

FREMTIDENS SMARTE ENERGIEFFEKTIVE BYGG

Avslutningskonferanse for et 5-årig forskningsprosjekt
ved NTNU og SINTEF

20. november 2007, Thon Hotell Opera, Bjørvika, Oslo



Smart drift

Professor Vojislav Novakovic, Dr.ing.
Institutt for energi- og prosessteknikk
NTNU

Hva er smart drift?

- Smart drift av bygninger med tilhørende tekniske installasjoner kan bare oppnås gjennom en **helhetlig tenkning og handling**
- Smart drift av bygninger kan oppnås gjennom en **kontinuerlig funksjonskontroll** som følger bygningen gjennom hele levetiden, fra de første ideene i designfasen og helt til den endelige avhendingen

Samspill

Uteklima	Bygning	Installasjon	Bruker
Ute-temperatur	Plassering Orientering	Energi- og vannforsyning	Vaner Holdninger
Sol	Form Planløsning	Oppvarming Varmtvann	Virksomhet Driftstid
Vind	Isolasjon Tetthet	Ventilasjon Kjøling	Forvaltning Drift
Fuktighet	Varme-kapasitet	El.apparater Belysning	Vedlikehold Utvikling
Omgivelser	Vindus- løsninger	Gjenvinning Automatikk	Informasjon Kunnskap

Energibruk – Inneklima – Kostnader

Medvirkende fagdisipliner

Arkitekt	Bygg	Maskin	Elektro
Funksjon	Konstruksjon	Varme- og vannforsyning	Elektrisitetsforsyning
Form Planløsninger	Isolasjon Tetthet	Oppvarming Sanitasjon	Elektriske apparater
Lys Farge	Vann, Avløp Renovasjon	Ventilasjon Kjøling	Belysning
Estetikk	Vedlikehold	Gjenvinning Automatikk	Automatikk
Energibruk – Inneklima – Kostnader			

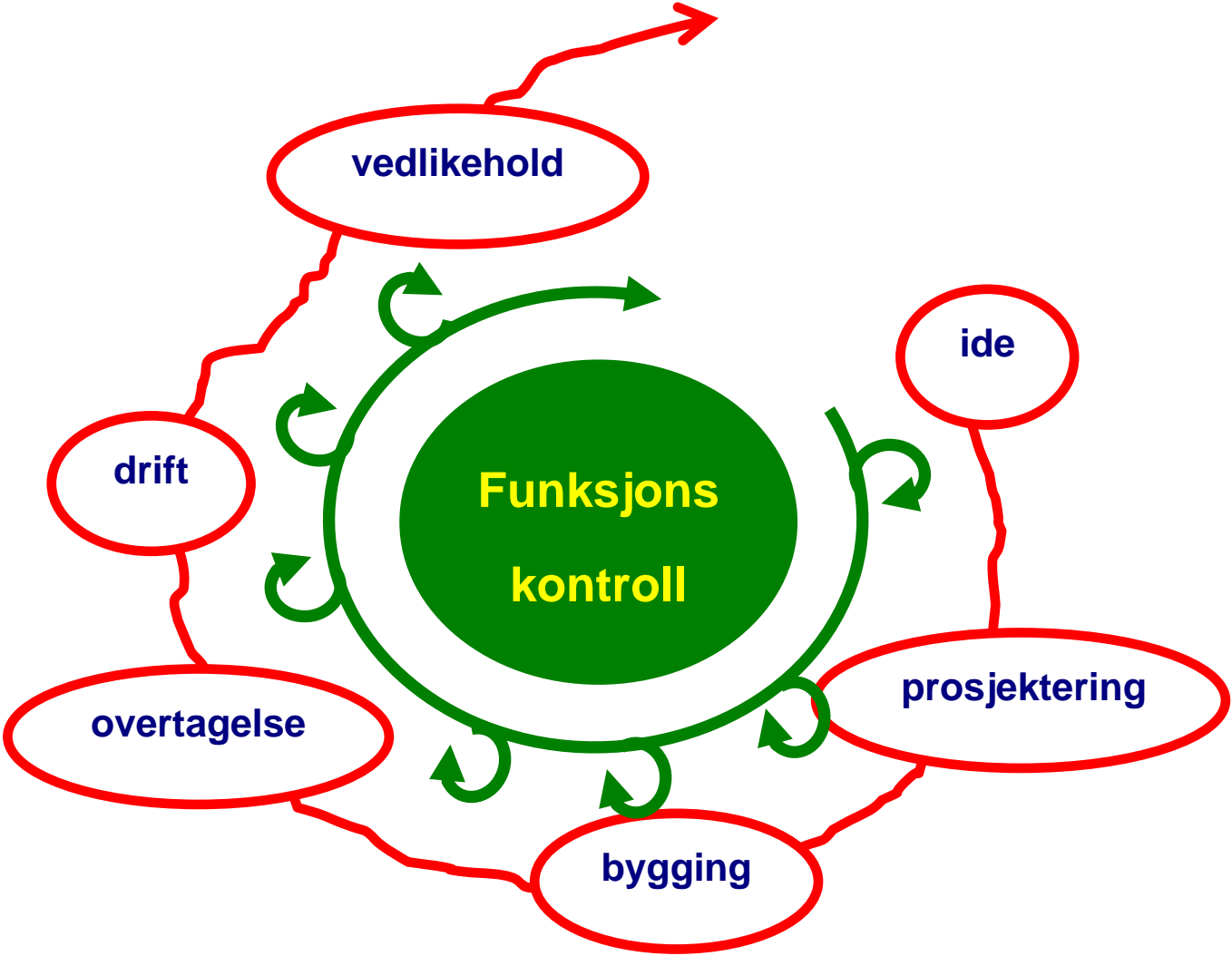
Hva er kontinuerlig funksjonskontroll?

- Kontinuerlig funksjonskontroll har som **mål** å sikre avtalt:
 - inneklima, energibruk og økonomi
 - gjennom planlegging, design, produksjon og bruk av bygninger
- Kontinuerlig funksjonskontroll følger bygget fra **”vogge til grav”**

Hva er kontinuerlig funksjonskontroll?

- Kontinuerlig funksjonskontroll er en **systematikk** som skal sikre at alle ytelser i et bygg til enhver tid er som forutsatt.
- Eksempler på **ytelser** er :
 - temperatur, fuktighet, ren luft, energibruk, kostnader, varme, kjøling, lys, ventilasjon, ...

Kontinuerlig funksjonskontroll



Motivasjon

- Alle profesjonelle aktører har **gode intensjoner** om å oppfylle krav til:

- effektiv og sikker drift,
- riktig inneklima,
- rasjonell bruk av energi,
- liten påvirkning av utemiljø,
- god sikkerhet og
- god økonomi

over hele byggets livsløp.

