

FORORD

Denne oppgaven er utarbeidet ved Institutt for matematiske realfag og teknologi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) våren 2015.

Masteroppgaven er et resultat av samarbeidet mellom Quoc Van Hoang og Øystein Tandberg. Masteroppgaven er den avsluttende delen av studiet byggeteknikk og arkitektur og tilsvarer 30 studiepoeng per student.

Hovedveileder for oppgaven har vært Førsteamanuensis Leif D. Houck. Vi vil takke for god veiledning og gode faglige innspill gjennom semesteret og studietiden.

Vi ønsker å takke Statsbygg og Undervisningsbygg for hjelp med innhenting av aktuelle prosjekter og informanter. Videre ønsker vi å takke alle informantene som har stilt opp og bidratt med god informasjon og erfaringer. Det har vært en lærerik og spennende prosess.

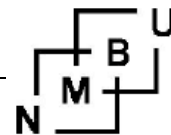
Til slutt ønsker vi å takke våre familier og venner for god støtte gjennom studietiden.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Ås, 15.05.2015

Quoc Van Hoang

Øystein Tandberg



SAMMENDRAG

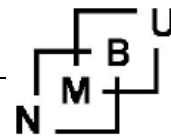
En fasade er noe av det første man legger merke til ved en bygning, den definerer bygningens arkitektoniske uttrykk og kan være gjenstand for diskusjon blant allmenheten. I tillegg til å være bygningens ytre skall, fungerer fasaden som et skille mellom interiør og eksteriør, form og funksjon. Betraktninger rundt fasader om funksjon, konstruksjon og design, har i nyere tid fått flere parametere som må tas hensyn til, som kostnadseffektivitet og miljø- og energibelastninger.

Forskningsspørsmålet for denne oppgaven er *hvilke faktorer som påvirker valg av fasadekledning og hvilke faktorer som har størst gjennomslag hos byggherre og arkitekt.*

For å svare på oppgaven ble det først gjennomført et litteraturstudie, etterfulgt av casestudier av 7 prosjekter av offentlige byggherrer, basert på en kvalitativ metode. Det ble gjennomført 7 intervjuer av prosjektleder for byggherre, og 5 intervjuer av arkitekter. Videre ble det gjennomført et dokumentstudie av relevante og tilgjengelige dokumenter relatert til prosjektene.

Basert på resultatene i intervjuene kommer det frem flere faktorer som påvirker valg av fasadekledning. Miljø, kostnad, estetikk og vedlikehold er de mest fremtredende faktorene som vektlegges i de prosjektene det er undersøkt for. Det kommer også frem at det er viktig med en helhetsvurdering ved valg av fasadekledning.

Hvilke aktører som har innflytelse varierer med entreprisform. Gjennom resultatene er det i størst grad arkitekt og byggherre som har innflytelse når det gjelder valg av fasadekledning. I tillegg får rådgivende ingeniør og miljørådgiver innflytelse der det er brukt innovative fasadeløsninger. I de prosjektene som benyttet totalentreprise hadde entreprenør få valgmuligheter, men entreprenør kunne påvirke valget gjennom valg av leverandør, pris og detaljering. Ved samspillsentreprise ble valg tatt i samarbeid mellom aktørene. I noen prosjekter ble valg av fasadekledning styrt gjennom overordnede føringer lagt av bruker, byggherre, myndigheter eller særskilte programmer.



I de prosjektene som ble undersøkt ble det benyttet metoder som LCC-beregninger, klimagassregnskap og LCA- analyser, som en del av beslutningsgrunnlaget for valg av fasadekledning. Hvor grundige og avgjørende disse analysene og beregningene ble for valg av fasadekledning var ulikt for hvert prosjektet. For noen prosjekter ble analysene og beregningene brukt kun på grunn av dokumentasjonskrav, og hadde dermed ikke stor innvirkning på beslutningsgrunnlaget. For andre prosjekter ble de brukt til alternativsvurderinger på produktnivå.

ABSTRACT

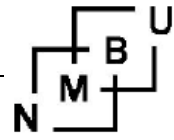
Facade – one of the first features of a building to be noticed, it determine the buildings architectural appearance and can be the subject of public debate. In addition of being the exterior of the building, the facade forms the boundary between the interior and exterior, form and function. Considerations around facades about function, construction and design, has in recent times gained several parameters that must be considered, as cost-effectiveness and environmental and energy impacts.

The research question for this thesis is *which factors that influence the choice of facade claddings, and which factors that have the greatest influence for the construction client and the architect.*

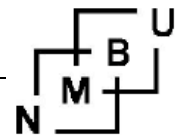
To answer these questions it was first carried out a literature study, followed by case studies of seven projects by public building clients, based on a qualitative method. It was held seven interviews with the project managers for the client, and five interviews with the architects. In addition, there was conducted a document study of relevant and available documents related to the projects.

Based on the results of the interviews it emerges several factors that influence the choice of facade cladding. Environment, costs, aesthetics and maintenance are the most prominent factors that are emphasized in the projects that are examined. It also appears that it is important to have an overall assessment when it comes to the choice of facade claddings.

Which stakeholders that have most influence varies with the contract form. The result shows that the influence is most significant for the architect and the building client when it comes to the choosing of facade claddings. In addition, the consulting engineer and the environmental consultant gets more influence for projects with innovative facade solutions. In the projects with turnkey contracts, the contractor had few options but could influence the decision through choice of supplier, price and detailing. For interacting contracts the choices were made in cooperation between the stakeholders. In some projects, the choice of facade claddings were influenced by general guidelines laid down by the user, the building client, the government or special programs.

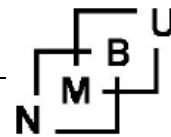


For the projects that were examined methods such as LCC calculations, greenhouse gas accounting and LCA analysis, were part of the basis for decision-making for facade claddings. How thorough and decisive these analyses and calculations were for the selection of facade cladding was depending on the project. For some projects, these analyses and calculations were used only due to documentation requirements, and thus had no major impact on the decision-making. For other projects, they were used to evaluate alternatives on product level.



INNHALDSFORTEGNELSE

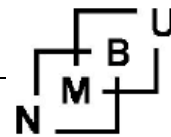
1.1. Tema og problemstilling	1
1.2. Avgrensninger	3
1.3. Funn fra tidligere undersøkelser	3
2. TEORI	8
2.1. Aktører i et byggeprosjekt.....	8
2.2. Fasene i et byggeprosjekt	11
2.3. Entrepriseformer	13
2.4. Overordnede føringer og målsetninger	18
2.4.1. Særskilte satsninger og forbildeprogrammer.....	21
2.4.2. Passivhus, nullhus og plusshus.....	28
2.5. Hva er en fasade.....	30
2.6. Fasadens betydning for bygninger	33
2.7. Faktorer ved valg av fasadekledning.....	36
2.7.1. Miljømessige og økonomiske faktorer ved valg av fasader	36
2.7.2. Estetikk, arkitektur og byggeskikk.....	39
2.8. Verktøy og metoder for kostnads- og miljøvurderinger.....	41
3. METODE.....	50
3.1. Samfunnsvitenskapelige metoder.....	50
3.2. Anvendt metode i oppgaven.....	52
3.3. Intervjudesign	57
3.4. Intervjuguide	60
4. PROSJEKTBEKRIVELSER	62
4.1. Om Statsbygg og Undervisningsbygg.....	62
4.2. Vabakkjen plussus.....	63
4.3. Brynsengfare skole	65
4.4. Bjørnsletta skole.....	67
4.5. Framsenteret	68
4.6. Campus Evenstad.....	70
4.7. Fernanda Nissens skole.....	71
4.8. Folkehelseinstituttet.....	72
5. RESULTATER.....	74
5.1. Om informanten og organisasjonen.....	74
5.2. Overordnede føringer og målsetninger	75



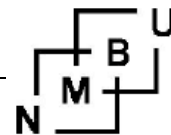
5.3. Forhold til yttervegg	77
5.4. Faktorer ved valg av fasadekledning	83
5.5. Aktørenes innflytelse på valg av fasadekledning.....	92
5.6. Entrepriseform.....	94
5.7. Erfaring og kompetanse	97
5.8. Valg av fasadekledninger i plan og prosjekteringsfasen.....	98
6. DISKUSJON.....	100
6.1. Overordnede føringer og målsetninger	100
6.2. Forhold til yttervegg	102
6.3. Faktorer ved valg av fasadekledning	102
6.4. Aktørenes innflytelse og entrepriseform.....	111
6.5. Erfaring og kompetanse	113
6.6. Valg av fasadekledning i plan og prosjekteringsfasen.....	114
7. KONKLUSJON	115
8. VIDERE ARBEID.....	119
9. REFERANSER	121
10. VEDLEGG	126

Figurer

Figur 1. I hvilken grad påvirker forskjellige aktører materialvalg for bærende konstruksjoner (1= i liten grad; 7= i stor grad) Kilde: Treteknisk institutt ved Anders Q. Nyrud	6
Figur 2. Oversikt over når i byggeprosessen beslutning(e) om materialvalg tas (1= i stor grad; 7= i liten grad). Kilde: Treteknisk institutt ved Anders Q. Nyrud..	6
Figur 3. Faser i et byggeprosjekt. Fritt etter Rambøll (2012).....	11
Figur 4. Prosjektmodell for Statsbygg. Kilde: Statsbygg	13
Figur 5. Prosjektmodell for Undervisningsbygg. Kilde: Byråd for finans	13
Figur 6. Skisser av prinsippet om tottrinnetetning. Kilde: Byggforskserien	34
Figur 7. Faser i en livsløpsvurdering. Kilde: Byggforskserien.....	44
Figur 8. Eksempel på en miljødeklarasjon utgitt av EPD - Norge. Kilde: Byggforskserien.....	46
Figur 9. Eksempel på klimagassregnskap fra Bjørnsletta skole. Kilde: Undervisningsbygg.....	47
Figur 10. Kvalitet og funksjon for en bygning sett i et levetidsperspektiv. Kilde: Byggforskserien.....	48
Figur 11. Levetider for ulike bygningsdeler - Jo flere piler jo kortere levetid. Kilde: Byggforskserien.....	49
Figur 12. Oversikt over metoder benyttet i oppgaven	52
Figur 13. Vabakkjen. Kilde: Link arkitekter	64
Figur 14. Brynsenfare skole. Kilde: HRTB Arkitekter	66
Figur 15. Bjørnsletta Skole. Kilde: NAL	67
Figur 16. Framsenteret. Kilde: Statsbygg	69
Figur 17. Campus Evenstad. Kilde: Ola Roald Arkitektur.....	70
Figur 18. Fernanda Nissen skole. Kilde: Planforum Arkitekter	72
Figur 19. Folkehelseinstituttet. Kilde: Ratio Arkitekter.....	73
Figur 20. Oversikt over de faktorene aktørene vektla ved valg av fasadekledning.	84
Figur 21. Oversikt over de faktorene arkitektene vektla ved valg av fasadekledning.....	85

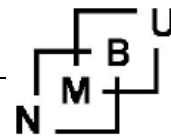


Figur 22. Oversikt over de faktorene byggherre vektla ved valg av fasadekledning.....	86
Figur 23. hovedaktørenes innflytelse på valg av fasadekledning ved totalentreprise. Basert på resultatdel. Byggherre med miljørådgiver og driftsavdeling. Egendefinert figur.	93
Figur 24. Oversikt over beslutningsprosess og når i prosjekteringen valget tas. Egendefinert figur basert på svar i resultatdel.	99
Figur 25. Oversikt over de faktorene aktørene vektla ved valg av fasadekledning (tidligere vist i resultatdel).	102
Figur 26. hovedaktørenes innflytelse på valg av fasadekledning ved totalentreprise. Basert på resultatdel. Byggherre med miljørådgiver og driftsavdeling. Egendefinert figur.	113
Figur 27. Oversikt over beslutningsprosess og når i prosjekteringen valget tas. Egendefinert figur basert på svar i resultatdel.	114



Tabeller

Tabell 1. Kriterier som påvirker materialvalg for tre i fasader. Kilde: Treteknisk institutt ved Anders Q. Nyrud.	7
Tabell 2. Oversikt over byggherre og arkitekt ved de ulike prosjektene.	58
Tabell 3. Nøkkeltall Statsbygg 2014	62
Tabell 4. Nøkkeltall Undervisningsbygg 2014.....	63
Tabell 5. Vabakkjen plusshus	63
Tabell 6. Brynsengfarete skole.....	65
Tabell 7. Bjørnsletta skole	67
Tabell 8. Framsenteret.....	68
Tabell 9. Campus Evenstad	70
Tabell 10. Fernanda Nissens skole.....	71
Tabell 11. Folkehelseinstituttet.....	72
Tabell 12. Oversikt over overordnede føringer og når i prosjektet de kom inn ..	75
Tabell 13. Oversikt over prosjekt og type fasadekledning.	80
Tabell 14. fordeler og ulemper ved tegl.....	80
Tabell 15. Fordeler og ulemper ved trekledning.	81
Tabell 16. Fordeler og ulemper ved massivtre.....	82
Tabell 17. Fordeler og ulemper ved solceller.	82
Tabell 18. Oversikt over entreprisform og antall prosjekter undersøkt	111



1. INNLEDNING

Dette kapitlet inneholder bakgrunn for valg av oppgave, målsetning, problemstilling og avgrensninger. I slutten av kapitlet presenteres funn fra tidligere undersøkelser som er relevante for oppgaven.

1.1. Tema og problemstilling

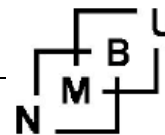
Bakgrunn

Hvilke faktorer som er avgjørende for valg av materialer i et bygg varierer med hvilken bygningsdel man betrakter. Ved valg av materialer i bærekonstruksjon vil det for eksempel stilles andre krav enn ved valg av fasadematerialer. Hvilke aktører som er avgjørende for valget vil også være avhengig av hvilken bygningsdel man betrakter. I denne oppgaven ser vi på valg av fasadekledning.

En fasade er noe av det første man legger merke til ved en bygning, den er bygningens ansikt utad og definerer bygningens arkitektoniske uttrykk, og dermed være gjenstand for diskusjon blant allmenheten. Fasaden er bygningens ytre skall og fungerer som en klimaskjerm, som skal ivareta ulike statiske og tekniske funksjoner. I tillegg fungerer fasaden som et skille mellom interiør og eksteriør, form og funksjon.

Vurderinger rundt fasader om funksjon, konstruksjon og design, har i nyere tid fått flere parametere som må tas hensyn til, som kostnadseffektivitet og miljø- og energibelastninger. Innovativ bruk av materialer og ny teknologi kan bidra til utvikling av effektive og helhetlige fasadeløsninger, som kan fremme et bærekraftig samfunn.

Byggenæringen i Norge er sammensatt av mange ulike aktører, som kan ha ulike interesser rundt et byggeprosjekt, men som allikevel er avhengige av hverandre. Samarbeidet mellom aktørene utvikles fra prosjekt til prosjekt, noe som krever at aktørene må samle erfaringer og kompetanse om fasadekledninger underveis for å oppnå en effektiv og produktiv planleggings- og prosjekteringsfase.



Men hvilke faktorer er da avgjørende for valg av en bygnings fasade?

Og hvilke aktører er involvert i valget?

For å få en oversikt over avgjørelsene for en fasadekledning er det ønskelig å undersøke faktorene som har en innvirkning for valg av fasader, samtidig som man kartlegger beslutningsansvar og innflytelse blant aktører involvert i en byggeprosess.

Tema:

Faktorer ved valg av fasadekledning

Målsetning

Formålet med oppgaven er å definere faktorer som er avgjørende for valg av fasadekledninger, og hvilke vurderinger som ligger bak. For å undersøke dette er det utarbeidet tre delmål:

1. Belyse forskjellige overordnede føringer og målsetninger for byggeprosjekter.
2. Identifisere og beskrive aktører involvert i et byggeprosjekt, og kartlegge deres innflytelse i et byggeprosjekt.
3. Beskrive ulike entreprisereformer og deres innvirkning på prosjekter.

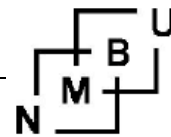
Problemstilling

For å oppnå formålet og delmålene tar oppgaven for seg følgende problemstilling:

- Hvilke faktorer legges til grunn for valg av fasadekledning og hvilke faktorer har størst gjennomslag hos byggherre og arkitekt?

Med tilhørende delspørsmål:

- Hvordan påvirker overordnede målsetninger og føringer for et prosjekt valg av fasadekledninger?
- Hvilke aktører har innflytelse på valget?
- Hvilke verktøy og metoder kan aktørene bruke?



- Hvilken innvirkning kan entrepriseform ha for aktørenes innflytelse på valg av fasadekledning?
- På hvilket tidspunkt i plan- og prosjekteringsfasen gjøres valget av fasadekledning?

Nøkkelord:

Fasadekledning, materialvalg, aktører i byggeprosjekt, entrepriseform, planlegging- og prosjekteringsfase.

1.2. Avgrensninger

Oppgaven skal undersøke fasadekledning for kontor- og undervisningsbygg i Norge, oppført av offentlige byggherrer, henholdsvis Statsbygg og Undervisningsbygg. Videre avgrensninger er gitt i neste delkapittel.

1.3. Funn fra tidligere undersøkelser

Da arbeidet med oppgaven startet tok forfatterne utgangspunkt i litteraturen som er listet opp nedenfor. Den omhandler valg av materialer, og dekker spesielt trematerialer. Sammenligninger er gjort hovedsakelig for trematerialer mot for eksempel betong eller stål og omfatter både bærekonstruksjoner og kledninger.

Rapportene tar for seg hvilke faktorer som er førende for valg av materialer og viser en kartlegging av de forskjellige aktørenes roller og innflytelser i et byggeprosjekt. Entrepriseformer blir knyttet til sistnevnte. I tillegg viser rapportene når i planleggings- og prosjekteringsfasen materialvalg blir gjort. Overordnede målsetninger og føringer for materialvalg blir også behandlet i rapportene.

1. Tre i by – Hvilke mekanismer styrer materialvalget for større urbane byggverk?

År: 2007, prosjektrapport Sintef Byggforsk

Forfattere:

Karine Denizou, Sigurd Hveem og Berit Time

Formål:

Få økt kunnskap om hvilke mekanismer som styrer materialvalget for urbane

byggverk, med særlig vekt på tre. Belyse når i plan- og prosjekteringsfasen konsept-, system- og materialvalg tas, hvilke regler og forskrifter som har betydning, hvilke aktør som foretar disse valgene og hvilke kriterier som er førende for valget

Hovedfunn som er relevante for denne rapporten:

- Offentlige rammevilkår kan gi føringer for materialvalg
- Særskilte satsninger kan fremme bruk av tre
- Videre arbeid bør vektlegge:
 - Offentlige rammevilkår
 - Aktører i byggeprosessen og byggeprosjekter som eksempelstudier
 - Pilotbyggeri som et virkemiddel

(Denizou et al. 2007)

2. Tre i by – en kunnskapsoversikt

År: 2011, prosjektrapport SINTEF

Forfattere:

Dag Kittang, Randi Narvestad og Anders Q. Nyrud(Treteknisk)

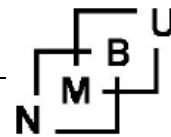
Formål:

Rapporten er en kunnskapsoversikt i forbindelse med forskningsprosjektet “Tre i by –Hvilke mekanismer styrer materialvalget for større urbane byggverk?”

Prosjektet Tre i by har som hovedmålsetting å utvikle kunnskap som kan bidra til økt bruk av tre i større urbane byggverk. Prosjektet tar derfor sikte på å studere mekanismer som styrer sentrale aktørers materialvalg i byggeprosjekter i byer og tettsteder, og hvordan man ved å ta hensyn til disse mekanismene kan øke bruken av tre.

Hovedfunn som er relevante for denne oppgaven:

- Arkitektonisk kvalitet er preget av ulike verdi- og arkitektursyn.



-
- Arkitekter og byggherrer blir beskrevet som aktører med størst innflytelse for materialvalg. I tillegg blir bygningsingeniøren, entreprenørens og sluttbrukers beskrevet som aktører med innflytelse.

(Kittang et al. 2011)

3. Analyse av dagens offentlige bygg i Norge

År: 2012, sluttrapport Statsbygg

Utarbeidet av:

Rambøll

Formål:

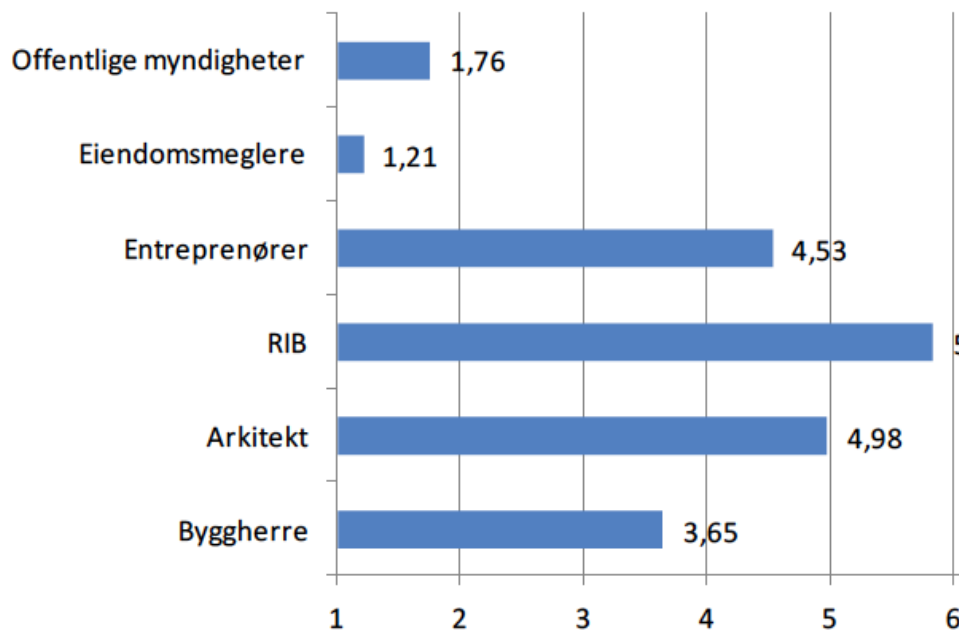
Svare på hvilke valg som ligger til grunn for valg av annet materiale enn tre i offentlige bygg, når i byggeprosessen tre fravelges eller nedprioriteres framfor andre løsninger og hvorfor potensielle løsninger i tre prioriteres lavere enn andre løsninger. Beskrive beslutningshierarkiet med tanke på når beslutningen om materialvalg tas og hvilken aktør som tar denne beslutninger.

Hovedfunn som er relevante for denne rapporten:

- Gjennom kommuneplaner og reguleringsplaner kan man stille krav eller gi retningslinjer for materialvalg
- Hvilken aktør som har størst innvirkning på materialvalg avhenger av entreprisform

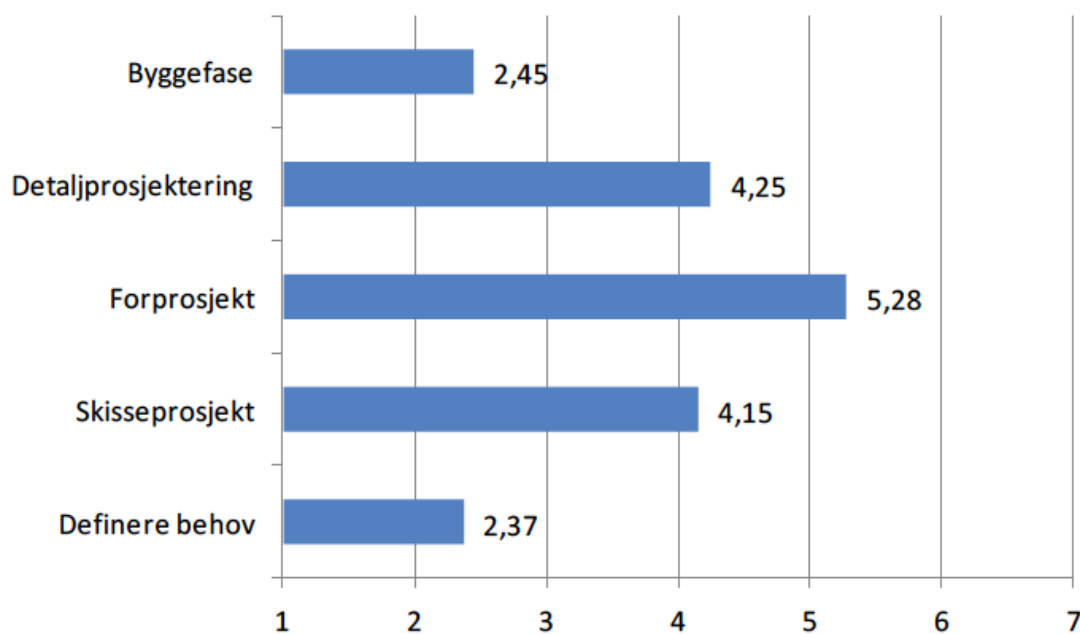
(Rambøll 2012)

I rapporten til Rambøll blir det også presentert en undersøkelse som Treteknisk institutt har gjort blant arkitekter (139 besvarelser) og rådgivende ingeniør bygg (60 besvarelser) om materialvalg. Den ble presentert under Sågverksdagarna 2012 i Värö.

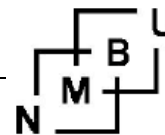


Figur 1. I hvilken grad påvirker forskjellige aktører materialvalg for bærende konstruksjoner (1= i liten grad; 7= i stor grad) Kilde: Treteknisk institutt ved Anders Q. Nyrud

Figur 1 viser at rådgivende ingeniør har størst påvirkning for valg av materialer for bærende konstruksjoner, i tillegg til arkitekt og entreprenør.



Figur 2. Oversikt over når i byggeprosessen beslutning(e) om materialvalg tas (1= i stor grad; 7= i liten grad). Kilde: Treteknisk institutt ved Anders Q. Nyrud



Figur 2 viser at beslutningene tas hovedsakelig i forprosjekt, samtidig som det også legges sterke føringer i skisseprosjekt, mens det gjøres endringer i detaljprosjekteringen.

Tabell 1. Kriterier som påvirker materialvalg for tre i fasader. Kilde: Treteknisk institutt ved Anders Q. Nyrud.

Tre i fasader	Kommentar
1 Visuelle egenskaper*	*Arkitekter mest positiv
2 Brannegenskaper	
3 Risiko (økonomi, forsinkelser og feil på bygg)	
4 Miljøegenskaper	
5 Andres holdninger til trebruk (byggherre, RIB, utførende)	
6 Erfaring med store tre bygg	
7 Holdninger til tre som fasademateriale	
8 Vilje til å bruke tre*	*Byggherre minst positiv
9 Andres holdninger til trebruk (megler og myndigheter)	
10 Prefabrikasjon og kalkyleverktøy	

Tabell 1 viser at arkitekter er mest positive i forhold til trefasaders visuelle egenskaper. Den viser også at byggherrene i undersøkelsen har minst vilje for bruk av trekledninger.

Videre i denne rapporten

Med utgangspunkt i disse rapportene ble problemstillingen for denne oppgaven konkretisert og avgrenset. Det ble bestemt av avgrensningen skulle bli satt ved fasadekledninger ettersom forfatterne mente at temaet ikke er grundig dekket og veldig relevant. I tillegg ble det bestemt at det skal undersøkes for flere typer materialer enn tre for å få innsikt i ulike vurderinger og kriterier for valg av fasadematerialer.

Det ble også bestemt at byggherre og arkitekt er de mest relevante aktørene å undersøke for, ettersom rapportene viser at de har størst innflytelse for materialvalg.

2. TEORI

Dette kapittelet inneholder viktig teori for å svare på oppgavens problemstilling.

Kapittelet tar først for seg aktører, faser og entrepriseformer i byggeprosjekter. Etterfulgt av overordnede føringer og målsetninger. Videre vil fokuset bli rettet mot fasader og dens betydning for bygninger. Til slutt i kapittelet presenteres faktorer ved valg av fasader, sammen med metoder og verktøy for vurderinger.

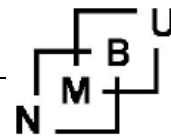
2.1. Aktører i et byggeprosjekt

Hvilke aktører som deltar i et byggeprosjekt og når i prosjektet de deltar varierer blant annet med valg av entrepriseform (Rambøll 2012). I rapporten til Kittang et al. (2011) nevnes spesielt byggherre og arkitekt som viktige aktører ved utforming av bygningens arkitektoniske kvaliteter, herunder valg av materialer. Rådgivende ingeniør bygg vil ha en sentral rolle ved materialvalg i bærekonstruksjon. Tilslutt nevnes entreprenør som en aktør som kan påvirke materialvalg. Bruker nevnes videre som en aktør som har interesse av materialvalg i fasade og interiør. (Kittang et al. 2011)

I følge Rambøll (2012) sin rapport som hovedsakelig omhandler bruk av tre i bærekonstruksjon, nevnes byggherre som viktig i forhold til materialvalg. Dersom byggherre ikke legger føringer for materialvalg nevnes videre arkitekt som en viktig aktør, men det vil være tilfeldig hvilke preferanser arkitekt har. Rapporten som fokuserer på materialvalg i bærekonstruksjon omtaler videre rådgivende ingeniør som en aktør som har innflytelse på materialvalg. Tilslutt nevnes entreprenør som en aktør med innflytelse i og med at det er han som skal prise og føre opp bygget. Med bakgrunn i dette gis det en kort beskrivelse av de ulike aktørene. (arkitektbedriftene 2010; Gunnarsjaa 2007)

“En aktør kan være en person, en gruppe eller en virksomhet, alt etter hvilket detaljeringsnivå vi velger. Aktørene er de enhetene som handler i systemet. De tildeles roller, oppgaver, og de er bærere av egne interesser, verdier, kompetanse og ressurser” (Eikeland 1998).

De aktørene som er med i et prosjekt kommer inn gjennom ansettelses- og anskaffelsesprosesser. Dermed får prosjektet økte ressurser, og gjennom disse



aktørene kommer det inn verdier, holdninger og interesser som kan påvirke samspillet i prosjekteringsgruppen og resultatet på prosjektet. Hvordan disse aktørene påvirker prosjektet er bestemt av prosjektorganisasjonens struktur. (Eikeland 1998)

Byggherre

“Byggherren kan være en person eller en organisasjon; et firma, etat eller myndigheter. Byggherren kan være en såkalt engangsbyggherre, men ofte er større byggherrer flergangsbyggherre og kanskje med sin egen organisasjon. Byggherren er karakterisert ved at han er den som bekoster byggesaken, han behøver ikke være bruker selv”. (Wigen 1990)

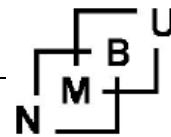
Prosjektleder for byggherre

Ifølge Eikeland (1998) er prosjektlederens oppgaver å ivareta organisering og ledelse av prosjektet, med overordnet styring og utførelse av de administrative prosessene, på vegne av byggherre.

Prosjekterende Arkitekter og ingeniører

Gjennomføringen av prosjekteringsarbeidet er en viktig funksjon som gjøres av arkitekter og ingeniører med ulik faglig bakgrunn. Selve prosjekteringen har to hovedformål. Det ene er å utarbeide et beslutningsgrunnlag for byggherre og bygningsmyndigheter. Det andre er å danne grunnlag for selve utførelsesprosessen. Avhengig av hvilken gjennomføringsmodell som benyttes, vil prosjekteringen også danne grunnlag for utarbeidelse av entreprisekontrakter. Det vil da fokuseres på å dokumentere resultatet slik at det er mulig å kontrollere at man får det man har avtalt. (Eikeland 1998)

En arkitekt er en fagutdannet person som jobber med byggesaker og plansaker. Arkitekter kan ha roller i de fleste faser av et byggeprosjekt, fra programmering i tidligfasen til å være ansvarlig for prosjektering og kontroll. En hovedoppgave for arkitekter er å løse arkitektoniske oppgaver, gitt av en byggherre. For byggesaker skal arkitekten komme med løsningsforslag, som ivaretar tekniske, konstruktive, funksjonelle, estetiske og økonomiske hensyn. For å løse dette knytter arkitekter seg ofte til rådgivende ingeniører. Arkitekten kan også inneha



roller som prosjekteringsleder og prosjektleder. En prosjekterende arkitekt er ofte bindeleddet mellom byggherren og myndighetene.

