

Funksjonstilpasset design av bygg og tekniske systemer



Tipshefte fra Grønn Byggallianse

Utgitt september 2017

Tipsheftet er utarbeidet av Grønn Byggallianse, Ingeniørhøjskolen i Århus og Integra. Ansvarlige forfattere fra disse har sammenfattet innspill fra arbeidsgruppen, som har bestått av:

- Roy Jacobsen, Værste Eiendom
- Isak Oksvold Aspelin Ramm
- Roy Frivoll, Avantor
- Arvid Skjold, GK
- Nariman Fakhraee, Schneider Electric
- Kjetil Kolltveit, Siemens
- Vigdis Sværen, Integra, Nelfo
- Arne Eggen, Integra, Nelfo
- Arne Førland-Larsen, Grønn Byggallianse/Aarhus Universitet

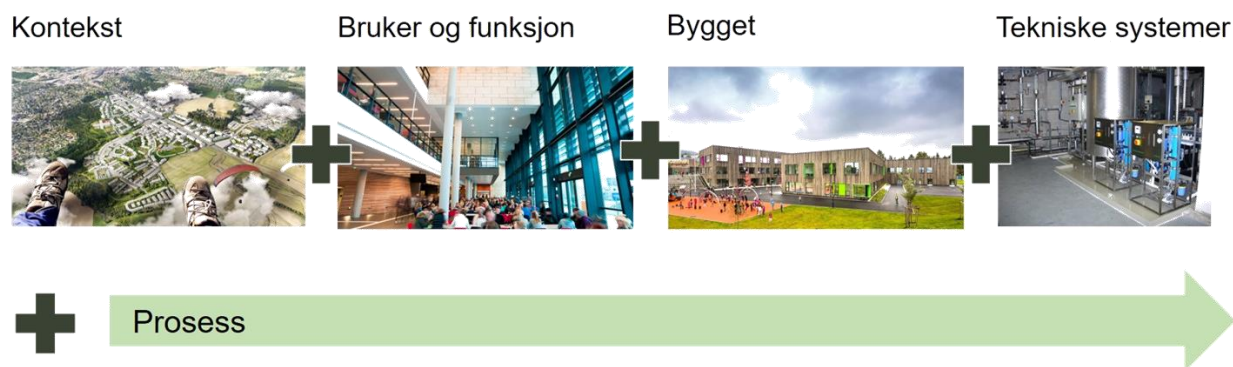
Vi tar gjerne imot innspill på eventuelle feil eller mangler. Disse bes sendt til post@byggalliansen.no

Spesifikasjon av funksjonstilpasset design

Med funksjonstilpasset design mener vi så enkelt design som mulig – men ikke for enkelt. Dette oppnår vi med et samspill mellom bygg og teknikk.

Et bygg og de tekniske systemene skal oppfylle brukernes behov og sikre godt inn klima, god komfort så vel som lavt energibruk. Funksjonstilpasset design handler om å optimalisere bygningstekniske grep og tekniske systemer slik at de blir så enkle som mulig – men ikke for enkle. God og riktig automatisering skal gjøre driften enkel selv om de tekniske systemene i seg selv kan være omfattende og komplekse. Målet er å bygge robust, og slik at ønskede resultater oppnås enklest mulig.

