

- A. **Introduktion til problemstillingerne**
Den visuelle tradition giver for mange fejl i byggerierne
Dilemma: De tværgående installationer og den visuelle afleveringstradition
Tradition for aflevering på trods af store mangler
Tid og økonomistyring svigter under udførelsen

- B. **Jura**
FIDIC og princippet om den testbaserede aflevering
Præciseringer til AB og standardbilag
FIDIC og princippet om staderegistrering

- C. **Styring af tid og økonomi under udførelsen**
Tidsstyringen glider
Princippet om den faseopdelte udførelse

- D. **Cases**
Science 782. Kontrol af indregulering af reguleringssystemer
SDU Bygn. 44. Ventilation

- E. **Hvad skal andre bygherrer være opmærksom på?**
Planlægning som led i udbud
Instrumentering

Introduktion til performance test metoden

Byggeri uden fejl og mangler ved aflevering

Thomas Rysgaard. Ingeniør og projektleder.
Udvikling og projektunderstøttelse

Bygningsstyrelsen

- 1 mio. m2 statsejendomme på kontorområdet
- 2 mio. m2 statsejendomme på universitetsområdet
- 1,2 mio. m2 kontorlejemål (private udlejere).
- Byggeproduktion: Igangværende og planlagte projekter frem til 2020 på ca. 16 mia. kr.
- Projekter: Ca. 300 igangværende, herunder ca. 20 over 100 mio. kr.
- Projektstørrelse op til ca. 1,75 mia. kr.

A. Introduktion til problemstillingerne

Traditionen for visuel aflevering giver for mange fejl

Den visuelle aflevering:

- Det ser flot ud
- Det sidder lige



Traditionen for visuel aflevering giver for mange fejl

Den visuelle aflevering:

- Det ser flot ud
- Det sidder lige

Performance test er aflevering baseret på afprøvninger:

- Virker det?
- Er virkningsgrader opfyldt?
- Er det korrekt indreguleret?
- Kan vi betjene det?
- Hvad gør vi, hvis der svares nej til ovenstående?

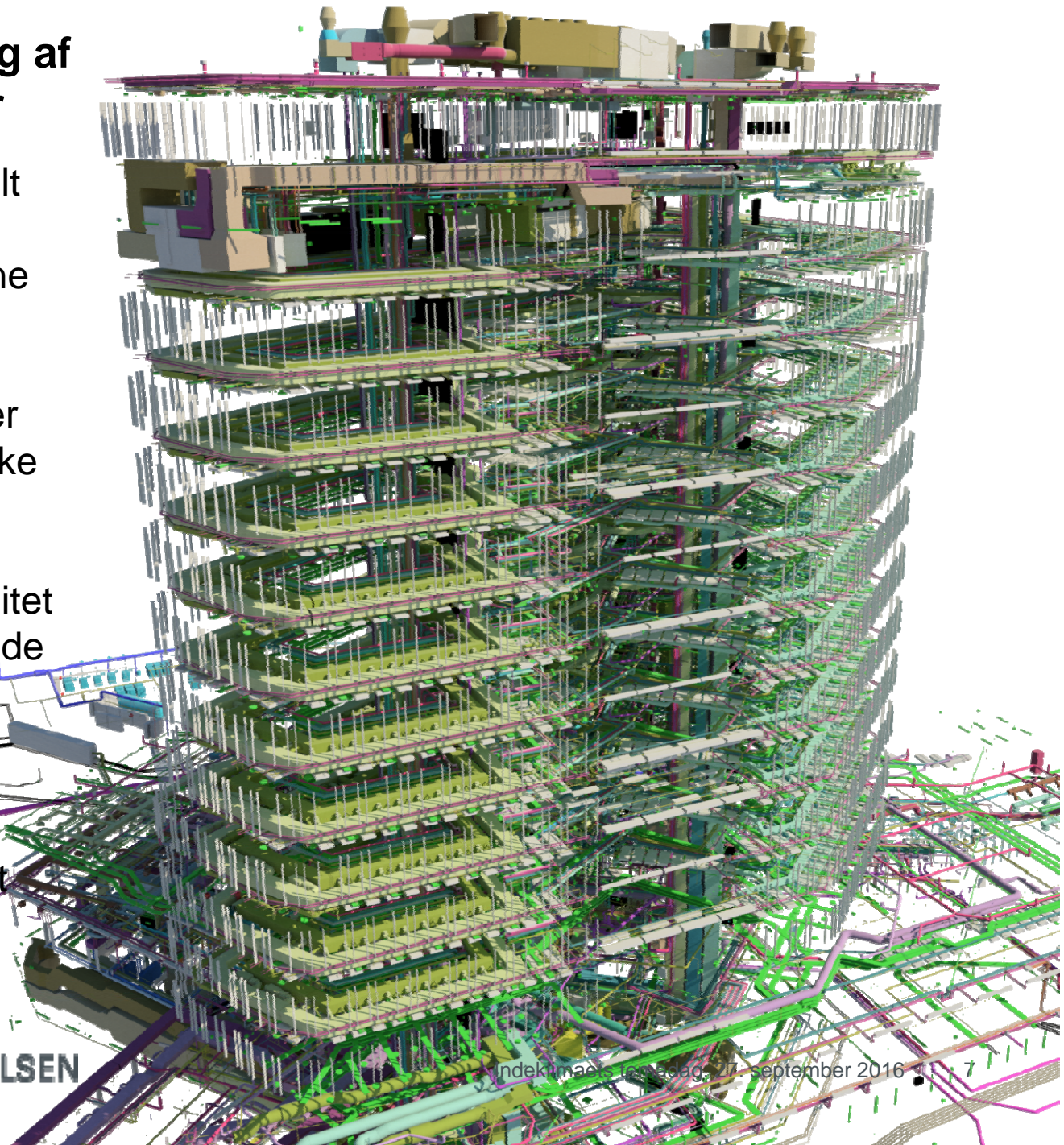
Dilemma: Planlægning af afleverings-processer

En afleveringsproces opdelt efter bygningens geometri kan vise om komponenterne er der.

Men, en sådan proces viser ikke om bygningens tekniske funktion er opfyldt.

Installationernes funktionalitet afhænger af den tværgående indregulering, systemintegration osv.

