

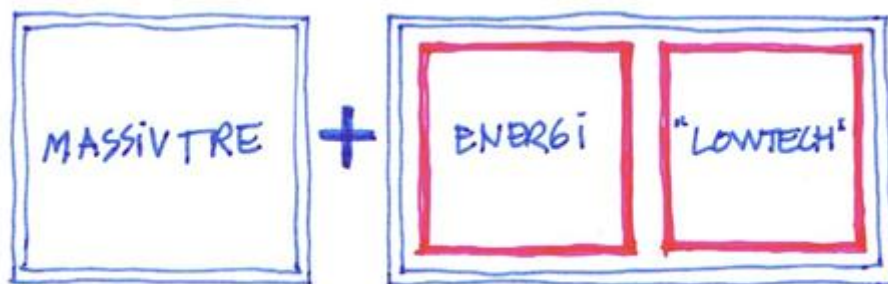
RAPPORT

MULIGHETSSTUDIE FOR ETT BÆREKRAFTIG BYGG MED
MÅLPRISVURDERING OG GJENNOMFØRINGSMODELL

Romsdal vgs

«*Bygg for framtida*»

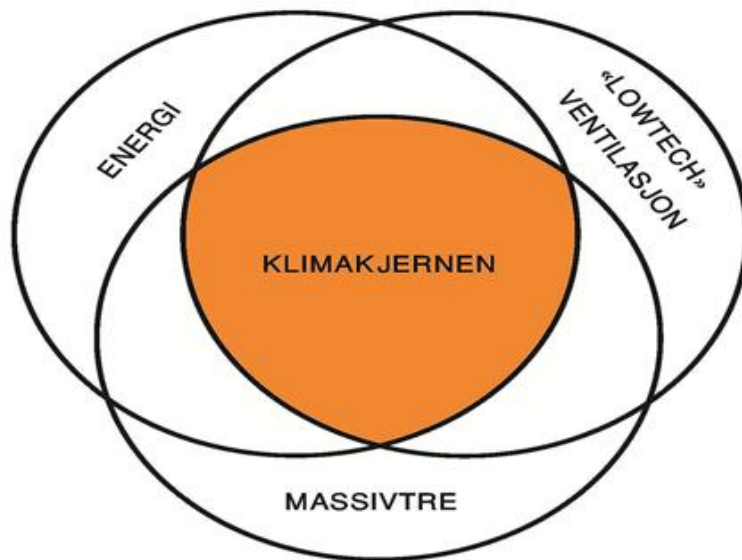
- *Bygg for læring og bygg for klima*



Produktet og konseptet «Low-tech Passivhus i tre» :

- Utgangspunktet er Borgund vgs i Ålesund, tilpasset Romsdal vgs og målsettingene i dette studiet
- Integrrert prosjektering i samspill mellom materialer, energi og teknologi. Utgangspunkt er mål for energi, økonomi og drift
- Tilpasset gjennomføringsmodell for målstyring av økonomi og kvalitet
- Bærekraftig med 50 % redusert klimagassutslipp i forhold til referansebygg, ved bruk av massivtre og «low-tech» ventilasjon, samt fornybar energi
- 20 % reduserte investeringer og driftskostnader i teknologi ved enklere ventilasjonsløsninger, benevnt som «low-tech»
- Mulighet for 0 andel el-spesifik energiforsyning

Rapporten er skrevet av Ola Øyen, Silvinova AS



«KLIMAKJERNEN»
© OLA ØYEN & OLA ROALD

Klimakjernen er utgangspunktet for integrert prosjektering. Den består av samspillet mellom materialer, energi og teknologi. Integrert prosjektering er omtalt i rapporten «IED» Integrert Energi Design, utdelt til driftsgruppen på befaring av Borgund Skole. Her er energi sentralt. Klimakjernen går videre og tar med materialenes påvirkning på totalen og betydningen av valg av teknologi. Disse 3 elementene i ett prosjekt må ses i sammenheng for å få ned kostnader og for å oppnå ett bærekraftig bygg.

INNHALDSFORTEGNELSE

Innledning	side 4
Sammendrag og anbefalinger	side 4
Konseptets målsettinger	side 6
Konseptet «low-tech passivhus i tre»	side 7
Konsekvensvurdering	side 9
Bestillingen	side 11
Situasjonen	side 13
Besvarelsen byggherres krav	side 15
Klimakjernen	side 26
Bakgrunn	side 32

Vedlegg i rapporten

i) Kombinasjonsløsninger	side 35
ii) Forslag tverrsnitt massivtrevegg	side 36
iii) Slitasjereferanser fra andre skoler	side 37
iv) Prinsippskisse planløsning Romsdal vgs	side 38
v) Tverrsnitt skisse Romsdal vgs	side 39
vi) Borgund vgs, Ålesund	Side 40
vii) Lyddemping i massivtrekonstruksjon	side 41
viii) Massivtre egenskaper	side 41
ix) Målprisreferanser andre skoler	side 43
x) Eksempel solavskjerming, Rena leir	side 45
xi) Brukerkrav	side 45
xii) Dimensjoneringsgrunnlag for ventilasjon	side 47
xiii) Arealer Romsdal vgs	side 48
xiv) Funksjonsføringer rom	side 49
xv) Modellering av ventilasjonsbehov	side 50
xvi) Betong vs Tre	side 51

Separate vedlegg

- Erfaringer entreprisemodeller fra trebygg ingeniør
- Erfaring med bruk av tre ved trebygg ingeniør
- PowerPoint presentasjon om tema energi og ventilasjon fra ventilasjons rådgiver
- PowerPoint presentasjon om løsningsskisser fra arkitekt
- Faktaveilederen «Fokus på Tre no 37 – Tre og Brann»
- Massivtre – egenskaper ved Treteknisk institutt

INNLEDNING

a. Oppgavebeskrivelse og vår forståelse av oppgaven

Oppgaven består i å beskrive en mulighet for ett bærekraftig bygg med klare miljøgevinster og ett driftskonsept med klare løsninger for enkel drift. Ventilasjonsteknologi og renhold skal fokuseres. Oppgaven tar utgangspunkt i de positive erfaringene med lære- og skoleløsningene fra Borgund Skole i Ålesund.

b. Organisering av arbeidet

Rapporten er initiert ved Tredriveren i Møre og Romsdal. Studien er utført av ett team bestående av «modige» fagfolk innen trebyggeri, energi og ventilasjon samt en arkitekt med bred erfaring innen lav teknologi skolebygg i tre. Driftseksjonen ved Møre og Romsdal Fylkeskommune har vært med i drøftinger om driftskrav og mulige løsninger.

c. Hvem finansierer rapporten

Arbeidet er finansiert gjennom Tredriveren/Innovasjon Norge/Fylkesmannen og Møre og Romsdal Fylkeskommune

Bestillingen fra Møre og Romsdal Fylkeskommune

- ✓ Beskrive ett konsept for løsning av en bærekraftig skole
- ✓ Beskrive muligheten ved tre som hovedmateriale, samt belyse tre vs betong.
- ✓ Beskrive muligheten for en drift- og vedlikeholds vennlig skole med enkel ventilasjonsteknologi
- ✓ Gjennomføre en målprisvurdering iht foreslått budsjett på totalt 30 000,-/kvm (2011), inklusive mva, men eks råtomt kostnad
- ✓ Beskrive en gjennomføringsmodell som sikrer kvalitet og funksjon ved bygget og målprisstyring
- ✓ Beskrive konsekvensene for Møre og Romsdal Fylkeskommune ved å velge en innovativ og bærekraftig skole

Se også den spesifiserte bestillingen mht funksjonskrav og kvalitetskrav, definert i eget kapittel.

SAMMENDRAG OG ANBEFALINGER

Hovedkonklusjoner

- ✓ Romsdal vgs kan prosjekteres og bygges i tre ut fra brukerkrav i mulighetsstudiet
- ✓ Skolen kan prosjekteres for 20 % rimeligere byggekostnader og 25 % lavere driftskostnader ved å benytte Integrert prosjektering ved hjelp av Klimakjernen og «low-tech» ventilasjons løsninger. Driftskravet for renhold kan imøtekommes med materialer og løsninger.
- ✓ Målprisvurderingen viser at 30 000 kroner pr kvm er noe lavt, selv om det er besparelser med «low-tech» ventilasjon. Massivtre er ikke dyrere enn betong som

byggemateriale hvis det tas hensyn til trematerialets egenskaper og rammer ved prosjektering

- ✓ Totalentreprise med grundig beskrivelser velges
- ✓ Konsekvensene for Møre og Romsdal ved å velge konseptet for Romsdal vgs er at de må tilknytte seg en prosessleder, som følger prosess fra politisk beslutning til bygget står der.

Anbefaling gjennomføring

- Bygg i tre med «low-tech» ventilasjon. Velg løsninger basert på denne mulighetsstudien
- Den foreslåtte totalentreprisen gjennomføres med grundig beskrivelse av grensesnitt og byggets ytelseskrav. Det foreslås å spesifisere kompetansekravet og dokumentasjonskravet ved kontrahering av entreprenør og rådgiversteam, det siste både i prosjektering og gjennomføring.
- Gjennomfør en leverandørmobilisering ved leverandørtreff som framlegger byggets føringer i ytelse og tekniske løsninger, hvordan det skal prosjekteres og anskaffes. Dette for å mobilisere interesse fra leverandørmarkedet til å levere løsninger og tilbud
- Tilknytt en prosessleder i hele prosjektet
- Skaff en prosjekt/byggeleder, som kan massivtre, og som har løst tilsvarende bygg tidligere

Økonomi

- Målpris projektkostnad på kr 30 000 pr kvm (inkl mva) og eks råtomt er for lav. Den bør heves til 32 000 kroner
- Besparelse kan skje ved:
 - Arealbesparelse 5% (særlig fellesarealer)
 - Kort ned prosjekteringsperioden uten at brukerne forsømmes. Benytt de gode funksjonsløsningen fra Borgund Skole i Ålesund.
 - Styr prosjekteringsmøtene og arbeidet i mellom, slik at det blir økonomisk effektivt

Oppsummering av sammenhengen mellom faktorene:

- Kostnad
- Kvalitet
- Byggetid

Sammenhengen mellom faktorene kostnad, kvalitet og byggetid kan oppsummeres i 3 punkter:

- En høyere kvalitet på bygget behøver ikke bli dyrere, hvis det benyttes integrert prosjektering. Dette fordi fokus på kostnader og løsninger ikke henger sammen med fine og dyre produkter. I denne studien har vi bevisst søkt etter reduserte kostnader på ventilasjons teknologi for å kunne gi skolen en driftsmessig høy kvalitet
- Byggetid og kostnad hører sammen. Kort byggetid krever mer industrialisering, som gir lavere kostnad pga prefabrikasjon. Kortere byggetid krever også kortere administrasjonstid og RIGG tid hos entreprenør. Kortere byggetid påvirker også rentekostnader og avbruddskostnader i skole under drift.

- Kvaliteten påvirkes av kortere byggetid pga at industrielt trebyggeri krever telt over bygget, dvs «tak over tak». Dette gir mindre byggefeil og tørt bygg, noe som er vesentlig for kvaliteten på ferdig produksjon.

Prosjekteringsanbefalinger

- Benytte IED «Integrert Energidesign» - integrert prosjektering - før oppstart for å gjøre en vurdering av strategien og målsettingene i klimakjernen før føringene legges. Dette vil fort sette fokus på de tiltakene som er viktige.
- Sammen med integrert prosjektering settes fokus på driftskrav og modeller for å optimere driftsøkonomien.
- Forsøk å ta hensyn til massivtreets termiske og fuktmessige egenskaper i beregning av varme og kjølebehovet i energiberegningsprogrammet VIP Energy. Her kommer effekten av både materialer med tverrsnitt og valg av tekniske løsninger tydelig fram tidlig i planprosessen.
- Søk etter kombinasjonen mellom trematerialets termiske- og fuktegenskaper, fornybare energikilder og low-tech ventilasjons- og varme/kjøleløsninger
- Få inn tidlig fagfeltene for en optimal planlegging. Særlig VVS kompetanse. Avklar krav og muligheter for low-tech ventilasjon før bygget skisseres opp. Form og rominndeling påvirker ventilasjons løsningene. Bruk av økte romvolumer for mindre ventilasjonsbehov for CO2 og/eller for mellomlagring av varm luft med CO2 er en mulig løsning. Antall mennesker i rommet og tidsrommet for tilstedeværelsen er dimensjonerende for ventilasjonen. Atrium og verkstedhallene er rom som kan mellomlagre varme og CO2 fra andre rom i skolen. Dette fordrer støvfri luft og lite emisjoner, samt styrt temperatur med få svingninger.
- Seksjoner bygget mht funksjon og ventilasjonsløsning
- Konstruer byggene som haller og del inn de som trenger det i følge romprogrammet. Rasjonell og industriell bygging med stor elastisitet. Alle hushjørner og høydeforskjeller koster. Energimessig er det smart med store volumer. Designmessig er det ikke et problem å bryte det monotone uttrykket
- Planlegg føringsveier for tekniske installasjoner parallelt med skisser av bygget, og ikke etterpå som det er vanlig å gjøre. Tørr å benytte åpne eller tildekkede føringsveier for El og VVS. En utildekket himling koster mindre og er lettere å vedlikeholde.
- Etter mulighetsstudiet spesifiser ytelseskriteriene for bygget (funksjons- og kvalitetskravet) samtidig som energistrategien med tekniske løsninger spesifiseres nærmere. Konkurransgrunnlaget for kontrahering av rådgivere og senere leverandører kan med fordel beskrives i denne fasen etter mulighetsstudien.

KONSEPTETS MÅLSETTINGER

Konseptet har følgende målsettinger

- 1) Tre som hovedmateriale for 50% reduksjon av klimagassutslipp iht referansebygg i andre materialer
- 2) Passivhus standard
- 3) 50 % redusert energibehov iht krav
- 4) Maks 25 % andel el.spesifikt
- 5) Low-tech løsninger ventilasjon og 30% besparelser på teknologi i investering og drift
- 6) Vedlikehold og renholdsrutiner etter krav og ut fra robuste overflater

KONSEPTET «LOW-TECH PASSIVHUS I TRE»

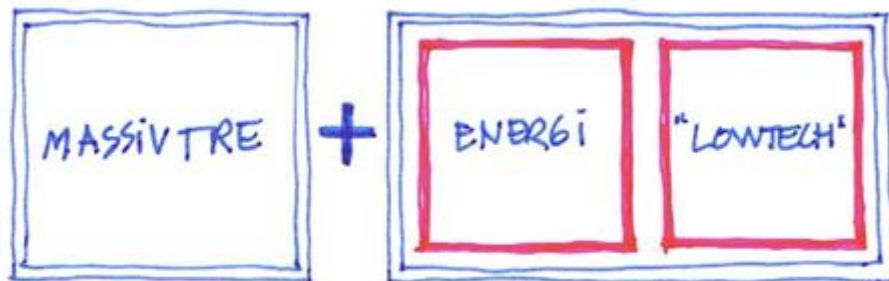
Basert på integrert prosjektering

Basert på integrert og parallell prosjektering, hvor samspillet mellom materialstrategi, energistrategi og tekniske løsninger er basis. Arbeidet starter opp med definisjon av målsettinger for byggets ytelsesevne med energi og klimabelastning samt krav til drift og målpris. Så legges strategier for å oppnå dette.

