



BERGEN
KOMMUNE

EFU - Krav til systematisk ferdigstillelse_EBE

Enheter: Etat for utbygging (med underliggende enheter)

Godkjent av: Hildegunn Erdal

Gyldig fra: 17.01.2023

Revisjonsfrist: 17.01.2024

Revisjon: 3.1

ID: 11225

Frist for revisjon av dette dokumentet er passert, men dokumentet er fortsatt gyldig.

Krav til systematisk ferdigstillelse



BERGEN
KOMMUNE

ETAT FOR UTBYGGING

Innhold

1. Orientering
2. Terminologi
3. Innledning
4. Retningslinjer og krav
5. Bearbeiding av valgt konsept - Skisseprosjekt
6. Bearbeiding av valgt konsept – Forprosjekt
7. Detaljprosjektering
8. Produksjon og leveranser
 - 8.1. Mekanisk ferdigstillelse
 - 8.2. Igangkjøring og innregulering
 - 8.3. Testing
 - 8.4. Feilretting av tester
9. Overlevering og ibrukstakelse
 - 9.1. Opplæring
 - 9.2. Prøvedrift
10. Leveransekrav dokumentasjon
 - 10.1. Plan for systematisk ferdigstillelse
 - 10.2. Dokument- og leveranseplan
 - 10.3. Funksjonsbeskrivelse
 - 10.4. Systemliste
 - 10.5. Integrerte funksjonsbeskrivelser
 - 10.6. Grensesnittsmatrise
 - 10.7. Systemskjema
 - 10.8. Sikringsplaner og dørkategoriskjema
 - 10.9. Kapasitet og funksjonstabeller
 - 10.10. Testplan
 - 10.11. Testprosedyrer
 - 10.12. Testrapporter
 - 10.13. Detaljert slutfaseplan
 - 10.14. Oversikt over utstyr med lang leveringstid
 - 10.15. Opplæringsplan

1. Orientering

Dette dokumentet beskriver kravene som stilles til planlegging og gjennomføring til systematisk ferdigstillelse i Etat for utbygging sine byggeprosjektet.

Beskrivelsen tar utgangspunkt i følgende standarder og veiledere:

- NS 3935:2019 Integrerte tekniske bygningsinstallasjoner – Prosjektering, utførelse og idriftsettelse
- NS 6450:2016 Idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner
- BA2015 - Veileder om systematisk ferdigstillelse

3.0	16.06.22	Årlig revisjon og nytt dokumentnavn	TPL	AMA
2.0	22.04.21	Justert iht. nye fasebetegnelser	TPL/RV	TPL/AS
1.0	29.07.19	Opprinnelig dokument	TPL/RV	MB
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Godkjent

2. Terminologi

Akseptkriterier

Kravene til funksjoner og systemer som må oppfylles for at byggherre skal akseptere leveransen.

Mekanisk ferdigstillelse

Bygningsinstallasjoner komplett levert, montert, tilkoblet og merket, og all egenkontroll er gjennomført og dokumentert.

System

Et system består av to eller flere produkter sammensatt til en enhet for å dekke en funksjon. Systemet er avgrenset innenfor samme systemnummer iht. prosjektets merkesystem.

Innregulering

Justering og kontroll av mengder, parametere, settpunkt og lignende for å sikre at et system er kontraktsmessig.

Funksjonstest system

Test av system på byggeplass med tilkoblet relevant utstyr som dokumenterer at de tekniske ytelsene er i henhold til kravspesifikasjonen. Basert på funksjonsbeskrivelsene.

Integrert test

Test av samspillet mellom to eller flere tekniske systemer som dokumenterer at grensesnittene fungerer i et samspill på tvers av system- og entreprisegrenser. Basert på integrerte funksjonsbeskrivelser.

Fullskalatest

Test av brann- og rømningssikkerhet som dokumenterer at lokalenes og bygningens funksjon, med alle relevante delsystemer sammenkoblet, fungerer som forutsatt i henhold til gjeldende regelverk, kontraktskrav og brannkonsept/brannsikkerhetsstrategi. Simulering av ordinær drift.

Stabilitets- og ytelsestest

Test som dokumenterer at de tekniske systemene fungerer stabilt og at ytelsene er som forutsatt i funksjonsbeskrivelsene.