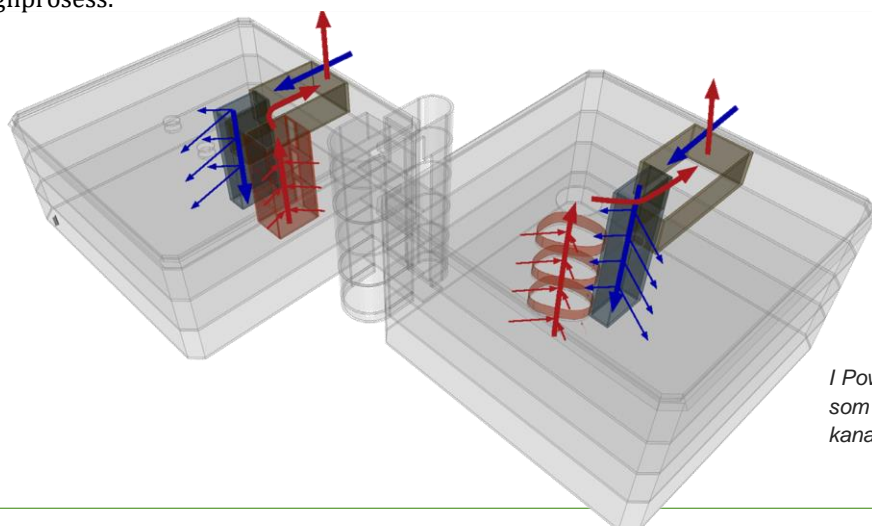
Forenkling skal ses i en helhet



+ Funksjonstilpasset design av bygg og tekniske systemer

Man må ta utgangspunkt i konteksten, bruker og funksjoner. For å lykkes er det viktig å gjennomføre en integrert designprosess. Illustrasjon og bilder: Hundven-Clements Photography/Link Arkitektur.

Andelen teknikk i bygninger har økt de senere årene. Dette skyldes blant annet økende krav til komfort, sikkerhet og energieffektivitet. Bygget og de tekniske løsningene kan funksjonstilpasses hver for seg, men da oppnår vi ikke nødvendigvis de beste løsningene. Bygningstekniske grep kan gjøre tekniske systemer enklere. Et eksempel er å integrere ventilasjons- og oppvarmingsløsning i bygningens design som for Powerhouse Kjørbo. Dette forutsetter en tett integrert designprosess.



I Powerhouse Kjørbo fungerer denne trappa som ventilasjonssjakt, og bidrar til mindre kanalanlegg for ventilasjon. Bilde Snøhetta

Funksjonstilpasset design varierer fra prosjekt til prosjekt

Hva som er riktig løsning i et prosjekt, varierer fra veldig avansert til veldig enkelt. Teknisk avanserte systemer kan også gi forenklinger. For eksempel kan behovsstyrte ventilasjonsanlegg brukes både til oppvarming og kjøling. Behovsstyring er også nødvendig for å oppnå lav energibruk.

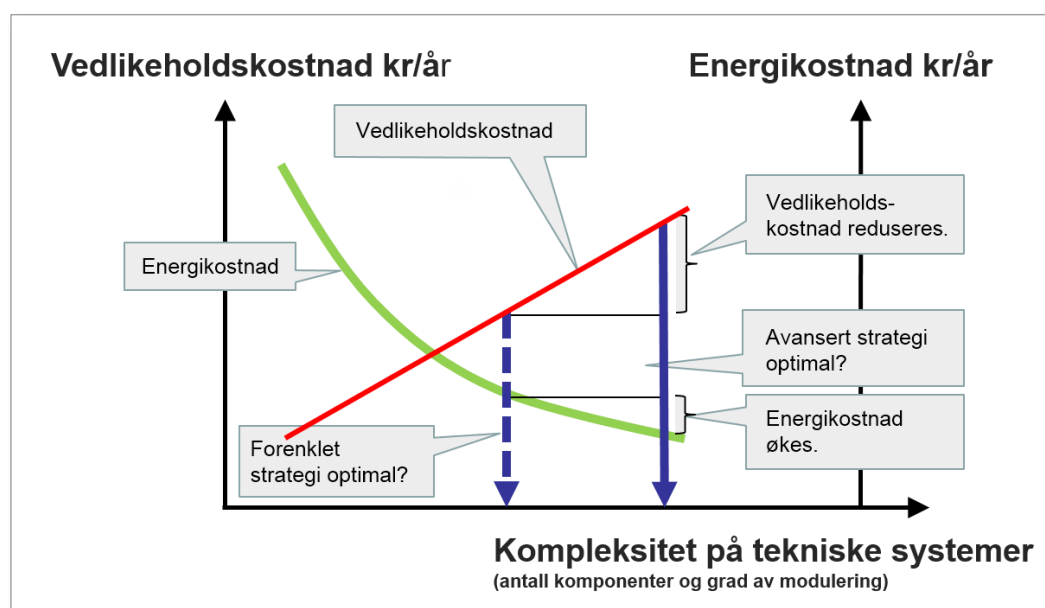
Vi må tenke funksjonstilpasset design i en helhet med brukere, funksjoner, bygget og tekniske systemer. Samtidig må vi vurdere forhold i omgivelsene, som lys og skygge, kvalitet på energiforsyning, luftkvalitet, støy og transport. I Bjørvika i Oslo er det for eksempel veldig lite dagslys, og da er det kanskje ikke verdt å satse på dagslysstyring.