Konseptet har følgende føringer:

- **Grunnmodell.** Videreutviklet modell **Borgund VGS i Ålesund** fra med organisering av utdanningsprogram som egne avdelinger rundt fellesfunksjonene og gjennomgående gater.
- **Organisering av funksjon og ventilasjonsmetode.** Avdelingene organiseres i tillegg i forhold til hverandre for å bidra til desentraliserte og tilpassede tekniske løsninger til en ventilasjonsstrategi som skiller forholdet mellom naturlig og mekanisk eller en blanding i forhold til bruk/belastning og romvolumer.
 - Eksempelvis kan dette innebære at verksteder får i hovedsak naturlig ventilasjon med punktavsug og frostsikring
 - Eksempelvis kan dette innebære at atrium og gatene får en blandingsventilasjon mellom naturlig og mekanisk ventilasjon med tilførsel av luft gjennom vegg fra undervisningsrom og avtrekk over tak med varmegjenvinning og «sjokkventilering/kjøling» gjennom lysluker i taket
 - Eksempelvis kan dette innebære at auditorier og hardt belastede rom (mange folk i møterom eller resepsjon eller rom med mye emisjoner i frisør faget) får mekanisk ventilasjon med aggregater og vertikale føringer ned fra taket
- **Dimensjonering ut fra middelverdier** av varmebehov, luftskifte og el-tilførsel. Belastningsanalyse mht antall personer, tidsbruk og romvolumer danner basis. I tillegg vurderes materialenes overflate egenskaper.
- **Tekniske løsninger og føringsveier er korte** med flere tekniske rom i stedet for sentrale tekniske rom. Dette dimensjonerer ned tekniske løsninger.
- **Vinduer** inngår i energifangst/varme og reduserer behovet for kunstig lys. Dette påvirker også formen på bygget og mulighetene for å oppnå Passivhus standard. Det er et skjæringspunkt mellom vindusareal og kravet til U-verdier. Store vindusarealer krever bedre energi evne i bygget og bedre U-verdier i vinduer.
- **Renhold av rene og jevne overflater**, få utspring og ikke materialer som støver og trenger kjemikalier. Tilgjengelighet med vanlig rengjøringsutstyr til maks takhøyder på 3 meter i vanlige rom og adkomst for lift i alle arealer over 3 meters takhøyde.
- **Tilgjengelighet drift** Den tradisjonelle løsningen med hele nedsenkede himlinger for føringsveier og akustikk forsøkes unngått. Inspeksjons skap i ett sjaktsystem med dører som kan låses
- **Akustikk** iht krav løses ved materialvalg og brudd på større flater. Spile løsninger med bakenforliggende dempende materiale er kjent for å virke dempende, men tidkrevende å rengjøre. Her finnes nye løsninger.
- **Materialvalg** anbefales tre i konstruksjonen og overflater inne. Utvendige overflater kombinerer tre og betongplater ut fra optimal bestandighet (værlitasje og skade/hærverk). De termiske og fuktmessige egenskapene ved materialene optimeres.

- **Planløsninger** utformes etter krav til Passivhus og Low-tech med organisering av avdelinger og funksjoner



KONSEKVENSVURDERING

Det er bedt om en konsekvensvurdering av gjeldene forslag til konsept.

- **Innovasjonshøyde**
 - Innovasjonshøyden i prosjektet er høy, høyere enn det som er vanlig i offentlig sektor på 4 %. Det er ikke vurdert innovasjonshøyden, men den er betydelig i sin kombinasjon av bærekraftige materialer med industriell bygging og samspillet mellom materialer, lav teknologi ventilasjon og fornybare energikilder. At den er 35 % eller mer er mulig
- Konsekvens for byggherre mht **kompetansekrav**.
 - Overgangen til passivhus er krevende. Ikke i byggets utførelse, men med fokus på tekniske installasjoner i forhold til integret prosjektering. Byggherren bør knytte til seg en prosessdriver som kan sikre kostnadskontroll og kvaliteten ved bygget og de som skal levere til byggeprosjektet. Driftsfolket må inn i en planprosess for å stille kritiske spørsmål og utfyllende innspill. Skal bygget bli funksjonelt og innenfor en forsvarlig økonomisk ramme, må det «prosjekteres bakfra», dvs fra ett bruks ståsted mht drift og kostnader. Romsdal vgs er lagt opp slik ved at driftspersonellet er aktive tidlig og ved at Borgund vgs er evaluert.
- Konsekvensene ved å gå til Passivhus standard for byggherre er **større krav til beskrivelser**:
 - Strengere byggdetaljering – møtes med økt bruk av standardløsninger i planlegging og færre fagfelt som må kombineres. Økt industrialisering av standardløsninger gir økt presisjon i utførelse og færre byggefeil pga økt andel montering og mindre byggeplass arbeider
 - Økt krav til spesifisering av byggene – møtes med mer arbeid ved spesifisering av ytelseskriteriene ved bygget
- **Økonomisk vil det innebære en ekstra kostnad på + 20 % i forhold til TEK 10** uten at det gjøres besparende tiltak. Dette er det viktig å forholde seg til i prosjektering og bygging. Passivhus vil innebære nye løsninger og behov for sikkerhet av løsninger for å minimere usikkerhet for byggherre og entreprenør. Derfor er det viktig å etablere en enklere systematikk i kontrahering og bygging av bygg med Passivhus standard. Momenter av betydning for målpris er:
 - Bevisst valg av materialkombinasjoner samt å redusere antall fagfelt med dertil færre grensesnitt mellom fagene og leverandørene. En god og forklarende beskrivelse av grensesnitt og løsningene mellom disse, som en bok med kapitler, avsnitt og tekst. I dag beskrives de ulike gransnittene, men sammenhengen mellom disse er ikke godt nok ivarettatt. Denne kompetansen må byggherre sikre i planleggingen og overvåke selv, slik at den blir god nok.
 - Fokuserer på industriell produksjon ved økt grad av prefabrikasjon og monteringsandel, som igjen påvirker industrialiseringsgrad og økt valg av standardløsninger i positiv retning. Økt industrialiseringsgrad senker kostnadene og antall byggefeil.
 - Valg av tekniske løsninger og sammenhengen med energistrategi, forstått som dimensjonering av tekniske anlegg for varme og

ventilasjon. Kjøling inngår i ventilasjon. Her er det viktig å bruke egen eller innleid kompetanse til å utfordre rådgivere og leverandører. Kritiske spørsmål til forskrifter og løsningsforslag og bevisst valg iht teknikken i «Integrert Energidesign – IED». Denne er beskrevet et annet sted i rapporten som en av teknikkene i klimakjernen.

- Anskaffelsen med kontraheringsunderlag og prosjektstyring er viktig for målpris. Tydelige føringer, som nevnt i prosjektbeskrivelsen og fokus på risikominimering for entreprenør er viktig. Det vil høyst sannsynlig være lønnsomt å engasjere bygge-/prosjektleder selv for å styre prosjekteringsprosess og kontrahering med målstyring av byggeprosessen. Besparelsesmulighetene er større enn kostnadene ved egen ansvarlig. Entreprisemodeller omtales et annet sted i rapporten, men det er viktig å være bevisst ved valg av totalentreprise ved byggeprosjekter etter Passivhus standard med middels- til høy grad av innovasjon. Faren for tilleggsarbeider er større ved totalentreprise enn ved andre mer kontrollerende entreprisereformer. Dette forsterkes ved høyere grad av innovasjoner. Svensk undersøkelse.

BESTILLINGEN

MULIGHETSSTUDIET

Mulighetsstudien tar utgangspunkt i overordnet romprogram (FEF), bestillers funksjons og kvalitetskrav samt budsjett totalt 30 000,-/kvm (2011), inklusive mva men eks råtomtekostnad

Mulighetsstudien skal spesielt fokusere på sammenhengen mellom:

- i. Materialvalg med sammenhengen mellom byggeløsninger og energiløsninger med valg av teknologi
- ii. Driftsfasen med hensyn på renhold, tilgjengelighet og driftskostnader for ventilasjonsløsninger

Mulighetsstudien skal være tre-delt:

- 1) Tilsvar på brukerkrav mht funksjon, kvalitet, målprisvurdering og gjennomføringsmodell for å sikre foreslåtte løsninger
- 2) Vurdering av optimal løsning i Klimakjernen ved samspillet mellom materialstrategi, energistrategi og tekniske løsninger. Drøfting og angivelse av bygg tekniske konsekvenser ved valg av optimal løsning, økonomisk analyse av investeringsbehov og usikkerhet, samt krav til kompetanse hos byggherre og leverandører. Dokumentasjon for løsningene skal framlegges.
- 3) Enkle skisser som viser føringer og konsekvenser av foreslått optimal løsning

Valg av gjennomføringsmodell med leverandørmobilisering skal beskrives for å sikre gjennomføring av løsninger og skape konkurranse

Studien skal kort konkludere og trekke sammenhengen mellom faktorene:

- Kostnad
- Kvalitet
- Byggetid

Byggherres krav til byggets ytelseskriterier, som funksjon og kvalitet

Funksjonskrav

- i. Dimensjonering (rombehov og dimensjoner): angi mulighetsrommet for dimensjonering ut fra arealbehovet pr funksjon, ref romprogrammet.
- ii. Kombinerte fasiliteter (ex kulturhus) – ingen spesielle krav
- iii. Fleksibilitet/elastisitet i løsningene
 1. vestenden av bygget kan få behov for utvidelser
 2. angi fleksibilitet mht omgjøring – ref romprogrammet og «Bygg for framtida»
- iv. TEK (lavenergi/passivhus) – vurdere Passivhus/TEK15 og angi konsekvenser for å gå fra TEK10 til passivhus/TEK 15 – økonomi og byggherres kompetanse i gjennomføring (innovasjonshøyden)
- v. Energikilde, fordeling og forbruk
 1. det blir ikke fjernvarme eller bioenergi
 2. alternativene er jordvarme og sol med toppbelastning med el.spesifik energi
 3. infrastruktur/fordeling i bygget
 4. forbruk - Begrepet og teknikken i «Integrert Energidesign – IED» benyttes til å planlegge nivåer og tiltak for energibehovet i bygningen kWh/m² med andel el.spesifikt
- vi. Ventilasjon – i utgangspunktet forskrifter, men viktig å vurdere alternativer til mekanisk (naturlig og hybrid og ett «mellomlager» for CO₂ i åpne rom). Her er det viktig å se på energiforbruk i drift, tilgjengelighet i vedlikehold og sammenhengen materialer, romvolumer og luftkvalitet
 1. soner og arealer
 2. dimensjonering
 3. teknologi alternativer
- vii. Materialer og overflater
 1. innsikt/transparente rom/lys, men også skjerming og sikkerhet
 2. tre/uttrykk
 3. robusthet og vedlikehold (hærverk)
 4. sikkerhet
- viii. Brann
 1. brannmotstand og dimensjonering
 2. brennbare overflater
 3. rømming/røykgass
- ix. Lyd
 1. stille rom
 2. akustikk i rom og mellom rom
- x. Lys
 1. refleks og overflater i tre
 2. Lys armatur og system
- xi. Universell utforming
 1. bevegelse
 2. helse

Kvalitetskrav

- i. Byggemåte og byggetid med angivelse av prefabrikerings grad
- ii. Klimabetydning
 - a. CO2 regnskapsgrunnlag bygging
 - b. Transport og utslipp
 - c. CO2 utslipp drift
 - d. Angivelse av nivå og tiltak i klimagassregnskap
- iii. Design og arkitektur
 - a. signalbygg «Bygg for framtida!» bestående av:
 - i. bærekraftig materialer (tre)
 - ii. kreativitet i folk (læringsarena)
 - iii. tekniske løsninger
 - iv. synliggjøre energistrategien
 - b. tilpasses omgivelsene
 - c. ikke industribygg
 - d. hensynta boligområde og skogen
- iv. Driftskostnader
 - a. LCC drøfting mht parametre som er avgjørende
 - b. Tilgjengelighet for vedlikehold
 - c. Hærverk og slitasje

Målprisvurdering

- i. Vurdering av budsjett oppnåelse – kalt målpris
- ii. Referanser og mulige tiltak for budsjett oppnåelse

Gjennomføringsmodell – ett forslag for å nå byggets krav og målpris

- iii. Politisk prosess
- iv. Anskaffelsen – modell for prosjektering, entrepris og målstyring

SITUASJONEN

Vi tar utgangspunkt i Borgund VGS

- Borgund VGS fungerer tilnærmet optimalt mht pedagogikk og logistikk, kantina er undervurdert mht skrankeløsning og sitteplasser. Overflater og renhold fungerer ikke optimalt og er dyrt å drifte.
- Tekniske løsninger er overdimensjonert og dyre i investering og drifting. Disse utgjør i dag over 40 % av bygge kostnaden og forventes å øke til 60 % ved ikrafttredelse av TEK15. Driftskostnadene ved de tekniske løsningene som prosjekteres i dag er for høye og kostnader til utskifting forventes å bli for høye. Sentrale tekniske løsninger må erstattes av desentraliserte enklere løsninger med korte føringsveier. Kostnaden til investering og drift på tekniske installasjoner må reduseres med 1/3.
- Renere flater og jevnere overflater vil lette renhold. Bruk av kjemikalier i vask og spesialutstyr for tilgjengelighet utgjør for høy andel av renholdet. Adkomst innen 3 meters høyden og ved høyere himlinger er viktig.
- En annen materialstrategi vil kunne tilføre bygget bedre inneklimategenskaper, bedre energi egenskaper og ett mer bærekraftig preg av skolen.

- Det er behov for en annen måte å prosjektere Romsdal VGS for å møte utfordringene, men samtidig ivareta de gode egenskapene ved Borgund.
- Tekniske fag må inn tidlig og inngå i en integrert prosjektering
- Større målprisstyring i planlegging og anskaffelsen
- Dagens anskaffelsesform med totalentreprise gir ikke de løsningene som er nødvendige ved nye forskrifter og krav til nye ytelseskriterier ved bygget.
- Kompetansekravet til byggeledelse og leverandører må ivaretas. Nye samspills former og mulighetsstudier må inn i planleggingen av Romsdal VGS.

BESVARELSEN BYGGHERRES KRAV

Funksjonskrav

- Konstruksjonsprinsipper
 - Trekonstruksjon bestående av kombinasjoner av massivtreskiver, limtretragere/søyler og spikerplate fagverk/gittertragere
 - Konstruksjonsløsning:
 - Klasserom og kontorer:
 - Ramme/skjellett konstruksjon med limtre søyler, limtretragere oppå og massivtreskiver oppå denne grunnkonstruksjonen. Ytterskallet i massivtreskiver festes med skruer til denne grunnkonstruksjonen
 - Dekke konstruksjon med limtre søyler og dekker i massivtre (som stål/betong konstruksjoner)
 - Skallkonstruksjon med massivtreskiver i vegger og massivtreskiver som etasjeskillere og undertak
 - Undervisningshaller og samlingsrom:
 - Limtre søyler med spikerplate fagverk. Limtretragere inne i fagverket forsterker konstruksjonen og øker spennvidden og/eller bæreevnen
 - Limtretragere som buer eller fagverk eller spennverk
 - Dimensjonering (rombehov og dimensjoner): angi mulighetsrommet for dimensjonering ut fra arealbehovet pr funksjon, ref romprogrammet.

