

Nødvendig kompetanse

for prosjekterende, prosjekteringsledere og prosjektledere

for miljøriktig prosjektering av bygninger

Utarbeidet av Byggemiljø
August 2009,
revidert oktober 2010
(oppgradert til TEK10)

Bakgrunn og opplegg

Bygninger har stor betydning for energi- og ressursbruk og miljøbelastning. Det er derfor viktig at slike forhold blir ivaretatt gjennom alle faser av et byggeprosjekt, og særdeles viktig at føringer for dette blir lagt i de innledende faser. Til dette kreves nødvendig kompetanse. Det er ingen selvfølge at de som for øvrig er kompetente innen prosjektering, prosjekteringsledelse eller prosjektledelse, har tilstrekkelig miljørettet kompetanse. Byggemiljø, som er hele byggenæringens miljøsekretariat, har derfor laget denne veiledningen knyttet til 13 sentrale temaer. Teksten er laget av eller for Byggemiljø med Hambra som en viktig bidragsyter og finnes på nettstedet www.byggemiljo.no, unntatt enkelte eksterne henvisninger.

Teksten for alle temaene er ment for alle som er knyttet til prosjektering av bygninger, enten disse er frittstående arkitekter og rådgivende ingeniører eller representant for utbygger/produzent, og er ment å gjelde uansett prosjektorganisering eller kontraherings-/entrepriseform.

For at man skal kunne teste sitt eget kunnskapsnivå er det avslutningsvis utformet et sett med flervalgsspørsmål for hvert av de 13 temaene.

Miljøutfordringene krever stadige forbedringer av løsninger og arbeidsformer. Dette gjelder også for dette opplegget. Det er temaer som ikke er behandlet i denne veiledningen som er aktuelle (eks. forurenset grunn, avfall, miljøsanering, avhending). For å begrense veiledningen er de ikke tatt med i denne omgang. De som har forslag til forbedringer av tekst og temaer med mer, henstilles derfor om å sende dette til Byggemiljø's daglige leder ingunn.marton@bnl.no.

Innholdsfortegnelse

Bakgrunn og opplegg	2
Innholdsfortegnelse	2
Kompetansekrav	3
Byggsektorens miljøutfordringer	5
Miljøriktig prosjektering	6
Miljøprogram/ miljøoppfølgingsplan	9
Livssykluskostnader – LCC	12
Passiv design	15
Tilpasningsdyktighet	18
Bygningsfysikk	21
Bygningsmaterialer	25
Fornybar energi	29
Ventilasjon	30
Kjøling	33
Belysning	36
Tekniske styringssystemer	39
Testspørsmål	42

Kompetansekrav

Et hovedtrekk ved miljøriktig prosjektering er god flerfaglig samhandling. Det innebærer at i tillegg til egen spesialkompetanse, må alle involverte ha tilstrekkelig innsikt i andres fag. Det er valgt 13 temaer som oppfattes som sentrale, og alle faggrupper (arkitektur, byggeteknikk, bygningsfysikk, VVS- og klimateknikk, elektroteknikk, prosjektledelse og prosjekteringsledelse) skal ha samme minimumskompetanse i disse temaene, og det er derfor utarbeidet en felles tekst for alle 13 områder. I tillegg vil de ulike faggruppene ha varierende behov for mer kompetanse i enkelte av fagområdene. Det er forutsatt at faggruppene har tilstrekkelig kompetanse til å tilfredsstille aktuelle lover og forskrifter.

Minimumskompetansen som alle faggrupper skal ha, er sammenstilt på ca to sider, og for enkelte faggrupper vil dette være enkelt og opplagt. Det er likevel inkludert som obligatorisk tekst, slik at man vet hvilken minimumskompetanse man bør kunne forvente av andre faggrupper. I matrisen nedenfor er temaene alle skal ha kjennskap til beskrevet i venstre kolonne. For hver faggruppe er det valgt ut temaer der faggruppen skal ha utvidet kunnskap (markert med grønt i matrisen). Mengden på stoff for ”god kunnskap” vil variere for de ulike fagtemaene. For de som ønsker kompetanse utover minimumsnivået, vises det til tilleggslitteratur.

De spesifikke temaene vil dekke de krav som er satt i ”Miljøkriterier for planleggings- og prosjekteringstjenester” i tilknytning til Lov om offentlige anskaffelser, utarbeidet av det offentlig oppnevnte Innkjøpspanelet og forvaltet av det statlige Direktoratet for forvaltning og IKT (DIFI). Se <http://www.anskaffelser.no/dokumenter/anbefalte-miljokriterier-for-planleggings-og-prosjekteringstjenester>

Fagtemaer

De 13 fagtemaene som de ulike faggruppene arkitektur, byggeteknikk, bygningsfysikk, VVS- og klimateknikk, elektroteknikk, prosjektledelse og prosjekteringsledelse skal ha minimumskompetanse i, er vist i venstre kolonne i matrisen nedenfor. I tillegg skal de ha god kunnskap i de temaene som er markert med grønt for deres faggruppe.

Fag/tema	Ark	B-tek	B-fys	VVS	Elekt	PL	PGL
Byggsektorens miljøutfordringer							
Miljøriktig prosjektering							
Miljøprogram/miljøoppfølgingsplan							
Livssykluskostnader (LCC)							
Passiv design							
Tilpasningsdyktighet							
Bygningsfysikk/bygningskropp							
Bygningsmaterialer							
Fornybar energi							
Ventilasjon							
Kjøling							
Belysning							
Tekniske styringssystemer							

Innledning

I teknisk forskrift (TEK 10) er miljø nevnt i flere kapitler:

- ✓ **Kap. 3 Dokumentasjon av produkter**
- ✓ **Kap. 8 Utearealer og plassering av byggverk**
- ✓ **Kap. 9 Ytre miljø** bla.
 - §9.1 Generelle krav til ytre miljø
- Byggverk skal prosjekteres, oppføres, driftes og rives, og avfall håndteres, på en måte som medfører minst mulig belastning på naturressurser og det ytre miljø.
- § 9-2. Helse- og miljøskadelige stoffer
- Det skal velges produkter til byggverk uten, eller med lavt, innhold av helse- eller miljøskadelige stoffer.
- ✓ **Kap 12 Planløsning og bygningsdeler i byggverk**
- ✓ **Kap. 13 Miljø og helse**
- ✓ **Kap. 14 Energi**
- ✓ **Kap. 15 Installasjoner og anlegg.**
- ✓ **Kapittel 8 Uteareal og plassering av byggverk**

Dette er omfattende krav som i liten grad blir lagt vekt på ved prosjektering og bygging, og mange av kravene er lite spesifikke. Kompetansekravene som er utarbeidet i dette veiledningsmateriellet vil tydeliggjøre disse kravene.

Andre lover og forskrifter som er aktuelle ved oppføring av byggverk og som har med miljø og energi å gjøre, finnes på: www.byggemiljo.no/regelverkmiljo.

Byggemiljø har utarbeidet fem smarte miljøtips for byggherre, arkitekt, landskapsarkitekt, rådgivende ingeniør generelt, byggteknikk, elektroteknikk, VVS- og klimateknikk, entreprenør bygg og anlegg og for reduksjon av energibruk i bygg og på byggeplass. Sett deg inn i disse tipsene som du finner på www.byggemiljo.no/miljotips.

Aktuell tilleggslitteratur

Følgende områder er ikke dekket i de 13 etterfølgende temaene og er aktuelle for de som vil ha mer enn minimumskompetanse:

- ✓ Arealeffektivitet: www.byggemiljo.no/arealeffektivitet
- ✓ Arkitektur, design og innovasjon: www.byggemiljo.no/arkitektur
- ✓ Avfall: www.byggemiljo.no/avfall
- ✓ Biologisk mangfold: www.byggemiljo.no/biologiskmangfold
- ✓ Inneklima: www.byggemiljo.no/inneklima
- ✓ Vannforsyning og vannreduksjon; www.byggemiljo.no/vann
- ✓ Frokostmøtene Brød og miljø som NAL|Ecobox arrangerer i samarbeid med Byggemiljø, Statsbygg, Grønn byggallianse og Oslo kommune, gir god informasjon om ulike miljøtemaer: <http://arkitektur.no/?nid=115363>

Byggsektorens miljøutfordringer

Alle faggrupper skal ha god kunnskap om temaet byggsektorens miljøutfordringer.

Tekst om byggsektorens miljøutfordringer finnes på: www.byggemiljo.no/miljoutfordringer

Aktuell tillegglitteratur:

- ✓ Energibruk i bygg og eiendom
www.nho.no/getfile.php/bilder/RootNY/Kompetanse/Energibruk%20i%20bygg%20og%20eiendom.pdf

Miljøriktig prosjektering

Alle faggrupper skal ha god kunnskap om miljøriktig prosjektering.

Hvilke prosjekter skal ha fokus på miljø?

Byggherrer ønsker stadig oftere at man tar miljøhensyn, men mange byggeprosjekter planlegges og bygges uten spesiell fokus på miljø. ”Vi vektlegger ikke miljø i dette prosjektet” konkluderer kanskje prosjektleder. ”Vi har ikke tid”, ”Vi har ikke råd” ”Dette er et normalprosjekt, og ikke noe pilotprosjekt”. Vær klar over at **alle byggeprosjekter har en miljøpåvirkning**. Bygget vil uansett få et klimagassutslipp og en energibruk – det kan være høyt eller lavt. Du vil bygge inn en rekke kjemiske stoffer, og de kan være miljøskadelige eller ei. Du vil forme terrenget når du graver, og det kan gi mer eller mindre masser som skal kjøres bort.



Et prosjekt hvor man ”droppet miljø” og dermed valgte å sløse med materialressurser, og dermed penger.
kilde: Per Monsen, Arkitektkontoret GASA AS

Å velge bort miljøfokus i et prosjekt, vil i praksis si at du lar være å ha et bevisst forhold til de faktiske miljøutfordringene. Konsekvensene kan bli unødvendig høye driftsutgifter, klager på dårlig inneklimate, pålegg om utskifting av miljøgifter i bygget om få år osv. Derfor bør **ALLE** prosjekter ha fokus på miljø av hensyn til økonomi, funksjonalitet og kvalitet i bygget, i tillegg til de lokale og globale miljøutfordringer vi alle har et ansvar for.

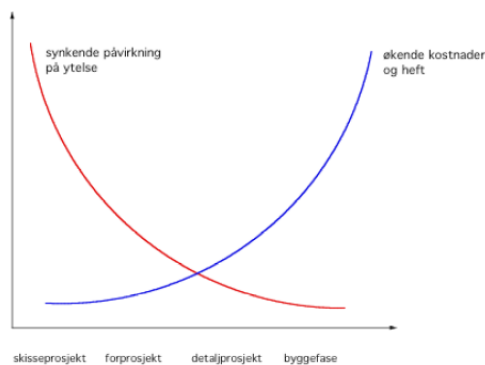
Å ha miljøfokus betyr egentlig bare å bruke sunn fornuft.

Tenk på miljøhensyn allerede i programfasen

Altfor ofte begynner man å tenke på miljøhensyn først på forprosjektnivå. Det er for sent. For å få best mulig miljøtiltak til lavest pris, er det viktig å ha fokus på miljøhensyn allerede i programfasen når følgende spørsmål avgjøres og har stor påvirkning på hvor miljøeffektivt et prosjekt blir:

- ✓ tomtevalg
- ✓ plassering og orientering av bygget på tomta
- ✓ form på bygget
- ✓ fasadeutforming
- ✓ arealutnyttelse
- ✓ energikilde
- ✓ ventilasjonssystem

Dersom dette ikke blir tatt hensyn til tidlig, blir det dyrt og det vil påvirke den kritiske fremdriften. Figuren på neste side viser at påvirkningsmuligheten til å gjøre slike hovedgrep, raskt synker.



Invester i god planlegging

Vi har pekt på betydningen av god planlegging i **tidlig fase**, der det kreves relativt liten innsats å legge til rette for et miljø- og kostnadseffektivt bygg. God planlegging i starten vil gi effekter som lavere byggekostnader, lavere driftskostnader, lavere ombyggingskostnader, mindre risiko for inneklimalager, mindre risiko for oppryddingspålegg fra KLIF (tidligere SFT) (jf bl.a. PCB-holdige lysarmaturer). Telenor Eiendom og ROM Eiendom er blant de store byggherrer som åpent går ut og forteller om sparte millionbeløp ved miljøriktig og dermed god planlegging. Å investere 10 % av prosjekteringskostnadene til tidligfase planlegging for å oppnå dette, betyr lite i forhold til totale projektkostnader, for ikke å snakke om fremtidige forvaltningskostnader. Se egen etterfølgende tekst om LCC for mer informasjon.

Åpne opp for kreativitet

Miljøeffektive løsninger, dvs. løsninger som har en høy kost-/nytte-faktor, krever en ny måte å tenke på i forhold til tradisjonell prosjektering. **Her ligger den største barrieren for å få et**



miljøeffektivt prosjekt! Å *ukritisk* oppfordre til ”valg av tradisjonelle, velprøvde løsninger” og ukritisk henviser til Byggforsk-blader (som kan være flere år gamle), kan legge lokk på og i verst fall hindre nødvendig kreativitet. Det er viktig at arkitekt og prosjekterende ingeniører utnytter sin basiskunnskap og undersøker ”beste praksis” på sine fagområder, i stedet for å ukritisk ta opp løsningene fra forrige prosjekt.

Organisering av prosjektet

Tverrfaglig prosjekteringsgruppe

Erfaring tilsier at nært samarbeid i tverrfaglig prosjekteringsgruppe vil øke forståelsen for detaljer og helhet i prosjektet. Dette er vesentlig for å oppnå integrert design av prosjektet, og derved et miljøeffektivt bygg.

Utvelgelse av de ulike medlemmer i en tverrfaglig gruppe vil avhenge av type og størrelse på prosjektet. De fleste prosjekteringsgrupper innehar ikke all den spesialkompetansen som er nødvendig for å gjennomføre en integrert prosjektering. Spesialkompetanse bør derfor hentes inn, og både rådgivere og leverandører kan bidra.

Det kan for eksempel være behov for spesialkonsulenter til dagslysanalyser, varmelagringsberegninger, utforming av vinduer og solskjerming, og til miljøriktig materialvalg.

Egen miljøkoordinator?

En sentral forutsetning for et godt miljøresultat er at prosjektleder og prosjekteringsleder har nødvendig holdning og kompetanse. Dersom det erkjennes at dette ikke er tilfellet, kan det være nødvendig og nyttig med en miljøkoordinator/prosessleder som er erfaren og kunnskapsrik, og som kan fungere som brohode mellom byggherren og prosjekteringsgruppen. Denne skal sørge for at byggherrens ytelseskrav blir fulgt og skal hjelpe prosjekteringsgruppen med å få det til.

Skal en miljøkoordinator brukes, må denne inn i prosessen så tidlig som mulig.

Samhandlingsmodell

Kravet til miljøriktig prosjektering gjelder uansett kontraherings- og entreprisform. En form som har vist seg hensiktsmessig, er samhandlingsmodell.

Hensikten med en samhandlingsmodell, er å bringe entreprenører og leverandører tidlig inn i prosjektet, slik at de deltar i utvikling av prosjektet før alle rammer er lagt og løsninger er valgt. Dette kan gjøre at man optimaliserer de tekniske løsningene for å tilfredsstille byggherrens ønsker. Følelsen av eierskap til prosjektet og den dokumentasjonen som utarbeides, kan ved en slik modell redusere antall unødvendige endringer og konflikter i byggeperioden.



Partene inngår på et tidlig stadium en intensjonsavtale (samhandlingskontrakt) som ramme for gjennomføringen. Målet er å utvikle et gjennomarbeidet prosjekt innenfor prosjektets rammer for kvalitet, økonomi og tid.