De rådgivende ingeniørene har teknisk bakgrunn på viktige fagområder i prosjektet. Det er derfor av stor betydning for prosjektet å få dem med så tidlig som mulig. De viktigste arbeidsområdene for rådgivende ingeniør er dimensjonering av bærekonstruksjon og integrering av tekniske installasjoner. På avanserte prosjekter er det ofte med spesialister på brann, lyd akustikk osv. Rådgivende ingeniør leverer detaljerte arbeidsbeskrivelser med mengdeberegninger. (Wigen 1990)

Entreprenør/Leverandør

“Entreprenørrollen innebærer å påta seg et oppdrag som utførende med tilhørende ansvar for risiko knyttet til utførelsen. Utførelsen av de fysiske arbeidene på byggeplassen omfatter også de administrative funksjonene, planlegging, organisering og ledelse, som er knyttet til utførelsen av prosjekterte arbeider” (Eikeland 1998).

“Leverandørrollen innebærer å forsyne byggeplassen med råmaterialer, halvfabrikata som bearbeides på byggeplassen, og ferdige komponenter, som monteres i eller på bygget” (Eikeland 1998).

Offentlige myndigheter

Ifølge kommunal- og moderniseringsdepartementet er plan og bygningsmyndighetene et offentlig organ med oppgaver og myndighet som er fastsatt i plan og bygningsloven med forskrifter, deriblant *forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK)*.

TEK (gjeldende forskrift er TEK10) inneholder fire deler som utdyper og utfyller bestemmelser i plan- og bygningsloven. Disse er:

- Første del: Generelle bestemmelser (§§1-1 – 6-4)
- Andre del: Naturpåkjenninger, uteareal og ytre miljø (§§7-1 – 9-10)
- Tredje del: Krav til byggverk (§§10-1 – 15-15)
- Fjerde del: Diverse bestemmelser (§§ 16-1 – 17-2)

Plan- og bygningsloven er videre sentral for all arealforvaltning og byggevirksomhet i landet. Lovens formål er å fremme bærekraftig utvikling til det beste for samfunnet. Planlegging etter loven skal bidra til å samordne statlige, regionale og kommunale oppgaver.

Bruker/bestiller

Brukeren er den eller de som skal benytte seg av bygget når bygget er ferdigstilt. Det er de som bestiller prosjektet fra byggherre. I offentlige prosjekter er ofte brukergruppen kjent før prosjektgjennomføringen, og kan dermed være med på å utvikle prosjektet.

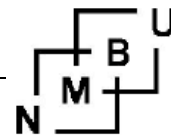
2.2. Fasene i et byggeprosjekt

Det finnes ingen bestemt måte på hvordan byggeprosessen skal organiseres. Det varierer fra organisasjon til organisasjon. Av og til operer man kun med en konseptutviklingsfase og en gjennomføringsfase, men ofte er det behov for en finere inndeling (Karlsen & Gottschalk 2005). Faseinndelingen er ofte knyttet til viktige beslutningsstadier, oppgaver, eierskap eller ansvarsforhold, og gjøres ut fra hva som er hensiktsmessig (Samset 2008). Det er en fordel at denne faseinndelingen formaliseres og gjøres helhetlig for aktørene i prosessen (Wigen 1990). Gjennomføring av en fase danner ofte forutsetning for kontraktsinngåelse og nye økonomiske forpliktelser, oppstart av neste fase og involvering av nye aktører (Eikeland 1998).



Figur 3. Faser i et byggeprosjekt. Fritt etter Rambøll (2012)

Rambøll (2012) har i sin rapport delt byggeprosjektet inn i seks faser, og beskrevet hvilke hovedaktører som deltar og hvilke oppgaver som utføres i hver fase. Informasjonen under om hva de ulike fasene inneholder og aktører involvert er hentet fra Rambøll (2012) sin rapport.



Først gjøres en **behovsanalyse** (*byggherre, eventuelt rådgiver, bruker*). Her bestemmes for eksempel hvor mange skoleplasser et skolebygg skal dekke. Behov for klasserom, fellesareal, kantine med mer for så å beregne hvor mange kvadratmeter man må bygge.

Behovsanalysen danner grunnlaget for utarbeidelse av et **romprogram** (*byggherre, eventuelt arkitekt/rådgiver*) som viser hvilke funksjoner bygget skal ivareta, antall kvadratmeter med klasserom, fellesareal mm. Avhengig av kompetanse utarbeider byggherre romprogrammet selv eller i samarbeid med rådgiver/arkitekt.

Dette danner grunnlaget for starten på neste fase, som er utarbeidelse av et **skisseprosjekt** (*arkitekt, rådgivende ingeniør*). I skisseprosjektet utarbeider arkitekt tegninger som viser hvor på tomten bygget skal ligge, utforming av bygget utvendig og innvendig. Det utarbeides også grove kalkyler for hvor mye bygget vil koste. Skisseprosjektet skal gi byggherre et beslutningsgrunnlag for om man skal gå videre med utbygging eller ikke.

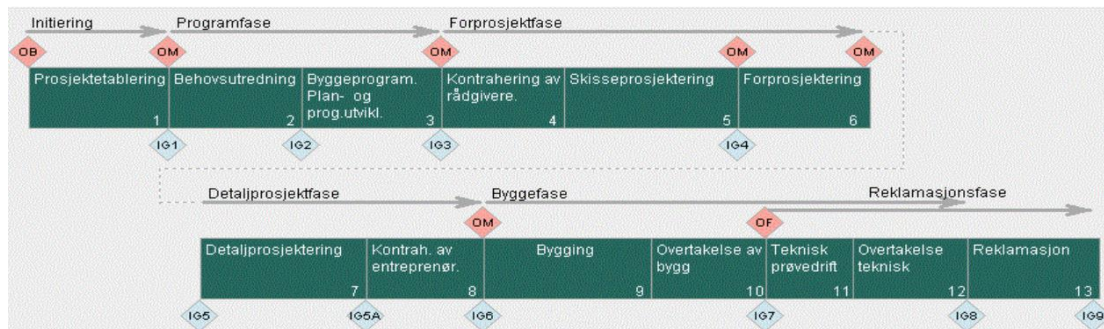
Neste fase er **forprosjekt** (*arkitekt, rådgivende ingeniør*). I denne fasen starter selve prosjekteringen av bygget, og man detaljerer materialvalg innvendig og utvendig. En forprosjektrapport danner gjerne grunnlaget for innhenting av tilbud på for eksempel totalentreprise, hvor entreprenør gir pris på de ulike valgte materialene/løsningene.

Deretter går prosjektet inn i **detaljprosjekt** (*arkitekt, rådgivende ingeniør (alle fag), entreprenør*). I denne fasen gjøres detaljprosjekteringen. Ved en hovedentreprise eller byggherrestyrt delentreprise er det byggherre med eventuelt innleide arkitekter og rådgivende ingeniører som er ansvarlig for utarbeidelse av detaljprosjekt. Dermed vil byggherre ha stor innflytelse på detaljering og materialvalg. Ved en totalentreprise er det entreprenør som utarbeider detaljprosjektet gjennom de føringer som er lagt i forprosjekt. Det kan ofte gjøres tilpasninger av materialer i detaljprosjekt.

Den siste fasen i et byggeprosjekt er **byggefasesen** (*entreprenør, rådgivende ingeniør (alle fag), arkitekt*). Her føres bygget opp etter de tegninger som er

utarbeidet i detaljprosjektet. I denne fasen er entreprenør hovedaktør, og arkitektens bidrag fases gradvis ut. (Rambøll 2012)

Nedenfor presenteres Undervisningsbyggs og Statsbyggs prosjektmodeller, da disse blir relevante for prosjektene det er undersøkt for i denne rapporten.



Figur 4. Prosjektmodell for Statsbygg. Kilde: Statsbygg



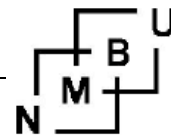
Figur 5. Prosjektmodell for Undervisningsbygg. Kilde: Byråd for finans

Figur 4 og Figur 5 viser prosjektfasene fra prosjektinitiering til drift. Prosjektmetodikken skal sikre at riktige produkter og løsninger velges.

2.3. Entrepriserformer

Gjennom valg av entrepriseform kan byggherre legge føringer for påvirkningsmulighetene utover i prosjektet. Byggherrens mulighet for å påvirke detaljutformingen blir større desto lenger ut i prosjekteringen han deltar med sine rådgivere og prosjekterende. Entrepriserformen avgjør hvordan prosjektet blir organisert, hvordan ansvar fordeles, og hvem som inngår kontrakt med hvem. (Lædre 2006)

Ola Lædre (Lædre 2006) skriver i sin doktoravhandling fra NTNU om *Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekt*, og er spesielt rettet mot offentlige byggherrer.



Ifølge Lædre (2006) er valg av entrepriseform avhengig av hvor stor risiko og styringsmulighet byggherren vil ha. Det finnes to ytterpunkter der all risiko og styringsmuligheter ligger hos entreprenør, og der all risiko og styringsmuligheter ligger hos byggherre. Mellom disse to punktene finnes det flere kontraktstrategier.

“Med entreprise menes ytelser som entreprenørene etter avtale med byggherren skal levere og vil være ansvarlig for. Dette kan være hele byggearbeider eller deler av det.” (byggefagrådet 1986)

Denne oppgaven har fokus på plan- og prosjekteringsfasen og det er derfor interessant å se på hvilke aktører som har ansvar og risiko for selve prosjekteringen og dermed også valg av løsninger.

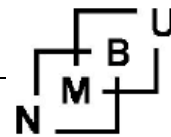
Under følger en kort forklaring på ulike entrepriseformer. Teksten er hovedsakelig hentet fra anskaffelser.no som er en fagside om offentlig anskaffelse utarbeidet av direktoratet for forvaltning og IKT (Difi). Difi er et fagorgan underlagt kommunal og moderniseringsdepartementet (KMD) som arbeider med å utvikle og forbedre offentlig sektor.

Det skilles mellom utførelsesentrepriser, totalentrepriser og samspillsentrepriser. Videre gis beskrivelser i henhold til Difi (*Gjennomføringsmodeller - BAE 2014*).

Utførelsesentreprise

I en utførelsesentreprise vil byggherren ha ansvaret for prosjekteringen og entreprenørens arbeidsgrunnlag gjennom tegninger, beskrivelser og masseberegninger. Dette blir som regel gjort av arkitekter og tekniske rådgivere som kontraheres inn i prosjektet. Videre har byggherren ansvar for koordinering mellom de forskjellige entreprisene. De tre vanligste utførelsesentreprisene er hovedentreprise, delte entrepriser og generalentrepriser.

(*Gjennomføringsmodeller - BAE 2014*)



Hovedentreprise

Ifølge byggefagrådet (1986) kjennetegnes en hovedentreprise ved at byggherren inngår kontrakt med et begrenset antall entreprenører om utførelsen. De bygningsmessige entreprisene samles som regel hos en hovedentreprenør, som videre inngår avtale med underentreprenører. Underentreprenørene står ikke i kontraktsforhold med byggherre, og dermed har hovedentreprenøren ansvar for det arbeid han selv og underentreprenørene utfører. I tillegg har hovedentreprenøren ansvar for koordinering mellom de forskjellige entreprisene.

Delte entrepriser

Ved delte entrepriser, også kalt byggherrestyrte entrepriser, inngår byggherre kontrakt med entreprenører for alle fag i prosjektet. Dermed må byggherre koordinere arbeide mellom entreprenørene og er videre ansvarlig for kvalitet og fremdrift i prosjekteringen. Dette krever en god prosjektledelseskompetanse hos byggherre. (*Gjennomføringsmodeller - BAE 2014*)

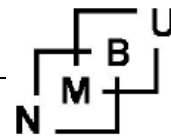
Generalentreprise

Forskjellen mellom hovedentreprise og generalentreprise er at her samles hele utførelsen hos en entreprenør, kalt generalentreprenøren, som videre engasjerer samtlige underentreprenører. Dermed blir ansvarsforholdene enklere og byggherre har kun en kontraktspart når det gjelder utførelsen. Byggherre står selv ansvarlig for prosjekteringen. (byggefagrådet 1986)

Felles for utførelsesentrepriser er at prosjekteringsansvaret er skilt fra utførelsesansvaret (byggefagrådet 1986). Fordelen med utførelsesentrepriser er at byggherre har stor innflytelse i prosessen, og dermed også valg av fasadekledning, forut for selve utførelsen (*Gjennomføringsmodeller - BAE 2014*).

Totalentreprise

Til forskjell fra utførelsesentrepriser påtar entreprenøren seg både prosjektering og utførelse i en totalentreprise, og dermed har byggherre kun en kontraktspart



(byggefagrådet 1986). Forskjellen mellom totalentrepriser og utførelsesentrepriser er dermed hvor ansvaret for prosjekteringen er plassert.

“I en totalentreprise utvikler byggherren en funksjonsbeskrivelse for prosjektet. Konkurranses grunnlaget kan bestå av funksjonskrav, romprogram, referansebygg, konkurranseregler og lignende, eventuelt supplert med tegninger/skisser”

(Gjennomføringsmodeller - BAE 2014)

Det finnes ulike varianter av totalentrepriser.

Funksjonsbeskrevet

I en funksjonsbeskrevet totalentreprise beskriver byggherre funksjonene i prosjektet med ønsket standard.

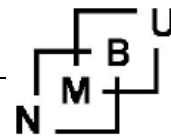
Byggherreutviklet prosjekt

I en byggherreutviklet totalentreprise har byggherre utviklet funksjonsbeskrivelsen til et skisse- eller forprosjekt som blir en del av konkurransegrunnlaget. Entreprenørene får beskjed om hvor mye de kan fravike fra det tegnede prosjektet.

Omvendt totalentreprise

I det *(Gjennomføringsmodeller - BAE 2014)* beskrives som en omvendt totalentreprise blir det i tillegg til underlaget fra en funksjonsbeskrevet totalentreprise definert et tak for entreprisekostnader. Entreprenørene kan bli bedt om å komme med tilbud på tillegg eller fradrag i forhold til definert tak for entreprisekostnad.

Ifølge Undervisningsbygg (2007) er fordelene med totalentreprise at den krever mindre arbeidsinnsats på byggherresiden enn ved utførelsesentreprise. Det at prosjektering og utførelse samles hos en aktør gir forenklet byggeadministrasjon. Dette gir redusert risiko for byggherre, samt større sikkerhet for pris. Totalentreprise kan være fordelaktig når en har et prosjekt som lar seg beskrive gjennom funksjonskrav, altså et ukomplisert prosjekt hvor suksessen ligger i en god gjennomføringsfase.



Ulempene ved denne entrepriseformen er ifølge Undervisningsbygg (2007) at det gir byggherre liten mulighet for påvirkning av utførelse og kvalitet etter kontraktsinngåelse. Dette krever en godt formulert kravspesifikasjon. Videre kan dette føre til at vedlikeholds- og driftshensyn blir underfokuseret i prosjekteringen. Ved denne entrepriseformen er det ofte dårlig grunnlag i kontrakt for prising av endringer.

Samspillsentreprise

I motsetning til de tradisjonelle entrepriseformene nevnt over forutsetter samspillsentreprisen en sterkere involvering av byggherre. Byggherre må delta aktivt gjennom hele prosjektet noe som stiller krav til byggherrens profesjonalitet. Denne samarbeidsformen kjennetegnes ved tidlig involvering av aktørene, dialog, tillit og åpenhet. Dette øker muligheten for optimalisering av prosjektet og kan bidra til et godt samarbeidsklima. (Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg)

Difi beskriver entrepriseformen slik: *“I en samspillsentreprise kontraheres en samspillsgruppe bestående av de viktigste prosjekterende og utførende. Konkurransesgrunnlaget inneholder særskilte kvalifikasjons- og tildelingskriterier for en slik entrepriseform. Samspillsgruppen har i samarbeid ansvaret for prosjekteringen frem mot en omforent målpris”* (Gjennomføringsmodeller - BAE 2014).

Samspillsprosjekter kan organiseres på forskjellige måter. De to vanligste er samspill til totalentreprise og samspill med incitament (Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg).

Samspill til totalentreprise

Ved denne formen utvikles prosjektet fra programmeringsfasen og frem til et forprosjekt med målpris. Dette skjer i samarbeid mellom byggherre, bruker, prosjekterende, entreprenør og eventuelt forvaltere. Deretter overtar samspillsgruppa ansvaret og det inngås en totalentreprisekontrakt. (Gjennomføringsmodeller - BAE 2014)

Samspill med incitament

Frem til forprosjekt er denne formen helt lik den nevnt over. Men istedenfor å skrive en totalentreprisekontrakt utføres arbeidene som regningsarbeid, med avtalt fordeling av over-/underskridelse av målpris. (*Gjennomføringsmodeller - BAE 2014*)

2.4. Overordnede føringer og målsetninger

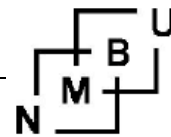
I dette delkapittelet følger en oversikt over målsetning til myndigheter og Undervisningsbygg og Statsbygg og en oversikt over forbildeprogrammer og særskilte satsninger. Det er også i slutten av kapittelet gitt beskrivelser av passivhus, nullhus og plusshus.

Politisk plan/ målsetning

I følge regionaldepartementet (2009) er det behov for fokus på bruk av miljøvennlige materialer. Miljøhandlingsplanen er konsentrert om fem satsingsområder. De fem områdene er; (1) Redusere klimagassutslipp (2) Kartlegge og minimere bruken av helse- og miljøfarlige stoffer i byggevirksomheten (3) Hindre at avfall oppstår, og øke ombruk og materialgjenvinning av byggematerialer. (4) Redusere behov for energi i bygningsmassen. (5) Godt inneklima i bygg.

Statlige myndigheter kan gjennom blant annet lovgivning, lån og tilskudd, informasjonsformidling og opplæring legge viktige føringer for miljøvennlig planlegging, bygging og drift av bygninger. For å bedre miljøstanden i sektoren gis det støtte til blant annet pilotprosjekter og forskning, utvikling og kunnskapsoppbygging. Staten er en betydelig byggherre og kan med dette gå foran med gode eksempler. (regionaldepartementet 2009)

Dersom gjennomføringen og iverksetting skal skje i et slikt omfang myndighetene legger opp til er det viktig at alle aktørene i bolig- og byggsektoren arbeider i samme retning. Det er spesielt viktig at de offentlige aktørene følger opp disse målene. (regionaldepartementet 2009)



En god planlegging der alle hensyn – inkludert miljøhensyn – tas med fra starten av er viktig for få bygg med gode miljøkvaliteter. Det må være et godt samspill mellom aktørene i byggeprosessen, og aktørene må ha relevante kunnskaper. Når bygget står ferdig, er en miljøbevisst drift og forvaltning viktig for å oppnå byggets miljøkvaliteter. Et godt samarbeid på tvers av profesjoner, og mellom aktørene er en forutsetning for å oppnå et godt resultat. (regionaldepartementet 2009)

Ifølge regionaldepartementet (2009) har aktørene i bolig- og byggesektoren i for liten grad sett mulighetene en forbedret miljøinnsats kan gi. Flere miljøtiltak kan gi økonomisk gevinst.

De viktigste lovverkene for å fremme en mer miljøvennlig bolig- og byggsektor er plan- og bygningsloven, forurensningsloven, naturmangfoldloven og energiloven (regionaldepartementet 2009).

Gjennom plan- og bygningsloven stilles blant annet følgende miljøkrav:

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

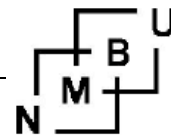
§ 9-2. Helse- og miljøskadelige stoffer. *“Det skal velges produkter til byggverk uten, eller med lavt, innhold av helse- eller miljøskadelige stoffer.”*

Disse miljøkravene er imidlertid ikke tallfestet.

Lokale myndigheter kan gjennom kommuneplaner, regulerings- og bebyggelsesplaner legge føringer for materialvalg. Det ligger også muligheter for å påvirke materialvalg i plan og bygningsloven, enten gjennom kommuneplaner eller detaljerte reguleringsplaner. (Denizou et al. 2007)

Organisasjonens plan/ målsetning

Oppgaven har tatt for seg prosjekter fra offentlige byggherrer, henholdsvis Statsbygg og Undervisningsbygg. Det er derfor redegjort hvilke miljøstrategier byggherrene har som kan påvirke valg av materialer.



Ifølge (Statsbygg 2013b) er Statsbygg den første store aktøren i BAE-næringen som har satt fokus på klimaendringer og reduksjon av klimagassutslipp fra bygg i sin miljøstrategi. Planen er rettet mot fire satsningsområder; (1) Energibruk, (2) Materialbruk, (3) Lokalisering og stedsutvikling, (4) Miljøtiltak internt i Statsbygg. I tillegg til å redusere klimagassutslipp, er det fokus på å begrense bruk av materialer som inneholder helse- og miljøfarlige stoffer.

Livsløpsperspektivet står også sentralt i Statsbyggs miljøstrategi. Miljøhandlingsplanen har både langsiktige og kortsiktige miljømål. I de langsiktige miljømålene nevnes blant annet klimanøytral eiendom, nullutslippsbygg, redusere miljøfotavtrykk, miljøvennlig materialbruk med lavest mulig klimagassutslipp og minimalt innhold av helse- og miljøskadelige stoffer. De kortsiktige miljømålene er mer prosjektspesifikke og der nevnes krav til dokumentasjon i form av EPD til minimum 10 av de mest brukte produktene, unngå bruk av materialer som inneholder mer enn 0,1 vektprosent per stoff på prioritetslista og kandidatlista, og reduksjon av materialer fra ikke-fornybare ressurser. Videre skal de mest miljøvennlige alternativene velges, dersom det kan gjøres uten urimelig kostnad eller ulempe. (Statsbygg 2013b)

Undervisningsbygg stiller i sin miljøhandlingsplan strenge miljøkrav ved bygging, rehabilitering, drift og vedlikehold av skolebygg. Miljøhandlingsplanen fokuserer på tre områder; (1) betydelig reduksjon i klimagassutslippet gjennom energireducerende tiltak på skolene, (2) Utfasing av fossilt brensel, (3) Miljøbevisste materialvalg i prosjektene. (Undervisningsbygg 2012)

For å sikre at alle aktuelle miljøkrav følges opp i byggeprosjekter og drift av skolebyggene, er disse miljøkravene innarbeidet i en kravspesifikasjon (FKOK) som må følges ved hvert byggeprosjekt. Dette gjøres for å oppnå optimale livssyklus-kostnader, standardisert bygningsmasse, forutsigbart vedlikehold, bærekraftige og miljøriktige bygg og erfaringsoverføring (Kommune 2012).

Undervisningsbygg har videre fokus på å gjøre gode vurderinger og øke bevisstheten rundt riktig materialvalg gjennom å fokusere på klimagassutslipp fra materialer i et livsløpsperspektiv og erstatning av helse- og miljøfarlige

stoffer. Alle nybygg stilles det krav om EPD til de 10 mest brukte produktene. (Undervisningsbygg 2012)

2.4.1. Særskilte satsninger og forbildeprogrammer

Byggeprosjekter kan være en del av flere særskilte satsninger og programmer som har energi- og miljømessige mål og fokus på arkitektonisk kvalitet. Dette kan igjen både direkte og indirekte påvirke valg av materialer og løsninger.

Felles for disse satsningene er at de ønsker å fremme en energieffektiv og klimavennlig utvikling innenfor byggenæringen, med en høy arkitektonisk kvalitet som gjenspeiler målene. Dette gjøres gjennom pilotprosjekter og formidling av kunnskap og erfaringer fra alle faser i byggeprosjekter. Alle utbyggere kan søke om å bli med i disse programmene og støtteordningene. Dersom prosjektet blir innvilget tilbys det rådgivning og fordeler i forhold til markedsføring av prosjektet.

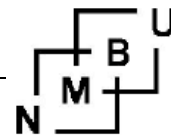
Videre presenteres de som er relevante for prosjektene i denne rapporten.



Framtidens byer er et samarbeid mellom staten, næringslivet og de 13 største kommunene i Norge om å bli mer klimavennlige. Dette skal gjøres ved å redusere utslipp av klimagasser, samt å forbedre bymiljø og tilpasningsdyktighet til klimaendringer i byene. Samarbeidet gjennomføres fra 2008 til 2014.

Programmet er forankret i klimaforliket, som igjen er knyttet sammen med Norges internasjonale forpliktelser i klimapolitikken. (Kommunal- og moderniseringsdepartementet 2014)

Verdens byer er den desidert største forbrukeren av energi og står for 80% av klimagassutslippet. Programmets målsetting er at Norges største byer skal redusere sine utslipp, og dermed utgjøre en stor miljømessig forskjell. I tillegg



vektlegges det at miljøvennlige byer er bedre å bo i. (Kommunal- og moderniseringsdepartementet 2014)

Programmet skal legge til rette for at samarbeidet mellom staten, næringslivet og andre byer og aktører blir enklere, ettersom mange av klimatiltakene hver enkelt by kan gjøre krever tett samarbeid. Felles erfarings- og kunnskapsformidling mellom samarbeidspartnerne er også et mål i programmet. (Rambøll 2011)

Framtidens byer har fire innsatsområder:

- Areal og transport
- Stasjonær energi
- Klimatilpasning
- Forbruk og avfall
- Samarbeidspartnere:

Samarbeidspartnere:

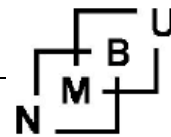
13 byer (Bergen, Bærum, Drammen, Fredrikstad, Kristiansand, Oslo, Sandnes, Sarpsborg, Skien, Porsgrunn, Stavanger, Tromsø, Trondheim), Kommunenes arbeidsgiver-, interesse- og medlemsorganisasjon(KS), Miljøverndepartementet, Samferdselsdepartementet, Olje- og energidepartementet, Kommunal- og regionaldepartementet, NHO, HSH og Finansnæringens fellesorganisasjon.



Framtidens bygg er en del av Framtidens byer. Programmet skal legge til rette for pilotprosjekter i 10 av Norges største byer. Resultatet av programmet skal være klimavennlige bygg og byområder, med fokus på energisparing, som igjen kan inspirere andre til å bygge slik i fremtiden. Programmet har varighet fra 2008 til 2014.

(Kommunal- og moderniseringsdepartementet 2015; Moe & Waage 2014a)

Pilotprosjektene gjelder for områdeutvikling, gruppebebyggelse eller enkeltbygg. Disse prosjektene har som mål å heve kompetansen og erfaringer rundt klimavennlig planlegging, bygging og rehabilitering samt klimatilpasning. Dette



skal resultere i energieffektive bygg, redusert utslipp av klimagasser og bruk av miljøvennlige løsninger og materialer. (Lavenergiprogrammet)

For å sikre kvaliteten i prosjektene er det utarbeidet et sett med kvalitetskriterier som må oppfylles for å bli godkjent som pilotprosjekt. Kriteriene tar utgangspunkt i å realisere målsettingene for Framtidens byer. Disse kriteriene er dynamiske og blir videreutviklet underveis i programmet. Det er også utarbeidet en egen veileder for prosjekteringsteam for å oppnå målsettingene. (Moe & Waage 2014b)

Hovedkriteriene til Framtidens bygg er som følger:

- Samlet klimagassutslipp fra hvert pilotprosjekt skal være maksimalt 50% av det som er dagens praksis. Reduksjonen av utslipp skal gjelde for følgende tre områder; transport, materialbruk og energibruk i drift.
- Klimagassregnskap skal føres og integreres i planleggings-, prosjekterings- og byggefase. Det skal også planlegges for energiledelse og effektiv drift.
- Det skal utarbeides miljøprogram med tydelige miljømål tidlig i prosessen.
- Bygninger, anlegg og uteområder skal utformes med fokus på løsninger som tar hensyn til dagens og fremtidig klima.

Øvrige kriterier er som følger:

- God arkitektonisk og landskapsmessig utforming
- Gode miljøkvaliteter
- Universell utforming
- Kulturhistoriske verdier

Som pilotprosjekt i Framtidens bygg tilbys det prosjektrådgivning fra håndplukkede rådgivere, og kompetanseheving gjennom kurs og seminarer. Disse verktøyene og metodene tilpasses hvert prosjekt og tar utgangspunkt i fagområdene som er viktigst for å oppfylle målene og kvalitetskriteriene i Framtidens bygg. I tillegg får pilotprosjektene rett til å markedsføre seg selv som et pilotprosjekt i Framtidens byer og Framtidens bygg.

Organisering og finansiering

Norske arkitekters landsforbund (NAL), med kontorer i Oslo, har prosjektledelsen for Framtidens bygg, og er finansiert gjennom Framtidens byer. Kommunal- og moderniseringsdepartementet har koordineringsansvaret for programmet.

Samarbeidspartnere:

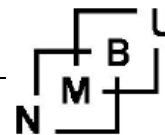
13 byer, KS, NHO, HSH, FNO og fire departementer



FutureBuilt er en del av Framtidens byer. Programmets visjon er å muliggjøre en klimanøytral utvikling av bygg og byområder, med høy kvalitet. Målet er å skape forbildeprosjekter som skal redusere klimagassutslippene med 50% knyttet til transport, energibruk og materialbruk. Høy arkitektonisk kvalitet, bidrag til godt bymiljø og nærhet til kollektivknutepunkt er også vektlagt for prosjektene. Resulterende erfaringer og kompetanse fra disse prosjektene skal være et utstillingsvindu nasjonalt og internasjonalt for utbyggere og aktører i byggenæringen, slik at de kan brukes i fremtidige prosjekter. Programmet har et tiårsperspektiv, som varer fra 2010 til 2020. (NAL 2013)

Forbildeprosjektene omfatter byområder, barnehager og skoler, kontorbygg, kulturbygg og boligprosjekter. Der fokus på nyskaping og innovasjon skal skape en læringsarena for aktører i byggenæringen og kommuner. Prosjektene skal utfordre dagens praksis i byggenæringen, og ta i bruk nye arbeidsmåter, konsepter, teknologier og produkter. (FutureBuilt 2015)

FutureBuilt har utarbeidet kvalitetskriterier for forbildeprosjekter, som beskriver ambisjonsnivået i programmet. Disse kriteriene er dynamiske og blir videreutviklet underveis i programmet. (FutureBuilt 2015)



Hovedkriteriet til FutureBuilt er som følger:

- 50 prosent reduksjon av klimagassutslipp fra transport, energibruk og materialbruk sammenlignet med dagens praksis.

Som medfører:

- Nærhet til kollektivknutepunkt, og tiltak for redusert bilbruk
- Passivhusstandard eller tilsvarende
- Bruk av klimavennlige byggematerialer

Øvrige kriterier er som følger:

- Forbildeprosjektene skal bidra til et godt bymiljø og ha høy arkitektonisk og miljømessig kvalitet

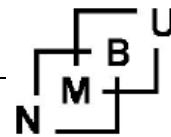
Nødvendige prosesser og arbeidsmåte for å oppfylle kriteriene ovenfor:

- Kvalitetsprogram med tydelige miljø- og kvalitetsmål for hvert prosjekt
- Arkitekturkonkurranser
- Klimagassregnskap som integrert del av planleggings-, prosjekterings- og byggeprosessen
- Tverrfaglighet og integrert design fra tidligfase
- Miljødokumentasjon av bygningsprodukter (EPD)
- Medvirkningsprosesser
- Bygningsinformasjonsmodeller(BIM)

Som pilotprosjekt i FutureBuilt får man tilgang til den samme rådgivergruppen og de samme verktøyene og fordelene som er nevnt for Framtidens bygg i forrige avsnitt.

Organisering og finansiering

FutureBuilt er organisert som et samarbeidsprogram ledet av et programstyre, der alle partnerne har en representant. NAL har prosjektledelsen for programmet, med kontorer i Oslo. I kommunene er koordinering av arbeidet gjort av egne prosjektledere, i tillegg har kommunene også lokale styringsgrupper. Programmet finansieres gjennom bidrag fra partnerne og



deltakeravgift fra utbyggerne. I tillegg bidrar vertskommunene med betydelig egeninnsats. (NAL 2013)

Samarbeidspartnere:

Oslo, Bærum, Asker og Drammen kommune, Husbanken, Kommunal- og moderniseringsdepartementet, Enova, Direktoratet for Byggkvalitet, Grønn Byggallianse og Norske arkitekters landsforbund.

Framtidens bygg vs. FutureBuilt

Både Framtidens bygg og FutureBuilt er en del Framtidens byer, som gjelder for de 13 største byene i Norge. FutureBuilt utvikler pilotprosjekter for byer i Oslo-regionen (Oslo, Drammen og Bærum). Framtidens bygg tar for seg de 10 resterende byene (Tromsø, Trondheim, Stavanger, Sandnes, Sarpsborg, Fredrikstad, Skien, Porsgrunn, Kristiansand og Bergen). Rådgivning og de fleste av verktøyene er felles for de to prosjektene (Moe & Waage 2014a).

