

STF22 A04513

RAPPORT



Illustrasjon: Arkitektgruppen Cubus AS

Evaluering av Kvadraturen videregående skole – energi og miljø

Tore Wigenstad

SINTEF Bygg og miljø
Arkitektur og byggteknikk

September 2004

www.sintef.no



SINTEF Bygg og miljø
Arkitektur og byggteknikk

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Alfred Getz vei 3
Telefon: 73 59 26 20
Telefaks: 73 59 82 85

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Evaluering av
Kvadraturen videregående skole
– energi og miljø.**

FORFATTER(E)

Tore Wigenstad

OPPDRAGSGIVER(E)

Norges forskningsråd

RAPPORTNR. STF22 A04513	GRADERING ÅPEN	OPPDRAGSGIVERS REF. Jørn Lindstad	
GRADER. DENNE SIDE ÅPEN	ISBN 82-14-03419-1	PROSJEKTNR. 224096.07	ANTALL SIDER OG BILAG 31
ELEKTRONISK ARKIVKODE RAPPORT_Kvadraturen.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Anne Grete Hestnes	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Inger Andresen	
ARKIVKODE	DATO 2003-12-17	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Siri. H. Blakstad, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Rapporten gir en evaluering av energi- og miljørelaterte forhold for byggeprosjektet Kvadraturen videregående skole i Kristiansand. Evalueringen er basert på et utvalg prosjektdokumenter, befaring samt intervjuer av sentrale aktører i planleggings- og byggeprosessen.

Prosjektet karakteriseres ved at planleggings-, og byggeprosessen ble gjennomført ved en såkalt samspillkontrakt, hvor også byggherre og bruker var representert.

Et viktig premiss for prosjektet var byggherrens vedtatte *miljømål*.

Videre utpreger prosjektet seg med hvordan dette målet er blitt bearbeidet fra *miljøplan*, via *miljøhandlingsplan*, til *miljøtiltak*. Ivaretagelsen av miljøtiltak gjennom byggeprosessen ble sikret via egenpålagt *miljørevisjon*.

I tillegg til egen *miljørådgiver* har samspillgruppen benyttet ekstern *miljøkoordinator*.

Valgte miljøtiltak er ikke spesielt synlig når en besøker skolen for første gang. Imidlertid viser denne gjennomgangen at en rekke svært relevante tiltak er gjennomført, men integrert i bygningen for øvrig.

Skolen har nå vært i drift i ett år. Brukererfaring (miljøprofil) og sammenligning med definerte måltall (energibruk) har dessverre ikke vært tilgjengelig.

Rapporten beskriver både prosess-relaterte og tekniske forhold.

Rapporten inngår i prosjektet "Smarte og energieffektive bygninger" ved NTNU og SINTEF, under delprosjektene "Integrert prosjektering" og "Miljøkriterier".

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Bygninger	Buildings
GRUPPE 2	Miljø	Environment
EGENVALGTE	Design	Design
	Skoler	Schools
	Energi	Energy

INNHALDSFORTEGNELSE

1.0 INNLEDNING	4
2.0 PROSJEKTETS AMBISJONSNIVÅ	5
2.1 Visjon	5
2.2 Tiltakshavers miljømålsetting	5
3.0 STRATEGI FOR Å NÅ MILJØMÅL	6
3.1 Planleggingsprosess	6
3.2 Kompetanse blant aktører i planleggingsprosessen	6
3.3 Premisedokumenter	6
3.4 Synlighet gjennom hele prosessen	6
3.5 Byggeprosess.....	6
4.0 ORGANISATORISKE TILTAK FOR Å NÅ MILJØMÅL.....	7
Sammensetting av gjennomføringsteam.....	7
4.1 Erfaringsoverføring (kunnskap)	9
5.0 PRAKTISKE TILTAK FOR Å NÅ MILJØMÅL.....	10
5.1 Byggeprogram.....	10
5.2 Skisseprosjekt.....	10
5.3 Forprosjekt	11
6.0 VERIFISERING AV MÅL	13
6.1 Utvelgelse av miljøtiltak.	13
7.0 GJENNOMFØRING AV TILTAK.....	16
7.1 Fasade	16
7.2 Fleksibilitet.....	16
7.3 Materialbruk	16
7.4 Glassoverbygget kantine.	16
7.5 Veranda	16
7.6 Gangareal	16
7.7 Hybrid ventilasjonssystem	16
7.8 Solfangere.....	17
7.9 Vannforsyning og avløpsystem.....	17
7.10 Rentbygg prosess.....	18
7.11 Avfall	18
7.12 Bygging av råbygg	18
7.13 Glideforskaling – kontinuerlig støyping	18
7.14 Omgivelser	18
7.15 Pedagogisk	18
7.16 Miljøregnskap (as built)	18
7.17 Miljøprofil	18
8.0 VURDERING AV OPPNÅDD RESULTAT.....	19
8.1 Prosessen	19
8.2 Tiltak	19
8.3 Forbedringspotensiale	19
9.0 SLUTTKOMMENTARER.....	21

10.0 REFERANSER	22
11.0 BILDER EKSEMPLEMM	23
12.0 VEDLEGG	29

1.0 INNLEDNING

Rapporten inngår i delprosjektene ”2.1 Integrated design” og ”1.2 Miljøkriterier” i prosjektet Smarte energieffektive bygninger (Smartbygg).

Formålet med evalueringen er å kartlegge hvilke strategier og tiltak som er gjort med hensyn på energi og miljø, hva som har vært vellykket/mindre vellykket, og hvorfor.

Evalueringen er gjort på bakgrunn av intervjuer med sentrale aktører i byggeprosjektet, befarings på bygget i november 2003, samt foreliggende dokumentasjon (se kapittel 10). I tillegg er noe underlagt hentet fra forskjellige prosjektpresentasjoner via internett.

Følgende personer ble intervjuet:

Øivind Grundetjern, driftsansvarlig på bygget
Øyvind Lundberg, TeT AS (Vest-Agder FK) Prosjektleder byggherre (PL-BH)
Kristian Dølvik, UNICO, Prosjektleder alliansen (PL-K)
Bernt Thorbjørnsen, UNICO, Rådgiver VVS
Arild Kristiansen, UNICO, Rådgiver Miljø (byggeplass)
Frank Holta, NCC, Prosjektleder produksjon
Åge Brustad, NCC, Byggentreprenør
Jan Brataas, Miljøkoordinator

Intervjuguide som ble brukt som grunnlag for intervjuene er gitt i vedlegg V3. Spørsmålene dreide seg hovedsaklig omkring hvordan de ulike aktørene oppfattet planleggings- og byggeprosessen, samt det endelige resultatet. Intervjuene ble tatt opp på bånd og transkriert av Helene Tronstad Moe, Institutt for tverrfaglige kulturstudier, NTNU. Helene Tronstad Moe ledet intervjuene og deltok i befaringsen. Hun arbeider med en dr.grad. innefor delprosjekt "1.2 Miljøkriterier".

Navn:	Kvadraturen Skolesenter (videregående skole)
Tiltakshaver/byggeier:	Vest-Agder fylkeskommune (VAF)
Prosjekt:	Ny skole i sentrum av Kristiansand. Før prosjektstart bestod skolen av en bygningsdel fra 1957 og en nyere del fra 1974. Den eldre delen ble etter en vurdering hvor bla investeringskostnader, levetidskostnader og miljøhensyn inngikk, besluttet revet. Prosjektet omfatter etter dette et nytt tilbygg på ca 12 600 m ² og inkluderer rehabilitering av et areal på ca 3 600 m ² . Totalt areal etter ombygging lik ca 21 000 m ² .
Tidsforbruk:	Prosjektet ble startet våren 1999 med arkitektkonkurranse. Avsluttet med offisiell åpning september 2003.
Økonomi:	Kostnadsramme: 260 mill (fiksert etter forprosjekt) Påløpt kostnad ved overlevering: 250 mill

2.0 PROSJEKTETS AMBISJONSNIVÅ

2.1 Visjon

Vest-Agder fylkeskommune (VAF) formulerte i 1998 et overordnet miljømål for all planlegging, bygging og drift av dennes bygningsmasse.

Vedtaket fokuserer primært på prinsipper ihht. "ØKO-BYGG" programmet ⁴⁾ og inneholder følgende hovedprinsipper:

- Det utvikles gjennomføringsmodeller hvor arkitekter, rådgivere og entreprenører kan samarbeide fra et tidlig tidspunkt i planprosessen. En miljøkoordinator skal særlig overvåke at miljøhensyn ivaretas på alle stadier i plan- og byggeprosessen.
- Gjennom planprosessen legges vekt på arealeffektive og arealfleksible løsninger, og det tas hensyn til mulig avvikling av bygningene.
- Det utformes et beslutningsgrunnlag som legger vekt på de årlige kostnadene ved et bygg, inklusiv både kapital-, drifts- og avviklingskostnader.
- Det legges vekt på bygningsmessige løsninger som sikrer energifleksibilitet, høyest mulig energieffektivitet og relativt sett lavere energikostnader.
- Det velges materialer som medfører lav miljøbelastning gjennom hele livsløpet og med lokal tilvirking så langt som mulig på konkurransemessige vilkår.
- Det legges vekt på ventilasjonsløsninger som sikrer et godt innneklima, med god driftsstabilitet og tilpasset brukernes behov. Naturlig ventilasjon skal vurderes og så langt som miljømessig og økonomisk forsvarlig legges til grunn ved planlegging av nye bygg.
- Det legges vekt på mest mulig effektiv ressursbruk.
- Det skal legges vekt på at det skapes mindre avfall og avfallssortering i såvel bygge- som vedlikeholds-, rehabiliterings- og rivingsfasen. Materialer med miljøskadelige stoffer skal saneres ved ombygging. Materialer skal sorteres til henholdsvis ombruk, materialgjenvinning, energigjenvinning og deponi prioritert i denne rekkefølge.

Innholdet i dette vedtaket forelå som styrende ved oppstart av prosjektet.

2.2 Tiltakshavers miljømålsetting

I tillegg til politisk vedtak hadde tiltakshaver før prosjektstart utformet en *miljøhandlingsplan*.

Dette var et strategisk dokument, som inneholdt målformuleringer ihht. det politiske vedtaket som forelå.