- Erfaringen viser stor **uoverensstemmelse** mellom

- intensjoner og
- virkeligheten.

Uønskede resultater

■ Bygninger med:

- ukomfortabelt eller helsefarlig inneklima
- energibruk, effektuttak og miljøbelastning
- høye driftskostnader og lav produktivitet for brukerne

■ Bedre **kvalitetssikring** av arbeidet både under

- prosjektering,
- utførelse og
- drift

■ er nødvendig for å få bukt med disse problemene.

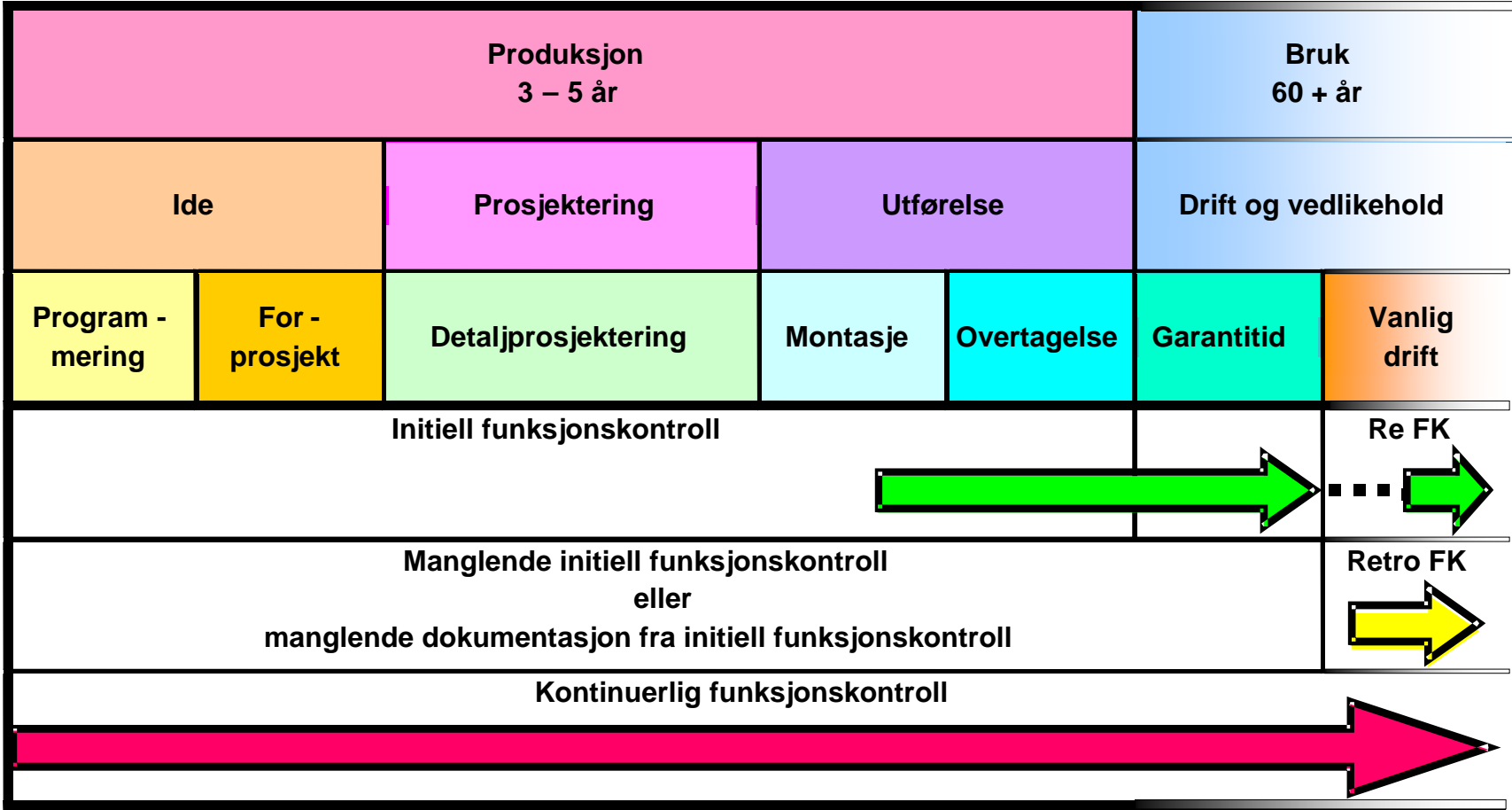
Kontinuerlig funksjonskontroll for effektiv drift av bygninger

- Riktig funksjon med hensyn til effektiv og sikker drift, rasjonell energibruk og tilfredsstillende inneklima kan oppnås gjennom kontinuerlig fokus på alle byggets funksjoner og ytelser
 - fra idé-fasen
 - via prosjektering og bygging
 - til oppfølging av relevante tilstander under daglig drift.
- Systematikken og metodikken kan være basert på
 - manuelle,
 - datamaskinassisterte eller
 - datamaskinbaserte metoder.

Fokus på fordeler ved kontinuerlig funksjonskontroll

- **Riktig og effektiv drift av energikrevende utstyr**
 - Energisertifisering, inspeksjon av kjeler og klimaanlegg
- **Bedre samhandling mellom planleggere, entreprenører og driftspersonell**
 - Bedre styring av tid og kostnader under prosjektering og bygging
- **Bedre innendørs luftkvalitet og termisk komfort,**
 - Redusert sykefravær og økt produktivitet
- **Reduserte drifts- og vedlikeholdskostnader**

Bygningens livsløp



Målgrupper

■ Byggherren

- For å kontrollere om byggets energi- og klimatilstand under kontinuerlig drift er i henhold til intensjoner.

■ Prosjektledere og entreprenører

- For å minimere risikoen for overskridelser i tid og kostnad, samt sikre riktig kvalitet på bygget.

■ De prosjekterende og entreprenørene

- For å sikre at byggets energi- og klimatilstand både ved overlevering og i løpende drift er i henhold til intensjoner.

Målgrupper

■ Driftsansvarlig for bygningen

(egen driftsavdeling eller innleid selskap)

- For å kontrollere og forbedre byggets energi- og innklimatilstander under kontinuerlig drift.

■ Automatikkleverandørene

- For å forbedre sine systemer for sentral driftskontroll.

■ Myndighetene

- For å få til en samfunnsmessig fornuftig bruk av energiresursene, god helse og høy produktivitet for folket.