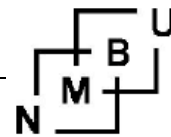


The Research Centre on
Zero Emission Buildings

ZEB (Zero Emission Building) er et nasjonalt forskningscenter med en visjon om å oppnå bygninger med null klimagassutslipp. Forskningscenteret vil plassere Norge i førerretet innen forskning, innovasjon og implementering når det gjelder svært energieffektive bygninger uten netto klimabelastninger. Programmets hensikt er å utvikle produkter og løsninger for alle typer bygninger, både ved rehabilitering og nybygg, som gir null klimagassutslipp knyttet til produksjon, drift og avhending. (ZEB 2015)

ZEB-COM (Zero Emission Buildings – Construction, Operation and Materials), er en klassifisering av et bygg som har null klimagassutslipp over levetiden når alle utslipp fra materialer, byggeprosess og energibruk i levetiden er inkludert.

ZEB- senteret består av eksperter innenfor material-, bygnings- og energiteknologi, arkitektur og samfunnsvitenskap, og vil dekke hele verdikjeden



av aktører innenfor den norske byggenæringen. (Forskningscenter for miljøvennlig energi 2014)

Hovedarbeidet ved senteret er delt inn i fem arbeidspakker (WP), som alle er avhengige av hverandre:

- WP1: Avanserte materialer
- WP2: Teknologier for adaptive og energiproduserende klimaskall
- WP3: Energiforsyning og tekniske installasjoner
- WP4: Bruk, drift og implementering
- WP5: Konsepter og strategier for nullutslippsbygg
(Forskningscenter for miljøvennlig energi 2014)

Organisasjon og finansiering

ZEB- senteret har en generalforsamling og et hovedstyre. Generalforsamlingen består av alle partnerne, mens hovedstyret består av senterets ledelse og representanter for partnerne. (ZEB 2015)

ZEB- senteret er lokalisert ved NTNU i Trondheim og har en tverrfaglig profil, med eksperter innenfor materialteknologi, bygningsteknologi, energiteknologi, arkitektur og samfunnsfag, med representanter fra blant annet NTNU og SINTEF. Ledelsen ved senteret er delt mellom disse to aktørene.

Senteret finansieres gjennom bidrag fra samarbeidspartnerne, i tillegg mottar de EU- finansiering. Senterets forskning får mye offentlig oppmerksomhet og er attraktivt for nye partnere, og det jobbes aktivt med å skaffe flere bidrag.

Samarbeidspartnere:

Byggenæringens Landsforening, Brødrene Dahl, ByBo, Caverion Norge, DiBK, DuPont, Enova SF, Entra, Forsvarsbygg, Glava, Husbanken, Isola, Multiconsult, NorDan, Norsk Teknologi, Protan, SAPA, SINTEF, Skanska, Snøhetta, Statsbygg, Sør Trøndelag Fylkeskommune, Weber.



Enova er et statlig foretak som eies av Olje- og energidepartementet. Foretaket ble etablert i 2001 og har hovedkontor i Trondheim.

Hovedformålet til Enova er å fremme en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon, samt bidra til utvikling av energi- og klimateknologi. Enova kan hovedsakelig tilby økonomisk støtte og rådgivning. For eksempel gjennom programmer som tilbyr støtte rettet mot tiltak som kan dokumentere størst effekt i form av spart, omlagt eller redusert energibruk. Enova har et tett samarbeid med både det private næringslivet og offentlig virksomhet som skal redusere energibruk og fremme produksjonen av fornybare energikilder. I tillegg skal Enova styrke forsyningssikkerheten og redusere klimagassutslipp. (ENOVA)

For offentlig byggevirksomhet har Enova følgende støtteprogram:

- Kartleggingsstøtte for kommuner
 - Støtte til eksisterende bygg
 - Program for varmesentraler
 - Støtte til ny teknologi for fremtidens bygg
- (ENOVA)

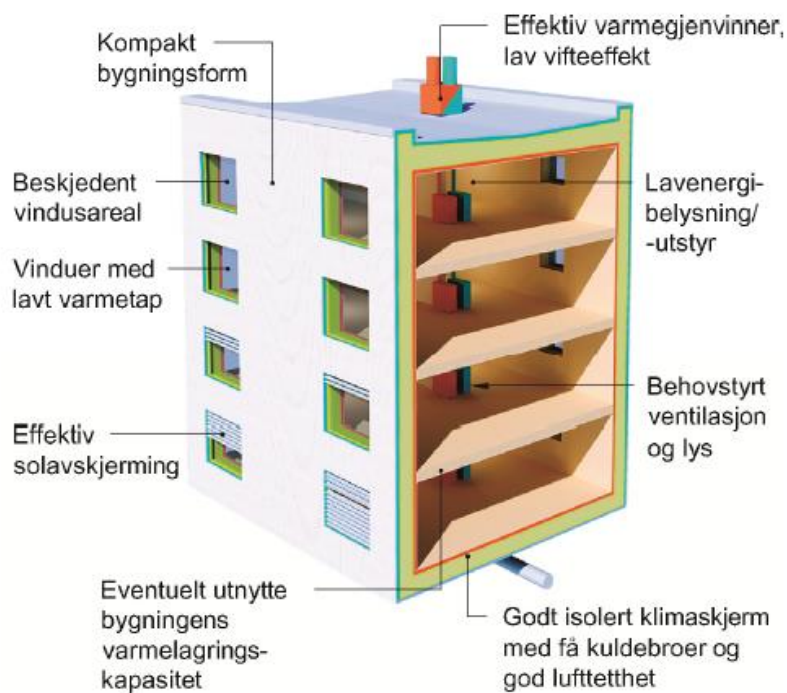
Enova finansieres gjennom tildelte midler fra energifondet. En kostnadseffektiv bruk av midlene, med fokus på å nå målene som myndighetene har til Enova er en forutsetning for virksomheten.

2.4.2. Passivhus, nullhus og plusshus

I stortingsmeldingene om klima og bygg er det slått fast at nye bygninger i Norge skal holde passivhusnivå fra 2015, og nesten nullenerginivå (nNEB) fra 2020 (Energi- og miljøkomiteen 2012). EUs bygningsdirektiv slår fast at nye bygninger skal være nNEB etter 31. Desember 2020, og offentlige bygg skal følge reglene to år tidligere fra 2018.

Passivhus

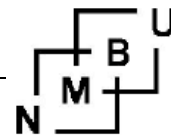
Et passivhus er en bygning med et svært lavt energibehov i forhold til dagens forskrifter (TEK10). Dette oppnås ved at bygningen tar i bruk mange passive tiltak for å redusere energibehovet. For eksempel varmeisolasjon, forbedret lufttetthet og varmegjenvinning. I tillegg til ekstra gode vinduer og utnyttelse av solenergi. Fordelene ved passivhus er lavere energibruk og bedre komfort. (BKS 473.010 2013; Husbanken 2014)



Figur 1 Hovedprinsipper for passivhus. Kilde: Byggforskserien

Figuren viser hovedprinsippene for å oppnå passivhusstandard. Det er likevel noen frihetsgrader, spesielt for yrkesbygg, der man kan vurdere mer komplekse former. Bruk av mer glass i fasaden er også mulig dersom man tar hensyn til utforming, plassering og orientering. (BKS 473.010 2013)

Passivhuskonseptet er utviklet i Tyskland, og det er forskjellige prinsipper og kriterier for konseptet internasjonalt. I Norge er begrep og kriterier for passivhus definert i NS 3700 for boliger og i NS 3701 for yrkesbygg.



Nullhus

Det finnes ingen offisiell standard for nullhus, og begrepet blir også brukt om nullenergihus. Videre beskrives et nullhus i henhold til Enovas definisjon:

“Et nullhus kan selv produsere like mye energi som det har behov for hvert år. Dette kan være i form av tiltak som solceller, solfanger og varmepumpe” (ENOVA).

Et nullhus tar i bruk de samme tiltakene som benyttes for passivhus. I tillegg stilles det krav til nullhus om å være karbonnøytrale i forhold til utslipp av materialer, riving og byggeprosess.

Plusshus

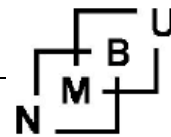
Et plusshus produserer mer energi gjennom sin levetid enn det som ble brukt for oppføring av bygget. Dette gjelder alt fra produksjon av byggevarer, oppføring, drift og riving av bygget. Et plusshus kan produsere energi ved hjelp av de samme tiltakene som er nevnt for et nullhus, men mengden produsert energi er mer enn det bygningen trenger til oppvarming, varmtvann, elektrisk belysning og utstyr totalt over et år. (ENOVA)

Da det ikke finnes en offisiell definisjon på plusshus, presenteres videre FutureBuilt sin definisjon, som er basert på “Et hus som produserer mer energi enn det forbruker”:

“Energibruk relatert til drift av bygningen skal over året minst kompenseres gjennom produksjon av fornybar energi. For å regnes som plusshus, må det produseres overskuddsenergi på 2 kWh/m² BRA pr år, som tilsvarer drift av 2 el-biler pr 1000 m² BRA.”

2.5. Hva er en fasade

Ordet fasade kommer fra det latinske uttrykket “facies”, som betyr “ansikt utad”. Ifølge Gunnarsjaa (2007) er fasaden en betegnelse som tidligere ble brukt om hovedfasade, forside, en bygnings front. Dette understøttes av Glancey (2007) som definerer fasaden som den utvendige fronten på en bygning. Denne siden er vanligvis der hovedinngangen er plassert, eksempelvis vestsiden for kristelige kirker. Det finnes også unntak, for eksempel kan en bygning plassert på en åsside



med utsikt over byen ha en annen framside. I dag er fasaden en betegnelse for alle vegger rundt en bygning (Gunnarsjaa 2007). Videre er fasaden behandlet som den synlige ytre konstruksjonen av en bygning.

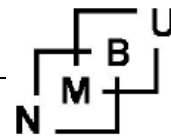
Historisk har fasaden med hovedinngangen vanligvis vært vendt mot gaten (byen, torget), og har derfor ofte vært dominerende med tanke på bygningens arkitektoniske uttrykk. Det finnes også bygninger hvor designet av sidefasadene er like detaljert og viktig som hovedfasaden, eksempler er gotikkens kirker og barokkens palasser, det mest fremtredende eksemplet finner man kanskje fra renessansen, Villa La Rotondo (1571) av Andrea Palladio.

Dagens arkitektur skiller i mindre grad mellom de ulike fasadesidene. Bygninger kan ha forskjellige design og uttrykk på alle fasadesidene, og det er ofte bare hovedinngangen som indikerer en hovedfasade. (Menzel 2012)

I motsetning til en yttervegg, følger fasaden et arkitektonisk og ikke et konstruksjonsmessig prinsipp. Ytterveggen står for bygningens konstruksjon, mens fasaden beskrives av Menzel (2012) som den synlige overflaten av bygningens ytre. Forskjellen mellom ytterveggen og fasaden er særlig vesentlig i tilfeller der de er adskilt fra hverandre. Fasaden kan eksistere som en selvstendig konstruksjon med et arkitektonisk uttrykk som er i stor motsetning til bygningens bærekonstruksjoner.

Historisk

Fasader har utviklet og forandret seg gradvis gjennom historien. Det har vært mange former for fasader med forskjellige egenskaper, og utviklingen skjer fortsatt i dag. For å gi et kort sammendrag om utviklingen fram til 1800- tallet er det i dette avsnittet tatt utgangspunkt i (Sutton 1999) litteratur om vestlig arkitekturhistorie. Romertidens fasader viste frem bygningers konstruksjoner og deler, samtidig som inngangspartier kunne eksistere som selvstendige konstruksjoner. Gotikken introduserte skjermfasaden, som med sine dekorasjoner og skulpturer kunne gi utdaterte bygninger et nytt ytre. Renaissancefasader fant inspirasjon fra antikkens former og proporsjoner, og en logisk sammensetning av horisontale og vertikale linjer skulle gi et harmonisk uttrykk. Barokkens fasader fikk en fremtredende tredimensjonal kvalitet, ved

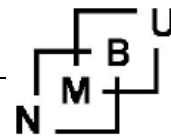


bruk av konkave og konvekse elementer, som simulerte bevegelser i fasaden. I denne perioden, og den etterfølgende rokokko perioden, ble også bruk av farger gjenintrodusert i fasader, noe som ikke var gjort siden antikken. Under neoklassisismen gikk man tilbake til antakelsen om at antikkens templer var hvite og tradisjonelle former.

Etter at historismen tok i bruk alle elementene fra tidligere tidsperioder på 1800- tallet, fikk spørsmålet om forholdet mellom yttervegg og fasade en ny betydning. I USA ville man bygge høyere, dermed ble det viktig å finne en måte å bygge høyt uten at yttervegger ble for tykke. Løsningen var jern og stålgeritter, på grunn av sin elastisitet og tynne dimensjoner (Sutton 1999). Videre konkluderte Louis H. Sullivan med at form følger funksjon og Adolf Loos mente at "*Less is more*". Sammen med Le Corbusiers teori resulterte dette i modernismen, og dens nøytrale fasader uten "tilsiktete figurer".

Starten av 1900- tallet introduserte påhengsfasaden, som navnet tilsier, er en konstruksjon som er påhengt en bærende konstruksjon. Påhengsfasaden var et direkte resultat av innovasjon i forhold til bygningskonstruksjoner og ble raskt tatt i bruk i hele verden. Påhengsfasaden er en ikke bærende fasade som er festet til hovedkonstruksjonen. At fasaden ikke er bærende tillater arkitekter større frihet i forhold til design, blant annet ved mulighet for større transparente felt i fasaden. (Klein 2013)

Dagens fasader har hovedsakelig et fokus på tekniske egenskaper; designet er påvirket av nødvendighet og bevissthet, i tillegg til økonomiske aspekter og energi- og miljømessige faktorer. Eksempler på innovative fasader som tar hensyn til de nevnte betraktningene er dobbelfasaden og beplantede fasadesystemer. Ifølge avhandlingen til (Ruyter 2003) er dobbelfasaden en ytterkonstruksjon bestående av to fasadevegger, den ytterste av glass og den innerste av glass eller andre materialer. Luftmellomrommet skaper en klimatisk buffersone for konstruksjonen, samtidig som den muliggjør naturlig ventilasjon selv for høye bygninger. Den andre typen er beplantede fasadesystemer, som ifølge (Ottele et al. 2014) i tillegg til å berike bylandskap også forsterker



konstruksjonens fysiske egenskaper og forbedrer lokalt klima ved å renske luften og redusere støv.

2.6. Fasadens betydning for bygninger

Fasaden er bygningens ytre skall og fungerer som en klimaskjerm, som skal ivareta ulike statiske og tekniske funksjoner. I tillegg fungerer fasaden som et skille mellom interiør og eksteriør, form og funksjon.

Videre i dette delkapittelet presenteres fasadens teknikk, bygningsfysikk og betydning for innemiljø. Dører og vinduer i fasaden vil ikke bli behandlet i denne oppgaven.

Teknikk

Teknisk sett består et fasadesystem av to komponenter; forankringen/innfestningen til hovedbæresystemet og selve fasadekledningen.

Fasadesystemer som presenteres videre er ikke-bærende veggkonstruksjoner som kun bærer sin egenvekt og overfører naturlaster til bærende konstruksjoner. Dette krever at hovedbæresystemet er dimensjonert for belastningen fra fasadesystemet. Det finnes mange ulike innfestningssystemer og løsninger for hvordan fasaden kan festes til bæresystemet, eksempler er skinnesystemer, dybler, ankerfester og braketter av stål, og tre- eller stållekter (BKS 542.502 2007).

Denne rapporten bruker ordet fasadekledning, som betyr den ytre bekledningen av en fasade. Videre er fasadematerialet det materialet som er benyttet som kledning.

De vanligste fasadekledningene i Norge er natursteinsfasader, glassfasader, platefasader, betongelementer og teglstein (Svardal 2005). Dagens teknologiske utvikling innenfor konstruksjoner og materialer har også gitt flere muligheter for valg av fasadekledninger, blant annet solcellefasader.

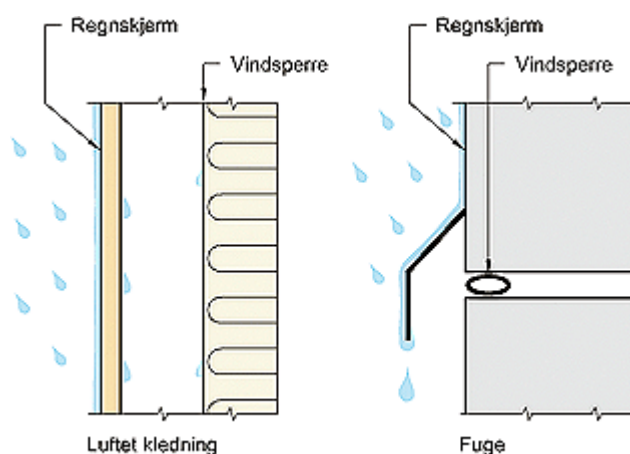
Bygningsfysikk

Fasadens oppgave er å skjerme indre sjikt fra vær og klima, og må følgelig dimensjoneres for temperatur- og fuktbelastninger. I tillegg til at den definerer bygningens arkitektoniske uttrykk.

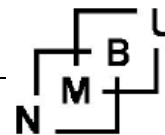
Som en følge av temperatur- og fuktbelastningene som fasaden blir utsatt for må den utformes slik at kledningen og bakveggen ikke blir påført skader forårsaket av disse påkjenningene. Fasader av mur og puss må deles opp i tilstrekkelig store felter med bevegesfuger, som kan ta opp fukt- og temperaturbevegelsene og hindre oppsprekking og utbuling. Platefasader må monteres med horisontale og vertikale fuger som kan ta opp de samme bevegelsene. (Lisø et al. 2007)

Klimatilpasning av fasader - Totrinnstetning mot slagregn

Fasadesystemer bør følge prinsippet om totrinnstetting for å unngå lekkasje forårsaket av slagregn. Prinsippet går ut på at kledningen skal fungere som en regnskjerm, mens vindsperra utgjør luft-/vindtetningen, samtidig som det eksisterer et ventilert og drenert hulrom i mellom de to sjiktene. Detaljeringen må tilpasses kledningstype, bygningstype og klimaet på stedet. (BKS 542.003 2013)



Figur 6. Skisser av prinsippet om totrinnstetting. Kilde: Byggforskserien



Funksjonskrav til luftede kledninger og fuger:

Kledningen skal:

- Fungere som regnskjerm
- Fungere som mekanisk vern av bakveggen
- Tåle mekaniske klimatiske og mekaniske påkjenninger
- Gi bygningen ønsket estetisk uttrykk

Luft- og dreneringsspalten skal:

- Skille regnskjermen fra vindsperra
- Drenerer og lede ut vann som trenger gjennom regnskjermen
- Slippe ut eventuell fuktighet fra indre sjikt
- Tillate fuktighet å tørke ut fra baksiden av kledningen
- Bidra til å jevne ut lufttrykket mellom uteluft og luften i luftespalten

Vindsperra utgjør:

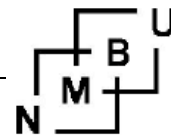
- Vindtetningen
- Lufttetning
- Underkledning for vann som trenger inn bak kledningen i den ferdige konstruksjonen
- Eventuell midlertidig "kledning" i byggeprosessen

Vegger utsatt for mye slagregn skal ha en mest mulig damp- åpen vindsperra, slik at eventuell fukt ikke stenges inne på baksiden. Vindsperra må samtidig være vannavvisende og tåle vann som eventuelt kommer inn i bakveggen.

(Lisø et al. 2007)

Innemiljø

Fasaden fungerer som et skille mellom utemiljø og innemiljø, og har en stor betydning for bygningsfysikken. En god fasade kan redusere behovet for å regulere innemiljøet, ved ulike klimabelastninger fra utemiljøet. Dersom fasaden ikke prosjekteres med hensyn til disse faktorene, kan det resultere i et dårlig innemiljø, som igjen fører til økte kostnader i forhold til elektrisk lyssetting og mekaniske oppvarmings- og nedkjølingssystemer. (Radhi 2014)



2.7. Faktorer ved valg av fasadekledning

Dette delkapittelet tar for seg faktorer ved valg av fasadekledning.

Fasadesystemer finnes i mange forskjellige former og materialer, og kan ofte være valgt ut i fra kostnad, egenskaper og estetikk. Miljø- og energibelastninger er også noe som bør tas hensyn til ved valg av fasadekledning. I tillegg er levetid og vedlikeholdsbehov viktig.

Hensikten med delkapittelet er å gi en innføring om hvilke hensyn og vurderinger som må tas ved valg av fasadekledninger. Metoder og verktøy for å vurdere faktorene som er presentert i dette kapittelet blir videre gjennomgått i neste delkapittel.

2.7.1. Miljømessige og økonomiske faktorer ved valg av fasader

Byggenæringen står for et av de største bidragene til klima- og miljøbelastningene globalt. Klimaendringer forårsaket av klimagassutslipp er en stor utfordring for dagens globale samfunn, det er derfor stor vitenskapelig og politisk enighet om at klimagassutslippene må reduseres for å dempe klimaendringene. (Klima- og miljødepartementet 2009)

I Norge står byggenæringen, byggsektoren og bruk av bygg for 40% av klimagassutslippet og energibruken. Byggesektoren kan derfor være en viktig aktør i arbeidet med å redusere utslipp av klimagasser og andre miljøbelastninger (Statsbygg 2011). Som et svar til dette har Statsbygg utviklet verktøyet; klimagassregnskap.no, som blir gjennomgått i neste kapittel.

Med bakgrunn i klimautfordringer og miljøbelastninger bør det settes krav til miljøvennlig planlegging og prosjektering (Pacheco-Torgal 2014). Valg av bærekraftige materialer og fokus på FDV, kan bidra til et kostnads- og miljøeffektivt bygg. Valg av en riktig fasade kan være et godt utgangspunkt for å oppnå et slikt bygg, ettersom den kan gi direkte og indirekte virkninger på bygningens arkitektoniske uttrykk, funksjoner og egenskaper.

Miljø og klima

Fasader har innvirkning på miljø og klima. Produksjon av for eksempel betong og aluminium til fasader gir store klimagassutslipp (Radhi 2014). Det er derfor blitt aktuelt å måle bygningers samlede bidrag til klimagasser, gjerne i form av CO₂-utslipp som er en god indikator på flere forhold. CO₂-metoden for byggeprosjekter kan for eksempel beskrive ressursbruk under bygging og energi- og ressursbruk under bygningens levetid (Butters & Østmo 2000).

Miljøbelastningen er knyttet til produksjon, fortsetter med transporten til byggeplass, deretter vil oppføringen produsere mer avfall. Derfor bør livssyklusen for ulike materialer vurderes fra råstoffutvinningen og fremstilling til materialenes konsekvenser i det ferdige bygget, og fram til forurensingseffekt og muligheter for gjenvinning. Slike livssyklusanalyser kan være komplekse, men det finnes forenklete metoder som gir en god tilnærming. (Butters & Østmo 2000; Radhi 2014)

I driftsfasen kan ulike materialer påvirke ute- og innemiljø ved å produsere uønskede stoffer i lufta. Disse faktorene er spesielt viktige for brukeren og forårsakes av avgassing, nedbrytning og andre helseskadelige effekter (Butters & Østmo 2000). Dersom fasaden har kort levetid, vil det ende med at det må kastes og erstattes, som igjen fører til økte kostnader, klimagassutslipp og avfall (Radhi 2014).

Kostnader

Kostnader knyttet til fasadekledning er ikke et spørsmål som bare kan forklares fra økonomers tankemåte. Dersom man planlegger og prosjekterer med et mål om energi- og kostnadseffektivitet, kan man ved riktig valg av materialer og fasadeløsninger oppnå veldig konkurransedyktige bygninger. Selv om investeringskostnaden har økt på kort sikt, vil reduserte energi- og driftskostnader, miljøbelastninger, og bedre inn klima forsvare investeringen på lang sikt. Undersøkelser viser at energieffektive prosjekter har en økt investeringskostnad på rundt 10-15%. (Radhi 2014)

Disse vurderingene kommer til uttrykk i forslaget om skjerpede energikrav fra Direktoratet for byggekvalitet, der målet er å gå fra forskrifter i TEK10 til passivhusstandard i 2015, og deretter nesten nullenerginivå i 2020. (Direktorat for byggkvalitet 2015)

Fasadens innvirkning på inneklima kan for eksempel øke produktivitet og redusere fravær blant arbeidere og kontoransatte. Dette vil si at det kan være veldig lønnsomt å investere i en fasade med høy kvalitet, ettersom man kan få økte leieinntekter, gjennom bedre helse og trivsel. Andre kostnadsfordeler er bedre lånebetingelser og forsikringsvilkår. For skoler og undervisningsbygg gjelder det samme - dårlige materialer kan øke helseplager og føre til nedsatt læreevne blant elever. (Butters & Østmo 2000)

Offentlige byggherrer, som Statsbygg og Undervisningsbygg, har krav om bruk av livssyklus-kostnads- vurderinger og kan realisere energieffektive byggeprosjekter, der man får en økt investeringskostnad, men som kan gi et utbytte i form av reduserte driftskostnader og bedre inneklima. Slik at hele byggesektoren kan se på resultatene og se en viktig sammenheng mellom helse- og trivselsfordeler og kostnadsfordeler.

Videre kan spørsmål om kostnader knyttet til energieffektive tiltak deles opp i tre. Erfaringstall viser at flere miljøvennlige materialer og løsninger koster det samme, eller er rimeligere, enn konvensjonelle løsninger. Etter det finnes de som koster 5-10% mer. Den siste delen gjelder det som teknisk sett er oppnåelig, men koster betraktelig mer. (Butters & Østmo 2000)

Dette viser at flere byggherrer bør og kan investere i miljøvennlige tiltak, samtidig som pilotprogrammer med høye miljømål og andre insitament bør og kan fremme bruken av miljøvennlige tiltak.

Til slutt finnes det overordnede økonomiske rammer som myndighetene legger opp, som energiprisene, miljøavgifter og diskonteringsraten. Som alle er med på å påvirke lønnsomheten til energieffektive bygg.

2.7.2. Estetikk, arkitektur og byggeskikk

Dersom en forsøker å beskrive formgivningen av våre fysiske omgivelser er det vanskelig å komme utenom ord som *estetikk, byggeskikk og arkitektur*. Disse begrepene er veldig vide og sammensatte i sine betydninger og er derfor ofte gjenstand for diskusjon ikke bare blant allmenheten, men også hos fagmiljøene innenfor arkitektur, landskapsarkitektur og historikere.

Dette delkapittelet vil bare presentere korte definisjoner av begrepene, slik at de videre kan diskuteres med et fokus på fasader. I tillegg skal begrepene knyttes til bestemmelser i lover og regelverk i Norge.

Estetikk

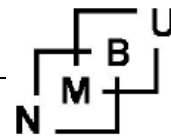
Begrepet estetikk omhandler menneskers sansende opplevelser. I denne rapporten er avgrensningen satt ved sanseinntrykk fra byggverk.

Innenfor arkitekturen snakker man om estetisk kvalitet, som er knyttet til egenskaper og kjennetegn ved en bygning, som man opplever gjennom sanser og følelser. Hva forskjellige personer opplever som vakkert og meningsfullt er nødvendigvis ikke felles for alle. Estetikk handler om enkeltindividets smak og verdier, og kan derfor ikke beskrives med kvantitative egenskaper. Andre faktorer som påvirker betrakterens opplevelse av et bygg er bakgrunn og erfaring. (Regjeringen 2013)

Estetikkbegrepet kan brukes for å beskrive hva som er vakkert, eller beskrivende for å klassifisere og ordne kunstverk i grupper, perioder eller stilretninger. Samfunnets historiske utvikling, natur og menneskers bruk av omgivelsene kan påvirke estetiske kvaliteter. Man kan derfor si at bygningers estetiske uttrykk også påvirkes av omgivelsene og rammene rundt bygget. (de Vibe 1997)

Arkitektur

Begrepet arkitektur har gjennom historien blitt definert på forskjellige måter. Den romerske arkitekten Vitruvius som levde i århundret f. Kr. skrev at arkitekturen måtte tilfredsstillende tre kriterier, "*varighet(Firmitas), hensiktsmessighet(Utilitas) og skjønnhet(Venustas)*". Denne tolkningen har flere



bygget videre på, blant dem Chr. Norberg-Schulz som mente at arkitektonisk helhet kan beskrives gjennom tre grunnleggende dimensjoner; byggeoppgave, form og teknikk.

Den klassiske arkitekturen la vekt på den tekniske oppbyggingen, med fokus på materialer og bestandighet, mens den nyklassiske arkitekturen la større vekt på skjønnhet, i form av ornamentikk og dekorasjoner. Da funksjonalismen fikk sitt gjennombrudd ble bygningens funksjon og hensikt vektlagt i størst grad, og form og materialer måtte innordne seg i resten av systemet.

Videre er ett forsøk på å definere begrepet på en sammenfattet måte basert på litteratur av de Vibe (1997) og Gunnarsjaa (2007) – Arkitektur er et begrep for objektiv forståelse av fysiske omgivelser og form. Begrepet kan brukes for å analysere, vurdere og formulere byggeoppgaver med hensyn til tomtens og stedets karakter. Videre kan den framstille bygninger som står i sammenheng med stedets karakter, samtidig som det tas hensyn til tekniske, konstruktive, funksjonelle, samfunnsmessige, symbolske og økonomiske krav.

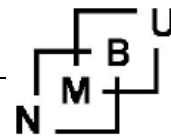
Byggeskikk

Byggeskikk er ifølge Gunnarsjaa (2007) en betegnelse for et bestemt særpreg eller måte å bygge å utforme bygninger og bebyggelse på. Den tar hensyn til stedet og/eller regionen bygningen skal plasseres i.

Estetisk uttrykk

Bygningers estetiske uttrykk kan beskrives gjennom bygningens form, bygningens fasader og tak, og materialer og farger.

- Form og volum beskrives av bygningens høyde, bredde og lengde. En bygning kan være oppbygd av flere volumer. I tillegg til tomteplassering er bygningens volum og forhold til landskap og bebyggelse rundt viktig for byggets estetiske uttrykk.
- Fasader og tak er bygningens utvendige og synlige skall. Fasadens farger, overflater, struktur og forhold til hele konstruksjonen og omgivelsene rundt er derfor essensielt for bygningens estetiske uttrykk.



- Materialer og farger påvirker byggets visuelle karakter. Måten materialer er satt sammen på og utførelse er viktig. Farger påvirker bygningens visuelle letthet eller tyngde og kan bidra til at bygget tilpasser seg eller skiller seg ut av omkringliggende bebyggelse. (de Vibe 1997)

Forholdene rundt bygningen, dens omgivelser og rammer er også viktige for bygningens uttrykk. Bygningens stedstilpasning er i denne rapporten beskrevet som byggverkets forhold til landskapet, tomtestruktur og bebyggelsesstruktur.

Lovverk

Plan og bygningsmyndighetene har bestemt at et godt sted utvikles gjennom kvalitet og vektlegging av estetiske hensyn i de bygde omgivelsene. Dette kommer til uttrykk ved følgende bestemmelser i plan og bygningsloven:

§ 1-1 Lovens formål - sier at hensyn til estetikk er et krav som skal ivaretas i planleggingen for alle byggetiltak

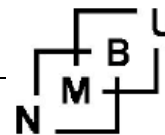
§ 29-1 Utforming av tiltak - stiller krav til at ethvert tiltak etter kapittel 20 skal prosjekteres og utføres slik at det får en god arkitektonisk utforming i samsvar med sin funksjon etter reglene gitt i eller i medhold av loven.

§ 29-2 Visuelle kvaliteter - stiller krav til at ethvert tiltak skal prosjekteres og utføres slik at det etter kommunens skjønn innehar gode visuelle kvaliteter i seg selv og i forhold til dets funksjoner og dets bygde og naturlige omgivelser og plassering.

(Kommunal- og moderniseringsdepartementet 2008)

2.8. Verktøy og metoder for kostnads- og miljøvurderinger

I dag finnes det mange ulike metoder og verktøy for økonomiske og miljømessige vurderinger for byggeprosjekter. Disse kan brukes under planlegging og prosjektering, for å redegjøre for ulike økonomiske og miljømessige konsekvenser ved valg av produkter og løsninger. Dette kan brukes som grunnlag for vurdering av alternativer, eller for å dokumentere besparelser knyttet til miljø og kostnader. Det må



videre påpekes at begrepene livssyklus og livsløp blir brukt om hverandre, da disse er sentrale når man diskuterer metoder og verktøy.

For å vurdere Statsbyggs og Undervisningsbyggs prosjekter er det tatt utgangspunkt i et begrenset utvalg verktøy og metoder, som har vært mest aktuelle for prosjektene i denne rapporten. Det vil gis en kort beskrivelse av begrep og metoder. I tillegg til verktøyene som blir brukt.