3.0 STRATEGI FOR Å NÅ MILJØMÅL

3.1 Planleggingsprosess

For å ivareta ønske om samarbeid mellom arkitekter, rådgivere og entreprenører på et tidlig tidspunkt i prosjektet, ble en samspillmodell valgt. Samspillgruppen etablerte en allianse kalt "KUBEN" Denne bestod av de tradisjonelle planleggingsaktørene; Arkitekt (ARK), bygningsteknisk (RIB), VVS (RIV) og Elektro (RIE) (ett firma ivaretok samtlige 3 "tekniske fag"). I tillegg var de viktigste entreprenørene representert ved; Bygningsteknisk, ventilasjon, rør og elektro. Representant fra byggherre og bruker kompletterte alliansen som etter dette bestod av 8 likeverdige parter.

Alliansen var operativ fra og med *skisseprosjektet*.

Milepæler m.m fram til byggestart fulgte etter dette en tradisjonell faseoppdeling med skisse-, for-, og detaljprosjekt hvor underlag fra hver fase ble sendt byggherrer for godkjenning.

3.2 Kompetanse blant aktører i planleggingsprosessen

Arkitektkonkurransen som representerte starten på det konkrete planleggingsarbeidet, ble gjennomført som en tradisjonell lukket (prekvalifisert) konkurranse med bakgrunn i funksjonsprogrammet. De 3 beste løsninger gikk videre til endelig evaluering og rangering.

Parallelt med arkitektkonkurransen og bearbeiding av vinnerutkastet ble det arbeidet med alternative gjennomføringsmodeller for nybygget. Man utlyste en anbudskonkurranse hvor samspill i byggeprosessen var et sentralt kriterium, og arkitekten ble tiltransportert den vinnende alliansegruppen.

3.3 Premisedokumenter

Funksjonsprogrammet som inngikk i underlaget for arkitektkonkurransen inneholdt formuleringer rundt miljømål ihht. vedtatte hovedprinsipper fra 1998.

Ved *skisseprosjekt* var planleggingsgruppen etablert. Gjennom denne fasen ble dokumentet; *miljøplan* etablert og senere inkludert som en del av prosjektets kvalitetssikringsplan.

Dokumentet; *miljøhandlingsplan* forelå ved prosjektoppstart som et premissedokument, men ble senere "overtatt" og bearbeidet av alliansen fom. denne fasen.

I (delvis) *skisseprosjekt*, særlig *forprosjektet* og senere i *detaljprosjektet*, ble aktiviteter definert i miljøhandlingsplanen videreført. Disse aktivitetene ble konkretisert via tema og underbygget via frittstående dokumenter i form av *utredninger*.

Konklusjoner fra en eller flere utredninger ble sammenfattet i egne (miljø)tiltaksark. Disse arkene ble bygget opp som en enkelt dokumentasjon på hvilke konkrete tiltak som ble utredet. Hensikten er at disse kan tjene som kommunikasjon ovenfor ulike aktører internt og eksterne.

3.4 Synlighet gjennom hele prosessen

De forskjellige utredningene som ble utarbeidet/komplettert gjennom de ulike fasene ble definert innenfor en fase,- og ansvarsmatrise. Ansvarsmessig ble hver utredning tillagt en alliansepartner (fagenhet) og komplettert med medvirkende fra andre fagenheter. Utredningene ble også definert innenfor en framdrift og milepælsplan, hvor også avhengighet framgikk. Status for utredninger ble rapportert gjennom dokument(oppfølgings)plan.

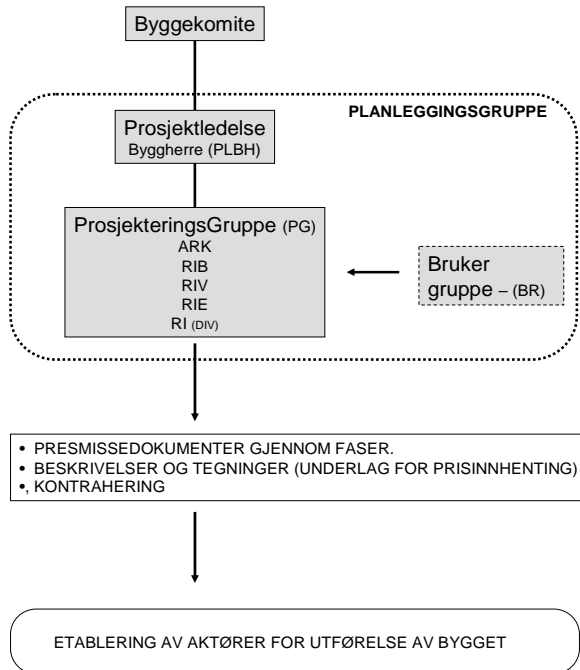
3.5 Byggeprosess

I samspillmodellen inngikk også alliansens ansvar for byggeprosess. Dette betyr at prosessen var underlagt gruppe tilhørende byggherre, planleggingsprofesjon samt hoved-, og tekniske entreprenører.

Underentreprenører og leverandører ble kontrahert direkte fra gruppen via de ulike entreprenører i alliansen.

4.0 ORGANISATORISKE TILTAK FOR Å NÅ MILJØMÅL

Sammensetting av gjennomføringsteam.

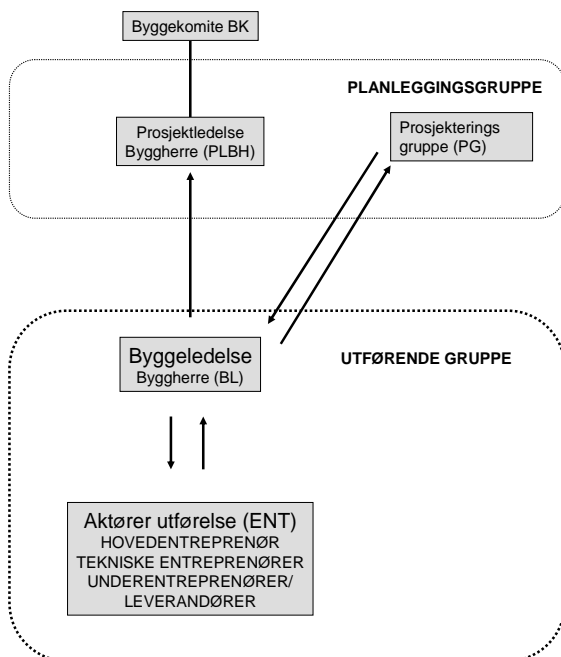


Planlegging

Figur 4.1 viser en forenklet framstilling av hvordan planleggingsprosessen tradisjonelt organiseres i et middels stort byggeprosjekt.

Planleggingsprosessen har i hovedsak til hensikt å utrede, prosjektere og beskrive samt hente inn gunstigste tilbud (pris, kvalitet, byggetid mm.), for valgt løsning ihht. de omforente krav og forventninger som byggherre/bruker har stilt.

Fig. 4.1 Modell. Tradisjonell prosjekteringsfase



Bygging

Med aktører på plass er det disse som sammen med byggeledelsen "overtar" prosjektet.

Hovedmålet nå vil være å reise et bygg ihht. beskrevet løsning, og omforent framdriftsplan. Planleggingsgruppen vil ideelt sett bare bli konsultert ved spørsmål rundt detaljer, komplettering av tegningsunderlag, administrasjon av eventuelle endringer og lignende.

Fig. 4.2 Modell. Tradisjonell produksjonsfase

I dette prosjektet var organiseringen for gjennomføringen utført etter en samspillmodell:

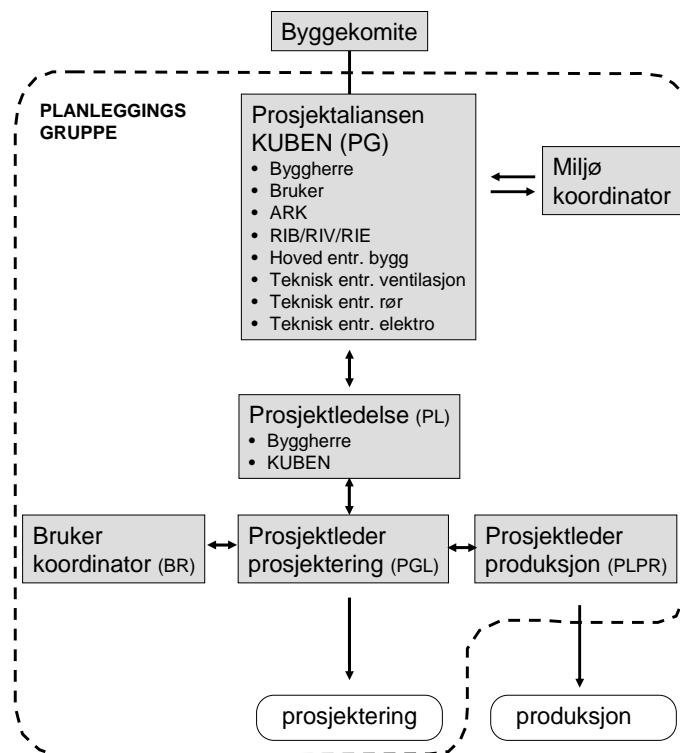


Fig. 4.3 Samspillmodell for prosjektet

Samspillmodellen har som ide bla. å integrere aktørene som tradisjonelt står for planlegging (prosjektering) og utførelse (bygging) av bygget. Hensikten med dette er å sikre erfaringsoverføring mellom disse to leddene. I tillegg vil modellen lettere kunne bidra til kontinuitet fra tidlige beslutninger til faktisk utførelse.

Av figur ser vi at prosjektet har foretatt dette organisatoriske grepet.

Sentrale entreprenører og rådgivergruppe (ekskl. arkitekt) ble først kontrahert som en enhet. Konkurranses grunnlaget var vinnerutkast fra arkitekt og evalueringen var i hovedsak basert på 3 hovedkriterier:

- Synlighet av evne og vilje til å arbeide i et partnerskap. (vekt: 40%),
- Kompetanse (35%)
- Estimert over forventet honorar (25%)

Etter valg av beste anbud, ble kontrakten organisert ved at arkitekt ble tiltransportert gruppe og sammen med byggherrens representant og bruker ble prosjektalliansen KUBEN dannet. I alt bestod alliansen av 8 likeverdige deltakere.

I tillegg til (de tradisjonelle) rådgiverprofesjonene, valgte alliansen å engasjere egen miljørådgiver (RIM). Denne kom i fra hovedentreprenør bygg.

Alliansen er ytterligere styrket på miljøsidens ved å benytte en ekstern miljøkoordinator.

Alliansen skulle etter dette ha det fulle ansvaret for prosjektgjennomføringen.

Økonomistyring.

Gjennom forprosjektet ble kostnadsramme for prosjektet fastsatt. Denne rammen inkluderte utarbeidede miljøtiltak.

Kostnadsreduksjon og overskridelse gjennom design og byggefase ble delt solidarisk i alliansegruppen.