Vi bør vurdere å forenkle alle tekniske systemer i bygg, ikke bare varme- og ventilasjonssystemer, men også sprinkling, lysstyring, IT-systemer og adgangskontroll.

Funksjonstilpasset design handler også om prosessen i et prosjekt, blant annet hvordan vi bestiller et oppdrag. Det er viktig å ha kompetanse om integrerte tekniske bygningssystemer (ITB) tidlig i prosjektet. Det vil bidra til å sikre at tekniske systemer virker sammen.

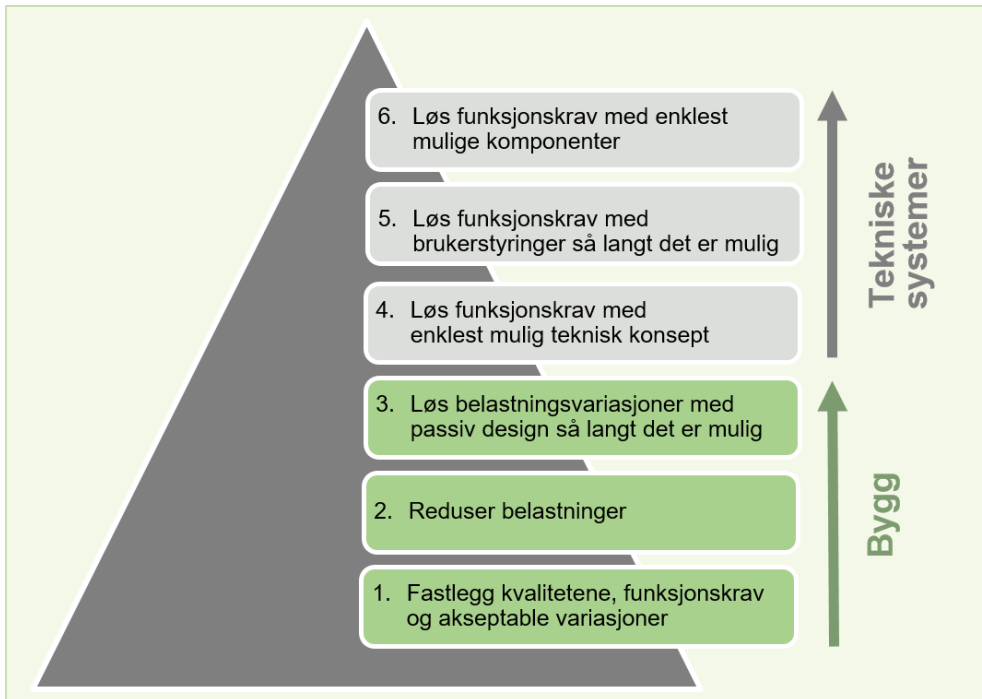
Funksjonstilpasset design er design i et livssyklus-perspektiv. Det betyr at LCC-kostnader er sentralt for løsningene vi velger, spesielt i forhold til å forenkle tekniske systemer. Økt automatisering (behovsstyring) vil normalt redusere energibruk. Men hvor stor reduksjonen blir, avhenger av byggets kvalitet, hvordan det brukes og omgivelsene. Det som er gunstig for et bygg, er ikke nødvendigvis like attraktivt i et annet bygg. Derfor må vi vurdere energibesparelse for hvert enkelt tiltak opp mot livssyklus-kostnadene for tiltaket.

Funksjonstilpasset design handler også om å vurdere energibesparelsen for hvert enkelt tiltak opp mot samlede livssyklus-kostnader for tiltakene.