Kategori	kvm	Spenn anbefalinger	Kommentarer
Elevkantine	750	20 m	Gir flere valgmuligheter mht konstruksjonsløsning og leverandører
Personalkantine	270	14 m	
Bibliotek	290	14 m	
Auditorium	200	14 m	
Ny vestibyle	250	14 m	
Adm/merkantilt	350	10-14 m	
Undervisningsrom	860	To typer: <ul style="list-style-type: none">• Klasserom: 10 meter med skjellett konstruksjon eller 8 meter med søyle/dekke konstruksjon• Hall: Kan ta store spenn. 25 m er ett godt spenn	Undervisningsrom bør være tilnærmet kvadratiske rom eller trapperom kvadratisk Undervisningshaller bør være rektangulære

Hentet fra ny dimensjoneringsplan, datert 10.08.12

- Spennmuligheter for tre:
 - En oversikt over de som kan gå over 5,5 meter (trebjelkelag), maks lengde:
 - Massivtreelementer i dekker 8 m (1 felt)
 - Massivtreelementer forsterket i dekker 10m (2 felt)
 - Massivtreelementer m/ ribber i dekker 14 m (1-2 felt m/ribber)
 - Takstoler m/spikerplater, i tak 30 m
 - Rette limtrebjelker i dekker og tak 10-30 m

- Fagverksbjelker i limtre i dekker og tak 30-85 m
 - Bjelkerister i dekker 12-25 m
 - Gitterdragere i spikerplater i dekker 26 m
- Kombinerte fasiliteter (ex kulturhus) – ingen spesielle krav
 - Det vedlegges allikevel en skisse. Vedlegg kombinerte fasiliteter.
- Forankring, laster og jordskjelv
 - Trebygg er lettere enn betongbygg. Vekten av tre er ca 25 % av betong. Dette gir en utfordring ved høye massivtrehus mot vind. Over 4 etasjer må vindkreftene forankres ned i grunnen. Kostnadene ved dette er ikke mer enn vanlig forankring, men må prosjekteres. Fundamenteringen blir rimeligere pga vekten, men den inngår i forankroingen av bygget. Romsdal VGS er ett lavt bygg (<4 etg), og forankringsproblematikken er ikke til stede.
 - Andre massivtreprosjekter viser at det ikke er et problem med massivtre og jordskjelv. Det er snarere en fordel med massivtre pga materialets elastisitet. En test utført i skala 1:1 i Japan med KLH masivtreelementer viste at ett 7 etasjes bygg tålte 7,5 på Risters skala. Dette skyldes elastisiteten og knutepunktbeslagene.
- Flexibilitet/elastisitet i løsningene
 - Spesifikt for dette byggeprosjektet er at det er spesifisert at vestenden av bygget kan få behov for utvidelser. Dette løses ved at massivtreskallet kan skrues av skjelletkonstruksjonen og hoved konstruksjonen fortsetter i utvidelsen
 - Generelt har massivtre og limtrekonstruksjoner følgende egenskaper:
 - Tre og i særdeleshet massivtre er gunstig materiale mht omgjøring. Det er enkelt å bearbeide, enkle hulltagninger og enkelt å benytte festemidler i. Byggedetaljer og overganger er enkle å demontere og gjenopprette ved bruk av massivtre i hele konstruksjonen.
 - Flexibilitet i konstruksjonen oppnås med massivtre ved at det kan konstrueres store romvolumer, som så deles opp. Senere omgjøring kan da ta ned delende konstruksjoner, som ikke er bærende. Det ytre skallet vil ikke bli berørt ved senere innvendige omgjøring.
- TEK (lavenergi/Passivhus) – vurdering av nivå Passivhus/TEK15 og angivelse av konsekvenser for å gå fra TEK10 til Passivhus/TEK 15 – økonomi og byggherres kompetanse i gjennomføring (innovasjonshøyden).
 - I 2015 må bygget være i Passivhus standard. Dette innebærer at det er et energikrav om maksimalt 90kWh/m², gjeldende for skoler/universitet.
 - Det første momentet ved Passivhus standarden er skallkonstruksjonen. Massivtre som skallkonstruksjon er enklere for å oppfylle kravet enn bygg med andre materialer og særlig bygg med materialkombinasjoner og flere sjikt. Ved krav om Passivhus økes tykkelsen på massivtre i skallet og det tilleggis isoleres mer enn ved mindre krav. Det er altså samme tverrsnittoppbygging mht sjikt, men tykkere sjikt. Se vedlegg; forslag tverrsnitt massivtrevegg.
 - Det andre viktige momentet med lavenergi-/passivhus er tetthetskravet og kravet til minimale kuldebroer. Massivtre tilleggs isoleres med trefiber utenpå massivtreet etter at alle skjøter er blitt tapet og vind- alternativt dampbrems duk montert. Dette gjør at det ikke er kuldebroer og ikke luftlekkasjer i selve vegg-tverrsnittet. Ved vindus- og døråpninger tapes skjøtene akkurat som ved skjøter i massivtre elementene, og isolasjonen trekkes innpå karmen. Massivtre har en unik mulighet for å oppnå kravet til tetthet og kuldebroer i et industrielt

- byggeri. Kombinasjonsløsningene stålsøyler, betongdekker og bindingsverkselementer satt innpå dekkene har en reell utfordring her.
- Det tredje viktige momentet er vinduer mht areal og U-verdi. Dett er likt for alternative materialer i konstruksjonen
 - Det siste og ikke minst viktige momentet er tekniske installasjoner og energibehov til drift. Nettopp her er det viktig å planlegge og velge gode løsninger. Disse løsningene må ses i sammenheng med materialstrategier og energistrategien for bygget.
 - Konsekvenser for byggherre ved å gå til Passivhus standard mht kontrahering er beskrevet under avsnittet; konsekvensvurdering. Kort kan det sies at krever sterkere styring fra byggherre for å oppnå gode løsninger og en forsvarlig målpris.
- Energikilde, fordeling og forbruk. Se energistrategi, beskrevet i avsnittet klimakjernen under. Følgende hovedføringer gjelder:
 - Det blir ikke fjernvarme eller bioenergi fordi skolen ligger i ett boligområde
 - Alternativene er jordvarme og solfangere for drifts strøm med toppbelastning med el.spesifik energi
 - Infrastruktur/fordeling i bygget skjer ved varmt vann og radiatorer. Det velges ett varme- og ventilasjonsanlegg som kan seksjonere byggene i varme og tempererte soner. Eksempelvis verksteder og klasse/undervisningsrom.
 - Forbruk - Begrepet og teknikken i «Integrert Energidesign – IED» benyttes til å planlegge nivåer og tiltak for energibehovet/energirammen i bygningen kWh/m² med andel el.spesifikt. Se kapittel «Målsettinger for Romsdal VGS».
 - Ventilasjon. Se tekniske løsninger, beskrevet i avsnittet klimakjernen under.
 - I utgangspunktet forskrifter, men viktig å vurdere alternativer til mekanisk ventilasjon. Eksempelvis naturlig ventilasjon eller hybrid og ett «mellomlager» for CO₂ i åpne rom). Her er det viktig å se på energiforbruk og vedlikeholdskostnader i drift, tilgjengelighet i vedlikehold og sammenheng materialer, romvolumer og luftkvalitet
 - Ventilasjonsløsningene blir viktig i prosjekt Romsdal VGS. Disse må ses i sammenheng med massivtre, som materiale og dimensjonering av ulike rom/brukstyper. Ett eget notat er derfor vedlagt rfa energi og VVS konsulent:
 - soner og arealer
 - dimensjonering
 - teknologi alternativer
 - Materialer og overflater. Se materialstrategi beskrevet i avsnittet klimakjernen under.
 - innsikt/transparente rom/lys, men også skjerming og sikkerhet
 - Sikring av vinduer er uavhengig av valg av bygningsmaterialer. Massivtre har høy motstand mot gjennomslag av kuler.
 - Tre ubehandlet «sluker» lys, og det må vurderes behandling av overflatene samtidig som det planlegges mht lys og armatur.
 - tre/uttrykk
 - «treuttrykket» kan reduseres med hvitpigmenterte overflater utført i transparente oljer, vokser eller maling. Massivtreoverflaten pusses enkelt og påføres behandlingen.
 - Eventuelt kan fukt transparente plater monteres.
 - robusthet og vedlikehold
 - Hærverk er en utfordring på skoler. Eksempler fra andre bygde skoler viser at det ikke er ett problem. Se vedlegg «Slitasje referanser andre skoler»

- Massive treoverflatene er robuste som betong, men skaller ikke av ved slag. Derimot blir det hakk, som utbedres med vann (vedeb reiser seg igjen) og sliping
 - Treoverflatene kan vaskes med «god gammeldags» grønnsåpe eller naturlige midler. For tregulv er det utviklet egne vedlikeholds strategier på Gardermoen for OSL
- Brann
 - Trekonstruksjonen kan dimensjoneres opp til R120, dvs at den kan brenne i 120 minutter uten å miste bæreevnen. Tre er brennbart, men trenger brannenergi (noe som gir brann) for å brenne. Massivtre og limtre brenner ikke i seg selv, men forkulles i overflaten, og vil slukke når brannenergien er borte. Ved 1000 graders åpen flamme rett i treverket vil tre forkulle 7mm på 20 minutter. Brannforløpet og trematerialets egenskaper i forhold til myndighetskrav er gjengitt i faktaveilederen «Fokus på Tre no 37 – Tre og Brann». TEK setter ingen begrensninger for bruk av tre i bygninger. Se vedlegg.
 - Ved behov for ytterligere brannbeskyttelse, dvs strengere krav om ubrennbart, kan treverket enten brannlakeres eller brannimpregneres. Dette endrer overflaten og gjør treverket mer gult. Tilførsel av hvitt pigment i en beis som toppstrøk er nødvendig for å hindre gulning og skjolder.
 - Rømming/røykgass. Røykgass og brannutvikling er viktige momenter i et bygg. Ved ca 500 grader vil tre utvikle røykgass, men mindre enn mange andre kunstige materialer. Denne røykgassen vil i den foreslåtte skissen av bygget ventileres ut gjennom takhattene
- Lyd
 - Lyd er den faktoren som må spesielt vurderes i en trebygning. Tre som materiale er lett og demper lyd dårligere enn betong, steinull og gips. Denne svakheten forebygges ved å kombinere tre og tyngre materialer samt luft. Deler av skolebygget består av flere etasjer. Lyddemping mellom etasjene, seksjoner og kontorer og de ulike funksjonene løses ved å kombinere materialer. Eksempelvis kan ett påstøp med betong dempe lyden mellom etasjene. Ellers benyttes trinnlydmatter, sand eller steinheller som dempende. Noen løsninger har kassetter med infrastruktur, og andre løsninger består av nedsenket himling med infrastruktur inni. Disse løsningene er avhengig av valg av overflater og infrastruktur. En samlet løsning av tverrsnitt og infrastruktur påvirker kostnadene for etasjeskiller sterkt. Ett rent hulldekke i betong på 9 meters spenn er vanskelig å konkurrere med på pris for ett tilsvarende rent dekke element i massivtre. Når man tar hensyn til hele tverrsnittets oppbygging vil denne forskjellen utliknes. Kravet for skoler tilsier enkle tverrsnitt med enten nedsenket himling eller synlige himlinger med trinnlydsreduksjon over.
 - Trematerialet fanger lyd (akustikk) omtrent som betong. Veggene vil kunne kombinere treoverflater og akustiske elementer på vegger og tak. Særlig i undervisningsdelen kan dette kombineres på en meget designmessig positiv måte.
 - Stille rom er fullt mulig med bruk av steinplater eller stålplater i finer eller som vanlig med steinullisolasjon. Doble massivtre skiver i 40 alt 60mm med hulrom mellom fungerer godt. Løsningen må skapes for å hindre flanketransmisjon.
- Lys
 - Avskjerming innvendig og refleksjoner

- Tre gir mindre refleksjoner av lys. Er i seg selv lysabsorberende, dvs at det «stjeler» lys. Kan motvirkes ved tilsetning av hvitt pigment i overflatebehandlingen.
 - Utvendig avskjerming
 - Her anbefales det å tilføre bygget ett arkitektonisk element som skjerner for direkte lys. Ett trebygg vil mer naturlig ta dette elementet opp i sin design. Se eksempel vedlagt.
 - Det foreslås et meget energieffektivt belysning med T5 armaturer. Forbruk 3,8 W/m² forbruk i kontordel av Bellona Bygget, Vulkan, Oslo. Dagens LED-teknologi er ikke så energieffektivt. Ett lavforbruk av energi til belysning løfter bygget i energi evne betraktelig. Beregninger i energiberegningsverktøyet Simien eller VIP Energy vil vise dette. Soneinndeling og automatiske lyskontroller bør vurderes.
- Universell utforming
 - Begrepet universell utforming omfatter krav til tiltak for reduksjon av miljøhemming, hvor tilgjengelighet for folk med handikapp er det mest kjente. Her gjelder det å planlegge bygget slik at det er tilgjengelig for rullestolbrukere. Tre gir ikke andre resultater mht bevegelse enn andre byggematerialer. Det er i den nye veilederen også føringer for helse, hvor blant annet fukt, muggsopper, avgassing/emisjoner og temperatur og luftskifte er med. Tre som materiale bygd under kontrollerte former med «tørt bygg» og uten syntetiske tetningsstoffer vil være ett av de beste alternativene for å møte kravene i veileder for miljøhemming.
 - Den nye veilederen, som gjelder for skoler er en oppgradert NS 15251, og avløser den fra 1998. Sammenhengen mellom materialvalg og ventilasjonsløsning påvirker i sterk miljøhemming. Et arbeidsverksted arrangert av Norges Astma og Allergiforbund og Kunnskapsbyen Lillestrøm 29.02.2012 konkluderte med at det må økes fokus på sammenhengen mellom materialer og ventilasjon. Tette hus vil ikke fungere mht helse uten å ta hensyn til sammenheng mellom materialvalg, ventilasjon og reduserte emisjoner. Det kommer flere forskrifter, som styrer helsebegrepet. I de nye forskriftene er innemiljø det nye begrepet, som omfatter både inneklimatekniske begreper og psykososiale begreper.
 - Helse er ett nytt begrep i diskusjonen om inneklimateknikk i bygg. Spesielt for skoler og barnehager er det varslet strengere krav til luftkvalitet. Nåværende føringer tilsier at det skal være ren luft og nok luft. Dette innebærer at det skal være en maksimum verdi for emisjoner, CO₂ og støv i luften. Tre som materiale avgir lite emisjoner og overflatene avgir ikke støv. Krav til luftskifte iht TEK er basert på CO₂ nivået i rommet, men luftkvaliteten og helsefaktoren er også avhengig av de andre faktorene for ren og nok luft. Henvisninger til forskriftsveileder

Kvalitetskrav

- Byggemåte og byggetid med angivelse av prefabrikasjons grad
 - Byggemåten kan skje med store massivtre elementer på maks 3x16,5 meter. Disse elementene kommer ferdig tilpasset (utfrest) for vinduer, dører og føringer for VVS og El. Elementene prefabrikeres og tilpasses i fabrikk og sendes til byggeplass for montering og ferdigstilling av tverrsnitt.