4.1 Erfaringsoverføring (kunnskap)

Dokumentasjon av kompetanse hos de respektive firma var en del av konkurransegrunnlaget, og følgelig forventes det at dette også gjenspeiles blant prosjektets deltakere.

Imidlertid gjennomgikk prosjektet også en vesentlig "egenopplæring":

- Prosjektet ble koplet opp mot pågående eksterne (forsknings)program ^{1) 2)} hvor dette inngikk som case. Tilbakeføring av resultater til alliansen ble utført.
- Samtidig med prosjektet ble et eksternt e-læringsprogram, Ecobas ³⁾ utviklet. Ecobas modulene Fukt, Rent Bygg og Avfallsbehandling ble testet på en et utvalg prosjektmedarbeidere. (Med godt resultat)
- Sammensetningen av arbeidsgrupper i forbindelse med utarbeiding av de mange (ca 50 stk) ulike utredningene var basert på aktører fra forskjellige fagmiljø og med ulik bakgrunn. Utredningene forelå i hovedsak i rapport/notats form
- Miljøtiltaksark ble dannet på bakgrunn av en eller flere utredninger.
- Alliansens etablering av egen rådgiverfunksjon for miljø (RIM) i den hensikt å adressere en intern pådriver/problemløser funksjon.
- Tilknytning til ekstern miljøkoordinator ble etablert for å sørge for at prosjektet hadde en person som i hovedsak pekte på problemer/muligheter. I tillegg skulle funksjonen også bidra med erfaringsoverføring fra miljømessige problemstillinger, aktuell teknologi, og stå for kontakt mot eksterne miljøer og forskningsrelaterte program.

5.0 PRAKTISKE TILTAK FOR Å NÅ MILJØMÅL

5.1 Byggeprogram

4 hovedkriterier mht til miljø forelå ved arkitektkonkurransen:

- Bygningskropp og teknisk system skal være løst mht optimalt energibruk.
- Naturlig eller hybrid ventilasjon skal foretrekkes hvis miljøvennlig og økonomisk lønnsomt.
- Aktivt bruk av dagslys, solenergi og regnvann.
- Type byggematerialer skal kvalitetsevalueres mht. produksjon, transport, sammensetning, bruk og gjenvinning/deponering.

Kravene må sies å være av generell karakter. I finaleomgangen ble de 3 beste løsningsalternativene vurdert bla ut i fra følgende miljøkriterier:

- Lokalisering av skolen på bakgrunn av eksisterende infrastruktur
- Påvirkning fra omkringliggende miljø (bymiljø)
- Byggets plassering på tomte
- Byggets mulighet for å utnytte lokalt klima (vind, temperatur, sol etc.)
- Nybyggets integrasjon med eksisterende bygg og omkringliggende miljø.
- Løsning relatert til arealfleksibilitet og -effektivitet
- Klimasoning, skjerming og bygningskropp
- Materialeegenskaper (kvalitet, omfang av prefabrikasjons, medflytting av element)
- Lavt energibruk med fokus på ventilasjonssystem, dagslys klimatisering etc.)
- Vann og avløpssystem

Gjennom disse evalueringskriteriene er det gitt mulighet til å måle løsningsforslaget, samt peke på områder som trenger mer bearbeiding.

5.2 Skisseprosjekt

De foreliggende premissdokumentene; *miljøplan* og *miljøhandlingsplan* ble etablert som prosjektdokumenter for videre bearbeiding i denne fasen. I tillegg ble det definert, startet opp, og i noen grad avsluttet en rekke *utredninger*.

Miljøplan:

Beskriver prosedyre for å oppnå miljømål. Styringsmessig dokument som senere ble inntatt i prosjektets kvalitetssystem.

Miljøhandlingsplan:

Prosjektalliansen videreførte miljøhandlingsplanen som en konkretisering av byggherrens (vedtatte) politiske og administrative holdning til og satsning på miljøbygg. Som navnet hentyder, beskriver dokumentet hvilke aktiviteter som må etableres og hvordan disse må gjennomføres for at byggherrens ambisjonsnivå skal nås.

Utredninger:

Utredninger ble delt opp i følgende hovedtema:

- | | |
|--------------|---|
| U-00: | Utredningsplan |
| U-01: | Organisering og kvalitetssikring av prosjektet |
| U-02: | Areal, form og fleksibilitet |
| U-03: | Romprogram og funksjonelle system, arealfleksibilitet |
| U-04: | Tekniske hovedsystem/ delsystem |
| U-05: | Miljøriktig byggprosjektering og utførelse |
| U-06: | Drift og framdrift mm. for virksomheten og prosjektet |
| U-07: | Tilstandsvurderinger for ulike formål. |

Gjennom denne fasen har miljøaspektet fått tyngde ved at temaet er gitt plass og definert innenfor styrings og kvalitetssystemet. I tillegg har planleggingsgruppen utformet prosedyrer for hvordan arbeidet med problemstillinger (tema) innenfor dette området skal gjennomføres.

Endelig er tema identifisert og satt opp i en egen utredningsplan

5.3 Forprosjekt

Forprosjektet inneholder en standard arkitektfaglig og teknisk beskrivelse av bygget. Imidlertid har rådgivere innenfor miljø (RIM), FDV (RFVD) og anleggsdrift (ANLD) bidradd med hvert sitt kapittel. Et pedagogisk poeng er at disse bidragene er plassert på samme nivå i kapittelhierarkiet som arkitekt og tekniske fag, og således gjort likeverdig med disse.

Som en del av forprosjektet er egen plan for utredninger listet opp. Følgende utredninger med vesentlig miljø/energi relasjon inngår:

Nr	Tema
U-02b	System modulær inndeling. Beregningsmåte. Behov for fleksibilitet. Tilrettelegging. Elastisitet
U-03d	Forsyningssystem. Tilførsel til bygget av energi, vann og avløp. Konsekvenser for framtidig utbygging
U-03f	Romfunksjonsanalyse
U-04a	Brannsikringsfilosofi. Brannteknisk hovedsystem, prosjekteringsforutsetninger, hovedfunksjonsområder. Helhetsvurderinger for framtidig utbygging/ombygging
U-04c	Bæresystem. Generelle kravgrunnforhold/fundamentforutsetninger, brannkrav, konstruksjonshøyder og etasjehøyder. Fleksibilitet
U-04e	Bygningens energieffektivitet og fleksibilitet. Årtidsvariasjoner. Omfordelingsberegning/valg av løsninger med konsekvens for bygnings energieffektivitet og investering.
U-04f	VVS-tekniske hovedsystem. Dekningsområder. Fleksibilitet for senere utbygging/ombygging
U-04d	El- og teleteknisk hovedsystem. Dekningsområder. Fleksibilitet for senere utbygging/ombygging
U-05a	Miljøhandlingsplan
U-05b	Miljøplan
U-05c 1	Prinsipper for miljøriktig valg av materialer og produkter
U-05c 2	Material- og produktvalg. Designkriterier, generalitet, modularitet, livsløpsbetraktninger
U-05c 3	Material- og produktvalg. Stoffer, deklarerer, miljøprofil
U-05d	Lys. Inkl bygningsmessig utforming, dagslys
U-05e	Lyd. Inklusive støy inne, akustikk, vibrasjoner, samfunnstøy
U-05f	Designkriterier for renhold
U-05g	Renhold i produksjonsperioden
U-05h	Avfallsminimalisering og håndtering i byggefasen
U-05i	Avfallsminimalisering og håndtering i driftsfasen
U-05j	Integrerte miljøegenskap i bygningskroppen/miljøvegg. Varmekapasitet. Varmeoverføring. Kjøling
U-05k	Utomhus. Ytre miljø
U-05l	Prefabrikerte enheter. Prinsipper
U-05m	Pedagogikk og miljø
U-06a	Riggplan

Tabell 5.1

Enkelte av disse utredningene følger som vedlegg til selve forprosjektdokumentet. Andre er levert/ er forutsatt levert som separate dokument. I alt foreligger det ca 50 ulike utredninger i prosjektet.

Gjennom utredningene er de mange problemstillingene identifisert, behandlet og gitt et konkluderende løsningsforslag. Dette siste anses av gruppen å være viktig for å skape grunnlag for beslutning hos byggherre.

Underlag som er gjort tilgjengelig forsterker gjennomgående inntrykket av at miljøaspektet i prosjektet er behandlet med stor tyngde, og tilstrekkelig tidlig i prosjektet.

Presentasjonsformen med slike utredninger bidrar til å danne en historikk innenfor de ulike tema, samt at arbeidsformen synes rasjonell i forhold til optimal ressursbruk.

