

Forenkling av tekniske systemer



Tipshefte fra Grønn Byggallianse

Utgitt mars 2016

Tipsheftet er utarbeidet av Arne Førland-Larsen, Ingrid D. Halderaker
og Katharina Th. Bramslev.

Forsidebilde: Ingrid D. Halderaker

De fleste moderne kontorbygg har omfattende tekniske installasjoner. Mange byggeiere opplever at dagens kompliserte tekniske anlegg ikke fungerer som de skal. De ender med å få reklamasjoner, høyt energiforbruk og klager på inneklime. Kan en kraftig forenkling av ventilasjons-, oppvarmings- og kjølesystem være en smart løsning for å oppnå mere kostnadseffektive og miljøvennlige bygg?

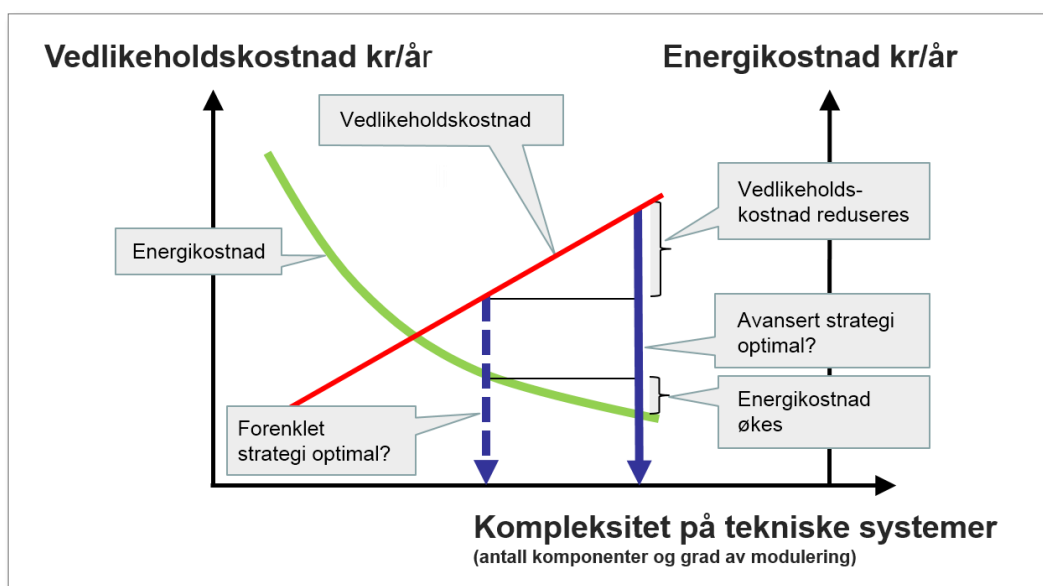
“ Make things as simple as possible – but not simpler. ”

Albert Einstein

I Lustenau i Østerrike har arkitektfirmaet Baumschlager Eberle utviklet et bygg med maksimalt forenklede tekniske systemer. Bygget har verken tradisjonelt oppvarmings-system, mekanisk ventilasjon eller kjøling. Likevel er det mulig å holde inne temperaturen mellom 22 og 26°C året rundt og CO₂ nivået akseptabelt. Bygget har en total målt energibruk første driftsår på rundt 40 kWh/m² år, uten egen energiproduksjon på bygget.

En løsning basert på prinsippene til 2226 kan gi lav reell energibruk i drift også i norsk klima og det kan gi et tilfredsstillende inneklime. Samtidig vil en løsning basert på prinsippene til 2226 gi redusert investeringskostnad til tekniske systemer, som kan brukes til andre kvaliteter i bygget. I 2226 er besparelsene brukt på materialer med høy kvalitet og lang levetid. Løsningen gir høy fleksibilitet og generalitet gjennom valg av tidløse og robuste materialer, relativ stor fleksibilitet og generalitet i innredning og funksjoner i bygget og de enkle tekniske systemene.

Å bygge etter prinsippet fra 2226 krever at man tenker på inneklime på en ny måte. Det er trolig ikke mulig å gå så langt i alle prosjekter, men også mindre ekstreme prosjekter vil ha nytte av å tenke forenkling for å oppnå mer kostnadseffektive og fleksible bygg.



Figur 1: Sammenheng mellom energibruk, kompleksitet av tekniske systemer og LCC-kostnad.