Performance test er en afleveringsprotokol baseret på tværgående funktionsafprøvninger

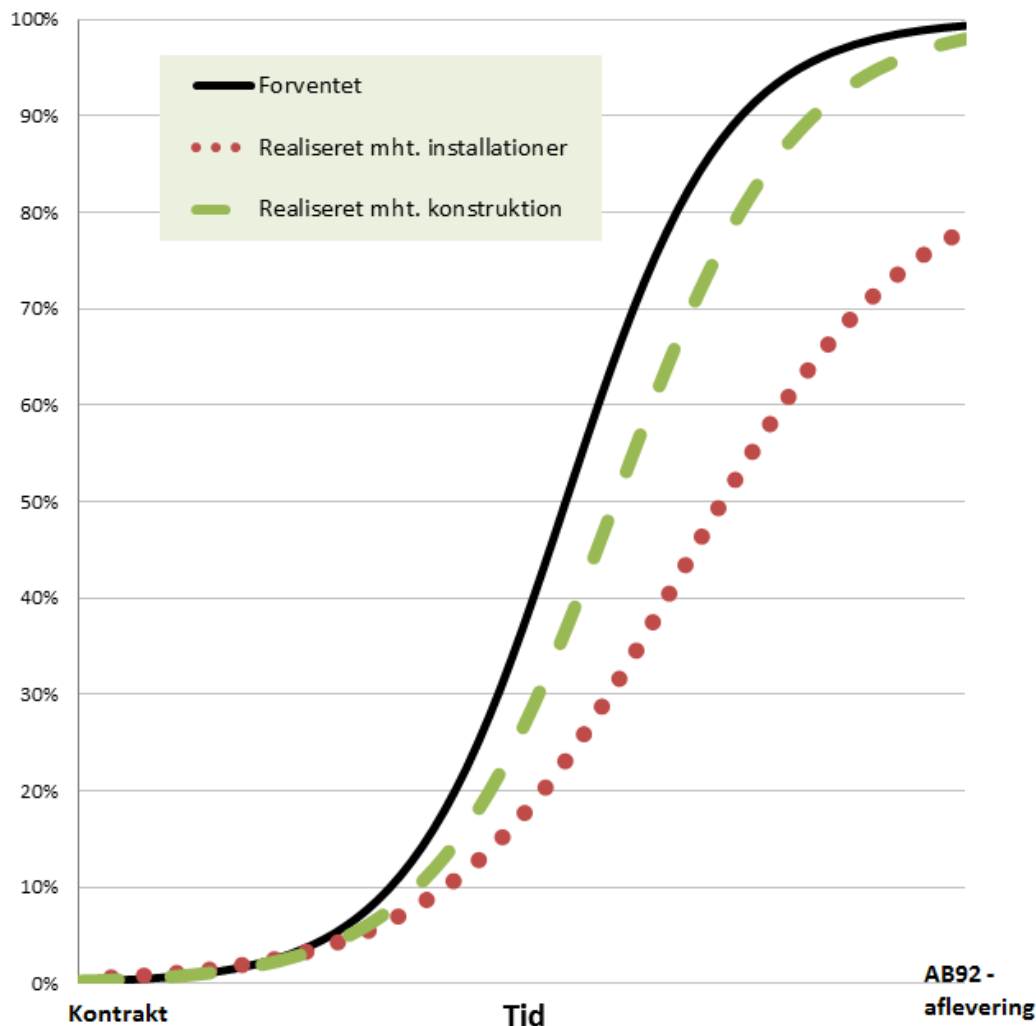


Tradition for aflevering trods store mangler. Et eksempel

- AB92 aflevering juni 2015
- Totalrådgivers vurdering:
Kapitalisering af mangler i installationer: 434.500 kr.
Alene visuelle registreringer.
- BYGST vurdering via performance test:
Kapitalisering af mangler i installationsfag: 14.715.000 kr.
CTS entreprise på ca. 65% fremdrift, væsentlige mangler, aflevering nægtet og dagbod iværksat.
- Entreprenørerne accepterede BYGST opgørelse over mangler og den afledte kapitalisering af fejl og mangler

Styring af tid og økonomi under udførelsen glider

Fremdrift i udførelsen

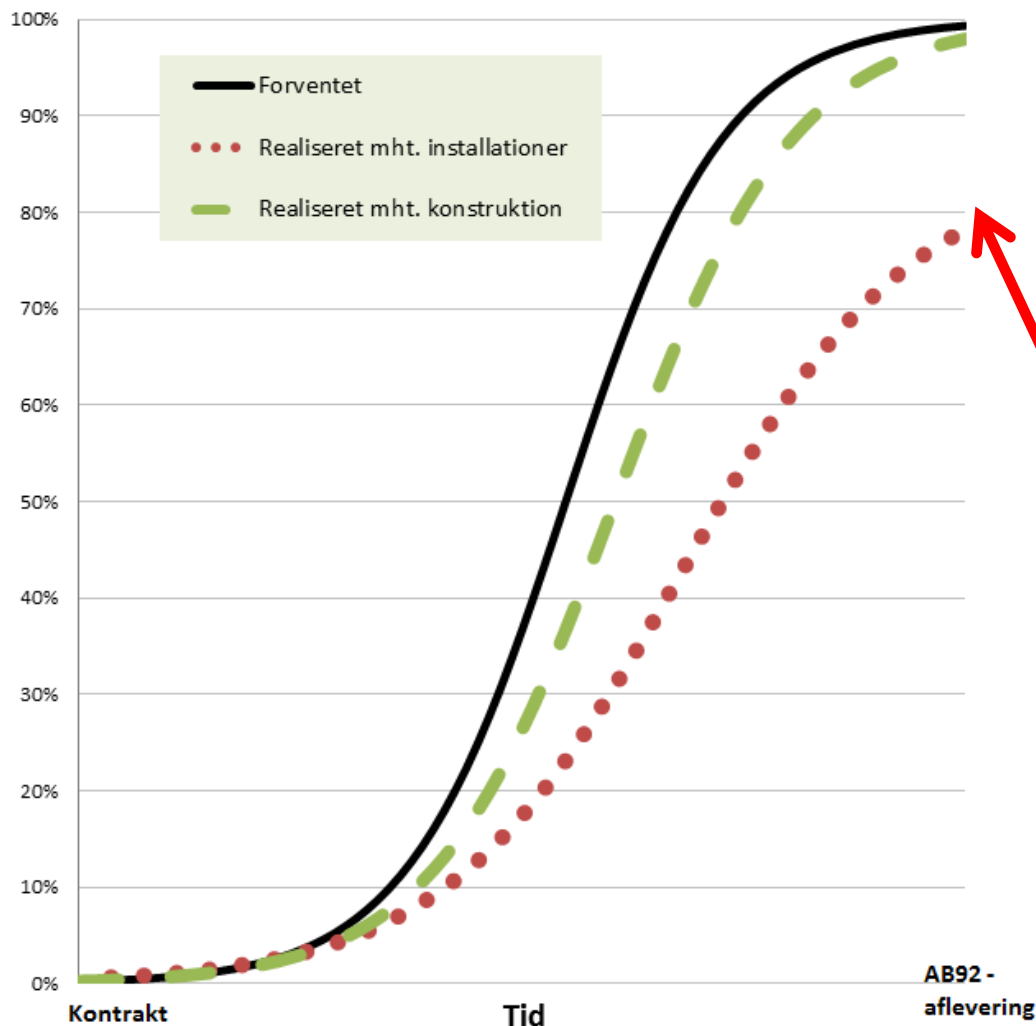


Fremdrift på installationer når ikke 100% på tidspunktet for aflevering.

Men der gennemføres aflevering alligevel.