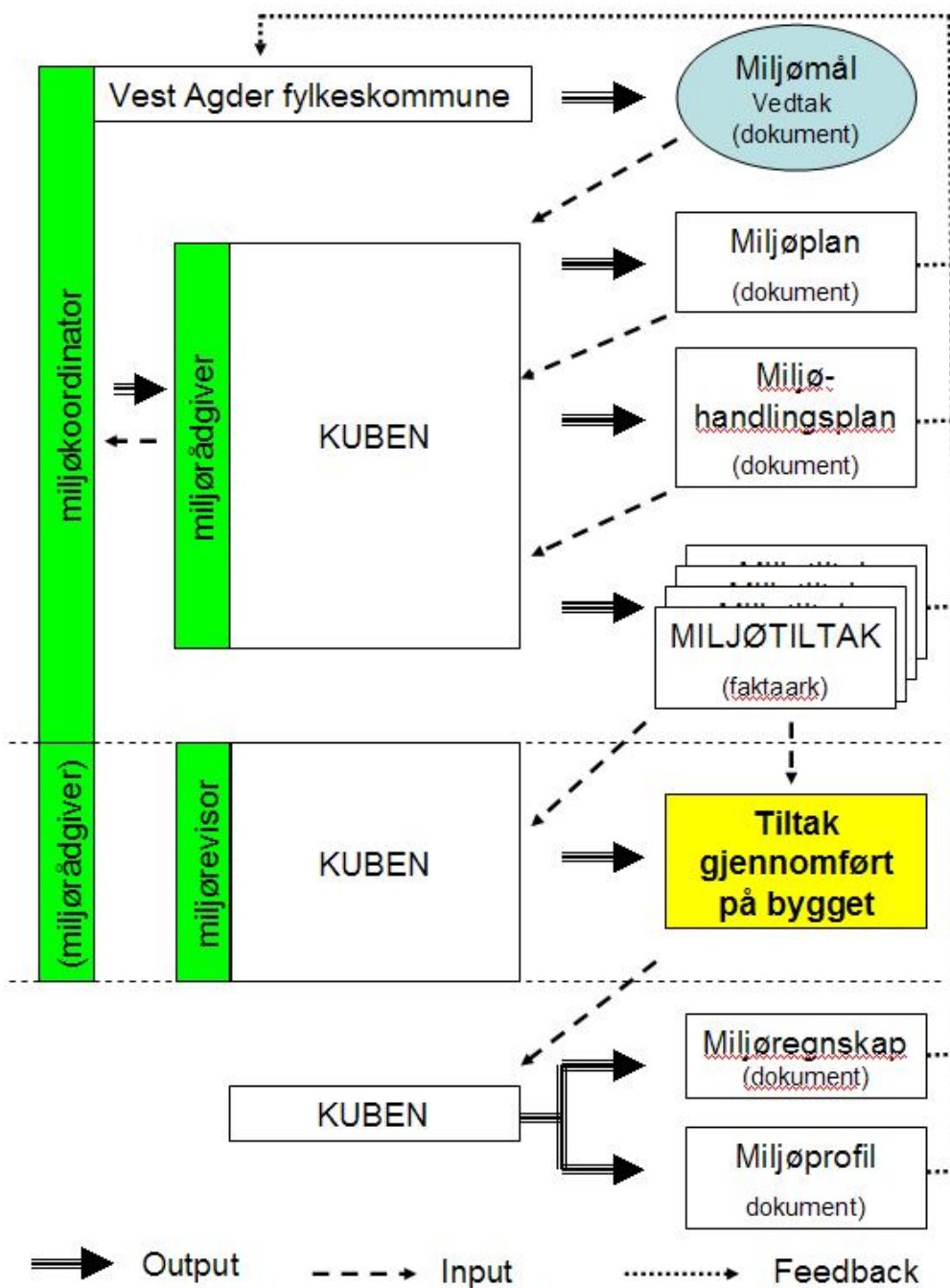


Fig. 5.1 Dokument/beslutningsflyt fra miljømål til miljøregnskap.
 (Ekstern miljøkoordinator ble av praktiske årsaker engasjert som miljørådgiver i gjennomføringsfasen)

6.0 VERIFISERING AV MÅL

6.1 Utvelgelse av miljøtiltak.

Prosessen fra politisk vedtak (visjon) til faktisk gjennomført tiltak på et bygg kan være lang. Prosessen kan deles inn i 3 hoveddeler:

1. Initiering:

Visjon må etterfølges av en idestudie hvor alle mulige/tenkelige tiltak i utgangspunktet må initieres.

2. Vurdering:

Alle tiltak må realitetsbehandles. Dvs. gjennomgå en mulighetsstudie i forhold til teknologi, praktisk tilnærming til bestående prosjekt, samt vurderes i forhold til kost/nytte.

3. Gjennomføring:

Miljøtiltak vil ofte være løsninger som ligger på siden eller utenfor "standardiserte" bransjeløsninger og gjeldende praksis. Prosjektets evne til motivasjon og oppfølging gjennom selve byggeprosessen vil derfor måtte inngå som siste evalueringsparameter i forhold til om tiltaket kan gjennomføres i praksis.

I dette prosjektet forelå en *miljøhandlingsplan*.

Denne planen spesifiserte en strategi med seks hovedmål og 22 delmål for miljøsatsingen på områdene *ressursutnyttelse, innemiljø og ytre miljø*.

Planen ble vurdert som case via et eksternt forskningsprosjekt ²⁾ :

Ved gjennomgang av miljøhandlingsplanen uttrykker ²⁾ at mange av målene var sammensatte mål eller uklare generelle mål. Det ble også pekt på en sammenblanding av overordnede mål, underordnede mål og tiltak. For å få størst mulig effekt av gruppeprosessen valgte forskningsprosjektet å ta utgangspunkt i rapportens målformuleringer og legge vekt på utvikling og detaljering av strategien. Resultatet av prosessen er en dokumentert prosjektstrategi med samfunns mål, effektmål og resultatmål og en lang liste miljøtiltak knyttet opp mot resultatmålene.

Det ble foretatt intuitive skjønnsmessige vurderinger av sannsynligheten for realisering av de ulike målene. Disse ble vurdert opp mot interne og eksterne forhold som kan påvirke prosjektet.

Nedenfor følger et (ikke komplett) oppsett over resulterende miljøstrategi. Fasen i prosjektet er på dette nivået midten av forprosjekt:

MILJØSTRATEGI	
Samfunns mål	Usikkerhet
1. Skolen skal være godt tilpasset og brukes i nærmiljøet. <i>Indikatorer:</i> a) At nærmiljøet bruker skolen. b) Naboenes vurderinger av skolen (spørreundersøkelse).	a) Er miljøtiltakene kostnadseffektive (lønnsomme)?
2. Lavere sykefravær hos elever og ansatte i forhold til tilsvarende skoler. <i>Indikatorer:</i> a) Minst 15% lavere enn tilsvarende skoler. b) Reduksjon iforhold til dagens situasjon.	
3. Økt kunnskap og miljøbevissthet hos elever og ansatte. <i>Indikatorer:</i> a) Omfanget av forsøpling/hærverk. b) Bruk av kildesortering. c) Dokumentert miljøkunnskap ved eksamen.	
4. Positive ringvirkninger i BAE-næringen. <i>Indikatorer:</i> a) Omtale av prosjektet. b) Nye bestillinger. c) Kompetanse innen miljøtiltak.	

<p>5. Redusert belastning på det ytre miljøet. <i>Indikatorer:</i> a) Energibruk. b) Utslipp til luft. c) Trafikk. d) Avfallsmengde. e) Støybelastning. Alle indikatorene skal måles opp mot dagens situasjon.</p> <p>6. Bedre ressursutnyttelse. <i>Indikatorer:</i> a) Energiforbruk. b) Bruk av ikke fornybare materialer. c) Bruk av skoleanlegget.</p>	
Effekt mål	Usikkerhet
<p>1. Godt arbeidsmiljø og trivsel for brukerne . <i>Indikatorer:</i> a) 80% fornøyde etter 6 mnd..</p> <p>2. Lavere driftskostnader. <i>Indikatorer:</i> a) Framtidige kostnader (kr/år) i forhold til i dag og (minst 15%) lavere enn tilsvarende skoler.</p> <p>3. Miljøfaglig utvikling og konkurranseevne for deltakende aktører og Vest-Agder Fylke.</p>	a) Prosjektet blir godt mottatt av naboer.
Resultat mål	Usikkerhet
<p>Fleksibel utnyttelse av energikilder.</p> <ol style="list-style-type: none"> Effektiv energibruk. Effektiv og fleksibel utnyttelse av arealer. Redusert vann og avløpsmengde (15% reduksjon). 	a) Felles målforståelse
<p>Ytre miljø</p> <ol style="list-style-type: none"> Miljøvennlig håndtering og sortering av avfall i hele livsløpsperioden. Redusert utslipp til luft, jord og vann. Gode utearealer. Redusere miljøbelastning fra transport i bygge- og driftsfase. 	b) Alle i alliansen tenker miljø c) Samspillmodellen virker
<p>Innemiljø</p> <ol style="list-style-type: none"> God temperaturkvalitet. God luftkvalitet. Riktig belysning Gode oppholdssteder i bygget. Rent bygg - standard i byggefasen. Effektivt renhold i driftsfasen. 	d) Alliansepartene har tilstrekkelig tid til å gjennomføre miljøtiltakene e) Alle partene er motivert til å prioritere miljø
<p>Generelt</p> <ol style="list-style-type: none"> Miljøtiltakene er kostnadseffektive. Bygget har høyest score (av alle? – høyest mulig?) i økoprofilanalysen. Miljøregnskapene synliggjøres mht læring (?). Miljøopplæringsprogram innføres. 	

Tabell 6.1 (ref 2)

I fra omforent miljøstrategi initierer alliansen på dette stadiet en rekke miljøtiltak hvor de viktigste av disse gruppert innenfor hovedområdene:

Innemiljø, Ytre miljø, Ressurser, Generelt

Tre parametre blir fokusert:

1. Teknisk/funksjonsmessig
2. Økonomisk (levetidsperspektiv)
3. Miljømessige egenskaper.

Utvalgskriterier:

Miljøtiltakene ble evaluert i forhold til to faktorer:

- Effekten av tiltaket på det totale miljøet (positiv/negativ)
- Den totale levetidskostnaden for tiltaket (positiv/negativ)

Beslutning:

- Hvis begge faktorer er positive vil tiltaket bli videreført.
- Hvis negativ effekt på miljøet blir tiltaket ikke gjennomført.
- Hvis tiltaket har en positive miljøeffekt, men ikke lønnsomt vurdert i en levetidsberegning, ble beslutning oversendt byggherren for beslutning.

	Positiv LCC	Negativ LCC
Positiv miljøeffekt	Videreføring /implementering	Byggherrebeslutning
Negativ miljøeffekt	Ingen videreføring	Ingen videreføring

Tabell 6.2 Beslutningsmatrise

Disse studiene inkluderte medlemmer fra hele alliansegruppen, og ble underbygget bla av et 50 talls utredninger. Et beregningsverktøy ble også utviklet ihht. utvalgsmatrisen.

Utvalgte miljøtiltak blir (i en senere fase) beskrevet i egne standardiserte miljøtiltaksark hvor tiltaket er delt opp i følgende emner: (se eksempel i vedlegg)

- Hovedbegrunnelse
- Teknisk løsning
- Miljøvirkning og generelle resultater
- Omfang og årskostnader
- Henvisninger (utredninger, tegninger, beregninger etc.)

MILJØTILTAKSARK		
Innemiljø	Ytre miljø	Ressurser
I-1: Luftkvalitet	Y-1: Sedum tak	R-1: SD-anlegg
I-2: Materialkvalitet	Y-2: Sykkelparkering	R-2: Fjernvarme
I-3: Akustikk	Y-3: Avfall drift	R-3: Solfangersystem
I-4: Estetisk kvalitet	Y-4: Areal fleksibilitet	R-4: Hybrid ventilasjon anlegg
I-5: Renhold	Y-5: Avløp og rensing	R-5: Vannsparende tiltak
I-6: Lys	Y-6: Installasjoner med vann	R-6: Regnvannanlegg
	Y-7: Utearealer	R-7: U-verdier
	Y-8: Støysvak spunting	
	Y-9: Avfall bygging	
	Y-10: Fuktsikring	
	Y-11: Rent bygg	
	Y-12: Pedagogikk og miljø	
	Y-13: E-læring miljøbygg	

Tabell 6.3 Miljøtiltaksark

7.0 GJENNOMFØRING AV TILTAK

7.1 Fasade

Parametre for integrert fasade ble introdusert tidlig, og inngår i mange utredninger. Diskusjonene innbefatter parameter som byggets form, bruk av glass, varmeledning og isolasjon. I forhold til energibruk var kravet i miljøhandlingsplanen i hovedsak; ingen bruk av kjøling. I tillegg et netto energibehov på 95 kWh/m² år (nytt bygg)

7.2 Fleksibilitet

Fordelingen både av luft, vann og strøm er lagt slik at romløsningene i bygget er svært fleksible. I prinsippet er bæringen laget slik at det tillater større rom, men flyttbare lettvegger som kan flyttes etter varierende elevtall på skolens mange linjer. Tidligere var stadige ombygginger en evig kostnad i skolens drift, og et tilbakevendende miljøproblem. Arealer med i alt 3 ulike fleksibilitetsgrader er dokumentert via skraverte områder på plantegning.