LCC – Livssykluskostnader

LCC, på engelsk Life Cycle Costing, er et samlebegrep for alle kostnader tilknyttet et byggverk, og innebærer kapitalkostnaden og kostnader tilknyttet FDVU (Forvaltning, Drift, Vedlikehold og Utvikling) over byggets levetid.

LCC beregnes som årskostnad - annuitet av levetidskostnaden - og kan legges til grunn for å sammenligne alternative byggeløsninger og materialvalg. (Difi 2013)

Formålet med LCC- beregninger er å bidra til mer kostnadseffektive bygninger med kvalitetsfokus på løsninger, dette vil skape en mer fornuftig og forutsigbar driftsfase. LCC- analyser bør gjøres for planlegging av bygg, rehabilitering, ombygging og FDVU. (Difi 2013)

Standard for LCC er NS 3454 – Livssykluskostnader for bygg

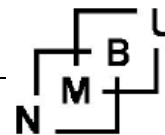
Regelverk

Etter anskaffelsesregelverket er alle offentlig byggherrer og byggeiere er pålagt å vurdere LCC ved alle anskaffelser. Også for private aktører kan og bør LCC- beregninger benyttes.

Teknisk forskrift stiller krav til LCC- analyser ved prosjektering og bygging

Lovkrav:

- Lov om offentlige anskaffelser - §6
- Forskrift om offentlige anskaffelser §§8-3 (1) og 17-3(1)
- Teknisk forskrift, §9-1



LCCweb.no

LCCweb.no er et beregningsverktøy for livssyklus kostnader som er utviklet av Statsbygg, Forsvarsbygg og Norconsult. Det kan brukes i alle typer byggeprosjekter under alle faser av planlegging og drift av bygget. Beregningene utføres etter NS 3454. (LCCWeb.no 2011)

Bruk av LCCweb.no er gratis, men innlogging krever brukernavn og passord. Verktøyet blir aktivt benyttet av offentlige byggherrer.

Nytten av LCC

LCC- beregninger kan vise hvilke løsninger og materialer som lønner seg når det er tatt hensyn til FDV. Derfor kan man med utgangspunkt i beregningene enklere velge riktig kvalitet på løsninger og materialer og dermed unngå unødvendige kostnader knyttet til FDV, i tillegg til kostnader knyttet til rehabilitering og ombygging. (Multiconsult)

LCC- beregninger kan også gi en stor miljøgevinst, ettersom et redusert behov for utskiftninger av bygningskomponenter vil redusere bruken av ressurser og energi under byggets driftsfase. (Multiconsult)

Den største barrieren for mer utstrakt bruk av livssyklus kostnader er mangelen på gode data på levetid og vedlikeholdsintervaller (BKS 700.307 2004). Disse begrepene vil bli drøftet senere i delkapittelet.

Statsbygg har uttalt følgende om LCC *“Vi skal ikke nødvendigvis velge den løsningen med lavest årskostnad eller den med minst miljøbelastning, men vise konsekvensene av våre valg”*.

Undervisningsbygg har uttalt *“Analyser av livssyklus kostnader er et verktøy som gir mulighet til å vurdere byggverk i et videre perspektiv enn kun ut i fra investeringskostnader og utforming”*.

LCA – livsløpvurdering

LCA, på engelsk Life Cycle Assessment, er en metode for miljøvurdering av produkter og tjenester. Metoden er veldig egnet for å vurdere miljøbelastninger

fra byggematerialer og bygninger. Livsløpsvurderinger kan legges til grunn for å lage miljødeklarasjoner av byggevarer. (BKS 470.101 2014)
 Generelle standarder for LCA er NS-EN ISO 14040 - 14044.

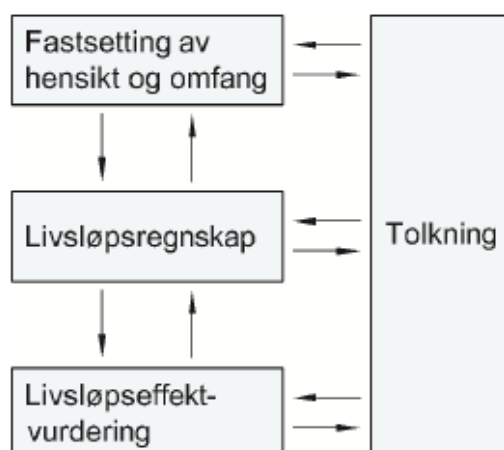
Om metoden

En livsløpsvurdering går ut på å analysere et produkts eller bygnings miljøbelastninger. LCA kan beregne miljøpåvirkning for hele livsløpet fra et vugge-til-grav perspektiv som innebærer alle faser fra utvinning av råvare til avhending, eller deler av livsløpet fra et vugge-til-fabrikk perspektiv. Miljøbelastningene innebærer blant annet global oppvarming, toksisitet, forsuring, overgjødsling og nedbrytning av ozonlaget. (Multiconsult)

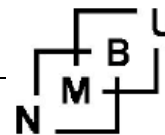
Metoden har fire faser:

1. Fastsetting av hensikt og omfang av studiet.
2. Livsløpsregnskapsfasen: regnskap over ressurser som benyttes til fremstilling og tilhørende utslipp over produktets levetid.
3. Livsløpseffektvurderingsfasen: evaluering av potensielle miljøpåvirkninger forårsaket av ressursbruk og utslipp.
4. Tolkningsfasen: tolkning av regnskapet og potensielle miljøbelastninger, som kan rapporteres.

(BKS 470.101 2014)



Figur 7. Faser i en livsløpsvurdering. Kilde: Byggforskserien



EPD - miljødeklarasjon

EPD, på engelsk Environmental Product Declaration, er en miljødeklarasjon for byggevarer som følger den internasjonale standarden; ISO 21930 "Environmental declaration of Building Products".

Miljødeklarasjonen er basert på en livsløpvurdering(LCA), etter vugge-til-grav-prinsippet eller definerte deler av produktets livsløp. Deklarasjonen er et kortfattet dokument som beskriver miljøprofilen til et produkt på en standardisert og objektiv måte. Formålet med deklarasjonene er å gi kunder muligheter til å vurdere ulike produkters miljøprofil og dermed kunne ta et miljøriktig valg. (BKS 470.103 2014; Boeva et al. 2014)

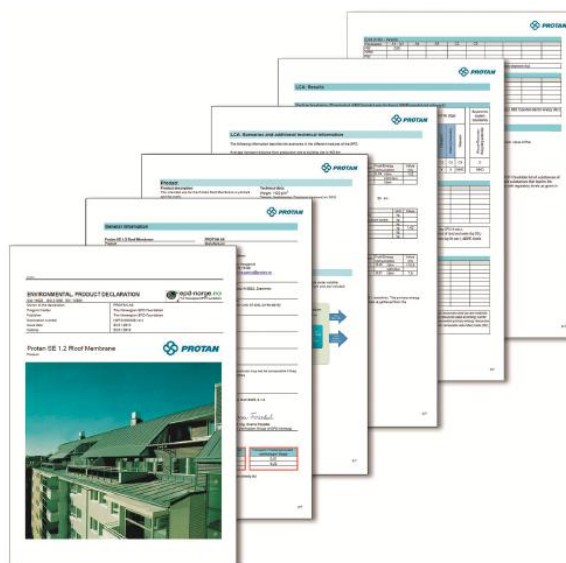
Verifisering og godkjenning av EPD

Type III EPD er uavhengig verifiserte miljødeklarasjoner, hvor en tredjepart verifiserer i henhold til kravene om; objektivitet, sammenlignbarhet, troverdighet og adderbarhet. (Boeva et al. 2014)

I Norge er det Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner som er ansvarlige for EPD- programmet, under navnet EPD- Norge. Oppgaven deres er å registrere og godkjenne miljødeklarasjoner. SINTEF Byggforsk er godkjent for utarbeidelse og verifisering av miljødeklarasjoner Type III. På EPD- Norge sin nettside finner man en komplett liste over verifisører. (BKS 470.103 2014; EPD- Norge)

En miljødeklarasjon fra EPD- Norge omfatter:

- Produktbeskrivelse
 - Forutsetninger for LCA
 - Systemgrenser
 - Utslipp og miljøpåvirkninger
 - Ressursforbruk
 - Avfallsbehandling
 - Øvrig informasjon
 - Referanser
- (EPD- Norge)



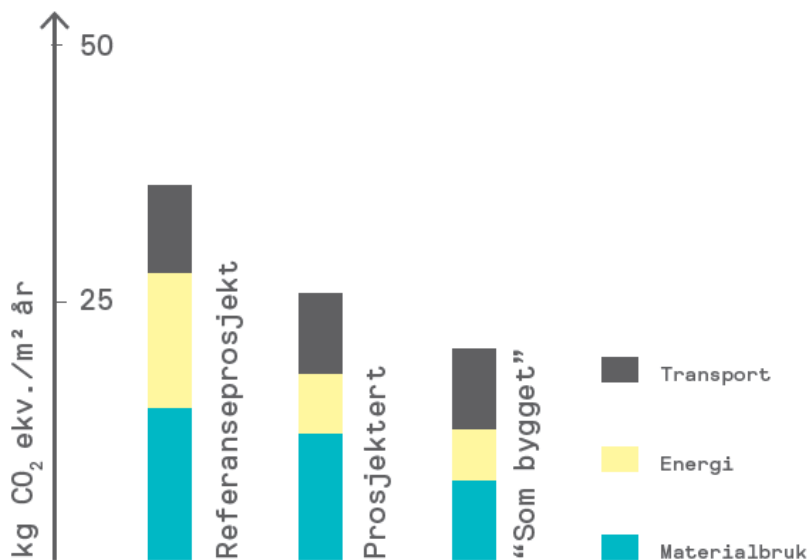
Figur 8. Eksempel på en miljødeklarasjon utgitt av EPD - Norge. Kilde: Byggforskserien

Klimagassregnskap.no

Klimagassregnskap.no er en helhetlig metode for klimagassberegninger for bygg og byggeprosjekter. Den gjør det mulig å beregne det endelige klimagassfotavtrykket til et bygg.

Klimagassregnskap.no er utarbeidet av Statsbygg og støtter opp under organisasjonens miljøstrategier, om å være en pådriver i byggesektoren og fremme utviklingen av bygg med lavest mulig miljøbelastning. Bruk av modellen er obligatorisk for alle nybyggprosjekter av Statsbygg. Den er også brukt i forbildeprogrammer, som FutureBuilt og Framtidens bygg, som kommunikasjonsverktøy for prosjektgruppene. (Statsbygg 2011)

Modellen har et helhetlig perspektiv, som gjør det mulig å beregne utslippene fra materialbruk, energibruk og transport i driftsfasen. I tillegg til energibruk og transport i byggefasen for bygningens levetid. Modellen kan brukes under planlegging- og prosjektering og som dokumentasjonsverktøy. Hensikten er kartlegge hvilke kilder som bidrar mest til klimagassutslipp, og dermed vise hvilke tiltak og endringer som kan gjøres for reduserte utslipp. (Statsbygg 2013a)



Figur 9. Eksempel på klimagassregnskap fra Bjørnsletta skole. Kilde: Undervisningsbygg

Klimagassregnskap.no er gratis i bruk, og er den mest brukte modellen for klimagassberegninger for bygg og byggprosjekter i Norge i dag. Den femte versjonen av modellen ble lansert i 2014, og inneholder blant annet funksjoner for import av EPD- register og BIM. (Selvig 2014; Statsbygg 2013a)

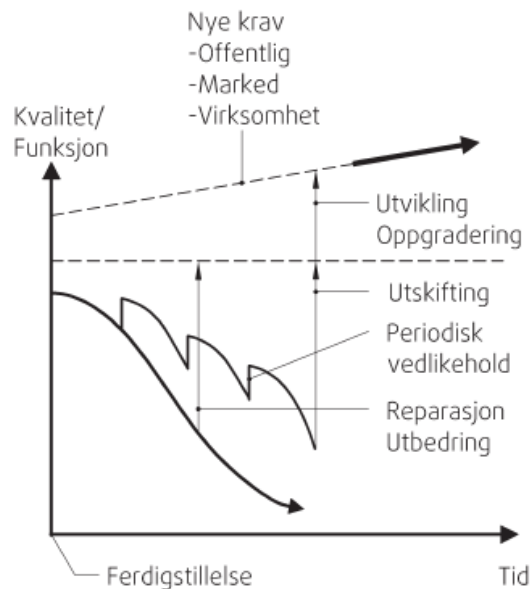
Levetid og vedlikeholdsintervaller

Data for levetid og vedlikehold av materialer, bygningskomponenter og bygningsdeler kan brukes for planlegging av vedlikehold, beregning av års- og livssyklus kostnader og som grunnlag for bygningsteknisk dokumentasjon. Det bør derfor tas hensyn til levetid og vedlikeholdsintervaller under planlegging-, prosjektering-, bygging- og driftsfasen av bygg.

Standard for levetid er NS-ISO 15686 som omhandler levetidsplanlegging, i tillegg er etablering og bruk av levetidsdata spesielt behandlet i BKS 700.307. Tilstandsanalyser som grunnlag for vedlikeholdsplan er behandlet i BKS 700.305 og intervaller for vedlikehold og utskiftning av bygningsdeler er beskrevet i BKS 700.320.

Levetid for bygg (LB) eller bygningsdel (LBD) er definert som "tiden som bygget eller dets deler oppfyller krav til (ønsket) funksjon.", der funksjonaliteten beskrives som bygningens eller bygningsdelens egenskaper

med målbare ytelser med hensyn til estetiske, tekniske, funksjonelle eller økonomiske krav. Levetiden er altså tiden det tar før bygningen eller bygningsdelen når sitt minste akseptable ytelsesnivå for en eller flere av disse egenskapene. (BKS 700.307 2004)



Figur 10. Kvalitet og funksjon for en bygning sett i et levetidsperspektiv. Kilde: Byggforskserien

Levetid er en statistisk variabel som kan ha en rekke ulike fordelinger. For de fleste bygningskomponenter, vil antall feil per år øke til en maksimumsverdi, for så å synke mot null igjen, ettersom alle komponenter har feilet. (BKS 700.307 2004)

Vedlikehold er arbeid som må utføres for å opprettholde fastsatt kvalitet på en bygning eller bygningsdel. Vedlikehold er vanligvis delt i følgende kategorier; løpende vedlikehold, periodisk vedlikehold og utskifting. (BKS 700.320 2010)

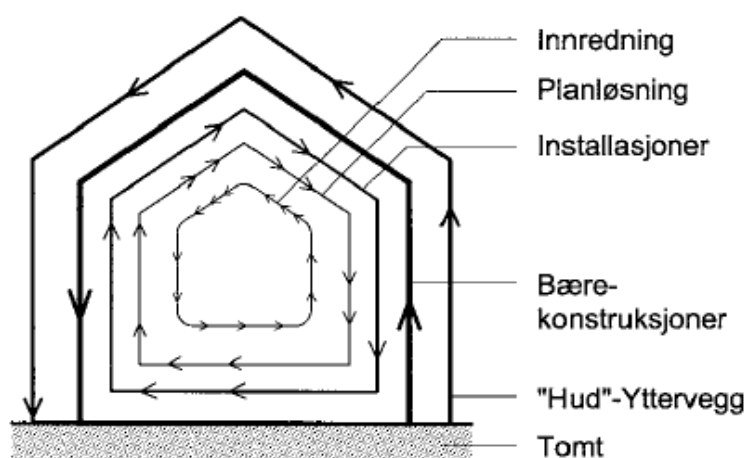
Fastsetting av levetid og vedlikeholdsintervaller for bygninger og bygningsdeler er krevende arbeid. Levetiden er spesielt usikker ettersom materialer og konstruksjoner både kan ha betydelig lengre levetid enn det som er angitt i anvisningen eller ha kortere levetid og dermed må skiftes ut tidligere enn forventet. Levetiden må i tillegg tilpasses de enkelte komponentene og det lokale klimaet. (BKS 700.320 2010)

Fastsettelse av vedlikeholdsintervaller har i stor grad pågått tilfeldig og er basert på registrering og erfaringsdata hos forskjellige byggforvaltere. Dette har begrenset sammenligningsgrunnlaget, selv om det finnes noen felles nettverk der byggforvaltere deler erfaringsdata. NS 3454 og NS 3451 kan brukes for å oppnå ensartet registrering av erfaringsdata. (BKS 700.320 2010)

Intervaller for vedlikehold av materialer, komponenter og bygningsdeler påvirkes av alder, teknisk kvalitet og påkjenninger. Der påkjenninger kan være klimatiske og bruksmessige belastninger.

For yttervegger over terreng er følgende forhold viktige vedlikehold og levetid:

- Fasadekledning inklusive fuger og innsetting i forhold til klimapåkjenninger(vind/regn) og forurensninger
- Vinduer og dører i forhold til materialer, fugeløsninger og plassering i vegg
- Sprekkdannelse i betong- eller murvegger
- Overflatebehandling
- Lekkasje
- Materialer og konstruksjoner i forhold til fuktbelastning, slitasje og mekaniske belastninger



Figur 11. Levetider for ulike bygningsdeler - Jo flere piler jo kortere levetid. Kilde: Byggforskserien

3. METODE

Dette kapittelet tar for seg hovedtrekkene ved to ulike samfunnsvitenskapelige metodetilnærminger, henholdsvis kvalitative og kvantitative metoder. Deretter presenteres metoden og fremgangsmåten som er brukt for denne oppgaven. Til slutt drøftes oppgavens reliabilitet og validitet.

Videre er det hensiktsmessig å gjengi oppgavens forskningsspørsmål:

“Hvilke faktorer legges til grunn for valg av fasader og hvilke faktorer har størst gjennomslag hos byggherre og arkitekt?”

Med tilhørende delspørsmål:

- *Hvordan påvirker overordnede målsetninger og føringer for et prosjekt valg av fasadekledninger?*
- *Hvilke verktøy og metoder kan aktørene bruke?*
- *Hvilke aktører har innflytelse på valget?*
- *Hvilken innvirkning kan entreprisform ha for aktørenes innflytelse på valg av fasadekledning?*
- *På hvilket tidspunkt i plan- og prosjekteringsfasen gjøres valget av fasadekledning?*

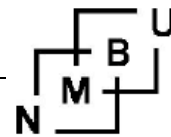
3.1. Samfunnsvitenskapelige metoder

En samfunnsvitenskapelig metode følger en bestemt vei mot et mål. Den viser vei for hvordan man skal gå fram for å innhente informasjon om virkeligheten.

Metoden beskriver også hvordan man skal analysere denne informasjonen, og hva den kan fortelle om prosesser og forhold. Kort fortalt dreier den seg om innsamling av informasjon, analysedel og tolkning. Viktige hovedtrekk ved en samfunnsvitenskapelig metode er; systematikk, grundighet og åpenhet.

(Johannessen et al. 2004; Solli & Balsvik 2011)

Metodelæren kan brukes for å undersøke om virkeligheten er i overensstemmelse med antakelser for forskningen. For å kunne sannsynliggjøre at antakelsene er riktige må det stilles strenge krav til metoden. (Johannessen et al. 2004)



Kvalitativ og kvantitativ metode

Metodelæren skiller mellom kvalitative og kvantitative metoder. Hvilken metode som benyttes avhenger av problemstilling og oppgavens formål.

Ved kvalitative metoder samles data inn i form av tekst og muntlig informasjon, ved hjelp av intervjuer og observeringer. Den videre analysen av data tar utgangspunkt i tekstene og eventuelt lyd- og bildeopptak. Helhetsforståelse av fenomener er målet for kvalitative metoder, og metoden er veldig egnet dersom formålet er å kartlegge, undersøke og beskrive menneskelige erfaringer og opplevelser. (Johannessen et al. 2004)

Ved kvantitative metoder samles det inn og registreres data i form av tall. Metoden baserer seg på målbare størrelser, der det som blir undersøkt betegnes som *variabler*, og de som blir undersøkt betegnes som *enheter*. Variablene uttrykkes i tallverdier og kan videre beskrives og analyseres ved hjelp av statistiske metoder (Johannessen et al. 2004). Her prøver man å oppnå få opplysninger om mange objekter (Olsson 2011).

En kombinasjon av kvalitative og kvantitative metoder er også mulig. Ettersom kvalitative metoder kan gi informasjon om meningen bak tallene fra en kvantitativ metode. Tilsvarende kan kvantitative tall underbygge resultater fra en kvalitativ metode (Olsson 2011).

Validitet og reliabilitet

Ved bruk av den kvalitative forskningsmetoden settes det spørsmålsteget ved dataenes pålitelighet og reliabilitet. Forskningslitteraturen begrep på denne problemstillingen er *validitet*, som dreier seg om i hvilken grad undersøkelsen er egnet for å gi gyldige svar på undersøkelsens problemstilling eller forskningsspørsmål (Dalen 2008; Johannessen et al. 2004).

Det skilles mellom intern og ekstern validitet. Intern validitet kan forklares som undersøkelsens egnethet til å påpeke årsakssammenhenger, det vil si om undersøkelsens resultater er gyldige for det utvalget som er undersøkt. Ekstern validitet kan forklares som undersøkelsens egnethet for generalisering eller om

resultatene kan være gyldige for utvalg utover det utvalget som ble undersøkt. (Dalen 2008)

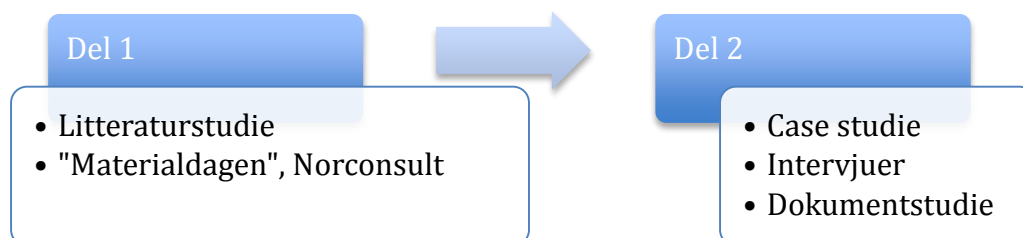
Undersøkelsens *reliabilitet* dreier seg om hvordan undersøkelsen er gjennomført. Den tar for seg metoder for innsamling og bearbeiding av data. Reliabilitet sier noe om hvor etterprøvbart et resultat er. Høy reliabilitet vil si at andre forskere kan følge den samme metoden og oppnå de samme resultatene. (Dalen 2008)

3.2. Anvendt metode i oppgaven

Vi har i oppgaven hatt en induktiv tilnærming til forskningsspørsmålet. Det vil si at vi ikke har tatt utgangspunkt i teoretiske forankrede hypoteser, men at vi har formulert en mer åpen problemstilling som tar sikte på å gi en innføring på området (Johannessen et al. 2004).

Videre er det blitt brukt en kvalitativ metode ettersom metoden er godt egnet for å få innsikt i informantenes egne erfaringer og tanker (Dalen 2008). Forfatterne av oppgaven valgte denne metoden med en klar hensikt om å oppnå en mer grundig forståelse for prosesser og innflytelser i byggeprosjekter.

Følgende metoder er brukt i oppgaven:

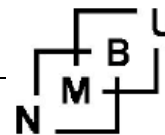


Figur 12. Oversikt over metoder benyttet i oppgaven

Del 1:

Litteraturstudie

Det er i denne oppgaven gjort et kvalitativt litteraturstudie. Hensikten var å innsamle mest mulig informasjon om valg av fasader og hvilke faktorer som kan ha en innvirkning på valget. Informasjonen fra litteraturstudiet skulle videre kartlegge disse faktorene, slik at forfatterne kunne få en oversikt over hvilke



faktorer som var mest fremtredende. Dette ble lagt til grunn for utformingen av intervju spørsmålene.

Det er brukt internett for å søke gjennom bibliotek kataloger og databaser.

Søkeordene som ble brukt var:

1. Fasader, fasadekledning, fasadematerialer, valg av fasader og materialvalg.
2. LCA, LCC, klimagassregnskap, EPD
3. Arkitektur, arkitekturhistorie, estetikk
4. Entrepriseform, aktører i byggeprosjekter, faser i byggeprosjekt, planlegging og prosjektering av bygg.

Det ble også gjort søk på engelsk for de samme ordene, med unntak av punkt 4.

Søkemotorene som ble benyttet var:

- BIBSYS og Oria
- Brage og DAIM
- Google Scholar og Google

I tillegg til databaser som:

- Det digitale nasjonalbiblioteket
- Byggforsk kunnskapssystemer – Byggforskserien
- Norsk standard(NS) og the International Organization for Standardization(ISO)

Søkene resulterte i bøker, e-bøker, rapporter, artikler, standarder og veiledere som ble benyttet for å skrive teorien i oppgaven. I tilfeller der informasjonen ikke lå ute digitalt, benyttet forfatterne seg av biblioteket ved NMBU, biblioteket ved arkitekthøgskolen i Oslo og Deichmanske hovedbibliotek.

Feilkilder

Denne oppgaven tar for seg mange temaer for å gi et helhetsbilde rundt valg av fasadekledning. Kombinert med begrenset tidsramme har det derfor ikke vært anledning til å gå dypt inn i hvert tema. Det har vært fokus på å benytte seg av nyere kilder, men i enkelte tilfeller har det også blitt benyttet eldre kilder.

“Materialdagen” hos Norconsult

Vi deltok på et dagsseminar hos Norconsult, seminaret var delt i to deler. Den første delen inneholdt presentasjoner av leverandører for fasadesystemer, med vekt på integrerte fasadesystemer, for eksempel fasader med integrerte solceller. I den andre delen ble spesielt massivtre behandlet, gjennom presentasjoner av leverandører. I tillegg til presentasjoner om vedlikeholdsfrie treverk, som for eksempel Kebony.

Seminaret ga oss en oversikt over et bredt marked for fasadeløsninger, samtidig som vi fikk informasjon om fordeler ved ulike innovative løsninger. Det ble også kort gjennomgått kostnader, miljøbelastninger og vedlikeholdsbehov og levetid for de ulike løsningene.

Del 2:

Casestudie

Case studie er en studie av én enhet. Case studier er velegnet for å forklare viktige fenomener, ved hjelp av en detaljert og helhetlig beskrivelse av det enkelte tilfellet. (Wæhle & Sterri 2014)

Valg av fasadekledning er bare en mindre del av byggeprosjekter som alle er unike og komplekse. For å svare på oppgavens problemstilling bør man få en helhetlig forståelse av alle prosessene og beslutningene som tas under planleggings- og prosjekteringsfasen. Med bakgrunn i dette er det valgt å gjennomføre case studier av syv byggeprosjekter, basert på kvalitative data. Grunnene til dette er at case studier er en velegnet metode for å forklare “hvordan” og “hvorfor” spørsmål (Yin 2014). Dette vil være et godt utgangspunkt for å belyse kompleksitet og nyanser i byggeprosjekter. Case studier er i tillegg anvendelig for situasjoner der forsker har liten eller ingen kontroll over hendelser og valg, og der fokuset er satt på pågående eller nylige fenomener (i motsetning til historiske fenomener) (Yin 2014). Forfatterne av oppgaven begrunner dette med at de selv ikke har hatt noen innflytelse på byggeprosjektene og at alle byggeprosjektene i oppgaven enten er ferdigstilt nylig eller fortsatt er i planleggings-, prosjekterings- eller byggefasen.

Case studier kan videre også være utgangspunkt for kasuale slutninger, det vil si om hvorvidt et fenomen kan føre til noe annet (Wæhle & Sterri 2014).

Videre skal data innsamlet fra casene sammenlignes, i et forsøk på å utlede generelle betraktninger rundt valg av fasadematerialer i byggeprosjekter av offentlig byggherrer. Sammenligningen skal baseres på aktørenes og organisasjonenes mål og beslutninger, i dette tilfellet begrenset til prosjektledere og arkitekter for henholdsvis Statsbygg, Undervisningsbygg og arkitektkontorer i Norge.

Intervjuer

Det er gjort 12 intervjuer av byggherrerepresentant og arkitekt for 7 prosjekter. Formålet med intervjuene har vært å få innsikt i byggeprosjektene, planleggings- og prosjekteringsfasene og faktorene for valg av fasader.

Intervjuer er den vanligste måten å samle inn kvalitative data på, ettersom et intervju kan foregå nærmest hvor som helst og kan beskrive hendelser og prosesser på en detaljert måte (Johannessen et al. 2004). Et intervju består av intervjuer og informanten. Som forsker kan man benytte seg av tre ulike intervju typer; ustrukturert, semistrukturert og strukturert.

Denne oppgaven har benyttet seg av en semistrukturert intervjuform. Argumentet for dette er at byggeprosjekter kan være komplekse, og det var derfor ønskelig å få frem nyanser og kompleksitet ved hjelp av denne intervjuformen. Semistrukturerte intervjuer tar utgangspunkt i en intervjuguide, bestående av tema og spørsmål. Rekkefølgen på spørsmålene kan dog variere, og er avhengig av svarene underveis (Dalen 2004). Fordelene med semistrukturerte intervju er at informanten kan bli bedt om å rekonstruere hendelser og prosesser, samtidig som han eller hun får frihet til å beskrive egne erfaringer og oppfatninger (Johannessen et al. 2004).

Feilkilder

En feilkilde ved gjennomføring av intervju var tidsaspektet ettersom noen av informantene ble intervjuet etter at prosjektet var gjennomført. En annen

feilkilde kan være at informantene gjerne ville fremstille prosjektene og samarbeid mellom aktørene på en mest mulig positiv måte.

Dokumentstudie:

For casene ble det, både før og etter intervjuer, mottatt dokumenter og notater som var relevante for oppgaven. I intervjuforespørselen ble informantene bedt om å oversende prosjektbeskrivelser og andre relevante dokumenter. Hensikten med dette var å få en oversikt over prosjektet i sin helhet og vite hvilke fasadekledning som var prosjektert før intervjuet fant sted. Dersom informanten ikke fikk gjort dette før intervjuet fant sted, søkte vi opp prosjektbeskrivelsen på internett, at det ble undersøkt for offentlige bygninger gjorde det enkelt å få den informasjonen vi trengte.

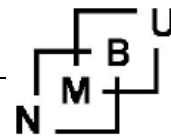
Dokumenter som ble sendt av informantene etter intervjuet, var hovedsakelig de samme som ble forespurt før intervjuet. I tillegg ble det ettersendt dokumenter og notater om temaer og emner som informantene var usikre på eller ikke kunne svare på ved intervjuet.

Dokumenttyper som ble tilsendt av informanter:

- Prosjektbeskrivelser
- Tekniske beskrivelser av yttervegg og fasade
- Kostnads- og miljøvurderinger (LCC, LCA, klimagassregnskap)
- Alternativsvurderinger
- Interne dokumenter og notater
- Styringsdokumenter
- Bilder og illustrasjoner av prosjektene

Feilkilder

Det ble mottatt relevante dokumenter fra alle prosjektene, men det var stor variasjon på innhold og kvalitet. Mange dokumenter var heller ikke underlagt samme kvalitetskontroll som publiserte verk.



Validitet ved anvendte metoder

Casestudie basert på kvalitativ datainnsamling gir generelt høy intern validitet, men kan på en annen side gi lav reliabilitet, ettersom hver case (i denne rapporten: byggeprosjekt) er unik.

Oppgavens interne validitet anses som høy. Resultatene er gyldige for det utvalget som ble undersøkt, og metoden er godt egnet for å svare på oppgavens problemstilling. Oppgavens eksterne validitet anses dog som lav. Oppgaven er uegnet til generalisering mot resten av byggenæringen da utvalget i denne oppgaven kun er hentet fra offentlige byggeprosjekter.

Ved å beskrive anvendt metode oppgaven, utvalget av informanter og legge ved intervjuguide øker oppgavens reliabilitet. Ytterligere tiltak som er med på å øke oppgavens reliabilitet er beskrevet underveis i metode kapittelet.

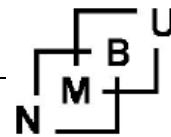
3.3. Intervjudesign

Utvalg og rekruttering av informanter:

I forberedelsesfasen av oppgaven ble problemstilling og målet med oppgaven drøftet med hovedveileder og samarbeidspartner Statsbygg. Med utgangspunkt i disse møtene ble oppgaven konkretisert og kriteriene for utvalget av informanter lagt til grunn. Grunnen til at det er valgt å intervju byggherre og arkitekt er forankret i resultater fra tidligere undersøkelser (avsnitt 1.3) som viser at disse aktørene har stor innflytelse på valg av materialer.