Styring af tid og økonomi under udførelsen glider

Fremdrift i udførelsen



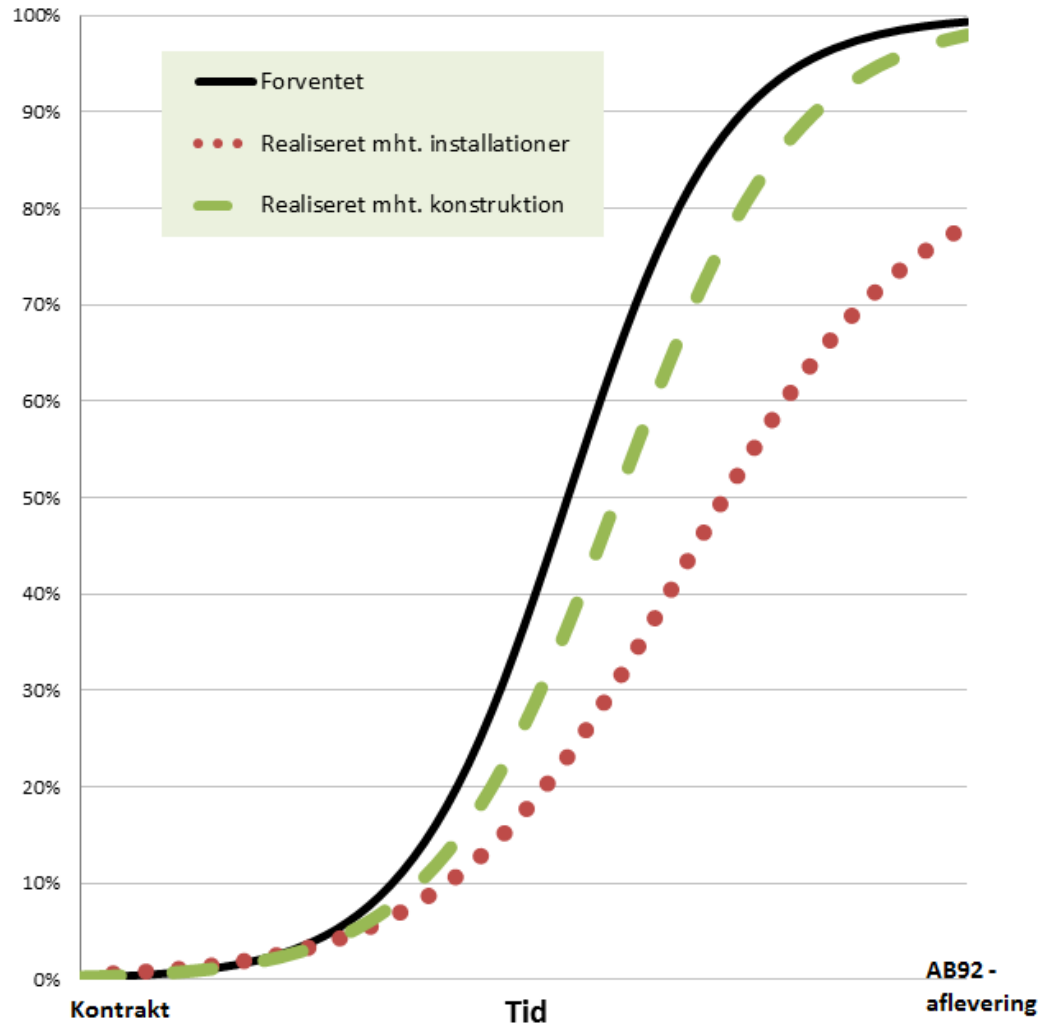
Fremdrift på installationer når ikke 100% på tidspunktet for aflevering.

Men der gennemføres aflevering alligevel.

Opskalering af de første erfaringer viser et muligt tab på et trecifret mio-beløb alene i BYGST igangværende byggerier.

Konsekvenser:

Fremdrift i udførelsen

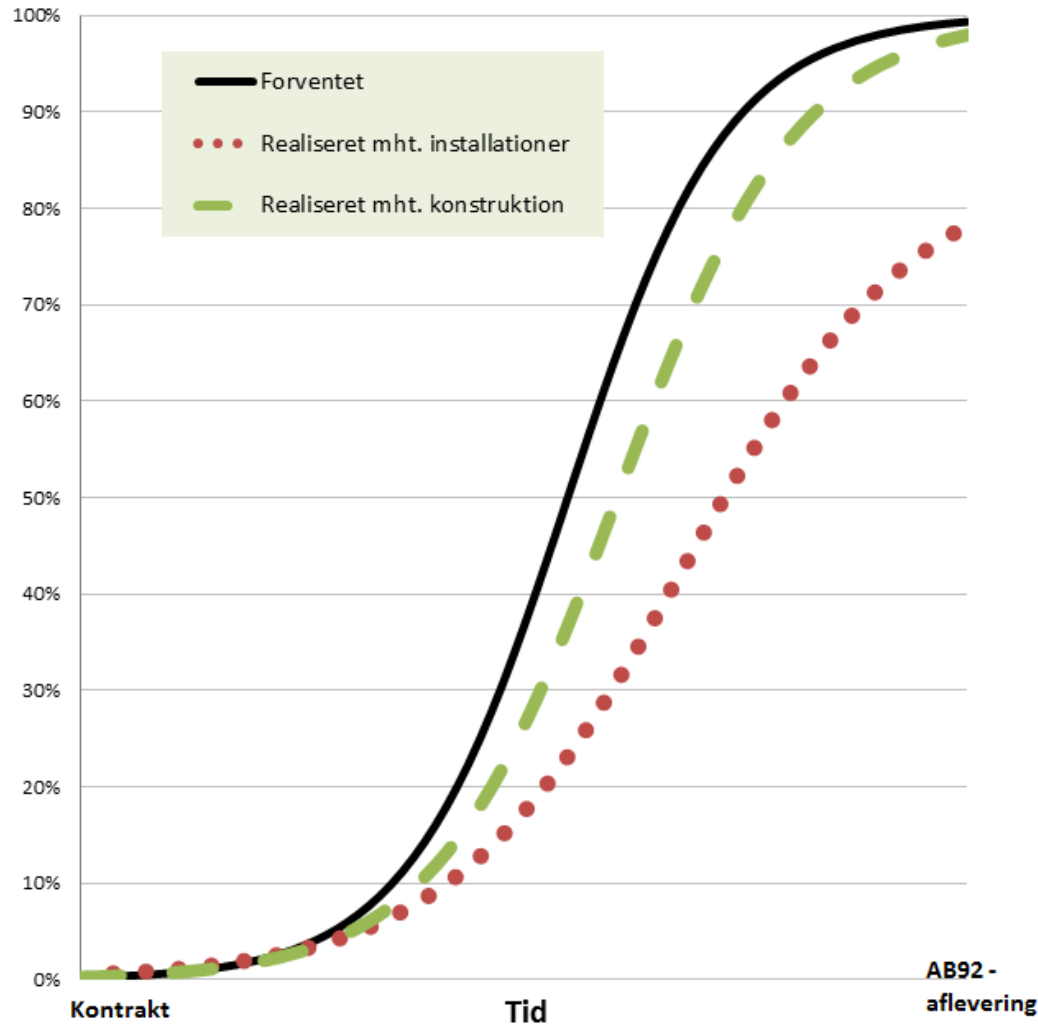


Konsekvenserne er:

- Forringet funktionalitet
- Brugere som klager
- Problemer med indeklima
- Forstyrrelser af driften
- Langvarige og komplicerede konflikter
- Tab for alle parter

Erfaringer fra en række byggerier.

