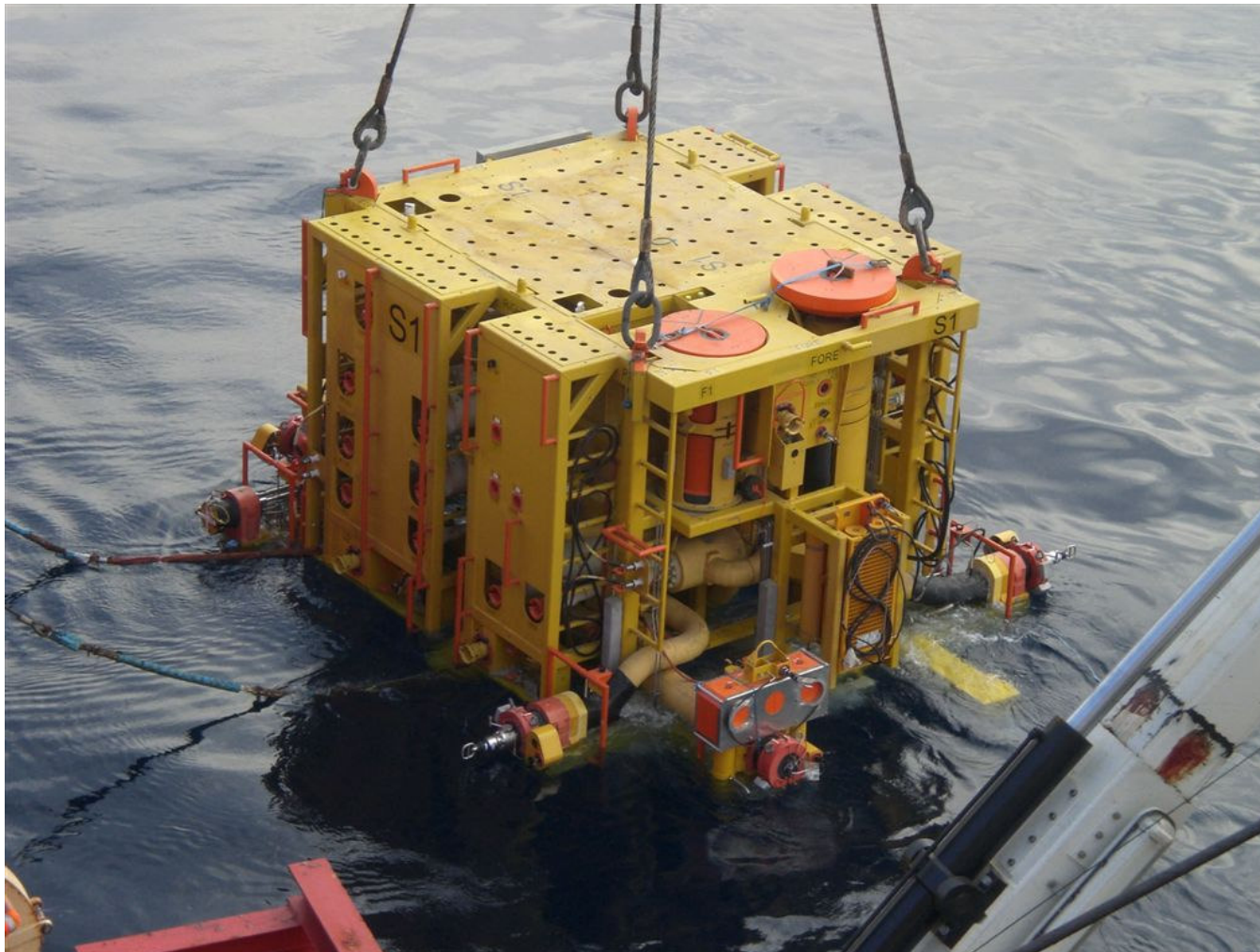
Manifold MPFM



Roxar MPFM i Woodside Vincent manifold

Manifold MPFM (fortsettelse)