7.3 Materialbruk

Naturlige materialer er foretrukket dersom evaluering etter følgende parametre forsvaret dette: Lav emisjon, lavt innhold av (ukjente) kjemikalier og forbindelser, lav andel av vrak/spill under produksjon og installasjon, generering av lite avfall, lang levetid, enkelt montasje, demontering og remontasje.

7.4 Glassoverbygget kantine.

Denne løsningen ble etablert etter at arkitektkonkurransen var avsluttet, og følgelig som en del av samspillprosessen. Opprinnelig var planen å la det nye bygget slutte inntil den eksisterende bygningsmassen. Den glassoverbygde løsningen representerer et åpent og tiltalene bygningselement med godt lysinnslipp. Dette gjør at kantina i tillegg til spiseplass nå fungerer som et generelt samlingssted.

7.5 Veranda

Det er etablert en stor vestvendt veranda på taket av tredje etasje i nybygget. Verandaen får direkte tilgang fra en romslig gang over til den gamle delen av skolen, der nevnte kantine befinner seg.

7.6 Gangareal

Gangarealene i alle sentrale deler av bygget er laget svært romslige slik at skal fungere som møteplasser for elever og lærere. Dette gjelder også den innskutte verandaen på 4. etasje. Kantine, veranda og gangarealene kompenserer noe for manglende utearealer på skoleområdet.

7.7 Hybrid ventilasjonssystem

Et hybrid ventilasjonssystem har to driftsmuligheter:

- 1) Ventilasjon (luftstrøm) drives av naturlige termiske oppdriftskrefter og/eller vind.
- 2) Ventilasjon drives av (hjelp)vifter på avtrekk og/eller tiluft

Motivasjon og mulighetsstudie.

I konkurransegrunnlaget inngikk krav om energieffektive og miljøvennlige løsninger, og hvis økonomisk gunstig, bruk av naturlig ventilasjon.

Byggets beliggenhet midt i et bykvartal med noe lokal forurensning bla. fra biltrafikk, samt at bygget var planlagt med mange etasjer, gjorde at bruk av naturlig ventilasjon som eneste konsept ble betraktet som et teknisk vanskelig og temmelig usikkert funksjonsmessig.

Ekstern ekspertise ble konsultert for å utrede kombinasjonsløsninger:

Løsning med kun naturlig ventilasjon ble gjennom disse studiene forlatt, hvoretter flere kombinasjonsløsninger av hybrid ventilasjon og standard ventilasjon ble vurdert.

Kombinasjonsløsningene ble vurdert opp mot et 100 % konvensjonelt system.

Kapasiteter.

For å minimalisere ventilasjonsbehovet, som både er et bidrag til å bedre funksjonsdyktigheten til et naturlig/hybrid ventilasjonssystem, men også et viktig energi-, og miljøtiltak i seg selv, ble en rekke tiltak foreslått:

- Benytte dokumentert lavemisjons materialer.
- Bygningmessige overflater, utforming og detaljer utformes/tilrettelegges for enkelt renhold.
- Vindu med god isolasjonsevne.
- Persiener for solavskjerming
- Behovstyrt ventilasjonsmengde i rom/soner.

I flere klasserom ville det foregå forurensende aktivitet (sveising, bilverksted mm.) Dette bidro til at det samlede ventilasjonsbehovet ble beregnet til ca 10 m³/h m² (3 l/s m²)

Flere av disse har også separate avtrekksanlegg.

Prinsipp og detaljert design.

Inntak for uteluft er plassert ca 12 meter over bakken på hhv nord-, og sørfasade.

Friskluft er filtrert og forvarmet via et vannbårent varmegjenvinningssystem, hvor avkast batteriene er plassert ved avkastvifte på tak.

Forvarmet friskluft blir om nødvendig ettervarmet via aerotempere plassert i bygningsmessig kulvert etter varmegjenvinningsbatteri.

På bakgrunn av registrert statiske trykk i kanalnettet (kulvert) reguleres trykket på tilluftsiden av ventilasjonsanlegget via frekvensstyrte aksialvifter. På samme måte senkes undertrykket (relativt) på avtrekksiden via de same type vifter.

Hovedkanal i kjeller består av et bygningsmessig kulvertsystem som ligger under hele bygget. Opp i fra dette kulvertsystemet er det etablert bygningsmessige sjakter som løper helt opp til 5. etg. I fra disse sjaktene tilføres rommene /sonene luft via en konvensjonelt kanalnett. Ved hver sone er det bygget flere bygningsmessige sjakter hvor lufta føres til gulvnivå og tilføres rommene diffust.

Hvert rom/sone er forsynt med CO₂-føler som regulerer tilluft/avtrekksmengde via automatiske reguleringsventiler i kanalnettet.

Resultat og konklusjon fra vurderingene.

Årskostnadene for den valgte løsningen med hybrid ventilasjon ble beregnet til å ligge ca 7% lavere sammenlignet med et konvensjonelt system.

Hovedårsaken til dette ligger i reduserte energikostnader til drift av vifter.

7.8 Solfangere

Et annet iøynefallende miljøtiltak er et 60 kvadratmeter stort solfangerpanel langs kortveggen mot sør. Det er montert loddrett på vegg, og taper noe effekt på grunn av det. Men det tas igjen med størrelsen. Varmen fra panelet skal benyttes til å produsere varmvann.

7.9 Vannforsyning og avløpsystem**Gjenbruk.**

Takavvanning er separert fra det øvrige avløpsnettet og samlet opp i en 15 m³ lagertank. Vannet filtreres for sand etc. og benyttes til utvendig spyling og vasking av biler.

På forprosjektstadiet var det planlagt å separere "rent" og "urent" avløpsvann (gråvann og svartvann). Hensikten var å rense gråvannet lokalt i et nærliggende parkanlegg, og benytte dette rensede avløpsvannet til toalettskylling etc. Tiltaket ble senere forkastet.

Fordrøyning

På forprosjektstadiet var det planlagt å dekke taket med et s.k. Sedumtak (beplantet tak jmf. torvtak) Hensikten var å lage en fordrøyning til det kommunale overvannsnettet. Tiltaket ble senere forkastet.

7.10 Rentbygg prosess.

Det ble opprette prosedyrer for rent og tørr bygging. Prosedyrene ble fulgt opp via byggelder og HMS ansvarlig fra alliansen. Det er tilbakemeldt om mindre fravær enn normalt under byggeprosessen.

7.11 Avfall

Det ble lagt vekt på minimering av avfall og prosedyre for sortering under bygging.

I forbindelse med rivingsprosessen av en eksisterende 5 etg stor bygningsdel (hovedsak betongkonstruksjon) var målsetningen at mindre enn 5 % skulle gå til deponering. Resultatet viste at hele 98 vekt-% av avfallet gikk til resirkulasjon i andre materialer (fyllmasse inkludert).

7.12 Bygging av råbygg

Lavest mulig støy i byggeperioden ble en viktig målsetting. I den forbindelse ble metode med støysvak spunting valgt. I stedet for tradisjonell løsning med banking av spunt ned i grunnen, ble disse presset ned via hydraulikk.

7.13 Glideforskaling – kontinuerlig støyping

Enkelte områder inneholdende sjakter, trapperom og permanente vegger ble besluttet å reises via glideforskaling. Metoden betinget kontinuerlig støyping over 5 etasjer pluss kjeller og ble unnagjort på 8 døgn. Metoden innebar en besparelse i byggetiden på ca 40 døgn. I tillegg viser kalkyle at metoden ville bidra til en kostnadsbesparelse.

7.14 Omgivelser

Naboer til byggeplassen ble kontinuerlig informert om byggets design, framdrift og spesielle tiltak som aktivitet på byggeplass, transport og spunting.

Åpne møter ble avholdt og brosjyrer delt ut. Støynivå ble målt i forbindelse med antatt støyene prosesser.

7.15 Pedagogisk

Kvadraturen skolesenter er foruten å være videregående skole for allmenn-, og yrkesfag, også en ressurskole med bla. undervisning for fremmedspråklige og etterutdanning i samarbeid med aetat og voksenopplæring.

Det har således vært et mål å synliggjøre miljøtiltak og la dette inngå som en del av omgivelsene til elevene og om mulig; la dette inngå som en del av undervisningen. Temperatur og CO₂ logges kontinuerlig. Deler av det sentrale styrings og overvåkningsanlegget er gjort tilgjengelig for elevene via PC. Aktuell driftstatus (energibruk, gjenvinning, vannforbruk mm.) er også synliggjort på eget display ved inngang.

Ventilasjon og energi (driftsmodus).

Gjøre brukerne bevisste på hvordan luftmengder, lysstyring og oppvarming i klasserom reguleres. Hensikten å vise miljøvennlig teknologi, og sammenheng mellom bruk og forbruk

Helse.

Innendørs sykkelparkering, med direkte adgang til dusj og treningsrom. Kantine som serverer økologisk mat mm. Kildesortering. Bevisstgjøring rundt valgte bygningsmaterialer

7.16 Miljøregnskap (as built)

Arbeidet med et miljøregnskap ble startet tidlig i planleggingsfasen, hvor bla. en variant av et slikt regnskapsystem ble utviklet og benyttet for å evaluere aktuelle miljøtiltak.

Regnskapsmodellen er nå videreført og vil foreligge i sin endelige form i takt med at drifts erfaringer mht. forbrukstall blir innhentet.

7.17 Miljøprofil

I forbindelse med at miljøregnskap blir ferdigstilt, vil også miljøprofil bli etablert.

8.0 VURDERING AV OPPNÅDD RESULTAT

8.1 Prosessen

I intervju og annet tilgjengelig underlag fokuserer aktørene mye på valgt samspillprosess. Om denne ikke entydig kan sies å være avgjørende for resultatet, mener langt de fleste aktørene at denne har vært en vesentlig premiss for oppnådd resultat.