Fremdrift i udførelsen

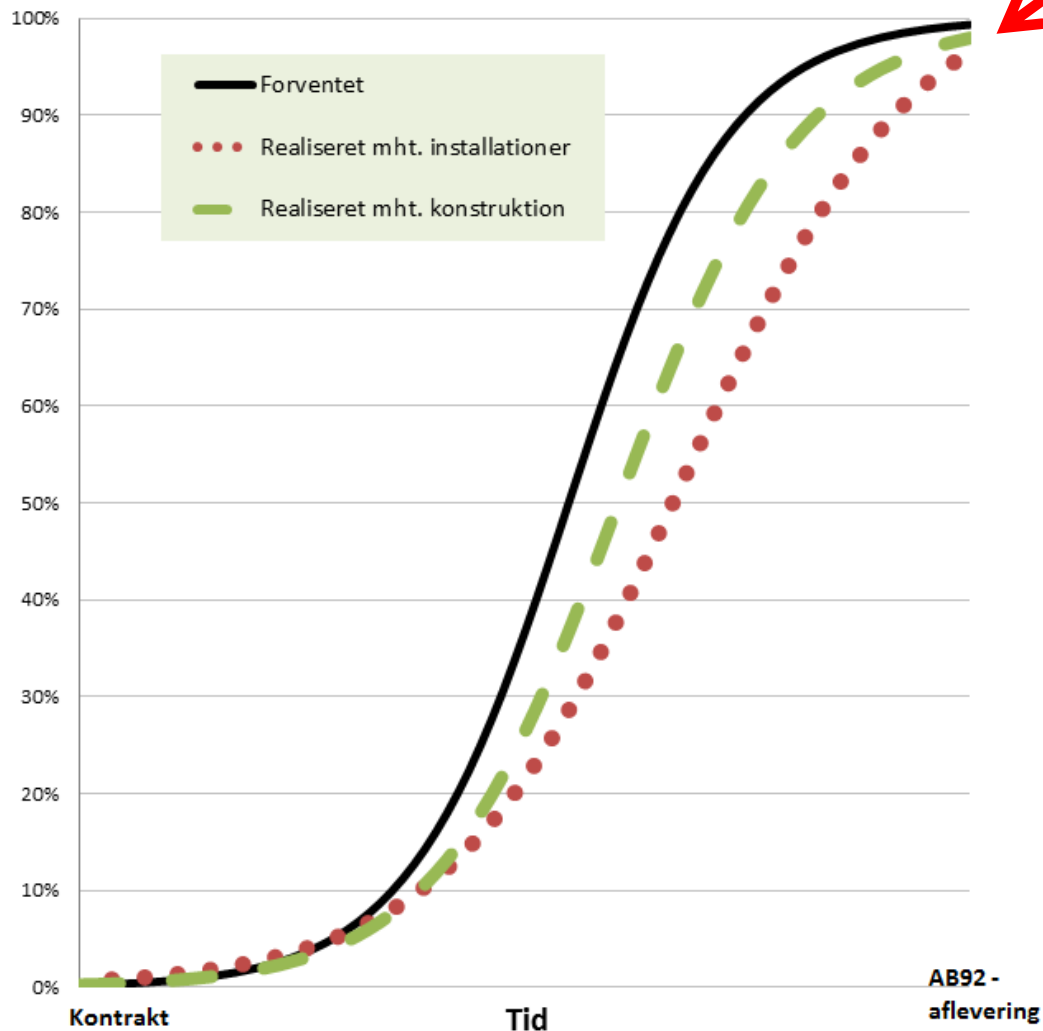


Det er ikke nok at definere den testbaserede aflevering som led i udbuddet.

Der skal ske en optimeret udførelse, sådan at installationerne afsluttes når byggerierne afleveres.

Erfaringer fra en række byggerier.

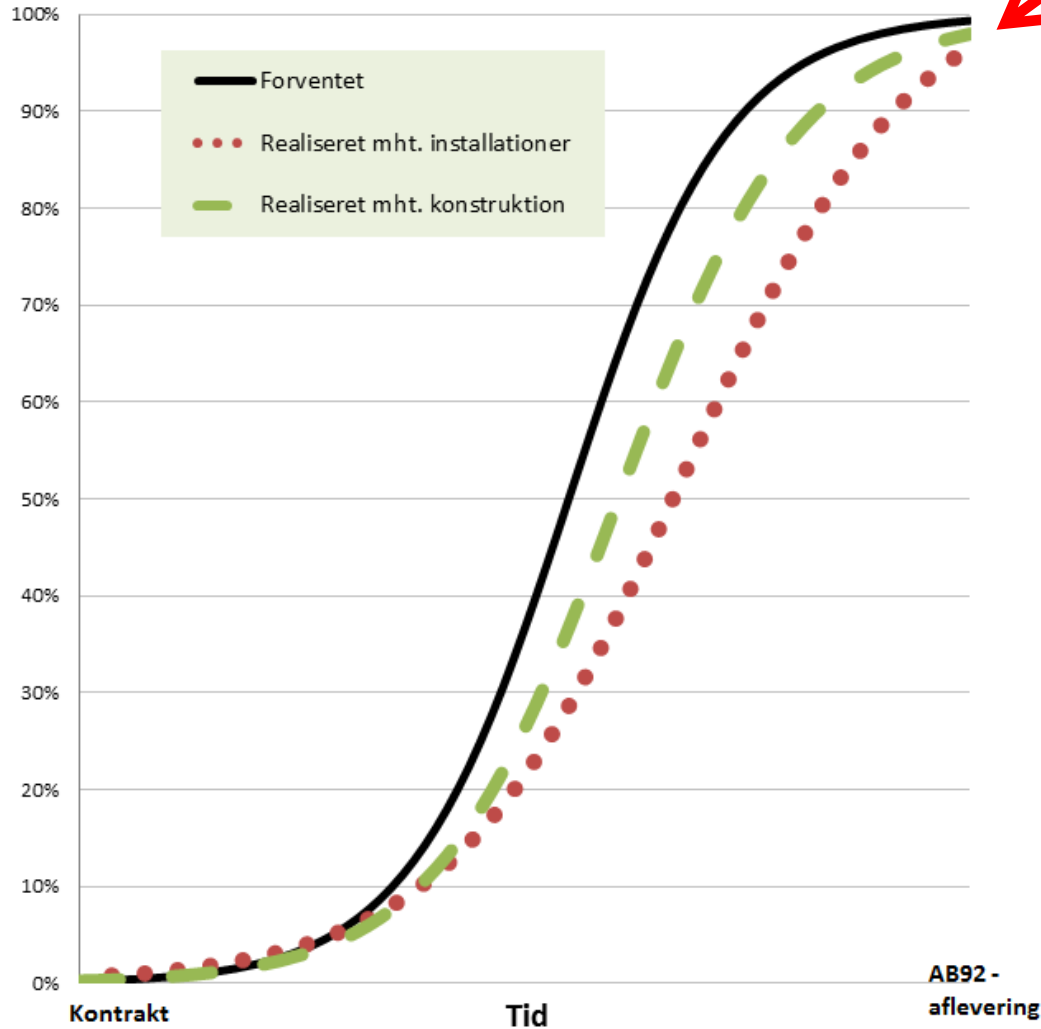
Fremdrift i udførelsen



Udførelsesfasen skal planlægges og styres efter at performance test består ved AB92 / ABT93-aflevering.

Erfaringer fra en række byggerier.