Funksjonstilpasset design i seks trinn

Vi må starte i riktig ende: Med selve bygget. Det nytter ikke å designe et bygg uten å tenke på hvilke belastninger det vil gi, og uten å tenke på teknikken som skal løse disse belastningene. Glassbygg med kontorplasser krever avansert teknikk for å løse funksjonskravene.



For bygget:

Trinn 1. Fastlegg kvaliteter, funksjonskrav og akseptable variasjoner

Spesifiser alle krav til bygget og tekniske installasjoner som funksjonskrav så langt som mulig, og ikke som spesifikke krav til løsninger. Spesifikke krav hemmer kreativitet og innovasjon, og ender ofte opp med å reproducere gårsdagens løsninger.

Funksjonskrav stimulerer til nytenkning og vil ofte resultere i flere alternativer før man konkretiserer, detaljerer og velger endelig løsning. Funksjonskrav vil trolig også øke mulighetene for å kombinere standardiserte løsninger på nye måter. Det forutsettes at vi formulerer funksjonskravene tydelig, og det er viktig å definere hvor stor fleksibilitet en entreprenør skal få. Ofte bør byggherre ha fastsatt klare mål for sitt prosjekt før trinn 1.

Det å tillate litt variasjon i funksjonskrav åpner for flere alternativer og gir ofte mindre komplekse løsninger – men det skal selvfølgelig ikke gå ut over innklimaet. Et eksempel er krav til spesifikk temperatur: Hvis temperaturen kan få variere innenfor et intervall (for eksempel 22-25 grader), blir det enklere å bruke bygget til å respondere på temperaturendringer framfor bare å bruke aktive systemer. Med god solskjerming og gode, tunge materialer, kan bygget bidra til et svalt klima som ikke trenger aktive kjølesystemer med like høy kapasitet. Teknikken blir mindre omfattende, og kanskje mindre komplisert. Derfor er det viktig å spesifisere akseptable grenser for hvor mye funksjonskrav kan variere.

Sørg for tett dialog med leverandører når funksjonskrav skal fastsettes, for å utnytte deres kompetanse. Trinn 2. Reduser belastninger

Hvis vi aktivt reduserer belastninger eller hindrer dem i å oppstå, øker det muligheten til å forenkle tekniske systemer som skal håndtere belastningene i bygget. Typiske eksempler på grep som reduserer belastninger er:

- effektiv solavskjerming, aktiv eller passiv
- LED-belysning
- å velge materialer som reduserer behovet for å ventilere vekk avgassing fra materialene,
- å velge energieffektivt utstyr som reduserer behovet for kjøling, eller
- å optimalisere vindusareal og glasskvalitet for å få lavest mulig varmetilskudd og så lite behov for kunstig belysning som mulig

Det å velge datalagring i skyen framfor egne serverrom i bygget vil også redusere byggets belastninger.



Et vindusareal på 30-45% av fasaden er vanligvis en fornuftig kompromiss mellom krav til daglys, i nneklime og energibruk til oppvarming, kjøling og belysning. Bilde Hundven-Clements Photography/ Link Arkitektur.

Avdekk alle belastninger i prosjektet, og velg løsninger som i størst mulig grad reduserer eller eliminerer flest mulig av belastningene.

Trinn 3. Løs variasjoner i belastning med passiv design så langt det er mulig

Tekniske systemer kan regulere og tilpasse variasjoner i belastning over tid. Kan vi redusere behovet for aktiv regulering, kan vi også forenkle systemene. Form på bygget og innredning kan ofte bidra til å regulere belastninger.

- Stor himlingshøyde kan gi naturlig stratifisering av forurensninger som senker behovet for å regulere luftkvalitet

- Eksponerte flater med varmelagring kan redusere kravet til temperaturregulering
- Eksponerte flater med fuktregulerende egenskaper kan redusere kravet til å regulere fuktighet
- Krav om seksjonering kan gi færre lokale sonereguleringer og utnytte samtidighet i kontorareal

Fleksible bygg er bygg som enkelt kan tilpasses nye funksjoner og krav fra brukerne. Det bør vurderes hvordan fleksibilitet kan oppnås gjennom design av planløsninger, valg av prinsipper for skillevegger og prinsipper for tekniske systemer.