Aktuell tilleggs litteratur:

Veiledere:

- ✓ Miljø i byggeprosessen: www.byggemiljo.no/miljoibyggeprosessen
- ✓ Eksempler på gode miljøløsninger www.byggemiljo.no/godemiljolosninger
- ✓ GRIP byggprosjektering www.byggemiljo.no/gripbyggprosjektering
- ✓ Integreret Energidesign – IED
Design og Metodebeskrivelse, Henning Larsen Architects og Esbensen Rågivende
Ingeniører F.R.I
- ✓ Guidelines to Integrated Energy Design www.intendesign.com
- ✓ Statsbyggs klimagassregnskap www.klimagassregnskap.no

Litteratur

- ✓ Brian Edwards: A rough guide to sustainability (2005)
- ✓ Rob Marsh & Michael Luring: På vej mod bæredygtige byer (2005)
- ✓ Rob Marsh & Michael Luring: Bolig – miljø – kvalitet (2005)
- ✓ Brian Edwards: Green buildings pay (2003)
- ✓ Thomas Randall: Sustainable Urban Design (2003)
- ✓ Dominique Gauzin-Müller: Energibruk i bygg rammer, krav og muligheter, Norsk
Teknologi (2008) www.byggemiljo.no/energibrukibyg

Miljøprogram/ miljøoppfølgingsplan

Alle faggrupper skal ha god kunnskap til miljøprogram /miljøoppfølgingsplan

Når miljøhensyn skal ivaretas, bør utbygger få utarbeidet et miljøprogram før oppstarten av prosjektet, etterfulgt av mer detaljerte miljøoppfølgingsplaner. Hensikten med miljøprogrammet er å fastlegge miljømålene for et prosjekt, mens hensikten med miljøoppfølgingsplanen er å vise hvordan den konkrete miljøoppfølgingen av prosjektet skal foregå, både under prosjektering og utførelse. Det er selvfølgelig også nødvendig med oppfølging av program og planer, og verifikasjon av eventuelle endringer.

Det er utarbeidet en norsk standard for miljøprogram og miljøoppfølgingsplan (NS 3466 Miljøprogram og miljøoppfølgingsplan for ytre miljø for bygg- anleggs- og eiendomsnæringen - på www.standard.no). Standarden er best tilpasset store utbygginger, men kan også benyttes for mindre utbygginger.

Miljøprogrammet skal vise hvilke miljøområder utbygger ønsker å prioritere og inneholde konkrete mål for prosjektet. Målene bør så langt som mulig være kvantifiserte og etterprøvbare.

Det er ikke lovpålagt å ha miljøprogram. I henhold til plan- og bygningsloven, må utbygger utføre en konsekvensutredning for en viss kategori bygg, definert ut fra bruk, pris og størrelse. Konsekvensutredningen kan da ta inn som et avbøtende tiltak at det skal utarbeides et miljøprogram som et tiltak for å begrense miljøpåkjenningene fra prosjektet.

I stedet for å ha et eget miljøprogram, velger noen utbyggere å slå sammen flere kvaliteter for et bygg i et kvalitetsprogram, og dermed også inkludere for eksempel mål for universell utforming og estetikk. Prinsippet blir imidlertid det samme, ved at en i tillegg har en kvalitetsoppfølgingsplan.

Kartlegging

For å kunne prioritere miljømål og utarbeide et miljøprogram, må man først kartlegge hvilke miljøutfordringer et gitt prosjekt vil kunne gi. Miljøprogrammet skal inneholde vurderinger av prosjektets miljøvirkninger med hensyn på:

- ✓ Naturmiljø (biologisk mangfold, grøntdrag, massehåndtering, lokalklima)
- ✓ Forurensning (utslipp av forurensning til luft, vann og jord, støy eller vibrasjoner, stråling)
- ✓ Ressursbruk (energi, vann, materialer)

Det er forskjell på om man skal utarbeide et miljøprogram for et stort utbyggingsområde eller en enkeltbygning. Konsekvenser for naturmiljø er primært aktuelt for større utbyggingsområder.

Mange miljøpåvirkninger er stedsavhengige, og kartleggingen bør gi svar på spørsmål som:

- ✓ Vil beliggenheten og funksjonen generere mye biltransport?
- ✓ Er det en fordel å ha egne systemer for avløpsrensing, eller finnes velfungerende offentlige nett med god kapasitet tilgjengelig?
- ✓ Er det behov for fordrøyning av regnvann, eller ligger f.eks. bygget ved vannkanten slik at vannet fint kan renne ut her?
- ✓ Er bygget tilknyttet fjernvarme, eller har det en hensikt å etablere lokale energikilder?
- ✓ Har utbygger et ønske om å profilere seg på miljø, slik at det er spesielle miljøtemaer som bør fokuseres og synliggjøres?
- ✓ Inneholder tomten noen spesielle sårbare biotoper?
- ✓ Er det politiske føringer for å prioritere spesielle miljømål?

Prioritering

På bakgrunn av kartleggingen og byggherrens ønsker, defineres miljøtemaer og konkrete miljømål.

Miljøtemaer som miljøprogram kan inkludere, er:

- ✓ Biologisk mangfold
- ✓ Transport
- ✓ Energiforsyning
- ✓ Energibruk
- ✓ Materialbruk
- ✓ Vannbruk
- ✓ Avrenning og avløp
- ✓ Avfallshåndtering under bygging og drift
- ✓ Inneklima

Målfastsettelse

Miljømål skal fastsettes slik at de er operative og kontrollerbare. Avhengig av størrelsen og karakteren til prosjektet skal målene angis på én eller flere av følgende måter:

- ✓ miljøkvalitet
- ✓ utslippsmål
- ✓ aktivitetsmål
- ✓ mål som beskriver krav til utførelse
- ✓

Eksempel

- ✓ Mål for miljøkvalitet kan være: "Vannkvalitet nedstrøms prosjektet skal være egnet som drikkevann" eller "Luftkvaliteten skal tilfredsstillende Folkehelseinstituttets luftkvalitetskriterier" eller "Vassdraget skal opprettholdes som lakseførende".
- ✓ Utslippsmål kan være: "Klimagassutslippet skal ikke være høyere enn 40 kg CO₂ – ekvivalenter per m² per år eller i byggets levetid"
- ✓ Aktivitetsmål kan være: "Inn- og utkjøringer av eiendommen skal ikke overstige 30 inn- og utkjøringer per døgn mellom kl. 07.00 og 18.00". Et slikt mål ligger tett opp til forslag til løsning eller tiltak som vil bidra til å tilfredsstillende et miljøkvalitetsmål som "Støynivå skal ikke overstige 55 dB(A)".
- ✓ Mål som beskriver krav til utførelse, kan være: "Netto energibehov skal ikke overstige 100 kWh/m²/år, "Materialer skal sjekkes opp mot KLIFs prioritetsliste og unngås. Ev. unntak skal godkjennes av byggherre" eller "Alle lastebiler skal som et minimum tilfredsstillende Euro V-standard for utslipp".

Det kan være en fordel å begrense antall mål. Da øker sjansen for at de blir fulgt. Det er også viktig at målene ikke beskriver konkrete løsningsvalg. Det vil binde opp de prosjekterende unødige og kunne hindre valg av de beste løsningene.

Miljøoppfølgingsplan

Miljøoppfølgingsplaner skal bygge på et miljøprogram. En miljøoppfølgingsplan bør inneholde beskrivelse av:

- ✓ prosjekt, delprosjekter og faser miljøoppfølgingsplanen gjelder for
- ✓ roller og ansvar
- ✓ tiltak som ivaretar miljømålene
- ✓ oppfølging av miljømålene
- ✓ utvikling og kontroll av tiltak som ivaretar miljømålene
- ✓ forholdet mellom miljøoppfølgingsplanen og prosjektets øvrige dokumenter

Implementering i prosjektet

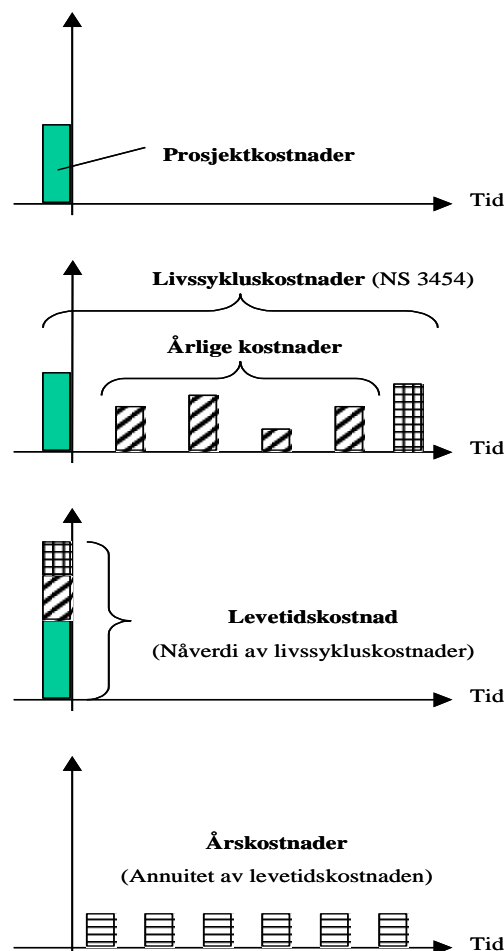
Alle aktører i prosjektering og bygging bør kjenne til miljøprogrammet, og det bør legges ved kontrakter. Det synliggjør prosjektets bevissthet og prioriteringer på miljøsidene. I tillegg må alle løsningsvalg og funksjonskrav som defineres i prosjekteringen, spesifiseres i beskrivelsestekster og følges opp i prosjekteringsmøter, kontraktsmøter, byggemøter og på byggeplass. Prosjektet må definere rutiner som sikrer at dette blir gjort.

Aktuell tillegglitteratur:

- ✓ Les bruksanvisning for Miljøprogrammeringsverktøyet, på www.miljoprogrammering.no/hjelp/brukerveiledning.pdf

Livssyklus kostnader – LCC

Alle faggrupper skal ha god kunnskap til livssyklus kostnader.



LCC er forkortelse for det engelske uttrykket Life Cycle Costs, tilsvarende livssyklus kostnader. Livssyklus kostnader (se figur over) er et samlebegrep for alle kostnader som opptrer i en bygning eller bygningdels levetid.

Livssyklus kostnader er altså summen av prosjektkostnader ved oppføring og alle årlige kostnader i driftsperioden, inkludert ev. riving/avhending eller restverdi.

De totale livssyklus kostnadene vil eksempelvis kunne være lavere for en bygning som har høye investeringskostnader, men lave driftskostnader sammenlignet med en bygning med lave investeringskostnader, men høye driftskostnader. Gjennom beregning av de samlede livssyklus kostnadene avdekkes således den totale kostnaden.

Beregner man livssyklus kostnadene for ulike alternativer, er det enklere å sammenligne alternativene og finne hvilket alternativ som har lavest total kostnader.

Metode og modell for vurdering av livssyklus kostnader er nedfelt i Norsk Standard 3454. Lov om offentlige anskaffelser § 6 stiller krav til LCC: "Statlige, kommunale og fylkeskommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal under planleggingen av den enkelte anskaffelse ta hensyn til livssyklus kostnader, universell utforming og miljømessige konsekvenser av anskaffelsen".

Bruksområder

Beregning av livssyklus kostnader (LCC) kan brukes til:

- ✓ Utarbeidelse av kostnadsrammer
- ✓ Konsekvenser av investering
- ✓ Utarbeidelse av FDV(US)-budsjetter
- ✓ Alternativsvurderinger
- ✓ Konsekvenser ved endret bruk
- ✓ Basis for kostnadsdekkende husleie
- ✓ Benchmarking

Livssyklusplanlegging

Levetid

Det finnes ikke standardiserte ”levetider”. I tillegg finnes det ulike levetidsbegrep som kan være beskrivende for den faktiske levetiden:

- ✓ Teknisk levetid - avhenger av materialkvalitet, design, utførelse, miljøpåvirkninger og vedlikehold
- ✓ Funksjonell levetid - avhenger av nye/endrede krav (fra bruker/myndigheter)
- ✓ Estetisk levetid - avhenger av trender, design, vedlikehold
- ✓ Økonomisk levetid - er nådd når årskostnad ved å beholde bygningsdelen/bygget overstiger årskostnader ved utskiftning

Teknisk levetid vil alltid være den maksimale levetiden. Erfaring viser at den funksjonelle levetiden er betydelig kortere enn den tekniske levetiden for en rekke bygningsdeler (eks. innredningssystemer, tele- og automatiseringsanlegg, øvrige lokale tekniske installasjoner). For ”bygningsskroppen” (grunn, fundamenter, bæresystem, tak og fasade) vil den tekniske levetiden være lik den reelle levetiden.

Brukstid, tilsvarer reell levetid – dvs. den korteste levetiden av teknisk, funksjonell, estetisk og økonomisk levetid. I LCC-kalkulasjoner/betraktninger skal **brukstid** benyttes.

Eksempel: Innredning kan ha lang teknisk levetid, men pga trender kan den estetiske levetiden være betydelig lavere. Den estetiske levetiden inntreffer først og er lik brukstiden.

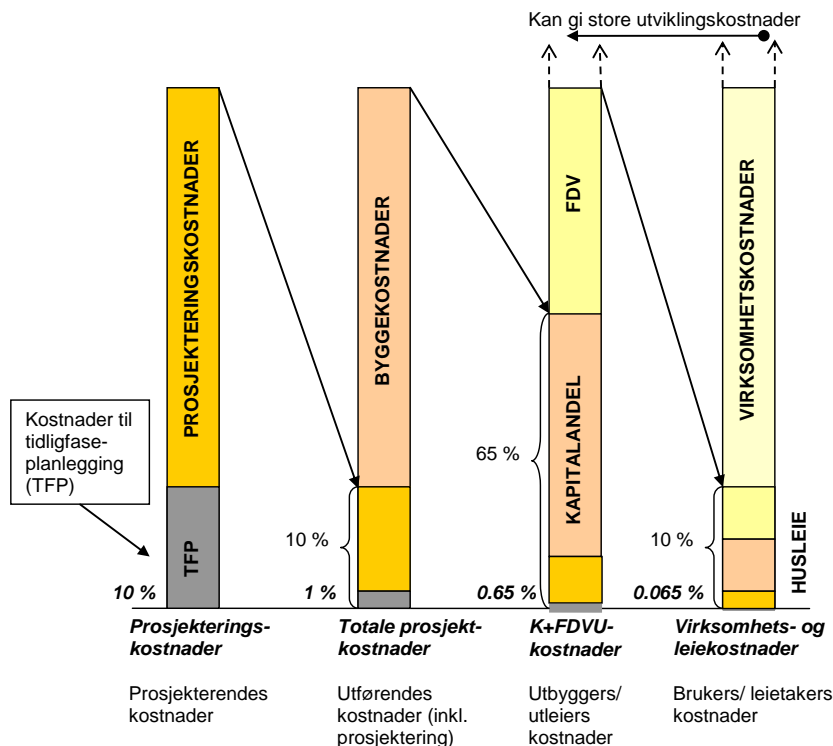
Valg av levetid (brukstid) i LCC-betraktninger må vurderes ut fra:

- ✓ Bygningstype og kjernevirksomhet
- ✓ Tiltent brukstid for hele bygningen
- ✓ Hvilke bygningsdeler er/vil være utsatt for funksjonelle og/eller estetiske endringer
- ✓ Tilpasningsdyktighet – ”friksjon” mellom bygningsdeler med ulik levetid som krever utskiftning av begge – dvs. den korteste blir avgjørende
- ✓ Kvalitet, design, utførelse, påkjenninger og vedlikehold

Avskrivning

Avskrivning er definert som systematisk periodisering av anskaffelseskostnad (investering) for et anleggsmiddel over økonomisk levetid. Avskrivning bestemmes av valg av avskrivningsmodell og valg av levetid og skal i størst mulig grad reflektere reell verdiutvikling.