Fremdrift i udførelsen



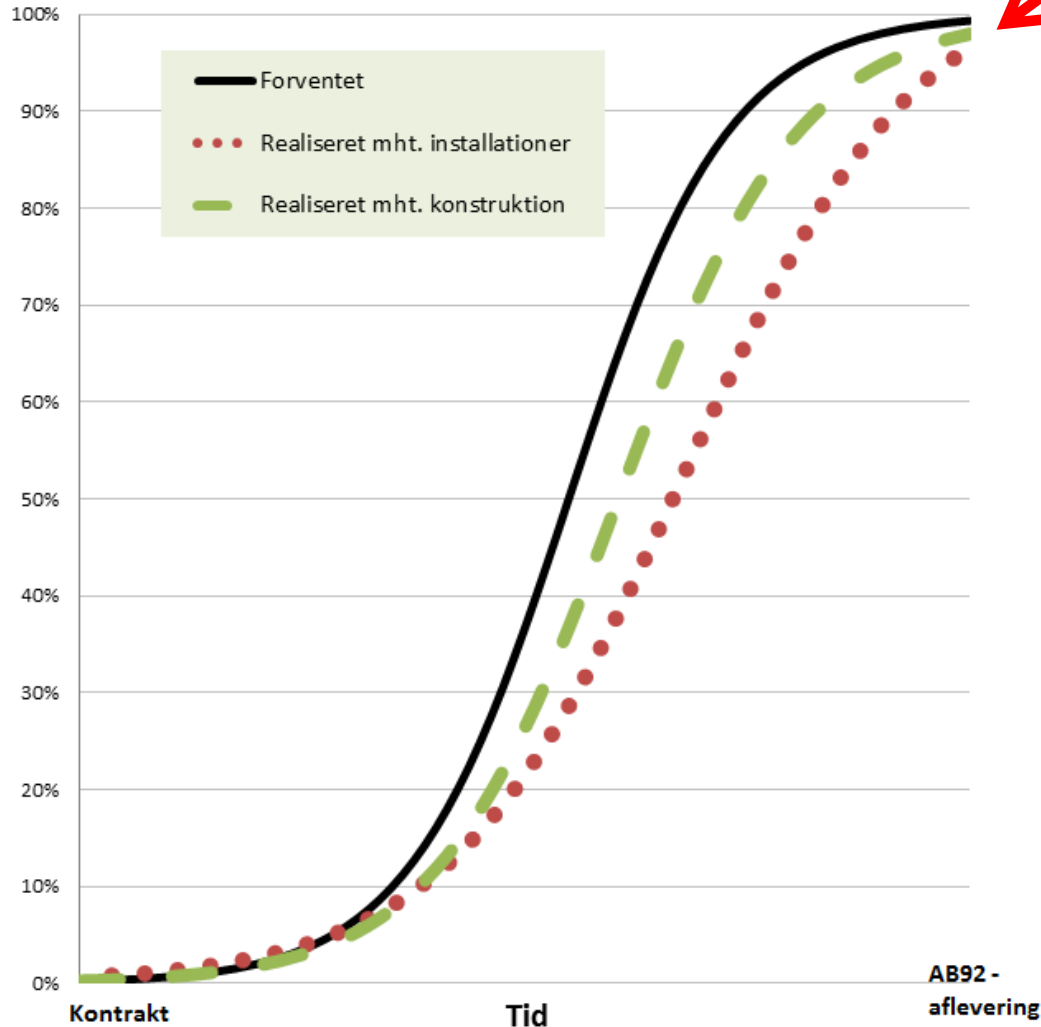
Udførelsesfasen skal planlægges og styres efter at performance test består ved AB92 / ABT93-aflevering.

Forlænger det byggetiden?

Koster det ekstra?

Erfaringer fra en række byggerier.

Fremdrift i udførelsen



Udførelsesfasen skal planlægges og styres efter at performance test består ved AB92 / ABT93-aflevering.

Forlænger det byggetiden?

Koster det ekstra?

Nej. Men det kræver ændret planlægning.

B. Jura

Løsning inspireret af FIDIC aftalesættet

Præciseringer til AB aftalesættet som er FIDICs "Test on completion".

Vi kalder "Test on completion" for "Performance test".

Bygst udvikler en standardiseret metode for gennemførelse af performance test i praksis.

Acceptkriterier er uafhængige af brugernes adfærd.

Verifikation før AB92 aflevering.

Værdisættelse af performance som led i udbud.

Løsning. Princippet om den testbaserede aflevering

Bilag til afleveringsprotokol nr. KU_782_74C

Performance tests før AB92-aflevering.

Styring og regulering - Blok C.

Byggesag: KU. Science 782-74. Blok C

Entreprise D (CTS)

Dokumentdato: 01. august 2016

Registreringer foretaget ved test som led i afleveringen er indskrevet med rød skrift.

Performance test 1. B. Bygningsautomatik, kontrol af indregulering

Formål

Formålet er, at Bygherre inden aflevering opnår mulighed for at påpege eventuelle funktionelle mangler i ventilation, varme, køle og BMS installationer.

Via testkørsler af udvalgte reguleringskredse skal Bygst og universitetets tekniske driftsafdeling have en indikation på om følgende er opfyldt inden aflevering:

- Ventilation, varme og kølesystemer er korrekt indreguleret.
- Bygningsautomatikken er korrekt indreguleret.
- Installationerne kan betjenes via BMS brugerfladen.
- Logninger er aktive og kan bruges til evt. fejlfinding.

Bygst og universitetets tekniske driftsafdeling udpeger hvilke reguleringskredse der udtages til kontrol.

Case. Science 782. Skærmsprint i afleveringsprotokol

The screenshot displays a Building Operation WebStation interface for the ventilation system '782-74-Ventilationsanlæg VEN03'. The interface is divided into several functional areas:

- System tree:** A hierarchical view of the building's systems, including various zones and ventilation units.
- Set punkter (Set points):** A table of control parameters for the system.

Indblæsningstemperatur	18.0 °C
Tryk indblæsning:	405 Pa
Tryk udsugning:	-385 Pa
Ønsket maks. åbningsgrad indbl. zonespjæld:	90 %
Ønsket min. åbningsgrad indbl. zonespjæld:	70 %
Maks. tillæg forskydning af indbl. tryk sv:	70 Pa
Maks. fradrag forskydning af indbl. tryk sv:	-70 Pa
Ønsket maks. åbningsgrad uds. zonespjæld:	90 %
Ønsket min. åbningsgrad uds. zonespjæld:	70 %
Maks. tillæg forskydning af uds. tryk sv:	-70 Pa
Maks. fradrag forskydning af uds. tryk sv:	70 Pa
Setpunkt vinter opstart ved udetemp. under:	6.0 °C
Setpunkt frostsikring (TR02) ved stilstand:	7.0 °C
Frigiv varmeventil ved udetemp. under:	20.0 °C
Tid forlænget drift 5. Sal:	120 min
Tid forlænget drift 4. Sal:	120 min
Tid forlænget drift 3. Sal:	120 min
Tid forlænget drift 2. Sal:	120 min
Tid forlænget drift 1. Sal:	120 min
Tid forlænget drift Stue:	120 min
- Motion:** Controls for motion status of valves and pumps, currently set to 'Ingen' (None).
- Omskifter & Tidsprogram:** Controls for switching between 'Auto' and 'Tidsprogram' (Time program) modes.
- 782-74-Ventilationsanlæg VEN03 Schematic:** A detailed diagram of the ventilation system showing air intake (indtag), supply (indblæsning), and extraction (udsugning) paths. Key components include fans (VU01, HZU01, FCU01, VU01, SM01, PFI01, FCI01, H201), dampers (PTU02, RMU01, PFO01, TU01, TF01, TF02, TF03), and sensors (TI02, TR01, TR02, TR03). Airflow rates are shown as 12737 m³/h and 15327 m³/h. Pressures and temperatures are indicated at various points, such as 58 Pa, 62 Pa, 26.1 °C, and 409 Pa/414 Pa at the supply fan.
- Status:** A panel showing the current system status as 'Drift' (Running) and listing recent events: 'ABA Alarm udløst', 'Reset efter Brand alarm', 'Fælles fejl brandspjæld', '3x Frost udløst inden for 30min', and 'Reset efter 3x frost alarm'.