- Graden av ferdigstillelse er viktig for montasjetiden og total byggetid. Jo mer prefabrikasjon med montasje på byggeplass, jo høyere prefabrikasjonsgrad, kortere byggetid og rimeligere bygg. RIGG og administrasjon på byggeplass utgjør en betydelig andel av totalkostnaden. Ved bygging med massivtre er det fort gjort å montere bygget, lukke det og klargjøre for ferdigstillelse. Av total byggetid utgjør montasjen av massivtre ca 15 %. Resten går med til grunnarbeider, betong og ferdigstillelse av fagene.
- Byggetiden vil være ca 80 % av normal byggetid for ett referansebygg, slik det bygges i dag. Ved høyere prefabrikasjonsgrad for ferdige tverrsnitt og komponentoppbygging av VVs systemer vil byggetiden kunne presses ned i 60 %. Dette krever god planlegging før byggestart og valg og opplæring av entreprenør med fokus på logistikk.
- Klimabetydning
 - CO2 bindingseffekten i trematerialet
 - Trematerialet har positiv klimaeffekt mht CO2 i forhold til betong og stål. Størrelsen av denne effekten og beregningen av den strides de lærde om. Begrepene og tallstørrelsene varierer, men noen hovedelementer gjelder:
 - Bindingseffekten
 - Forskere er enige om at en kbm treverk binder 0,96 CO2 ekvivalenter. Dette tallet er oppgitt i Stortingsmeldingen no 21, Klimarapport som effekten av å benytte tre i stedet for stål og betong.
 - Utslippseffekten ved foredling
 - Forskning utført av Gustavsson et al i 2006 ved Mittuniversitetet i Sverige viser at tilvirkning av bygningsmaterialer underbygger trematerialets gunstige klima effekt. Utslipp av CO2 for primær stål er ca 12 ganger høyere, resirkulert stål ca 3 ganger høyere og betong 7 ganger høyere enn massiv/limtre.
 - Erstatningseffekten
 - Erstatningseffekten ved bruk av tre i byggkonstruksjoner er en effekt av bindingseffekten og utslippseffekten ved foredling av byggematerialer. Nordic Timber Council/EU i sin rapport «Tackle Climate Change – Use Wood» henviser til en erstatningseffekt på 2 tonn CO2 pr kbm brukt konstruksjonsvirke i bygg.
 - I utgangspunktet benyttes erstatningseffekten ved bruk av tre som hovedmateriale 2 tonn pr brukt kbm tre i bygget.
 - CO2 regnskapsgrunnlag bygging
 - Det er mulig med «IED» og «Klimagassregnskapet» til Statsbygg å gjøre dette for å få opp effekten av ulike løsninger før prosjekteringen starter
 - Er målet å strekke seg etter ZEB (ZeroEmissionBuilding) eller NEB (NoneEnergyBuilding) må metodikken i klimakjernen benyttes. Det er fullt mulig for bygninger som prosjekteres og bygges i massivtre med bare fornybar energi.
 - Transport og utslipp
 - Tre som materiale halverer transport volumet i forhold til betong. Det er generelt beregnet at 40 % av CO2 utslippet ved byggeprosess skyldes

transport. Transportvolumet reduseres 50 % ved bygging med massivtre i forhold til betong. Dette innvirker direkte positivt på CO2 regnskapet for bygget. Foreløpig må de store limte massivtre elementene hentes fra Nord-Sverige, Tyskland eller Østeriket. Dette virker ikke positivt på CO2 regnskapet

- CO2 utslipp drift
 - Dette er mest avhengig av valg av energikilde til drift
 - Ventilasjonsløsninger påvirker energiforbruket mest i passivhus, og derved CO2 utslippet. Det er viktig at dette planlegges slik at det favoriserer lavere energiforbruk.
- Angivelse av nivå og tiltak i klimagassregnskap
- Design og arkitektur
 - Hovedformene baseres på Borgund Skole i Ålesund
 - Romsdal vgs kan bli ett signalbygg «Bygg for framtida!» bestående av:
 - bærekraftig materialer (tre)
 - lavenergibygg med liten andel el-spesifik energi
 - kreativitet i folk (læringsarena) organisert rundt «gata» etter modell fra Borgund Skole, men tilpasset strategien med ventilasjonsløsninger
 - tekniske løsninger med «low-tech»
 - synliggjøre energistrategien med solseller på taket og lufteluker for «sjokk ventilering»
 - Tilpasses omgivelsene i boligstrøket ved ikke å være ett industribygg
- Driftskostnader
 - Renholds kostnadene påvirkes sterkt av løsningene i skolen. Erfaringene fra Borgund Skole i Ålesund viser at deler av den nye bygningen må renholdes med spesialutstyr og innleide folk etter arbeidstid. Dette skyldes spesielt at de åpne arealene i «gata» har takhøyde over 3 meter, som krever mobilheis, veggene er porøse med betong, som krever spesielt renholds utstyr og at utspring og «hyller» ikke kan nås med vanlig renholds utstyr. Dette er det spesielt tatt hensyn til i denne mulighetsstudien. Se eget vedlegg med krav fra renhold.
 - Robusthet i innvendige overflater er et viktig aspekt i undervisningsbygg. Treoverflater i panel er mer robuste enn gips og porøse plater. Massivtre er enda mer robust fordi det tåler trykkbelastninger som betong. Robusthet og vannskader er et vesentlig vedlikeholds aspekt. Betong tåler mest vannpåvirkning, men blir stygg på overflaten. Tre tåler ikke konstant fuktighet, men tåler fuktvekslinger godt bare det får tørke ut mellom perioder med oppfukning. Gips tåler ikke vann og utvikler en uheldig og skadelig soppflora ved fuktpåvirkning. Evenstad har erfaringer selv med slitasje på overflater. Gulv i tre er fullt mulig. Robuste og varige varme uttrykk
 - Robusthet og vedlikehold fokuserer særlig på utvendige overflater. Utgangspunktet for et godt vedlikehold av utvendig kledning er riktige detaljer av utførelsen for kledning. Endeveden i plankene er mest utsatt, noe som framkommer på dagens administrasjonsbygg hvor fukt står i nedkant av panelet over skillet i vegglivet, og malingen sitter dårlig. Varighet av kledningen er avhengig av hvilket treslag og hvilken behandling den får. For Evenstad er det mest aktuelt med lokale treslag som furu og gran. Maling og beis er vanlige behandlingsformer og krever re-behandling hvert 5-7 år på vindutsatt og sørvendt vegg. Kjerneved furu ubehandlet eller svakt behandlet med jernvitrol (blir mørkt fortere) vil holde seg i 50-60 år ved riktig utførelse.

Veggene i Rena leir er et bevis på det. Furu kan varmebehandles med olje og tilsettes fargepigment, og får betegnelsen Royal. Grana kan varmebehandles opp til 150 grader uten tilsetnings stoffer og får da en brunlig farge, som gråner etter hvert. Varmebehandlet virke er mer stabilt enn ubehandlet virke. De behandlede formene for gran og furu har lange vedlikeholds intervaller; 15 til 20 år. Tre er et naturlig og meget godt alternativ ved riktig utførelse og valg av treslag og behandling.

- Referanser på vedlikehold av treskoler; se vedlegg i denne rapporten. Dette viser at det ikke er dyrere å vedlikeholde treskoler enn andre skoler
- LCC er gjennomført for flere byggeprosjekter. Analysene mellom de ulike hoved materialene viser at forskjellen er liten. Det avhenger av inngangsverdier og livslengde på bygget og materialene. Som hovedpunkt kan det sies at tre ikke kommer bedre ut enn stål og betong i dagens analyseverktøy. Det er noen hovedpunkter som bør kommenteres og som påvirker analysen:
 - Levetiden for bygget; tre som materiale er ikke dårligere enn andre materialer
 - Driftsløsninger og teknologi er vesentlig for LCC analysen. Dyre tekniske installasjoner er kostbare å skifte ut. Kompliserte tekniske løsninger med dårlig tilgjengelighet krever ekstra bemanning for å driftes. Dette aspektet slår ut alle alternativer.
 - Avhendings modulen i analysen slår positivt ut for tre
- Tilgjengelighet for vedlikehold
 - Tilgjengelighet må planlegges før bygget kontraheres. Dette er viktig for å hindre lukkede løsninger med vanskelig tilgjengelighet. Ett gjennomtenkt sjaktsystem i kombinasjon med åpne eller dekkede føringer er viktig. Her må leverandørkorpset og fagfeltene VVS og El inn tidlig i prosjekteringen.
 - Tre er enkelt å bearbeide og enkelt å benytte festemidler i. Dette innebærer at det er mulig å etablere en to stegs tilgjengelighet:
 - Sjakter med dører og luker for enkel inspeksjon og utskifting i fellesarealer og undervisningsrom
 - Åpne eller tildekkede bæresystemer for el-løsninger og ventilasjon. Dette er gjort i flere byggeprosjekter og letter driftsaspektet betraktelig. Rørdimensjonene i ventilasjonsanlegget er viktig for denne løsningen
- Teknisk utstyr
 - Se tidligere kapittel. Spesielt er det å anmerke at når det avanserte tekniske ventilasjonsutstyret med spjeld, styringssystemer og nivåstyrte vifter skal skiftes ut pga slitasje vil vedlikeholdskostnadene bli meget høye. Dette er poengtert i befaring på Borgund Skole den 24.09.2012 av vedlikeholds seksjonen
- Hærverk og slitasje
 - Se vedlegget om slitasje og hærverk i andre treskoler. Elevene har mer respekt for treoverflater enn stål og betong

Målprisvurdering

- Målpris i mulighetsstudien for Romsdal vgs er budsjett totalt til 30 000,-/kvm (2011), inklusive mva, men eks råtomt kostnad
- Byggentreprisekostnaden er da 18 000,- pr kvm eks mva. (30 000 x faktoren 0,6)
- Dette er ett tall i nedre del av bygde treskoler i Norge (2009 og 2011).
 - Referansene ligger i størrelsesområdet 18 000,- til 22 000,-. Se vedlegg
- Fordelingen bygg og tekniske anlegg er vurdert til 50 % bygg og 50 % tekniske anlegg (ref driftspersonalet ved Driftsavdelingen i Møre og Romsdal Fylkeskommune)
- Vurdering av budsjett oppnåelse – kalt målpris
 - Referanser på andre skoler
 - I dag utgjør tekniske installasjoner ca 50 % av byggets kostnad. I tillegg er prosjekteringen av tekniske anlegg for dyr. Denne andelen øker ved utvikling mot passivhus hvis det ikke gjøres tiltak, som nevnt i denne rapporten
 - Økte kostnader for passivhusstandard med 10 %
- **Målprisvurdering** for Romsdal vgs
 - **20 000,- pr kvm eks mva byggentreprisekostnad** er utgangspunktet, vurdert midt i intervallet kr 18 000 til 22 000 pr kvm
 - 50 % er selve bygget, med + 10 % for passivhus
 - Dvs 10 000,- pluss 1 000,- er 11 000,- pr kvm
 - 50 % er tekniske anlegg med – 25 % for «low-tech»
 - 10 000,- minus 2 500,- er 7 500,- pr kvm
 - Totalt kr 18 500,- pr kvm byggentreprisekostnad
 - Prisstigning er ikke hensyntatt
- Mulige 5 tiltak for budsjett oppnåelse
 - **Arealeffektiviser** skolen, særlig mht felles arealer. Skap et kompakt skolebygg, som utnytter alle muligheter for effektivitet
 - **Høy grad av industrialisering.** Benytt mere standardløsninger enn spesialløsninger i utforming av skolen. Tenk industrialisering med prefabrikasjon og montasje. Dette korter byggetiden og reduserer RIGG og administrasjon for entreprenør
 - Skriv **utfyllende byggebeskrivelse** med tydelige grensesnitt, ytelseskrav til leveransen og krav til logistikk på byggeplassen. Dette minsker usikkerheten for entreprenør, og går rett til fradrag på entreprisekostnaden
 - Vurder nøye **tekniske installasjoner og utstyr**, fordi dette koster mye penger. Fokuser på dette i en mellomstudie før prosjektet kontraherer rådgivere. Her er det penger å spare.
 - Kjør foreslåtte **gjennomføringsmodell** og ha tett og sterk styring
 - Mobiliser entreprenører og leverandører for å få konkurranse og «riktig» pris.
- Referanser tilsvarende bygg – se vedlegg

Gjennomføringsmodell – innspill og forslag for å nå funksjons- og kvalitetskrav, samt målpris

- **Alternative modeller – generelle betraktninger**
 - Hensyntatt krav til nye løsninger
 - Alternativ 1: Ny form på totalentreprise med «ny og tidlig kontrahering» – midt på treet mht nye løsninger
 - Kompetansekartlegging
 - Utvidet mulighetsstudie med detaljerte beskrivelser av ytelseskriterier forstått som funksjon- og kvalitets kriterier), grensesnitt og utførelsen
 - Egen prosjektleder innleid eller ansatt for å styre den utvidede mulighetsstudien og kontraheringen
 - Kontrahering etter mulighetsstudien av rådgivere og leverandører basert på mulighetsstudiet med beskrivelse av ytelseskriteriene og konkurransegrunnlaget
 - Alternativ 2: Generalentreprise med forprosjekt med dialog i samspill og åpen bok – høy grad av nye løsninger
 - Mulighetsstudiet med beskrevne føringer fra bruker i konkurransegrunnlaget og kravspesifikasjon
 - spesifisering av grensesnitt og sammenhengene mellom disse (utførelsen)
 - forprosjekt med workshops og leverandørmobilisering med prekvalifisering av leverandører
 - generalentrepriser med egen prosjektleder
 - Alternativ 3: Tradisjonell totalentreprise – liten grad av nye løsninger
 - Utvidet mulighetsstudie med ytelseskrav og kompetansekrav til rådgivere og funksjonskrav. Tilsvarende alternativ 1 over
 - Kontrahere entreprenør etter strenge krav til ytelseskriterier
 - Ikke egen prosjektleder
- **Utført kvalitetssjekk mht off anskaffelser – generell betraktning**
 - Møter med advokat Arne Scott i Pacta og advokat Dordis Gjønnnes i NHO og Snorre Fuhr i EBA gir følgende føringer:
 - Mulighetsstudier kan gjennomføres uten utlysning hvis terskelverdien er under kravet i anskaffelsesdirektivet. Denne har ikke begynt å skape grunnlag for konkurranse, men skal snarere avklare forhold og framdrift for en kommende konkurranse.
 - Kontrahering av leverandører med deres rådgiver team er mulig på en raskere måte enn tradisjonell prosess med skisseprosjekt, forprosjekt og detaljprosjekt. Det da viktig at bestiller har kompetanse til å gå dette løpet, enten i eksisterende organisasjon eller ved innlei eller ansatt spesielt for prosjektet.
 - Leverandørmobilisering og dialog med leverandørmarkedet er fullt mulig bare det skjer på en åpen måte som ikke hindrer konkurranse. Dialogkonferanser etter mulighetsstudiet og før kontrahering er ett godt alternativ eller work-shops etter åpen invitt i forprosjektfasen er ett annet. Prekvalifisering av leverandører enten i anskaffelsen med delte entrepriser eller i en samspillsmodell er gode løsninger for å få leverandørene tidlig på banen.