Forenklete tekniske systemer må utvikles i en tett integrert designprosess, hvor:

- Oppvarmings- og ventilasjonsstrategien er en integrert del av bygningens design
- Det velges høyest grad av forenkling uten at dette går på kompromiss med godt inneklima og lav energibruk
- Det er en «akkurat tilstrekkelig» kompleksitet på tekniske systemer og «en akkurat tilstrekkelig automatiskløsning»

Dette tipsheftet beskriver fordeler og ulemper ved forenkling, sammenligner ulike alternativer og gir kort oversikt over føringer for forenklete tekniske systemer.

Forenkling av tekniske systemer har mange fordeler

Forenklete tekniske systemer;

- er et grep for å redusere risiko for feil og mangler ved idriftsettelse og overtakelse av nye bygg.
- er enkle å drifte og kan i større grad driftes av byggets vaktmester.
- frigjør investeringskostnad til andre kvaliteter som bedre materialer, som igjen kan redusere vedlikeholdskostnadene for bygget.
- kan gi fleksibilitet og generalitet, som igjen gir lavere kostnader til ombygginger og mindre avfall.
- kan redusere energibruk til kjøling og oppvarming gjennom å i stedet utnytte byggets passive egenskaper.

Hva er utfordringene?

- Forenklete tekniske systemer kan gi variasjoner i temperaturen over dagen og året, og det krever at brukerne i større grad tilpasser påkledningen til en temperaturvariasjon.
- Forenklete tekniske systemer krever at man ser på inneklima på en ny måte. Et godt inneklima er ikke kun et spørsmål om luftmengder, men en helhet som også omfatter kvaliteter som store himlingshøyder, kvalitetsmaterialer og robust design.
- Forenklete tekniske systemer er vanskelige å forene med høye krav til interne belastninger, med meget høy persontetthet og med høy konstant bruk, som for eksempel meglerbord.
- Forenklete tekniske systemer er ikke nødvendigvis den beste løsningen i alle prosjekter og på alle lokaliteter. Det må gjøres en vurdering av hvor stor grad av forenkling som er mulig og fornuftig å gjennomføre. En veiledende tabell til en slik vurdering finnes i tipsheftet.
- Forenklet design er ukjent i markedet og krever tettere dialog med leietakere for å synliggjøre fordeler og ulemper.

En sammenligning av forenklete og avanserte tekniske systemer i tall og grafer

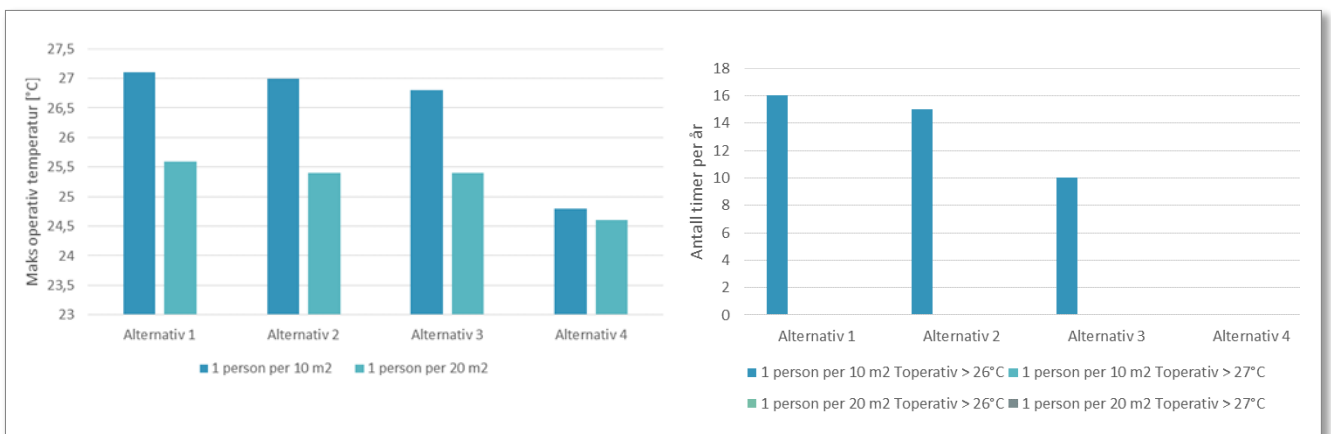
Figurer og grafer under sammenligner beregningseksempler for fire alternative tekniske løsninger.

- Alternativ 1 har en maksimal forenkling som tilsvarer 2226 bygget.