Testparadigmernes forside med generelle betingelser:

- Tidspunkter
- Økonomi
- AB92 og mangler

Projekt navn: <>

Dato: <>

Dette er Bygningsstyrelsens (Bygst) generelle betingelser for performance tests mht. styring og regulering, som gælder for de performance tests, der er nævnt i nedenstående oversigt.

Oversigt over performancetestes mht. styring og regulering					
Test nr.	Test titel	Tidspunkt for gennemførelse af test	Testens varighed	Værdi af ikke bestået test. Installation	Værdi af ikke bestået test. Bygn. automatik
1. A	Funktionsafprøvning af bygningsautomatik i sammenhæng med DS 428:2011	Fremgår af udbudstidsplan	1 dag	2% af den samlede entreprisesum	3% af den samlede entreprisesum
1. B	Bygningsautomatik, kontrol af indregulering.	Fremgår af udbudstidsplan	1 dag	2% af den samlede entreprisesum	3% af den samlede entreprisesum
1. C	Funktionsafprøvning af bygningsautomatik	Fremgår af udbudstidsplan	1 dag	2% af den samlede entreprisesum	4% af den samlede entreprisesum
Total			3 dage		

Fælles for alle performance tests er, at bygherre, fagtilsyn og udførende deltager, bygherre som observatør. Kundens driftsorganisation tilbydes at deltage, ligeledes som observatør.

Performancetestene gennemføres før AB-aflevering som en stikprøvekontrol på udvalgte områder af entreprenørers egenkontrol.

De her beskrevne performancetestes erstatter ikke entreprenørers egenkontrol eller dele heraf.

En forudsætning for at performance tests kan sættes i gang er, at fagtilsynet har godkendt entreprenørernes egenkontrol. Såfremt egenkontrol ikke er godkendt på tidspunktet for AB-aflevering, og testene derfor ikke er gennemført, anses det som en væsentlig mangel, hvilket betyder, at AB-aflevering for den pågældende entreprise ikke kan finde sted.

Når acceptkriterier i de enkelte performance tests er opfyldt, kan den værdi der fremgår af feltet "Værdi af ikke-bestået test" udbetales.

I det tilfælde, at acceptkriterier ikke er opfyldt, noteres en mangel, og den værdi der fremgår af feltet "Værdi af ikke-bestået test" kan ikke udbetales, og ny test berammes.

Hvis en performancetest ikke er gennemført, men det besluttes at gennemføre AB-afleveringen alligevel, kan værdien, der fremgår under feltet "Værdi af ikke bestået test", ikke udbetales, og der fastsættes derudover en værdi for udskudte arbejder. De udskudte arbejder kan som eksempel være: D&V materiale, brugeruddannelse, CE-mærkning, test i henhold til Bips punkt 2.15.2.

Testparadigmernes forside med generelle betingelser:

- Tidspunkter
- Økonomi
- AB92 og mangler

Projektnavn: <>

Dato: <>

Dette er Bygningsstyrelsens (Bygst) generelle betingelser for performance tests mht. styring og regulering, som gælder for de performance tests, der er nævnt i nedenstående oversigt.

Oversigt over performance tests mht. styring og regulering					
Test nr.	Testbeskrivelse	Tidspunkt for gennemførelse af test	Testens varighed	Værdi af ikke bestået test. Installation	Værdi af ikke bestået test. Bygn. automatik
1. A	Funktionsafprøvning af bygningsautomatik i sammenhæng med DS 428:2011	Fremgår af udbudstidsplan	1 dag	2% af den samlede entreprisenum	3% af den samlede entreprisenum
1. B	Bygningsstyrelsens kontrol af indregulering.	Fremgår af udbudstidsplan	1 dag	2% af den samlede entreprisenum	3% af den samlede entreprisenum
1. C	Funktionsafprøvning af bygningsautomatik	Fremgår af udbudstidsplan	1 dag	2% af den samlede entreprisenum	4% af den samlede entreprisenum
Total			3 dage		

Fælles for alle performance tests er, at bygherre, fagtilsyn og udførende deltager, bygherre som observatør. Kundens driftsorganisation tilbydes at deltage, ligeledes som observatør.

Performance testene gennemføres før AB-aflevering som en stikprøvekontrol på udvalgte områder af entreprenørers egenkontrol.

De her beskrevne performance tests erstatter ikke entreprenørers egenkontrol eller dele heraf.

En forudsætning for at performance tests kan sættes i gang er, at fagtilsynet har godkendt entreprenørernes egenkontrol. Hvis egenkontrol ikke er godkendt på tidspunktet for AB-aflevering, og testene derfor ikke er gennemført, anses det som en væsentlig mangel, hvilket betyder, at AB-aflevering for den pågældende entreprise ikke kan finde sted.

Når acceptkriterier i de enkelte performance tests er opfyldt, kan den værdi der fremgår af feltet "Værdi af ikke-bestået test" udbetales.

I det tilfælde, at acceptkriterier ikke er opfyldt, noteres en mangel, og den værdi der fremgår af feltet "Værdi af ikke-bestået test" kan ikke udbetales, og ny test berammes.

Hvis en performance test ikke er gennemført, men det besluttes at gennemføre AB-afleveringen alligevel, kan værdien, der fremgår under feltet "Værdi af ikke bestået test", ikke udbetales, og der fastsættes derudover en værdi for udskudte arbejder. De udskudte arbejder kan som eksempel være: D&V materiale, brugeruddannelse, CE-mærkning, test i henhold til Bips punkt 2.15.2.