Alliansen (som altså innehar representanter for byggherren) er godt fornøyd med resultatet. Både planleggings- og byggeprosess, samt hva som faktisk ble levert av miljøtiltak i dette prosjektet.

Gruppen mener selv at planleggingsomfanget (kostnad) var større enn i et tilsvarende tradisjonelt prosjekt. Dette skyldes ikke minst de mange utredningene som forelå i forprosjektfasen. Dette grundige arbeidet som ble nedlagt her skapte imidlertid gode forutsetninger for videre detaljering og utførelse i tråd med intensjon (funksjonskrav).

I hovedsak ble problemstillinger også drøftet ut i fra en praktisk tilnærming på framtidig byggeplass via entreprenører, før utredninger ble konkludert. Økt ressursbruk i planleggingsfasen har etter det gruppen mener resultert i lavere byggekostnader og/eller bedre integrerte løsninger.

Samspillmodellen hadde visse innkjøringsproblemer hvor bla rollefordeling og beslutningsprosess var gjenstand for diskusjon. Modellen viste seg etter dette robust som organisering av planleggings-, og byggeprosess.

Ut i fra tilgjengelig materiale virker det som om skifte av saksbehandlere/rokking av funksjoner også har gått greit. Mye av dette skyldes nok aktørene selv, men også litt den kontinuitet en slik modell legger opp til.

Et gunstig valg er også etableringen av egen miljøkoordinator, hvor det understrekes at denne bør være ekstern.

Et vesentlig bidrag til å holde framdrift/kostnader er fiksering av kostnad/ferdigstillelsesdato som ble kontraktsfestet ved forprosjekt.

Dette synes å ha innvirket på gjennomføringskraften i detaljeringsfasen og ikke minst stimulert til samarbeid på byggeplass.

8.2 Tiltak

Ut i fra gjennomgang av tilgjengelig materiale og befaring er det godt samsvar mellom visjon til byggherre og ferdig bygg

Miljøtiltak vil som regel være underlagt økonomiske betingelser. De premisser som lå til grunn ved oppstart av prosjektet, føringer gitt og utviklet underveis, samt den prosess som ligger bak endelig valg og gjennomføring, har gitt gjennomgående gode og godt dokumenterte tiltak. (se også kapittel 11)

8.3 Forbedringspotensiale

Prosess

I følge de intervjuede alliansepartnerne fungerte samspillmodellen "etter hvert bra". Dette på tross av at metoden er ny og at erfaringsgrunnlaget var varierende hos aktørene før oppstart.

Miljøaspektet har vært meget framtreddende og synlig gjennom hele prosessen.

I dette prosjektet ble hoveddel av gruppe kontrahert på bakgrunn av et allerede foreliggende konkurranse-utkast utarbeidet av arkitekt. Det kan imidlertid være grunnlag for å vurdere sammensetning av planleggingsgruppe tidligere i prosessen. En kan her tenke seg en løsning hvor hele planleggingsgruppen inklusive entreprenører inngår som en gruppe sammen med arkitekt allerede under arkitektkonkurransen. Hensikten med dette vil være å la erfaring fra andre profesjoner påvirke arkitektløsning allerede på konkurransestadiet.

På den annen side vil et kontraheringstidspunkt som valgt, bidra til at byggherre kan velge den (arkitektur)løsning denne finner mest fordelaktig, og samtidig ha frihet til å velge planleggings/utførelsesgruppe til å gjennomføre prosjektet.

Prosjektet har generert en rekke miljøtiltak. Systematikk for hvordan disse tiltakene ble generert finnes det ingen fullgod dokumentasjon på. Mange av tiltakene baserer seg på hva den enkelte alliansepartner/firma hadde kjennskap til fra før, noe ble generert som et resultat av interaksjonsprosesser i de mange utredningsgruppene som var i arbeid, mens noe ble generert via eksterne prosjekter og samarbeid utenfor alliansen.

Prosessen kan etter dette virke noe tilfeldig. Det er imidlertid ikke gitt at en tenkt samlet oversikt (plukklister?) over alle mulige (og umulige) tiltak ville ført til at andre tiltak ville blitt gjennomført i dette prosjektet.

Ideer og forslag vil naturlig genereres via ulike kanaler, og den "tilfeldigheten" som antydes kan like gjerne sies å være optimalt i prosjektet. Generelt vil det imidlertid alltid være nyttig med en oppdatert samlet oversikt over aktuelle miljøtiltak. (jmf. dette prosjektets fakta ark over miljøtiltak)

Det ligger nær å anta at prosjektet har fått hjelp til å strukturere prosessflyt og begrepsdefinisjoner via eksterne prosjekter ²⁾. Tilsvarende byggeprosjekter vil antagelig ha nytte av en lignende struktureringsprosess.

Valgte løsninger

Praktisk talt alle tiltak måtte gjennom en fast evalueringsprosedyre inneholdende beregninger og utredninger før disse eventuelt ble implementert i prosjektet.

Enkelte miljøvennlige tiltak som rensing/gjenbruk av gråvann, fordrøyning av overvann, bruk av varmepumpe, ble forkastet gjennom prosedyren. Årsaken til dette kan være økonomi, tidshorisont eller manglende erfaringsbakgrunn. Solvarmeanlegget som på sin side ble beregnet til å ha liten lønnsomhet, ble likevel installert.

Ved gjennomgang av bygget er det ikke funnet "graverende" feil og mangler som gjør at definerte miljømål ikke er oppnådd.

I kapittel 11 er det dog vist og kommentert enkelte detaljer, som kunne vært løst på en bedre måte.

9.0 SLUTTKOMMENTARER

Prosjekter som vektlegger en sterk energi- og miljøprofil er spesielt krevende både med hensyn til kompetanse hos de prosjekterende, og ikke minst vilje og evne til samarbeid på tvers av faggrensene. Det er relativt lite erfaring med energi- og miljøvennlig bygging i Norge, og man har ingen veletablerte arbeidsmåter eller metoder å støtte seg på. Gode energi/miljøløsninger krever tett samarbeid spesielt mellom arkitekt og VVS-konsulent, men også bygg- og elektrokonsulent, samt driftsansvarlig (og selvsagt byggherre/bruker) bør involveres allerede fra tidlig prosjekteringsfase. Ansvarsfordelingen kan bli uklar - det kan være vanskelig å avgjøre hvem som har det overordnede ansvaret for en energiløsning som griper inn i både bygningsutformingen, lufttilførsel, belyningsanlegg og oppvarmingsanlegg. Det stilles større krav til samarbeid og informasjonsutveksling. Kunnskap om nye energi/miljøløsninger må kommuniseres og integreres i de ulike fag, både gjennom prosjektering, bygging, og idriftsettelse. Etter hvert har man så smått begynt å få verktøy som kan brukes for å sette miljømål og følge opp disse. I Norge har man i større byggeprosjekter bl.a. brukt miljøoppfølgingsplaner og miljøkontrollplaner.

Et slikt verktøy ble utviklet og viste seg svært nyttig i dette prosjektet.

I Canada har man innført en ny rolle som med hell har vært benyttet i noen prosjekter med innovative energi/miljøløsninger. Denne rollen har fått navnet ”design facilitator”, som på norsk best kan betegnes energi/miljøkoordinator. Dette er en person som har bred kunnskap om energi- og miljøløsninger, og som har evne til å identifisere og kommunisere helhetlige energi/miljøløsninger i prosjekteringen. Koordinatoren vil også hjelpe byggherren og prosjekteringsteamet å sette opp realistiske energi- og miljømål, gjøre avveininger mellom ulike mål, samt sørge for at målene følges opp gjennom planleggings- og byggeprosessen. En slik rolle vil være spesielt nyttig hvis byggherre og prosjektleder har lite erfaring med energi/miljøprosjekter.

I dette prosjektet ble denne funksjonen etablert. Miljøkoordinator var ekstern i forhold til alliansen, og var ihht. tilbakemeldinger en viktig premiss for resultatet.

I andre land (og så vidt også i Norge) har man begynt å prøve ut en ny type kontrakter, som kalles ”performance contracting”. Dette er en form for resultatbasert kontrakt hvor leverandøren får betalt i forhold til ytelsen til det ferdige bygget. Hvis bygget ikke oppfyller de gitte krav til for eksempel energibruk, vil honoraret til leverandøren(e) blir redusert. Videreutvikling og utforming av slike kontrakter for prosjekter hvor man har energi- og miljøløsninger som er avhengige av tverrfaglig samarbeid, er en utfordring som bør studeres nærmere.

10.0 REFERANSER

1)

M³P. Metode for miljøriktige mål og prioriteringer Prosjektet "Metode for miljøriktige mål og prioriteringer", M³P, har hatt som målsetning å utvikle metoder og teknikker som gjør at bygge-, anleggs- og eiendomsbransjen (BAE-bransjen) blir i stand til å identifisere, kvantifisere og prioritere miljøtiltak som skal føre frem til et mest mulig miljømessig bygg eller anlegg.

2)

Evaluering av Logisk rammeverk og innspill til utvikling av metode for Miljøriktige Mål og Prioriteringer. Vest-Agder Fylkeskommune, Kvadraturen videregående skole. FoU-rapport . Anne Katrine Eikill, Prosjekt- og Teknologiledelse AS (PTL). Trondheim 2001.

3)

"Ecobas er et fullverdig og komplett elektronisk lærested på internett. Eleven har full fleksibilitet i valg av sted, tidspunkt og varighet for kurset. Varierte presentasjonsformer og interaktive arbeidsoppgaver gjør Ecobas til en spennende og effektiv læringsopplevelse." (www.ecobas.no)

4)

ØkoBygg 1998-2002

Et 5-årig program for å miljøeffektivisere BA-bransjen.

Bygg- og anleggsbransjen (BA) tok initiativ til bransjeutviklingsprogrammet ØkoBygg. Målet var å maksimere verdiskapningen i forhold til miljøbelastningen. (www.grip.no)

5)

Kvadraturen Videregående Skole. Forprosjekt "Tett bygg D" 15.01.01

11.0 BILDER EKSEMPLER MM



Bilde 1: Illustrasjonsbilde



Bilde 2: Byggetomt.