- Alternativ 2 har hybrid ventilasjon med naturlig ventilasjon og noe balansert mekanisk ventilasjon (ca 2 m³/m² h)
- Alternativ 3 har hybrid ventilasjon med naturlig ventilasjon og noe mer balansert mekanisk ventilasjon (ca 4 m³/m² h)
- Alternativ 4 representerer en tradisjonell avansert teknisk løsning med balansert mekanisk VAV ventilasjon med 10 m³/m² h, og dynamiske tilluftsventiler.

For inneklimate- og energisimuleringene er det forutsatt brukstid: 07.00-17.00 med 100 % samtidighet, 1 person pr 10 m² eller 20 m², 100 W (pc-utstyr) /person, og belysning på 5 W/m². Videre er simuleringene gjort på en bygningsmodell som har bygningskropp tilsvarende passivhus.

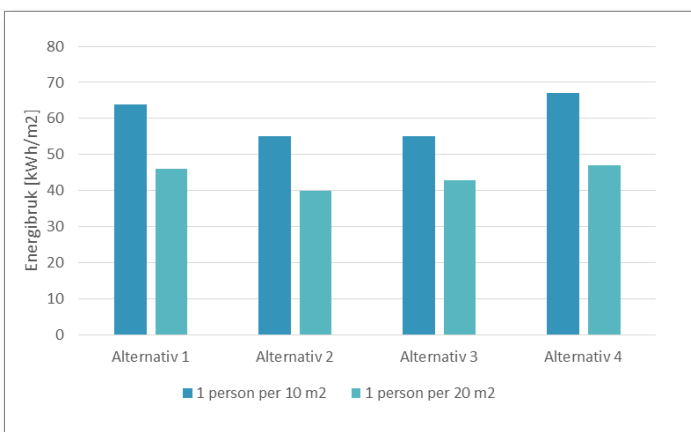
Inneklimate



Figur 2 og 3: Termisk inneklimate for fire alternative tekniske systemer. Søylediagrammet til venstre viser maksimal innetemperatur i et normalår for kontor med ulik persontetthet. Søylediagrammet til høyre viser antall timer over 26°C og 27°C i arbeidstiden for et normalår.

Alternativ 1 til 3 gir mer varierte temperaturer over året sammenlignet med alternativ 4, og krever at brukeren tilpasser påklædning til dette. Alle alternativer har < 50 timer over 26°C, og tilfredsstillende veiledning til forskriftskravet til termisk inneklimate.

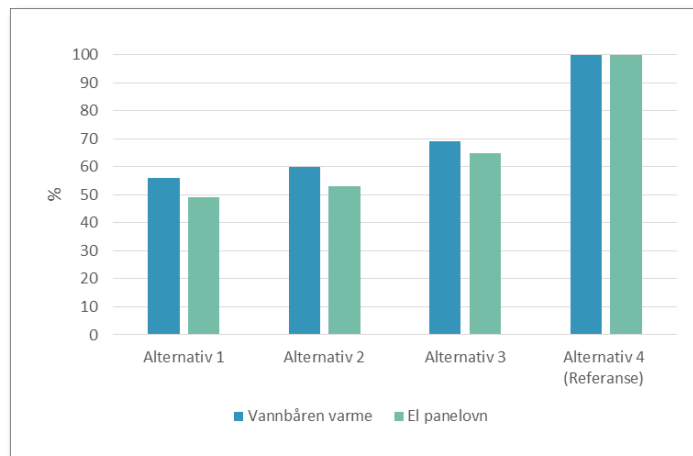
Energibruk



Figur 4: Beregnet energibruk for fire alternative tekniske systemer (kWh/m² år). Det er her ikke brukt normerte verdier i NS 3031, men forutsetninger som er vurdert å ligge nærmere reelle verdier.

Alle alternativene har beregnet energibruk på samme nivå, og alle alternative kan nå lavt energibruk i drift. Hvis man hadde regnet med normerte verdier i NS 3031, ville ikke alternativ 1 tilfredsstilt energikravene i teknisk forskrift. De andre ville tilfredsstilt forskriften, men hatt høyere beregnet energibruk enn grafene viser (dog trolig ikke høyere reell energibruk).