BP Block 18 manifold



Flow Line Jumper MPFM

Roxar SRC i TOTAL Rosa Flow Line Jumper

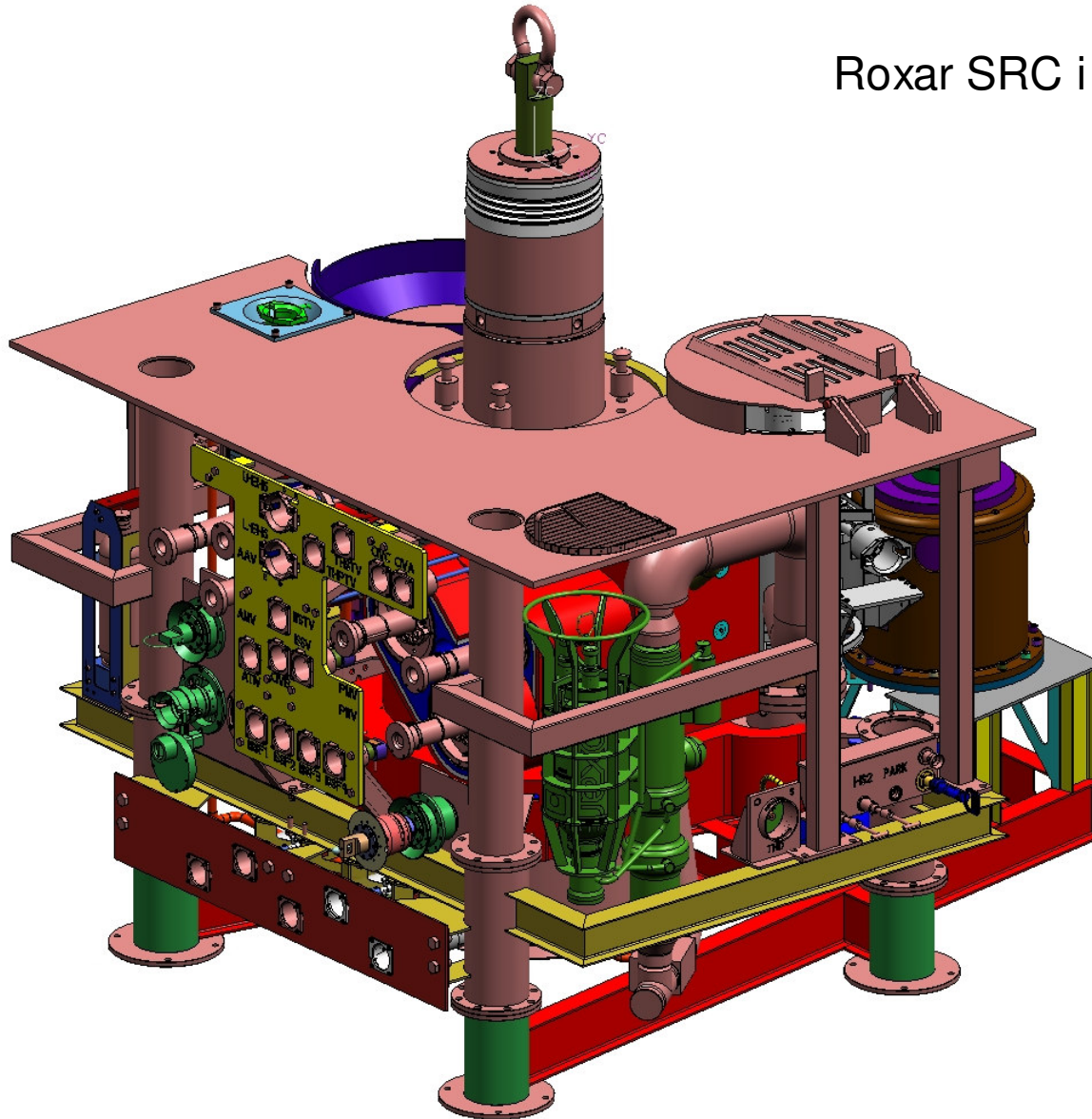


Flowline Jumper MPFM (fortsettelse)