Totaløkonomi



Ved planlegging av et byggeprosjekt, bør man allerede tidlig i planleggingsfasen fokusere på bygningens livsløp og kjernevirksomhetens krav til funksjonelle lokaler over tid. Det er i den tidlige fasen at påvirkningsmuligheten er størst, samt at kostnader for å endre forutsetninger er minst. Figuren til høyre illustrerer tidligfasens kostnader i forhold til de samlede kostnadene som løper over en bygnings livssyklus.

Det er de siste tiårene blitt økt forståelse og fokus på tidligfaseplanlegging og gevinstene dette gir. Ved beregning av livssykluskostnader der man vurderer ulike alternativer (brukstid for ulike bygningsdeler, kostnader til drift og vedlikehold og avskrivningsmodell) opp mot hverandre, blir det enklere å velge utforming av og løsninger i et bygg som gir best totaløkonomi over byggets livsløp.

Aktuell tillegglitteratur:

- ✓ Veileder Praktisk bruk av livssykluskostnader i byggeprosjekter og bygg- og eiendomsforvaltningen (www.byggemiljo.no/livssykluskostnader)
- ✓ NS 3454 Livssykluskostnader for byggverk – prinsipper og struktur

Passiv design

Alle faggrupper skal ha kjennskap til passiv design

Hvordan et byggs utformes og plasseres på tomten, har innvirkning på byggets totale energibelastning gjennom levetiden. Passiv design er å utnytte byggets utforming og plassering aktivt. Ved rett utforming og plassering vil man kunne redusere miljøbelastningen fra:

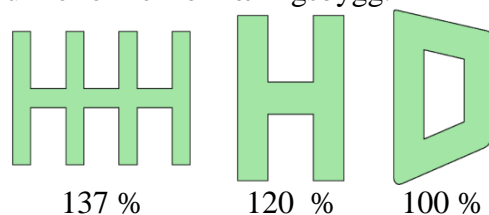
- ✓ Oppvarming
- ✓ Kjøling
- ✓ Vedlikehold
- ✓ Ventilasjon
- ✓ Materialbruk

Fokuspunkter ved passiv design

Byggets plassering og utforming

- ✓ **Trivsel hos brukeren**
Et bygg skal utformes slik at brukeren trives i bygget. Derfor er det viktig å ha god kontakt med brukeren om hvordan bygget skal utformes og brukes.
- ✓ **Vurder hvordan bygget skal plasseres på tomten**
Orientering av bygget i forhold til sol- og vindforhold vil kunne redusere oppvarmings- og kjølebehovet.
- ✓ **Utnytt vegetasjon**
Vegetasjon kan bidra til at vind dempes og mindre solinnstråling om sommeren. Grønne tak og fasader isolerer både mot varmeavgivelse om vinteren og overoppheting av fasadene sommerstid. Løvtrær foran fasaden gir solskjerming sommerstid, men god lystilgang når bladene faller høst og vinter.
- **Byggets geometri**
Et kompakt bygg har lavere oppvarmingsbehov enn bygg med større overflate, i forhold til volum. Næringsbygg har ofte så stort volum og høye internlaste (høy persontetthet/ varmeavgivende lamper og utstyr) at det er kjølebehovet som dominerer. For slike bygg er solskjerming og dagslystilgang for å redusere kunstig belysning viktige passivtiltak. For boliger vil oppvarmingsbehovet være dominerende, og det viktigste er å bygge kompakt.

Bygget geometri, dvs. byggutforming, påvirker kjøle-/varmebehov, vindusflate, lekkasjefaktor og energibehov. Dette er illustrert i figuren under, som viser eksempel på relativ energibruk for ulike former for næringsbygg.



- ✓ **Byggets planløsning**
Enkelte rom som ikke krever oppvarming eller har stor intern varmebelastning, bør plasseres hensiktsmessig i bygget, f.eks, soverom og kalde rom mot nord i boliger, bad og toalett i kjernen. I næringsbygg bør arbeidssoner med høy internlast plasseres mot nord, slik at ikke sydvendt sone belastes med både høy intern varmelast og stor solinnstråling, slik at kjølebehovet blir unødig stort.
- ✓ **Vindusplassering og bruk av glass**
Store glassarealer bidrar til ekstra kjølebehov om sommeren og til oppvarmingsbehov om vinteren. Vurder derfor hvor vinduer plasseres og hvor mye glass som er nødvendig for å få et tilfredsstillende innemiljø. Ved god plassering av vinduer og glassfasader med ev. overbygg, vil man klare å utnytte solvarmen gjennom vinduene om høsten og våren, samt redusere solinnstrålingen om sommeren
- ✓ **Solskjerming**
God solskjerming kan redusere behov for kjøling om sommeren og kan også brukes som ekstra isolasjon om vinteren når det ikke er brukere i bygget. Utvendig solskjerming er alltid mer effektivt enn innvendig solskjerming, men innebærer ikke nødvendigvis utvendige persiener. Dyktige arkitekter kan gjennom fasadedesign skape mange effektive og spennende avskjermingsløsninger der skjermingen er integrert i fasaden.
- ✓ **Solpanel til vannoppvarming**
Vurder bruk av solpaneler som del av fasade eller tak. Dermed spares utgifter til fasade/tak, og solpanelsystemet vil komme gunstigere ut.
- ✓ **Materialbruk**
Velg materialer som kan utligne temperaturforskjeller, eks. frittlagt betong/ tunge materialer.

Minimer energibehovet

Når byggets plassering og utforming er skissert, er det viktig å minimere energibehovet.

Passive tiltak kan være:

- ✓ Bruke vinduer av god kvalitet, dvs med lav U-verdi, også for karm og ramme. Det finnes vinduer som har bedre U-verdi enn forskriftene krever, og de kan med fordel benyttes
- ✓ Unngå kuldebroer
- ✓ Sørg for god lufttetthet
- ✓ Bruke tilstrekkelig isolasjon



Figur 1 "Kyotopyramiden" - fremgangsmåte ved "passiv energidesign".

Alle prosjekterende i faggrupper skal ha god kunnskap om og sette seg inn i:

- ✓ Interaktivt regneark
www.byggemiljo.no/regnearkmiljokompetanse

Aktuell tillegglitteratur:

- ✓ www.lavenergiboliger.no
- ✓ Fremtidens energieffektive boliger, Tor Helge Dokka, 2005;
www.arkitektur.no/?nid=155887&pid0=154999&cat=74568&pid2=157909
- ✓ Integrated Energy Design. The 9 steps to a low energy building, 2009
[http://www.intendesign.com/oslo/Intend.nsf/Attachments/4D94CE527206F76EC1257524002E8D1F/\\$FILE/GuidelineVersion2.pdf](http://www.intendesign.com/oslo/Intend.nsf/Attachments/4D94CE527206F76EC1257524002E8D1F/$FILE/GuidelineVersion2.pdf)
- ✓ Temaveileder for Energi på www.be.no/beweb/regler/regeltop.html
- ✓ Veileder for utforming av glassfasader
www.enova.no/minas27/publicationdetails.aspx?publicationID=327

Tilpasningsdyktighet

Alle faggrupper skal ha kjennskap til tilpasningsdyktighet

En bygning som enkelt kan endres slik at det tilfredsstillende en annen funksjon, er tilpasningsdyktig (eks fra cellekontor til åpent landskap). Disse egenskapene en bygning har til å møte vekslende krav til funksjonalitet kalles tilpasningsdyktighet. Tilpasningsdyktighet er en samlebetegnelse for bygningens generalitet, fleksibilitet og elastisitet:

- ✓ **Fleksibilitet:** Frihet til planendring innen samme funksjon (for eksempel endring fra cellekontorer til åpne kontorlandskap), dvs. reorganisere bruksarealet eksklusiv bæresystem/kjerner.
- ✓ **Generalitet:** Frihet til endret funksjon (for eksempel skole til boliger, lagerbygg til bilforretning/verksted el.), dvs. evne til å kunne oppfylle krav til endrede nyttelaster, brannsikring etc. uten for store inngrep og kostnader.
- ✓ **Elastisitet:** Evnen en bygning har til å utvide eller redusere arealer innenfor en gitt geometri. For eksempel mulighet til å kunne utvide med tilbygg/påbygg eller å fjerne deler av bygningen.

Dette vil i praksis bety en bygnings egenskap til å endre arealutforming, huse ulike funksjoner, bygges om, til eller på, ev. seksjoneres.

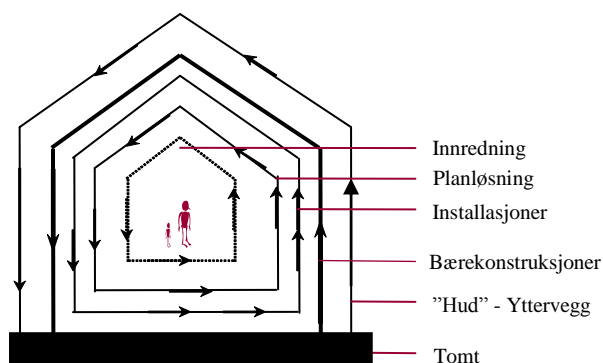
Ulike bygningstypers behov for tilpasningsdyktighet

En bygning kan i prinsippet huse flere forskjellige funksjoner, både samtidig, og til ulike tider. Blir kravene oppfylt, er bygningen funksjonell i forhold til denne bestemte funksjonen. Tilpasningsdyktighet handler imidlertid om hvordan bygningen kan tilpasses endrede funksjonskrav. **Tilpasningsdyktighet er følgelig en bygningsteknisk egenskap** og er ikke entydig tilknyttet en spesiell funksjon eller virksomhet. Behovet for tilpasningsdyktighet avhenger av hvor ofte endringsbehovene vil komme. Er endringsbehovet lite over tid, er det ikke nødvendig med høy tilpasningsdyktighet (eks opera) mens ved stort endringsbehov er det stort behov for tilpasningsdyktighet (eks. Rikshospitalet hadde ca 30 ombygginger i løpet av de første fem år).

Tilpasningsdyktighet i praksis

Bygningsmessig tilpasningsdyktighet dreier seg om tekniske egenskaper ved en bygning. Målsetningen er å unngå bindinger mellom ulike bygningskomponenter med ulik levetid og / eller endringstakt.

Et godt råd ved planlegging av nye bygg er å gi bæresystem og omhyllingsflater (tak og fasader) maksimal levetid mens tekniske systemer bør sees i forhold til brukstid og forventet endringsfrekvens for virksomheten i bygningene gjennom livsløpet (se figur).



Komponentene har grovt sett følgende levetid:

- ✓ Tomt "evigvarende"
- ✓ Bærekonstruksjoner: skal stå i hele bygningens levetid
- ✓ Hud/yttervegg (40-60 år): skal normalt ha lang levetid (avhengig av materiale) og ha få / ingen utskiftninger i bruksperioden
- ✓ Installasjoner (20-40 år): relativt lang levetid, målsetning er å oppnå forventede tekniske levetider
- ✓ Planløsning (10-15 år): avhenger av virksomhet, men bør endres når nytt behov oppstår
- ✓ Innredning (0-10 år): avhenger av virksomhet, men kan være fra dag til dag-basis

Tilpasningsdyktighet i praksis omhandler i hovedsak fire forhold:

- ✓ Bygningsmessig utvidelse
Muligheter til å bygge på (vertikalt bæresystem og fundamenter er dimensjonert for dette) eller til (bygningens plassering på tomten tillater dette)
- ✓ Installasjonsplass
Muligheter for utvidelse av tekniske føringer og tilgjengelighet til disse, både vertikalt og horisontalt
- ✓ Arealdisponering
Muligheter for utforming av alternative planløsninger (lettvegger enkle å flytte, ingen installasjoner i disse)
- ✓ Unngå bindinger
Bygningskomponenter (med ulik levetid) kan skiftes uten at det berører tilliggende komponenter (minimerer bygningsmessige inngrep og unngå at tilliggende komponenter "går med i sluket")

Tabellen under gir eksempler på egenskaper som er avgjørende for tilpasningsdyktighet.

Etasjehøyde	Fremføring av installasjoner i himling (el, ventilasjon, gasser etc) Plassering av stort utstyr, ev. takhengt utstyr Tilstrekkelig volum (luftmengder, romfølelse etc)
Vertikale sjakter	Fremføring av tekniske installasjoner (utvidelsesmuligheter, tilgjengelighet)
Tekniske mellometasjer	Som føringsveier og installasjonsplass for tekniske anlegg (utvidelses-muligheter, tilgjengelighet, unngå forstyrrelse av kjernevirksomheten)
Lastkapasitet i dekker	Mulighet for store nyttelaster / utstyr Bæresystem Lastkapasitet gir mulighet for å bygge på en eller flere etasjer Ingen (eller få) bærende innervegger gir muligheter for endringer i planutformingen Lange spenn gir økt mulighet for arealutforming og frie flater
Hulltakingsmuligheter i dekke	Montering av utstyr, fremføring av nye installasjoner, punktuttak av el, ventilasjon etc
Areal pr. etasje	Enkelte funksjoner krever et minsteareal for å fungere tilfredsstillende Mulighet for etablering av frie, åpne flater (romstørrelse) Bygningsbredde, planutforming og lystilgang
Kommunikasjonsveier	Korridorbredde, for eksempel behov for trilling av senger/pasienter
Bindinger mellom bygningsdeler	Minimale bindinger forenkler utskiftninger uten at inngrepene "tar med seg" andre bygningskomponenter (eks. unngå innebygde installasjoner, føringer i lettvegger)
Tomteforhold og plassering på tomt	Utnyttelsesgrad og høyde (reguleringsplansbestemmelser) samt plassering på tomt avgjør muligheten for utvidelser (vertikalt/horizontalt).
Teknisk grid	Et tett spredenett gir muligheter for punktuttak uten større omlegginger eller bygningsmessige inngrep

Faggruppen arkitektur skal ha god kunnskap om og sette seg inn i:

✓ Veileder om tilpasningsdyktighet www.byggemiljo.no/tilpasningsdyktighet

Aktuell tilleggs litteratur:

Tilleggs litteratur ikke foreslått.

Bygningsfysikk

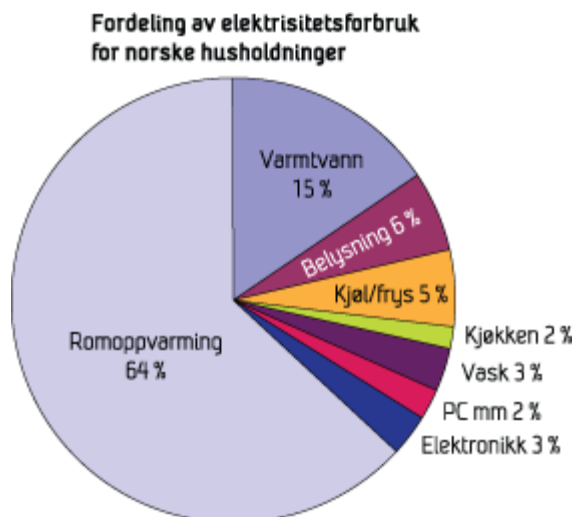
Alle faggrupper skal ha kjennskap til temaet bygningsfysikk

Generelt

Bygningsfysikk omhandler de prosesser som påvirker bygningen som følge av ytre og indre klima og kan sammenfattes i følgende punkter: varmetransport, lufttransport, fukttransport og materialbruk. I det etterfølgende materialet er det lagt vekt på energi og miljø. Dermed blir ikke tema om fukt berørt her, selv om konsekvenser av fuktproblematikk kan være et stort inneklimateproblem.