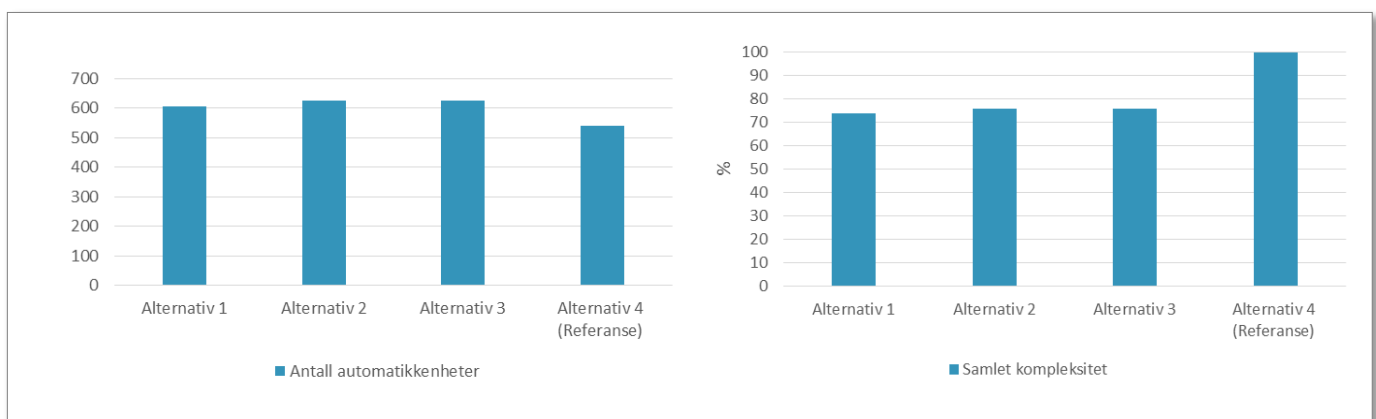
LCC kostnad



Figur 5: Årskostnad (beregnet for en 60 års periode) for fire alternative tekniske systemer. Alternativ 4 er referansen (100%). Investeringskostnad omfatter kun investerings- og drifts- og vedlikeholdskostnader for tekniske systemer.

Forenklete tekniske systemer har 30 -50% lavere årskostnad enn en tradisjonell teknisk løsning. Lavere årskostnad for forenklete tekniske systemer er et resultat av lavere investeringskostnad og lavere driftskostnad.

Kompleksitet



Figur 6 og 7: Første figur viser antall automatikkenheter (måleenheter og styringsenheter) og den andre viser en vurdering av total kompleksitet for fire alternative tekniske systemer.

Alternativ 1,2 og 3 har et stort antall automatiske vindusstyringer slik at antall komponenter er på nivå med et tradisjonelt system. Hver av vindusstyrings-komponentene er

imidlertid mindre komplekse sammenlignet med dynamisk ventil/spjeld, slik at total kompleksitet er vurdert som lavere i alternativ 1, 2 og 3.

Når kan tekniske systemer forenkles?

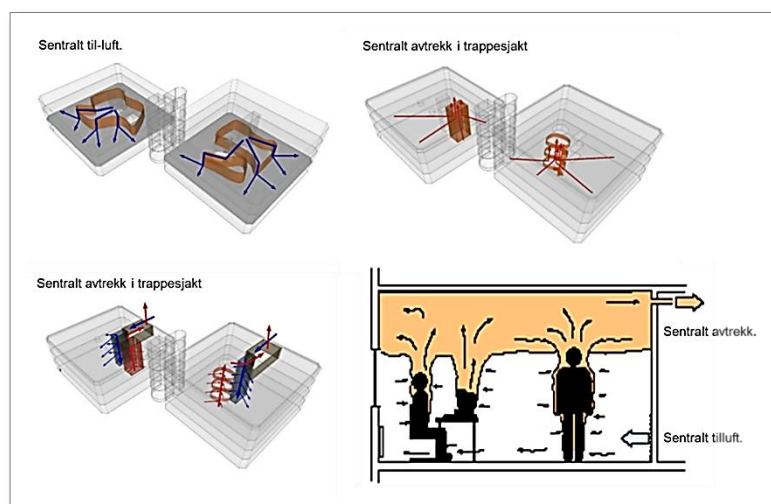
Tabellen under viser hvordan ulike forutsetninger i bygningskroppen, bruken av bygget og forventninger til bygget legger til rette for ulike grader av forenkling.