Støyping via glideforskaling (ferdig). Elementbygging til venstre. Brakkerigg helt til venstre mot gata. Eksisterende (bestående) bygg til høyre

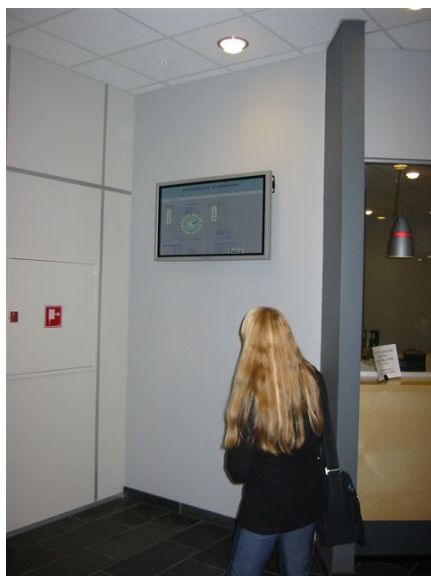


Kantina betraktes som et viktig miljømessig bidrag til bygget.

Luften tilføres lokalet via perforert veggfelt.

Gulvoverflate består gjennomgående av skifer og betong

Bilde 3: Kantina



Et pedagogisk grep

Info tavle er det første som møter brukerne. I tillegg til generelle informasjon gis det en status over de viktigste driftsparametrene (temperatur, energiforbruk, energigjenvinning vannforbruk mm.) for bygningen.

Bilde 4: Info tavle



Miljøtiltak.

Kantine er utstyrt med små kildesorteringssentraler

Bilde 5: Kildesortering



Bilde 6: Vestfasade

Materialbruk er basert på vedlikeholdsvennlige produkter. Bruk av tre myker opp fasaden, og gir muligens en bedre tilnærming til eksisterende trehusbebyggelse.

Bildet viser også plassering av veranda over 3. etg.



Bilde 7: Sørfasade

Luftinntak i høyde med plan 4 på sørfasade. Tradisjonelt ønskes det ikke inntak på sørside. Imidlertid kan denne løsningen forsvares ut i fra at drift på skole er redusert i de varmeste månedene.

Solfangerpanel er videre plassert under luftinntak på samme fasade



Bilde 8: Luftinntak solfangerpanel

Nærbilde av luftinntak (øverst) og vertikalstilt solfangerpanel
Ideelt (termisk) er det ønskelig med lavtliggende luftinntak ved naturlig ventilasjon. Grunnet biltrafikk mm. på gatenivå er inntak plassert høyere. Et kompromiss som nok må kompenseres med lengre drift av hjelpevifter.

Solpanel. Ideelt (virkningsgrad) er det ønskelig med ca 60 ° helning av solpanel. Valgt løsning (0 °) er kompensert med større areal.



Bilde 9: Filtervegg ventilasjon

Luffilter har stort areal noe som sikrer lavt trykkfall og lav hastighet over tverrsnitt. I tillegg god tilkomst for utskifting. Alle viktige parametre for lavt energiforbruk, god filtreringsfunksjon samt i dette tilfellet; en viktig premis for at det hybride ventilasjonsanlegget skal kunne fungere.



Solvarmepanel er forsynt med akkumuleringstank. Tanken (høyre del av bilde) er plassert i kulvert på kjellernivå.

I tillegg til at kulvert fører ventilasjonsluft, tjener den også som føringsvei for åpne VVS-og elektroinstallasjoner. Rene tekniske komponenter som pumper, ekspansjonskar, elektrotavler mm. er også plassert her.

Kulvert er malt (støvbundet). Ingen andre tiltak vedr. rengjøringsvennlighet (eksempelvis støvsuging) er iverksatt.

Bilde 10: Detalj. Akkumuleringstank for solvarme plassert i kulvert



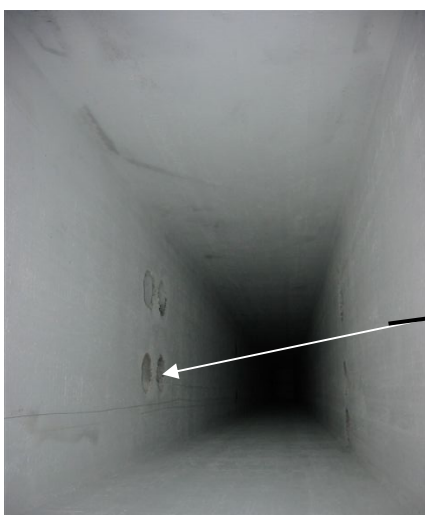
Uvanlig løsning.

Ettervarming av lufta (etter varmegjenvinner) skjer via frittstående aerotempere. Løsning er god i forhold til ønske om å redusere motstand i "kanalnett" for ventilasjon. Reguleringsmessig vil systemet muligens bli noe tregt.

All automatikk med ventiler, rør, pumper, kabler etc. er plassert i kulvert, og altså fritt eksponert for ventilasjonsluften.

Aerotempere

Bilde 11: Detalj. Aerotempere (aerotemper=luftvarmer)



Bygningsmessig sjakt (bildet tatt fra kulvert og vertikalt opp i bygget) Sjakt er glidestøpt i en operasjon.

Temperert (ca 19 °C) tilluft føres oppover i etasjene via i sjaktene.

Utsparinger er satt på under støpeprosessen, og er angrepspunkter hvor et tradisjonelt kanalsystem tilkoples og fordeler luft på hvert plan

Bilde 12: Detalj. Sjakt



Bilde 13: Detalj. Ventilasjonsskanal

Uvanlig materialvalg.

Ventilasjonskanal fra himling og ned til tilluftskammer. I fra kammeret (plassert på korridorside av vegg mot klasserom) tilføres lufta rommet via diffus tilførsel.

- En kanal i tradisjonelt materiale (blikk) ville virket skjemmende.
- En eventuell innkledning av kanal/forlengelse av kammer opp til himling ville ødelagt mye av den visuelle løsningen med glassfelt mellom korridor og klasserom.

Utført kanal i plexiglass, synes visuelt å være en akseptabel løsning



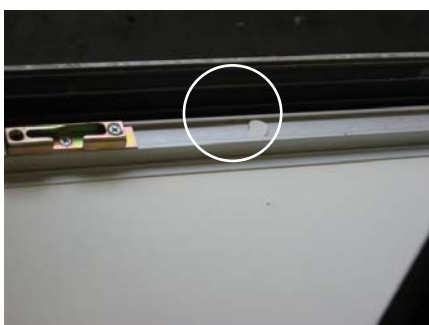
Bilde 14: Detalj. Himlingsplater i korridor

Uheldig løsning.

Platene er for store. Dette medfører at løse plater i praksis er vanskelig å ta ned .

I tillegg ligger mange plater fast grunnet alarmfølere, sprinklerventiler, noe ventilasjonsskanaler etc.

Plassering av lysarmatur bedrer forholdene noe.



Bilde 15: Detalj. Magnetbryter i vindu

Smart løsning.

For å sikre mot at radiator starter oppvarming når vindu åpnes (for lufting) er en bryter montert i vinduskarm.

Signal fra denne går til styringsanlegget.

Samme signal kan også benyttes til å indikere (gjenglemt) åpent vindu utenom driftstid (= alarm)



Bilde 16: Detalj. Kabler under vindu

Uheldig løsning.

Føringer for data er ikke løst tilfredsstillende. Løsning med nedføringsstaver fra tak/himling hadde muligens vært et bedre (men mer kostbart) alternativ.



Bilde 17: Detalj. Rørføring til radiator

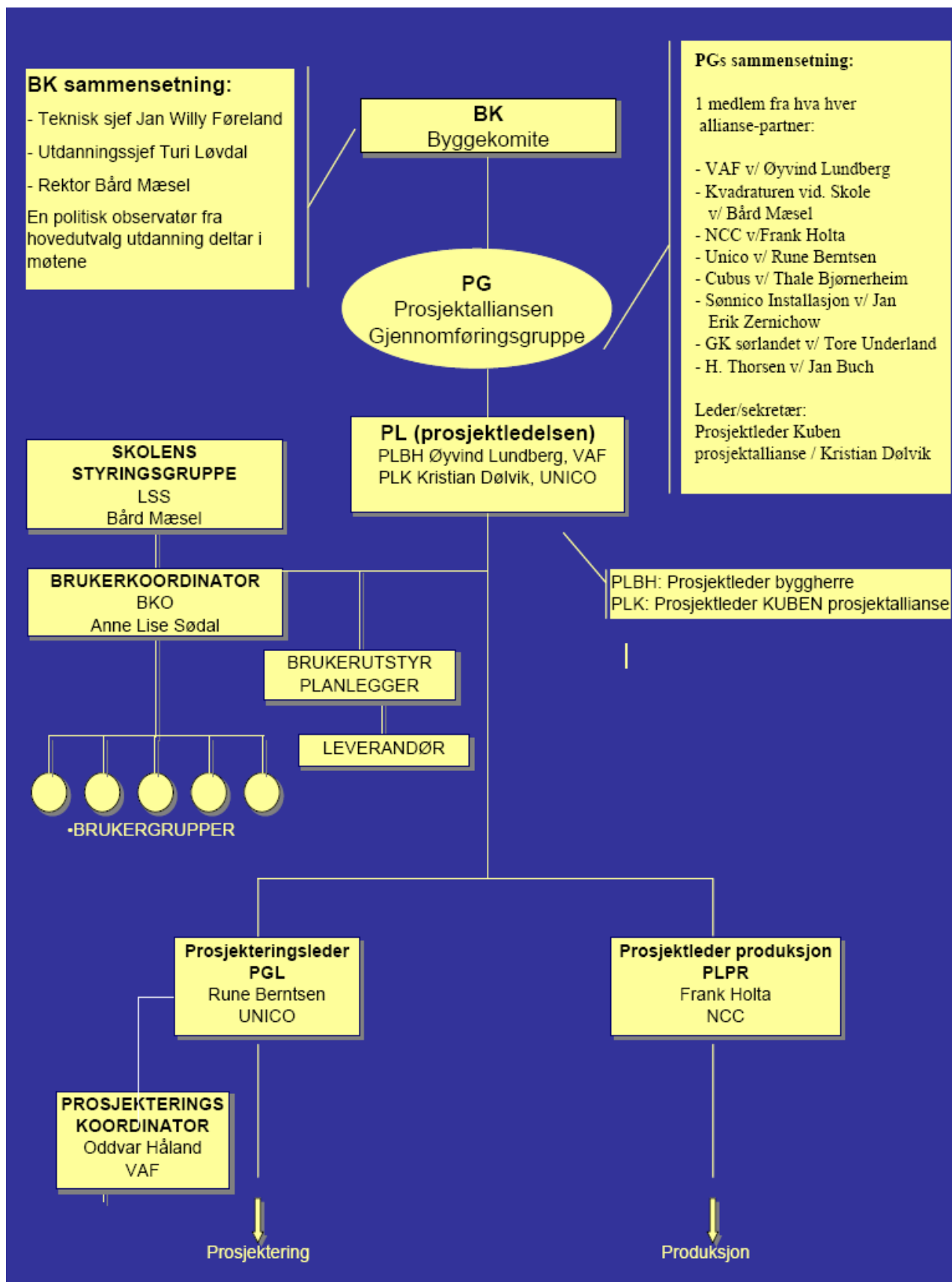
Kompromiss.