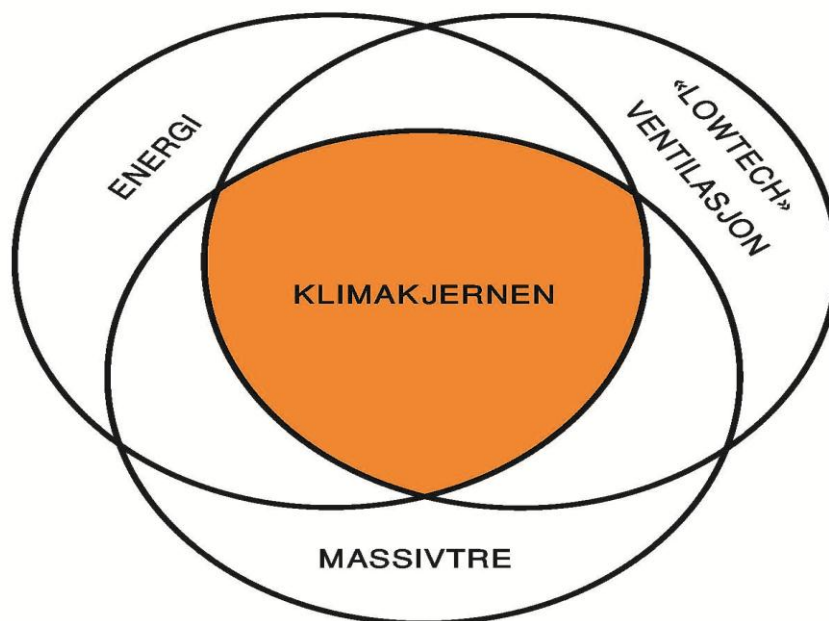
- **Plan prosess i Møre og Romsdal Fylkeskommune**
 - Fylkeskommunen kan beskrive at det skal benyttes tre som hovedmateriale i skolen. Massivtre kan også spesifiseres, og type massivtre kan beskrives ved hjelp av egenskaper. Merkevarer eller leverandører er det ikke tillatt å beskrive.
 - Hvis Fylkeskommunen bestemmer at det skal benyttes tre, som en del av klimakjernen med integrert prosjektering mellom materialer, energi og teknologi, bør denne mulighetsstudien følges opp av en spesifisering av ytelseskriteriene (funksjons- og kvalitetskravene i denne mulighetsstudien) til bygget. Denne ytelsesbeskrivelsen vil sørge for at sammenhengen oppnås og at det legges føringer for prosjektering. Når dette er bestemt og det er gjennomført beskrivelsen av ytelseskriteriene kan den tradisjonelle beskrivelsen «Prosjekteringsanvisning Bygning» gjennomføres. Disse stegene i beskrivelsen av hele byggeprosjektet er avgjørende for å oppnå resultater og spare kostnader. I prosjekt Romsdal vgs er det høy innovasjonsgrad, og det er særdeles viktig å ha gjort en konsistent vurdering og beskrivelse av hva man skal bestille.
 - Fylkeskommunen bør engasjere eller ansette prosjekt/byggeleder som representerer byggherre i hele løpet, og som sikrer miljø- og kostnadsintensjonen
- **Anskaffelsen – alternative modeller for prosjektering, entrepris og målstyring**
 - Anskaffelsen **foreslås** gjennomført med en innledende leverandørsamling for mobilisering av leverandørkorpsset og deretter som en **totalentreprise**. Totalentreprisen med denne høye innovasjonsgraden krever detaljert beskrivelse av hva byggherre ønsker, og med fokus på løsninger med minimal risiko for entreprenør. Grensesnittene må beskrives nøye og hvordan entreprisene mellom disse skal løses.
 - Kompetansekravet til entreprenør og det rådgiver teamet som stilles med navn og referanser må beskrives i tillegg til spesifiseringen av selve byggeprosjektet.
 - Mør og Romsdal må ha en egen gruppe som gjennomfører beskrivelser og senere byggeledelse.
 - Treingeniør og byggeleder Joakim Dørum foreslår en totalentreprise for Romsdal vgs. Se vedlagte notat av Joakim Dørum. Poenget til Dørum er at det må jobbes grundig med ytelseskriterier, byggebeskrivelsen og kompetansekravet til rådgivere og leverandører.

KLIMAKJERNEN

Klimakjernen generell beskrivelse

«Klimakjernen» er ett nytt begrep som omhandler knutepunktet og fellesskapet mellom valg av materialer og energiløsninger i ett bygg. «klimakjernen» blir effekten av valgt materialstrategi og energistrategi.

- Materialstrategi er valg av materialer og løsninger, som igjen påvirker energibruk i tilvirkning, transport, bygging og drift.
- Energistrategien er avhengig av bygningsmaterialenes evne til å tette og magasinere bygget, slik at byggets energi evne optimaliseres. Fangst av energi inngår i denne strategien, samtidig som distribusjon av varme, kjøling og luftskifte inngår. Energi til drift av tekniske installasjoner som ventilasjon, lys og tekniske maskiner inngår.



«KLIMAKJERNEN»
© OLA ØYEN & OLA ROALD

For at man i framtiden skal kunne planlegge og samtidig bygge klimasmarte og bærekraftige bygg må denne kjernen være fokuset ved valg av materialer, energi og teknisk utstyr. Dette blir den store innovasjonen med hensyn til energi og klima. Begrepet energi blir noe langt mer enn bare energi til drift av ett bygg.

Statsbygg har utviklet eget klimagassregnskap (www.klimagassregnskap.no), som har stor anvendelighet i vurdering av klimabelastningen for ett bygg. Dette klimagassregnskapet har en materialmodul og en energimodul. Valg av løsninger i disse to modulene vil bidra til visualisering og forståelse av «klimakjernen». Programmet mangler prosjekteringssimulatoren for valg av materialer med deres egenskaper og energi i sammenheng. Her vil ett eget program, VIP Energy, som er mer robust enn Simien bidra til å styrke vurderingene opp mot «klimakjernen» ved å supplere Klimagassregnskapet. Begge disse programmene har en materialmodul og en energimodul. Koblingen og nye moduler i VIP Energy for Pluss plussus må utvikles sammen med koblingen mot Klimagassregnskapet.

- VIP Energy framskaffer energibehovet (kW/kvm/år) ved å velge ulike tverrsnittoppbygginger, tekniske installasjoner og VVS (ventilasjon).
- Dette energibehovet må inn i Klimagassregnskapets energimodul, sammen med valgt energikilde.
- VIP Energy beregner ikke klimabelastningen, men beskriver valgte materialer i bygningen.
- Materialmodulen i Klimagassregnskapet beregner klimabelastningen.

Beregningsprogrammet «Simien» for energibehov i en bygning er basert på en for enkel modell, mens VIP Energy er mer robust ut fra vurderinger av sammenhengen av materialer og energi – «klimakjernen»

«Klimakjernen», hvor materialer og energiløsninger skal optimeres, må kunne verifisere ulike valg av løsninger og konsekvenser. Eksempelvis:

- Materialenes termiske egenskaper i tillegg til rene U-verdier og tetthet
- Ventilasjonsløsninger, energiforsyning og driftstekniske løsninger (ventilasjon, varme/kjøling, lys og utstyr) er viktige parametere sammen med bygningens «anatomi» (form og innhold) og materialvalget.
- Eksempelvis:
 - Tre som byggemateriale krever mindre dimensjonert ventilasjonsanlegg fordi det er lave emisjoner, lite støv og fuktfritt (ved tørr byggeplass). Behovet for ventilasjonen avhenger av CO2 nivå alene.
 - Massivtre krever mindre nivåforskjell ved tilført varme og kjøling på energianlegget, fordi den termiske evnen i trevirke er god.
 - Effektiv nattkjøling og materialmonolitter av massivtre vil ved denne metoden avgi varme om natta og lagre opp varme om dagen. Når massivtre i tillegg opptar fukt når varme avgis og avgir fukt når varme magasineres, vil en diffusjonsåpen massivtrekonstruksjon føles mer behagelig enn andre skall materialer. Den operative temperaturen blir lavere enn for andre materialer og dimensjonering av ventilasjon mindre. Tørr luft i rommet er mindre til stede ved massivtre nettopp pga denne fuktvekslende egenskapen, og luftskifte pga følelsen av dårlig luft senkes ved tre alternativet.

- På bakgrunn av momentene over må man da finne en ventilasjonsløsning som passer med valgte skallmaterialer og andre bygningsdeler.

Åpenhet for å utrede og vurdere alternative ventilasjonsløsninger blir viktigere i tiden som kommer når bygninger skal prosjekteres og bygges for lavenergi A+ og ned til passiv/pluss hus. Den store utfordringen ligger i å kombinere beste «case» i klimakjernen mellom materialvalget i materialstrategien og ventilasjonsløsningen i energistrategien. De ulike alternativene for ventilasjonsløsninger er det området som må innoveres framover sett i sammenheng med byggløsninger for å få ett optimalt klimaregnskap. Det blir for enkelt å snakke om energikilder, byggets energibehov pr areal og år og så slavisk følge forskrifter for ventilasjonsløsninger uten å vurdere de ulike ventilasjonsløsningene og kilder til energi for oppvarming, varmegjenvinning og ventilasjon. Ventilasjonsløsningene:

- Naturlig ventilasjon (naturlig inn og ut)
- Hybrid ventilasjon (naturlig inn og mekanisk ut)
- Mekanisk ventilasjon (mekanisk inn og mekanisk ut)

Disse må utfordres og optimaliseres.

Med bakgrunn i dette er det viktig å utfordre:

- Byggebransjen og rådgivere innenfor forskriftene
- De offentlige byggherrene i utvikling av forskrifter, rammeverket og de faktiske byggeprosjektene

Dokumentasjonen av muligheter og løsninger er viktige i utviklingen av klimasmarte bygg.

Det blir ingen innovativ arena uten viktige aktører som offentlige bestillere og uten verktøyene som Klimagassregnskapet, LCC og for eksempel beregningsprogrammet VIP Energy, til å dokumentere mulighetsrommet og klimakonsekvensene i konkrete prosjekter.

FoU er i for stor grad preget av utvikling av løsningsforslag som enkelt komponentløsninger, som veggoppbygging, isolasjonstyper/tetteløsninger, vinduer, bæresystemer, ventilasjonsløsninger osv, og altfor lite av konsepter og mulighetsrommet basert på forskrifter gjennom faktiske mulighetsstudier og byggeprosjekter med fokus på «klimakjernen».

Skal det offentlige klare å etterleve klimapolitikken må det være en eller flere offentlige bygningsaktører som tar ansvaret og skaper mulighetsrommet og tryggheten for at private utbyggere og entreprenører velger mer smarte klimaløsninger i framtiden.

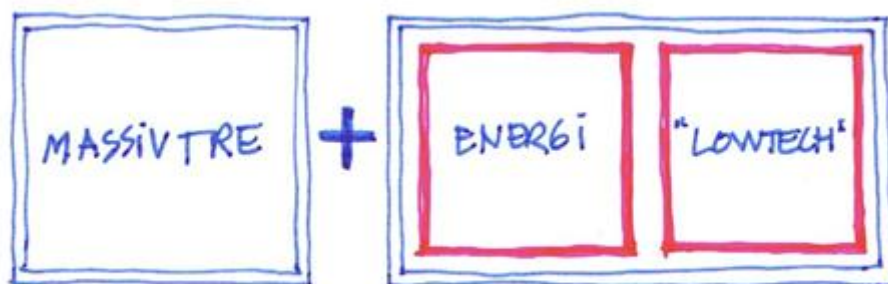
Mulighetsstudier med «klimakjernen» viser en arbeidsmetodikk og resultater som kan benyttes i å utvikle klimasmarte og innovative bygg, samtidig som egenkompetansen hos byggherre styrkes. Det definerer ett nødvendig og etterlengtet lederskap i klimasmart byggeri og bidra til en mer målrettet involvering av forskning og byggenæring. Forskning basert på grundige vurderinger av muligheter og problemstillinger ved hjelp av en kompetent sterk aktør med verktøy for definering av utfordringene og dokumenterte potensialer ville bringe klimapolitikken i raskere utvikling.

Eksempelvis, oppleves ofte at valg av materialer, energi kilder og ventilasjons- og varmeløsninger ikke får en optimal løsning. Man får ikke uttelling for ett klimasmart bygg. Det fokuseres på energiforbruk pr areal og år, mindre på materialvalg og minst på ventilasjons løsninger i forhold til valgte energiløsninger og materialvalg. Dette samspillet i

«Klimakjernen» er dette prosjektets og framtidens bidrag til mer miljøvennlige bygg og bærekraftige løsninger.

Forskrifter, rådgivende ingeniører og ikke minst leverandørene for ventilasjon legger sterke føringer på valg av ventilasjons- og oppvarming/kjøleløsninger. I 9 av 10 miljøbaserte prosjekter i tre hittil har ventilasjons faget valgt tradisjonelle løsninger med lite klimavennlige løsninger med henvisning til forskriftene. Flere mulighetsstudier viser at det går an å se nytt på sammenhengen mellom materialvalg og energiforsyning og tekniske anlegg i «klimakjernen». For eksempel burde det gå an å få en naturlig ventilasjon eller en enkel hybrid når det bygges i ett magasinende materiale hvor bare fornybar energi benyttes.

Den sterke faggruppen innen ventilasjon og energitekniske løsninger må utfordres gjennom innovative byggeprosjekter. Det er faktisk de offentlige byggherrene som har de ressursene som trengs tilsvarende det Statsbygg har.