Prøvedrift

Verifisering av funksjonene og ytelsene til de tekniske bygningsinstallasjonene over tid, med brukere i bygget (internlast) og under ytre klimatisk påvirkning. Prøvedrift starter opp etter innflytting for å verifisere de tekniske bygningsinstallasjonene med reell internlast og bruk.

Evakueringsøvelse

Evakueringsøvelsen skal inneholde brann- og rømningstester med brukere i bygget. Test av samspill mellom tekniske systemer og brannalarmanlegget, samt alarmorganiseringen.

ITB

Forkortelse for integrerte tekniske bygningsinstallasjoner. ITB-rollene er basert på beskrivelsene iht. NS 3935:2019.

Systematisk ferdigstillelse

Metodikk som skal sikre at prosjektet oppfyller alle funksjonskrav innenfor gitte tids-, kostnads- og kvalitetskrav, planlagt og verifisert gjennom en strukturert prosess som er ledelsesstyrt fra planlegging til overtakelse

Fravik

Alternativ løsning eller ytelse som fraviker fra krav. Fravik krever godkjenning fra oppdragsgiver/byggherre.

Avvik

Et avvik er manglende samsvar mellom definerte krav og utført arbeid eller et produkt.

3. Innledning

Metodikken systematisk ferdigstillelse skal sikre at prosjektet oppfyller alle funksjonskrav innenfor gitte tids-, kostnads- og kvalitetskrav, planlagt og verifisert gjennom en strukturert prosess som er ledelsesstyrt fra planlegging til overtakelse.

Ved tidlig å definere resultatet, med akseptkriterier, er det enklere å bli konkret på hva som kreves ved planlegging, prosjektering og bygging på et tidlig tidspunkt. Hensikten er å bruke mer ressurser på planlegging og prosjektering, mindre ressurser på avklaring underveis i byggeprosjektet som følge av unøyaktig grunnlag og velfungerende anlegg ved overlevering.

Etat for utbygging deler prosjektene opp i fasene som vist i Figur 1. Hva som inngår i disse fasene med tanke på systematisk ferdigstillelse er beskrevet fra kapittel 5 Bearbeiding av valgt konsept - Skisseprosjekt til kapittel 9 Overlevering og ibrukstakelse.



Figur 1 Faseinndeling

4. Retningslinjer og krav

Ved detaljering av krav til tekniske anlegg skal Etat for bygg og eiendom sin dokumentserie «[Retningslinjer og krav](#)» legges til grunn.

Det skal underveis i prosjektet utarbeides en fravikliste. Fravik skal avklares med byggherre.

Listen skal minimum inneholde:

- Henvisning til krav
- Beskrivelse krav
- Forslag til løsning



5. Bearbeiding av valgt konsept - Skisseprosjekt

Prosjekteringsgruppen og dens rådgivende ITB (RITB) skal ved utarbeidelse av skisseprosjekt detaljere plan for systematisk ferdigstillelse så langt som mulig.

I denne fasen skal dokumentene i plan for systematisk ferdigstillelse utarbeides.

Følgende punkter skal være omtalt i skisseprosjekt:

- Plassering og størrelse på tekniske rom samt innhold i disse. Eksempelvis luftbehandlingsanlegg, varmeanlegg, UPSer, IKT-utstyr etc. Viktig at serviceområde tas høyde for.
- Planløsninger som viser hovedføringsveier for teknisk infrastruktur og sjakter. For eksempel ventilasjonskanaler, rør, kabelbroer og heis.
- Beskrivelse rundt idriftsetting av bygget og/eller byggene.
- Tilkobling til eksisterende bygg.
- Avsatt seks måneder fra mekanisk ferdigstillelse til overtakelse fra entreprenør til byggherre.

6. Bearbeiding av valgt konsept – Forprosjekt

Prosjekteringsgruppen og dens rådgivende ITB (RITB) skal ved utarbeidelse av forprosjekt revidere plan for systematisk ferdigstillelse som ble utarbeidet i konseptutviklingsfasen.

I denne fasen skal dokumentene i plan for systematisk ferdigstillelse revideres og utarbeides.