Bygningsrelaterte parametere	Maksimal forenkling er mulig – ALT 1	Vesentlig forenkling er mulig – ALT 2	Noe forenkling er mulig – ALT 3
Glassareal i % av fasadens areal - ved utvendig solskjerming	< 25	< 35	< 35
Glassareal i % av fasadens areal - ved innvendig solskjerming + skjerming fra bygg/vegger	< 20	< 25	< 25
Omgivelser som påvirker vindforhold, luftkvalitet og støy	Forstad eller lite trafikk	Byområder med moderate trafikkforhold	Byområder med moderate trafikkforhold
Forhold romdybde/romhøyde	< 2	2 – 5	> 5
Aktiviteter med høy forurensing	I separate rom	I separate rom	I separate rom
Mulige romtyper	Celle-, landskapskontor og møterom (må vurderes)	Celle-, landskapskontor og møterom	Celle-, landskapskontor og møterom
Termisk kapasitet	Blottlagt tung himlings- eller veggkonstruksjon	Blottlagt tung himlings- eller veggkonstruksjon	Blottlagt tung himlings- eller veggkonstruksjon
Intern varmebelastning (W/m ²)	< 15	< 20	< 20
Minimum nettoareal pr person (m ² /person)	> 10	> 8	> 6
Krav til romakustikk	Moderate	Moderate	Moderate
Intern lydoverføring mellom rom eller arbeidsplasser	Akseptabelt	Leilighetsvis akseptabelt	Uakseptabelt
Mulighet for å åpne vinduer (med sikkerhetslås utenom driftstid)	Hele døgnet	Hele døgnet	Kun i brukstiden
Mulighet for tilpasning av påkledning til årstiden	Ja	Ja delvis	Nei
Periodevis forringet luftkvalitet, maksimalt 30 min	Kortvarig under ekstreme forhold	Kortvarig under ekstreme forhold	Uakseptabelt
Periodevis forhøyet romtemperatur på svært varme dager (maks 10 dager i et normalår, typisk 4-5 timer med innetemperatur over 26 °C (fra kl. 11.00–12.00 og fram til slutten av arbeidsdagen)	Akseptabelt	Akseptabelt	Akseptabelt
Trekk i korte perioder i forbindelse med vinduslufing på kalde dager, maksimal varighet 0–5 min.	Aksepteres maksimalt en gang i timen	Aksepteres 1 -2 ganger i løpet av arbeidsdag	Uakseptabelt
Filtrering	Ikke nødvendig	Ikke nødvendig	Nødvendig på vinteren
Brukstidens lengde (timer)	< 10	< 10	< 12

Praktiske eksempler på hvordan tekniske systemer kan forenkles

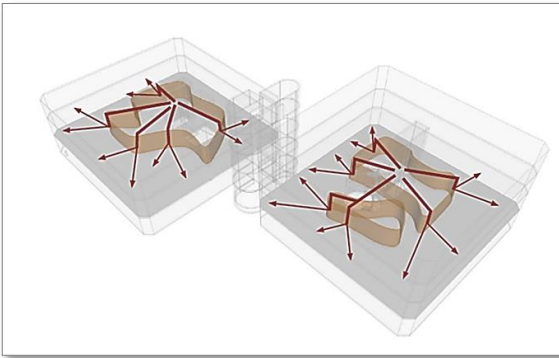
Powerhouse Kjørbo - Sandvika

Powerhouse Kjørbo er et rehabilitert kontorbygg i Bærum, definert som plussus, bygget av Entra. Ventilasjonen av bygget er et eksempel på et forenklet mekanisk balansert ventilasjonssystem. Prinsippet er basert på to hovedprinsipper; bruk av bygget som kanaler og bruk av fortrengingsventilasjon. Fortrengingsventilasjon betyr her at luften tilføres ved gulvet og trekkes ut ved himlingen. I landskapssoner kan tilluften tilføres i byggets kjerne og man kan oppnå en relativt enkel oppbygning og utstrekning av kanalsystemet. Prinsippet er avhengig av at luften ikke stoppes av faste tette vegger på sin vei til oppholdssonen. Prinsippet er vist under.