Hovedrørføring til radiator (sett ovenfra) skjult i vegg. Gunstig løsning mht. renhold.

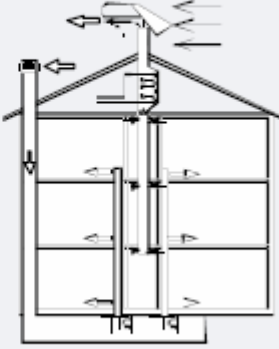
Selve radiatoren (m/finner) samt løsning med fleksible rør bak radiator i utgangspunktet ikke særlig renholdsvennlig. (daglig renhold)

Radiator kan på den annen side enkelt hektes av veggfest og trekkes ut 20-30 cm. Løsning gir god tilkomst ved hovedrengjøring

12.0 VEDLEGG



VI. Organisasjonskart

Kvadraturen videregående skole		Tiltaksark R-4	15.10.2001
Område: Innemiljø		Hybrid ventilasjon	
<p>Hovedbegrunnelse</p> <p>Inføring av naturlig ventilasjon (gjelder kun bygg D) som er vifteassistert (såkalt hybrid ventilasjon) begrunnes utfra redusert energibehov. Et slikt anlegg kan forsvares dersom inneløst er like godt eller bedre enn for et konvensjonelt mekanisk balansert ventilasjonsanlegg. Spørsmålet er utredet internt i prosjektet og med bistand fra NBI som leverte en mulighetsstudie. Løsningen er positiv utfra</p> <p>energiforbruk, økonomi og inneløst.</p>			
<p>Teknisk løsning</p> <p>Tiluft tas inn gjennom ytterveggrist med lavt trykkløst via vertikale kanaler på hvv sør- og nordvegg til kuvert under tjelemiljø. Det installeres inntakspjeld. Luften passerer en filtervegg (klasse EU7) og strømmer gjennom et varmevekslerbatteri (by-pass dersom man ikke har et oppvarmingsbehov). Luftvarmere gir ønsket temperatur før luften føres inn i ventilasjonskulevorten og videre opp i vertikale sjakter. Grenkanaler fører luften horisontalt til hvert enkelt rom. Spjeld monteres på hver grenkanal for behovsstyring. Det monteres CO2 føler i rom med høy persontetthet. Bruktluft evakueres fra rommene gjennom horisontale grenkanaler til avtrekksjakter. Spjeld i avtrekk styres som slave til master i tiluften. Over tak etableres avtrekkskarn hvor det installeres varmegevnerbatterier og avtrekksvifter som turtallreguleres for å holde konstant undertrykk i avtrekksjaktene.</p> <p>Hybridløsningen er ikke utprøvd i stort bygg i Norge noen gang.</p>			
<p>Miljøvirkning og generelle resultater</p> <ul style="list-style-type: none"> *Ventilasjonen er behovstyrt. Samtidighetsfaktor på 0,8 gir luftbehov på 80.000 m³ grunn for en etg behov. *Innemiljøundersøking samt let i begrepet "komfort" viser likt resultat for valgte hybrid og konvensjonell løsning (NBI). *Funksjonssikkerheten er også lik for de to alternativene (NBI). 			
<p>Omfang og årskostnad</p> <p>Ved Kvadraturen videregående blir hybrid ventilasjon 7% lavere årskostnad enn en konvensjonell løsning. Dette skyldes lavere energikostnader, samt utvikling av en bygningmessig installasjon som i mindre grad gir ekstra investeringskostnader sammenlignet med andre installasjoner med samme oppgave. Energikostnadene er cirka 40% lavere ved hybrid ventilasjon enn ved en konvensjonell løsning.</p>		<p>Henvisning</p> <p>Utredning U hovedsystem</p> <p>Kontakt leser eller arkitekt</p>	

 ■ NCC ■ UNICO ■ Arkitektgruppen CUBUS ■ H. Thoresen ■ GK Sertanet ■ Sennico ■ Vest-Agder fylkeskommune ■ Kvadraturen videregående skole

Kvadraturen videregående skole		Tiltaksark I-5	15.10.2001
Område: Innemiljø		Renhold	
<p>Hovedbegrunnelse</p> <p>Den overordnede målsetningene for renhold er å tilrettelegge for renholds effektivitet gjennom gode konstruksjonsmessige løsninger. Dette oppnås ved tiltak som:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Holder tilfallet av smuss inne i bygningen på et lavt nivå •Hinder dannelse av smussdepoter •Gir god tilgjengelighet for renholds personalet <p>Riktig renhold betyr inneløst ved at opphopning av støv/fibre/partikler forhindres, det hygieniske og helsemessige klimaet forbedres, og det skapes trivsel. Tiltak innenfor dette området reduserer også tidsbruken til renhold, og dermed renholdskostnadene.</p>			
<p>Teknisk løsning</p> <p>Lokalene er utformet slik at høy renholds effektivitet oppnås. Dette gjelder spesielt inngangspartier, garderobes, toiletter, renholdssentraler-rom og inventar. Renholdsvennlige overflatematerialer er valgt for å redusere tidsbruk og å øke kvaliteten på renholdet. Det er tilrettelagt for god renholdstilgjengelighet og fremkommelighet i bygningen.</p>			
<p>Miljøvirkning og generelle resultater</p> <ul style="list-style-type: none"> *Renholdsvennlige overflater er valgt (gulv, vegger, radiatorer, ventilasjonskanaler). *Renholds personalet skal ha god oppløring og hensiktsmessig utstyr. *Kjemikalier og vann skal brukes kun i begrenset grad *Batterikott og renholdssentraler er strategisk plassert i bygningen *Flater som skal rengjøres skal være lett tilgjengelig. *Lødderhets- og hyllefaktorene er lave. *Gulvfliser og dørfliser brukes i minimalt omfang. *Vegghengte WC'er benyttes. *Klodes orientering av avfall er introdusert (egen utredning). *Inngangspartiene har tilrettelegte soner for oppsamling av smuss. Dette reduserer andelen smuss som kommer inn i bygget med i størrelsesorden 70-80%. 			
<p>Omfang og årskostnad</p> <p>Designkriterier for rasjonelt renhold i hele bygningen er gitt som grunnlag for prosjektering og bygging. Valg av renholdsvennlige overflatematerialer gir lave årskostnader, sammen med øvrige tiltak for tilgjengelighet og smussreduksjon. Lokale årskostnadsanalyser (f. eks. inngangspartier og vegghengte toiletter) viser at lokalene er meget lønnsomme. Bygningens årlige renholdskostnader reduseres med omtrent 10% per kvadratmeter.</p>		<p>Henvisninger</p> <p>Utredning U-05F Designkriterier for renhold.</p> <p>Kontakt bjorn.rundstam@unico.no eller rndstam@online.no</p>	

 ■ NCC ■ UNICO ■ Arkitektgruppen CUBUS ■ H. Thoresen ■ GK Sertanet ■ Sennico ■ Vest-Agder fylkeskommune ■ Kvadraturen videregående skole

Intervjuguiden

Intervjuguide arkitekt / rådgivende ing./ prosjekteringsleder / byggeleder

Utformet av Helene Tronstad Moe

Design og planleggingsprosess

- Fortell litt om prosjektet...
- Hva har vært din rolle i dette prosjektet?
- Hvordan var prosjektet organisert?
- Hvilke andre aktører har vært sentrale i prosjektet?
- I hvilken grad opplevde du at dere hadde frihet til å velge løsninger. Hvilke arkitektoniske og tekniske "hovedgrep" var fastlagt på forhånd?
- Oppstod det uenigheter om hvilke alternative løsninger som burde velges?
- Hvordan kom dere frem til valg av:
 - dagslysproblematikk (bruk av glass)
 - (oppvarmingsløsning - RIV)
 - ventilasjonsløsning (anlegg - RIV)
 - type og ant cm isolasjon
 - materialvalg
- Hvorfor ble akkurat disse løsningene valgt?
- Hvordan fungerte samarbeidet med de andre aktørene?
- Hvordan fungerer vanligvis samarbeidet med de øvrige aktørene i en byggeprosess?
- Hvem synes du burde ha ansvaret for at bygget som reises blir miljøvennlig? Hvorfor?

Byggeprosess

- Hvordan var byggingen organisert?
- Hvilke andre aktører har vært sentrale i prosjektet under bygging?
- I hvilken grad opplevde du at entreprenører hadde frihet til å velge løsninger? (Ble løsning fra prosjekteringsgruppen valgt slavisk, eller ble forslag fra entreprenører valgt? Mix av disse to)?
- Oppstod det uenigheter om hvilke alternative løsninger som burde velges?
 - materialvalg
- Hvorfor ble akkurat disse løsningene valgt?
- Hvordan fungerte samarbeidet med de andre aktørene?
- Hvordan fungerer vanligvis samarbeidet med de øvrige aktørene i en byggeprosess?

Kriterier for miljøvennlige bygg

- Hva innebærer god arkitektur for deg?
- Knytter du begrepet miljøkriterier til byggeprosessen? Hvorfor?
- På hvilken måte representerer bygninger et viktig miljøproblem?
- Hva synes du er miljøvennlige bygg?
- Hva synes du er riktig energibruk i bygg?
- Hvor viktig er byggets energieffektivitet sammenlignet med andre aspekter ved bygget?
- Hva skiller miljøvennlige bygg fra mindre miljøvennlige bygg?
- Hvordan kan vi oppnå miljøvennlige bygg?
- Er det mulig å kvantifisere miljø? Hvorfor?

Forskrifter og rammebetingelser

- Opplever du at dagens forskrifter bidrar til å redusere energiforbruket i bygninger i tilstrekkelig grad? Hvorfor?
- Har du noen gang tatt initiativ til å designe bygg som bruker mindre energi enn hva forskriftene krever?
- Tror du dagens kontraktsinngåelse i byggebransjen påvirker hensynet til energieffektivisering? På hvilken måte?
- Har du opplevd at utbygger og leietager har hatt motstridende interesser?
- Hvordan tror du det kan unngås?

Arbeid med miljøkriterier

- Hvordan jobbes det med utforming av miljøkriterier i dag?
- Hvordan burde man ideelt sett arbeidet med miljøkriterier?
- Hva tror du skal til for at man skal designe mer energieffektive og miljøvennlige bygg i fremtiden?

Bærekraftsbegrepet

- Hva legger du i begrepet "bærekraftig utvikling"?