Målgruppenes interesse:

Design	Produksjon	Drift
Kostnad, tid og kvalitet for byggeprosessen		Inneklima, energibruk, kostnad for drift og vedlikehold
Flergangs byggherrer som selv bruker bygget		
Flergangs byggherrer for utleie og salg		
		Leietaker og kjøper
Rådgivere		
	Entreprenører og utstyrsleverandører	

Hvordan få til smart drift?

- **Kontinuerlig funksjonskontroll forener på en avansert måte flere av de metodene for kvalitetssikring som vi kjenner i dag:**

- funksjonstesting
- utbalansering
- innregulering
- overtagelsesforretninger
- energioppfølging
- enøk-analyser

Hvordan få til smart drift?

- **En avansert matematisk behandling av informasjonen:**
 - utviklet gjennom prosjekteringen
 - innsamlet ved igangsetting, utbalansering, innregulering og overtagelse,
 - innsamlet fra daglig drift over tid,
 - øyeblikksverdier for forskjellige tilstander,
 - prognoser for utvikling av viktige parametere som værforhold, energipriser, renter og lignende
- **vil gjøre det mulig å foreta både deteksjon og diagnostisering av feil på en automatisert måte.**
- **Dette forutsetter bruk av egnede dataprogrammer for energi- og inneklimasimuleringer for å bestemme utgangspunktet for oppfølging**
- **Dette danner grunnlag for utvikling av en ny generasjon anlegg for sentral driftskontroll (SD-anlegg).**

Program for kontinuerlig funksjonskontroll for effektiv drift av bygninger (KMB-prosjekt)

Mål

- Bidra til at kontinuerlig funksjonskontroll blir en naturlig del av
 - byggeprosessen og
 - ledelsen av drift og vedlikeholdsaktivitetene i eksisterende bygg.
- Bidra til forbedning av inneklima og reduksjon av energibruk
 - 20-30 %
- Bidra til økt kompetanse
 - innenfor utdanning og forskning
 - hos bransjen

Strategi

- Programmet skal videreutvikle og tilpasse kjent systematikk og metodikk
 - fra egen bransje
 - fra andre bransjer og
 - fra internasjonalt samarbeid

www.sintef.no/pfk

Program for kontinuerlig funksjonskontroll for effektiv drift av bygninger (KMB-prosjekt)

Organisering:

- Bransjeforskningsprogram der bedrifter, organisasjoner og institusjoner kan tegne medlemskap
- Varighet på minimum fem år – 2005 - 2010
- Medlemskap tegnes fra år til år
- Programmet har en styringsgruppe som utarbeider
 - Strategi
 - Arbeidsprogram og -plan

www.sintef.no/pfk

Program for kontinuerlig funksjonskontroll for effektiv drift av bygninger (KMB-prosjekt)

■ Medlemmer

- Telenor Eiendom (fra 2005)
- Statoil Eiendom (fra 2005)
- Statsbygg (fra 2005)
- Enova (fra 2005)
- Pro Teknologi (fra 2006)
- Forsvarsbygg (fra 2007)



Pro Teknologi



■ Norges forskningsråd

- Kompetanseprosjekt med brukermedvirkning (KMB)
- 2,5 mill kr per år for perioden 2007-2010

■ Jo flere medlemmer, desto sterkere blir vi ...

www.sintef.no/pfk

PFK: Konkrete resultater så langt

■ Modell for kontinuerlig funksjonskontroll

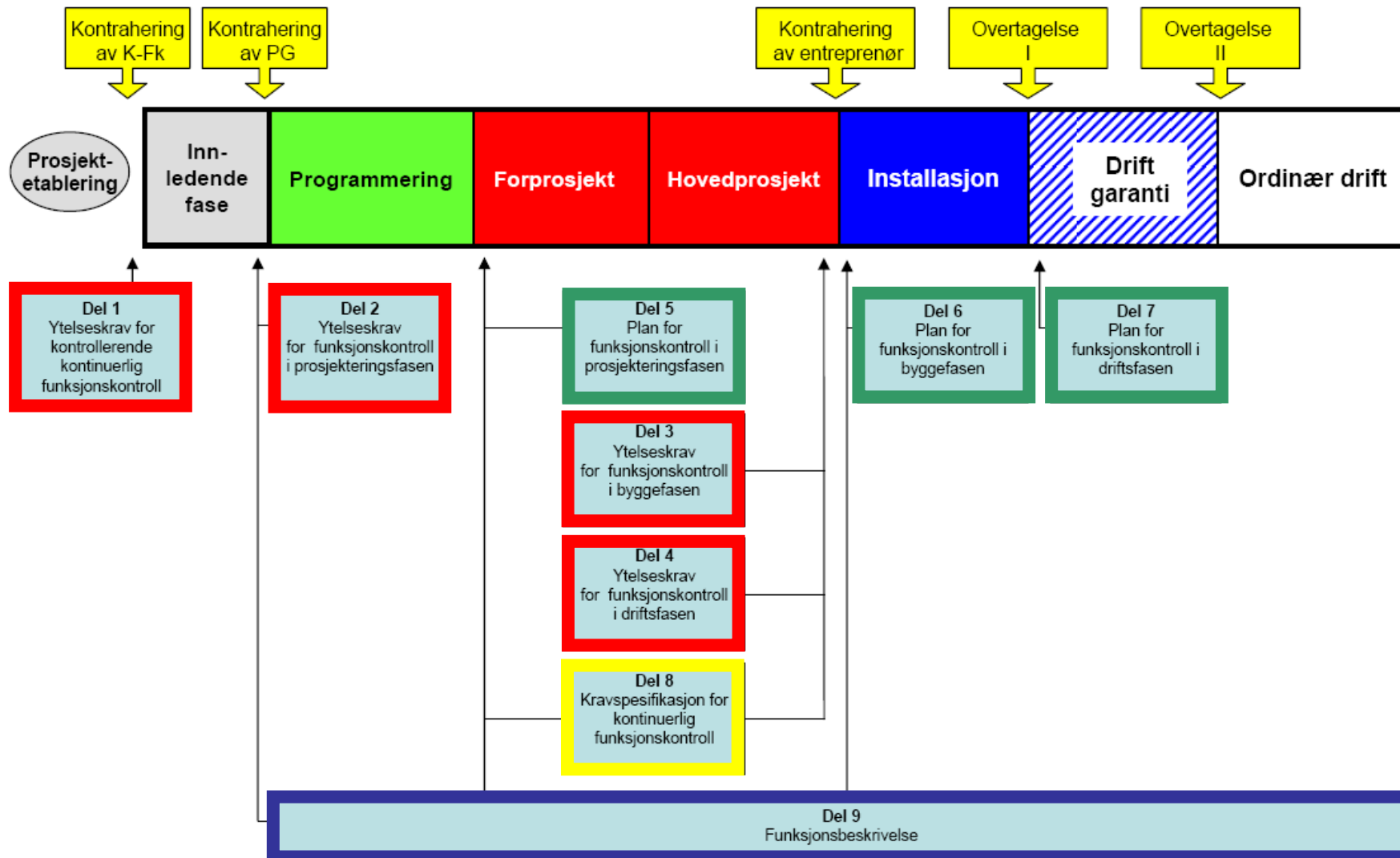
- Manuelle prosedyrer
 - Basert på egen erfaring fra bransjen