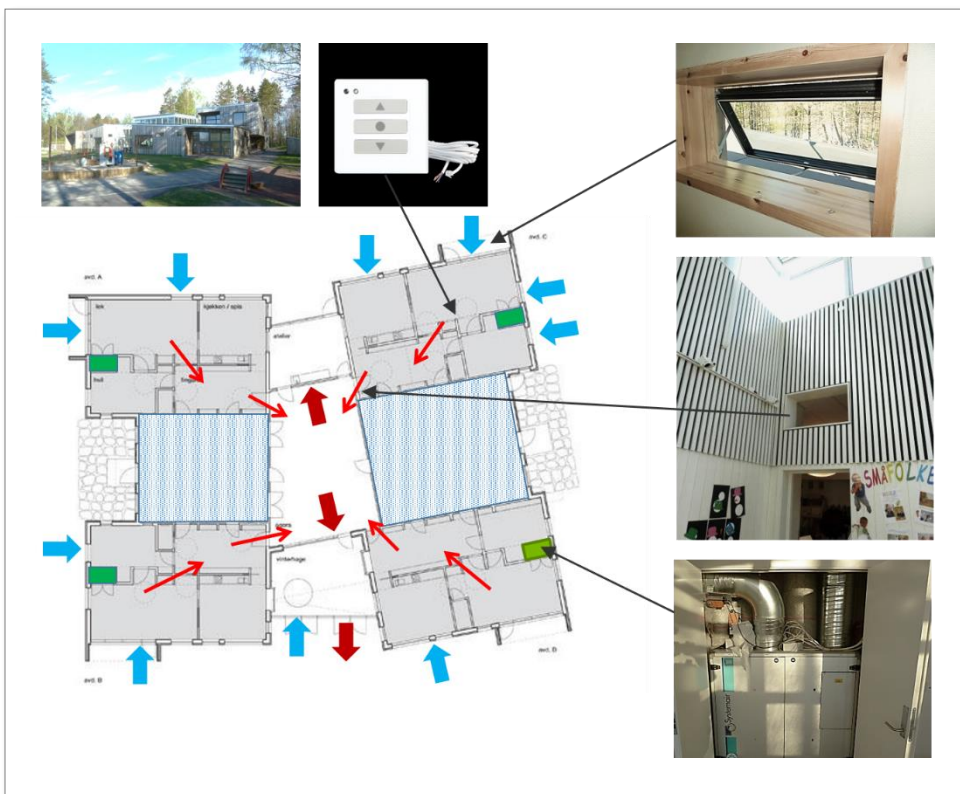
Figur 8: Ventilasjonsprinsipp Power House Kjørbo. Illustrasjon Snøhetta og Rehva.

Powerhouse Kjørbo er designet med et forenklet oppvarmingssystem. Vannbåren varme er lagt i kjerner i bygget. Tekniske føringer ligger i et "skjørt" midt i bygget, som også er en viktig del av formspråket til bygget. Dette gir svært forenklet kursopplegg, færre, men litt større radiatorer og samlet sett en lavere investeringskostnad. I åpent landskap tilføres varmen direkte til rommet og i cellekontorer gjennom dør mellom kontor og åpen landskap/gang. Energiflyten gjennom den åpne døren er tilstrekkelig til å dekke cellekontorets oppvarmingsbehov utenom driftstid. I tillegg er Powerhouse designet med eksponerte himlinger for å lagre energi om dagen og spare den til natten. På den måten reduseres både effektbehov og oppvarmingsbehov, utenom driftstiden.



Figur 9: Oppvarmingsprinsipp Power House Kjørbo. Illustrasjon Snøhetta.

Solstad barnehage - Larvik



Figur 10: Solstad Barnehage i Larvik er designet med hybrid ventilasjon tilsvarende prinsippet i alternativ 3.

Solstad Barnehage i Larvik er designet for bruk av hybrid ventilasjon. Bygget har desentraliserte aggregater og sentralt naturlig avtrekk gjennom høysittende vindu i sentralagora. Bygget ble ferdigstilt i 2010. Driftserfaringene så langt er gode, med lavt energibruk og tilbakemeldinger fra brukerne om et godt innemiljø.