Klimakjernen i dette prosjektet

- **Materialstrategi**
 - Massivtre som konstruktivt hovedmateriale
 - Betong mot fuktsoner og byggegrunn
 - Blanding av tre og betongkledning på fasader etter vær og slitasje kriterier
 - Robuste og lavemiterende overflater innvendig. Synlig massivtre behandlet med naturlige stoffer for lyshet og vaskbarhet eller trebaserte plater.
 - Glatte overflater innvendig, som ikke krever kjemikalier for renhold
 - Gulv i tre eller betong med sagflis eller store fliser, avhengig av slitasje og lysbehov (refleksjon).
 - Vinduer med energi effekt
- **Energistrategi**
 - Energistrategi er å finne de optimale energiløsningene for tilvirkning, transport, bygging, drift og avhending av bygningen. Her er materialstrategien og valg av tekniske løsninger viktig. Valg av materialer med høye emisjoner og lave termiske egenskaper krever større dimensjonert ventilasjonsanlegg for å ventilere i tillegg til CO₂ i luften. Tilført fukt i bygg må minimaliseres med bruk av tre og tildekking under montering.
 - Begrepet «Integrert Energidesign – IED» påpeker behovet for å involvere rådgivere for tekniske fag tidlig i planprosessen for å oppnå gode energieffektive bygg.. Det bør gjøres i dette byggeprosjektet i full forståelse for behovet for å få tekniske løsninger og spesielt ventilasjon tidlig inn. Les mer

om «Integrert Energidesign – IED» og mulighetene i kapitlet «Miljøgevinst». Kjernepunktet i «Integrert Energidesign – IED» er å drøfte energimål før prosjektering, og vurdere tiltak for å nå disse i en mulighetsstudie, akkurat som dette. Momentene i energirammen må vurderes i energistrategien:

- Romoppvarming
 - Ventilasjonsvarme
 - Varmtvann
 - Vifter
 - Pumper
 - Belysning
 - Teknisk utstyr
 - Romkjøling
 - Kjøling lavere enn 20 grader celsius
 - Sum energibehov, kW/h/m²
 - Andel el.spesifikt (%)
- Målsettingene ved Romsdal vgs foreslås slik (foreslått av energi- og VVS rådgiveren i mulighetsstudien)

Kostnads- og energikonsekvenser ventilasjon

Forutsetninger

- Grunnventilasjonen balansert, mekanisk dekker 60 - 70 % av ventilasjonsbehovet på totalt areal – resten er naturlig
- Naturlig ventilasjon i store haller, atrium og store klasserom
- Mindre rom balansert, mekanisk
- Reduksjonen i energibruk er uavhengig av isolasjonsgrad på bygget

Konsekvens

- Anslått redusert investeringskostnad: ca. 20 %
- Mindre energi til viftebruk, varmegjenvinning når man virkelig trenger det.
- Anslått redusert energibruk til ventilasjon 20-25 %.



• Tekniske løsninger

- Bruk av naturlig ventilasjon og termiske egenskaper i bygget fullt ut. Gjenvinning av varme fra inneluften i tilstrekkelig grad etter en energikost/nytte kalkyle. La CO₂ nivået og lavemiterende materialer i bygget styre dimensjoneringen av ventilasjonen, og så i tillegg benytte rask utlufting av undervisningsrom som toppventilering, hvor massivtreet i skall- og innvendig konstruksjon vil levere varme tilbake til rommet etter utlufting. Ref termiske egenskaper og latent varme i massivtre.
- Forslag til ventilasjonsstrategi fra energi- og VVS rådgiveren i dette studiet:

Forslag ventilasjonsstrategi

- Kombinere mekanisk og naturlig ventilasjon i de rom det er mulig
- Noen rom må ha balansert, mekanisk ventilasjon og punktavsug - disse rommen bør samlokaliseres
- Benytte store takhøyder i klasserom >3,3 meter
- Benytte tre som termisk og hygroskopisk «magasinering»
- 40 – 60 % av ventilasjonen mekanisk balansert lavtrykks CAV med 85 % gjenvinning (evt i trinnløs regulering)
- Desentraliserte aggregater med korte føringsveier
- Mekanisk balansert fortregningsventilasjon med tilførsel minst 1,5 meter fra oppholdssonen. Den naturlige ventilasjonen med høysittende, bunnhengslede vinduer «ramler ned» og tilføres ihht fortregningsprinsippet. Overstrømning til felles atrium
- Grunnventilasjon dimensjoneres for å dekke materialemisjoner + gjennomsnittlig personbelastning. Kjøling tas naturlig / hybrid ventilasjon
- Evt. kjøling tas med naturlig/hybrid ventilasjon

BAKGRUNN

Vi gjennomfører en forstudie, benevnt som mulighetsstudie for å belyse bruk av tre som hovedmateriale ut fra:

- Klimamål i fylkeskommunen
- Fokus på innovasjonsgrad i offentlig byggeri
- Optimering av klimakjernen, forstått som samspillet mellom materialer, teknologi og energi
- Målpris (budsjett)

Videre ønsker Fylkeskommunen å vurdere:

- Brukerkrav til
 - Funksjon
 - Kvalitet
- Sertifisert «Miljøfyrtårn»
 - Trematerialer vil ved riktig prosjektering bidra til lavere energiforbruk i byggefasen og driftsfasen
 - Trevirke binder CO₂ og vil ha ett mer positivt CO₂ regnskap enn andre materialer
- Kravet om rent og tørt bygg
 - Trebygg bygges ikke med vann som komponent og vil være tørt ved overtagelse ved bruk av værbeskyttelse i byggefasen (tak over tak)
 - Trematerialer vil redusere støv i byggefasen og gir mindre emisjoner, mindre dimensjonering av teknisk ventilasjon
- Industrielt byggeri med kortere byggetid
 - Tre som hovedmateriale kan gi høyere prefabrikasjon og raskere ferdigstillelse. Opptil 40 % spart tid
- Lavere kostnader til drift og vedlikehold
 - Bruk av massive trekonstruksjoner har høyere termiske egenskaper enn betong og vil kunne inngå i en lavere dimensjonering av ventilasjon og oppvarming/kjøling
 - Trematerialet er robust og formbart, noe som gjør det lettere å feste gjenstander, endre bruken og få tilgang til konstruksjonen
 - Skolens elastisitet blir bedre
 - Dokumentasjon av slitasje i form av hærverk
- Målprisstyring iht budsjett
 - Det er bygd en del skoler i tre, og disse inngår i en vurdering av måloppnåelse pris (målpris) for bygging av skolen i hovedmaterialet tre

Vi rigger ett team bestående av:

- Treingeniør – statikk, brann og lyd samt trevirkets egenskaper
- Treskolearkitekt – ekstern med erfaring fra skoler og heltre pluss egen ressurs fra oppdragsgiver
- Prosessleder – industriell tredesign og gjennomførings prosesser
- Tekniske fag – representanter fra oppdragsgiver og egne innleide spesialister

Det er bra at dette gjøres tidlig før prosjekteringen starter og før det velges rådgiverteam. Da er dette en offentlig vurdering og ikke en offentlig anskaffelse. Her kan det legges føringer for senere prosjektering.

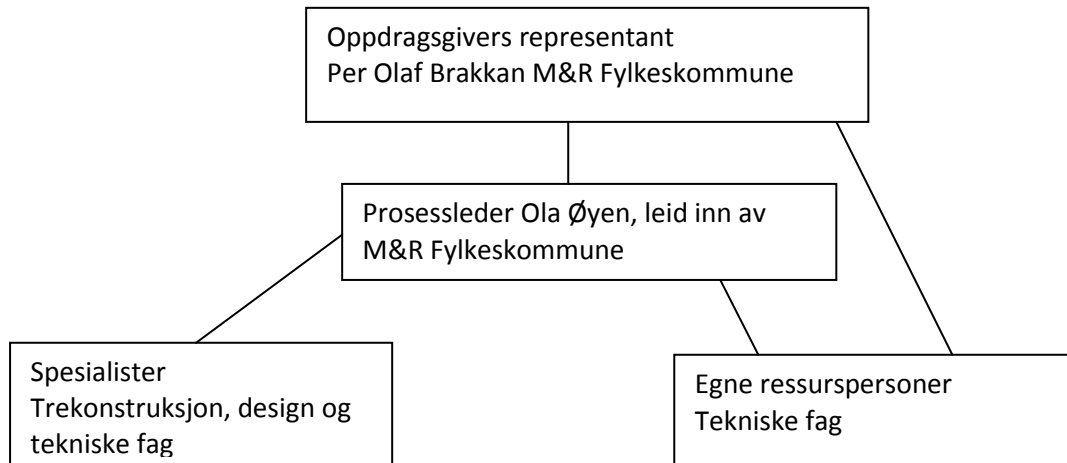
Jobben leveres innen 24.10.12

Økonomi

Budsjett for jobben:

Arkitekt	45 000,-	(ekstern)
Treingeniør	40 000,-	(ekstern)
Tekniske løsninger	40 000,-	(intern M&R FK)
Fag beskrivelse	30 000,-	(ekstern)
OØ inkl beskrivelser	160 000,-	(ekstern)
SUM	315 000,-	

Organisering

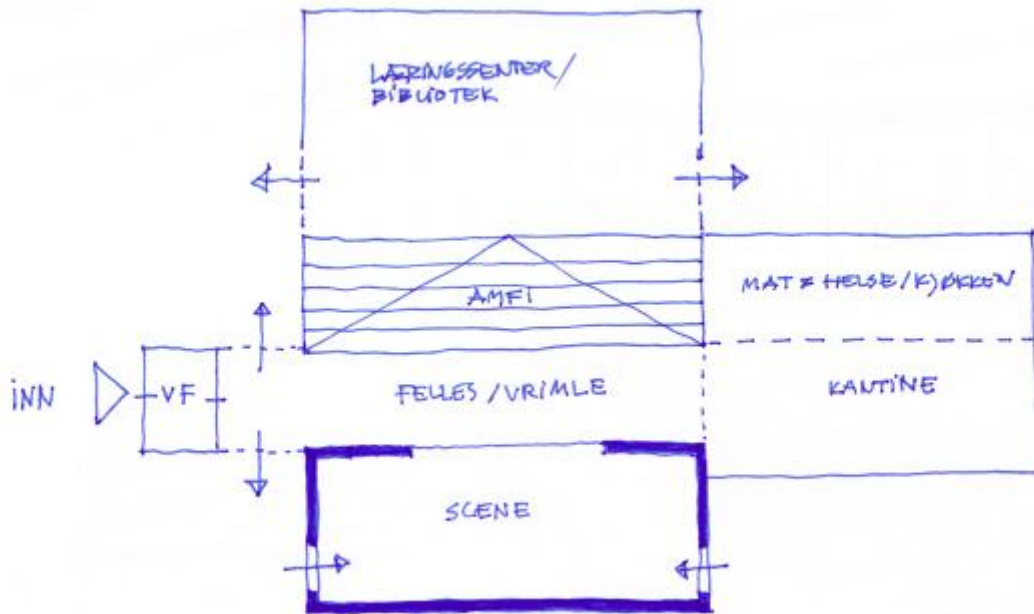


Kontaktinfo

Kåre Kristen Totlund	kare.kristen.totlund@fmmr.no	95 755 995
Per Olaf Brækkan	per.olaf.brakkan@mrfylke.no	92 082 368
Ola Øyen.	ola.oyen@silvinova.no	97 111 222

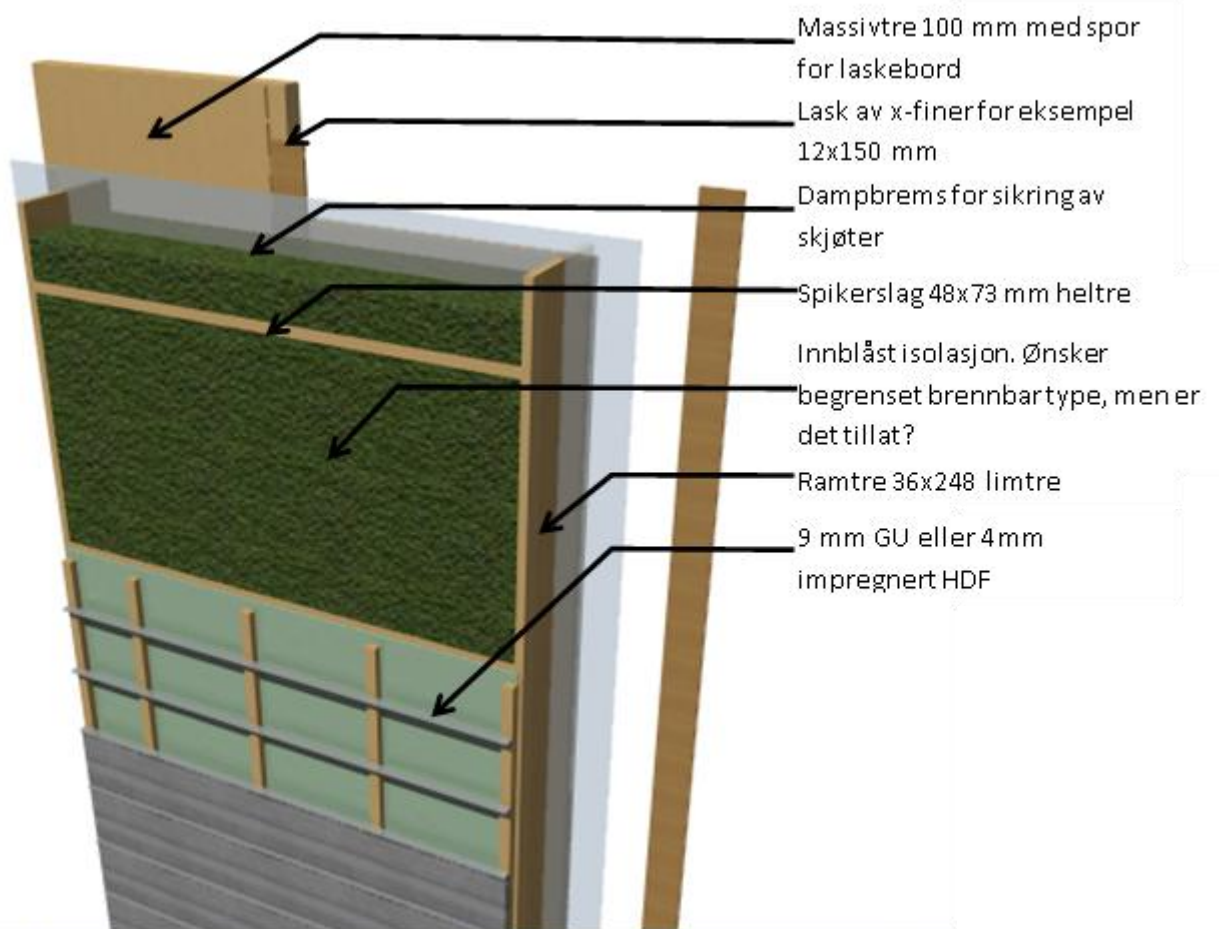
Underlag

- «Tredriveren» i Møre og Romsdal har initiert mulighetsstudien. Fylkeskommunen er en av tre initiativtagere til opprettelse av «Tredriveren»
- Romsdal VGS er i tidlig fase med hensyn på planlegging. Første utkast til Areal- og funksjonsprogram og dimensjonering av skolen
- Det er politiske føringer for utvikling av bærekraftige bygg i Møre og Romsdal. Tre er spesifisert som meget bærekraftig materiale. Politikerne skal ta stilling til blant annet føringer mht materialvalg og energi i nye Romsdal VGS.
- Erfaringene i driftsavdelingen i Møre og Romsdal Fylkeskommune er negative mht oppgradering av energievnen i eksisterende bygg og forbruk av energi etter dette. Dette er derfor sentralt i vurdering av løsninger i mulighetsstudien; «Byggets energievne og energiforbruk»