■ Konkrete forsøk på bygg

- Eksisterende bygg
 - NTNU Gløshaugen – Feilsøking på Materialteknisk bygg
 - NTNU Dragvoll – Detaljert energisignatur
- Nye bygg
 - Ungdomsskolen i Brønnøysund

www.sintef.no/pfk

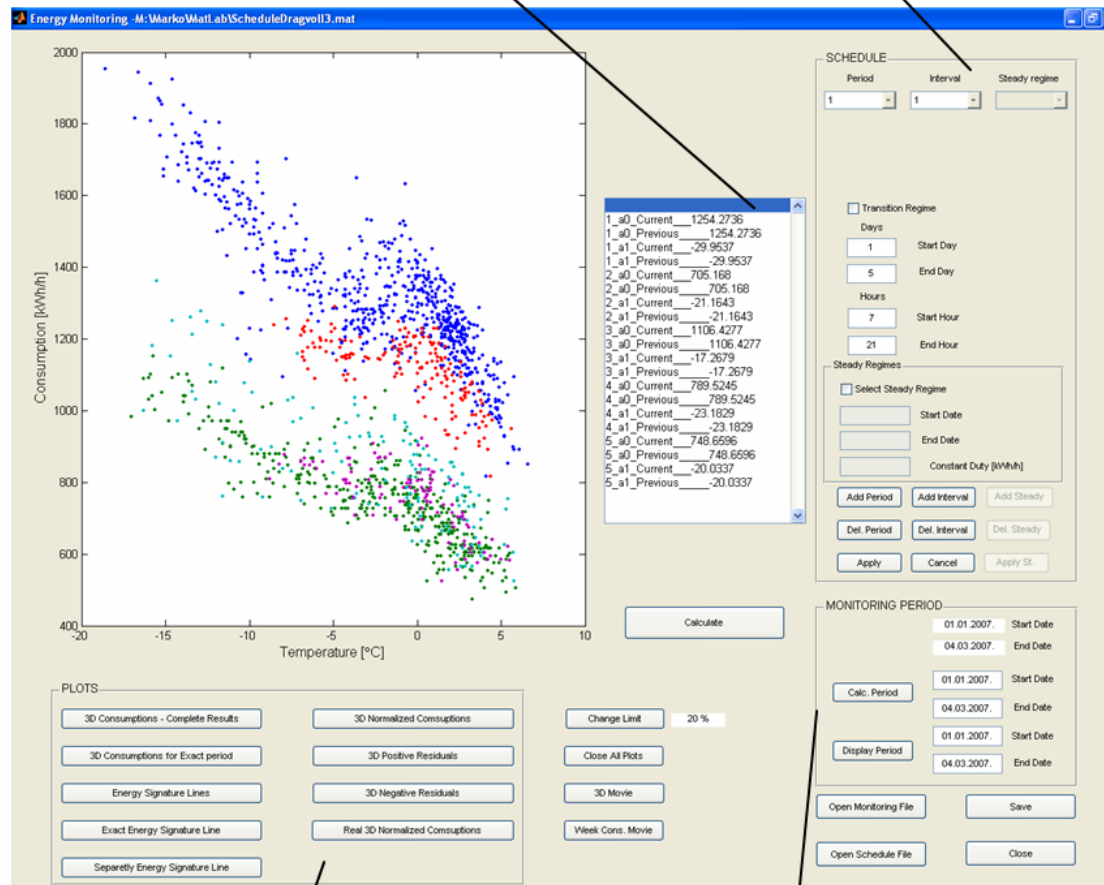
Livsløp for et bygg - dokumentasjon



Verktøy for funksjonskontroll PhD-oppgave til Marko Masic

Linear coefficients list-box

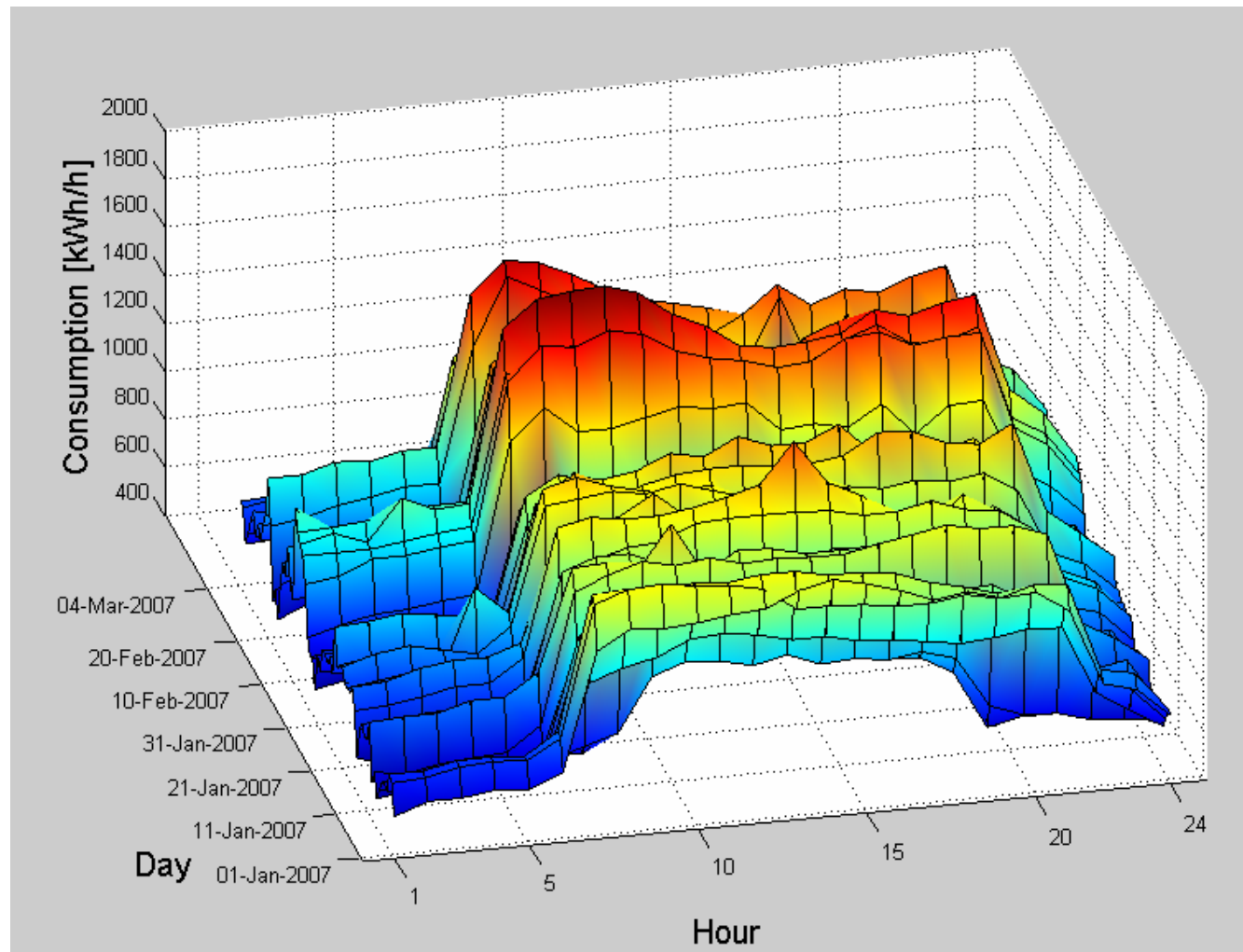