Følgende punkter skal være omtalt i forprosjekt, i tillegg til allerede omtalte punkter i skisseprosjekt:

- Begrunnelse for valg av løsninger
- Akseptkriterier for de ulike systemene
- Funksjonsbeskrivelser av de ulike tekniske systemene
- Systemliste med oversikt over de ulike systemene som er planlagt levert
- Tegninger av tekniske rom som viser plassering av utstyr inkl. serviceområde

7. Detaljprosjektering

Entreprenør skal i detaljprosjekteringen og produksjonen revidere og ferdigstille plan for systematisk ferdigstillelse, i samråd med byggherre. Alle dokumenter som omfattes i den skal produseres, og leveres iht. til krav omtalt i dette dokumentet.

8. Produksjon og leveranser

8.1. Mekanisk ferdigstillelse

Før mekanisk ferdigstillelse av ett system og/eller kontrollområde gjennomfører entreprenør egenkontroll og eventuelt utbedrer. Ved gjennomføring av egenkontroll skal relevant dokumentasjon oppdateres, eksempelvis funksjonsbeskrivelser, systemskjema og andre tegninger.

Deretter skal entreprenør melde seg mekanisk ferdig og kalle inn byggherre til befaring(er). Entreprenør skal stille med aktuelle deltakere fra rådgivere og/eller entreprenører som skal presentere sin leveranse opp mot oppdatert dokumentasjon.

Ved innkalling(er) skal det lages en agenda som synliggjør ansvar, deltakelse, system/område, samt henvises og/eller legges ved aktuell oppdatert dokumentasjon som skal benyttes under befaring.

Mekanisk ferdigstillelse skal fremkomme i den detaljerte slutfaseplanen. Der systemer og områder synliggjøres, og samstemmer med andre aktiviteter som rengjøring, igangkjøring, innregulering og tester.

8.2. Igangkjøring og innregulering

Igangkjøring og innregulering skal fremkomme i detaljert slutfaseplan.

Igangkjøring og innregulering av systemer kan starte når bygget er mekanisk ferdigstilt og nødvendig byggrensjøring er utført. Det skal utføres egenkontroll på igangkjøring, og innreguleringsprotokoller leveres som FDV.

8.3. Testing

Alle tester skal gjennomføres iht. testplan omtalt i kapittel 10. Testplan skal utarbeides og oversendes byggherre. Byggherre og byggherrens ITB-ansvarlig skal inviteres til å delta.

Krav til testplan, testprosedyre og testrapport står omtalt i kapittel 10.

8.3.1 Funksjonstester system

Etter at systemene er igangkjørt og innregulert skal det utføres funksjonstester av hvert enkelt system. Testene skal oppfylle akseptkriteriene og funksjonene som er beskrevet i funksjonsbeskrivelse.

8.3.2 Integrerte tester

Test av systemer som er avhengig av hverandre for å oppnå funksjonen som er tiltenkt. Testene skal oppfylle akseptkriteriene og funksjonene som beskrevet i de integrerte funksjonsbeskrivelsene.

8.3.3 Generalprøve fullskaletest

I forkant av fullskaletest skal entreprenør utføre en generalprøve, slik at fullskaletesten gjennomføres uten feil av betydning. Byggherre skal informeres og ha mulighet til å delta.

Generalprøven skal dokumenteres, og er underlag for å kunne gjennomføre fullskaletest.

8.3.4 Fullskaletester

Fullskaletest(er) gjennomføres etter integrerte tester er utført, dokumentert og godkjent.

Under fullskaletest(er) skal tekniske anlegg som har en funksjon ved brann, rømning, og sikkerhet testes.

Byggherre skal varsles i god tid før fullskaletest gjennomføres, slik at de får stilt med nødvendig personell for deltakelse. Ved fullskaletest skal driftspersonell involveres for å kontrollere og dokumentere at driftspersonells prosedyrer er tilpasset installasjonene som er levert.

Byggherre overtar ikke bygget uten godkjent fullskalatest(er).

8.3.5 Stabilitets- og ytelsestester

Stabilitet og ytelsestester skal utføres iht. NS 6450:2016. Entreprenøren skal etter fullskalatest, gjennomføre stabilitets- og ytelsestester for å dokumentere ytterligere de tekniske anleggene før overlevering.