Energibruk i bolig og næringsbygg

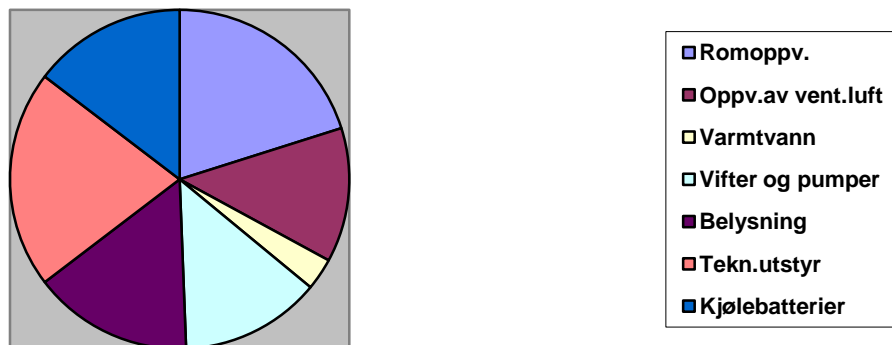
Typisk norsk husholdning bruker 17.000 kWh i året med følgende fordeling (Sintef Energiforskning, data fra prosjektet DEMODECE):



For leiligheter vil behovet til oppvarming være mindre, da de har færre yttervegger.

For næringsbygg er det vanskelig å gi noen generelle tall om energibruk. Det varierer med type næring, utforming av bygget, byggeår, ventilasjonssystem, om det er kjøling i bygget, varme- og lysstyring, og internbelastning etc. Vanligvis vil næringsbygg ha en prosentvis mindre energibruk til oppvarming og varmt vann og høyere prosentvis fordeling til ventilasjon, kjøling og belysning. Det skyldes i hovedsak at næringsbygg har større volum enn boliger og mindre overflate i forhold til volum.

Eksempel på energibudsjett for et kontorbygg



Tall fra Veiledning til TEK10 for kontorbygg med netto energibruk er på 150 kWh/m² år

Generelt kan man si at det er viktig å redusere oppvarmingsbehovet for boliger og redusere kjølebehovet, samt energi til vifter og pumper for næringsbygg.

Minimer energibehovet

Når byggets plassering og utforming er skissert (se tekst om passiv design), er det viktig å minimere energibehovet. Det kan gjøres ved å:

- ✓ Bruke vinduer av god kvalitet (med lav U-verdi også for karm og ramme). Det finnes vinduer som har bedre U-verdi enn forskriftene krever, og de kan med fordel benyttes.
- ✓ Unngå kuldebroer
- ✓ Sørge for god lufttetthet.
- ✓ Bruke tilstrekkelig isolasjon.
- ✓ Unngå overoppvarming i bygget. Det skaper behov for kjøling om sommeren.
- ✓ Unngå unødig energibruk på utstyr som står på standby

Klimaskjerm

Klimaskjermen til et bygg beskytter bygget fra omgivelsene og skal beskytte bygget fra klimapåvirkningen i omgivelsene. For små bygg er det viktig at klimaskjermen er godt isolert slik at minst mulig varme slipper ut. Større bygg som næringsbygg, har ofte store interne varmelaster og behov for kjøling selv på relativt kalde dager. For slike bygg er det ikke så viktig at klimaskjermen isolerer godt. Det er viktigere at bygget utformes slik at behovet for kjøling unngås/reduseres.

Vinduer og glassfelt

U-verdien til vinduer inkluderer glassets U-verdi og karmens U-verdi. I dag finnes det glass med U-verdi lavere enn 0,7 W/m²K. Dermed er mest varmetap gjennom karmen. Derfor har man begynt å isolere karmen i vinduer for å få ned den totale U-verdien for vinduer. I dag bør man etterspørre vinduer der den totale U-verdien for vinduer er 0,7-1,2 W/m²K.

For glassfelt som ikke kan åpnes der karmen utgjør en liten del av det totale glassfeltet, vil man kunne få enda lavere U-verdi. Det vil si at større glassfelt kan ha bedre U-verdi enn mindre glassfelt.

Utnytt kald luft

Om sommeren er luften kjølig om natten. Dette kan utnyttes til å kjøle bygget om natten, men da må ventilasjonssystemet/vinduer være utformet natten slik at dette lar seg gjøre.

Kuldebroer

En kuldebro er en del av klimaskjermen der varmemotstanden endres betydelig av en eller flere av følgende forhold:

- ✓ Klimaskjermen gjennomtrenges helt eller delvis av materialer med en annen varmelagringsevne. Et eksempel på dette er der en etasjeskiller eller innvendig skillevegg møter en yttervegg.
- ✓ Det er forskjeller i materialtykkelsen. Det kan være i tilfeller der en vegg endrer tykkelse.
- ✓ Det er en forskjell mellom størrelsen (arealet) på innvendige og utvendige overflater (geometrisk kuldebro). Dette oppstår i skjæringspunkter mellom konstruksjonsdeler, som ved hjørner og der vegg møter golv eller tak. Selv om veggene som møtes er godt isolert, vil forskjellen mellom overflatearealet innvendig og utvendig likevel føre til at det oppstår en kuldebro.

Kuldebroer oppstår også på områder der man ikke klarer å isolere tilstrekkelig. Typiske områder der kuldebroer oppstår, er rundt et vindu eller langs et fundament eller ved bruk av materialer som holder dårlig på varmen som f.eks metall. Kuldebroer bidrar til store varmetap og til økt risiko for fuktighetsdannelse (muggsopp) selv om de utgjør et mindre område på den totale bygningskroppen. Kuldebroer kan utgjøre opp til 30 % av varmetapet i et bygg.

For å redusere varmetapet fra kuldebroer, må man planlegge og prosjektere bygget slik at kuldebroene blir minimalisert. En kuldebrobryter er et slikt av varmeisolerende materiale som er lagt inn i en konstruksjon for å redusere virkningen av kuldebroen. Dokumenterte kuldebrobrytere i konstruksjonen gir lavere energibruk ihht beregninger i NS 3031.

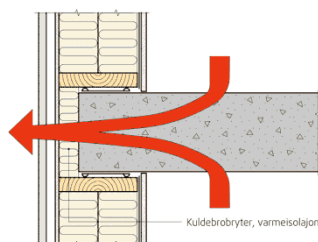


Fig. Viser en kuldebrobryter (fra Byggdetaljblad 471.015 Kuldebroer)

Tommelfingerregel:

- Bryt betongkonstruksjoner med min. 100 mm isolasjon
- Bryt bindingsverk med min. 50 mm isolasjon

Tetthet

Bygg som bygges i dag, blir sjelden målt på tetthet. TEK10 §14.3 beskriver at bygg skal ved 50 Pa trykkforskjell ha et lekkasjetall på maks. 1,5 luftvekslinger pr time (2,5 for småhus). Pilotprosjekter med stor fokus på tetthet, både gjennom valg av løsninger og riktig utførelse, kan oppnå ned til 0,5 luftskifte.

Det er viktig at bygg blir planlagt og prosjektert slik at bygg blir lufttette. Ellers vil varmetapet øke betydelig. I dag finnes utstyr som kan brukes til å måle tettheten på en enkel

måte. Det er viktig at målingene blir gjort før vegger, gulv og tak lukkes innvendig, slik at det er enkelt å tette ev. utettheter som målingen avdekker.

Tettheten etableres primært i byggets vindsperre, og er sårbar ved overganger, gjennomføringer og dårlig håndverkskvalitet. For å nå tetthetskravet, er det nødvendig med en stram oppfølging av detaljer ved prosjektering og bygging.

Utettheter i en bygning påvirker inneklimate, først og fremst ved at det oppstår trekk. Utettheter kan også føre til at kald uteluft lekker inn i konstruksjonene og kjøler disse. Dette er ofte årsaken til kalde gulv. Kalde innvendig flater fører til kondens og vekstforhold for mugg og sopp.

Faggruppene arkitektur og bygningsfysikk skal ha god kunnskap om og sette seg inn i

- ✓ Kuldebroer Byggdetaljer 471.015
- ✓ Interaktivt regneark
www.byggemiljo.no/regnearkmiljokompetanse

Aktuell tillegglitteratur:

- ✓ RIF-veileder *Bygningsfysikk i byggeprosjekter*
- ✓ Sintef-rapport STF22 A02515 "Revidering av U-verdikrav for vinduer og glassfelt" (fra 2002) www.sintef.no/upload/A02515.pdf

Bygningsmaterialer

Alle faggrupper skal ha kjennskap til temaet bygningsmaterialer

Bygg- og eiendomssektoren er den største forbrukeren av materialressurser i Norge, med omtrent 40 % andel av bruken. Den teknologiske utviklingen har ført til stor vekst i antall produkter og materialtyper. I dag bruker næringen ca 50.000 forskjellige produkter, hvorav svært mange inneholder helse- og miljøskadelige stoffer.

Hvordan kan byggenæringen bidra til å minimere miljøbelastningene ved materialbruk?

- ✓ Velge arealeffektive planløsninger
- ✓ Velge fleksible løsninger slik at bygget lett kan tilpasses nye behov og brukere
- ✓ Vurdere mulighet for flerbruk av lokaler
- ✓ Optimalisere ressursutnyttelsen av materialene
- ✓ Bruke få og enkle materialer som gjør det lett å foreta reparasjoner og utskiftninger
- ✓ Bruke miljøriktige materialer. Det vil bl.a. si materialer som:
 - ikke er material- eller energikrevende å fremstille
 - inneholder minimalt med helse- og miljøfarlige stoffer
 - har riktig levetid
- ✓ Minimalisere bruk av materialer som kommer fra begrensede ressurser eller som bidrar til reduksjon av naturområder eller biologisk mangfold (eks. tropisk tømmer).
- ✓ Velge produkter med stor andel av resirkulerte materialer (eks metaller med stor andel resirkulert metall)
- ✓ Bruke eksisterende bygningselementer om igjen der det er rasjonelt

Helse- og miljøfarlige stoffer

Mange av produktene som brukes eller er brukt i bygg og anlegg inneholder helse- og miljøfarlige stoffer. Bruken av helse- og miljøfarlige stoffer i bygg og anlegg har i de siste årene økt og har følgende påvirkning:

- ✓ Emisjoner (avgasser) fra byggematerialer påvirker innklimaet og kan medføre helsefare i et bygg.
- ✓ Helse- og miljøfarlige stoffer fører til en opphopning av miljøgifter i naturen. Dette er en langsiktig trussel.
- ✓ Miljøgifter kan svekke forplantningsevnen og immunforsvaret hos mennesker og dyr.
- ✓ Miljøgifter kan skade nervesystemet og indre organer og bidra til utvikling av kreft og allergier.
- ✓ Dagens bruk av helse- og miljøfarlige stoffer kan få konsekvenser for biologisk mangfold, matforsyning og helse for kommende generasjoner.

KLIF (tidligere SFT) har utarbeidet lister over uønskede stoffer. "Verstingene" er satt opp i Prioritetslisten som inneholder ca 30 stoffer, hvorav mange finnes i bygningsmaterialer vi benytter i dag. (www.miljostatus.no/Tema/Kjemikalier/Kjemikalielister/Prioritetslisten/). KLIF (tidligere SFT) har også et system for å klassifisere kjemiske stoffer med Risiko-setninger (R-setninger). R45 betyr f.eks. at stoffet er kreftfremkallende. På sikkerhetsdatablader (tidligere HMS-datablader) som alle kjemikalier skal ha, skal R-setningene være oppgitt slik at man ser hvilken helse- og miljørisiko produktet har.

Byggemiljø har utarbeidet en materialvurderingsliste der det bla. fremgår i hvilke materialtyper som kan inneholde helse- og miljøfarlige stoffer (www.byggemiljo.no/materialvurderingsliste)

Hva sier lovverket om miljøkrav til materialer?

Teknisk Forskrift (TEK10):

§9-1 ”Byggverk skal prosjekteres, oppføres, driftes og rives, og avfall håndteres, på en måte som medfører minst mulig belastning på naturressurser og det ytre miljø

§9-2 ”Det skal velges produkter til byggverk uten, eller med lavt, innhold av helse- eller miljøskadelige stoffer. ”

Substitusjonsplikten (Produktkontrollen §3a):

”Virksomhet som bruker produkt med innhold av kjemisk stoff som kan medføre virkning som nevnt i produktkontrollen §1 skal vurdere om det finnes alternativ som medfører mindre risiko for slik virkning. Virksomheten skal i så fall velge dette alternativet, hvis det kan skje uten urimelig kostnad eller ulempe.”

Dette vil i praksis si at både utbygger og entreprenør har ansvar for å vurdere produkters miljøegenskaper før valg og velge beste alternativ hvis det ikke medfører vesentlige tekniske eller budsjettmessige konsekvenser.

Alle prosjekterende i faggrupper skal ha god kunnskap om og sette seg inn i:

- ✓ www.byggemiljo.no/substitusjonsplikten med underliggende lenker.
- ✓ Teksten under

Kjemiske produkter

Alle kjemikalier (produkter som kommer på boks og tube) skal i følge Databladsforskriften ha Sikkerhetsdatablad (tidligere HMS-datablad). Her fremgår det om produktet inneholder stoffer som er klassifisert som helse- eller miljøfarlige gjennom R-setninger (risiko-setninger). Hvis produktet inneholder stoffer som er klassifisert som helse- og miljøskadelige, skal utbygger kunne vise til et system som sørger for at det vurderes alternative produkter. Et mindre helse- og miljøskadelig produkt skal velges, med mindre økonomiske eller tekniske forhold gjør det vanskelig. Utbygger bør da dokumentere at han fastholder sitt førstevalg med en avviksmelding.

Følgende kjemiske produktgrupper er de som oftest inneholder helse- og miljøfarlige stoffer:

- ✓ Lim
- ✓ Fugemasse
- ✓ Impregnering
- ✓ Maling
- ✓ Fugeskum

Også andre kjemikalier kan inneholde uønskede stoffer, så det anbefales å sjekke sikkerhetsdatabladet på alle kjemikalier.

Det finnes hjelpemidler for å sjekke ut alvorlighetsgraden av et produkts helse- og miljøfare. Du kan for eksempel sjekke R-setningen opp mot kriteriesettet i metodebeskrivelsen for materialvalgsverktøyet ECOproduct (www.arkitektur.no/?nid=122327&lcid=1044). Hvis produktet gir rødt symbol, skal det velges alternative produkter med mindre det ikke medfører ”urimelig kostnad eller ulempe”.

Faste produkter

Faste produkter har som regel ikke sikkerhetsdatablad. Etterspør derfor miljødeklarasjon av produktet, helst en tredjeparts sertifisert ”Environmental Product Declaration (EPD)” eller miljømerke.

Miljødeklarasjoner er kortfattede dokument som oppsummerer miljøprofilen til en komponent, et ferdig produkt eller en tjeneste. Forkortelsen EPD brukes både i norsk og internasjonal sammenheng.

En EPD kan utarbeides på alle stadier gjennom hele livsløpet. EPD er basert på en ISO-standard. De standardiserte metodene sikrer at miljøinformasjon innen samme produktkategori lar seg sammenlikne fra produkt til produkt, uavhengig av region eller land. Hensikten er at kunden skal kunne sammenligne miljøprofil og foreta en vurdering og et valg basert på miljødeklarasjonen.