Schedule palette



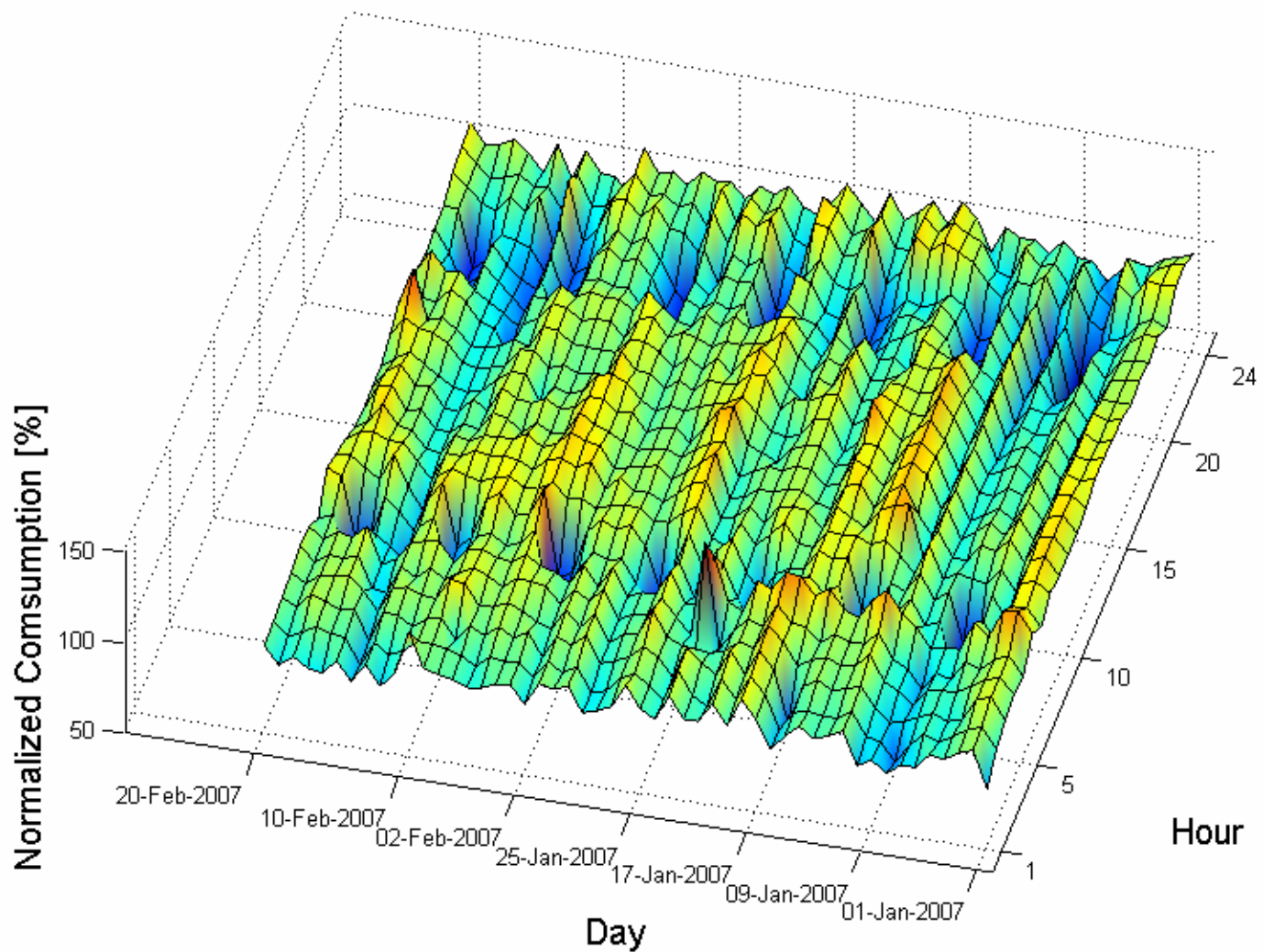
Plot palette

Monitoring period palette

Timesverdier for energibruk

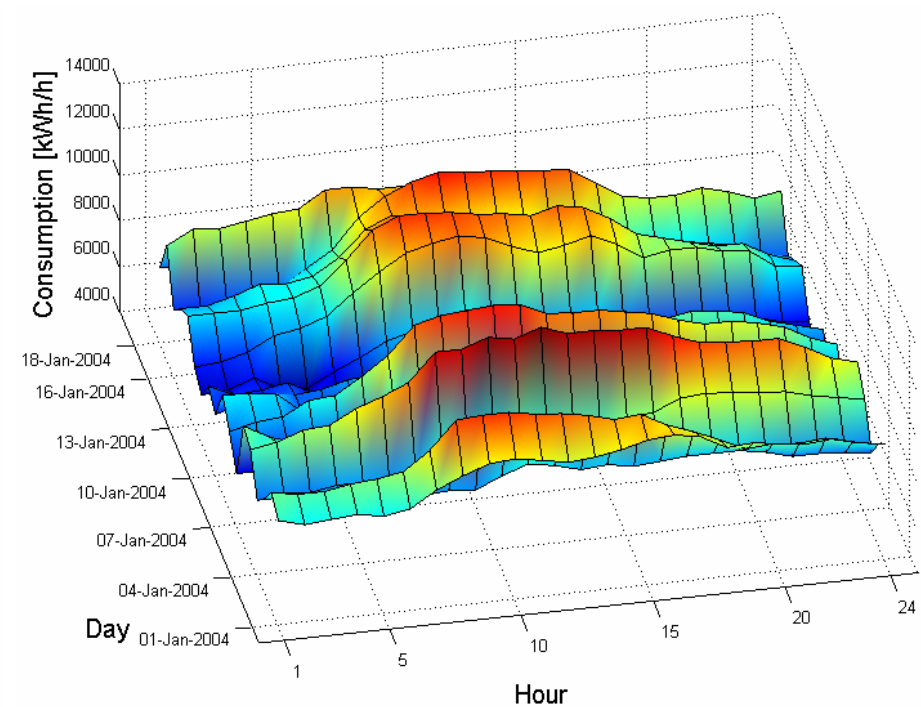
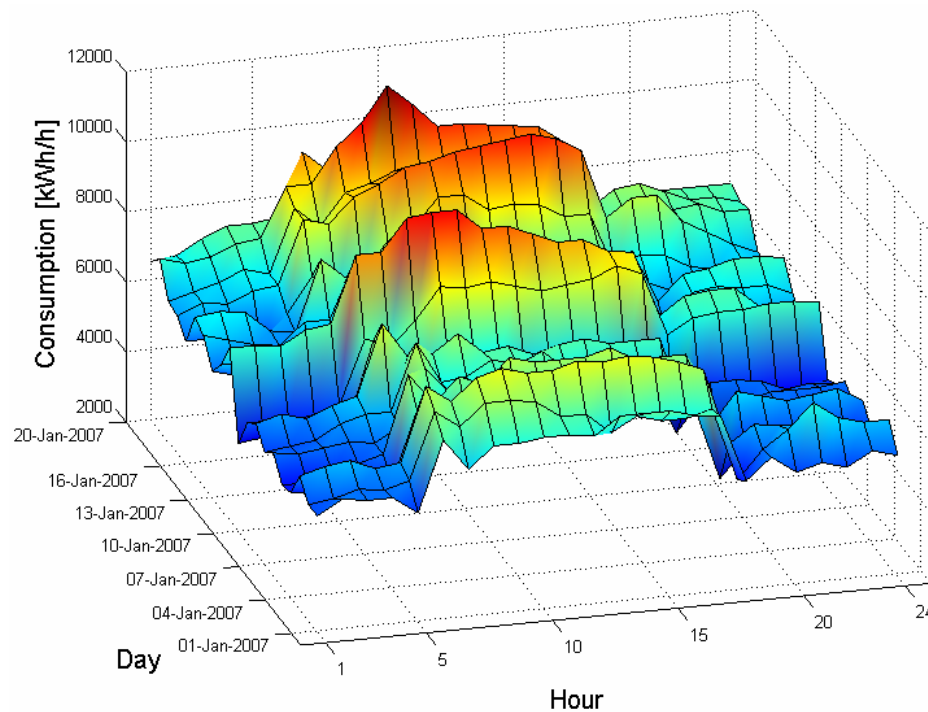


Identifisering av ukentlige arbeidsregimer



Samlet forbruk av fjernvarme for Gløshaugen

- Analysert periode 01.01.2003 – 17.06.2007
- Arbeidsregime endret etter 10.01.2006