Andre aktiviteter i perioden er å optimalisere anleggene, gjennomgå alarmlogg fra SD-anlegget, oppsett og kontroll av trendlogger for hver anleggstype med hensyn på å dokumentere stabile temperaturer, optimalisere parametere, alarmgrenser o.l. Endringer som gjøres i anleggene skal dokumenteres.

Det må legges vekt på sesongvariasjoner i testingen, slik at anleggene testes under riktige forhold.

8.4. Feilretting av tester

Dersom det oppstår vesentlige feil under testing, og resultatene ligger utenfor akseptkriteriene, skal testen gjennomføres på nytt etter at feil er rettet.

Dersom det avdekkes mindre feil skal disse utbedres innen avtalt frist, slik at disse kan kontrolleres.

Når alle feil av betydning er rettet og akseptkriteriene er oppfylt skal entreprenør sende bekreftelse til byggherre.

9. Overlevering og ibrukstakelse

9.1. Opplæring

Krav til opplæring er beskrevet i «Konkurransegrunnlagets del II, Oppdragsbeskrivelse».

9.2. Prøvedrift

Krav til prøvedrift er beskrevet i «Konkurransegrunnlagets del II, Oppdragsbeskrivelse».

10. Leveransekrav dokumentasjon

Krav til FDV-dokumentasjon er beskrevet i «Konkurransegrunnlagets del II, Oppdragsbeskrivelse».

Kapitlene nedenfor beskriver krav til dokumentasjon som er nevnt i Plan for systematisk ferdigstilling.

10.1. Plan for systematisk ferdigstilling

Prosjekteringsgruppen og dens rådgivende ITB (RITB) skal detaljere planen i skisseprosjekt- og forprosjektfasen. Når prosjektet går over til detaljprosjektering og produksjon skal det dokumenteres at kravene i plan for systematisk ferdigstilling oppfylles. Dette oppfylles ved å levere dokumentene som er krevd i Plan for systematisk ferdigstilling iht. krav og akseptkriterier.

ITB-ansvarlig hos byggherre skal stille krav om målbare milepæler for å sikre en fremdrift som tar hensyn til systematisk ferdigstilling, som bygger på akseptkriteriene. Eksempler på dette er:

- Godkjent funksjonsbeskrivelse
- Godkjent testplan
- Mekanisk ferdigstilt
- Levert FDV-dokumentasjon
- Gjennomført og godkjent funksjonstest

10.2. Dokument- og leveranseplan

I prosjektets dokument- og leveranseplan skal det fremkomme en oversikt over hvilke dokumenter som leveres mtp. systematisk ferdigstilling.

Filnavn, filnummer og tegningsnummer skal være iht. Etat for bygg og eiendom sin dokumentserie «Retningslinjer og krav».

10.3. Funksjonsbeskrivelse

Funksjonsbeskrivelser er beskrivelse av hvilke funksjoner et gitt system skal ha og hvordan installasjonen skal fungere i praksis. Funksjonsbeskrivelsen danner grunnlag for prosjekteringen, utførelsen, og ikke minst for testing og verifisering. De prosjekterende skal ta utgangspunkt i overordnede funksjoner som er beskrevet i dokumentserien retningslinjer og krav, ref. kapittel 4 Retningslinjer og krav i dette dokumentet. Funksjonsbeskrivelsen skal bestå av to deler;

- Del 1 skal være en systembeskrivelse
- Del 2 skal være en detaljert komponentbeskrivelse.

Funksjonsbeskrivelser skal utarbeides for alle systemene som har en funksjon, som egne tekstdokumenter med eventuelle henvisninger til systemskjema, flytskjema etc. og bør inneholde:

- Beskrivelse av systemets funksjon i driftsfasen med angivelse av hvilke områder/arealer det betjener
- Beskrivelse av systemets oppbygging og tilknytning til andre systemer
- Beskrivelse av funksjon ved kritiske hendelser som strømbrudd og brann
- Beregningsforutsetninger, krav til materialkvaliteter etc.
- Kapasitetsutnyttelse og eventuell restkapasitet
- Mulige på- og utbyggingsmuligheter i systemet
- Detaljert komponentbeskrivelse av alle komponenter i systemet som har en egen tag, som ikke er typeunik. Den skal inneholde:
 - Komponentnummer
 - Komponentnavn
 - Kort forklaring av funksjon

- Plassering (rom)
- Ansvarlig entreprenør

Funksjonsbeskrivelsen revideres underveis i detaljprosjekteringen i overenstemmelse med integrert funksjonsbeskrivelse og produktene som skal leveres. Tilsvarende med testprosedyrene. Disse revisjonene bør legges frem for godkjenning av byggherrens rådgivere for å unngå misforståelser i funksjoner, og for at byggherren kan gi sin aksept til de nye funksjonsbeskrivelsene og testplanene før produkter og systemer leveres.