For mer info se www.epd-norge.no

Følgende faste produkter er de som oftest inneholder helse- og miljøfarlige stoffer:

- ✓ Vinylbelegg-/tapet
- ✓ Plastbasert isolasjon (EPS – ekspandert polystyren/”isopor” og cellegummi)
- ✓ Kabler/ledninger, samt EE-produkter
- ✓ Impregneret trevirke

Dersom produktet ikke har en EPD, bør man som minimum kreve dokumentasjon på at stoffene nevnt under ikke inngår i produktet:

Vinylbelegg-/tapet

Inneholder myknere (ftalater). Mange myknere er klassifisert som helse- eller miljøskadelige, for eksempel DEHP, DOP og BBP og bør unngås. Den vanligste myknere er etter hvert DINP. DINP og DIDP er de ”beste” av myknerne. Disse to myknerne er på grunnlag av dagens dokumentasjon ikke klassifisert som helse- og miljøfarlige, men det er ikke usannsynlig at de vil kunne bli klassifisert senere som helse- og miljøfarlige. I vinyl importert fra land utenfor Norden kan man også finne bly som krever handling ihht Substitusjonsplikten.

Stive vinylfliser har lite eller intet innhold av myknere og har derved potensielt mye bedre miljøegenskaper enn mykgjort PVC.

Plastbasert isolasjon

Plastbasert isolasjon som EPS/XPS og cellegummi kan inneholde bromerte flammehemmere. Det finnes mange typer bromerte flammehemmere, og kun noen er forbudt. Det er derfor viktig å etterspørre dokumentasjon på alle typer. Det anbefales å unngå samtlige bromerte flammehemmere hvis mulig, da stoffene er miljøfarlige selv om de foreløpig ikke er forbudt. I tillegg er det en risiko for at myndighetene i fremtiden vil kreve tiltak i eksisterende konstruksjoner (jf. utskifting av PCB-holdige lysstoffarmaturer), samt at dette er eller blir kategorisert som farlig avfall.

Kabler/ledninger, samt EE (elektriske og elektroniske) produkter

Kan inneholde helse- og miljøfarlige stoffer. PVC i ledninger inneholder myknere (ca 20 %). Noen produkter kan inneholde myknere DEHP, som er særlig miljøfarlig. Klorerte parafiner er ofte brukt som brannhemmer. De kan også inneholde kobber, som står på KLIF (tidligere SFT)s liste over stoffer som prioriteres høyt å få faset ut.

Velg halogenfrie ledninger der dette er mulig. De inneholder verken klor, fluor, brom eller jod.

Impregnering trevirke

CCA (kobber, krom og arsen)-impregnering er forbudt, men kobberimpregnering brukes fortsatt i stor utstrekning. Kobber er et tungmetall som står på KLIF (tidligere SFT)s liste over stoffer som prioriteres høyt å få faset ut. Det er ikke nødvendig å bruke kobberimpregnering utenom der treverket er i kontakt med jord. Hvis treet er spesielt fuktutsatt, anbefales å velge mais- og sukkerrørsimpregnering (som Kebony, www.kebony.no) eller kjerneved.

Øvrige produkter

For å vurdere om et materiale eller produkt er et godt miljøvalg, må hele livsløpet fra utvinning av råvarer, via produksjon til bruk og sluttdisponering vurderes. Dette er en relativt komplisert analyse som bør utføres av noen med tilstrekkelig material- og miljøkunnskap. Vi anbefaler derfor å minimalisere antall produkter og velge produkter ved å:

- ✓ Benytte tilgjengelige verktøy for miljøeffektive produktvalg
- ✓ Benytte offisielt miljømerkede produkter (Svanen eller EU-blomsten, se www.ecolabel.no)
- ✓ Velge få bestanddeler - det letter vurdering av produktene og gir bedre betingelser for vedlikehold og avfallshåndtering

Aktuell tilleggs litteratur:

Gjør deg kjent med disse nettstedene

- ✓ Svanemerket/EU-blomsten www.svanemerket.no/cgi-bin/svanen/imaker?id=2947&visdybde=1&aktiv=2947
- ✓ Folksams Byggmiljøguide [www.folksam.se/dpublic/a0346.nsf/vLookUpFiles/R0436.pdf/\\$FILE/R0436.pdf](http://www.folksam.se/dpublic/a0346.nsf/vLookUpFiles/R0436.pdf/$FILE/R0436.pdf)
- ✓ Oversikt over gamle bygningsmaterialer som kan inneholde miljøgifter www.miljosanering.no/id45.htm
- ✓ EPD-Norge nettside om miljødeklarasjoner i Norge www.epd-norge.no
- ✓ Ecoproduct – verktøy for miljøeffektivt produktvalg www.arkitektur.no/?nid=122327&lcid=1044

Fornybar energi

Alle faggrupper skal ha kjennskap til temaet fornybar energi slik det fremstår på de etterfølgende lenkene. Det er tilstrekkelig å lese hovedoppslaget og ikke lenkene som hovedoppslagene viser til dersom det ikke er beskrevet noe annet under punktene.

Fremtidens energiutfordringer

- ✓ www.fornybar.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1005
- ✓ www.fornybar.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1007

Samspill mellom energikilder og – bruk

- ✓ www.fornybar.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1009,
- ✓ www.fornybar.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1011,

Solenergi

- ✓ www.fornybar.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1014 med underliggende lenker, et nivå
- ✓ Solceller: www.byggemiljo.no/solceller,
- ✓ Solpanel: www.byggemiljo.no/solpanel,

Bioenergi

- ✓ www.byggemiljo.no/biobrensel,

Geotermisk energi/varmepumpe

- ✓ Geotermisk energi: www.fornybar.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1053
- ✓ Varmepumper: www.fornybar.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1065,

Teknologi for fornybar energi

- ✓ www.fornybar.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1060,

Fornybar energi i fremtidens energisystem

- ✓ www.fornybar.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1067,

Faggruppene VVS og klima og elektro skal ha god kunnskap om:

- ✓ Solceller www.solenergi.dk/visTekst.asp?id=2
- ✓ Solvarme www.solenergi.dk/visTekst.asp?id=18
- ✓ Bioenergi www.fornybar.no/sitepageview.aspx?articleID=44,
- ✓ Varmepumpe www.byggemiljo.no/varmepumpe,

Aktuell tilleggs litteratur:

- ✓ www.fornybar.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1004
- ✓ Solceller og Arkitektur, Arkitektens Forslag, 2005, DK, ISBN: 87-7407-342-7
- ✓ Arkitekt: Alle hus er solfangere (Hestnes) ISBN: 82-7532-006-2

Ventilasjon

Alle faggrupper skal ha kjennskap til temaet ventilasjon

Ventilasjon av bygg er viktig for å oppnå tilfredsstillende luftkvalitet og for å fjerne forurenset luft. Ventilasjonssystemet benyttes også ofte til å fjerne overskuddsvarme.

I Norge er det et stort sprik mellom forskriftskrav og mange byggherrers/leietakeres kravspesifikasjon på tilførte luftmengder. Det er ingen forskning som viser bedre brukertilfredsstillelse ved store luftmengder. Brukertilfredsstillelse øker inntil et visst nivå (ca forskriftsnivå), og deretter avtar den. Det er derfor ikke faglig grunnlag for å øke luftmengden utover minimumskrav i forskriften til TEK10 (se ”Åtte grep”, www.byggalliansen.no/8_grep.html, for mer info). For store luftmengder kan gi støy og trekkplager og unødig energibruk. Ofte er det kjølebehov og ikke friskluftbehov som er dimensjonerende for luftmengder. Det er derfor viktig å iverksette tiltak for å redusere så vel ventilasjons- som kjølebehovet, slik at luftmengdene kan holdes nede uten at dette går ut over inneklime i bygget. Derfor må man vurdere sammenhengen mellom inneklime (inkl. ev. radonkonsentrasjon* i inneluft), energieffektivisering og ventilasjon ved valg av ventilasjonssystem og luftmengder. Før man velger ventilasjonsløsning må man vurdere arkitektoniske, bygningstekniske, og installasjonstekniske løsninger og hvordan de samlet kan sikre et godt inneklime med lav energibruk og lav miljøbelastning innenfor en gitt økonomisk ramme. Det er derfor viktig å planlegge ventilasjonssystem tidlig i prosjekteringsfasen.

*Faren for radonkonsentrasjon øker ved undertrykk i bygget. Undertrykk i bygget har man primært ved bruk av naturlig ventilasjon og avtrekksventilasjon.

Naturlig ventilasjon

Naturlig ventilasjon er ventilasjonsanlegg der ventilasjonsluften distribueres i bygningen utelukkende ved hjelp av naturlige drivkrefter (termisk oppdrift, såkalt skorsteinseffekten og vindkrefter).

Naturlige ventilasjonsanlegg utføres vanligvis som rent avtrekksanlegg der avtrekksluften går i kanaler over tak mens den friske tilluften kommer inn gjennom åpninger i fasaden. Disse åpningene kan både være egne spalter og ventiler, eller utilsiktede utettheter i fasaden, eksempelvis rundt dører og vinduer eller i overgangen mellom tak og vegg. Lokale trekkproblemer kan være et problem i naturlige ventilasjonsanlegg, på grunn av manglende forvarming av tilluften.

De naturlige drivkreftene vil normalt være for små til at ventilasjonsanlegg basert på naturlig ventilasjon kan utføres med styrt tilluft, varmegjenvinning og filter. Det er vanskelig å regulere et naturlig ventilasjonsanlegg, og luftmengdene kan bli for store om vinteren og for små om sommeren. Det finnes imidlertid ventiler som slipper gjennom konstant luftmengde uavhengig av trykkdifferansen. I naturlige ventilasjonsanlegg vil det som regel være behov for tilleggsvifter for å kontrollere ventilasjonsmengdene. Slike system kalles hybrid ventilasjon.

Naturlige ventilasjonsanlegg kan være dårlig egnet i moderne bygninger, spesielt i større bygninger. Årsaken er som tidligere nevnt at det er vanskelig å sikre ønsket ventilasjonsmengde, at manglende forvarming av luften kan gi trekk- og komfortproblemer og at energieffektiviteten er dårlig på grunn av manglende varmegjenninningsmulighet. Energikravene i TEK10 gjør det også meget utfordrende å bygge med kun naturlig ventilasjon. Det anbefales derfor å innhente eksperthjelp dersom man kun vil ha naturlig ventilasjon i et bygg.

Mekanisk avtrekksventilasjon

Mekanisk avtrekksventilasjon har viftestyrte avtrekk på den brukte ventilasjonsluften, mens den friske tilluften kommer inn der det er åpninger i fasaden, tilsvarende som for naturlig avtrekksventilasjon. Mekanisk avtrekk kan gi noe støy.

Mekanisk avtrekksventilasjon anbefales vanligvis ikke i større bygninger. Årsaken er at det ikke kan kontrolleres hvor tilluften trekkes inn. Dette kan føre til problemer med nedstøving av bygningen, samt lokale trekkproblemer da tilluften ikke blir forvarmet. Videre er det vanskelig og fordyrende å varmegjenvinne avtrekksluften. En mulighet er å montere en varmegjenvinner på avtrekket. Dette batteriet kan så levere gjenvunnet energi til dekning av andre energibehov i bygningen som bygningsoppvarming og tappevannsvarming. Gjenvunnet varme kan imidlertid ikke brukes til forvarming av tilluften, hvilket er en stor ulempe.

Balansert mekanisk ventilasjon

Ved balansert mekanisk ventilasjon benyttes vifter og kanalsystem både til tilførsel og avtrekk. Det er lett å kontrollere tilført og avtrukket luftmengde og enkelt å fordele luften i bygningen. Balanserte anlegg utstyres med filter, støydempingskomponenter, varmegjennvinnere og kjøle-/varmebatterier.

TEK10 stiller strenge krav til energieffektiv ventilasjon. Krav stilles til energibruk til lufttransporter (SFP/Specific Fan Power*) og til virkningsgrad for varmegjenvinning. Dette betyr at ventilasjonsanlegg må utformes slik at trykkfall i anleggene er lave noe som også reduserer risikoen for støyproblemer. Balanserte anlegg er relativt krevende med hensyn til drift og vedlikehold.

Normalt kjøres ventilasjonsanlegg med konstante luftmengder i driftstiden, uavhengig av behov og belastning. Ved å redusere ventilasjonen når personbelastningen er liten, oppnås store energibesparelser på grunn av redusert energibruk til vifter og redusert oppvarmingsbehov for tilluften. Det er derfor fordelaktig å kjøre anlegget med variabel og behovsstyrt luftmengde (såkalt VAV-anlegg). VAV-anlegg kan med fordel soneinndeles med egne kurser for møterom og andre lokaler med tidvis stor personbelastning.

*SFP-faktoren (spesifikk vifteeffekt) er et uttrykk for hvor mye energi som må til for å drive luften gjennom ventilasjonssystemet og frem til brukerne. Et energieffektivt balansert ventilasjonssystem har lav SFP-faktor. Møter luften mye motstand, bruker viftene mer kraft og dermed mer energi. SFP-faktoren er dermed avhengig av aggregat- og viftetype, kanaltverrsnitt, kanalstrekke og antall og type bøy på kanalene. TEK10 14-3 c beskriver krav til SFP-faktor og varmegjenvinning av avkastluften. Disse kravene er relativt lett å oppnå for næringsbygg, og det anbefales derfor SFP-faktor lavere enn $1,5 \text{ kW/m}^3 \text{ s}$ (dag/natt) og varmegjenvinning på minimum 80 % for næringsbygg.

Hybrid ventilasjon

Hybrid ventilasjon er en mellomting mellom naturlig ventilasjon og balansert, mekanisk ventilasjon, der naturlig oppdrift og vindkrefter bevisst utnyttes for å distribuere ventilasjonsluften i bygningen. Hybride ventilasjonsanlegg baseres derfor på naturlige drivkrefter med vifter som backup når de naturlige drivkreftene ikke er tilstrekkelige. Hybride anlegg bør installeres med varmgjenvinningsanlegg.

Fordelene ved hybrid ventilasjon er først og fremst redusert energibehov til lufttransport og mindre støy fra ventilasjonsanlegget sammenlignet med balansert mekanisk ventilasjon. Ulempen er at det er utfordrende å oppnå en tilfredsstillende varmegjenvinning på avtrekksluften.

Det er helt avgjørende at planleggingen utføres integrert mellom arkitekt og VVS-ingeniør dersom man skal prosjektere hybrid ventilasjon. Blant annet må byggene være tette for å sikre at systemet fungerer som det skal.

Faggruppene arkitektur og VVS og klima skal sette seg inn i:

- ✓ Åtte grep for et bedre inneklime (www.byggalliansen.no/8_grep.html).
- ✓ Bygningsintegrert ventilasjon (www.byggemiljo.no/bygningsintegrertventilasjon)
- ✓ NS-EN 15251
- ✓ NS-EN 15241
- ✓ NS-EN 15242
- ✓ NS-EN 12599

Aktuell tilleggs litteratur:

- ✓ Animasjon om naturlig og hybrid ventilasjon: www.windowmaster.dk/regado.jsp?type=page&id=23
- ✓ SBI-veileder om naturlig ventilasjon: *Naturlig ventilasjon i ervervsbygninger* SBI 202, www.sbi.dk/indeklime/naturlig-ventilation
- ✓ Grunnleggende informasjon om naturlig ventilasjon, Guidelines for design. Beskrivelse av analysen av designverktøy, www.wbdg.org/resources/naturalventilation.php
- ✓ Internettside for NatVent-prosjektet om hindringer og muligheter for å tilføre naturlig ventilasjon til kontorbygg: <http://projects.bre.co.uk/natvent/>

Kjøling

Alle faggrupper skal ha kjennskap til temaet kjøling.

Utnytt kald luft

Om sommeren er luften kjølig om natten. Dette kan utnyttes til å kjøle bygget om natten, men da må ventilasjonssystemet/vinduer være utformet slik at dette lar seg gjøre.