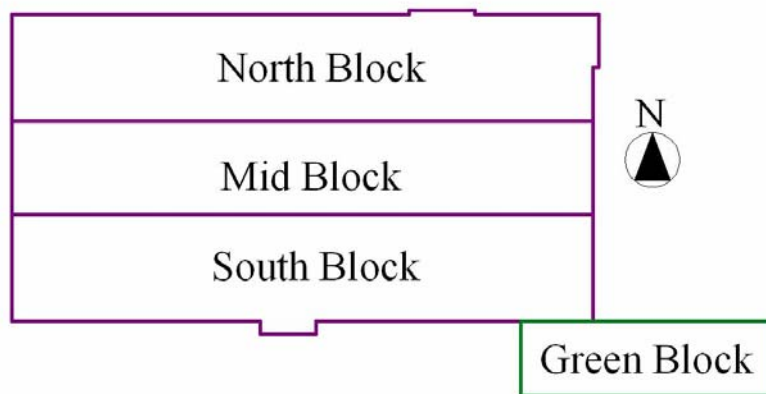


Forsøk på eksisterende bygg

PhD-oppgave til Natasa Djuric

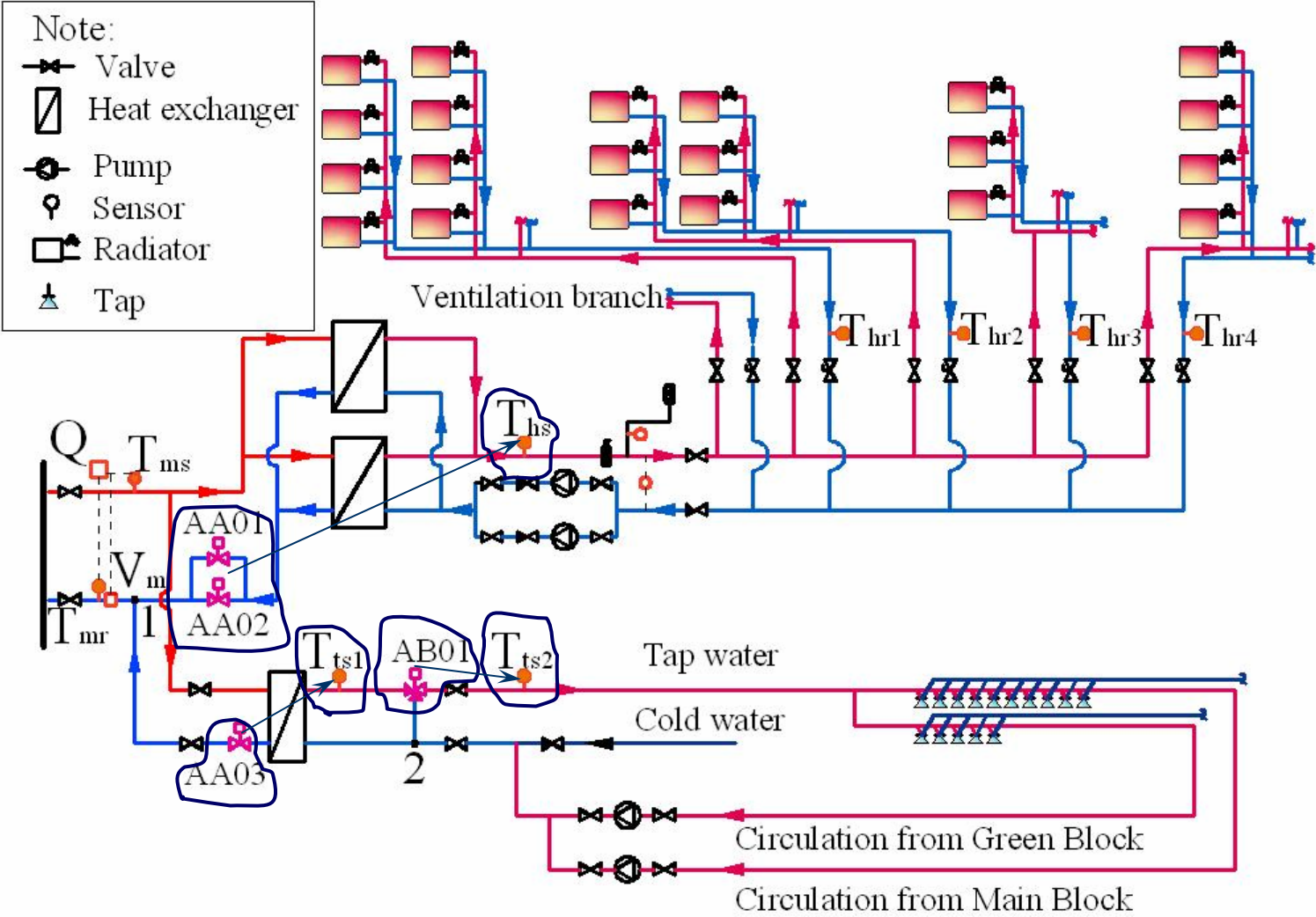


- Material Teknisk og Grønnbygget
 - Byggeår: 1958
- Bygningene har en felles fjernvarmesentral
- Totalareal: 13700 m^2
 - Materialteknisk: 11540 m^2
 - Grønnbygget: 2160 m^2
- Sist oppusset i 2005
 - Vinduer, etterisolering, og