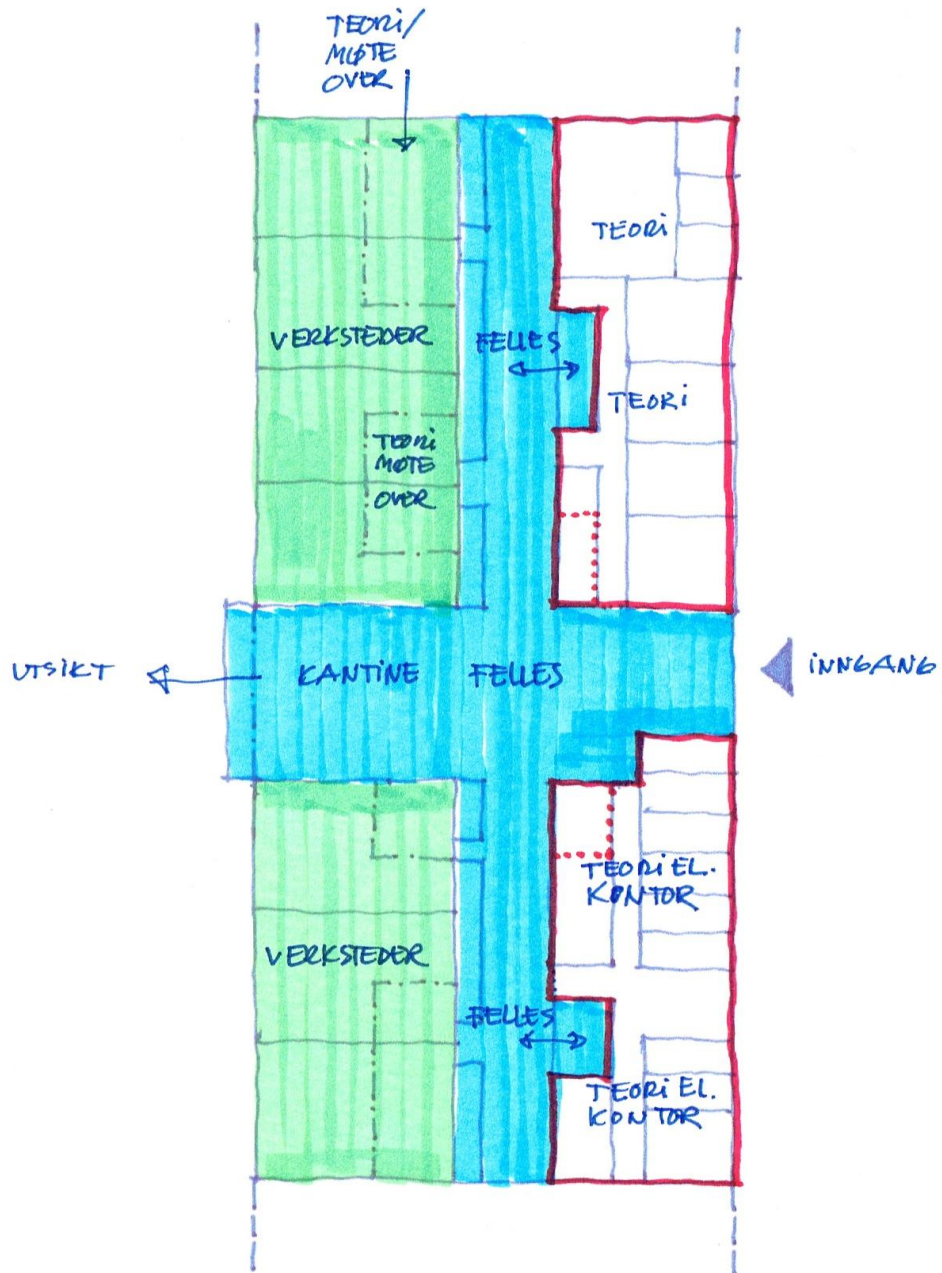
Det er gjennomført en studie i Falu Kommun i Sverige ved Mats Dahlström (ref Trästädsriksdag i Göteborg, 10.03.2011), som konkluderer med noen punkter som er kostnadsdrivende i byggeprosess for offentlige bygg:

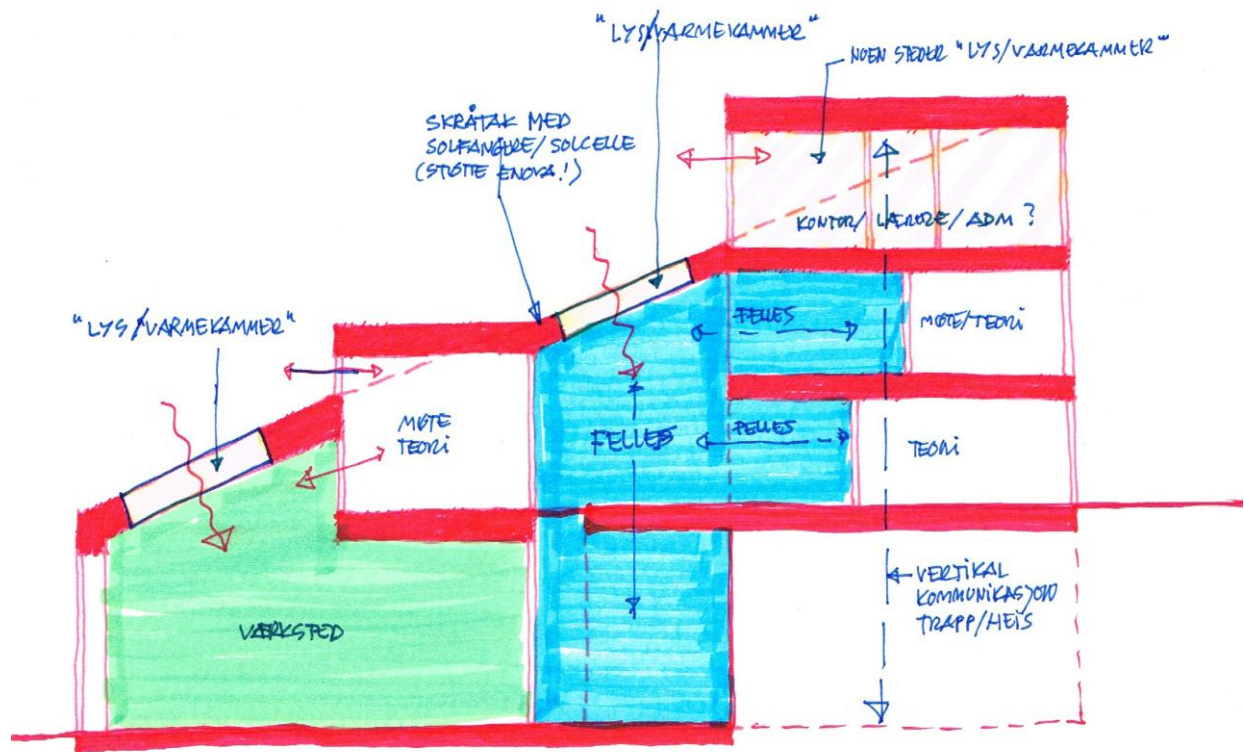
- Myndighetskrav (forskrifter) og kontroller
- Konkurransesvikt om jobbene
- Tillitsbrudd og konflikter i prosessen krever ekstra marginer hos entreprenør
- Prosjekteringskostnader, som om det er første gangen det skal bygges ett hus
- Anskaffelsesmåten – krav om offentlig anskaffelse og totalentreprise
- Konservative løsninger og konservativ byggebransje
- Grunn og tomte kostnadene
- Mva
- Krevende planprosesser
- Endringer i byggeperioden
- Få byggkonsepter og manglende dokumenterte løsninger
- Arkitekt detaljer
- Monopol i byggevarehandelen

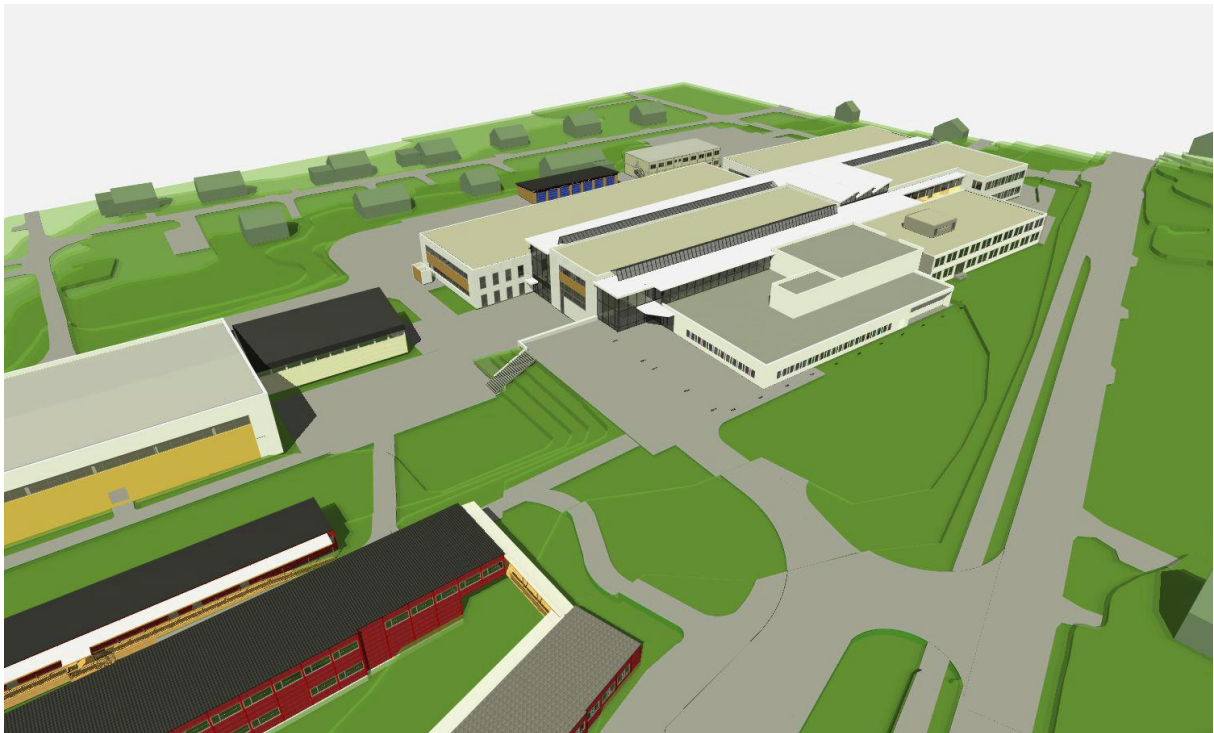


Figur 1: Prinsipp veggelement produseres f.eks. 2400x etasjehøyde / takhøyden i størrelse

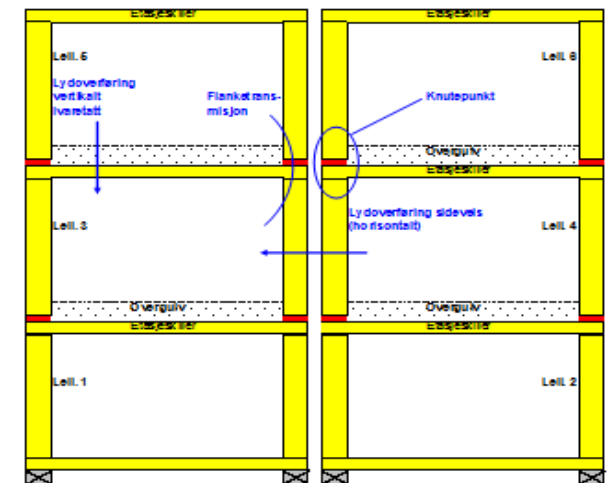
- Nardo skole, Trondheim 6000m² ferdig 2008. barneskole i massivtre
 - Referanse Eva Schanche Nilsen 72 54 17 00
 - Det er ikke tagging eller hærverk på skolen
 - Dette skyldes også ett «respektprogram» sammen med bevisst handling om å holde skolen i orden
 - Den gamle skolen, som ble revet var i betong, og det var ikke ett problem med hærverk eller tagging der heller
- Vøyenenga skole, Skui, ungdomskole i massivtre. Bygd i 2005.
 - Referanse Christian Sørbye Larsen, undervisningsinspektør. 92 44 14 89
 - Veldig lite problemer med hærverk eller tagging. Betongflatene mer utsatt enn treflatene
 - Alle skader tas øyeblikkelig og skolen holdes i orden
- Røråstoppen skole, Re kommune, ca 4000 m², ferdig 2004.
 - Referanse Wenche Bue, rektor 33 06 14 44
 - «Det er ikke registrert noen form for hærverk eller slitasje på treet. Skolen har lave driftskostnader.»
- Cicignon skole, Fredrikstad kommune, 9000 m², ferdig 2009
 - Referanse Iacob Nordby, rektor, tlf 979 78 150
 - «Rektor er svært fornøyd med materialbruken og har ikke registrert noe hærverk eller slitasje på treet. Her er det også mye tre på gulv i fellesarealet.»
- Lindhøy skole, Tjøme kommune, ca 3500 m², ferdig 2004 og 2010.
 - Referanse eiendomssjef Arve Bockelie, tlf 911 53 830
 - «Det er ikke registrert hærverk eller slitasje. Første byggetrinn var ferdig for nesten 10 år siden, og ut fra de erfaringene man hadde, var det ingen betenkeligheter med å benytte tre i det siste byggetrinnet.»





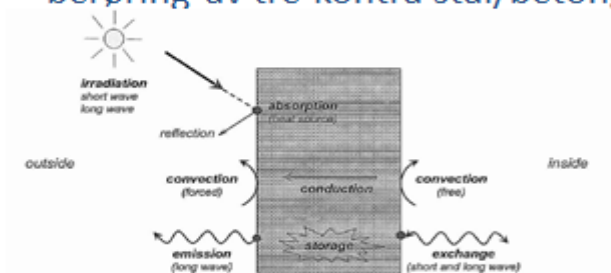


Prinsippskisse, som viser røde felt mellom massivtre skivene horisontalt. Disse er dempende for lyd. Mellomrommet vertikalt er for å stoppe lyd med blanding av luft og isolasjon. Skravert felt oppå etasjeskillet viser oppbygging av lyd demping.