Vurder hvordan variasjoner i belastning kan nås gjennom passive virkemidler når byggets form, overflater og innredning designes.

For tekniske systemer:

Trinn 4. Løs funksjonskrav med enklest mulig teknisk konsept

Bygg og tekniske løsninger designes som en integrerte løsning, og vi bør vurdere mulige synergier mellom ulike delsystemer. Hvis tekniske delsystemer kan løse flere krav og funksjoner i prosjektet, kan vi forenkle det tekniske konseptet.

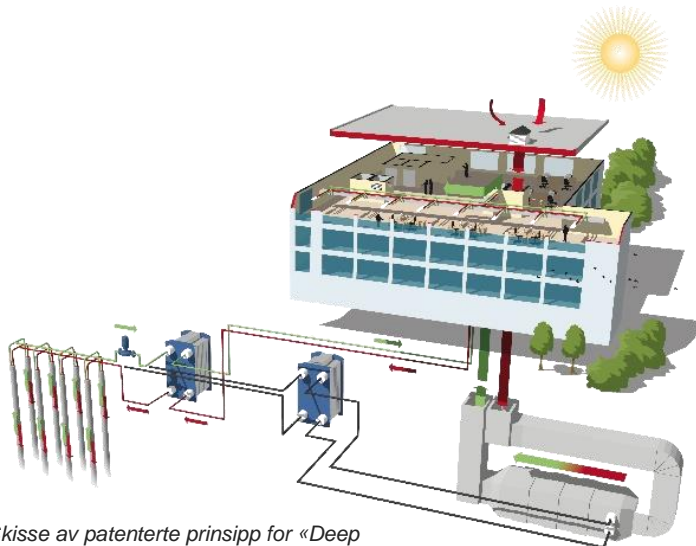
For eksempel kan energiforsyning fra brønner være både lavtemperatur-oppvarming og høytemperatur-kjøling. Oppvarming via ventilasjonsluft forenkler varmeanlegget, og kan egne seg for godt isolerte bygg. Termoaktive betongdekker (TABS) kan levere varme i vinterhalvåret og kjøle i sommerhalvåret. Kan vi velge styring framfor regulering og få like godt resultat, vil det også forenkle. Et eksempel er sesongstyring av varme- og kjøleanlegg; ut fra klimadata vil det gi få dager i året med misfornøyde brukere. Vi må tenke gjennom hele konseptet og hva som er viktig for å få det til å fungere.

Noe annet som i praksis forenkler et prosjekt, er å velge velprøvde standardløsninger der det er mulig. Skreddersydde løsninger for automasjon krever mye spesialprogrammering, testing og øker risiko for feil. Det gjelder blant annet for byggets energisentral, røranlegg og ventilasjon. Med standardløsninger kan vi miste noe funksjonalitet. Her er det viktig å skille mellom "need to have" og "nice to have", og utnytte leverandørens kompetanse.

Det bør vurderes å velge styring som alternativ til regulering. For systemer som er designet for lavtemperatur-oppvarming og høytemperatur-kjøling bør «selvregulerende regulering» vurderes. Skanskas patenterte system Deep Green Cooling bruker disse prinsipper for kjøling og balansert mekanisk ventilasjon.

Prinsippet for systemet er at kjøling i rommet er dimensjonert for tur-temperatur som kun ligger få grader under romtemperaturen. Systemet er derfor selvregulerende, og de lokale sonereguleringsventilene kan reduseres vesentlig, eller utgå helt. Tur-temperaturen ligger mellom 20 til 23 grader.