Komponentlister skal inngå i funksjonsbeskrivelse, og den skal minimum inneholde følgende:

- Plassering
- Systemtilhørighet
- Ansvarlig fag
- Merke/ID-nummerering

10.4. Systemliste

I systemlisten skal alle systemer som skal leveres i byggeprosjektet føres opp. Dette er et viktig dokument for å skaffe oversikt over systemene i prosjektet. Systemlisten vil utvikles og kompletteres utover i prosjektet, etter hvert som de valgte løsningene blir mer detaljerte og tydeligere definert.

Systemlisten skal inneholde unike systemnummer og skal angi hvor systemene er plassert og hvilket område i bygget de skal betjene. Systemnummeret skal følge Etat for bygg og eiendoms dokumentserie «Retningslinjer og krav».

Systemlisten skal også inneholde en kolonne som synliggjør om systemet har et grensesnitt mot brannsikkerhet og/eller forsynt av UPS

10.5. Integrerte funksjonsbeskrivelser

I ett prosjekt vil det være funksjoner og arealer hvor flere systemer må virke sammen som en helhet for å oppnå ønsket funksjonalitet. Integrerte funksjonsbeskrivelser beskriver hvordan flere systemer må virke sammen som en helhet for å oppnå ønsket funksjonalitet.

De integrerte funksjonsbeskrivelsene skal utformes slik at de binder sammen de ulike funksjonsbeskrivelsene som er utarbeidet for de ulike systemene. Funksjonsbeskrivelsene er av mer teknisk karakter enn de integrerte funksjonsbeskrivelsene. De integrerte funksjonsbeskrivelser skal kunne forstås av driftsteknikere på bygget.

Beskrivelsen danner grunnlaget til de integrerte testene, der samspillet mellom to eller flere systemer testes.

10.6. Grensesnittsmatrise

En grensesnittsmatrise skal dokumentere grensesnittet mellom de tekniske systemene i prosjektet. Grensesnittsmatrisen skal detaljeres underveis i prosjekteringen. Den skal minimum inneholde følgende:

- Leverandør
- Ansvarlig for utførelse og verifisering
- Kontrakt
- Hvordan grensesnittet utføres
- Hvordan grensesnittet dokumenteres

Grensesnittene beskrives på systemnivå iht. systemliste slik at dette er entydig og spesifikt, og kan følges opp i funksjonstester og integrerte tester.

Byggherre kan oversende forslag mal for grensesnittsmatrise dersom det er ønskelig.

10.7. Systemskjema

Systemskjema er en skjematisk fremstilling av rør/kanaler og komponenter for det enkelte system. Det skal stemme overens med gjeldende funksjonsbeskrivelse av systemet. Systemskjema skal minimum inneholde:

- Dimensjoner og kapasiteter
 - *Effekter, maks/min volumstrøm, maks/min luftmengde, dimensjonerende temperaturer vann/luft etc.*
- Komponenter som tilhører systemet
- ID-nummerering/merking

10.8. Sikringsplaner og dørkategoriskjema

Det skal under utarbeidelse av byggets sikkerhetsløsninger for dører, porter, heiser mm. lages unike dørkategori skjema for hver dørløsning (dørfunksjon) i bygget.

Dette for å synliggjøre omfang, krav til plass for komponenter i og rundt dørmiljø, dørenes grensesnitt mot andre fag (f.eks. brann og rømning mm.) og funksjonsbeskrivelsen slik at prosjektgruppen og brukere får en forståelse av hvordan dørene vil fungere i bygget.

10.9. Kapasitet og funksjonstabeller

Kapasitets og funksjonstabeller er en oversikt over alle kapasiteter og signaler for de ulike komponenter som skal benyttes i et system. Hensikten er å skape oversikt over belastninger og signaler for å kunne utveksle informasjon tverrfaglig. Dokumentet er også underlag for automatikkleverandør.