 - Den nye forsøksordningen



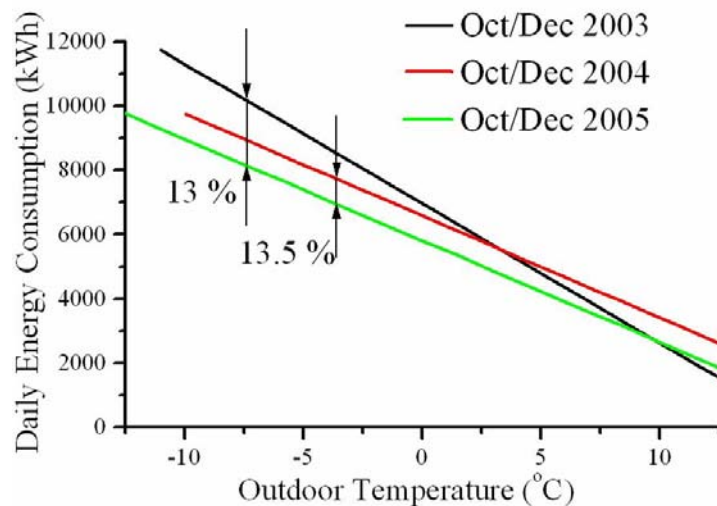
År	Midlere ute temperatur (°C)	Oppvarming (MWh)
2003	6.4	1510
2004	6.2	1660
2005	6.1	1400

Potensialet for energireduksjon



Hvorfor er funksjonskontrol fornuftig?

Energiforbruk før og etter oppussingen

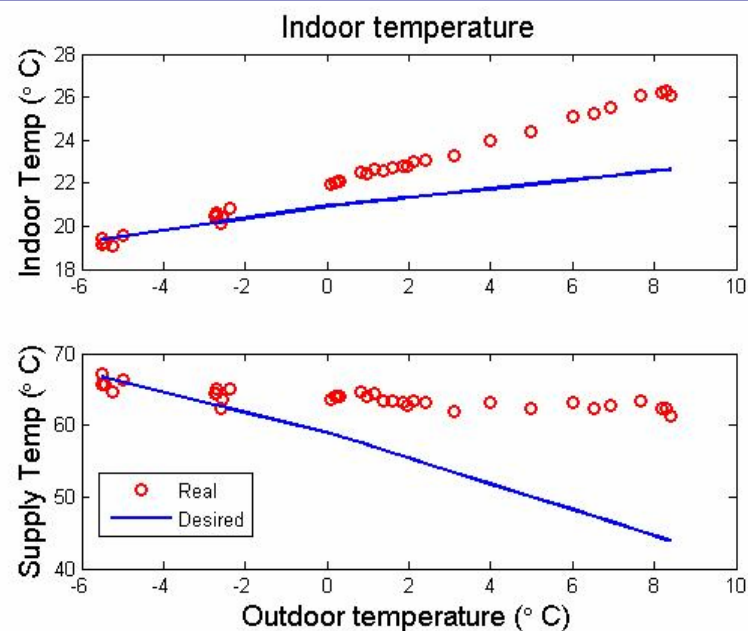
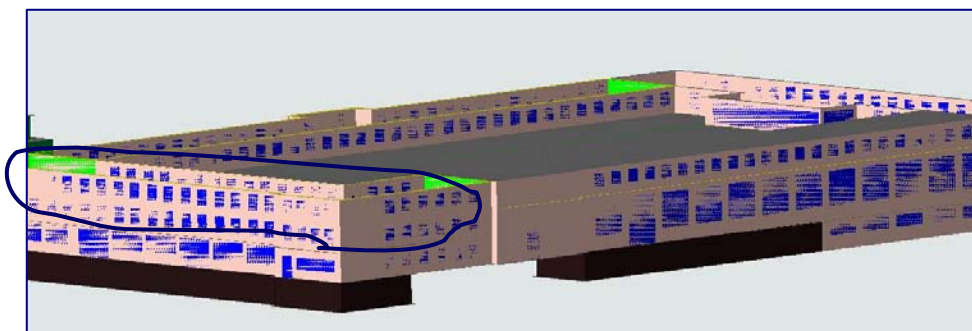