Reduser kjølebehovet

Selv om vi bor i et kaldt land, bruker nordmenn mye energi på kjøling. Kjølebehovet i bygninger avhenger av intern varmeavgivelse (varme fra personer, lys og utstyr) og hvor mye varme som kommer inn fra solen. Næringsbygg kan bruke mer energi på kjøling enn oppvarming, fordi den interne varmeavgivelsen er så høy. Hvis prosjekteringsgruppen lykkes i å minimere, eventuelt eliminere kjølebehovet, vil det ha betydelig innvirkning på energibruk til drift og investering i kjølesystemer. Energibruk brukt til kjøling er ett av de områdene hvor det er størst potensial for å spare kostnader, noe som kan oppnås ved bruk av integrert energiplanlegging.

Bruker har selvsagt også stor innflytelse på kjølebehovet, siden bruken av teknisk utstyr i stor grad bestemmes av brukeren. Noen bedrifter har PCene slått på hele døgnet. Ved å endre brukermønsteret og la PCene stå på standby når de ikke er i bruk, kan det spares opp til 80 kWh/m² år. En del av besparelsen er redusert el-behov til drift av utstyret, mens resten er redusert kjøling forutsetter at kjølingen er behovsstyrt.

I Norge prosjekterer mange kjøling på ren refleks. ”Næringsbygg krever lokal kjøling. Punktum.” For å redusere energibruken i bygg, må bruken av kjøling ned, og både arkitekter, ingeniører og utbyggere må gå nye veier for å oppnå dette:

Arkitektene kan:

- Redusere glassarealet mot øst, syd og vest.
- Velge utvendig solskjerming, som er klart mest effektiv. Solskjerming er ikke synonymt med persienner som hindrer dagslys og utsyn når de er nede. Smart design bruker fasaden til solskjerming gjennom dype karmen, utheng, bevegelige lameller osv.
- Optimere dagslysforhold, da det vil redusere behov for kunstlys, som er en betydelig varmekilde
- Sørge for eksponert termisk masse, dvs blottlagte betong og massivtre konstruksjoner
- Lokalisere områder med høy intern varmeavgivelse, som servere og printere, i separate, egnede rom.

Ingeniørene kan:

- Beskrive energieffektiv belysning med behovsstyring
- Beregne temperaturkurver for ulike mengde kjøling, slik at byggherren kan ta stilling til om han faktisk vil betale for investering og energibruk for at innetemperaturen f.eks. aldri overstiger 26 grader (I mange andre land er dette utenkelig luksus).

Byggherren kan:

- Stille krav til de prosjekterende at de skal redusere kjølebehovet. Dette kan f.eks. gjøres gjennom å sette et energimål for bygget som ikke tillater full mekanisk kjøling
- Vurdere temperaturkrav i kravspesifikasjonen. Å akseptere 1-2 grader over "normalt akseptert temperatur" noen timer i året, vil kunne bety at bygget klarer seg uten lokal kjøling
- Kjøpe energieffektivt PC-utstyr og annet elektrisk/elektronisk utstyr, og bruke operativsystemene til å la utstyret gå på standby utenom brukstid

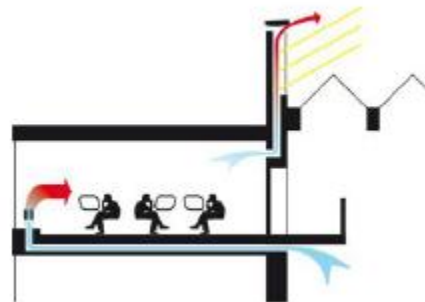
Alle prosjekterende i faggrupper skal ha god kunnskap om og sette seg inn i:

Ulike kjølingssystemer

Hvis det likevel er behov for kjøling, bør man prosjektere og bygge inn kjølesystemer som krever minst mulig tilført energi. Passiv kjøling krever minst energi, deretter frikjøling. Aktiv kjøling bør kun brukes dersom det ikke er mulig å benytte passiv eller frikjøling.

Passiv kjøling

Her blir utendørs luft brukt til kjøling, vanligvis i kombinasjon med naturlig ventilasjon. Kapasiteten kan økes ved å bruke nattkjøling i kombinasjon med eksponert termisk masse eller ved å bruke underjordiske kanaler. Passiv kjøling benytter kjølekapasiteten fra naturlige omgivelser, f.eks. ved at uteluft passerer underjordisk kanal med naturlig lav temperatur, uten at man bruker energi på å kjøle ned luften mekanisk. Passiv kjøling har et stort potensial, men krever nøye planlegging og prosjektering. Passiv kjøling krever lite energi, men siden kontrollmuligheter og kapasitet er begrenset, er det ofte nødvendig å kombinere passiv kjøling med aktiv kjøling i områder med høye krav til temperatur i bygget.



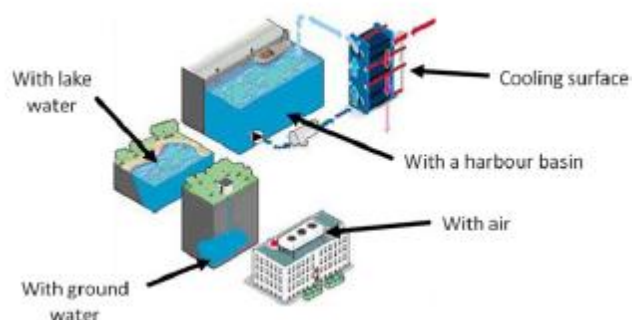
Frikjøling

Frikjøling utnytter kjølekapasitet fra uteluft, grunnvann, sjøvann, hav etc., direkte til kjøling.

Temperaturforskjellen mellom uteluft, grunnvann, sjøvann etc og inneluft utnyttes gjennom en varmeveksler.

Fordelen er bedre mulighet for kontroll enn passiv kjøling, og at lite energi går med til å drive systemet sammenlignet med konvensjonelle kjølesystemer.

Selv om kapasiteten blir noe større enn ved passiv kjøling, kan det fortsatt være behov for å supplere frikjøling med aktiv kjøling i områder med høye krav til temperatur i bygget.



Aktiv kjøling

Aktiv kjøling krever energi, vanligvis for å drive en kompressor. Dette systemet er den vanligste form for kjøling og kan brukes i de fleste bygg. Aktiv kjøling gir mulighet for full kontroll, og kan ha stor kapasitet, men er meget energikrevende. Aktiv kjøling kan skje gjennom mekanisk kjøling av ventilasjonsluften eller gjennom kjøletak og kjølebafler.

Aktuell tilleggs litteratur:

- ✓ EnOpSol. Energoptimering av køle- og varmesystemer www.wwemas.dk
- ✓ Information and resources on energy efficient cooling
www.energystar.gov/index.cfm?c=heat_cool.pr_hvac
- ✓ The CLEAR project. Comfortable Low Energy Architecture
www.learn.londonmet.ac.uk/packages/clear/index.html
- ✓ Information and resources on energy efficient cooling
www.builditsolar.com/Projects/Cooling/passive_cooling.htm

Belysning

Alle faggrupper skal ha kjennskap til temaet belysning.

Belysning utgjør en stor andel av den totale energibruken i bygninger. For yrkesbygg utgjør energibruk til belysning vanligvis 15-20 % av total energibruk, og for husholdninger ca 6 % av total energibruk. Varmen fra belysningsanlegg kan bidra til overopphetingsproblemer og økt kjølebehov. Energibruk i bygninger kan senkes betraktelig ved å utnytte dagslyset optimalt og bruke energieffektivt belysningsanlegg med behovsstyring.

Utnytt dagslyset

God tilgang på dagslys påvirker mennesket positivt og øker produktiviteten. Utforming av fasader med riktig plassering av vinduer, vindusstørrelse og avskjerming forbedrer dagslystilgangen og påvirker energibruken i bygg. Vindusflater plassert høyt oppe på veggen bidrar til godt dagslys inne, mens vindusflater plassert lavt (lavere enn 1m og ned til gulv) gir lite tilskudd. I vanlige sidebelyste rom vil man i praksis kun oppnå tilfredsstillende dagslysnivå i en avstand på opp til 4-5 meter fra vinduet. Overlys bidrar med god dagslystilgang, og utforming av himling samt optiske systemer (som prismer) kan bidra til bedre dagslysinntrengning.

Lyse farger på overflatene i rommet reflekterer mye lys og reduserer behovet for belysning. Fargen på vindusomrammingen har også stor betydning for lysnivået. Bruk av hvite flater i selve vindusåpningen vil øke dagslystilgangen til rommet, samtidig som lysfordelingen i rommet forbedres.

God dagslystilgang reduserer behovet for kunstig belysning og kjølingsbehov pga. varme fra kunstig lys reduseres. I fyringssesongen vil vindusflatene bidra til varmetap, og om sommeren/våren kan solinnstråling gjennom vinduene bidra til uønsket oppvarming. Derfor bør vindusplassering og vindusutforming optimaliseres slik at man får tilfredsstillende dagslysforhold samtidig som uønsket varmetap/varmetilskudd gjennom vinduene minimaliseres. Det finnes vinduer med U-verdi ned mot 0,7 W/m²K (inkl. karm og ramme) som reduserer varmetapet betydelig. Beregninger har vist at optimal utnyttelse av dagslyset kan føre til mellom 60 og 80 % reduksjon i elektrisitetsbehovet til belysning i kontorlokaler i Oslo-området.

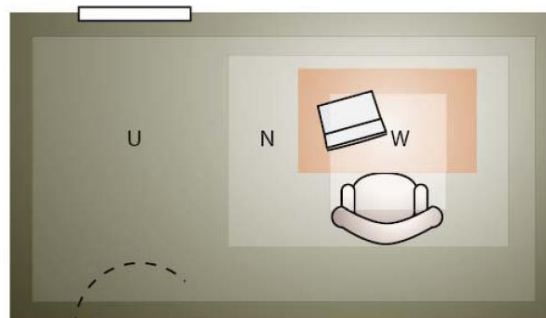
Kunstig belysning

Det er viktig å ta hensyn til dagslysbidraget ved prosjektering av kunstig belysning og styresystemer for lys. Man skal ha tilstrekkelig lys der man arbeider, enten ved dagslys eller kunstig belysning. Figuren under viser soneinndeling og veiledende belysningsstyrke:

Arbeidsfelt (W): 500 lux

Nærfelt (N): 300 lux

Periferfelt (U): 200 lux



Lyskultur har utarbeidet flere publikasjoner med informasjon og retningslinjer for belyningsanlegg og belyningsstyrke i kontorbygg og andre bygninger.

For å oppnå god kunstig belysning, må de tas hensyn til:

- ✓ Belysningsstyrke
- ✓ Luminansovergang (overgang mellom lyse og mørke flater)
- ✓ Blendingskontroll
- ✓ Lysets retning
- ✓ Kontrastforhold
- ✓ Fargegjengivelse (lysfarge)
- ✓ Lysflimmer

God energieffektivt belyningsarmatur har:

- ✓ god lyskilde
- ✓ nødvendig forkoplingsutstyr
- ✓ lysdirigerende innretning
- ✓ avskjerming mot blanding
- ✓ mulighet for lysstyring

Lysregulering

Dagslys bør være hovedkilden, og kunstig belysning bør bare brukes når det ikke er tilstrekkelig dagslystilgang. Dagslys fører til mindre behov for elektrisitet til lys og mindre behov for kjøling. Man kan spare mye energi til belysning ved å:

- ✓ Slå av lyset automatisk når det ikke er personer tilstede.
Dette kan gjøres med en bevegelessensor, men kan også gjøres manuelt (slå av lyset)
- ✓ Regulere ned den kunstige belysningen når dagslyset gir et lystilskudd.
Dette kan gjøres med lyssensor.

Det er derfor viktig å velge en lyskilde som kan dimmes etter dagslyset og slås helt eller delvis av når det ikke er personer til stede. Man må også bestemme hvor lenge lyset skal stå på etter siste bevegelse. Ofte kan denne tidsperioden reduseres betydelig. I nye bygg der belyningsanlegget blir prosjektert med lysreguleringautomatikk, vil ikke installasjonen bidra med høyere kostnader enn tradisjonell belysning uten automatikk.

Energisparepotensialet ved lysregulering beregnes ved å estimere eller bruke erfaringstall:

- ✓ Tilstedeværelsefaktoren, som gir informasjon om hvor mye brukerne er til stede på de ulike områdene på arbeidsplassen.
- ✓ Opprettholdelsesfaktoren, som gir informasjon om hvor mye man kan regulere lyset og fremdeles opprettholde prosjektert lysnivå.

Faggruppene arkitektur, VVS og klima og elektro skal ha god kunnskap om:

- ✓ Energieffektiv belysning i yrkesbygg
www.enova.no/minas27/publicationdetails.aspx?publicationID=283
- ✓ En lysere fremtid (Lyskultur)
www.lyskultur.no/doc/Lysbrosjyre%20en%20lysere%20fremtid.pdf
- ✓ For RIE: Strategier for lysstyring www.sbi.dk/indeklima/lys/lysstyring

Aktuell tilleggslitteratur:

- ✓ SBi-anvisning 220 Lysstyring

Tekniske styringssystemer

Alle faggrupper skal ha kjennskap til temaet tekniske styringssystemer.

Begreper

Det blir benyttet flere begreper knyttet til styring av bygg, eks. intelligente styringssystemer, SD-anlegg, BUSS, LON og Byggautomasjon – BAS. I denne teksten benyttes begrepet Integreerte tekniske bygningsinstallasjoner – ITB, som ble introdusert med NS 3935. ITB er løsninger som kobler sammen de forskjellige tekniske installasjonene i et bygg i ett eller flere kommuniserende nettverk.

ITB benyttes for å styre, regulere og overvåke de tekniske systemene. Et ITB-anlegg er et hjelpeverktøy for byggherren, ledelsen, brukeren og driftsavdelingen, slik at de tekniske anleggene driftes riktig og effektivt.



Muligheter

Dette innebærer at ITB kan hjelpe byggherren og beslutningstakere med:

- ✓ Innsamling av driftsinformasjon, slik at gode driftsbeslutninger kan tas.
- ✓ Styring og optimalisering av tekniske installasjoner for varme, kjøling, ventilasjon, lys, solskjerming, og generelt apparater og utstyr
- ✓ Informasjonsgrunnlag for energiledelse
- ✓ Styring av tekniske installasjoner for å sikre godt inneklima og trygt arbeidsmiljø
- ✓ Alarmmottak og -behandling fra tilkoblede systemer
- ✓ Overvåkning og logging av tilkoblede systemer.
- ✓ Eksport av data til andre beslutningsstøttesystemer som FDV-system og økonomisystem.

ITB kan også dekke sikkerhetsfunksjoner, ITV (intern televisjon) innbrudd, brann, vannlekkasje, gass, nødlys og slukkeanlegg. Videre kan datakommunikasjon og telefoni integreres i samme nettverk. Også installasjoner for transport, eksempelvis heis og rulletrapp kan integreres med ITB.

Miljøgevinst

ITB reduserer behovet for tilført ekstern energi. ITB som inkluderer vanninstallasjoner, kan gi redusert vannforbruk, og kan også gi positive bidrag til HMS, inneklima og arbeidsmiljø.

Lønnsomhet for utbygger

Lønnsomheten for utbygger vil være avhengig av hvilken type, størrelse og ev. antall bygg systemene anvendes på.. Erfaringer viser at ITB-investeringer kan være nedbetalt gjennom direkte sparte energiutgifter i løpet av 3-5 år. I tillegg kommer merverdien i form av bedre funksjonalitet, komfort og sikkerhet, og verdien av en mer forutsigbar og enklere driftssituasjon.

Punktene under tar for seg hva vi legger i begrepet effektiv drift.