Etter utarbeidelse av problemstilling kontaktet vi 5 offentlige byggherrer for et samarbeid. Tre ga negativt svar, men både Undervisningsbygg og Statsbygg kunne stille med prosjekter. Gjennom kontaktpersoner i disse bedriftene kom vi i kontakt med prosjektledere for de aktuelle prosjektene. Videre fikk vi kontaktinformasjon til arkitekt for prosjektene. Alle personene ble ringt opp og spurt om de ville delta, dersom de svarte ja, sendte vi en mail med informasjon om oppgaven, hvilke temaer som skulle gjennomgås og tidspunkt for intervju.

Det ble avholdt totalt 12 intervjuer, der 11 av dem ble gjennomført på informantens kontor, og et av intervjuene ble avholdt over Skype.



Alle 7 prosjektene i denne oppgave er i regi av offentlige byggherrer, henholdsvis Statsbygg(SB) og Undervisningsbygg(UBF). Prosjektleder for alle prosjektene er intervjuet. I et av tilfellene hadde en prosjektleder ansvaret for to prosjekter. I tillegg er det gjennomført intervjuer av fem arkitektkontorer. Arkitekt for to prosjekter var ikke tilgjengelige for intervju.

Videre vil prosjektene i oppgaven nummereres (fra 1. til 7.), med sine respektive prosjektledere(PL.nr) og arkitekter(ARK.nr), slik at aktør og rolle blir sentrale og ikke personene. I tilfeller hvor det var flere informanter til stede under intervjuet (intervju med arkitekt i prosjekt 2. Og 5.) vil de fortsatt refereres til som en aktør. (Se Tabell 2)

Tabell 2. Oversikt over byggherre og arkitekt ved de ulike prosjektene.

Prosjekt	nr.	Byggherre	Prosjektleder (PL.nr)	Arkitektkontor	Arkitekt (ARK.nr)
Vabakkjen	1.	SB	(PL1)	Link Arkitektur	<i>Ikke tilgjengelig</i>
Framsenteret	2.	SB	(PL2)	pka Arkitekter	(ARK2)
Campus Evenstad	3.	SB	(PL3)	Ola Roald Arkitektur	(ARK3)
Folkehelseinstituttet	4.	SB	(PL4)	Ratio Arkitekter	<i>Ikke tilgjengelig</i>
Brynsengfarets skole	5.	UBF	(PL5)	HRTB Arkitekter	(ARK5)
Bjørnsletta skole	6.	UBF	(PL6)	L2 Arkitekter	(ARK6)
Lillohøyden skole (Fernanda Nissen)	7.	UBF	(PL7)	Planforum Arkitekter	(ARK7)

Utvalgsstørrelse

Det er vanskelig å si på forhånd hvor mange intervjuer som er nok. Vår oppgave har gått over en periode på 4,5 måned hvor både gjennomføring av intervju og bearbeiding av materialet måtte gjøres. Vi har dermed hatt begrenset tid til rådighet. I tillegg til har vi hatt begrenset økonomi til rådighet som også kan ha begrenset prosjektutvalget. I mindre oppgaver er det ikke uvanlig med et utvalg på 10-15 informanter, men dette er også avhengig av problemstilling (Johannessen et al. 2004). Vi har siktet oss inn på dette antallet.

Utvalgsstrategi

Formålet med oppgaven er å få mest mulig kunnskap om faktorer bak valg av fasadekledning for byggeprosjekter. En strategisk utvelgelse av informanter ble derfor lagt til grunn for casene, det vil si at deltakere i undersøkelsen måtte kunne bidra med betydelige mengder informasjon. At informantene kunne bidra med mye nødvendig data ble ansett som mer viktig enn at de var mange.

Arbeidet med å finne case og informanter skjedde i samarbeid med Statsbygg og Undervisningsbygg. For å finne relevante prosjekter og informanter ble snøballmetoden benyttet, der Statsbygg og Undervisningsbygg henviste oss til sine prosjektledere som videre bidro med kontaktinformasjonen til arkitekter for de aktuelle byggeprosjektene.

Fordelen med å intervjuer både byggherre og arkitekt er å få flere synspunkt om prosjektet og valg av fasadekledning. Det er her også vektlagt at de to rollene kan operere med forskjellig agenda og fagkompetanse.

Dokumentering av intervjuet

Intervjuer ble gjennomført av to intervjuere. Den ene stilte spørsmålene og ba om utdypninger dersom det ble nødvendig. Den andre noterte. Samme oppsett ble brukt for alle intervjuene for å sikre reliabilitet.

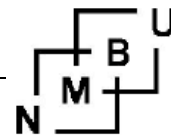
Dersom informasjonen rundt noen emner og temaer ble betraktet som mangelfull ved intervjuet, ble det etterspurt ytterligere forklaringer via mail. Ettersendte prosjektrapporter og notater ble komplementert til intervjuet.

For å øke påliteligheten ble bearbejdet resultater sendt på mail til informantene for godkjenning i etterkant av intervjuene.

Kvalitativ dataanalyse

Med dataanalyse menes sortering og drøfting av data, som består av både analyse og tolkning (Askheim & Grenness 2008).

Analyse av kvalitativ data er en prosess som krever gode analytiske evner, disiplin og mye arbeid. Det finnes ikke en bestemt måte å gjennomføre



organisering, analyse og tolkning på. Det er en kreativ prosess som blir påvirket av vår oppfatning av dataene (Askheim & Grenness 2008).

Ved analyse og tolkning av dybdeintervjuet har det vært en risiko for å overse data eller trekke feilaktige konklusjoner. Av den grunn har vi begge analysert dataene fra dybdeintervjuet. Dette har vært med på å styrke reliabiliteten og validiteten på oppgaven vår (Askheim & Grenness 2008).

Analysen startet automatisk under intervjuet. Allerede da fikk vi en mening om hva som var viktig og relevant for oppgaven vår. Vi har valgt å skrive ut intervjuene vi har gjennomført. De referatene inneholder en tilnærmet eksakt gjengivelse av selve intervjuet. Vi har etter intervjuet diskutert hvordan vi oppfattet informanten.

Vi har deretter benyttet oss av klipp og lim metoden som går ut på å samle utsagn om det samme fenomenet fra forskjellige personer og kategorisere dette i resultatdelen. Kategoriseringen er gjort med utgangspunkt i intervjuguiden hvor vi samlet alt under hvert hovedtema. Dette har vært en god måte å systematisere dataene våre på. Vi har begge vært med på denne prosessen for å øke kvaliteten på analysearbeidet

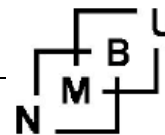
3.4. Intervjuguide

Videre presenteres intervjuets oppsett. I vedlegg 1 ligger spørsmålene fra intervjuguiden.

Intervjuet er delt inn i to deler.

- Del 1 - der spørsmålene omhandlet generell informasjon om informanten, organisasjonen og prosjektet.
- Del 2 - der spørsmålene omhandlet fasadekledningen, faktorene bak valget, entreprisform og aktører involvert.

Intervjuet er lagt opp som en god samtale, der rekkefølgen på spørsmål kan variere og det er ønskelig å få frem så mye informasjon som mulig rundt spørsmålene. Dersom det oppstår vanskeligheter rundt uttalelser blir



informanten bedt om å omformulere seg slik at svaret blir forståelig og tolket korrekt.

DEL 1

Den første delen av intervjuet består av spørsmål knyttet til informanten, organisasjonen og prosjektet. Denne delen skal gi en oversikt over informantens utdanning og tidligere arbeidserfaring, organisasjonen det gjelder og en beskrivelse av prosjektet og dets overordnede rammer og målsetninger. Valgt fasadekledninger med fordeler og ulemper skal også kartlegges i denne delen.

Delen inneholder:

- *Fakta spørsmål* som er enkle spørsmål med enkle svar.
- *Introduksjonsspørsmål* som skal introdusere informanten til temaet som skal belyses.
- *Overgangsspørsmål* som skal gå fra generelle betraktninger til konkrete hendelser og prosesser rundt prosjektet.

DEL 2

Den andre delen av intervjuet er hoveddelen, som skal gi svar på problemstillingene knyttet til oppgaven. Denne delen skal kartlegge faktorene bak valg av fasadekledninger. Den skal også beskrive entreprisformen og dens innflytelse på fasadevalget. Avslutningsvis vil den undersøke om informantens erfaring og kompetanse har hatt innvirkning på fasadevalget, hvilken aktør som har hatt mest innflytelse for valget og når i planleggings- og prosjekteringsfasen valget ble tatt. Prosesser og innflytelser er sentrale temaer her.

Delen inneholder:

- *Nøkkelspørsmål* som skal gi ønskelig informasjon for å svare på oppgavens problemstilling og formål
- *Kompliserte spørsmål* for å kartlegge prosjektets prosesser og innflytelser

4. PROSJEKTBEKRIVELSER

Dette kapitlet inneholder en kort beskrivelse av byggherrene representert i oppgaven. I tillegg til 7 prosjektbeskrivelser av prosjektene det er undersøkt for.

4.1. Om Statsbygg og Undervisningsbygg



Statsbygg er en statlig forvaltningsbedrift under kommunal- og moderniseringsdepartementet. De skal iverksette og gjennomføre Stortingets vedtatte politikk innen statlig bygge- og eiendomssektor. Statsbyggs hovedoppgave er å tilby kostnadseffektive og funksjonelle lokaler til statlige virksomheter. Denne oppgaven tar for seg spesielt byggherrefunksjonen til Statsbygg.

Tabell 3. Nøkkeltall Statsbygg 2014

Nøkkeltall Statsbygg 2014

Brutto forvaltningsareal	2.8 mill. kvm
Verdi	37.1 mrd. kr
Husleieinntekter	4 mrd. kr
Investeringer bygg	3.7 mrd. kr
Ferdigstilte prosjekter	24
Ansatte	877

Undervisningsbygg OSLO KF er et kommunalt foretak i Oslo kommune, som har som oppgave å utvikle, drifte og forvalte skolebyggene i Oslo. Denne oppgaven tar for seg spesielt byggherrefunksjonen til Undervisningsbygg.

Tabell 4. Nøkkeltall Undervisningsbygg 2014

Nøkkeltall Undervisningsbygg 2014

Brutto forvaltningsareal	1.4 mill. kvm
Verdi	Ca. 15 mrd. kr
Husleieinntekter	3.1 mrd. kr
Investeringer bygg	Ca. 3.9 mrd. kr
Ferdigstilte prosjekter	22
Ansatte	150 fast ansatte, 40 innleide

4.2. Vabakkjen plusshus

Tabell 5. Vabakkjen plusshus

Vabakkjen Plusshus

Størrelse	3171 m ² (BRA), fordelt på 73 ansatte.
Prosjektfase	Byggefase. Skal ferdigstilles i slutten av 2015.
Entrepriseform	Totalentreprise
Byggherre	Statsbygg
Arkitekt	Link arkitektur

Vabakkjen plusshus er et nybygg for Haugaland og Sunnhordland politidistrikt og Statens vegvesen på Stord. Begge etatene har hatt behov for nye lokaler, og

har derfor inngått en avtale om samlokalisering i et nybygg på i Vabakkjen, med Statsbygg som byggherre. Samlokaliseringen begrunnes med både praktiske og økonomiske sider, og det er et ønske om å profilere begge etatene på en forbilledlig og synlig måte.

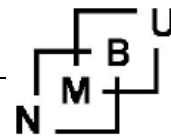
Nybygget er planlagt over to etasjer på 3171 m², samt et teknisk rom i tredje etasje, for 73 ansatte og ca. 100 besøkende hver dag. I bygget finner man kontor- og møtefunksjoner, kantine, trimrom, garderober og spesialfunksjoner for politiet.

Bygget ble i starten planlagt som passivhus, men har under prosjektering endret miljøambisjon til at bygget skal oppføres som pluss hus. Prosjektet vil derfor bli en milepæl i Statsbyggs miljøsetting.

Målet om pluss hus har resultert i en stor og spesielt utformet takflate mot sydvest som er planlagt med solceller. Bygget er ellers kledd i termofuru og aluminiumsplater.



Figur 13. Vabakkjen. Kilde: Link arkitekter



4.3. Brynsengfaret skole

Tabell 6. Brynsengfaret skole

Brynsengfaret skole	
Størrelse	11 680 m ² , fordelt på 840 elever.
Prosjektfase	Ferdig forprosjekt. Skal ferdigstilles til skolestart 2017.
Entrepriseform	Totalentreprise
Byggherre	Undervisningsbygg Oslo KF
Arkitekt	HRTB Arkitekter

Brynsengfaret skole er en barneskole for 840 elever med tilhørende flerbrukshall og utearealer. Skolen skal bygges etter bestilling fra Utdanningssetaten(UDE). Oslo kommune v/ Undervisningsbygg Oslo KF(UBF) er byggherre. Skolen skal bygges etter passivhusstandard og skal være et pilotprosjekt for nesten nullenerginivå bygg(nNEB).

Tomten er ubebygd og ligger i bydel Gamle Oslo, med adresse Brynsengfaret 8-12, og har tidligere vært brukt til industrivirksomhet. Omregulering til undervisning- og idrettsformål ble startet i januar 2013, ferdig vedtatt regulering er forventet mars/april 2015.

Skolen er organisert over 6 etasjer med flerbrukshall, garderober, tekniske rom og uteareal med ballbane i 5 etasje. Hovedinngangen er mot nord sentralt i bygget mot gang og sykkelvei. Inngangen til flerbrukshallen er plassert i nordøst. Elevinngangene er lagt mot syd, mot skolegården, med separate innganger for 1-4 trinn og 5-6 trinn. Alle inngangene er planlagt tydelig markert i fasaden.



Figur 14. Brynsenfaretskole. Kilde: HRTB Arkitekter

Miljøhensyn er vektlagt for materialvalg i fasade og interiør. Det er planlagt bruk av solceller på store deler av den sydvendte fasaden (1000 m²) til strømforsyning av skolen. Resterende fasader er kledd i hovedsakelig tegl, i tillegg til partier med påhengsfasader av glass. For flerbrukshallen er det prosjektert translusente vegger med aerogel- isolasjon. Klare farger og taktile overflater skal legge til rette for at barna kan identifisere seg med skolen, og skape trygge rammer for brukere og besøkende.

Den planlagte kompakte bygningskroppen etter passivhusstandard kombinert med solcellefasaden bidrar til at skolen kommer svært nære et nullenergibygg. Dette gjør skolen til et svært innovativt prosjekt med store energibesparelser, forbildeegenskaper og demonstrasjonseffekt. Undervisningsbygg ønsker at pilotprosjektet skal tilfredsstillе forskriftskravet om nNEB for å høste erfaringer og kompetanse før kravene blir fastslått i 2020.

Prosjektet har kostnader som påløper utover TEK10- krav, merkostnader opp til nNEB. Prosjektet får Enova- støtte for solcellefasaden, ettersom det innfrir noen absolutte krav til energibruk, energiproduksjon og dokumentasjon.

4.4. Bjørnsletta skole

Tabell 7. Bjørnsletta skole

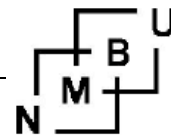
Bjørnsletta skole	
Størrelse	9 677 m ² (BTA), fordelt på 790 elever. Skolen er på 8464 m ² og flerbrukshallen er på 1213 m ² .
Prosjektfase	Ferdigstilt i 2014.
Entrepriseform	Totalentreprise
Byggherre	Undervisningsbygg Oslo KF
Arkitekt	L2 Arkitekter

Bjørnsletta skole er en barne- og ungdomsskole med tilhørende flerbrukshall. Skolen er et forbildeprosjekt i FutureBuilt, og Oslos første passivhusskole. En naturvitenskapelig profil, som skal stimulere til nysgjerrighet og undring er en viktig ramme rundt skolen.



Figur 15. Bjørnsletta Skole. Kilde: NAL

Skolen har plass til 790 elever, med en egen avdeling for elever med autisme. Bygningen er fordelt på en felles grunnetasje, med tre separate fløyer oppå for småskole-, mellom- og ungdomstrinnet. Det er lagt utearealer mellom fløyene på taket over første etasje, og taket over den nedgravde flerbrukshallen benyttes som ballbane og er tilgjengelig fra skoleplassen. Prosjektets oppdelte volumer skaper siktlinjer mellom bygningene, og gode sol- og skyggeforhold. Skolen ligger ved Åsjordet T- banestasjon med nærhet til bussholdeplasser. Det er opparbeidet ny gangadkomst i nord for å sikre en god og trygg skolevei.



Det ble satt høye krav til miljø- og energivurderinger under prosjekteringen av skolen. Fokus på optimalisering av tekniske styringssystem, inngående materialanalyser og tiltak for å redusere klimagassutslipp var sentralt under planlegging- og prosjekteringsfasen. Det var også et mål om å samle erfaringer og kompetanse rundt disse valgene, for framtidige skoleprosjekt.

Førsteetasjen og flerbrukshallen er kledd i gneis, mens klasseromsfløyene over er kledd i accoya. Disse fasadematerialene sørger for at skolebygget står i stil med bebyggelsen og naturen rundt.

4.5. Framsenteret

Tabell 8. Framsenteret

Framsenteret	
Størrelse	Nybygg 7475 m ² (BRA), fordelt på 230 arbeidsplasser
Prosjektfase	Forprosjekt ferdig i 2012. Statsbygg avventer vedtak om finansiering. Oppstart og ferdigstillelse ikke fastsatt.
Entrepriseform	Totalentreprise med samspill
Byggherre	Statsbygg
Arkitekt	pka Arkitekter

FRAM – Nordområdesenter for klima- og miljøforskning driver tverrfaglig forskning innen naturvitenskap, teknologi og samfunnsvitenskap. Dagens bygg er på 14 800 m² og består av rundt 500 forskere fra 20 institusjoner. Etter økende arealbehov har Miljøverndepartementet gitt Statsbygg i oppdrag å utarbeide et forprosjekt for utvidelse av bygget, med en hensikt om å samlokalisere institusjonene.

Utvidelsen av eksisterende bygningsmasse skal romme flere institusjoner og ansatte, i form av kontor- og møteromsfunksjoner og til dels avanserte laboratoriefunksjoner. Omorganiseringen medfører også nødvendig ombygging av eksisterende lokaler

Ny bebyggelse skal følge eksisterende struktur og er plassert parallelt med eksisterende bygg på sørsiden. Prosjektet omfatter også parkarealer på nordsiden for å skape et sammenhengende byrom på tvers av Strandvegen. I tillegg er det gjort noen grep for å forbedre klimaet i området, blant annet tiltak for å redusere den kraftige nord- sydgående vinden i området.



Figur 16. Framsentret. Kilde: Statsbygg

Prosjektet har ambisiøse målsetninger med hensyn til miljø. Det er stilt strenge krav og mål i forhold til årlig energiforbruk, klimagassutslipp og riktig material- og produktvalg. Utvidelsen skal tilfredsstillende passivhusnivå og er innviet som pilotprosjekt for Framtidens bygg.

Prosjektet benytter aktivt LCC- analyser og BIM under prosjektutviklingen og prosjekteringen. Disse metodene fungerer som beslutningsunderlag for valg av løsninger og materialer, og skal sørge for at prosjektet bringes framover med riktig kvalitet i arbeidet. Videre er det en målsetting for piloten at erfaringer og kunnskap fra disse metodene skal bli tilgjengeliggjort for fremtidige prosjekter.

Fasadekledning for bygget er kebony i tillegg til glasspartier.

4.6. Campus Evenstad

Tabell 9. Campus Evenstad

Campus Evenstad	
Størrelse	1250 m ² (BTA), oppføres over to etasjer
Prosjektfase	Inne i forprosjektfase. Fasen avsluttes med innlevering av omforent forprosjekt med målsum i mars 2015.
Entrepriseform	Totalentreprise med samspill
Byggherre	Statsbygg
Arkitekt	Ola Roald Arkitektur

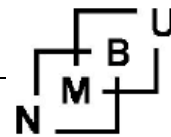
HiH Campus Evenstad er tilknyttet høgskolens avdeling for anvendt økologi og landbruk.

Søknaden til campusen har i de siste årene hatt en betydelig vekst i form av studenter og ansatte. Veksten er i tråd med de føringer som er lagt i HiHs vekststrategi i forhold til hva som må til for å opprettholde levedyktige campus over tid. Skolens økende arealbehov har initiert oppføring av et nybygg i Statsbyggs regi. Bygget skal huse kontor, administrasjon og en del undervisning.

Prosjektet er - via initiativ fra bruker - blitt kontaktet av "Tredriveren i Hedmark", som er en fylkeskommunal organisasjon som i samarbeid med Innovasjon Norge skal fremme utviklingen av bruk av trevirke som byggemateriale i Hedmark fylke.



Figur 17. Campus Evenstad. Kilde: Ola Roald Arkitektur



I 2012 leverte "Tredriveren" en mulighetsstudie inneholdende skisser til et bygningsmessig konsept.

Prosjektet er definert som et pilotprosjekt for Statsbygg når det gjelder energioptimalisering og bruk av massivtre som konstruksjonsmateriale. Man ønsker i størst mulig grad å utnytte massivtreets egenskaper med hensyn til fornybarhet, varmemagasiner og positive effekter på inn klima og arbeidsmiljø. Prosjektet vil kunne utvikle nye, miljø- og kostnadseffektive løsninger, samt være en pådriver for å fremme bruk av lokalt produserte massivtreelementer i Norge.

Det ble besluttet på oppstartseminaret på Evenstad i august 2014 å søke om å oppnå ZEB-COM. Bygget og tomta skal produsere fornybar energi som skal kompensere for klimagassutslipp fra konstruksjonsprosessen, drift og materialer. Et slikt bygg er ikke bygget i Norge ennå. Derfor blir Evenstad et spennende pilotprosjekt hvor Statsbygg viser hvordan framtidens nullutslippsbygg kan utformes.

4.7. Fernanda Nissens skole

Tabell 10. Fernanda Nissens skole

Fernanda Nissens skole	
Størrelse	9750 m ² (BTA), fordelt på 840 elever
Prosjektfase	Byggefase. Skal ferdigstille til skolestart 2016.
Entrepriseform	Totalentreprise
Byggherre	Undervisningsbygg Oslo KF
Arkitekt	Planforum Arkitekter AS

Fernanda Nissen skole ligger i Sagene bydel. Skolen skal ferdigstilles i 2016 og ha plass til 840 elever. Tomten ligger på Sandakerveien 102, med ca 200 meter fra Nydalen t-banestasjon. Skolen vil ha mye av sitt inntaksområde i Nordre Aker. Tomten er skilt ut av den gamle Prior tomten hvor den andre delen vil bli benyttet til boligformål. Det er iverksatt utarbeidelse av ny reguleringsplan for tomta med inntilliggende infrastruktur. Ut fra et ønske om å skjerme skolens

uteoppholdsarealer og bakenforliggende boliger for trafikk, er bygningskroppen utformet som en L som vender utsiden mot veiene, og samtidig åpner seg mot sør-vest mot skolegården. Skolen vil ha egne arealer med kunst og håndverk, dans og musikk, samt egen gymsal med garderober på bakkenivå.



Figur 18. Fernanda Nissen skole. Kilde: Planforum Arkitekter

Prosjektet har energimål passivhusstandard, med bedre klimaregnskap enn referanseprosjekt (=Bjørnsletta). FKOK 2012 legges til grunn for å oppnå ønsket kvalitet.

Bygget føres opp med prefabrikkert bæresystem av stål og hulldekker. Fundamentert på pæler. Fasaden består hovedsakelig av tegl, med større innslag av glass på bakkenivå.

4.8. Folkehelseinstituttet

Tabell 11. Folkehelseinstituttet

Folkehelseinstituttet	
Størrelse	Nybygg ca. 40 500 m ² , totalt ca. 49 700 m ² .
Prosjektfase	Ferdig forprosjekt. Forventet byggeperiode 2019-2024.
Entrepriseform	Byggherrestyrt
Byggherre	Statsbygg
Arkitekt	Ratio Arkitekter AS

Helse- og omsorgsdepartementet har gitt statsbygg i oppdrag å prosjektere rehabilitering, riving og nybygg ved Nasjonalt Folkehelseinstitutt ved Lindern i Oslo.

Tre av byggene på tomten skal rives og erstattes med nytt kontor- og laboratoriebygg. Tre bygg skal rehabiliteres på grunn av vernestatus. Eksisterende bygg på cirka 7000 m² er vernet og 2000 m² skal bygges om og renoveres. Det er planlagt nytt laboratorie- og kontorbygg på cirka 40 500 m².



Figur 19. Folkehelseinstituttet. Kilde: Ratio Arkitekter

Prosjektet har som målsetning at byggene skal være i forkant med hensyn til energi og miljø ved ferdigstillelse. For å nå de ambisiøse miljømålene har prosjekteringsgruppa og statsbygg utarbeidet en strategi for designprosessen med fokus på miljø og tverrfaglighet.

Det er prosjektert mot et helhetlig miljødesign, som innebærer at energi og klimagassutslipp blir vurdert samlet. Dermed vil de foretrukne energiløsningene optimaliseres mot lavt klimagassutslipp, lav CO₂ – belastning og høy energireduksjon. Et tiltak for å redusere energibehovet er integrerte solceller i fasaden(ca 3600 m²), ellers er bygningen kledd i fiberbetong og brent trevirke.

Prosjektet har plusshus som miljøstandard. I 2013 ble det tatt med i FutureBuilt.

5. RESULTATER

I dette kapittelet blir det gitt et sammendrag for å gjenspeile det som kommer fram i intervjuene. I tillegg er det gjengitt sitater som underbygger funnene og figurer som forklarer resultater.

Sammendraget av resultatene er delt inn i følgende temaer;

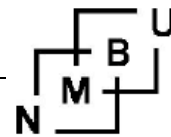
- Om informanten og organisasjonen
- Overordnede føringer og målsetninger
- Forhold til yttervegg
- Faktorer ved valg av fasadekledninger
- Aktørens innflytelse på valg av fasadekledninger
- Erfaring og kompetanse
- Entrepriseform
- Valg av fasadematerialer i plan- og prosjekteringsfasen

5.1. Om informanten og organisasjonen

Samtlige av informantene hadde høyere utdanning, enten som sivilingeniør eller sivilarkitekt. På byggherresiden var det to av prosjektlederne, PL2 og PL3, som hadde arkitektutdannelse, mens resten var utdannet sivilingeniører. Hos arkitektkontorene var alle utdannet sivilarkitekter eller master i arkitektur. Størsteparten av informantene med ingeniørbakgrunn kunne vise til forskjellig erfaring og bakgrunn, deriblant som rådgivende ingeniør, entreprenør, byggherre og eiendomsutvikling både i privat- og offentlig virksomhet. På arkitektsiden hadde informantene hovedsakelig erfaring fra arkitektur, byplanlegging og urbanisme. ARK6 kunne i tillegg vise til tømmerbakgrunn.

Prosjektlederne viste til erfaring fra planlegging og prosjektering av skole- og utdanningsbygg, kontorbygg, helse- og omsorgsbygg og kulturbygg. Det samme gjaldt for arkitektkontorene, hvor mindre byggeprosjekter i form av boliger og hytter også ble nevnt.

Alle informantene hadde mer enn 15 års erfaring, og helt opptil 35 års erfaring. Et unntak var prosjekt 5. der en av arkitektene på intervjuet hadde 4 års erfaring.



Det var stor variasjon i hvor lenge informantene hadde jobbet i sin nåværende organisasjon - mellom 4 og 21 år.

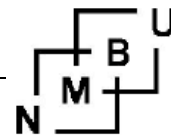
5.2. Overordnede føringer og målsetninger

Her presenteres hvilke overordnede føringer som direkte eller indirekte kunne ha innvirkning på valg av fasadekledning. Videre er virkemidler og prosedyrer byggherre har benyttet for å oppnå ønsket kvalitet presentert, med fordelene og ulempene dette medfører.

Tabell 12. Oversikt over overordnede føringer og når i prosjektet de kom inn

Prosjektnr	Skisseprosjekt	Forprosjekt	Detaljprosjekt	Byggefase
1.	Passivhus			Plusshus
2.	Passivhus	Framtidens bygg		
3.	ZEB-COM. Mest mulig bruk av massivtre			
4.	Plusshus. Skal overgå myndighetenes krav ved ferdigstilling.	FutureBuilt		
5.	Pilotprosjekt (solceller). Nesten nullenergibygg		Venter på svar for FutureBuilt	
6.	Passivhus	FutureBuilt		
7.	Passivhus			

De prosjektene vi undersøkte hadde overordnede føringer som påvirket miljøfokus i prosjektene og dermed vurderingskriterier for valg av fasadekledning. De prosjektene som ble med i særskilte satsninger ble med i ordningen underveis i prosjektet. Dette medførte også at miljøfokus ble endret. Endring av miljøfokus underveis i prosjektene førte til at tidligere valg måtte



gjennom nye vurderingskriterier og runder med dokumentasjon.

Informantene mente det var viktig å ta disse vurderingene og beslutningene tidlig i prosessen.

“Det er viktig å ta disse beslutningene tidlig. Man kan alltid endre et prosjekt men jo lenger man venter jo dyrere blir det” (PL2).

“Prosjektet ble gradvis et FutureBuilt prosjekt, som gjorde at det ble et helt annen miljøfokus. Da ble alt kvalitetssikret. Fasadekledning ble byttet” (PL6).

“Det kan skje endringer på prosjektet fordi det kan hende prosjektet blir tatt opp i FutureBuilt” (PL5).

“Prosjektet gikk fra passivhusstandard til plusshusstandard under byggefasen” (PL1).

“I tidligfase ble det besluttet at det skulle være en ambisjon om halvering av klimagassutslipp. Det påvirker fasadevalg” (PL2).

Prosjektene som ble med i særskilte satsninger, som for eksempel FutureBuilt og Framtidens bygg, måtte tilfredsstillе programmenes krav og målsetninger.

“I FutureBuilt er det ikke bare arkitektoniske faktorer som teller, man må velge materialer som miljømessig er gode” (ARK6).

“Prosjektet er en pilot i Framtidens bygg, noe som medførte spørsmål, dialog og oppfølging om valg av materialer der. Hvor også det med fasade er avgjørende for om bygget vil se ut som et miljøbygg” (PL2).

Ved spørsmål om hvilke virkemidler byggherre bruker for å oppnå ønsket resultat gikk det igjen at Undervisningsbygg sin kravspesifikasjon(FKOK) la føringer. Statsbygg sin prosjektmodell med tilhørende faser og kvalitetssystemer ble også nevnt. Informantene mente at fordelene ved disse virkemidlene var at prosessen ble oversiktlig for alle aktørene, og at det var viktig med et system som sørget for gode beslutninger.

“Alle fasene har et sett med prosedyrer knyttet til seg for å sikre at man har utviklet prosjektet i tråd med oppdragsgivers intensjoner” (PL2).

“Undervisningsbygg sin kravspesifikasjon inneholder verdifull informasjon. Man slipper å gjenta feil. Den setter noen begrensninger, men Undervisningsbygg har gode grunner for hvorfor de gjør det” (ARK7).

“Det er viktig å tilfredsstillere kravspesifikasjonen som har helt klare krav til tegl, i forhold til brennverdi, kvalitet osv” (PL5).

“Undervisningsbygg har krav som gjelder fjerning av tagging, accoyaen måtte derfor få taggebeskyttelse” (PL6).

“Man geleides gjennom ganske velbegrunnede beslutningsprosesser” (PL2).

“Det er fornuftig å ha et system (faser)” (PL4).

“Det blir en sjekkliste” (ARK5).

“Man trenger en del anvisninger og prosedyrer for å få det man krever” (PL3).

Ulempene ved disse virkemidlene var at det kunne være et omfattende system. Kvalitetssikringen kunne ta lang tid, noe som gjorde at prosjektene tok lengre tid.

“Lang prosess. Du må ha et stortingsvedtak for å gå videre. Det er en svakhet” (PL4).

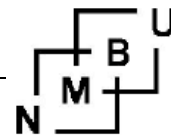
“Byggherre har et system som er omfattende, men det er fint å ha et system” (ARK6).

5.3. Forhold til yttervegg

I dette avsnittet er resultatene fra spørsmålene om yttervegg og fasadekledning presentert.

For prosjektene vi undersøkte er det hovedsakelig benyttet bæresystem av betong og stål med yttervegger av bindingsverk av tre med en fasadekledning utenpå. Unntaket var prosjekt 3. der det ble brukt sandwichelementer av massivtre. Det vil videre ikke gås inn på dimensjoner og detaljer for ytterveggkonstruksjonene, med unntak av prosjekt 3.

Fokuset vil heller settes på hvilke fasadekledninger som er benyttet i prosjektene. I tillegg vil de ulike fasadekledningenes fordeler og ulemper belyses.