Mesterfjellet skole - Larvik

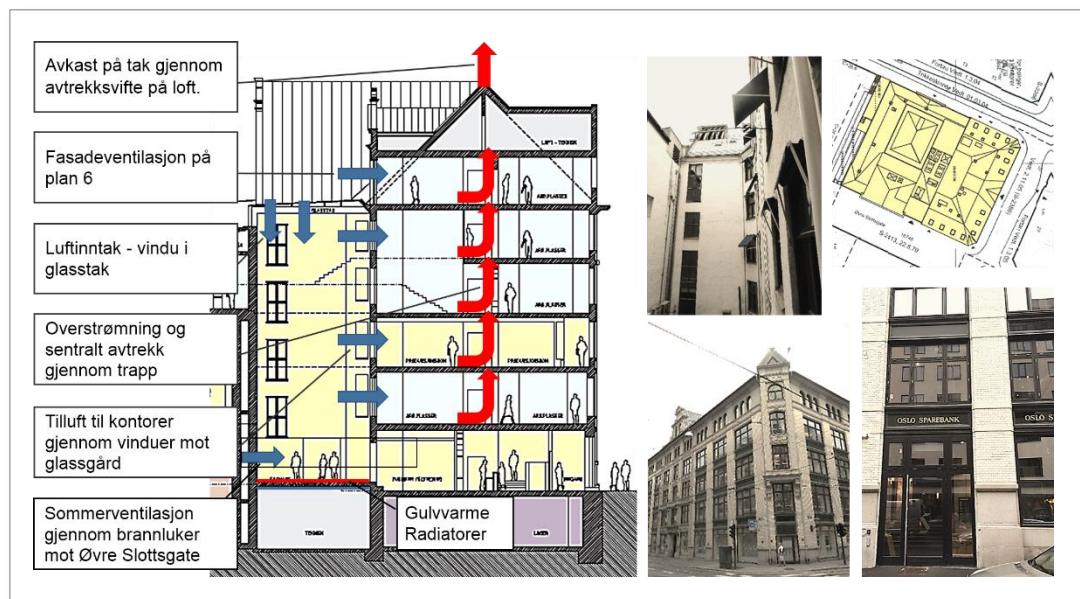
Mesterfjellet skole i Larvik er designet for bruk av hybrid ventilasjon. Bygget har sentralt ventilasjonsaggregat med kapasitet på ca 60% av vanlig prosjekteringspraksis. Mekanisk ventilasjon suppleres av automatisk styrt vinduslufting. Bygget ble ferdigstilt i 2014. Driftserfaringer så langt er gode, med lavt energibruk og tilbakemeldinger fra brukerne om et godt inn klima. Målt energibruk første driftsår er 59 kWh/m² år.



Figur 11: Mesterfjellet skole i Larvik er designet med hybrid ventilasjon tilsvarende prinsippet i alternativ 3.

Oslo Sparebank - Oslo

Oslo Sparebank i Øvre Slottsgate i Oslo er i designet for bruk av naturlig ventilasjon. Et tidligere gårdsrom er ved rehabiliteringen endret til glassgård og benyttes som tilluft-kammer for ventilasjon av soner mot glassgården. Kontorer mot glassgården ventileres



Figur 12: Oslo Sparebank er designet med naturlig ventilasjon, delvis som prinsipp for alternativ 1.

gjennom automatiserte luker i fasaden. Avtrekk fra kontorer går via overstrømning til trapperom og sentral avtrekksvifte. Om sommeren kommer tilluften til glassgården gjennom lavt sittende brannluker i fasaden mot Øvre Slottsgate. Om vinteren kommer tilluften gjennom luker i taket. Om sommeren nattkjøles glassgården med naturlig ventilasjon inn gjennom brannluker mot Øvre Slottsgate, og ut gjennom luker i tak. Energien (kulden) magasineres i eksponerte teglvegger i glassgården. Magasinert energi brukes til kjøling av tilluft til kontorer på dagen.

Les vår veileder hvis du ønsker å vite mer om forenklede tekniske systemer

Grønn Byggallianse har også utarbeidet en mer utførlig veileder «Avanserte versus enkle tekniske systemer - fordeler og ulemper». Veilederen har detaljerte beskrivelser av ulike løsninger for forenkling for videre inspirasjon og økt kunnskap.



Eiendomsbransjens nettverk for miljøkunnskap og handling

Grønn Byggallianse er et miljønettverk bestående av de største utbyggerne og forvalterne i Norge. Alliansen er en arena for aktive utbyggere som ønsker å være i front på miljøområdet. Grønn Byggallianse er et kompetanse- og informasjonssenter for medlemmene og myndighetenes sparringpartner i byggenæringen innen miljøspørsmål. En rekke av Norges største eiendomsaktører, med en bygningsmasse på over 35 millioner kvadratmeter, er i dag medlemmer i Grønn Byggallianse.

For mer informasjon, se byggalliansen.no eller ta kontakt:



Katharina Th. Bramslev

Daglig leder

katharina.bramslev@byggalliansen.no

Telefon 97 75 88 97