Roxar SRC i TOTAL Rosa Flow Line Jumper



Roxar SRC i Total Pazflor



TOP WORK

StatoilHydro FCM



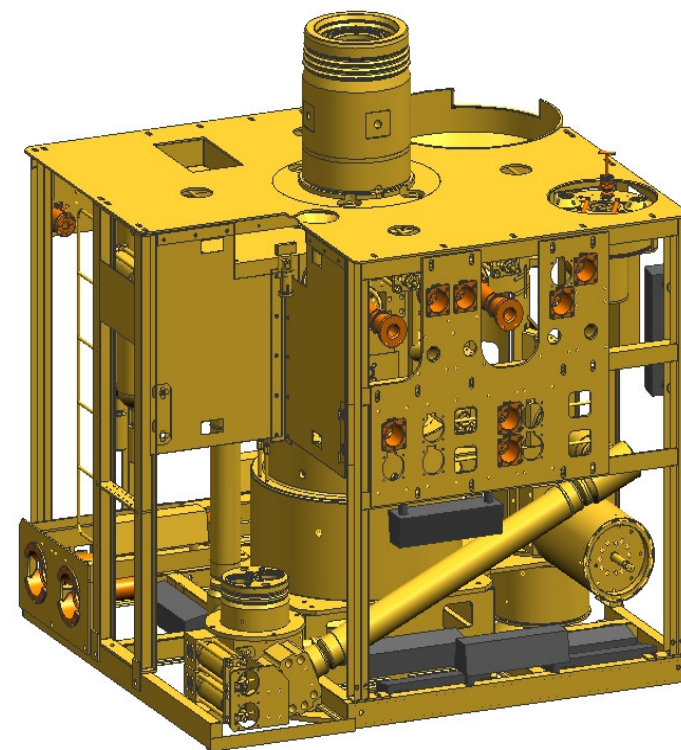
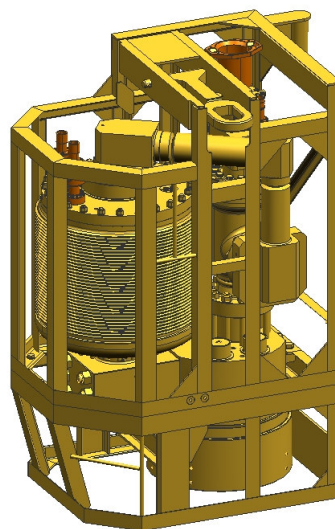
ROXAR MPFM



Framo

Modularitet vha. flow module/choke module.

- Fleksibel løsning der MPFM/WGM installeres i trekkbar modul sammen med choke.
- CM fleksibel slik at de fleste målerne kan integreres.
- Modulbasert X-mas tree. Bytter modul for å konvertere til for eksempel injektor.
- Gir økt standardisering av grensesnitt for målerne.



Framo flow
module
assembly

5. Erfaringer – Design og kvalifisering

- FMC har etablert egen "Best Practice" for design, marinisering og testing av subsea instrumenter.
- ISO-13628-6: "Subsea Sensors shall be as simple as possible".
 - Generell god erfaring med å følge FMC "Best Practice" . Redundans kan ikke kompensere for svake design løsninger.
 - Bruk av "Best Practice" og høy kvalitet på komponenter er viktigere enn redundans.
 - Tidlig involvering av materialavdelingen: Allerede ved utvikling hos underleverandører. Materialvalg er ofte en krevende avveining mellom optimalisering av følsomhet til sensorelementene og robusthet mot krevende målemiljø (, brønnfluider, kjemikalier, temperatur og trykk).

5. Erfaringer – Design og kvalifisering(forts.)

- DNV RP-203 A.
- Verktøy for å sikre god prosess og dokumentasjon av design og kvalifisering.
- FMC og operatørene kan komme tidlig inn i design prosessen med erfaringsoverføring.
- FMECA er sentralt verktøy.
- Samme FMECA blir verktøy i kontinuerlig forbedringsarbeid.
- Kvalifisering blir systematisert og mer transparent.
- Enklere å bryte ned i moduler for få med i prosessen fagfolk fra de relevante disiplinene.