C. Styring af tid og økonomi under udførelse

Tidsstyringen glider pga. manglende koordination mellem fag



Tidsstyringen glider pga. kollisioner og mangelfuld projektering

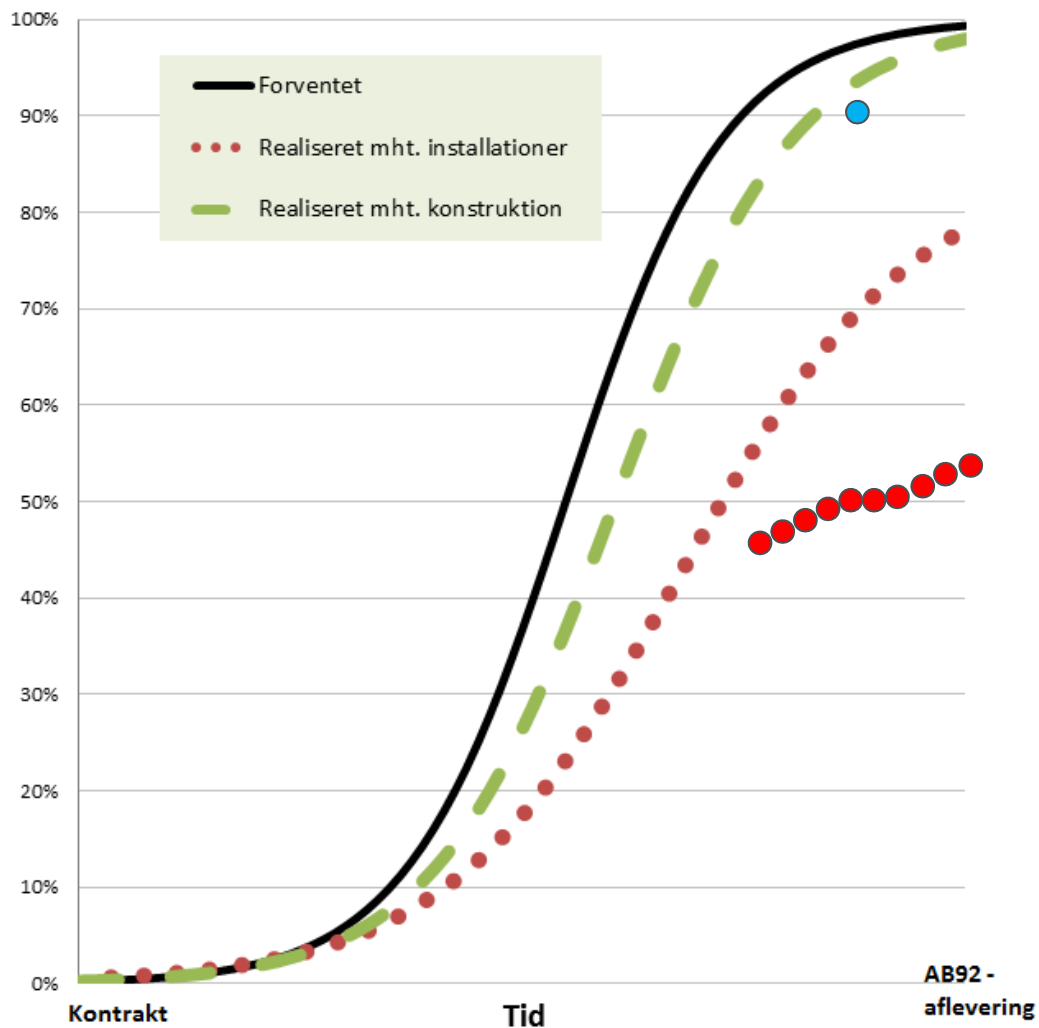


Løsning. FIDICs princip om staderegistrering

- AB aftalesættet mangler FIDICs krav til "Progress report".
- Kravet om progress report placerer i FIDIC en stor byrde på entreprenøren, som løbende skal dokumentere stade omhyggeligt.
- Konsekvensen af at der ikke findes et sådant krav i AB-aftalesættet er, at der ikke er tradition for at det har konsekvenser, når der afleveres byggeri, hvor stadet på installationsfagene ikke er 100%.
- Bygherren skal løfte en særdeles kompleks opgave, hvis han ved aflevering vil påpege mangler som ikke kan ses med det blotte øje .
- Bygst udvikler en standardiseret metode for hvordan man i praksis arbejder med staderegistreringen

Problemstilling. Der faktureres mere end faktisk stude

Fremdrift i udførelsen

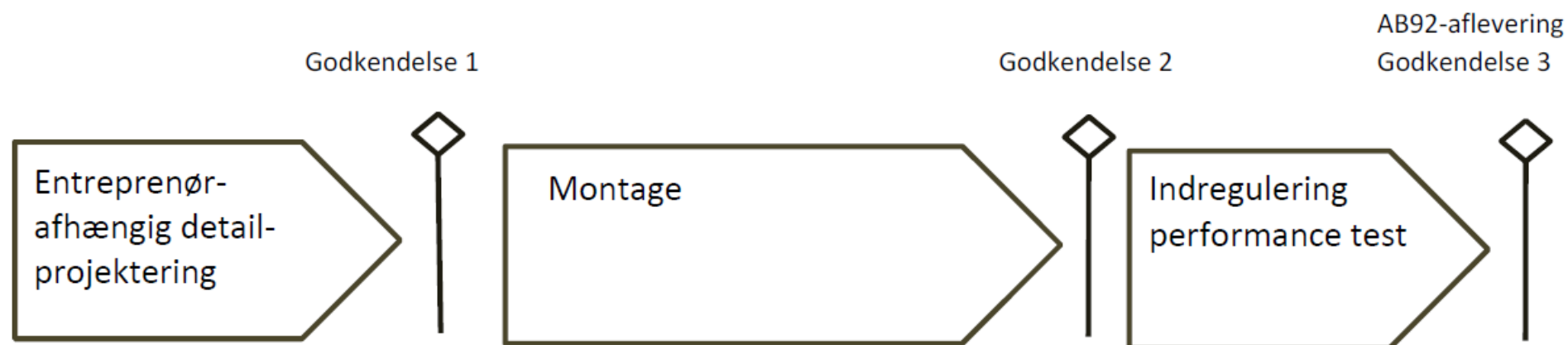


En case:

● Faktisk stude

● Aconto begæring

Løsninger. Princippet om faseopdelt udførelse



D. Cases

Case. Bygning 44

- Performance test krav var styrende for optimering af hele byggeriet.
- Resultat: Usædvanligt vellykket byggeri.
- Performance helt i top.
- Ingen overskridelser af tid og økonomi.
- Ingen tab på entreprenørsiden.

Energimærkningsrapport
Campusvej 55
5230 Odense M



Bygningens energimærke:



Gyldig fra 13. november 2015
Til den 13. november 2025.