Fjernstyring

ITB gir en driftsorganisasjon med flere geografisk spredte eiendommer muligheter for fjernstyring og/eller overvåkning fra en driftssentral. Fordelene med dette vil i hovedsak være at vedlikehold kan planlegges ut fra anleggenes driftstilstand, tidlig informasjon om feil og mer rasjonell utnyttelse av driftspersonalet. Det er også en utvikling mot at rene driftsselskaper tilbyr slike driftssentraltjenester og dermed kan påta seg ansvaret for driftsregularitet og kostnader, slik at byggherren kan konsentrere seg om sin kjernevirksomhet.

Økt fleksibilitet

Systemene gir økt fleksibilitet på to hovedområder: Drift og vedlikehold kan administreres og i stor grad utføres uavhengig av tilstedeværelse. Videre vil ITB gi mulighet for å endre tekniske funksjoner og egenskaper gjennom programmering, noe som reduserer kostnadene ved ombygginger pga endrede brukerbehov og/eller myndighetskrav i løpet av byggets levetid.

Mindre energibruk

Systemene styrer byggets energibruk slik at energikostnadene reduseres. De fleste større systemer har moduler som ivaretar effektregulering (stor nytteverdi når byggherren har tariffen med effektledd), energioppfølgingsprogram og optimal styring i forhold til brukstider på bygget. Sparepotensialet ved bevisst bruk av disse modulene anslås til mellom 10 og 20 % av energikostnadene.

Helse, miljø og sikkerhet

ITB kan benyttes som et hjelpemiddel for å oppfylle kravene til internkontroll og komplettere et kvalitetssikringssystem (f. eks. temperatur i kjølerom for næringsmiddel/medisiner). I tillegg vil systemet kunne hjelpe byggherren med å oppfylle og dokumentere krav til innneklima, slik som temperatur, luftkvalitet og lysforhold. Også sikkerhetsfunksjoner for byggets brukere ivaretas med ITB.

Risiko og barrierer

Når man skal velge et styringssystem, er det viktig å velge systemer som har åpne kommunikasjonsgrensesnitt. I planleggingsfasen bør en ta stilling til og velge strategi for hvor omfattende systemet skal være både umiddelbart og på sikt. ITB stiller dessuten krav til ny kompetanse og systemforståelse hos driftspersonell. Mange utbyggere velger derfor å se beslutningen i sammenheng med en vurdering av framtidig organisering av driftsfunksjonen. Det valgte styringssystem skal også fungere sammen med andre tekniske systemer som utbygger ev. tidligere har valgt. Et godt råd er å velge en uavhengig ITB-rådgiver til å utrede problemstillinger og løsninger, kostnader og lønnsomhetsvurderinger i et beslutningsgrunnlag.

Samlet vurdering

Gjennom fornuftig planlegging og bruk av ITB til styring av energibruk, innneklima og andre viktige kostnadsposter i et livsløpsperspektiv, kan utbygger få moderne, driftseffektive, fremtidsrettede og fleksible bygg som også enkelt kan tilfredsstille nye tekniske krav.

Faggruppene VVS og klima og elektro skal ha god kunnskap om:

- ✓ Integreerte tekniske bygningsinstallasjoner (ITB) www.byggemiljo.no/itb

Aktuell tilleggs litteratur:

- ✓ Faktahefte nr 2 fra Norsk Teknologi – Funksjonalitet og energisystemer – teknologi i bygg www.norskteknologi.no/ViewPage.aspx?mid=1042

Testspørsmål

For å avklare om teksten har festet seg og blitt til kunnskap hos leseren, legges det opp til en serie flervalgsspørsmål, der det kan være ett eller flere riktige svar. Elektronisk test kan tas på www.byggemiljo.no. Etter å ha gjennomgått testen elektronisk, vil man få tilbakemelding på testen og hvilke spørsmål man har svart riktig eller feil på.

Byggsektorens miljøutfordringer

Hvilke to miljøutfordringer er viktigst å gripe fatt i:

- ✓ Forurensende energibruk
- ✓ Bruk av helse- og miljøfarlige stoffer
- ✓ Sektorens store avfallsmengder
- ✓ Bruk av plast
- ✓ Økende bruk av biomasse til energiproduksjon

Klimagassutslipp fra byggsektoren kommer hovedsaklig fra:

- ✓ Produksjon av byggevarer
- ✓ Transport av byggevarer
- ✓ Energibruk fra atomkraft
- ✓ Energibruk fra vannkraft
- ✓ Energibruk fra oljekjeler

Hvordan påvirker byggsektoren forringelse av biologisk mangfold?

- ✓ Utbygging av områder med truede arter
- ✓ Utlekking fra avfallsdeponier
- ✓ Bruk av materialer fra ikke-bærekraftig ressursuttak
- ✓ Bruk av norske treprodukter
- ✓ Bruk av materialer med innhold av helse- og miljøfarlige stoffer.
- ✓

Hvilke miljøutfordringer fra byggeplasser står avfallssektoren overfor:

- ✓ Utslipp av metan fra deponi
- ✓ Utlekking av helse- og miljøfarlige stoffer på avfallsdeponi
- ✓ Rotteplage på deponi
- ✓ Mye byggavfall inneholder helse- og miljøfarlige stoffer
- ✓ Utslipp av argon fra deponi

Hvor stor andel av energibruken bidrar norsk bygge- og eiendomssektor med:

- ✓ 10 %
- ✓ 14 %
- ✓ 24 %
- ✓ 40 %
- ✓ 60 %

Miljøriktig prosjektering

Hvilke påstander er riktige:

- ✓ Fordelen med miljøriktig prosjektering er at prosjektets miljøkoordinator tar hånd om all miljøplanlegging.
- ✓ Hensikten med miljøriktig prosjektering er å engasjere en miljøbevisst arkitekt som kan presentere et prosjektforslag med miljøfokus for de rådgivende ingeniørene.
- ✓ Miljøriktig prosjektering er å involvere hele prosjekteringsteamet til å tenke miljøhensyn i en tidlig fase av prosjekteringen.
- ✓ Miljøriktig prosjektering egner seg for alle typer prosjekt uansett størrelse og kompleksitet.
- ✓ Miljøriktig prosjektering er lovpålagt for prosjekter over 5000 m² eller der miljøkonsekvensene er store.

Når bør man begynne å vurdere miljøtiltak?

- ✓ Under forprosjektet
- ✓ Når man støter på fortidsminner under graving
- ✓ Når kommunen sender klager
- ✓ Ved prosjektoppstart
- ✓ Ved utforming av anbudsdokumenter

Hva er en miljøkoordinator?

- ✓ Kommunens miljøvernleder utlånt til større byggeprosjekter
- ✓ En prosessleder som fungerer som brohode mellom byggherren og prosjekteringsteamet
- ✓ En som kun utarbeider miljøprogram
- ✓ HMS-ansvarlig
- ✓ En fra myndighetene som skal kontrollere byggets miljøprestasjon

Hvilke hovedgrep har stor kost-nytte effekt for miljøeffektiviteten?

- ✓ Valg av tomt
- ✓ Arealutnyttelse
- ✓ Valg av energikilde
- ✓ Valg av ventilasjonssystem
- ✓ Fasadeutforming
- ✓ Valg av isolasjonsmateriale

Miljøprogram

Er det påbudt å utarbeide miljøprogram for bygg i Norge i dag?

- ✓ Ja, alltid
- ✓ Ja, for bygg over 2000 m²
- ✓ Ja, for bygg har investeringskostnad på mer enn 500 millioner kroner
- ✓ Aldri
- ✓ Ja, der konsekvensutredningen setter dette som premiss

Hvilke påstander er riktige om miljøprogram?

- ✓ Miljøprogram er et politisk program fra kommunen som alle utbyggere må følge
- ✓ Et miljøprogram er et program som er utformet på et strategisk, overordnet nivå og som fastsetter miljømål for et bygg-, anleggs- eller eiendomsprosjekt
- ✓ Et miljøprogram bør etterfølges av en operativ miljøoppfølgingsplan
- ✓ Et miljøprogram bør være generelt og ikke inneholde kvantifiserbare mål
- ✓ Det er alltid kommunen som er ansvarlig for oppfølging av miljøprogram

Hvordan bør et Miljøprogram implementeres og følges opp?

- ✓ Alle aktører i prosjektet bør kjenne til miljøprogrammet og det bør legges ved kontrakter.
- ✓ Miljøprogrammet bør utformes som en sjekklister som utbygger bruker for å kontrollere de prosjekterende i stikkprøvekontroller
- ✓ Kommunen bør ha en ansvarlig miljøvernleder som skal følge opp alle miljøprogram i kommunen
- ✓ Prosjektets prosjektleder er ansvarlig for at miljøprogrammet følges opp gjennom alle prosjektets faser
- ✓ Det er kun prosjektets miljøkoordinator som trenger å forholde seg til miljøprogrammet

Hvilke av disse punktene hører naturlig hjemme i en Miljøoppfølgingsplan?

- ✓ Roller og ansvar
- ✓ Tiltak som ivaretar miljømålene
- ✓ Totalt prosjektbudsjett
- ✓ Oppfølging av miljømålene
- ✓ Rammesøknad til kommunen

LCC

Hvilke påstander er riktige om LCC

- ✓ LCC er en forkortelse for det engelske uttrykket Life Cycle Cost
- ✓ Livssyklus kostnader er et samlebegrep for alle kostnader som opptrer i byggets eller bygningsdelens levetid.
- ✓ Livssyklus kostnader gir kun oversikt over årlige kostnader
- ✓ Lov om offentlige anskaffelser stiller krav om at det offentlige skal ta hensyn til livssyklus kostnader under planlegging av anskaffelser
- ✓ Et bygg med høy investeringskostnad har lave driftskostnader
- ✓

Beregning av livssyklus kostnader (LCC) kan brukes til:

- ✓ Utarbeidelse av kostnadsrammer
- ✓ Vurdering av universell utforming
- ✓ Vurdering av miljømessige konsekvenser
- ✓ Alternativsvurderinger for ulike tiltak og kostnader knyttet til disse
- ✓ Basis for kostnadsdekkende husleie

Hvilken betydning har tidligfaseplanlegging?

- ✓ Bruk av tid i tidligfaseplanlegging fører til forsinkelser og økte total kostnader for prosjekteringen
- ✓ Tidligfasens kostnader er ca 20 % av de totale byggekostnader
- ✓ Tidligfasens kostnader er ca 10 % av de totale byggekostnader
- ✓ Tidligfasens kostnader er ca 1 % av de totale byggekostnader
- ✓ Tidligfaseplanlegging bør unngås. Man bør begynne med prosjekteringsfasen så raskt som mulig.

Hvilken levetid skal benyttes i LCC-betraktninger?

- ✓ Teknisk levetid
- ✓ Funksjonell levetid
- ✓ Estetisk levetid
- ✓ Økonomisk levetid
- ✓ Den av de fire levetidene nevnt over som inntreffer først

Hva er avskrivning?

- ✓ En systematisk periodisering av anskaffelseskostnad for et anleggsmiddel over økonomisk levetid
- ✓ En kostnad
- ✓ En utgift
- ✓ Kopiering av inneværende års regnskap
- ✓ Investeringskostnad og 10 års estimerte driftsutgifter dividert på 10 år

Passiv design

Hva er passiv design?

- ✓ Design av passivhus
- ✓ Utnytte byggets utforming og plassering aktivt for å oppnå energieffektivitet
- ✓ Det at verken byggherre eller prosjekterende har hatt fokus på energi- eller miljøløsninger
- ✓ Utstrakt bruk av tunge materialer for å utligne temperaturforskjeller
- ✓ Design av en fasade som både slipper inn mye dagslys og skjermer mot uønsket solvarme

Hva er viktig å ta hensyn til i fasadeutforming ved passiv design?

- ✓ Plassering av vinduer i forhold til solinnstråling
- ✓ Solskjerming
- ✓ Utsyn
- ✓ Å skape et transparent og lett bygg
- ✓ Dagslysinnslipp

Spørsmål utarbeidet for de med god kunnskap om passiv design (arkitektur, bygningsteknikk, bygningsfysikk, VVS og klima og elektro)

Hvordan optimere byggets geometri ved passiv design?

- ✓ Stort volum og liten overflate
- ✓ Stor overflate og lite volum
- ✓ For næringsbygg: velge en form som minimerer varmetap
- ✓ For næringsbygg: velge en form som minimerer kjølebehov
- ✓ For bolig: velge en form som minimerer varmetap

Hvordan kan riktig planløsning bidra til god passiv design?

- ✓ Plassere soverom mot nord
- ✓ Plassere arbeidssoner med høy internlast (høy persontetthet, mye varmeavgivende utstyr) mot nord
- ✓ Plassere arbeidssoner med høy internlast mot syd
- ✓ Bolig: Plassere bad og toalett mot syd
- ✓ Bolig: Plassere bad og toalett i kjernen

Hvilke forhold spiller inn ved plassering av bygget i forhold til passiv design?

- ✓ Bruk av vegetasjon til vindskjerming og skyggevirking
- ✓ For bolig: velge en plassering som gir minst mulig solinnstråling om vinteren
- ✓ For bolig: velge en plassering som gir maksimal solinnstråling om vinteren
- ✓ For næringsbygg: Velge en plassering som gir optimalt utsyn
- ✓ For næringsbygg: Velge en plassering som skjermer for vind

Tilpasningsdyktighet

Hva er tilpasningsdyktighet?

- ✓ En bygnings egenskap til å endres for å imøtekomme kjernevirksomhetens nye funksjonelle krav og behov
- ✓ Tilpasningsdyktighet består av generalitet, elastisitet og fleksibilitet
- ✓ En bygnings egenskap til å tilpasses universell utforming
- ✓ En bygnings egenskap til å tilpasses terrenget og omgivelsene slik at bygningens energibruk minimaliseres
- ✓ En bygnings egenskap til å tilpasses terrenget slik at bygningen har minimal påvirkning på omgivelsene.

Tilpasningsdyktighet omhandler hvilke av de forhold som er nevnt nedenfor:

- ✓ Bygningsmessig utvidelse
- ✓ Installasjons plass
- ✓ Universell utforming
- ✓ Areal disponering
- ✓ Unngå bindinger mellom bygningskomponenter

Spørsmål utarbeidet for de med god kunnskap om tilpasningsdyktighet (arkitektur)

Hvilke egenskaper nevnt nedenfor er avgjørende for tilpasningsdyktighet?

- ✓ En bygning som er universelt utformet
- ✓ Tilstrekkelig volum
- ✓ Mulighet for etablering av frie åpne flater
- ✓ Minimale bindinger mellom bygningskomponenter
- ✓ Fremføringsmulighet for tekniske installasjoner

Fleksibilitet er definert som:

- ✓ Frihet til planendring innen samme funksjon, dvs. reorganisere bruksarealet ekskl. bæresystem/kjerner
- ✓ Frihet til endret funksjon, dvs. evne til å kunne oppfylle krav til endrede nytte laster, brannsikring etc. uten for store inngrep og kostnader
- ✓ Frihet til endret etasjehøyde, dvs. evne til å endre antall etasjer i et bygg (gitt at bygningen har over fire etasjer)
- ✓ Evnen en bygning har til å utvide eller redusere arealer innenfor en gitt geometri.
- ✓ Evner en rådgiver har til å foreslå løsninger som etterkommer byggherrens behov og ønsker

Livsløpsplanlegging i bygninger omhandler følgende elementer:

- ✓ Livssyklus kostnader
- ✓ Tilpasningsdyktighet
- ✓ Miljøbelastninger
- ✓ Livsløpsstandard i boliger
- ✓ Investeringskostnader (årskostnader blir ikke vurdert)

Bygningsfysikk

Hvor mange prosent av energibruken går til oppvarming i en bolig?

- ✓ 30% av energibruken i en gjennomsnittsbolig
- ✓ 15 % av energibruken i en gjennomsnittsbolig
- ✓ 64 % av energibruken i en gjennomsnittsbolig
- ✓ 50 % av energibruken i næringsbygg
- ✓ Oppvarmingsbehovet i næringsbygg varierer med type bygg og størrelse som gjør det vanskelig å gi et eksakt prosentanslag.