Fasadekledningene for prosjektene er hovedsakelig av tegl, trekledning, fiberbetong og solceller, med innslag og partier av glass, stein og metallplater, som det i mindre grad vil gås inn på i resultatene.

Yttervegg

6 av 7 prosjekter er prosjektert med yttervegger i bindingsverk av tre. *“Den rimeligste måten å bygge en yttervegg på er når du har dekker og en stålkonstruksjon, så forblender du åpningene med treverk og legger en kledning utenpå”* (PL6).

Noen av informantene nevnte videre at vurderinger rundt veggtykkelser er viktig når man bygger i passivhus- standard, ettersom man øker veggtykkelsen betraktelig ved å øke isolasjonstykkelsen, i tillegg til at energieffektive bygg krever bruk av mer materialer som vil påvirke klimagassregnskapet negativt.

“Passivhus er veldig førende for tykkelsen, dette vil påvirke brutto/netto-faktor” (ARK7).

“Vi måtte se på muligheter for bedre isolasjonsmaterialer slik at veggtykkelsen igjen kan reduseres. Vi så også på løsninger for å redusere materialbruk” (PL2).

Ved valg av yttervegg er det tekniske krav som må tilfredsstilles.

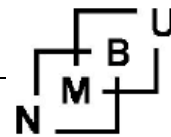
“Vi tar utgangspunkt i byggforskserien, der det blant annet er krav om totrinnstetting og dagslys” (PL4).

På spørsmålet om ytterveggen påvirket valget av fasadekledning, svarte majoriteten av informanter at yttervegg og fasadekledning er to konstruksjoner uavhengige av hverandre.

“Det er som regel samme veggkonstruksjon bak forskjellige fasadekledninger uansett” (ARK2).

“Det er en standard måte å gjøre det på” (ARK7).

To arkitekter nevnte videre at det mer er fasadekledningen som påvirker valget av veggkonstruksjonen. *“Vi valgte fasadematerialet først, deretter*



veggkonstruksjon” (ARK5, ARK6). Ifølge (PL4) er det vanskelig å si hva som bestemmes først av veggkonstruksjon og fasade.

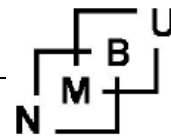
Unntaket når det gjelder forholdet mellom yttervegger og fasader er prosjekt 3, der det er prosjektert en bærende, kompakt sandwichkonstruksjon av massivtre. Noe som betyr at *“veggkonstruksjon og fasade er det samme”* (PL3).

Konstruksjonen er veldig enkel og består av få komponenter (innenfra og ut); 80mm massivtre, 310mm hulrom med trefiberisolasjon og 60mm massivtre (furu eller gran; ikke bestemt). Løsningen begrunnes med følgende *“hvor enkelt kan vi bygge? Konstruksjonen er en reaksjon i forhold til det med passivhus, hvor man er veldig fokusert på tette vegger. Er det mulig å bygge enklere og fortsatt bygge riktig?”* (ARK3). Konstruksjonen følger ikke prinsippet om totrinnstetting og det vurderes om man skal bruke dampsperre eller ikke.

Fasadekledninger

Fire av prosjektene er prosjektert med trekledninger av forskjellige tref typer. To av prosjektene er prosjektert med teglkledninger, begge skolebygg. Det siste prosjektet har en fasadekledning av fiberbetong.

Videre blir bare hovedkledningen undersøkt for. I tillegg til solcellefasadene, da disse var veldig viktige for prosjektene som hadde det, og dermed ble vurdert meget grundig.



Tabell 13. Oversikt over prosjekt og type fasadekledning.

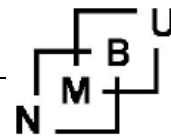
	Fasadekledning	Annet
Prosjekt 1.	Ubehandlet malmfuru	Partier med aluminiumsplater. Integrerte solceller på taket.
Prosjekt 2.	Kebony	Partier med glass.
Prosjekt 3.	Massivtre (furu eller gran; ikke bestemt)	
Prosjekt 4.	Fiberbetong	Integrerte solceller(ca 3600 kvm). Partier med brent trevirke.
Prosjekt 5.	Teglkledning	Integrerte solceller(ca 1000 kvm). Partier med påhengt glassfasade. Flerbrukshall med translucent vegg(med aerogel isolasjon).
Prosjekt 6.	Accoya	Kjelleretasje i naturstein(gneiss).
Prosjekt 7.	Teglkledning	Førsteetasje med glass

Tegl

Tabell 14. fordeler og ulemper ved tegl

Fordeler	Ulemper
Vedlikeholdsfritt	Investeringskostnad
Lave driftskostnader	CO2- avtrykk
Lang levetid	
Robust i forhold til hærverk	

Totalt sett var det enighet om at tegl er et robust og vedlikeholdsfritt materiale. Begge prosjektene i tegl er skolebygg, der det er stilt krav om å ta hensyn til hærverk (tagging, brann). Når det gjelder dette er tegl godt egnet. Informantene ga uttrykk for at tegl kommer bedre ut ved lengre levetid, til tross for høyt CO2-



avtrykk. Selv om tegl har en høy pris vil LCC- beregninger kunne forsvare bruk av materialet.

“Jeg ville også valgt tegl i privat sammenheng. Man skal lete lenge etter et like godt materiale, i forhold til holdbarhet og vedlikehold” (PL7).

“Tegl kom ikke billigst ut, men er vedlikeholdsritt og kommer godt ut. Også er det veldig robust” (ARK5).

“Det negative med tegl, er høyt CO₂- avtrykk, men det kommer an på antatt levetid og beregningsmetode. Tegl er fint i forhold til taggebehandling” (PL5).

Trekledning (accoya, kebony og malmfuru)

Tabell 15. Fordeler og ulemper ved trekledning.

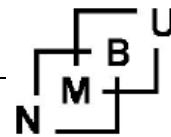
Fordeler	Ulemper
Estetikk	Investeringskostnad
Lavt klimagassutslipp(CO ₂)	Usikkerhet rundt patinering
Lite vedlikehold ifølge produsent	Usikkerhet rundt levetid/vedlikehold

Trekledninger ble tilegnet veldig gode estetiske og visuelle egenskaper av informantene. Spesielt arkitektene påpekte dette med at det er et naturlig materiale, som ser fint ut på avstand og føles godt å være inntil. Tre ble beskrevet som et materiale med lavt CO₂- avtrykk, men dette kan påvirkes av for eksempel transport. Det var noe usikkerhet rundt bruk og vedlikehold av tre, men da beskrev informantene at garanti kan legges til grunn for bruk av tre. Patinering ble også nevnt som et usikkerhetsmoment.

“Tre er et vennlig materiale. Fint å være inntil, fint å ta på, fint å se på og gir en god følelse. Et naturlig materiale” (ARK6).

“En god kvalitet ved trematerialer er lavt CO₂- avtrykk” (ARK2).

“Man får rimeligere fasadematerialer som sikkert får lavere LCC- kostnader. I tillegg er det usikkerhet rundt bruk av tre med tanke på vedlikehold.” (PL2).



“Det positivt med kebony er at det skal være lite vedlikehold hvis man skal tro leverandør” (PL2).

“Det er egentlig ikke “lov” å bruke trekledninger på skolebygg. Skal ha mer bestandige materialer, med tanke på vedlikeholdsintervaller. Det å finne et tremateriale som står uten hyppig vedlikehold har vært et tema. Da kom accoya inn. Finnes flere typer som for eksempel kebony og kjerneved. Alle de blir grå hvis de står ubehandlet. Vi ønsket ikke et grått bygg. Accoya garanterer 50 år uten vesentlig vedlikehold ... vi vet ikke enda om det holder, men vi er prisgitt produsentens garanti. Hvis garantien holder er det et godt produkt”. (ARK6)

“Vi er urolige for patinering av malmfuru, ettersom prosjektet er plassert ved et vanskelig kystklima” (ARK2).

Massivtre

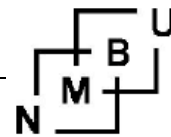
Tabell 16. Fordeler og ulemper ved massivtre

Fordeler	Ulemper
Lavt klimagassutslipp(CO2)	Kostnad
Estetikk	Få produsenter i Norge
Innemiljø	Usikkerhet rundt vedlikehold
Enkel og kompakt konstruksjon	

Solceller

Tabell 17. Fordeler og ulemper ved solceller.

Fordeler	Ulemper
Redusere energibehov	Usikkerhet rundt utseende og utforming
Image, effekt og ringvirkning	
Ny kunnskap og erfaring fra bruk av solceller	



“Solcellene er en smart og innovativ løsning, som kan redusere bygningens energibehov” (PL4).

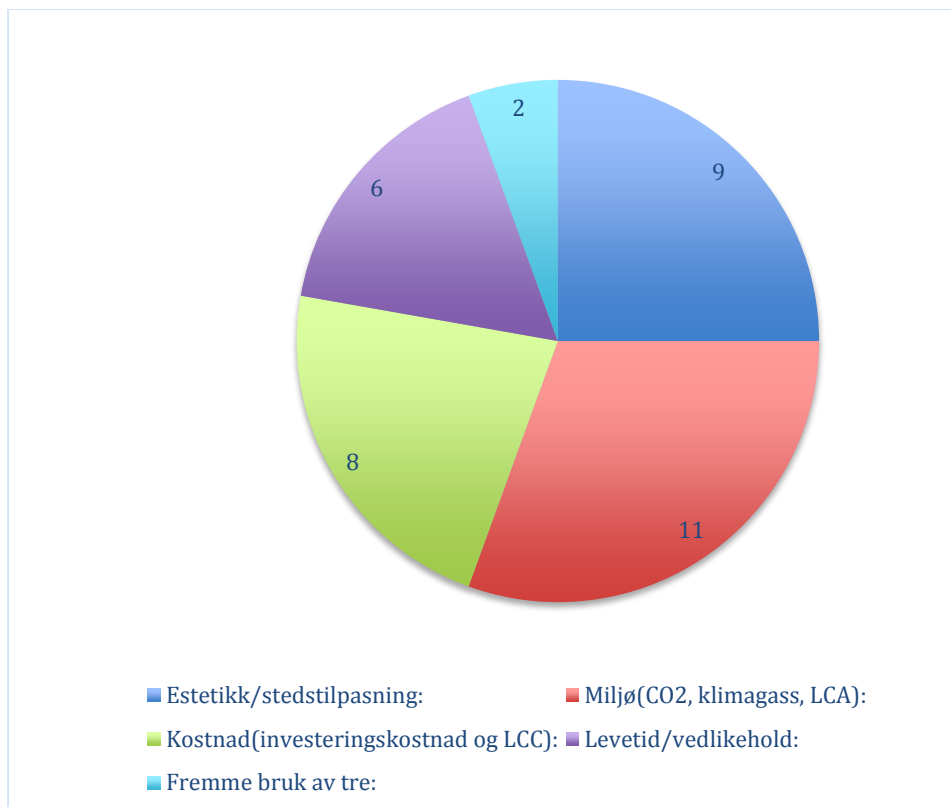
“Solcellene er valgt på grunn av image, effekt og ringvirkning. Det har en oppdragende effekt. Undervisningsbygg er opptatt av å gå foran som et godt eksempel ... Kan bli en utfordring med 1000 m² solceller. Det kommer i gitte platestørrelser som per dags dato ikke er kjent. Fasaden må derfor muligens tegnes om. Vi tar en sjanse på utseende, men det blir spennende uansett!” (ARK5).

“Solcellene er et resultat av at miljørådgiver ville nærme seg de nye byggeforskriftene, og ønsket å ha noen prosjekter de kan lære av. Enova ga også midler og da ble det endelig valgt” (PL5).

5.4. Faktorer ved valg av fasadekledning

Her har forfatterne tatt ut de tre faktorene som vi mener informantene ga mest uttrykk for å vektlegge. Da det er gjort 12 intervjuer, vil det si at det ble registrert 36 svar. Det må påpekes at det var to arkitekter som ikke var tilgjengelig for intervju, derfor vil det presenteres flere svar fra prosjektledere(7) enn arkitekter(5).

Noen av faktorene er slått sammen, for å skape et mer oversiktlig resultat. Et eksempel på dette er når informanten svarte “CO₂- avtrykk”; dette vil i resultatene telle som miljø. Estetikk er slått sammen med stedstilpasning. På samme måte er levetid slått sammen med vedlikehold. Beskrivelse av faktorene og hva de innebærer står ved siden av figurene som blir presentert.



Figur 20. Oversikt over de faktorene aktørene vektla ved valg av fasadekledning. Samlet for prosjektledere og arkitekter.

Da informantene ble spurt om hvilke faktorer som var førende for valg av fasadekledning ble disse faktorene nevnt oftest; miljø(11), estetikk/stedstilpasning(9), kostnad(8) og levetid/vedlikehold(6).

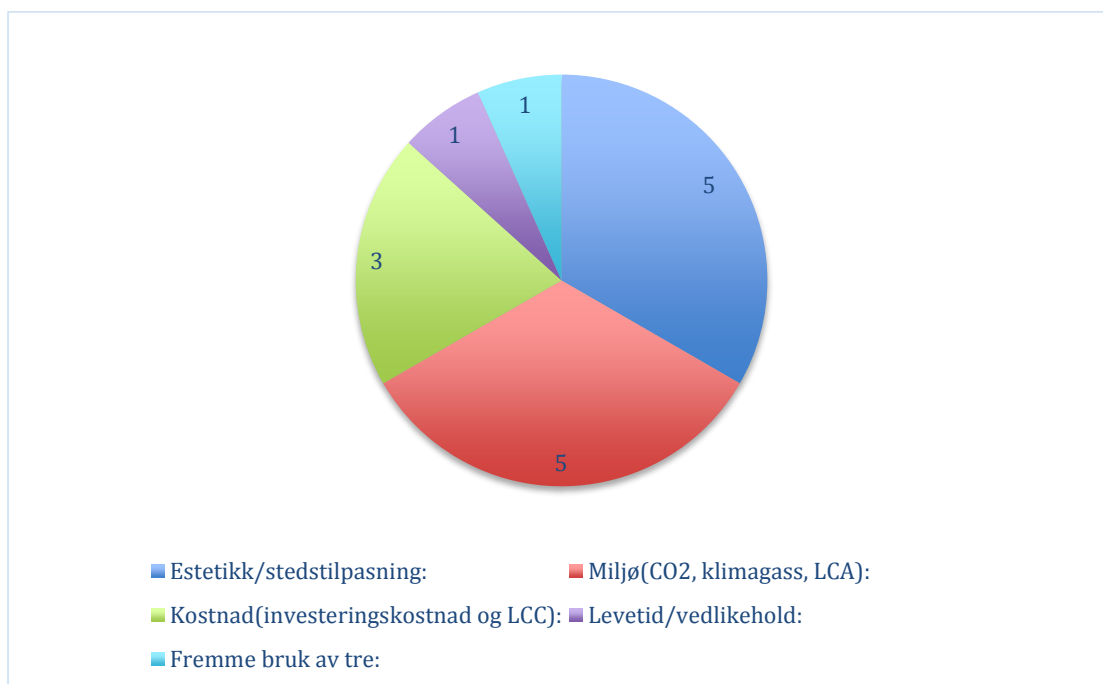
Det er visse begrensninger i denne figuren, som (ARK6) påpekte. *“Det er en totalvurdering. Slipper man vedlikehold? Får vi til dette med brann? Får vi et uttrykk som er bra? Detaljering, kostnader og montering er også viktig. Det er alle disse faktorene og ofte blir det en blanding av kjønn og fakta. Det går sikkert an å lage et regneark hvor man setter opp alle faktorene, men det er vanskelig å si hva som skal telle mest. Er det riktig vektning med prosentsetser?”* (ARK6).

PL2 utdyper videre problemer i forhold til å basere valget på én faktor. Sitatet omhandler tegl i forhold til klimagassregnskap.no. *“Vi tok en ekstra runde for tegl med lengre levetid enn 60 år. Konklusjonen var at det må en helhetsvurdering til for å utelukke tegl. Beslutningen må være myntet på flere vurderinger. Kan ikke si nei ene og alene på grunn av klimagassberegninger. Det var en lærdom i hvordan*

man skal bruke et slikt beregningsverktøy” (PL2). Prosjektet endte allikevel opp med trekledning.

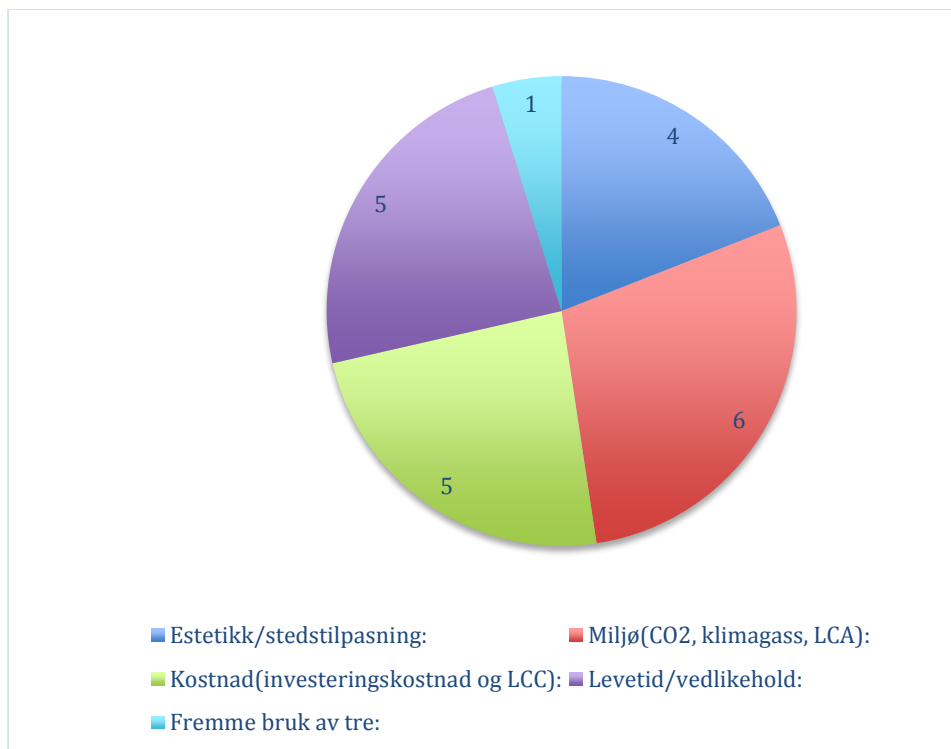
En annen prosjektleder som påpekte viktigheten av en helhetsvurdering var (PL6). *“Vi satt opp alle type materialer, som steni-plater, sementplater, teglstein, vanlig furu, pusset kunstplater og alle vanligste fasadekledninger og beregnet kostnad, CO2, vedlikehold og estetikk i en samlet vurdering. Tegl er altfor dårlig med tanke på CO2. Stod igjen med steniplater, malt furu, og accoya” (PL6).*

Prosjektet endte opp med accoya.



Figur 21. Oversikt over de faktorene arkitektene vektla ved valg av fasadekledning.

Figur 21 viser at arkitekter vektlegger spesielt estetikk/stedstilpasning og miljø, ettersom 5 av 5 arkitekter svarte at disse faktorene var førende.



Figur 22. Oversikt over de faktorene prosjektlederne vektla ved valg av fasadekledning.

Figur 22 viser at prosjektlederne ga flere varierte svar. Igjen er det miljø som fikk flest svar, 6 av 7 prosjektledere har svart dette. Hovedforskjellen, i forhold til arkitektene, er at kostnad og vedlikehold blir nevnt oftere. Hovedsakelig på bekostning av estetikk og stedstilpasning.

Om miljø

LCA

Informantene ga få svar i forhold til LCA- analyser, men var mer bevisste om klimagassregnskapet. Det som er presentert videre i forhold til LCA- analyser er hentet hovedsakelig fra dokumentstudie.

For prosjekt 3 ble livsløpvurderinger brukt for å beregne miljøpåvirkninger fra alternative konsepter for veggoppbygging. Disse analysene ble brukt som beslutningsstøtte i prosjektet, for å vurdere hvilke løsninger for veggoppbygging som gir det laveste klimagassutslippet over analyseperioden (60år). Resultatene i LCA- analysen ble senere brukt som inndata til klimagassregnskapet.

Analyseverktøyet for LCA- analysen var SimaPro, koblet med miljødatabasen Ecoinvent.

EPD

Det var stor variasjon i antall EPDer fra de ulike prosjektene. Det ble ikke gitt konkrete svar om EPD var en avgjørende faktor for valg av fasadekledning.

Unntaket var for prosjekt 3 der alle produktene hadde EPD.

“Vi har EPD på alle produkter” (PL3).

“Hadde dette vært et BREEAM prosjekt måtte man levert EPD på alt. Her ble det ikke levert EPD på alt” (ARK6) om at gneiss ikke har EPD.

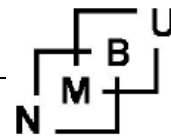
“Det er ikke gjort noen EPD- vurderinger på dette prosjektet. Det er ikke så vanlig å hente inn EPDer på prosjekter som har en vanlig miljøprofil. Valget ble tatt mer på ønsket kvalitet og estetikk” (PL5). Det må bemerkes at prosjektet kan bli en del av FutureBuilt, i så fall vil det kreve en ny runde med vurderinger av EPD og CO₂-avtrykk.

“Statsbygg har miljøoppfølgingsplan som sier 20 EPD. Hvis man har EPD på 2 produkter skal man velge det beste” (PL4)

Klimagassregnskap

Det var stor variasjon på hvordan hensyn til klimagassregnskap og CO₂- avtrykk påvirket valg av fasadekledninger. Alle prosjektene har utført beregninger ved hjelp av verktøyet klimagassregnskap.no. Variasjonen lå i om beregningene ble brukt kun som dokumentasjon eller til alternativsvurderinger.

Krav om lavt klimagassutslipp ble oftest nevnt der trekledning var prosjektert. *“Kravet var at vi skal ha et lavt klimagassutslipp” (PL3).* For prosjekt 2 var dette veldig tydelig da tegl ble valgt bort til fordel for trekledning av kebony, *“det som er en begrensning i forhold til materialvalg i fasade er at tegl kommer ut dårlig på klimagassberegninger. Det ble derfor besluttet at vi skulle gå videre med tre” (PL2),* det ble videre forklart at dette også skyldtes begrensninger i beregningsverktøyer som ikke kan gi en helhetlig vurdering av et materiale. I sammenheng med dette sa (ARK5) *“med LCC- vurderinger vil tegl komme bedre ut”.*



Prosjekter som var med i FutureBuilt, Framtidens bygg og ZEB-COM var de som var mest bundet til krav og føringer fra disse programmene i forhold til klimagassregnskap.

“Klimagassutslippet skal reduseres med 50% av dagens standard (TEK10)” (PL2). Utslippet innebærer forbruk av energi i driftsperioden, transport i driftsperioden og materialbruk ved bygging. Dette var felles for alle prosjekter som var med i forbildeprogrammer, henholdsvis prosjekt 2, 3, 4 og 6, som hovedsakelig benyttet seg av forskjellige trekledninger. Dette la klare føringer for vurdering av alternativene, det er tidligere påpekt at for eksempel tegl blir forkastet dersom CO₂-avtrykket er viktig.

Informanter med i prosjekter med noe lavere mål i forhold til klimagassregnskap har påpekt at andre faktorer har blitt vektlagt mer.

“CO₂ har ikke vært avgjørende for valg av fasadematerialet. Det har vært et CO₂ regnskap, men kun som dokumentasjon ... beregnet levetid har vært viktigere enn CO₂ regnskap”. (PL5)

“Vi har satt opp et klimagassregnskap basert på EPD. Har ikke vært stort fokus på det, ettersom man bare har lagt inn EPD og ikke sammenlignet med andre alternativer. Mer opptatt av totalsummen i klimagassregnskapet enn hver enkelt bygningsdel” (PL7) om prosjektets vurdering av klimagassregnskap.

Om kostnader (LCC og investeringskostnad)

Offentlige byggherrer er pålagt å vurdere LCC-beregninger, noe som også ble nevnt av informantene. *“LCC er veldig retningsgivende” (ARK5).*

LCC-beregninger var med å påvirke prosjektene på forskjellige måter. Alle prosjektene brukte LCCweb.no som beregningsverktøy. Disse ble oftest gjort av byggherren selv (miljørådgiver og prosjektleder), i noen tilfeller ble de også gjort av entreprenør. Selv om alle prosjektene var pålagt å vurdere LCC, var det ikke alltid den ble avgjørende for valg av fasadekledning. Noen eksempler på ulik vurdering av LCC-bruk er gitt nedenfor.

(PL7) mente at LCC ikke var avgjørende for valg av fasadekledning, ettersom reguleringsplanen la en klar føring for bruk av tegl. Han mente derfor at alternativsvurderinger ble overflødig. *“LCC sier bare noe om årskostnader. Dette prosjektet var styrt av en streng reguleringsplan, derfor var det lite aktuelt å sammenligne materialer. Dersom man må sammenligne materialer er LCC mer nødvendig”* (PL7)

For prosjekt 5, ble det bare gjort grundige LCC-beregninger for solcellefasaden, selv om størstedelen av bygget er prosjektert i tegl. Prosjektlederen for prosjektet (PL5) ga uttrykk for at LCC- vurderinger gjøres på et overordnet nivå, og ikke alltid på produktnivå. Selv om dette er noe det jobbes mer med. *“Det jobbes med å gå mer ned på produktnivå. Ettersom et overordnet regnskap ikke sier noe om selve produktet”* (PL5)

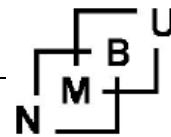
For prosjekt 6 ble det gjort et grundig LCC arbeid av entreprenør. *“LCC ble gjort av veidekke, der gjorde veidekke et grundig arbeid. Byggherre og arkitekt hadde valgt fasadematerialet først, så dokumentert og kvalitetssikret i gjennomføringsfasen”* (PL6)

Også for prosjekt 3 var LCC veldig førende for valg av fasadekledning, da den var komplementerende til LCA- vurderingene. Det ble gjort alternativsvurderinger av livsløpskostnader for veggoppbyggings- konseptene som ble vurdert i LCA- analysen. Målet med dette var å belyse de forskjellige økonomiske konsekvensene av hvilket alternativ som ble valgt for veggkonstruksjonen. Prosjektet endte opp med en massivtre konstruksjon, etter at forskjellige trekonstruksjoner ble vurdert, blant annet standard bindingsverk.

Det må legges til at investeringskostnad også er en viktig del av det totale kostnadsbildet. Noen av informantene påpekte investeringskostnad som en faktor. Men dette ble ikke diskutert grundig under intervjuene.

“Investeringskostnad kommer man ikke unna, både innkjøp og montering” (PL2).

For prosjekt 2 lå det en utfordring knyttet til en reduksjon av investeringskostnad. For å få kostnaden ned til ønsket nivå, ble det foreslått kostnadsbesparende tiltak som kan gjøres som en del av beslutningsprosessen



eller detaljeringsprosessen. I forprosjektdokumentet er det visst to mulige kostnadsbesparelser, dokumentert med LCC- alternativsvurderinger.

Om levetid og vedlikehold

Det kom tydelig frem i intervjuene at begge byggherrene har strenge krav i forhold til vedlikehold. *“Offentlige byggherrer er veldig fokusert på minst mulig vedlikehold”* (ARK2). *“Vi får ofte spørsmål om vedlikehold fra driftsavdelingen”* (PL2). *“Vedlikehold og levetid er veldig viktige krav”* (PL4). En av prosjektlederne med bakgrunn fra entreprenørsiden påpekte videre *“som entreprenør brukte vi mye tre- og puss-systemer fordi det ikke var vi som skulle vedlikeholde fasaden”* (PL7).

Det blir oftest beregnet en levetid på 60 år for fasadekledningene, hos Undervisningsbygg og Statsbygg. Det fantes prosjekter med unntak, for eksempel for accoya, kebony og fiberbetong som har 50 år. For disse ble garanti for vedlikehold viktig.

Vedlikeholdsbetraktninger var førende for valget av fasadekledninger, da informantene ga uttrykk for at offentlige byggherrer er veldig fokusert på minst mulig vedlikehold og driftskostnader. *“Filosofien til Undervisningsbygg er å bygge bygg som kan stå 60 år uten vedlikehold”* (PL5). *“Veldig ofte drifter statsbygg bygget, derfor er driftsavdelingen inne tidlig i prosjektet for å sikre at man ikke tar dumme valg med tanke på vedlikehold”* (PL2).

Det å veie investeringskostnader opp imot vedlikehold ble også påpekt. *“Hvis man må bruke en vanlig trekledning som må behandles etter 5 år hadde det vært uaktuelt”* (ARK6). *“Undervisningsbygg er veldig interessert i å diskutere bestandige materialer, robusthet og vedlikehold. De er ikke interessert i å bygge nybygg med billige materialer”* (ARK5). Disse svarene var spesielt fremtredende for prosjekter av Undervisningsbygg. *“Tidlig ble det diskutert stålplater og trekledning, deretter fikk vi innspill om miljø, vedlikehold og kostnad, og endte opp med tegl.”* (ARK5)

Informantene mente at det ble stilt spørsmål spesielt rundt valg av trekledninger i forhold til vedlikehold. *“Det er usikkerhet rundt bruk av tre med tanke på*

vedlikehold" (PL2). Videre for prosjekt 1, som ligger i hardt kystklima i Stord, ytret (PL1) bekymring for råte i treverket. Prosjekt 6 brukte lang tid på å kvalitetssikre accoya. *"dette er det største accoya prosjektet i Norge. Før man tar sånne valg må man være helt sikker"* (PL6). Prosjektet måtte i tillegg ha fravik fra kravspesifikasjonen i forhold til branndeteksjon, *"dette var ikke ønskelig, men det er satt opp branndetektorer på fasaden og søppelbøtter er flyttet vekk fra fasaden."* (PL6).

Om estetikk og stedstilpasning

Estetikk og stedstilpasning blir vurdert forskjellig fra prosjekt til prosjekt. For prosjektene vi undersøkte var det enighet om at det hadde en stor påvirkning for valg av fasadekledning. Da det gjennom blant annet reguleringsplaner ble stilt krav til høyder, plassering og utforming av bygg. For et prosjekt var reguleringsplan helt avgjørende for valg av fasadekledning.

"Kommunen var opptatt av fasaden, for eksempel hvor det er transparente flater og retninger på fasadematerialene" (PL2)

"Det var fokus fra kommunen om å ikke lage en monoton vegg mot offentlig transport" (ARK5).

For dette temaet var det hovedsakelig arkitekter som svarte utdypende. Prosjektledere med arkitektbakgrunn ga også en god forståelse av temaet. Det blir videre gjengitt noen generelle betraktninger rundt estetiske vurderinger av materialer og stedstilpasning.

"Gjenkjennbart og naturlig materiale. Gir det beste estetiske uttrykket og snakker med eksisterende bygg" (ARK2) om bruk av trekledning.

(ARK6) om stein og tre, *"hele tiden har vi jobbet med et prosjekt som ligger inn i terrenget. Skalert ned. Det ligger store arealer under terrenget. Uttrykksmessig har arkitekt lyst til å vise at det ligger i terrenget, derfor valgte vi stein i kjelleretasjen ... Som en kontrast til det og i forhold til naboskapet så er det det med tre byggene oppå. De ønsker vi at skal ha noe med det naboskapet, og uttrykksmessig er "lettere" enn steinen. Da er det unaturlig å bruke stein videre. Da kunne det f.eks. vært metallkledning, men i forhold til naboskapet ønsket arkitekt at det harmonerte*

med nabobygg. Det skal gi en intimitet, være vennlig, og være fint på avstand og tett på. Da er tre et fint materialet, som også har et varmt preg. Det er hovedintensjonen knyttet til de to hovedmaterialene.”

“Estetikk og stedstilpasning har vært en viktig forutsetning.” (PL3) om bruk av massivtre.

“Den historiske sammenhengen var viktig. Glass i førsteetasje, der det er fellesrom og spesialrom. Vi ville videreføre det med “verksteds tradisjoner” som var der før. Gi noe tilbake til gaten. Trappeamfi mot rundkjøring som binder inne og ute. Og for å få inn nok lys” (ARK7). Videre begrunnes prosjektets teglkledning med at prosjektet ligger i et gammelt industriområde.

“Solceller har et hard og skarpt uttrykk, og som kontrast til det valgte vi en myk lysegrå tegl. En utfordring å finne et materiale som spiller på lag med solcellene. Farge (gråtone) er viktig” (ARK5).

5.5. Aktørenes innflytelse på valg av fasadekledning

Her presenteres det hvilke aktører som har hatt innflytelse på valg av fasadekledning i de prosjektene som er undersøkt.