Case. Bygning 44

Findes på bygst.dk/viden/om/performance-test

BEST PRACTICE Ventilation Syddansk Universitet i Odense Bygning 44

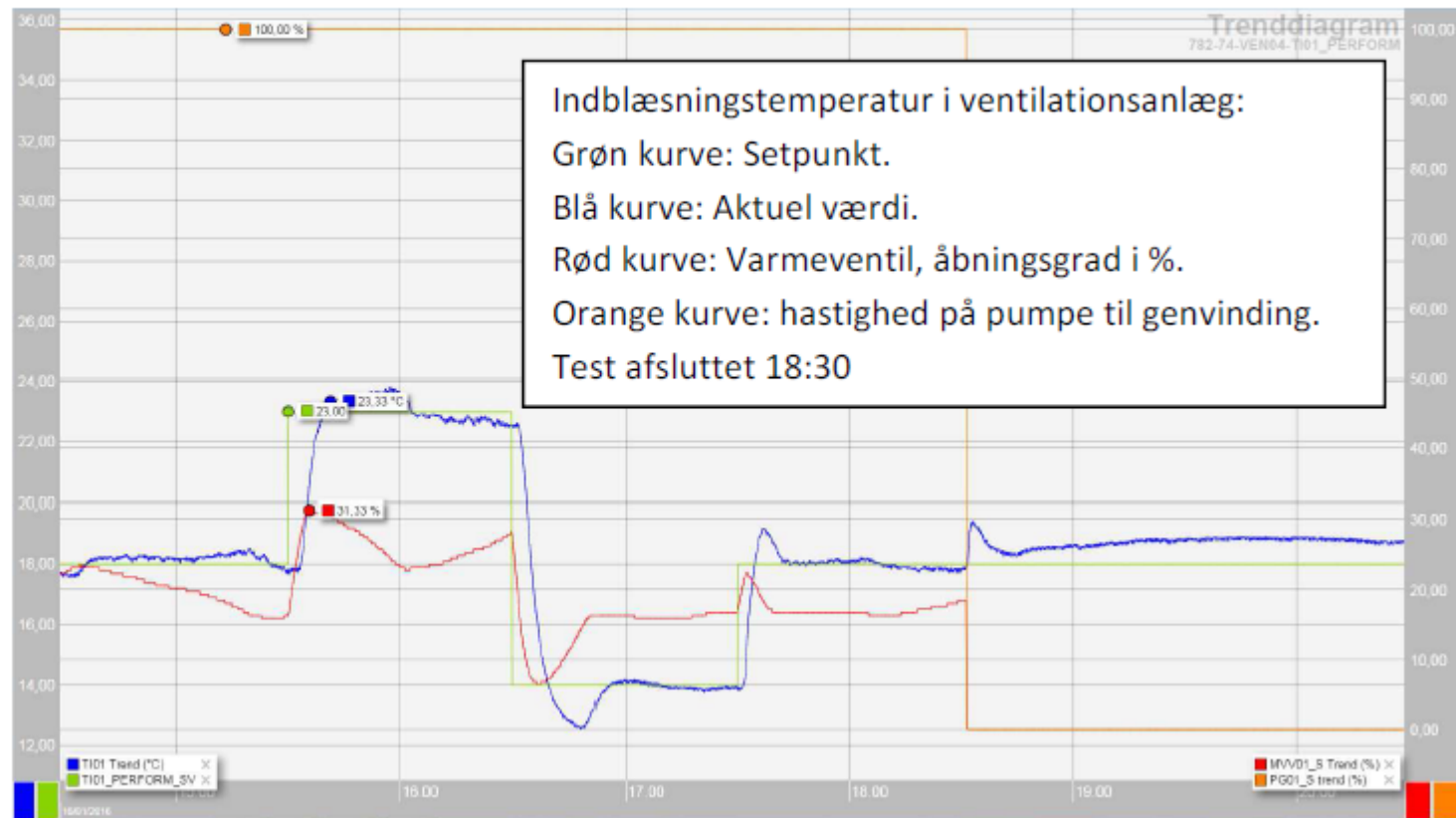
Udbudsstrategi, projektoptimering og testbaseret aflevering



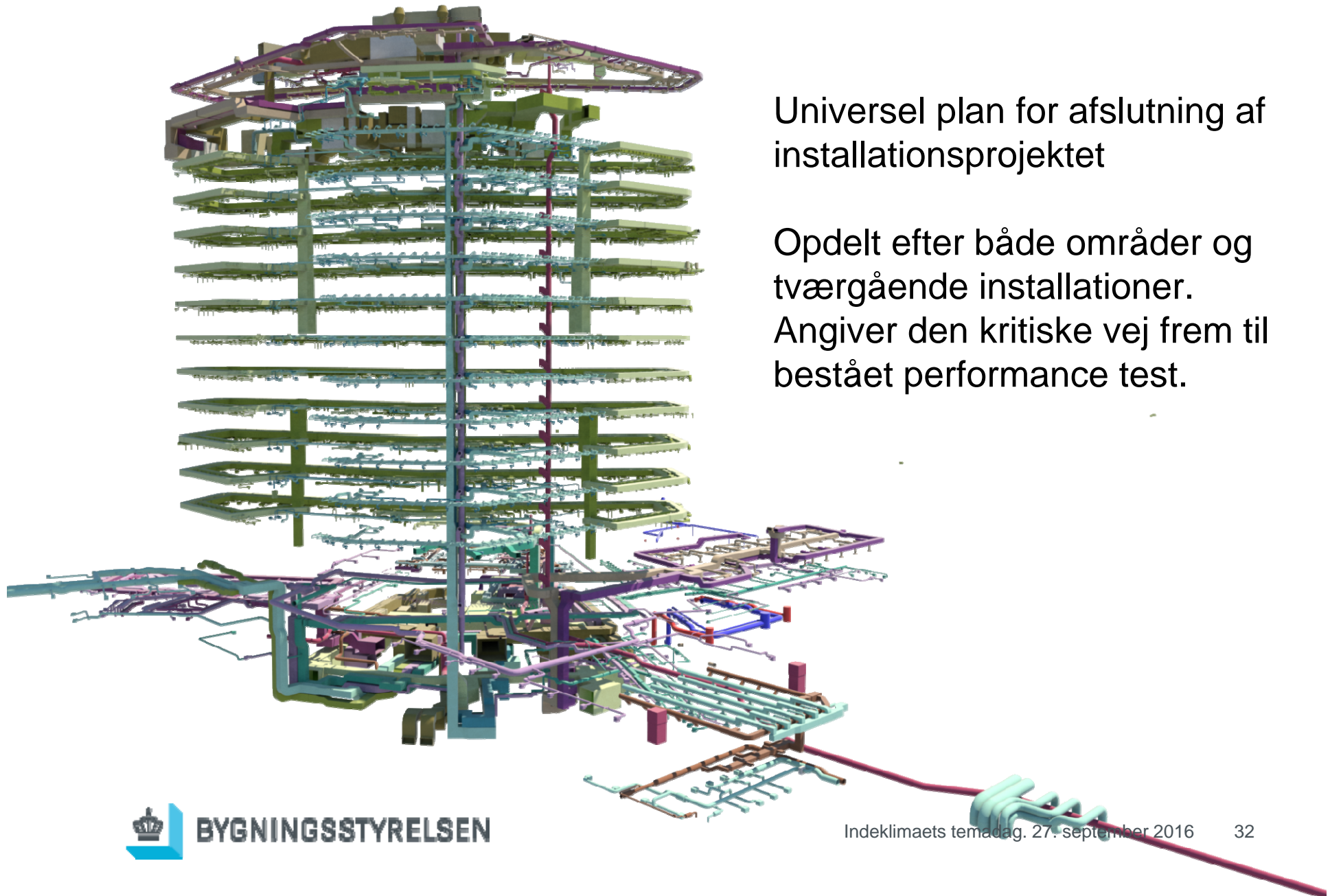
Case. Science 782

Performance test 1. B. Bygningsautomatik, kontrol af indregulering

Eksempel på dokumentation af en step response test for en reguleringsløkke, hvor testens resultat er accepteret



Case. Mærsk Bygningen.



Universel plan for afslutning af installationsprojektet

Opdelt efter både områder og tværgående installationer. Angiver den kritiske vej frem til bestået performance test.

E. Hvad skal andre bygherrer være opmærksom på?

Vær opmærksom på inden udbud:

1. Planlægning af slutfasen.
2. Sammenhæng mellem testbaseret aflevering og instrumentering.
3. Planlæg styring af økonomi under udførelsen
4. Brug tildeling klogt.

Løsninger. Princippet om faseopdelt udførelse