6. ERFARINGER – system testing

- Krevende kommunikasjonsgrensesnitt.
- Tidligere er system først testet ved EFAT.
 - All kommunikasjon er dermed ikke fullstendig testet tidlig.
 - Trenger å spesifisere krav til testing bedre.
 - Standardiserte test spesifikasjoner under utarbeidelse.
 - Større fokus på sporbarhet i SW versjoner og konfigurasjonskontroll i feltets levetid.
 - Trenger nært samarbeid med leverandørene i dag for å finne ut av kommunikasjonsproblemer.

7. ERFARINGER – Verifikasjon av måleytelse.

- FMC er normalt ansvarlig for måleytelsen til målerne i vårt system.
- FMC trenger å kunne stole på underleverandørenes spesifikasjoner.
- Etablert praksis med blindtester:
 - Tester en av leveranse målerne.
 - Testes med identisk piping og blind-T som for vertsmodule.
 - Målerne konfigureres som subsea-målere gjøres i felt. PVT komposisjon.
 - Ingen kalibrering mot testfluidene.
 - Testpunktene er ukjent for leverandøren under testen.
 - Resultatene evalueres mot leverandørenes egen spesifikasjon.
 - Statistisk metode etablert for å definere akseptkriterier.
- ☠ Objektiv test.
- ☠ Verifiser leverandørenes spesifikasjoner.

8. Erfaringer – engineering.

- Krevende teknisk grensesnitt og lang leveringstid:
 - Standardisere på moduler som er fleksibel nok til å ha plass til alle leverandørenes målere.
- Trenger å avklare de fleste grensesnitt allerede i tilbudsfasen
- Dette krever at:
 - Operatøren godkjenner/verifiserer beregningene som foreligger for valgt størrelse.
 - Interne grensesnitt avklares og låses vha 3D modell i tilbudsfasen.
 - Det settes av nok tid til tekniske avklaringer mot kunde.
 - Fordel om kunden kan sette klarere krav til målere i sin designbasis:
 - Krav til nøyaktighet og måleområde.
 - Hvilken periode i feltet er viktig og hva er formålet med målingene.

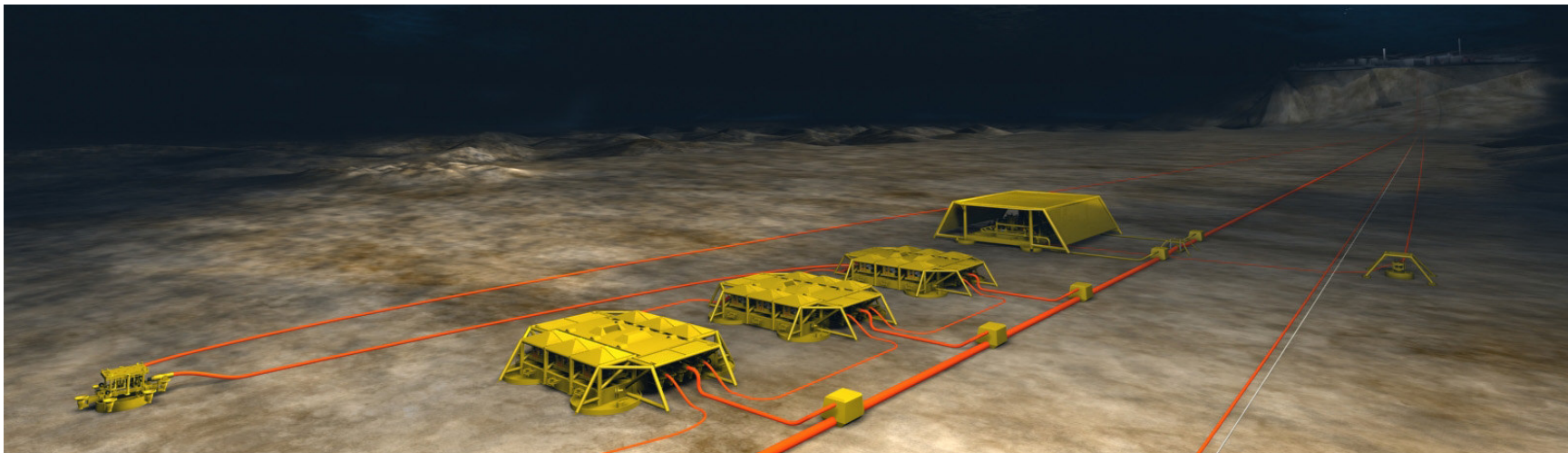
8. Erfaringer – Commissioning.