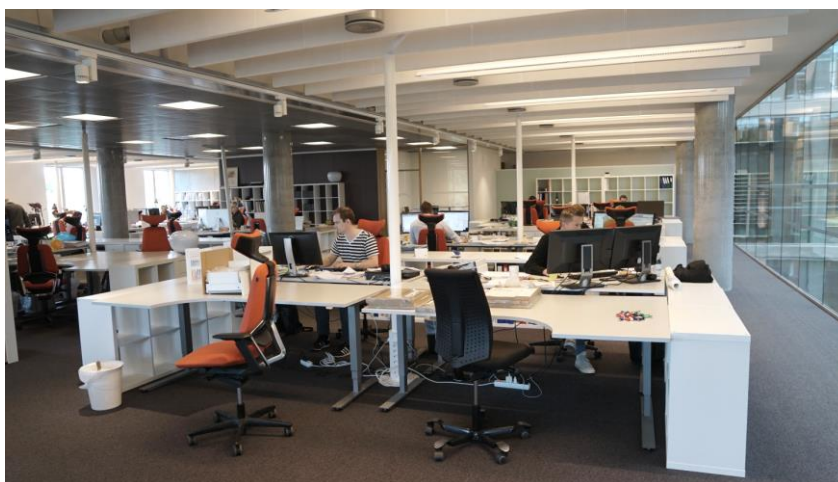
Systemet anvender et felles balansert mekanisk ventilasjonssystem, som er basert på en konstant luftmengdestyring. Det velges relativt store etasjesoner, som gjør at antallet av VAV reguleringspjeld kan reduseres betraktelig.



Skisse av patenterte prinsipp for «Deep Green Cooling». Prinsippet benyttes på kontorbygget Workplace Oo i Storo/Nydalen. Illustrasjon Skanska, ©Tomas Öhrling

Systemet utnytter de stabile temperaturene i grunnen, til både forvarming om vinteren og kjøling om sommeren. Om sommeren vil dette systemet dekke hele kjølebehovet i bygningen. Om vinteren, når eiendommen trenger varme, bidrar bergvarmen til forvarming av ventilasjonsluften. Klimatiseringssystemet er energibesparende og erstatter installasjoner som både krever energibruk og vedlikehold, som kjølemaskiner og varmepumper. Kilde Skanska, Teknisk Ukeblad.

Målet er en bygningsintegret løsning som oppfyller byggets funksjons- og kvalitetskrav, og utnytter synergier mellom alle tekniske delsystemer



TABS Stålgården i Trondheim. Bilde R. Kjeldsberg AS.

Trinn 5. Løs funksjonskrav med brukerstyring så langt det er mulig

Brukerstyring kan bidra til å forenkle enkelte tekniske systemer, gi muligheter for individuelle tilpasninger av inn klima og gi mer fornøyde brukere. Eksempelvis kan brukerne få kontroll over innvendig blanding, og de vil kunne åpne vinduer hvis forholdene ligger til rette for det. Intelligente LED-lys kan styres via apper som bruker byggets trådløse lokale nett, og slik reduserer vi behovet for kabling. Varmeanlegg bør være temperaturstyrt, ikke brukerstyrt.

I bygg som er designet for lavtemperatur-oppvarming og lavtemperatur-kjøling kan det vurderes å bruke selvregulerende systemer for regulering av romtemperatur.

Smarttelefoner og nettbrett åpner også muligheter for å veilede brukeren i sanntid, knyttet opp mot skybaserte data. Noen reguleringsbehov er intuitive, som solskjerming, og her kan brukerne helt eller delvis erstatte automatisk regulering.

Vurdér om brukermedvirkning kan redusere behovet for automatiserte løsninger.

Trinn 6. Løs funksjonskrav med robuste og brukervennlige tekniske komponenter

Hensikten med all teknikk i bygg er å løse behov uttrykt som funksjonskrav, og det bør

vi gjøre på enklest mulig måte også på komponentnivå. Først og fremst må komponenter som krever brukermedvirkning være robuste og brukervennlige. Vi bør også vurdere om komponenter kan løse flere krav og funksjoner: Tilstedeværelsesfølere kan styre både lys og ventilasjon, kombibafler på ventilasjon kan levere både varme og kjøling, termoaktive betongdekker kan dekke både kjøle- og oppvarmingsbehov. I områder hvor luftmengder varierer lite, kan vi vurdere konstante luftmengder framfor behovsstyring med VAV-spjeld.