Tre og Strålingsegenskaper – ref. Treteknisk

Opplevd temperatur =
lufttemperatur + varmestråling fra
omgivelser
Vitenskapelig bevist – bedre med
berøring av tre kontra stål/betong



Tre og Termisk masse - ref. Treteknisk

Påstand:

Betong har betydelig større varmelagringsevne enn tre: **FEIL**

	Spesifikk varmekapasitet	Varmeledningsevne
	J/gK	W/mK
Gran	1,7	0,04 - 0,4
Betong	0,88	1,7
Luft	1,01	0,025
Vann (25°C)	4,2	0,6

Tre og Fukt utjevning - ref. Treteknisk

Mulig opptak og avgivelse av fukt til omgivelsene

✓ Tre vinner

	Fuktkapasitet Ved kapillær metning	Fuktledningsevne Vanndampspermabilitet
	kg/m ³	10 ⁻¹² kg/msPA
Gran	400	6
Betong	110	2

Tre og Latent varmeutveksling

ref. Treteknisk Institutt

Faseovergang vanndamp-vann krever og avgir varme

Gir tillegg til termisk masse

Eksempel på utnyttelse - døgnutjevning

- Natt - kaldt og fuktig - Trevirket tar opp fukt og avgir varme NB: Hindrer kondens
- Dag - soloppvarming og uttørking – trevirket avgir fukt og krever varme

Rapportvedlegg x)

Målprisreferanser andre skoler

Nyere skole- målpris eksempler

- Fauskanger skole – under bygging
- 19 500 kr/m² entreprisekostnad
- 32 500 kr/m² prosjektkostnad
- Priser august 2010
- Trekledning ute og inne, samt himlinger



Nyere skole- målpris eksempler

- Lindhøy skole – ferdig 2010
- 19 500 kr/m² entreprisekostnad
- 32 500 kr/m² prosjektkostnad
- Priser 2009
- Trekledning ute og inne/ himlinger etc



- Cicignon skole – Fredriktad – ferdig 2009
- 19 000 kr/m² entreprisekostnad (nybygg)
- 31 500 kr/m² prosjektkostnad
- Priser 2009
- Hovedkonstruksjon, overflater og scenehus etc i tre





Romsdal vgs – Viktige moment i forhold til renhold

Generelt

- Renholder kan normalt rengjøre inntil 3 m høyde. Over 3 m må det spesialutstyr i form av lift.
- Unngå hyllefaktor, minst mulig horisontale kanter, utspring, lister og lamper.
- Renhold og vedlikehold skal kunne gjennomføres på dagtid.
- Spesialprosedyrer på overflatebehandling skal unngås.
- Renholds- og vedlikeholdsmiddel skal være miljøvennlig og ha lave emisjoner.
- Materialoverflater skal ha lange vedlikeholds intervall.
- Ikke synlige søyler, fremspring o.l
- Heis på kunne frakte lift (eksempel på liftsstørrelse: 1250 kg, bredde 0,76 m /lengde 1,86 m/ høyde1,84- 2,16m) Liften har arbeidshøyde 7,8 m)

Rom til Renhold

- Renholdssentral, driftssentral, miljøstasjon osv. skal plasseres sentralt i bygget, med nærhet til heis.
- Rom til renhold
 - Renholdssentral
 - Materiallager
 - Renholdsrom i hver etasje og pr 500 kvm gulvareal
 - Det skal være sluk i renholdssentral, min 1,5m x 0,8m. Mindre sluker i renholdsrom.

- Kontor til renholdleder
- Garderobeløsning med dusj
- Tilpasses bygningsmassens størrelse, Viser til NBI-blad A 379.243

Inngangsparti

- Inngangspartier skal utformes slik at tilsmussing begrenses
 - Fast dekke med overbygg, fall fra dør
 - Drenert fotskraperist, min 2 m lang
 - Skrapematte i vindfang
 - Absorpsjonsmatte min 2 m
 - Benyttes slitesterkt materiale
 - NBI-blad A 379.243, og NS 11001-1:2009

Spesielle områder

- Overflatene skal tåle kjemikaliepåvirkning som er i frisør, verksted osv.(farge, oljesøl, sprit)
- Overflatene må tåle kravene til renhold i forhold til hygiene i kjøkken, kantine, sanitærrom. Flater med strenge hygienekrav skal kunne rengjøres med gel-/skumlegging og lavtrykksspyling. NB sluker.
- Fokus på renhold i trapper
 - Inntrinn og på sidene skal være tette
 - Gelender skal festes på utsiden av gelenderet, NB renhold
 - Glass/Plast skal ikke benyttes i gelender
- Auditoriestoler skal festes på opptrinn, ikke på gulv

Anne Bente Klokk Svendsvik

Tekniske installasjoner

Lyd og akustikk

- NS8175 må være sentral også i bygg i tre
- Romklang skal i hele byggets levetid oppfylle kravene. Trematriale blir hardere over tid og etterklangen går opp.
- Etasjeskillere - spesielt fokus på trinnlyd.

Tekniske løsninger

- Vi er kritisk til naturlig ventilasjon
- Teknisk rom og kanalføringer må ha spesielt fokus tidlig i prosessen.

Drift og vedlikeholds strategier

Innspill til rapport vedr.Drift og Vedlikeholdsstrategier:

1. Drift og Vedlikeholdsrutiner som har fokus på både brukere og bygningdrifere.
2. Sjekklistor og kontrollplaner (målepunkter) for eiendomsforvalter som skal bidra til optimal levetid for kritiske bygningsdeler.
3. LCC beregninger på kritiske bygningselementer, som bidrar til langsiktige vedlikeholdsplaner
4. Tydelige energimål som skal være styrende for den daglige driften.

Innspill fra Møre og Romsdal Fylkeskommune:

Det forventes at timeplan legges over 40 timer. 3-4 timer går bort på slutten av dagen til planlagte felles møter for lærerne. Maks antall timer et rom i bruk er dermed 35 t/uke. Skolen er åpen for elever 38 uker per år. Skolen er bemannet av driftspersonell 51 uker /år.

- Klasserom - standard størrelse 45 kvm/15 elever 70 kvm/30 elever - forventet bruk 30 timer i uka. 100% belegg i forhold til personer.
- Møterom - varierer i størrelse (10 - 30 m²). Belegg ikke mer enn snitt 10 t/uke. Sjeldent møterom brukes av mer enn 50% av kapasitet personer.
- Auditorier - Ett stort auditorium ca 200 m². Fullt belegg skjer 5-10 ganger /år, da gjerne 5-7 timer/gang.. Forventet bruk 3-6 t/u. 20% belegg i forhold til personer.
- Verksteder - TIP og BA ca 350 m² per verksted per 15 elever. Belegg er avhengig av om det er 1 eller 2 paralleller som bruker rommet. Forventet bruk ca 15 t/u per parallell. PÅ Romsdal kan en forvente ca 30 t/u bruk.
- Kantine/gate: Her er det veldig lite bruk utenom skolestart og langfri. Det er lagt opp til 50% dekningsgrad i kantine --> ca 450 personer. Dette er nok omtrent samme antall en kan forvente befinner seg i området rundt skolestgart og langfri. Areal kantine = 630 m² + vestibyle ca 100 m². Gata er trafikkareal og bestemmes i skisseprosjekt. Under undervisning befinner det seg maks 20-30 personer i kantine / gate. Langfri = maks 45 min.
- Frisør - Dimensjonert for 15 elever + 15 kunder + lærer (=31). Areal ca 180 m². Brukes ca 20 t/uke. Stort sett av maks 20 personer da resten av tiden benyttes til klipping av øvelshoder.
- Personalrom - ca 250 m². Dimensjonert for 200 personer. Maks belegg kun 1/2 t per dag. Forøvrig ca 20 personer i snitt resten av dagen.
- Ledelse og adm - ca 200 m². I bruk hele året. Må kunne luftes ut med vindu mot nord. Blanding av cellekontor og felleskontor.

BT2		
TIP		2100
Tekn.rom/Fyr		420
Reinhald		50
Elevkantine		750
Personalkantine		270
Bibliotek		290
Elevtenester		115
IKT		100
Realfag		190
SUM NTA		4285
SUM BTA		5999
BT3		
BA		1665
Tekn.rom/Fyr		250
Auditorium		200
Ny vestibyle		250
Adm/merkantilt		350
HS		700
DH		250
AO		620
SUM NTA		4285
SUM BTA		5999

Rapportvedlegg xv):

Funksjonsføringer rom fra M&R FK ved Byggje- og vedlikeholdsseksjonen

TIP - Teknikk og industriell produksjon - verksted må ligge på bakkeplan med store porter.

Innsyn fra fellesareal til verksteder.

Reinhold - sentral med vaskemaskiner og lager.

Elevkantine - kantine inkl servering. Plass til logistikk viktig rundt utsalg.

Personalkantine - relativt nært utsalg. Ikke sammen med elevkantine (kan skilles med feks glassvegg)

Bibliotek - nært elevkantine

Elevtjenester - rådgiver, helsesøster, PPT osv. I egen avdeling med felles inngang for å unngå stigmatisering av elever.

IKT - relativ sentral plassering - må være mot fellesareal.

Realfag - kan ligge noe mer perifert. Her stort sett naturfag med enklere installasjoner.

BA - Bygg og anleggsteknikk. Samme krav som TIP.

Auditorium - for 200- 240 personer.

Adm/merkantilt. Mot fellesareal. NB - viktig med dagslys - her jobber kontorpersonell hele dagen-

HS- helse og sosialfag. Tildels mye klasserom. Ett lite skolekjøkken.

DH - design og håndverk - dette er frisørsalong og tekniske anlegg er viktig å få kontroll på.

AO - alternativ opplæring. PSyk utvhemmede. En-en opplæring mye i egne små rom. Lite avansert teknikk. Bør ligge noe skjermet med egen inngang for transport handicapbil.

Eksempler

- **Klasserom** - forventet bruk 30 timer i uka. 100% belegg i forhold til personer
- **Møterom** - varierer i størrelse (10 - 30 m²). Belegg i snitt 10 t/uke. Sjeldent møterom brukes av mer enn 50% av kapasitet personer.
- **Auditorium** - ca 200 m². Fullt belegg 5-10 ganger /år, 5-7 timer/gang. Forventet bruk 3-6 t/uke. 20% belegg i forhold til personer.
- **Verksteder** - TIP og BA ca 350 m² per verksted per 15 elever. Belegg er avhengig av om det er 1 eller 2 paralleller som bruker rommet. Forventet bruk ca 15 t/u per parallell. Kan en forvente ca 30 t/u bruk.



Foreslått løsning:

- Grunnventilasjon balansert mekanisk + kryssløfting vinduer for å ta toppene – overstrømning til atrium/gate
- Grunnventilasjon balansert mekanisk + kryssløfting vinduer for å ta toppene – overstrømning til atrium/gate. Hvis plassert midt i bygg, balansert, mekanisk
- Grunnventilasjon balansert mekanisk + takluker for å ta toppene
- Grunnventilasjon balansert mekanisk + takluker for å ta toppene/kryssløfting + punktavsug

Eksempler forts.

- **Kantine/gate**: veldig liten bruk utenom skolestart og langfrie. Det er lagt opp til 50% dekningsgrad i kantine → ca 450 personer. Dette er nok omtrent samme antall en kan forvente befinne seg i området rundt skolestart og langfrie. Areal kantine = 630 m² + vestibyle ca 100 m². Gata er trafikkareal og bestemmes i skisseprosjekt. Under undervisning befinne det seg maks 20-30 personer i kantine / gate. Langfrie = maks 45 min.
- **Frisør** - 15 elever + 15 kunder + lærer (=31). Areal ca 180 m². Brukes ca 20 t/uke. Stort sett av maks 20 personer da resten av tiden benyttes til klipping av øvelshoder.
- **Personalrom** - ca 250 m². 200 personer. Maks belegg kun 1/2 t per dag. Forevrig ca 20 personer i snitt resten av dagen
- **Ledelse og adm** - ca 200 m². I bruk hele året i arbeidstiden



Foreslått løsning:

- Grunnventilasjon balansert mekanisk + takluker for å ta toppene
- Behovsstyrt, balansert mekanisk + evt punktavsug
- Grunnventilasjon balansert mekanisk + kryssløfting vinduer for å ta toppene
- Grunnventilasjon balansert mekanisk + kryssløfting vinduer for å ta toppene

Betong vs Tre

En kortvurdering av Ola Øyen

Litt partisk for tre, men forsøkt nøytral

Følgende momenter er omtalt:

1. Utvendige overflater og robusthet
2. Innvendige overflater og robusthet
3. Fundamentering og forankring
4. Statikk og stabilitet
5. Brann
6. Fukt

Moment	Betong	Tre
Utvendige overflater og robusthet	Betong tåler mer fuktpåvirkning utvendig, men må behandles og vedlikeholdes for ikke å bli skjoldet. Slag ved påkjørsel vil gi avskalling. Tagging vil gi merker etter fjerning, fordi betongen «suger» farge. Overflaten må derfor behandles etter fjerning.	Tre uten behandling må beskyttes mot konstant fukt. Tåler kortvarig fukt, men må få tørke ut. Blir skjoldet uten behandling. Montering av utvendig kledning må gjøres riktig med lufting bak og nedre kant 30cm over bakken. Ulike behandlingsformer av tre gir stor robusthet utvendig. Impregnering alternativt varmebehandling øker robustheten og vedlikeholdsintervallene. Ulike fargenyanser kan oppnås ved behandlingen
Innvendige overflater og robusthet	Betong tåler det samme som massivtre mht trykk. Ubehandlet betong suger støv og er vanskelig å rengjøre uten å få skjolder. Renhold krever spesialsåper. Skader må sparkles.	Massivtre tåler like mye som betong mht trykk. Ubehandlet treoverflate suger støv, men er lettere å rengjøre enn betong. Overflatebehandling gir mulighet for fargespill og inneklimatemessige fordeler med naturprodukter, og er lett å rengjøre med natursåpe. Trykkskader kan vannes for å få ut igjen fiberne og pusses
Fundamentering og forankring	Betong veier 4 ganger mer enn tre, og fundamenteringen må dimensjoneres der etter. Betongbygg trenger ikke forankring før de er 8 etasjer høye pga vekta.	Tre veier ca 25 % av betong. Fundamentering av massive trekonstruksjoner blir enklere og rimeligere, men forankring blir viktig ved mer enn 4 etasjer.

Momenter	Betong	Tre
Statikk ved bygging og stabilitet	En betongkonstruksjon må avstives etter montering, og skjøtene «limes» og herdes før ferdigstillelse kan skje. Betong egner seg godt i samspill med massive trekonstruksjoner for å ta stabilitet, for eksempel med trappesjakter.	En heltrekonstruksjon vil være ferdig «limt» og avstivet ved montering vha materialmonolitt og skrueforbindelser. Massive trekonstruksjoner har mye bedre egenskaper ved jordskjelv pga elastisitet i konstruksjonen enn for betong. Denne forskjellen øker positivt for trekonstruksjonen ved høyere hus enn 4 etasjer.
Brann	Betong er ubrennbart, men armeringen utvider seg ved 500 grader og betongkonstruksjonen sprekker pga det.	Tre er brennbart, men krever brannenergi for å brenne. Ved brann forkuller overflaten og oksygen får ikke tilgang til veden, noe som kveler brannen når brannenergien er borte. Massivtreoverflater har betydelig større brannmotstand enn tømmervegger, pga den slette og jevne overflaten. Bæreevnen kan opprettholdes ved en varmeutvikling på over 500 grader. Problematikken er røykgassene som tar fyr.
Fukt	Betong egner seg best i områder med konstant fuktighet, og er eneste alternativet i jordkontakt.	