- Trenger å se på commissioning som en integrert operasjon mellom FMC, leverandør av måler og sluttkunde.
- Hvordan sikrer man en korrekt HC komposisjon (Korrekt PVT) under commissioning og i driftsfasen.
- Hvordan kan man teste målerne under commissioning:
 - Mot separator.
 - Mot Flowmanager™.
 - Mot fiskal målestasjon.
- Commissioning metode må avklares og planlegges tidlig.
- Ulike målere har ulike krav og ulik sensitivitet til PVT input.

9. FlowManager™.

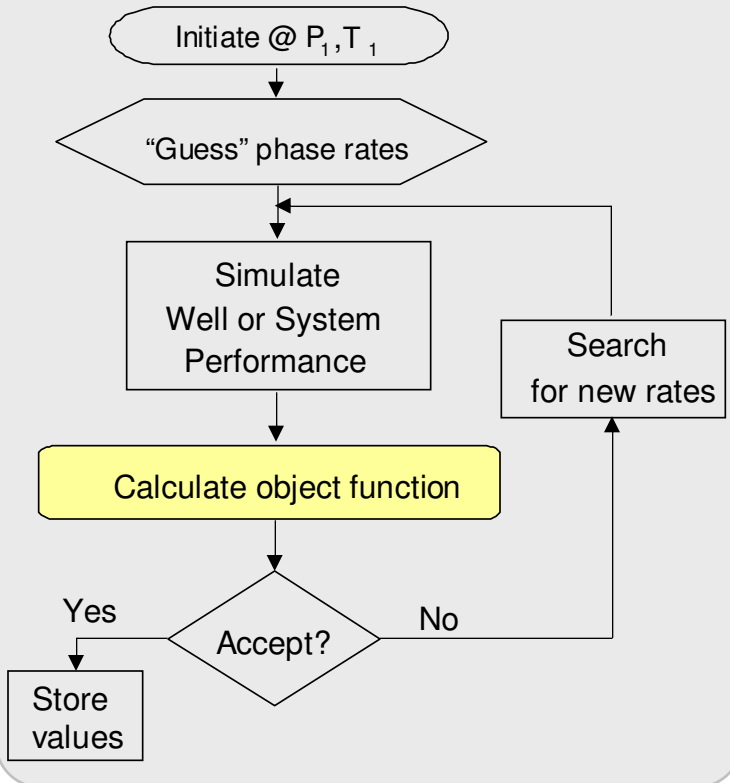
FlowManager™ - Virtual Flow Meter System

- Individual metering from each well without Flow Manger or when MPFM has failed.
- Virtual Measurements of downhole pressure, velocities, gas lift etc.
- Monitor and verify measurements including MPFM/WGM.
- Total field rate calculated by FlowManager™ at all times.

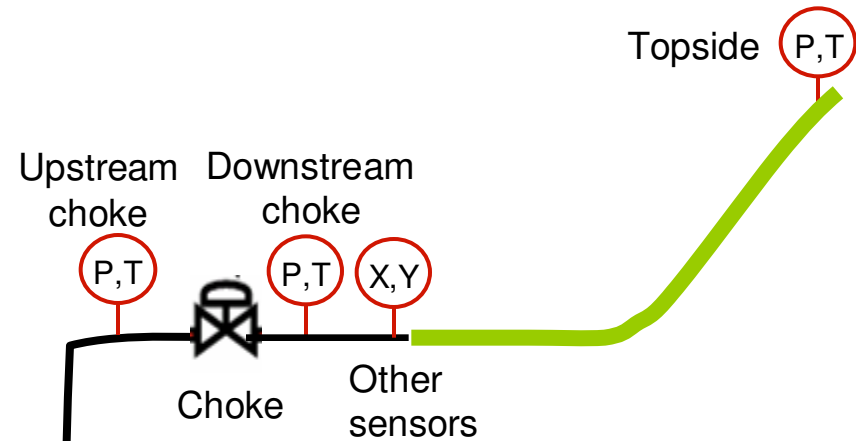


Calculation principle

For every time step:



Downhole P, T



Object function:

$$F(x) = \sum_{j=1}^n W_j (X_{m,j} - X_{c,j})^2$$

where

W_j : weight on sensor j

$X_{m,j}$: measured value sensor j

$X_{c,j}$: calculated value sensor j

FlowManager Model includes:

- Physical layout of the actual system (from PFD's etc)
- Mathematical models of all flow elements

Virtual Flow Meter System

Obtain Accurate Measurements

Field without
Multiphase
Flowmeters

Well 1 oil rate

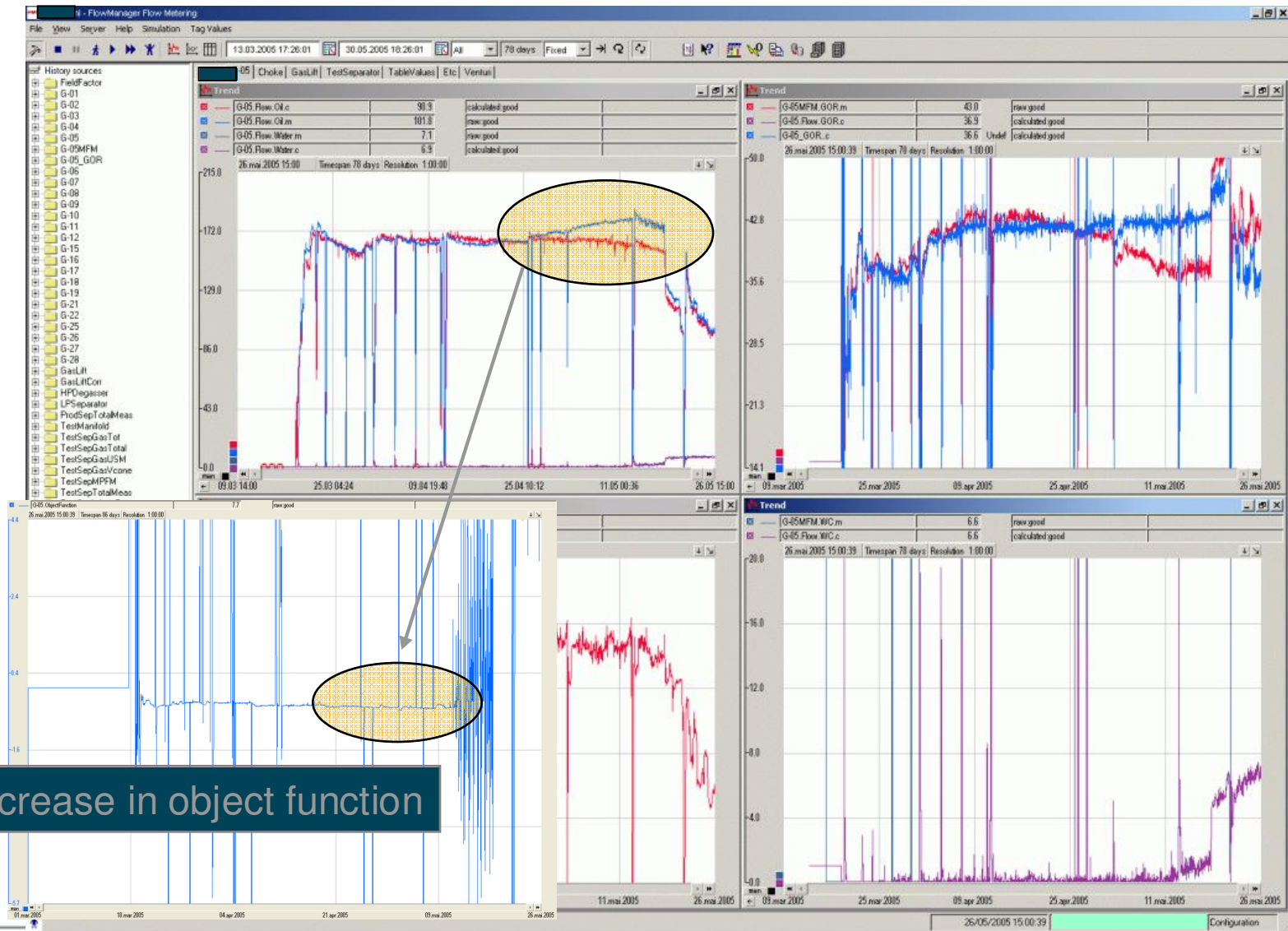
Well 2 oil rate

Well 3 oil rate

FlowManager
calculates individual
well rates



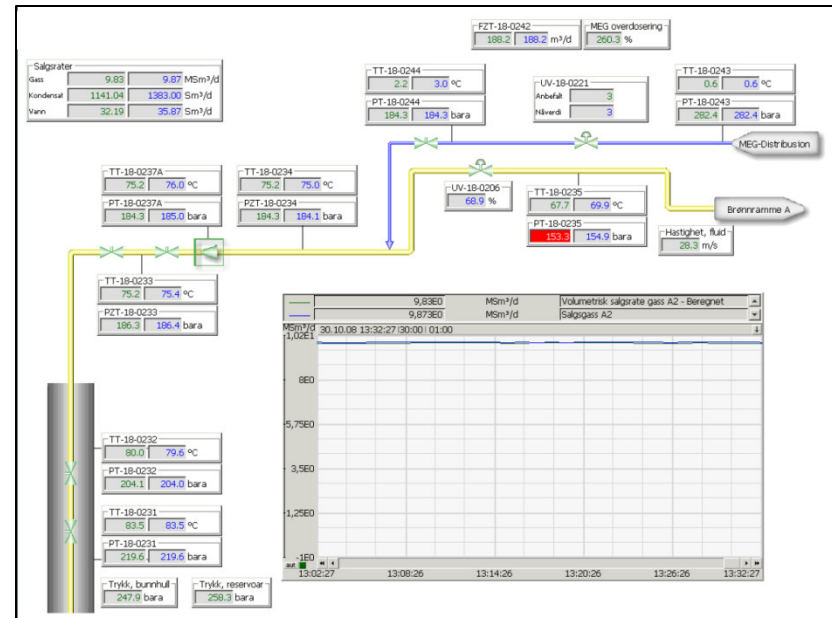
FlowManager and MPFM



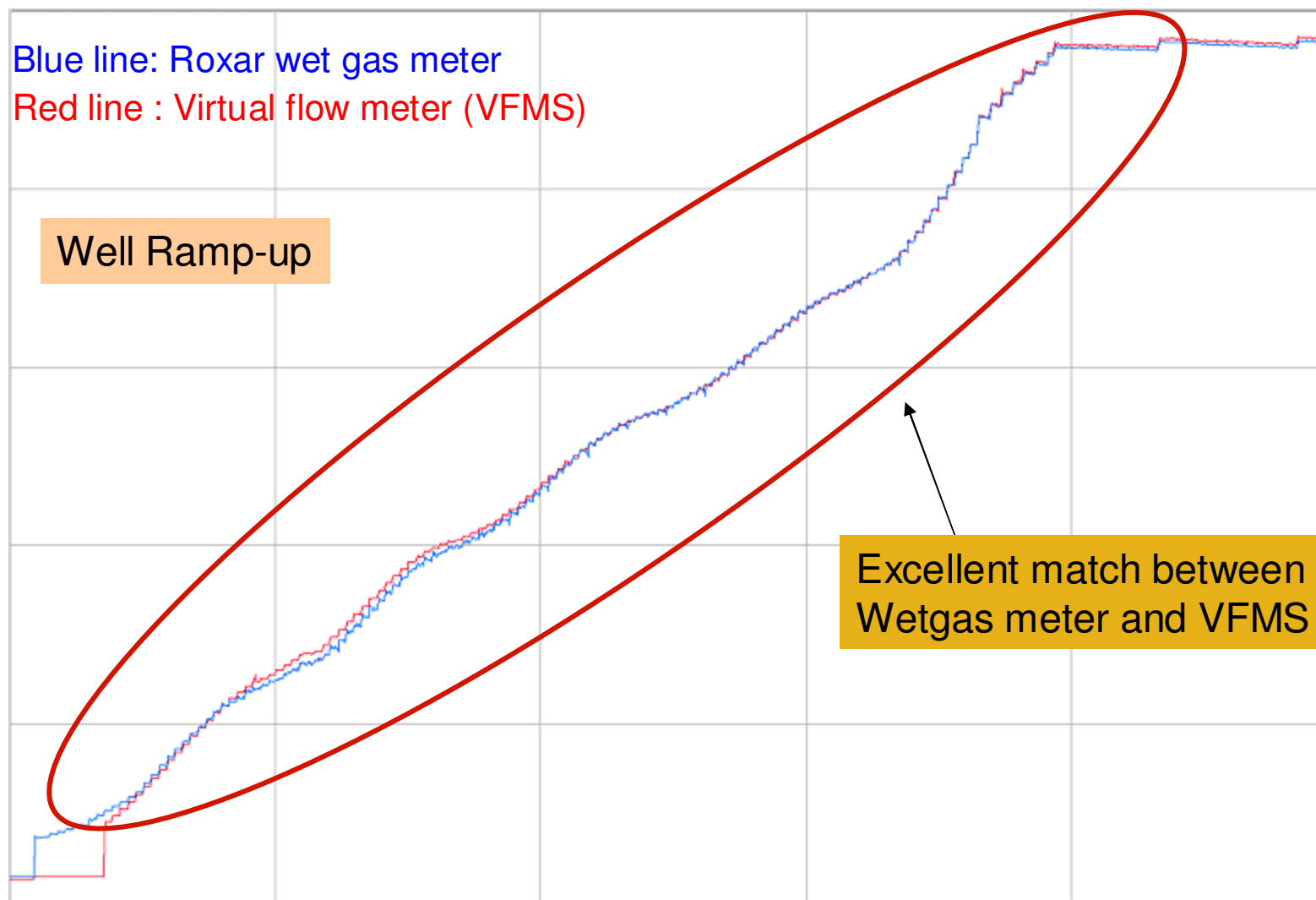
Ormen Lange

Virtual Flow Metering (VFMS)

- Accurate rate calculations