Aktørenes innflytelse avhenger av entreprisform. Her har vi delt opp svarene mellom de prosjektene som benyttet seg av totalentreprise og de prosjektene som benyttet seg av samspillsentreprise. Enkelte kommenterte også andre entreprisformer enn det de selv benyttet, og vi har tatt med det som er relevant.

Totalentreprise

Gjennom intervjuene kommer det frem at det er byggherre som har endelig beslutningsansvar, men i totalentreprisene var det en klar enighet om at det var arkitektene som hadde størst innflytelse på valg av fasade. Det er arkitekt som legger frem forslag og de har dermed størst innflytelse. Det var enighet om at byggherre kunne legge sterke føringer for valget, og sånn sett hadde betydelig innflytelse.

“Arkitekt har hatt størst innflytelse på valg av fasadematerialer. Men byggherre har veldig sterke føringer” (PL6).

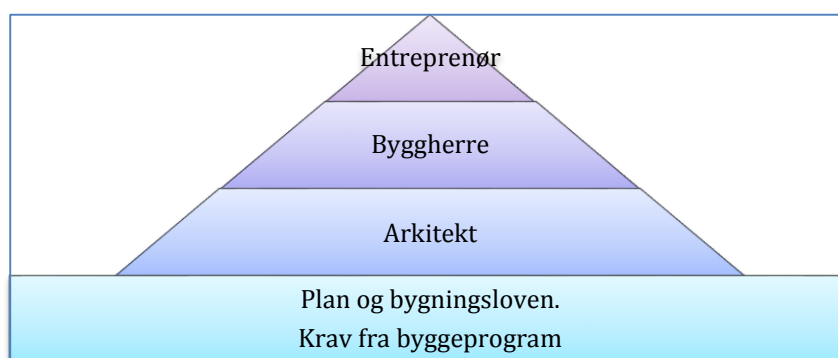
“Arkitekt sitt forslag. I detaljeringsprosessen kom entreprenør inn med gode erfaringer på detaljering og leggemåte, tekniske løsninger osv.” (ARK7).

Andre aktører som ble nevnte var plan og bygningsetaten. De kunne gjennom reguleringsplan legge føringer for fasadematerialer. Miljørådgiver var involvert i flere tilfeller der solceller ble benyttet. Det var enighet om at entreprenør hadde innflytelse gjennom detaljering, pris og garantitid. Rådgivende ingeniør og leverandører ble i liten grad nevnt av informantene.

“Først og fremst arkitekt og byggherre som jobber forslag frem sammen, men her var plan og bygningsetaten premissgivende” (PL7).

“Valg ble tatt før entreprenør kom inn. Byggherre med forskjellige folk (miljørådgiver, driftsavdeling, økonomi). Byggherre som er hovedaktør. Lite diskusjon med produsenter” (ARK6).

“Helt tilslutt er det byggherre som bestemmer. Arkitekt tegnet flere løsninger med forskjellige fasadematerialer. Plan og bygningsetaten har ønsket å se fasader å kommet med innspill på utforming av fasade” (ARK5)



Figur 23. Hovedaktørenes innflytelse på valg av fasadekledning ved totalentreprise. Basert på resultatdel. Byggherre med miljørådgiver og driftsavdeling. Egendefinert figur.

Samspillsentreprise

I de prosjektene som benyttet samspillsentreprise gikk det igjen at flere aktører var involvert og at rollene var noe mer likestilte. I samspillsentreprisene hadde entreprenør og miljørådgiver større innflytelse enn ved totalentreprise. Det var enighet om at dette var positivt for resultatet, og at det reduserte arkitektenes

innflytelse noe da det var flere som var med på prosessen.

Rådgivende ingeniør ble også nevnt i prosjekt 2. og 3.

“Samspillet fungerte godt. Alle enige om massivtre og jobbet i samme retning. Alle føler nok at de har bidratt” (ARK3).

“Arkitekt er en nøkkelpådriver i forhold til alternativsvurderinger. Byggherre ber om vurderinger og arkitekt tar initiativ til et spekter av vurderinger. I og med at dette var en samspillkontrakt hadde vi god nytte av å ha inne rådgivende ingeniør miljø inne i disse alternativsvurderinger. Rådgivende ingeniør bygg med hele veien i forhold til konsekvenser innover i veggene. Entreprenør var naturlig nok viktig i det for det var til syvende og sist de som skulle ha garantiansvaret” (PL2).

“Arkitekten har en trygghet i å anbefale det. Vi kommuniserte mest med entreprenør, byggherre og miljørådgiver” (ARK2).

5.6. Entrepriseform

De prosjektene vi undersøkte benyttet seg av enten totalentreprise, samspill mot totalentreprise eller byggherrestyrt prosjektering.

Totalentreprise

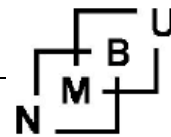
4 av 7 prosjekter benyttet seg av totalentreprise. Både byggherre og arkitekter mente dette var vanlig praksis ved slike prosjekter. Alle prosjektene var nybygg. Det var relativt enkle prosjekter som lot seg definere godt.

“Totalentreprise er best ved nybygg. Ved rehabiliteringsprosjekter kan andre entrepriser være bedre” (PL7)

(ARK6) kommer med en viktig bemerkning;

“Det er mange måter å løse en totalentreprise på. I ordet totalentreprise ligger det at entreprenøren har det totale ansvaret for kostnadene og løsningene. Det skal løses innenfor gitte rammer. Ytterligheten er at det er prosjektert mye eller nesten ingenting på forhånd”.

Typisk for disse prosjektene var at de var definert godt. Grunnen til at prosjektene ble definert godt var ønsket om å sikre seg på pris og kvalitet.



“For å sikre at byggherre får ønsket kvalitet beskriver man materialer og løsninger ganske detaljert” (ARK6).

“Byggherre og arkitekt har tatt valgene før entreprenør kom inn. Det er dyrt å velge alternativer i gjennomføringsfasen. Det som er viktig for byggherre er å sikre seg kvalitet” (PL5).

Grunnet høy detaljeringsgrad har entreprenør få valgmuligheter.

“Alt var planlagt og definert før entreprenør kom inn” (ARK5).

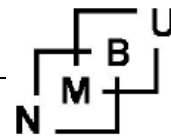
Til tross for dette hadde entreprenør noen muligheter. Entreprenør hadde mulighet til å påvirke gjennom valg av leverandør, pris og detaljering så lenge kvalitet ikke ble påvirket negativt. Informantene mente at entreprenør satt på gode kunnskaper om pris og utførelse, og at det hadde vært positivt for prosjektet å få denne kunnskapen inn tidligere. I de prosjektene entreprenør bidro med detaljering ble det gitt positive responser.

“Detaljering ble gjort i samarbeid med entreprenør. Her gjorde entreprenør en kjempejobb” (PL6).

“Det kan være detaljene til arkitekt ikke er gode nok, og erfaringsmessig er dette et vanlig problem” (PL5).

Ved totalentreprise mente byggherre at entrepriseformen ikke påvirket deres innflytelse før etter at entreprenør hadde tatt over. Etter kontraktsinngåelse med entreprenør er det entreprenør som bestemmer, og byggherre har dermed liten innflytelse. Arkitektene mente denne entrepriseformen kombinert med byggherrens ønske om høy detaljeringsgrad gjorde at de fikk større ansvar for detaljering. Fordelene ved denne entrepriseformen ble i hovedsak tilegnet byggherre. Ryddig prosess, sikkerhet på pris og kvalitet og det at man vet hva man får gikk igjen som viktige fordeler. Ulempen ved denne entrepriseformen var påvirkningsmulighetene etter at entreprenør hadde overtatt prosjektet.

“Hvis man ikke beskriver kvalitet får man det billigste og må betale mellomlegget” (PL5).



Et annen ulempe som gikk igjen var det at man ikke fikk utnyttet erfaringen og kompetansen til entreprenør tidligere i prosessen. Entreprenør satt ofte på god kunnskap om kostnader, leverandører og byggbarhet som man dermed ikke fikk tatt nytte av da valgene ble tatt.

“Vi vet at en totalentreprenør får alt overlevert og så kan han styre selv derfra. Så det har gjort at vi har detaljert og beskrevet mer enn man kanskje gjør i delentrepriser eller generalentrepriser” (ARK5).

I et prosjekt var prosjektet byggherrestyrt. Prosjekteringen ble gjort av arkitekter og rådgivende ingeniører, samt at byggherren bidro med fagressurser fra egen organisasjon. Prosjektet var kommet til forprosjekt, og entreprenør var ikke involvert på det tidspunktet. Dette ble begrunnet med at utførelsesentrepriser skapte større konkurranse om prosjektet. Her ville også entreprenøren ha få påvirkningsmuligheter.

Samspill mot totalentreprise

I 2 prosjekter ble det benyttet samspill mot totalentreprise. Her var det enighet om at samspillsentreprise var en relativt ny form som vanligvis ble benyttet ved kompliserte prosjekter som ofte innehold rehabilitering.

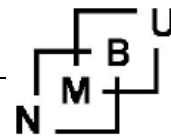
“Framdriftshensyn og kompleksitet i prosjekt avgjørende for valg av entrepriseform” (PL2).

I disse prosjektene var det enighet om at valgene ble tatt sammen med entreprenør, og at entreprenør dermed hadde store påvirkningsmuligheter.

“Vi velger sammen med entreprenør. Entreprenør har mye kunnskap om kvalitet og pris” (ARK2)

Arkitektene var også enige om at entrepriseformen gjorde at deres innflytelse ble noe mindre.

“Vi har ikke like stor påvirkningskraft. Arkitekt bestemmer nok noe mindre enn i andre entrepriseformer” (ARK3).



Det kom frem at siden det var flere aktører involvert i prosessen ble det dermed mindre spillerom for arkitekt.

Denne entreprisformen ga mange fordeler. Hovedsakelig gikk det igjen at samspillet var viktig for å få byggbare løsninger fra første dag. Dette ga bedre kvalitet på prosjekteringen i form av større tverrfaglig diskusjon.

“Fleksibilitet i at man sammen kan finne gode løsninger tidlig i prosjektet” (ARK3).

“Det å ha tilgang til kunnskap fra dag en er veldig viktig” (ARK2).

Både arkitekter og byggherre stilte seg positive til denne entreprisformen og sa at fordelene var i sum større enn ulempene. En annen fordel var tidsperspektivet.

“Man korter ned gjennomføringstiden med samspillkontrakt.” (PL2)

Når det gjelder ulempene kom det en del varierende innspill. Det som gikk igjen var at det ikke var noe standard på samspillskontrakter, og at dette kunne medføre en uoversiktlig prosess. I tillegg var oppstod det utfordringer dersom samspillsgruppen ble for stor.

“En ulempe er at det ikke er en standard, hver samspillkontrakt er prosjektspesifikk” (PL2).

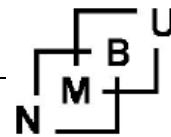
“Problem med mye usikkerhet, vanskelig å få alle på samme nivå” (ARK2).

5.7. Erfaring og kompetanse

Alle aktørene ga uttrykk for at tidligere erfaringer var viktig ved valg av fasadekledning. Erfaring påvirket først og fremst hvilke alternativer som ble vurdert. Byggherren vektla erfaringer og kompetanse mer enn arkitekter. Arkitektene var i større grad villige til å gå for produkter de hadde mindre erfaring og kompetanse på. Bruker og driftsavdelingen til byggherre ønsket tradisjonelle og godt dokumenterte løsninger.

I de prosjektene som hadde hovedsakelig tre i fasaden ble tidligere erfaringer helt klart vektlagt. For å kunne velge tre måtte aktørene føle seg trygge på valget.

“Vår erfaring og kunnskap gir oss en trygghet. Bygd mye i tre før” (ARK2).



“God erfaring med ubehandlet trevirke” (PL1).

“Har erfaring med denne typen fasader, tatt med disse erfaringene inn i prosjektet” (ARK3).

“Erfaring har nok spilt inn for hvilke alternativer som ble vurdert” (PL2).

“Sett på tidligere prosjekter og høstet erfaring fra dette. Man tar med seg alt man har av erfaring. Finnes etterhvert mye kunnskap hos for eksempel trefokus, treteknisk, produsenter, som redegjør mange problemer knyttet til tre. Mange viktige valg og avveininger før man setter strek under svaret.” (ARK6)

I prosjekt 5 som benyttet seg av innovative materialer (solceller, aerogel) hadde aktørene lite erfaringer å bygge på.

“Her har erfaring og kompetanse ikke påvirket valg av fasaden” (PL5).

“Det har vært spennende å jobbe med solceller” (ARK5).

I prosjektet hvor tegl ble benyttet svarte (PL7) følgende *“Egentlig lite pga tegl i reguleringsplan”.*

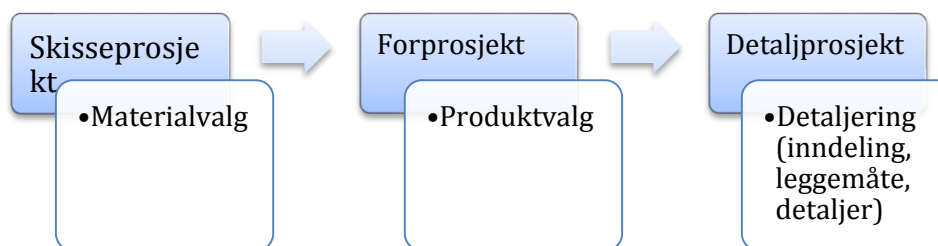
5.8. Valg av fasadekledninger i plan og prosjekteringsfasen

Det var enighet om at fasadekledning ble valgt i skisse-/forprosjekt. Valgene ble tatt gradvis, fra materialnivå til produktnivå. I skisseprosjekt ble det i enkelte prosjekter gjort alternativvurderinger på materialnivå, og i forprosjekt ble alternativvurderinger gjort på produktnivå. I enkelte prosjekt hvor reguleringsplan og bruker satt premissene var det annerledes. Der ble materialvalg gjort i programfase, men det var fortsatt en prosess for å finne fram til riktig produkt.

“Valg av tre og stein tatt i skisseprosjekt. Så har det vært en prosess med å finne frem til riktig produkt. Accoya ble valgt i forprosjekt” (ARK6).

“I skisseprosjektfasen er det vurdert et par alternativer, og i forprosjekt er det landet på et valg” (PL2).

“Valget av fasadekledning ble tatt under forprosjekt.” (PL1)



Figur 24. Oversikt over beslutningsprosess og når i prosjekteringen valget tas. Egendefinert figur basert på svar i resultatdel.

I de prosjektene hvor miljøfokus ble endret av overordnede føringer ble det endringer og prosessen måtte gjøres på nytt.

“Valg av fasade ble tatt sent fordi vi har vurdert flere fasadematerialer.

Fasadematerialet ble forandret underveis i prosjektet, også når flerbrukshallen kom inn” (ARK5)

6. DISKUSJON

I dette kapittelet blir resultater diskutert opp mot funn fra tidligere undersøkelser, teori og problemstilling.

Diskusjonen er delt inn i følgende temaer;

- Overordnede føringer og målsetninger
- Forhold til yttervegg
- Faktorer ved valg av fasadekledninger
- Aktørenes innflytelse og entreprisform
- Erfaring og kompetanse
- Valg av fasadematerialer i plan- og prosjekteringsfasen

6.1. Overordnede føringer og målsetninger

Gjennom resultatene ser vi at de prosjektene vi undersøkte har et høyere miljøfokus enn det som er myndighetenes krav, da det var minimum lagt til grunn passivhusnivå. Resultatene viser at særskilte satsninger (Framtidens bygg, FutureBuilt, ZEB) er noe prosjektene blir en del av underveis i prosjekteringen. Grunnen til dette kan være at prosjektene søker om å bli med i disse programmene underveis i prosjekteringen. Deltagelse i disse programmene gir et økt miljøfokus, med et hovedfokus på redusert klimagassutslippet, som påvirker vurderingskriterier ved valg av fasadekledning. Dette kan føre til at det må gjøres nye vurderinger rundt valg av blant annet fasadekledning, som kan medføre at fasadekledning må byttes under prosjektering. Dette kan igjen påvirke prosjektets økonomi og fremdrift. Ifølge regionaldepartementet (2009) og informantene er det viktig at alle hensyn, spesielt miljøhensyn, tas med fra starten av.

Resultatene viser også at pilot- og forbildeprogrammer og særskilte satsninger kan fremme bruk av trekledning i større offentlige bygg. I denne rapporten finner man 4 prosjekter med trekledninger, derav et av dem også har bærende konstruksjon av massivtre. 3 av disse prosjektene er med i FutureBuilt, Framtidens bygg eller ZEB. Disse funnene understøttes av rapporten til Denizou et al. (2007), hvor det i tillegg ble etterspurt eksempelstudier av

byggeprosjekter; som denne oppgaven altså har gjennomført.

Hovedgrunnen til at tre blir valgt for slike prosjekter er programmenes miljømål om redusert klimagassutslipp, da tre blir sett på som et materiale med lavt CO₂-avtrykk. På en annen side er disse byggeprosjektene i offentlig regi, noe som betyr at de i utgangspunktet må ta hensyn til klimaforliket på Stortinget, som også har en målsetning om å redusere utslipp fra byggesektoren. Dette er et poeng som kan forklare bruk av trematerialer generelt.

Ifølge rapportene til Denizou et al. (2007) og Rambøll (2012) kan kommunen legge føringer for materialvalg gjennom reguleringsplan. Dette var noe flere av informantene påpekte, og i et tilfelle var reguleringsplanen helt avgjørende for valg av fasadekledning. Dette har ifølge informantene sammenheng med at kommunen ville sikre god stedstilpasning til området.

For et prosjekt med utstrakt bruk av integrerte solceller, ble støtte fra Enova avgjørende for at solceller ble valgt som fasadekledning. Det ble forklart med at det ikke hadde vært lønnsomt uten støtten, og det ville derfor vært vanskelig å få igjennom. Dette viser at staten kan legge føringer for miljøvennlig planlegging og bygging gjennom lån og tilskudd. Videre ble plan og bygningsloven nevnt som premissgivende, noe som stemmer godt overens med at staten kan legge føringer gjennom lovgivning (regionaldepartementet 2009). Det ble ikke oppfattet som at det påvirket spesifikt men at det la premissene gjennom hovedsakelig tekniske krav.

For å oppnå ønsket kvalitet og for å ivareta miljøhensyn benyttet byggherre seg av en kravspesifikasjon og kvalitetssystemer med tilhørende prosjektmodell. Begge byggherrene drifter og vedlikeholder selv en stor bygningsmasse, og har derfor mye kunnskap fra driftsavdeling de ønsker å ta med seg inn i nye prosjekter gjennom kravspesifikasjonen. Det ble oppfattet som positivt av arkitekter at byggherre driftet og forvaltet bygget selv, slik at det ble et større fokus på gode løsninger.

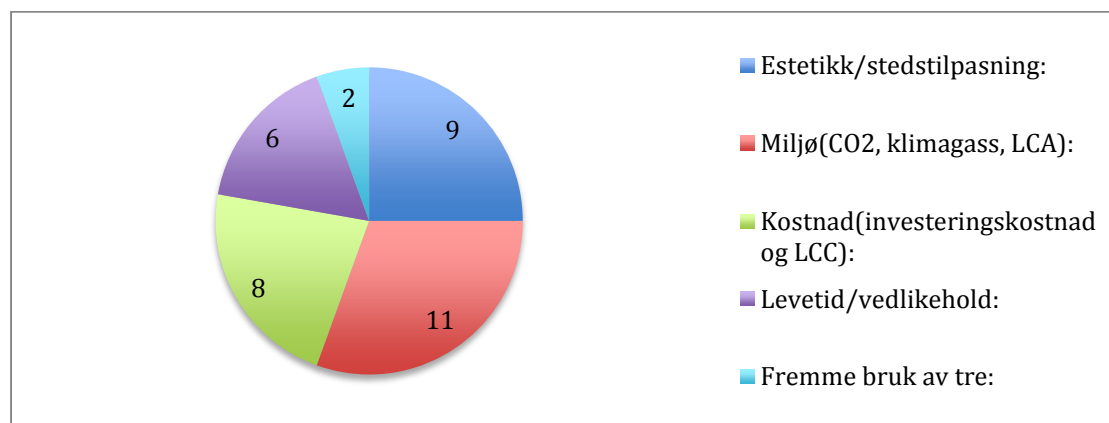
6.2. Forhold til yttervegg

Ettersom resultatene viser at yttervegg og fasadekledning er to uavhengige konstruksjoner for prosjektene i oppgaven, vil ytterveggkonstruksjon ikke diskuteres i sammenheng med fasadekledningen videre i oppgaven. Med et unntak for prosjekt 3, som vil diskuteres i neste delkapittel, i avsnitt om *Spesielle tilfeller*.

6.3. Faktorer ved valg av fasadekledning

Resultatene viser at det er fire faktorer som har vært mest avgjørende i forhold til valg av fasadekledning, disse er henholdsvis:

- Estetikk og stedstilpasning
- Miljø (klimagass, CO2 og LCA)
- Kostnader (investeringskostnad og LCC)
- Levetid og vedlikehold



Figur 25. Oversikt over de faktorene aktørene vektla ved valg av fasadekledning (tidligere vist i resultatdel).

Hvert byggeprosjekt er allikevel unikt og har forskjellig grad av kompleksitet. Det blir derfor vanskelig å peke på hvilke faktorer som er viktigere enn andre i en prosentvis inndeling. I tillegg må det tas hensyn til at de forskjellige faktorene har en tendens til å henge sammen.

Her vil vi diskutere de mest fremtredende faktorene og hvilke vurderinger som ligger bak dem. I tillegg skal de sammenlignes med tidligere undersøkelser og teori.

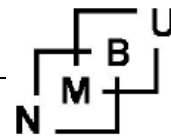
Om kostnader:

Resultatene viser at prosjektledere og arkitekter ser på kostnader som en viktig faktor. Teorien understøtter dette med at byggherre er den som bekoster byggesaken, og ettersom prosjektleder er byggherrens representant må han ta hensyn til kostnader. Resultatene viser at 3 arkitekter mener at kostnader er en viktig faktor. 2 av disse var en del av samspillsentrepriser som kan ha hatt innvirkning på deres svar da prosjekteringen skjer i samspill med entreprenør som vil ha et godt prisbilde over forskjellige produkter og løsninger.

Ut i fra resultatene kan vi se at offentlige byggherrer i stor grad prioriterer energi- og kostnadseffektivitet for sine prosjekter. Informantene påpeker at billige løsninger blir tidlig luket ut til fordel for mer vedlikeholdsfrie og levedyktige fasadekledninger. Dette resulterer i økte investeringskostnader, noe som er forsvarlig ifølge teorien, som sier at økt investeringskostnad kan gi reduserte drifts- og energikostnader, miljøbelastninger, og bedre inn klima på lang sikt. (Radhi 2014)

LCC- beregninger kan være stor del av vurderingsgrunnlaget for fasadekledninger i forhold til kostnader. Statsbygg og Undervisningsbygg er pålagt å vurdere LCC, og metoden kommer godt med ettersom begge både drifter og forvalter mye av eiendommene sine. Variasjonen i bruk av LCC for prosjektene gjelder om beregningene er gjort på produktnivå eller på et overordnet nivå.

For eksempel for teglkledninger ble det ikke gjort LCC- beregninger på produktnivå, men på et overordnet nivå. Dette kan ses i sammenheng med at tegl blir sett på som et vedlikeholdsfritt og robust materiale som gir en forutsigbar driftsfase. Sånn sett kan LCC være et godt poeng for å forsvare bruk av teglkledninger, med hensyn til tegl sitt CO₂- avtrykk. Da den igjen gir en miljøgevinst gjennom et betydelig redusert behov for utskiftninger som vil redusere bruk av ressurser og energi i driftsfasen. I resultatene ble det også påpekt at dersom man beregnet tegl med 100 års levetid, istedenfor 60 års levetid, vil bruk av tegl kunne forsvares enda bedre opp imot andre materialer.



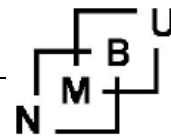
På en annen side ble det gjort grundige LCC- beregninger for trekledninger, massivtre og solceller, ettersom disse løsningene til dels er uprøvde og dermed ikke godt dokumentert. En annen utfordring kan være at trekledninger av forskjellige tretyper med ulike behandlinger også har ulike egenskaper og vedlikeholdsbehov (for eksempel accoya vs. ubehandlet malmfuru). Derfor ble LCC brukt til alternativsvurderinger av livsløpskostnader for ulike produkter og løsninger av tre.

Spørsmål rundt vedlikehold er veldig viktig for LCC- beregninger, ettersom de mest innovative fasadekledningene, for eksempel solceller, ikke enda har gode data for levetid og vedlikehold. Her har ønsket om å oppnå ny erfaring og kompetanse om bruk og vedlikehold vært viktig for å få gjennomslag for valget. Dette kan også ses på som et arbeid for å samle inn disse manglende dataene. Offentlige byggherrer er i en posisjon der de kan og bør formidle sine erfaringer og kompetanse om bruk av kostnads- og energieffektive løsninger. Dette er i henhold med teori som sier at staten skal gå foran som et godt eksempel i byggesektoren.

LCC er også brukt for å komplettere LCA- analyser for å belyse økonomiske konsekvenser av alternativene fra LCA- analysen. Dette kan virke som en meget effektiv og grundig kombinasjon for prosjektering og planlegging av miljø- og kostnadseffektive fasadeløsninger. Ettersom miljø- og kostnadsmessige faktorer har en sammenheng, som kan uttrykkes og kategoriseres ved hjelp av blant annet LCC og LCA for å gi aktørene et godt vurderingsgrunnlag for valg av løsninger.

LCC er også brukt når det har vært knyttet utfordringer til planlagte investeringskostnader. Der kostnadsbesparende tiltak, dokumentert med LCC, legges til grunn for videre alternativs vurderinger i detaljeringsfasen. Dette viser at LCC kan brukes i flere faser av byggeprosjekter.

For å oppnå en mer utstrakt bruk av LCC vil det først og fremst være nødvendig med bedre data om vedlikeholdsintervaller og levetid for nye produkter og løsninger. Dette krever at aktørene bør fokusere mer på produktnivå, framfor



det overordnede nivået. Slik at erfaringer og data kan bli tilgjengelig for alle som ønsker å bygge mer kostnads- og miljøeffektivt.

Om miljø

11 av 12 informanter nevnte miljøvurderinger som viktig for valg av fasadekledning, som her er fokusert rundt klimagasser og CO₂-avtrykk. Dette til tross for at prosjektene hadde forskjellige strategier og mål knyttet til miljø; fra det å tilfredsstille byggherrenes forskriftskrav, til veldig høye miljøambisjoner (for eksempel FutureBuilt eller ZEB). Resultatene sier ikke noe om i hvor stor grad miljø ble avgjørende, men det sier noe om hvilke vurderinger og begrunnelser som ligger bak valgene. Et eksempel vil være at selv om informanten svarte at miljø var viktig, vil det ikke nødvendigvis bety at prosjektet har en fasadekledning med lavt klimagassutslipp. Den kan på en annen side ha lang levetid og dermed redusere bruk av ressurser ved utskiftninger. Disse nyansene er veldig viktige og ikke alltid tydelige når man diskuterer miljø.

Videre vil det diskuteres miljøvurderinger i forhold til fasadekledninger for tre ulike prosjekter som forfatterne mener har vurdert miljø i forskjellig grad.

- For prosjekt 7 innebar miljøvurderinger det å dokumentere CO₂-regnskap, uten å at det videre ble brukt til vurdering av alternativer. I tillegg til å unngå produkter fra kandidatlistene og prioritetslistene, fulgte prosjektet substitusjonsplikten. Prosjektet er ikke med i noen forbildeprogrammer, og har heller ikke uttrykt et ønske om det. Prosjektet har en teglkledning, som informantene mente har et ugunstig CO₂-avtrykk, men som gir tilbake ved at det har lang levetid og er vedlikeholdsritt.

- For prosjekt 2 har det i tillegg til det som var gjeldende for prosjekt 7, vært et krav om reduksjon av klimagassutslippet med 50% i forhold til referansebygg. Dette er knyttet sammen med at prosjektet er pilot innen miljø og klima, og en del av Framtidens bygg. Dette har resultert i en grundig gjennomgang med LCA, klimagassregnskap og LCC fra tidlig fase for vurdering av alternativene. På grunn av dette ble blant annet tegl forkastet, selv om prosjektleder ytret et ønske om å bruke det. Prosjektet gikk videre med

trekledninger, ulike tretyper ble vurdert grundig og valget falt på kebony, som har et lavt CO₂-avtrykk, men dette kan igjen påvirkes av transport av materialet.

- For prosjekt 3 var målet å oppnå et bygg med null utslipp av klimagasser, og prosjektet er pilot for Zero Emission Buildings(ZEB). Det ble bestemt før planlegging at bygget skulle bygges i tre, videre ble det gjort grundige LCA- analyser, LCC- beregninger og klimagassregnskap for ulike trekonstruksjoner. Det endelige valget ble tatt ut i fra alternativene gitt av disse vurderingene. Prosjektet har en trekledning som også er en del av den bærende ytterveggkonstruksjonen.

Ut i fra disse prosjektene ser man at miljøvurderinger har påvirket valget av fasadekledning i vesentlig ulik grad. Dersom prosjektet ikke har klare overordna mål om redusert klimagassutslipp vil flere alternativer være tilgjengelige for vurdering av aktørene involvert. Dersom prosjektets mål er å redusere klimagassutslipp og CO₂-avtrykk vil noen materialer (for eksempel tegl) tidlig bli forkastet til fordel for materialer med lavere CO₂-avtrykk. Ut i fra resultatene er det trekledninger som enklest kan forsvares i forhold til klimagass og CO₂-avtrykk. De viser også at alternativsvurderinger basert på et livsløpsperspektiv, med grunnlag i LCA og klimagassregnskap kan være veldig førende for det endelige valget. I tillegg til at de kan brukes under alle faser av planlegging og prosjektering. For en helhetlig vurdering av fasadekledning bør de derfor komplementere hverandre.

Alle prosjektene har tilfredsstilt krav om antall EPDer som byggherren har for hvert prosjekt, det har også vært levert flere EPDer enn kravet for flere av prosjektene. For prosjektet med de høyeste miljøambisjonene er det levert EPDer for alle produkter. Alle fasadekledningene i rapporten har levert EPD, utenom naturstein(gneiss). Da informantene ikke svarte konkret på om EPD var avgjørende for valg av fasadekledning er det vanskelig å si hvor viktig EPDer har vært, en mer generell slutning er at et overordnet klimagassregnskap har vært avgjørende når det gjelder miljø.

Det må også påpekes at da rapporten ble gjort var ikke alle kontrakter med leverandører underskrevet.

Om levetid og vedlikehold

Levetid og vedlikehold blir påpekt som en viktig faktor av 4 prosjektledere og en arkitekt. Dette kan ha sammenheng med at offentlige byggherrer forvalter og drifter mange av sine prosjekter. Begge byggherrene i denne rapporten tar hensyn til levetid og vedlikehold for alle faser av et byggeprosjekt, noe som kommer til uttrykk ved at de ikke ønsker fasader med kort levetid. Da de i henhold til teorien kan resultere i økte kostnader, klimagassutslipp og avfall, dersom de må kastes og erstattes tidlig. (Radhi 2014)

Fasadekledningene i denne rapporten ble ofte beregnet med en levetid på 60 år (for eksempel tegl), for noen tilfeller ble det også beregnet 40 eller 50 år levetid, henholdsvis for solceller og trekledninger. I disse tilfellene var leverandørens garantitid viktig for at ikke levetid ble redusert enda mer. Valg av de sistnevnte kan forklares med at byggherrene ønsket nye og innovative produkter som kan gi utbytte i form av redusert energibehov og klimabelastninger. Det kan også være knyttet til regjeringens ønske om å fremme en miljøvennlig utvikling innenfor byggesektoren.

Arkitekten som svarte vedlikehold, brukte en teglkledning som er sett på som et vedlikeholdsfritt og robust materiale, noe som egner seg godt for skoleprosjektet det var prosjektert for. For Undervisningsbygg generelt er det krav i forhold til hærverk, disse er forankret i organisasjonen kravspesifikasjon. Ettersom Undervisningsbygg har disse kravene, har 2 av 3 prosjekter fra Undervisningsbygg teglkledninger. I tillegg ga informantene uttrykk for at teglkledninger er vanlig for mange av Undervisningsbyggs prosjekter. Om man sammenligner med Statsbygg, der alle prosjektene har ulike typer kledning, kan man se en antydning om at Undervisningsbygg vektlegger vedlikehold, spesielt med hensyn til hærverk, i større grad enn Statsbygg.