Funksjonstilpasset design tar hensyn til prosjektets interessenter

For å lykkes med forenkling må vi også ta hensyn til de ulike interessentene i prosjektet. Byggeier bør utfordres til å sikre funksjons- og kvalitetskrav som tilfredsstillende en bred brukergruppe, og som møter fremtidige krav så langt det er mulig.

Brukerne kan involveres når byggets funksjons- og kvalitetskrav utvikles, men det er fornuftig å unngå unødvendig skreddersøm for de første brukerne av bygget.

Byggets drifter/driftsorganisasjon bør involveres tidlig når tekniske systemer designes, og når entrepriseform og leverandører velges. For en liten organisasjon er det fordelaktig å ha færre leverandører og systemer å forholde seg til, mens en større organisasjon lettere kan håndtere flere leverandører. God FDV-dokumentasjon og god opplæring av driftspersonell er en forutsetning for effektiv drift, uavhengig av forenklingsgrad i prosjektet.

For prosjektets rådgivere er det gunstig å dedikere én rådgiver til å følge alle faser i prosjektet, for å sikre at kvalitet og målsetninger nås. Fra tidlig fase fram til skisseprosjekt er det fornuftig å bruke to til fire personer med bred faglig kompetanse, i stedet for et stort tverrfaglig team.

Prosjektets leverandører bør trekkes inn tidligst mulig. Da kan de bidra til innovasjon og større helhet, framfor å levere ut fra detaljerte spesifikasjoner som kan være unødvendig kompliserte. Leverandørene kjenner også hvilke kostnadseffektive standardløsninger som kan forenkle et prosjekt.

Kontraktsform som forenkler

Gjennomføringsmodell er selvsagt sentralt for å lykkes med forenkling. En form for samspillskontrakt gjør det mulig for flere aktører å bidra tidlig også med offentlige byggherrer. Skillene mellom faser i prosjektet blir mindre skarpe, og dette åpner for mer helhetlige løsninger. Det forutsetter at byggherre har definert forutsetningene i form av funksjonsbeskrivelser. Tidlig samspill vil gjøre det enklere å håndtere grensesnitt mellom ulike fag, og å realisere gode, enkle og kostnadseffektive løsninger. Et eksempel er godt samspill mellom romkontroll, sentral kontroll, kabling, bruk av byggets IKT-nett og trådløse lokale nett.

Funksjonstilpasset design i forhold til prosjektets faser: Stegnormen

Hvordan kan vi realisere alt dette i hverdagen i et prosjekt? Vi har tatt utgangspunkt i Bygg21s stegnorm/fasenorm for å beskrive aktivitetene som må til for å lykkes med bygningsintegrert forenkling. For hvert av stegene har vi satt opp konkrete oppgaver for ulike interessenter i prosjektet.

Steg 1 Behov (programmering)

Oppgaver i dette steget er blant annet å

- identifisere og beskrive hovedmål og ambisjoner for prosjektet,
- beskrive funksjonskrav til inneklima, fleksibilitet og kvalitet og kostnader,
- identifisere og beskrive alle tekniske systemer og installasjoner
- identifisere og beskrive de overordnede tekniske rammer for prosjektet.
- tilknytte ITB-rådgiver i prosjektet i steg 1, og
- vurdere entreprisform
- henviser til relevante standarder (NS 3935 og NS6450)

Steg 2 Konseptutvikling (skisseprosjekt)

Eksempler på oppgaver er å

- supplere rette kompetanser i prosjektorganisasjonen,
- konkretisere resultatmål (som er realistiske, spesifiserte og målbare), rammer og suksesskriterier, og
- sette krav til FDV-dokumentasjon, og utarbeide maler for prosjektspesifikk FDV.
- lage funksjonsbeskrivelser for alle systemer og installasjoner, med minimumsfunksjonaliteter og skille mellom "need to have" og "nice to have".
- identifisere og beskrive grensesnitt

Steg 3 Konseptbearbeiding (forprosjekt)