(backup of physical meters)
 - Rates for three phases at the wells
 - MEG injection rates at the wells
- Sensor surveillance
 - Flow meters
 - Pressure & temperature at wells and templates
 - Leakage- and blockage detection at well & template
- Virtual sensors
 - Pressure downhole
 - Pressure reservoir



Ormen Lange Virtual flow meter



10. Trender og utvikling

- Fokus er fortsatt **pålitelighet**, men forbedringene er blitt synlige.
- Fokus områder er:
 - kravsetting av SW utvikling og SW dokumentasjon.
 - endringshåndtering av SW og måler konfigurering i hele levetiden
 - Feilsøking på systemer i drift. Krever mer samhandling.
 - Mer modulær og trinnvis testing av kommunikasjonsgrensesnitt
- Standardisering av grensesnitt:
 - Kommunikasjon:
 - OPC & TCP/IP
 - SIIS Subsea Sensors (CanBus)
 - Mekanisk
 - Innflensning i Choke Moduler vha SPO flenser

10. Trender og utvikling (fortsettelse)

- **Fiberoptikk for instrumentering:**
 - Optisk kommunikasjon fra SCM trengs for høye data rater, muliggjør utvidet bruk av TCP/IP Ethernet 10Mb/s til målerene.
 - eField funksjonalitet– fjernlesning av data: FMC Data Collector , CPM og Flowmanager™.
- Større havdyp; 3000 WoA, Brazil and GoM
- Høyere trykk og temperatur (HPHT)
 - 15 k, 250 F systemer vanlige
 - 20 k, 400 F under studier GoM
- **Måleteknisk:**
 - GVF område utvidet. Flere felt med stort spenn i GVF. Enklest med 1 type måler.
 - Formasjonsvannsdeteksjon.

Spørsmål?