Hvilke påstander er riktige?

- ✓ I det nye energidirektivet kreves tetthetsmålinger i næringsbygg
- ✓ Lufttetthet er en fast verdi i NS 3031 og kan ikke påvirke energiberegningene
- ✓ Kuldebroer kan utgjøre opp til 30 % av varmetapet i et bygg
- ✓ Dokumenterte kuldebrobrytere i konstruksjonen honoreres i NS 3031
- ✓ Ekstra isolasjon er en av de mest effektive energiltak i næringsbygg

Hvilke påstander er riktige?

- ✓ I U-verdien til vinduet inkluderes både U-verdi til glass og ramme
- ✓ Høy U-verdi gir beste isolasjonsevne
- ✓ Vinduer med U-verdi på 0,9 W/m²K fås kun til boliger
- ✓ For glassfasader kan man ikke få til bedre U-verdi enn 1,2 W/m²K
- ✓ U-verdi for 3-lags isolerglassvinduer med isolert karm øker med økt glassareal
- ✓ U-verdi for 3-lags isolerglassvinduer med isolert karm synker med økt glassareal

Spørsmål utarbeidet for de med forventet god kunnskap om bygningsfysikk/ bygningkropp (arkitektur og bygningsfysikk):

Hvilke konsekvenser kan skyldes kuldebroer:

- ✓ Vann renner inn i konstruksjonen
- ✓ Lave overflatetemperaturer
- ✓ Redusert komfort
- ✓ Overflatekondens
- ✓ Sverting (støvkondens)

Har alle typer kuldebroer stor innvirkning på totalt varmetap i en bygning?

- ✓ Ja, en kuldebro har pr. definisjon alltid stor innvirkning på varmetapet i en bygning
- ✓ Nei, noen typer kuldebroer har primært påvirkning på lokale temperaturer
- ✓ Nei, noen kuldebroer virker som varmeledere og leder varme inn i bygningen
- ✓ Nei, en kuldebro har kun stor innvirkning på totalt varmetap ved synlig kondens
- ✓ Nei, en kuldebro har kun stor innvirkning på totalt varmetap ved synlig sverting

Bygningsmaterialer

Hvordan kan byggenæringen bidra til å minimere miljøbelastningene ved materialbruk?

- ✓ Velge arealeffektive planløsninger
- ✓ Velge impregnering som motvirker råte
- ✓ Velge fleksible løsninger slik at bygget lett kan tilpasses nye behov og brukere
- ✓ Bruke få og enkle materialer som gjør det lett å foreta reparasjoner og utskiftinger
- ✓ Velge produkter med stor andel av resirkulerte materialer (eks metaller med stor andel resirkulert metall)

Hvilke påstander er riktige om helse- og miljøfarlige stoffer?

- ✓ Det er ikke lov å produsere bygningsmaterialer med helse- og miljøfarlige stoffer i Norge, men det kan være et problem i utenlandske materialer
- ✓ Oppdager du bruk av helse- og miljøskadelige stoffer på en norsk byggeplass, har du meldeplikt til KLIF (tidligere SFT)
- ✓ Alle bygningsprodukter som inneholder helse- og miljøfarlige stoffer skal merkes med faremerking
- ✓ Alle kjemikalier som inneholder helse- og miljøfarlige stoffer skal merkes med faremerking
- ✓ KLIF (tidligere SFT) har lister med oversikt over en rekke vanlige helse- og miljøfarlige stoffer som er i bruk i dag

Hva er substitusjonsplikten?

- ✓ Et pålegg nedfelt i Produktkontolloven § 3a
- ✓ Et pålegg som sier at bruker av bygningsprodukt skal undersøke om produktet inneholder helse- og miljøfarlige stoffer og velge alternativer hvis dette ikke medfører urimelig kostnad eller ulempe
- ✓ Et pålegg som sier at produsent av et bygningsprodukt skal undersøke om produktet inneholder helse- og miljøfarlige stoffer og velge alternativer hvis dette ikke medfører urimelig kostnad eller ulempe
- ✓ En lov som pålegger KLIF (tidligere SFT) å sjekke ut alle bygningsprodukter og merke de som inneholder helse- og miljøfarlige stoffer
- ✓ Et pålegg som krever at produsent anbefaler et substitutt til kjøper dersom det første produktet inneholder helse- og miljøfarlige stoffer.

Spørsmål utarbeidet for de med forventet god kunnskap om bygningsmaterialer (arkitektur, bygningsteknikk, bygningsfysikk, VVS og klima og elektro):

Hvilke bygningsmaterialer inneholder ofte helse- og miljøfarlige stoffer?

- ✓ Lim
- ✓ Fugemasse
- ✓ Impregnering
- ✓ Tropisk trevirke
- ✓ Fugeskum

Hva er en miljødeklarasjon?

- ✓ En beskrivelse av miljøegenskapene til et produkt
- ✓ Et bevis på at produktet er miljøgodkjent
- ✓ Et bevis som viser at produktet er godkjent for bruk i Norge
- ✓ En lovpålagt merking av byggevarer
- ✓ Det samme som svanemerking

Fornybar energi

Hva er fornybar energi

- ✓ Naturgass
- ✓ Solen er drivkraft for all fornybar energi
- ✓ Solen, geotermisk energi og tidevann som drivkraft for all fornybar energi
- ✓ Vindenergi
- ✓ Bioenergi

Hvilke påstander er riktige om solpanel

- ✓ Et solpanel absorberer energi fra solen, og denne varmen brukes til oppvarming av rom eller varmtvann
- ✓ Et solpanel produserer elektrisitet
- ✓ Solpanel kan ikke integreres i fasaden
- ✓ Solpanel kan integreres i fasaden
- ✓ Energiltukk fra solfangere kan normalt dekke 30-60 % av varmtvannsforbruket
- ✓ Energiltukk fra solfangere kan normalt dekke 5-10 % av el.forbruket

Spørsmål utarbeidet for de med forventet god kunnskap om fornybar energi (VVS og klima og elektro):

Hvilke påstander er riktige om varmepumper og geotermisk energi

- ✓ Luft-til-luft-varmepumper har størst effekt når det er kaldt ute
- ✓ Ca 1/3 av energien som benyttes i varmepumper kommer fra elektrisitet
- ✓ Geotermisk energi er varme fra jordens indre.
- ✓ Kun luft-til-vann-varmepumper kan brukes til kjøling
- ✓ Luft-til-luft-varmepumper har som regel en innsparingstid på ca ett til to år

Hvilke påstander er riktig om fornybar energi

- ✓ Bygninger kan kjøles med solenergi
- ✓ Ca 10 % av det årlige oppvarmingsbehovet i fyringssesongen dekkes av passiv solvarme
- ✓ Bidraget fra passiv solvarme kan økes gjennom bevisst design og energieffektive materialer og konstruksjonsløsninger
- ✓ Vindmøller skaper ikke problemer for fuglebestander
- ✓ Fuglebestandene tilpasser seg de roterende bladene på en vindmølle etter ca fem års drift

Hvilke påstander er riktige om bioenergi?

- ✓ Pelletsovner har en ren forbrenning
- ✓ Det finnes ikke vedovner er ikke rentbrennende
- ✓ Fyring med fastbrensel i store ovner (>200 kW) krever ikke mer innsats enn fyring med olje.
- ✓ Dersom pellets eller briketter knuses til støv, kan det forårsake problemer i pellets-/brikettbrenneren
- ✓ Det er dyrere å fyre med briketter enn med pellets

Ventilasjon

Hvilke påstander er riktige?

- ✓ Forskning viser at brukertilfredsstillelse øker proporsjonalt med økte luftmengder
- ✓ For store lufthastigheter kan gi støy- og trekkplager
- ✓ For store luftmengder gir unødvendig høyt energibruk
- ✓ Type ventilasjon kan velges uavhengig av byggets utforming
- ✓ Naturlig ventilasjon er alltid det mest energieffektive

Hvilke påstander er riktige?

- ✓ Naturlig ventilasjon er avhengig av vifter for å fungere
- ✓ Forskjell på hybrid og naturlig ventilasjon er at hybrid ventilasjon benytter hjelpevifter når ikke naturlig oppdrift er tilstrekkelig.
- ✓ Mekanisk avtrekksventilasjon gir god kontroll på tilluften
- ✓ Balansert ventilasjon er alltid den mest energikrevende ventilasjonsformen, men gir best inneklime
- ✓ Utforming av ventilasjonskanalene (tverrsnitt, kanalstrekk og antall bøyer) har påvirkning på energibruk

Spørsmål utarbeidet for de med forventet god kunnskap om ventilasjon (arkitektur og VVS):

Hva er SFP-faktor:

- ✓ Spesifikk vifteeffekt ($\text{kW}/\text{m}^3\text{s}$)
- ✓ Et uttrykk for hvor mye kraft ventilasjonsviften må bruke for å drive luften i systemet
- ✓ Spesifikk fortreningsprosent (av total ventilasjonsluft)
- ✓ Et uttrykk for hvor mye friskluft som passerer viften i løpet av ett sekund
- ✓ Specific Fan Power

Hvilke påstander er riktige?

- ✓ Teknisk forskrift krever en luftmengde på 14-27 l/s (10 m² cellekontor) eller 50-100 m³/h
- ✓ 14 l/s eller 50 m³/h (10 m² cellekontor) er tilstrekkelig dersom prosjektet kan dokumentere bruk av lavemitterende materialer
- ✓ Ventilasjonskanaler med lavt tverrsnitt gir mindre støy enn kanaler med stort tverrsnitt
- ✓ Støy i ventilasjonskanaler kan med fordel avhjelpes ved å kle kanalene innvendig med løs mineralull.
- ✓ Store ventiler med diffus innblåsning gir mindre støy og mindre trekk enn små innblåsningsventiler

Kjøling

Hvilke av disse tiltakene vil redusere kjølebehovet i et kontorbygg?

- ✓ Redusert glassareal mot øst, syd og vest
- ✓ Skifte ut utvendig solskjerming mot innvendige gardiner
- ✓ Bruk av energieffektivt og behovsstyrt datautstyr
- ✓ Bygge med store synlige betongflater mot oppholdsrom
- ✓ La PCen alltid stå på for å unngå den store varmeavgivelsen ved oppstart

Hvilke av påstandene er riktige?

- ✓ Det er lite aktuelt med mekanisk kjøling i Norge fordi vi har et relativt kaldt klima
- ✓ Vi kjøler minst like mye i Norge som i Syd-Europa
- ✓ Våre byggeforskrifter krever mekanisk kjøling av yrkesbygg
- ✓ Alle kontorarealer krever mekanisk kjøling for å tilfredsstille Arbeidstilsynets temperaturkrav
- ✓ Det er vanskelig å oppnå lavenergibygg uten å redusere eller eliminere kjølebehovet

Spørsmål utarbeidet for de med god kunnskap om kjøling (arkitektur, bygningsteknikk, bygningsfysikk, VVS og klima og elektro)

Fakta om kjøling – hva er riktig?

- ✓ Passiv kjøling betyr at man er passiv og unngår å kjøle
- ✓ Passiv kjøling betyr å bruke utendørs kald luft til kjøling
- ✓ Frikjøling utnytter kjølekapasitet fra omgivelsene (jord, vann, luft) gjennom en varmeveksler
- ✓ Frikjøling er å kunne åpne vinduene for å kjøle fritt etter behov
- ✓ Aktiv kjøling er å utnytte underjordiske kanaler aktivt til å tilføre kjølig luft

Hvilke påstander er riktige?

- ✓ Aktiv kjøling er alltid bedre enn passiv kjøling
- ✓ Passiv kjøling kan ikke kombineres med aktiv kjøling
- ✓ Aktiv kjøling er mer energikrevende enn passiv kjøling
- ✓ Frikjøling er mer energikrevende enn passiv kjøling
- ✓ Aktiv kjøling krever kjøletak eller kjølebafler

Belysning

Hvor stor andel av energibruken i et bygg går til belysning?

- ✓ For næringsbygg: 15-20 %
- ✓ For næringsbygg: 35-40 %
- ✓ For en gjennomsnittlig bolig: 6 %
- ✓ For en gjennomsnittlig bolig: 15-20 %

Hvor bør glassflatene plasseres for at dagslyset skal utnyttes optimalt?

- ✓ Vindusglass fra gulv til tak
- ✓ Bruk av overlys
- ✓ Glassflater plassert høyt opp på veggen
- ✓ Glassflater plassert i arbeidshøyde
- ✓ Glassflater plassert langs gulvet

Spørsmål utarbeidet for de med forventet god kunnskap om belysning (arkitektur, VVS og klima og elektro):

Hva bør en god og energieffektiv belysningsarmatur ha:

- ✓ Forkoblingsutstyr
- ✓ Avskjerming mot blending
- ✓ Mulighet for lysstyring
- ✓ Lysdirigerende innretning
- ✓ Høy UV-stråling

Hvilke påstander er riktige:

- ✓ 95 % av energien fra en glødelampe går til varme
- ✓ Glødelampen gjengir kun den røde delen av fargespekteret
- ✓ Flere land har innført forbud mot halogenlamper
- ✓ Lysrør er den mest energieffektive lyskilden for innendørs arbeidsplasser (hvis man ser bort fra LED-belysning)
- ✓ Lysrør inneholder miljøgifter

Hvilke påstander er riktige:

- ✓ Det finnes ikke lysstyring som tar hensyn til dagslys
- ✓ Det er ikke mulig å kombinere dagslysstyring med bevegelsessensorer
- ✓ Det er ikke mulig å ettermontere lysstyring i et eksisterende bygg med eksisterende belysning
- ✓ Man kan normalt spare 20-25 kWh/m² år ved å regulere lyset med dagslysstyring og bevegelsessensorer
- ✓ Det har ingen hensikt å regulere belysning i kontorer, da energibesparelsen forsvinner i økt oppvarmingsbehov

Tekniske styringssystemer

Hva er ITB?

- ✓ Forkortelse for Integrerte Tekniske Bygningsinstallasjoner
- ✓ Forkortelse for Intelligente Teknologiske Barrierer
- ✓ Et system som kobler sammen ulike tekniske installasjoner i et kommuniserende nettverk
- ✓ Teknologi som gjør at du kan fjernstyre en bolig eller hytte
- ✓ Et system som muliggjør samlet energioppfølging av et bygg

ITB kan hjelpe byggherren med:

- ✓ Innsamling av driftsinformasjon
- ✓ Optimalisering av kjøling
- ✓ Bedre inneklima
- ✓ Kildesortering av avfall
- ✓ Bedre arbeidsstillinger på arbeidsplass

Spørsmål utarbeidet for de med god kunnskap om tekniske styringssystemer (VVS og klima og elektro)

ITB kan være et hjelpemiddel for å redusere:

- ✓ Behov for tilført ekstern energi
- ✓ Vannforbruk
- ✓ Behov for sikkerhetsdatablader (HMS-datablader)
- ✓ Innendørs luftforurensning i bygget
- ✓ Avfallsmengde i bygget

ITB-ansvarlig må ha kompetanse innen:

- ✓ Datasystemer
- ✓ Idriftssettelse
- ✓ Feilsøk
- ✓ Det er ikke nødvendig med noen spesiell kompetanse ut over vanlig teknisk kompetanse
- ✓ NS 3935 ”Integrerte tekniske bygningsinstallasjoner”

Følgende områder kan ivaretas med ITB:

- ✓ Innetemperatur
- ✓ Lysforhold
- ✓ Beskjed om drifts- og vedlikeholdsoppgaver
- ✓ Testing og kvalitetssikring av sikkerhetsanlegg
- ✓ Arbeidstakers behov for pauser