- Høy innetemperatur pga feil i kurven for utetemperaturkompensering

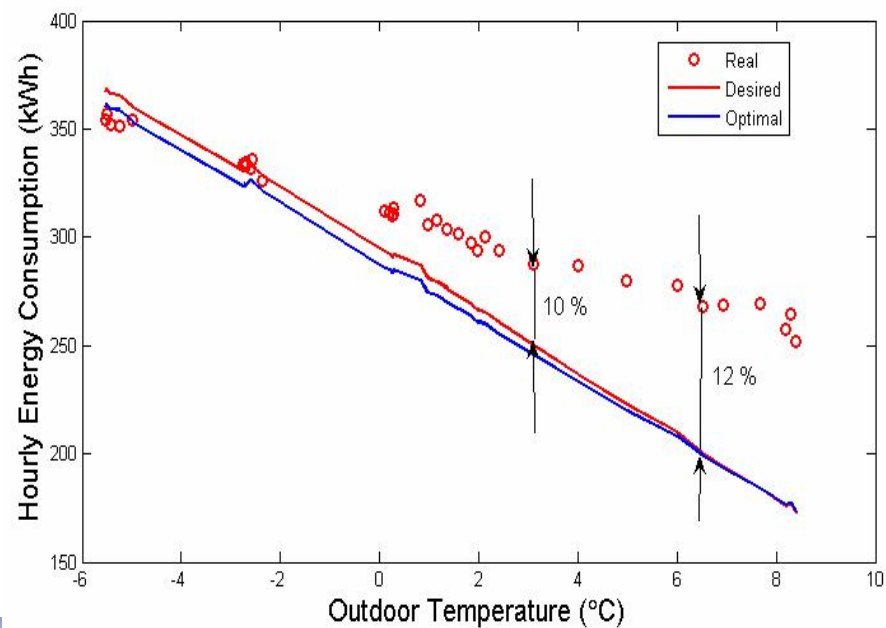
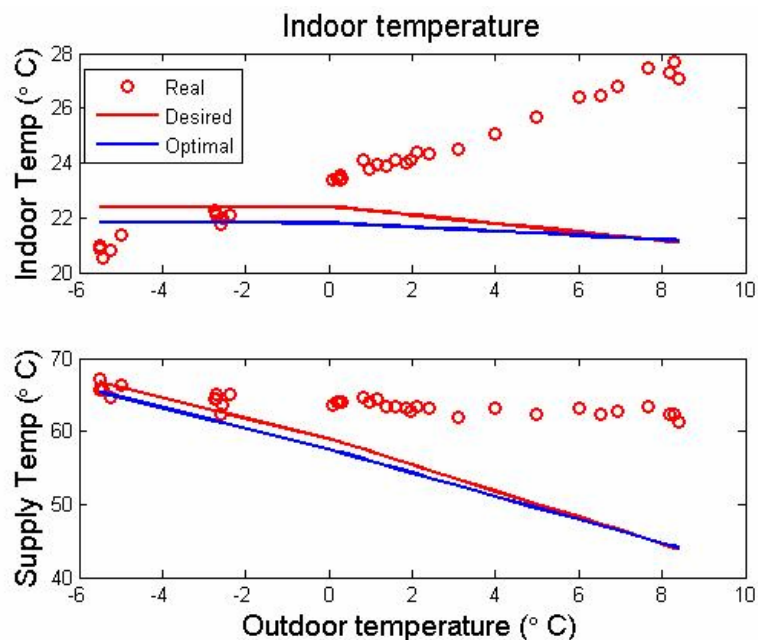
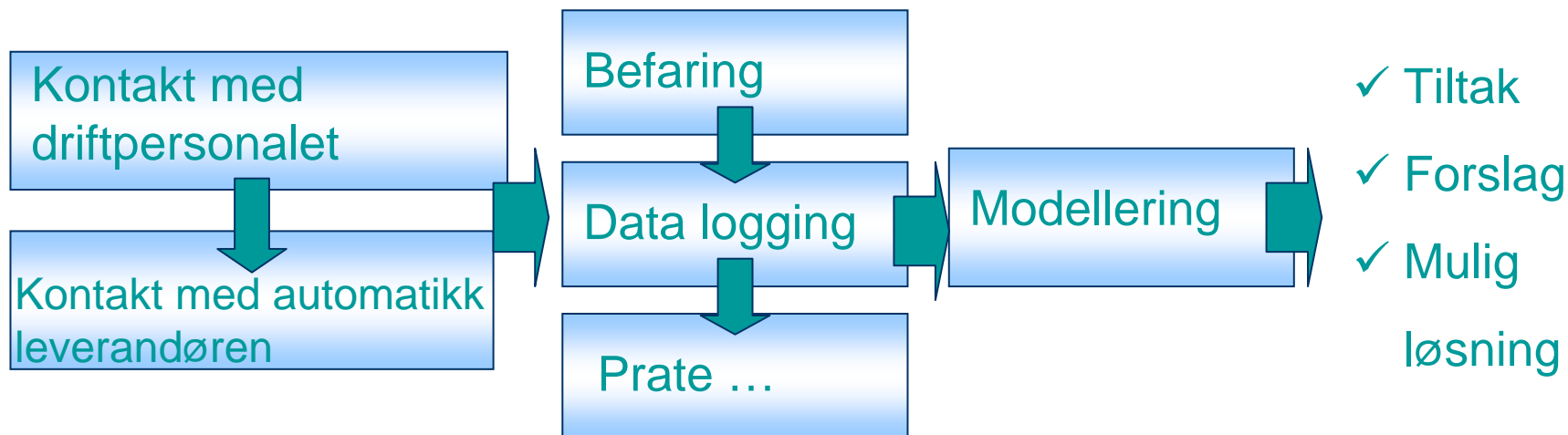
- Data logget:

fra 31.10. til 7.11. 2006

En del av bygget bruker elektrisitet for oppvarming



Hva er det viktig å gjøre?



Kontinuerlig funksjonskontroll for effektiv drift av bygninger - i korte trekk

- Energi- og inneklimateilstander som oppnås under daglig drift sammenlignes mot de forutsetninger som ble satt i design prosessen.
- Dette danner grunnlaget for kontinuerlig funksjonskontroll
 - også for performance contracting, energimerking, sammenligning, med mer
- Kontinuerlig funksjonskontroll forutsetter bruk av bestemte prosedyrer for oppfølging av bygg og anlegg fra design til drift
 - som kan være basert på manuelle, datamaskinassisterte eller datamaskinbaserte metoder.
- Alle metoder forutsetter bruk av egnede dataprogram for energi og inneklimate simuleringer for å bestemme utgangspunkt for oppfølging

FREMTIDENS SMARTE ENERGIEFFEKTIVE BYGG

Avslutningskonferanse for et 5-årig forskningsprosjekt
ved NTNU og SINTEF

20. november 2007, Thon Hotell Opera, Bjørvika, Oslo



Smart drift

**Professor Vojislav Novakovic, Dr.ing.
Institutt for energi- og prosessteknikk
NTNU**