Kapasitetstabeller og beregninger leveres for ventilasjon, varme og kjøling. Elektro leverer funksjonstabell.

10.10. Testplan

Testplanen skal basere seg på systemlisten ref. kapittel 10.4 Systemliste. Den skal vise hvilke systemer som forsyner de ulike områdene i bygget, og synliggjør hvilke avhengigheter man må forholde seg til når det skal gjennomføres tester og verifisering av systemer. Hensikten er å sikre at de rette systemene testes og at testene utføres til rett tid i prosjektet.

Testplanen skal minimum inneholde følgende:

- Hvilke systemer som skal testes
- Rekkefølgen systemene skal testes i
- Hvem som er ansvarlig for å planlegge testene
- Hvem som er ansvarlig for å utføre testene
- Tidspunkt for testene og hvem som skal møte (dato/tidspunkt/varighet)
- Referanse til gjeldende testprosedyrer

Når det gjelder fullskalatester og integrerte tester må det oppgis en ansvarlig person som gjennomfører testene, samt alle ansvarlige for de aktuelle systemene.

10.11. Testprosedyrer

En testprosedyre er ett dokument som beskriver hvordan et system skal testes. Hensikten er at systemene som skal testes, testes på rett måte og at de kun godkjennes ved rette omstendigheter.

Testene skal inneholde akseptkriterier slik at det, før testene gjennomføres, ikke er noen tvil om hva som skal til før hele testen underkjennes og må gjennomføres i sin helhet en gang til. Akseptkriteriene og funksjonen skal være beskrevet i funksjonsbeskrivelser og integrerte funksjonsbeskrivelser.

Prosjekterende utarbeider første utkast til testprosedyrer for de fagene de har ansvar for å beskrive. Entreprenøren reviderer testprosedyren før testene gjennomføres, og oversender denne til byggherren.

Testprosedyren skal legges ved som FDV-dokumentasjon slik at tester kan gjentas i ettertid.

Testprosedyrene skal minimum inneholde:

- Hvilke system(er) som skal testes
- Hensikt og omfang med testen
- Fremgangsmåte
- Deltakere
- Forutsetning for at testen skal gjennomføres
- Akseptkriterier
- Nødvendig utstyr for gjennomføring av testen

10.12. Testrapporter

Testrapporter som er utarbeidet iht. testplan og testprosedyrer skal sendes til relevante parter og leveres som en del av FDV-dokumentasjonen. Testrapportene skal minimum inneholde:

- Gjennomføringsperiode, tidspunkt og varighet
- Deltakere med angivelse av ansvarsforhold
- Omfang av test
- Beskrivelse av hva som ble gjort under test
- Testresultat
- Liste over feil
- Frist for utbedring av feil
- Referanse til underlagsdokumentasjon (Systemskjema, funksjonsbeskrivelser, innreguleringsprotokoller, sluttkontroll, etc.)

10.13. Detaljert slutfaseplan

Entreprenøren utvikler i samarbeid med byggherrens ITB-ansvarlige en omforent plan for gjennomføring av slutfasen i prosjektet. Slutfaseplanen omfatter aktiviteter som byggherren eller entreprenøren har ansvaret for. Slutfaseplanen starter med mekanisk ferdigstillelse og viser tid og rekkefølge for følgende:

- Mekanisk ferdigstillelsesbefaringer per område og/eller system
- Igangkjøring og innregulering av systemer
- Gjennomgåelse av FDV-dokumentasjon for systemer som skal testes
- Opplæring av driftspersonell
- Gjennomføring av de ulike testene
- Rengjøring
- Tid for feilretting
- Planlagt overlevering
- Innflytting/ibrukstakelse
- Planlagt oppstart av prøvedrift

10.14. Oversikt over utstyr med lang leveringstid

Det skal utarbeides en oversikt med utstyr som har leveringstid på 4 uker eller mer. Dette er for å kunne planlegge innkjøp av utstyr til riktig tid uten at det forsinkes fremdriften i prosjektet.

10.15. Opplæringsplan

Krav til opplæring er beskrevet i «Konkurransesgrunnlagets del II, Oppdragsbeskrivelse».