Dette steget handler blant annet om å

- supplere rette kompetanser i prosjektorganisasjonen
- følge opp mål og ambisjoner for prosjektet
- identifisere og beskrive krav til bruker- og driftsveiledere
- detaljere minimumsfunksjonalitetene, med "need to have" og "nice to have"
- teste nye, kritiske konsepter og designstrategier i dynamiske simuleringsmodeller
- velge entreprisform for prosjektet, eventuelt lage en prosjektplan som definerer videre prosjektgjennomføring

Steg 4 Detaljprosjektering

Blant oppgavene i dette steget er å detaljere:

- grensesnitt for alle tekniske installasjoner
- alle tekniske systemer og installasjoner
- kravspesifikasjoner

I tillegg handler steget om å identifisere og beskrive krav til funksjonstester, fullskala-
tester, stabilitets- og ytelsestester, og inndata for prøvedrift. Andre oppgaver er å
gjennomføre revisjoner for å optimalisere alle konsepter, og gjennomføre vedlike-
holds-, drift- og avviklings-audit for alle konsepter. Å bruke BIM-verktøy og web-
hotell som Rendra sikrer best mulig samkjøring og best mulig prosjektering før byg-
ging.

Steg 5 Produksjon

Eksempler på oppgaver er å teste komponenter og systemer, og godkjenne testene i
henhold til ny teststandard, NS6450. Prosjektets tidsplan må sette av tid til disse tes-
tene. Prosjekteringsplan og produksjonsplan følges opp. Plan for overlevering og prø-
vedrift oppdateres og detaljeres.

Steg 6 Overlevering

Dette steget forutsetter at igangkjøring og idriftsettelse er gjennomført med tilfreds-
stillende resultat.

Opgaver omfatter blant annet å lære opp brukere, starte prøvedrift og evaluere re-
sultatet. Informasjon overføres til brukerne, og BIM-modell leveres komplett "som
bygget".

Steg 7 Bruk

Forenklet design er å legge til rette for forenklet drift. Blant oppgavene tilknyttet dette
steget er å utarbeide brukerveiledere som retter seg til byggets ulike brukere; perso-
ner som jobber i bygget, personer med ansvar for spesifikke tekniske systemer og
byggets driftspersonell.

Steg 8 Avvikling

Prinsippene for sirkulærøkonomi må være en integrert del av det forenklede designet.
Levetida for komponenter bør gjøres lengst mulig gjennom kostnadseffektivt vedlike-
hold, og komponenter bør enkelt kunne demonteres og gjenbrukes helt eller delvis.

Eiendomsbransjens nettverk for miljøkunnskap og handling

Grønn Byggallianse er et miljønettverk bestående av de største utbyggerne og forvalterne i Norge. Alliansen er en arena for aktive utbyggere som ønsker å være i front på miljøområdet. Grønn Byggallianse er et kompetanse- og informasjonssenter for medlemmene og myndighetenes sparringpartner i byggenæringen innen miljøspørsmål. En rekke av Norges største eiendomsaktører, med en bygningsmasse på over 35 millioner kvadratmeter, er i dag medlemmer i Grønn Byggallianse. For mer informasjon, se byggalliansen.no eller ta kontakt:



Katharina Th. Bramslev
Daglig leder
katharina.bramslev@byggalliansen.no
Telefon 97 75 88 97

Integra – foreningen for tekniske systemintegratorer

Integra er en bransjeforening i Nelfo i NHO. Vi er foreningen for tekniske systemintegratorer og representerer over 100 teknologibedrifter med en samlet omsetning på rundt 2 milliarder. Integra er bedriftenes bindeledd til politiske myndigheter og beslutningstakere, og jobber for å bedre rammebetingelsene for våre medlemmer. Vårt mål er å legge forholdene til rette for fremtidig vekst i automatiseringsbransjen. Ta kontakt med Vigdis Sværen for mer informasjon, eller se integranett.no.



Vigdis Sværen
Daglig leder
vigdis.svaeren@nelfo.no
Telefon 93 08 57 17

ENOVA

Enova kan bidra slik at de innovative
prosjektene lar seg gjennomføre