Tabell 1 viser at byggherrer er den aktøren som er minst positive når det gjelder vilje til å bruke tre i fasader. Dette kan igjen ha en sammenheng med at man ønsker en forutsigbar driftsfase med lite vedlikehold. I denne rapporten

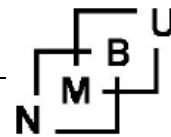
stemmer dette i forhold til Undervisningsbygg, som har føringer om å ikke bruke trekledninger i deres kravspesifikasjon(FKOK). Unntaket var for prosjektet 6, som var med i FutureBuilt, der det måtte søkes fravik. I motsetning til Statsbygg, som viser stor vilje til å bruke trekledninger, da 3 av deres 4 byggeprosjekter i denne rapporten har prosjektert ulike typer trekledninger. Det må allikevel påpekes at Statsbyggs prosjektledere ikke alltid var helt trygge på valget, da to av dem ytret bekymringer i forhold til vedlikehold, råte og patinering.

I teorien drøftes utfordringer i forhold til fastsetting av levetid og vedlikeholdsintervaller, dette blir også fremtredende i resultatene. Da informantene ble spurt om fordeler og ulemper ved valgte fasadekledninger var det spesielt trekledninger og solceller det var knyttet spørsmål til i forhold til vedlikehold og levetid. For disse prosjektene vil det være spennende og se hvordan fasadekledningene klarer seg. Videre kan registrering av erfaringer fra disse prosjektene utvide sammenligningsgrunnlaget for levetid og vedlikehold for hele byggesektoren.

Om estetikk og stedstilpasning

9 av 12 informanter svarte at estetikk var en viktig faktor for valg av fasadekledninger, deriblant alle arkitektene. Dette viser at estetikk og stedstilpasning er veldig viktig for aktørene det er undersøkt for, noe som understøttes i Kittangs et al. (2011) rapport der arkitekt og byggherre blir beskrevet som de mest sentrale aktørene når det gjelder arkitektoniske kvaliteter, som igjen blir beskrevet som en syntese mellom estetisk og teknisk kvalitet.

Da prosjektledere ble spurt om estetikk og stedstilpasning, var det spesielt de med arkitektbakgrunn som hadde mange betraktninger rundt emnene. I noen tilfeller ble vi opplyst av prosjektleder om at det var et spørsmål som man heller burde spørre arkitekt om. Dette er i henhold med Kittangs et al. (2011) rapport som sier at den prosjekterende arkitekten gjerne regner estetikk som sin kjernekompetanse, og legger vekt på dette når det gjelder valg av materialer. Rapporten påpeker også at det finnes ulike verdi- og arkitektursyn, noe som i



dette tilfellet vises gjennom at arkitekt har flere betraktninger å komme med om estetiske og arkitektoniske kvaliteter enn prosjektleder.

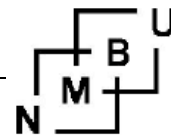
Først og fremst har alle prosjektene oppfylt bestemmelser i forhold til estetikk fra plan- og bygningsloven. Det vil si at prosjektet har tatt hensyn til estetikk, arkitektonisk utforming og visuelle kvaliteter i forhold til seg selv og omgivelsene. Utover dette blir det krevende å diskutere de forskjellige prosjektenes ulike vurderinger, ettersom alle er unike og plassert i forskjellige omgivelser. I tillegg er estetiske kvaliteter vanskelig å kvantifisere da de baseres på objektive betraktninger.

En vurdering som gikk igjen i resultatene er at trekledninger tilegnes veldig gode estetiske og visuelle kvaliteter. Da det betraktes som et naturlig materiale som alle kjenner tilknytning til. Der trekledninger er brukt bærer også bebyggelsen rundt preg av trematerialer, i form av skog og trær eller ulik trebebyggelse. Bygningens volum kan også forklare bruk av trekledninger, ved at den kan uttrykke "letthet". Spesielt var det arkitekter som vektla disse vurderingene. Dette er i henhold til Tabell 1, der arkitekter blir beskrevet som mest positive til visuelle egenskaper ved trekledning.

Farger på kledninger har også vært vurdert nøye i noen av prosjektene, tegl og solceller er brukt som en kombinasjon. Dette kan forklares med at de ulike materialene fargemessig kan utfylle hverandre.

Alle prosjektene har i større grad forsøkt å tilpasse seg omkringliggende bebyggelse, enn å skille seg ut. Et eksempel er da teglkledning er brukt for å gjenspeile historikken knyttet til industri og fabrikk i området rundt.

Til slutt må det påpekes at selv om resultatene viser at estetikk og stedstilpasning har fått flere stemmer enn for eksempel kostnader og vedlikehold, vil det være vanskelig å konkludere med at den har vært mer førende enn de andre faktorene. Ettersom begge byggherrene har økonomiske rammer å forholde seg til og krav knyttet til vedlikehold og drift. På en annen side vil offentlige byggherrer vektlegge profilering og estetikk som igjen kan øke fokuset på den estetiske kvaliteten for prosjektet. I tillegg er det i



forbildeprogrammer som for eksempel FutureBuilt stilt krav om arkitektonisk kvalitet.

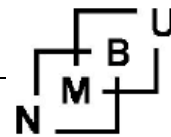
Arkitekter som har gjort rene estetiske betraktninger i forhold til valg av fasadematerialer, gjorde dette med grunnlag i prosjektets konsept. Et eksempel for dette er i prosjekt 6, der arkitekten fikk gjennomslag for mange av valgene sine på grunn av et tydelig og logisk konsept, som var at volumene over bakken fikk trekledning for å uttrykke letthet, mens volumet i terrenget fikk natursteinsfasade. Dette til tross for at trekledningen krevde fravik fra Undervisningsbyggs kravspesifikasjon(FKOK), i tillegg til at naturstein tidlig i prosjekteringen ble vurdert som for kostbart.

Spesielle tilfeller

Man kan se i prosjekt 3. at svært høye miljøambisjoner fra byggherre kombinert med programmer som ZEB-COM, har lagt til rette for at en innovativ og energieffektiv fasadeløsning har blitt prosjektert. Resultatet ble en kompakt yttervegg som også fungerer som fasadekledning. Dette tilfellet viser at man kan streve etter nye fasadeløsninger, og ikke alltid bruke de prinsipper og anbefalinger som er gjeldende i dag, for å oppnå bedre eller minst like gode løsninger. På en annen side er slike innovative løsninger ikke veldokumentert i forhold til levetid og vedlikehold, så det vil bli interessant å se om den vil fungere i praksis over beregnet levetid. Utfallet vil uansett bli positivt for aktørene involvert, i form av erfaring om bruk av massivtre for større bygg. Disse erfaringene kan styrke kompetansen til både ZEB og Statsbygg. Ettersom disse organisasjonene har et formål om å formidle kunnskap og erfaring kan dette føre til at flere tar i bruk slike løsninger i fremtiden.

En annen innovativ fasadeløsning presentert i oppgaven er integrerte solceller. Disse har kommet som et resultat av blant annet byggherrenes miljømål om redusert energibehov og forsøk på å nærme seg nye byggeforskrifter. Samtidig som det skaper et image og ringvirkninger rundt prosjektet.

Forbildeprogrammer og andre insitament, kan også ses i sammenheng med prosjektering av solcellefasader. Ettersom programmene ønsker å utfordre dagens praksis og fremme bruk av nye arbeidsmåter, konsepter, teknologier og



produkter. To av prosjektene har prosjektert solcellefasader, et av dem er innlemmet i FutureBuilt og det andre prosjektet blir vurdert for det. For sistnevnte tilfellet var Enova støtte også avgjørende for det endelige valget. Dette vil forsterke en påstand om at disse programmene og støtteordningene har lagt til rette for energieffektive og innovative fasadeløsninger.

6.4. Aktørenes innflytelse og entreprisform

Det er hensiktsmessig å diskutere de ulike entreprisformene sammen med aktørenes innflytelse. Ifølge Rambøll (2012) sin rapport kommer det frem at aktørenes innflytelse er avhengig av hvilken entreprisform som blir benyttet. Det stemmer godt med resultatene i denne oppgaven. Videre blir rådgivende ingeniør nevnt som en viktig aktør av Rambøll (2012). I denne oppgaven blir rådgivende ingeniør nevnt i liten grad. Dette kan ha sammenheng med at denne oppgaven tar for seg valg av fasadekledning mens rapporten til Rambøll (2012) tar for seg hovedsakelig valg av materialer i bærekonstruksjon. Ifølge Denizou et al. (2007) sin rapport har rådgivende ingeniør større innflytelse ved valg av bærekonstruksjon, mens arkitekt, byggherre og bruker i større grad er opptatt av bygningens arkitektoniske uttrykk. I denne oppgaven kommer det frem gjennom resultatene at arkitekt og byggherre er viktige aktører ved valg av fasadekledning, som har stor betydning for en bygningers estetiske uttrykk.

Tabell 18. Oversikt over entreprisform og antall prosjekter undersøkt

ENTREPRISEFORM	Antall prosjekter
Totalentreprise	4
Samspillsentreprise	2
Byggherrestyrt	1

I de prosjektene vi undersøkte var det også en klar sammenheng mellom kompleksitet og valgt entreprisform. De 4 prosjektene som benyttet seg av totalentreprise var alle nybygg. De 2 andre prosjektene hadde en klart større kompleksitet gjennom både rehabilitering, nybygg og et pilotprosjekt innen massivtre. Det siste prosjektet benyttet byggherrestyrt prosjektering. Hvilken

entrepriseform som skulle benyttes i utførelsesfasen var ikke bestemt da intervjuet ble gjennomført.

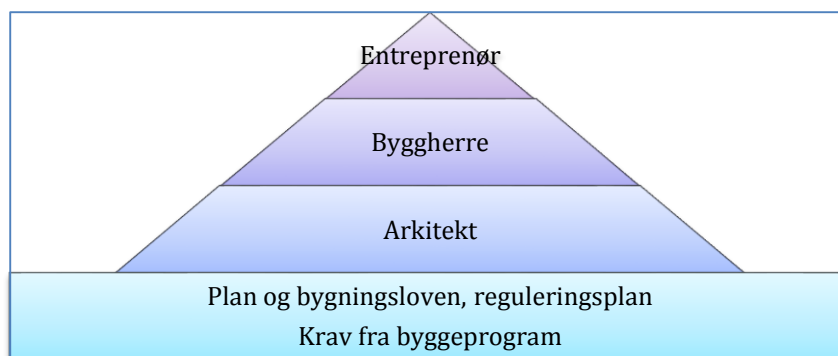
Totalentreprise

Ved valg av totalentreprise ga informantene uttrykk for liten påvirkningsmulighet etter kontraktsinngåelse med entreprenør. Ved totalentreprise var det hovedsakelig arkitekt og byggherre som arbeidet frem forslag. Byggherre, med egen driftsavdeling og miljørådgiver, kunne legge premisser gjennom byggeprogram. Det kom klart frem at entreprenør hadde liten innflytelse på selve valget av fasadematerialet, men kunne påvirke gjennom valg av leverandør, pris og detaljering. Arkitekter og byggherre ønsket å ha med entreprenør ved utforming av detaljer og valg av produkter med tanke på kvalitet og pris.

Gjennom resultatene ser det ut til at totalentreprise er vanlig ved ukompliserte, lett definerbare prosjekter.

Dette var en entrepriseform aktørene var godt kjent med, og hvor tilhørende fordeler og ulemper var godt kjent. Dette reduserte sjansen for dårlig gjennomføring da aktørene var oppmerksomme på eventuelle problemer som kunne oppstå underveis i prosjektet. Ifølge (Lædre 2006) er påvirkningsmuligheter og risiko viktige faktorer byggherre må ta hensyn til ved valg av entrepriseform, dette var også noe byggherre ga sterkt uttrykk for.

Den største ulempen for både byggherre og arkitekt var påvirkningsmuligheten etter kontraktsinngåelse med entreprenør. Dette var noe byggherre sikret seg god mot gjennom å definere prosjektet godt. Dermed sikret de seg ønsket kvalitet på produkter og løsninger. Dette ble sett på som veldig viktig for både byggherre og arkitekt. Fordelene med totalentreprise ligger hovedsakelig hos byggherre gjennom enklere administrasjon og redusert risiko på pris og gjennomføringsfasen.



Figur 26. Hovedaktørenes innflytelse på valg av fasadekledning ved totalentreprise. Basert på resultatdel. Byggherre med miljørådgiver og driftsavdeling. Egendefinert figur.

Samspillsentreprise

Samspillsentreprise er ifølge resultatene mer vanlig ved kompliserte prosjekter, som ofte inneholder både nybygg og rehabilitering. Denne entrepriseformen var mindre kjent av aktørene, men det var enighet om at den blir brukt ved tilsvarende prosjekter (kompliserte prosjekter). ifølge (regionaldepartementet 2009) er det viktig med et godt samarbeid mellom alle aktører for å oppnå et godt resultat. Dette ble også påpekt av informantene. Fordelene ved samspillsentreprise var tidlig involvering av aktører, noe informantene mente resulterte i større faglig diskusjon og byggbare løsninger tidlig i prosjektet. Gjennom denne entrepriseformen får entreprenør, rådgivende ingeniør og miljørådgivere økt innflytelse, mens arkitekter opplevde noe redusert innflytelse. Gjennom økt tverrfaglig samarbeid utnyttet kunnskap bedre noe som kommer prosjektet til gode. På en annen side kan “store” prosjekteringsgrupper skape forvirring og uoversiktighet, informantene mente derfor at det bør settes krav til at aktørene som er involvert har faglig tyngde og kan bidra i prosessen.

6.5. Erfaring og kompetanse

Ved valg av tre i fasaden tydet det på at tidligere erfaringer og kompetanse ble vektlagt i større grad enn ved andre valg. De aktørene som var villig til å gå for tre begrunnet dette med at de måtte være trygge på det valget. Det var også avgjørende med garantitid fra leverandør og gode referanseprosjekter å vise til.

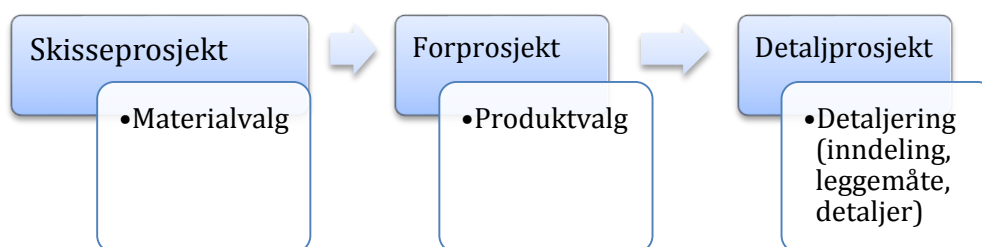
I de prosjektene som brukte innovative produkter (solceller) ble erfaring og kompetanse ikke vektlagt i like stor grad. Dette kan tyde på at aktørene hadde

mindre forkunnskaper på solceller, men de viste vilje til å satse på dette etter samarbeid med miljørådgiver. Økt kunnskapsoppbygging om innovative produkter kan være et tiltak for å øke innovasjonsgraden i byggenæringen.

I prosjektet som benyttet tegl ble erfaringer og kompetanse ikke vektlagt i like stor grad siden premissene allerede lå i reguleringsplanen. Dette betyr ikke at tidligere erfaringer og kompetanse ikke påvirket valg av tegltype. Det kan heller tyde på at aktørene var trygge på valget og at det var andre faktorer som påvirket.

6.6. Valg av fasadekledning i plan og prosjekteringsfasen

Det var stor enighet blant informantene at materialvalget ble tatt gradvis. Fra materialvalg til produktvalg og videre til detaljering.



Figur 27. Oversikt over beslutningsprosess og når i prosjekteringen valget tas.
Egendefinert figur basert på svar i resultatdel.

Gjennom prosjekteringsfasen blir materialvalget (stein, tre, metall) hovedsakelig tatt i skisseprosjekt. I forprosjekt bestemmes produktvalg (eksempler for tre; accoya, malmfuru eller kebony) og i detaljeringsfasen blir endelig detaljering (detaljer rundt vindu, leggemåte osv) gjort. Unntaket var hvis bruker hadde definerte krav i byggeprogram (for eksempel, mest mulig tre). I prosjekter hvor miljøfokus ble endret underveis ble prosessen beskrevet som en iterativ prosess hvor man måtte ta nye vurderinger tilpasset prosjektets endrede miljøfokus. Resultatene i denne oppgaven stemmer godt overens med resultatene (Figur 1) i undersøkelsen presentert i Rambøll (2012) sin rapport der hovedtyngden av materialvalg blir tatt rundt forprosjektfasen.

7. KONKLUSJON

Forskningsspørsmålet for denne studien har vært:

- Hvilke faktorer legges til grunn ved valg av fasadekledning og hvilke faktorer har størst gjennomslag hos byggherre og arkitekt?

Med tilhørende delspørsmål:

- Hvordan påvirker overordnede målsetninger og føringer for et prosjekt valg av fasadekledninger?
- Hvilke aktører har innflytelse på valget?
- Hvilke verktøy og metoder kan aktørene bruke?
- Hvilken innvirkning kan entreprisform ha for aktørens innflytelse på valg av fasadekledning?
- På hvilket tidspunkt i plan- og prosjekteringsfasen gjøres valget av fasadekledning?

Overordnede føringer og målsetninger

Resultatene i undersøkelsen viser at valg av fasadekledning kunne bli påvirket gjennom overordnede føringer og målsetninger satt av bruker, byggherre, myndigheter eller særskilte programmer. Dette kunne skje gjennom for eksempel byggeprogram, reguleringsplaner eller tilskudd fra Enova. I tillegg kan piloter og forbildeprogrammer endre prosjekters miljømål, og dermed påvirke vurderingskriteriene valg av fasadekledning. I de prosjektene vi har undersøkt har det vært et høyt miljøfokus, dette kommer særlig frem ved bruk av innovative fasader av integrerte solceller og massivtre. Offentlige byggherrer ønsker å jobbe seg fram til de nye byggeforskriftene som kommer framover, hovedsakelig passivhusstandard fra 2015 og nesten nullenergi bygg fra 2020 (2018 for offentlige byggherrer). Et annet viktig poeng ved valg av disse løsningene er å samle inn flere erfaringer og data rundt bruken og vedlikeholdet av dem.

Faktorer ved valg av fasadekledninger

I undersøkelsen kommer det frem at byggherre hadde et større fokus på kostnad, levetid og vedlikehold enn arkitekter, og at arkitekter hadde et større fokus på det estetiske.

Basert på resultatene i intervjuene kommer det frem flere faktorer som påvirker valget av fasadekledninger. Miljø, kostnad, estetikk og vedlikehold er de mest fremtredende faktorene som vektlegges i de prosjektene som er undersøkt. Det er viktig å påpeke at faktorene har en tendens til å henge sammen og dermed kan påvirke hverandre. Gjennom intervjuene kommer det frem at det er viktig med en helhetsvurdering ved valg av fasadekledning.

Når det gjelder bruken av analyseverktøy som en del av beslutningsgrunnlaget kommer det frem at miljøvurderinger er basert på klimagassregnskap og LCA-analyser, med verktøyene klimagassregnskap.no og SimaPro, koblet med miljødatabasen Ecoinvent. Hvor grundige og avgjørende disse vurderingene ble for fasadekledninger, var avhengig av prosjektets miljømål. For prosjekter med høye miljømål la disse vurderingene grunnlaget for alternativsvurderinger av forskjellige løsninger og produkter. For andre prosjekter ble vurderingene gjort som dokumentasjon.

På samme måte er kostnader knyttet til investeringskostnader og LCC-beregninger. Begge byggherrene i denne rapporten er pålagt bruk av LCC-beregninger ved anskaffelser og forsvarer eventuelle høye investeringskostnader for fasadekledninger med LCC-beregninger som kan gi lave drifts- og vedlikeholdskostnader. LCC-beregninger ble også brukt for å komplementere LCA-analyser, da det gir det mest helhetlige vurderingsgrunnlaget. LCC-beregninger ble utført med verktøyet LCCweb.no.

Vedlikehold og levetid for fasadekledninger er førende for valg av fasadekledning, ettersom begge byggherrene i denne rapporten drifter og vedlikeholder mye eiendom. Det er et klart ønske om fasadekledninger med lang levetid og lave vedlikeholdsintervaller, da dette gir besparelser både økonomisk og miljømessig. For fasadekledninger med kortere levetid og usikkerhet knyttet til vedlikehold, er det garanti fra leverandør som blir avgjørende.

Estetikk og stedstilpasning er unikt for hvert prosjekt og kan være styrt på et overordnet nivå av reguleringsplan, i tillegg til forskrifter i plan- og bygningsloven. På prosjektnivå er det arkitektene som har lagt frem alternativer ut i fra prosjektets konsept. Resultatene viser at trekledning tilegnes veldig gode estetiske og visuelle kvaliteter.

Aktører og entreprisform

Hvilke aktører som har størst innflytelse varierer med entreprisform. Det var enighet om at arkitekt, byggherre og entreprenør var viktige aktører involvert i valget. Videre var miljørådgiver og rådgivende ingeniører viktige ressurser ved valg av innovative produkter.

Ved totalentreprise var det enighet blant byggherre og arkitekter at arkitekt hadde størst innflytelse på valg av fasadekledning. Det er arkitekten som kommer med forslag og har gjennom dette størst mulighet til å påvirke. Byggherre må godkjenne forslag til arkitekt og har gjennom dette gode påvirkningsmuligheter. Plan og bygningsetaten og bruker kan legge føringer og krav fra starten av som kan begrense valgmulighetene videre i prosjektet. Entreprenør kan påvirke gjennom valg av leverandør, pris og detaljering. Ved samspillsentreprise blir arkitektens innflytelse redusert til fordel for entreprenørens. I samspillsentreprise tas valget i samarbeid mellom de ulike aktørene noe som gir en større faglig diskusjon som igjen kan føre til bedre beslutninger. Et samspill mellom aktørene tyder på økt faglig begrunnelse bak valg. Ved å legge til rette for tidlig involvering av sentrale aktører kan man oppnå økt faglig tyngde bak de valgene som gjøres i prosjekteringen.

I de prosjektene vi undersøkte ble valg av fasadekledning tatt gradvis gjennom skisse- og forprosjekt. I 2 tilfeller var sterke føringer lagt i programfasen.

Samlet konklusjon

- Faktorer som legges til grunn for valg av fasadekledning er:
 - Miljø
 - Kostnad
 - Vedlikehold og levetid

- Estetikk og stedstilpasning

Resultatene viser også at byggherrer har en mer likestilt prioritering av faktorene, mens arkitekter vektlegger særlig estetikk og miljø.

- Overordnede målsetninger og føringer kan påvirke valg av fasadekledning gjennom
 - Reguleringsplaner og plan- og bygningsloven
 - Organisasjonens klima- og miljømål
 - Piloter og forbildeprogrammer, i tillegg til andre insitament
- Metoder og verktøy som er fremtredende i resultatene er
 - LCC- beregninger, med LCCweb.no
 - Klimagassregnskap, med klimagassregnskap.no
 - LCA- analyser
- Det er i størst grad arkitekt og prosjektleder som har innflytelse når det gjelder valg av fasadekledning. I tillegg får rådgivende ingeniør og miljørådgiver mer innflytelse der det er brukt innovative løsninger. Entreprenør får innflytelse gjennom valg av leverandør, pris og detaljering.
- Aktørenes innflytelse kan variere med entreprisform.
 - For totalentrepriser var det enighet om at arkitekt og byggherre har størst innflytelse
 - For samspillsentrepriser reduseres arkitektens innflytelse, samtidig som entreprenør får økt innflytelse
- Resultatene viser at valg av fasadekledning blir gjort gradvis i skisse/forprosjekt.

8. VIDERE ARBEID

Da denne oppgaven har brukt en kvalitativ metode, ville det videre vært interessant og relevant å belyse temaet ved hjelp av en kvantitativ undersøkelse. Der aktørene involvert i valget av fasader får mulighet til å kvantifisere i hvilken grad de mener faktorene, som er funnet i denne oppgaven, har vært avgjørende. Dette ville gjort en triangulering av resultatene mulig.

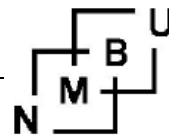
En grundigere undersøkelse av de forskjellige vurderingene som ligger bak kan også være et godt utgangspunkt for videre arbeid, spesielt der det er valgt innovative løsninger. Da disse fortsatt mangler data i forhold til bruk og vedlikehold. I framtiden vil det også være spennende og se hvordan innovative fasadeløsninger har klart seg, og innsamling av disse dataene kan enten fremme eller hindre videre bruk av dem.

I denne oppgaven er det kun studert prosjekter til offentlige byggherrer. Videre kunne det vært interessant å se hvilke vurderinger det gjøres i private byggeprosjekter da det sannsynligvis er andre faktorer som er avgjørende for valg av fasadekledning. Det kunne også vært interessant å undersøke hvilke synspunkter entreprenør og rådgivende ingeniør har på valg av fasadekledning. Ved å intervju disse aktørene kan nye perspektiver komme frem.

Denne oppgaven har hovedsakelig undersøkt for prosjekter med trekledninger eller teglkledninger. Det ville derfor vært ønskelig å undersøkt for flere typer kledninger, for å se hvilke vurderinger bak valg av fasader som er felles eller ulike. Med dette kunne man oppnådd en kartlegging av fasadekledninger.

Aktørene etterspurte også et større samspill mellom aktørene i prosjekteringsfasen. De mente at dette førte til bedre løsninger fra dag en. Hvordan man kan legge til rette for dette gjennom valg av entreprisform er noe som kunne vært interessant å studere.

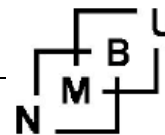
En aktuell utfordring flere av informantene påpekte, som var utenfor denne oppgavens problemstilling, var forholdet mellom vegtykkelse og materialbruk knyttet til passivhus. Passivhusnivå krever høyere isolasjonstykkelser som medfører redusert bruksareal, i tillegg til at det øker bruk av materialer og



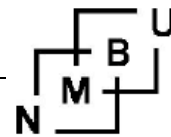
dermed økt klimagassutslipp. En undersøkelse som kartlegger disse vurderingene og utfordringene kan være veldig relevant og aktuell for byggenæringen.

9. REFERANSER

- arkitektbedriftene. (2010). *Arkitektfaglig ytelsesbeskrivelse*. 128 s.
- Askheim, O. G. A. & Grenness, T. (2008). *Kvalitative metoder for markedsføring og organisasjonsfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- BKS 470.101. (2014). *470.101 Livsløpsvurdering (LCA) av byggevarer og bygninger. Innføring og begreper*. Byggforskserien: SINTEF Byggforsk. 8 s.
- BKS 470.103. (2014). *470.103 Miljødeklarasjoner (EPD) av byggevarer*. Byggforskserien: SINTEF Byggforsk. 7 s.
- BKS 473.010. (2013). *473.010 Generelt om passivhus. Valg og konsekvenser*. Byggforskserien: SINTEF Byggforsk.
- BKS 542.003. (2013). *542.003 Totrinnstetning mot slagregn på fasader. Luftede kledninger og fuger*. Byggforskserien: SINTEF Byggforsk. 8 s.
- BKS 542.502. (2007). *542.502 Utvendig kledning med plane plater*. Byggforskserien: SINTEF Byggforsk.
- BKS 700.307. (2004). *700.307 Definisjoner, etablering og bruk av levetidsdata for bygg og bygningsdeler*. Byggforskserien: SINTEF Byggforsk. 8 s.
- BKS 700.320. (2010). *700.320 Intervaller for vedlikehold og utskiftning av bygningsdeler*. Byggforskserien: SINTEF Byggforsk.
- Boeva, M. D., Ibanez-Fores, V. & Augusti-Juan, I. (2014). *Environmental product declaration (EPD) labelling of construction and building materials. I: Eco-efficient construction and building materials*: Woodhead.
- Butters, C. & Østmo, F. (2000). *Bygg for en ny tid: mot en miljøvennlig arkitektur : 127 norske eksempler*. Oslo: NABU. 204 s. : ill. ; 20 x 21 cm s.
- byggefagrådet. (1986). *Entrepriseformer i byggesaker*: Byggefagrådet
- Dalen, M. (2004). *Intervju som forskningsmetode: en kvalitativ tilnærming*. Oslo: Universitetsforl. 136 s. : ill. s.
- Dalen, M. (2008). *Validitet og reliabilitet i kvalitativ forskning*: Universitetet i Oslo. Tilgjengelig fra: <http://www.uio.no/?vrtx=searchuio&query=VALIDITET+OG+RELIABILITET+I+KVALITATIV+FORSKNING> (lest 21.03.15).
- de Vibe, E. S. (1997). *Estetikk i plan- og byggesaker*: Kommunal- og moderniseringsdepartementet. 179 s.

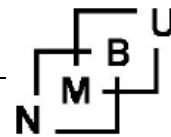


- Denizou, K., Hveem, S. & Time, B. (2007). *Tre i by - Hvilke mekanismer styrer materialvalget for større urbane byggverk?: SINTEF byggforsk* 43 s.
- Difi. (2013). *Hva er LCC? - BAE*. Tilgjengelig fra: <http://www.anskaffelser.no/temaer/livssyklus-kostnader/hva-er-lcc> (lest 20.03.2015).
- Direktorat for byggkvalitet. (2015). *Høringsnotat - Nye energikrav til bygg*. DiBK.
- Eikeland, P. T. (1998). Teoretisk analyse av byggeprosessen.
- Energi- og miljøkomiteen. (2012). *Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om norsk klimapolitikk*. 390 s. s.
- ENOVA. *Dagens standard og fremtidens boliger*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/radgivning/privat/energismarte-rad-for-din-bolig/fremtidens-bolig/nullhus-pluss-hus-og-passivhus/dagens-standard-og-fremtidens-boliger/174/200/> (lest 30.04.15).
- ENOVA. *Om Enova*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/om-enova/36/0/> (lest 11.04.2015).
- ENOVA. *Støtte til offentlige bygg*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/finansiering/naring/offentlige-bygg/offentlige-bygg/78/103/> (lest 11.04.2015).
- Entreprenørforeningen - Bygg og Anlegg. Veileder om SAMSPILLSENTREPRISE 34 s.
- EPD- Norge. *Hva er en EPD?* Tilgjengelig fra: <http://www.epd-norge.no/article.php?articleID=1520&categoryID=678> (lest 30.03.15).
- Forskningscenter for miljøvennlig energi. (2014). *Zero Emission Buildings (ZEB)*. Tilgjengelig fra: <http://www.stfk.no/upload/Inform/Dokumenter/ZEB-PR.pdf> (lest 30.03.15).
- FutureBuilt. (2015). *Hvorfor FutureBuilt?: FutureBuilt*. Tilgjengelig fra: <http://www.futurebuilt.no/hvorfor-futurebuilt> (lest 29.03.15).
- Gjennomføringsmodeller - BAE 2014*. (2014). Tilgjengelig fra: <http://www.anskaffelser.no/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/temaer-bae/gjennomforingsmodeller> (lest 20.03.2015).
- Glancey, J. (2007). *Arkitektur: DAMM*.
- Gunnarsjaa, A. (2007). *Arkitekturleksikon*. Oslo: Abstrakt forl. 912 s. : ill. s.

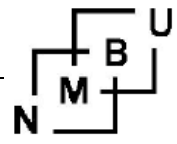


- Husbanken. (2014). *Hva er et passivhus?* Tilgjengelig fra:
http://www.husbanken.no/miljo-energi/hva_er_et_passivhus/ (lest 30.04.15).
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2004). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. Oslo: Abstrakt forl. 424 s. : ill. s.
- Karlsen, J. T. & Gottschalk, P. (2005). *Prosjektledelse: fra initiering til gevinstrealisering*: Universitetsforlaget.
- Kittang, D., Narvestad, R. & Nyrud, A. Q. (2011). *Tre i by - en kunnskapsoversikt* SINTEF akademisk forlag
- Klein, T. (2013). *Integral Facade Construction - Towards a new product architecture for curtain walls*: Architecture and the Built environment.
- Klima- og miljødepartementet. (2009). *Statlig planretningslinje for klima- og energiplanlegging i kommunene*: Regjeringen. 11 s.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling(plan- og bygningsloven*.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2014). *Om Framtidens byer*: Regjeringen.no. Tilgjengelig fra:
<https://www.regjeringen.no/nb/tema/kommuner-og-regioner/by--og-stedsutvikling/framtidensbyer/om-framtidens-byer/id548028/> (lest 29.03.15).
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2015). *Energi i bygg*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/nb/tema/kommuner-og-regioner/by--og-stedsutvikling/framtidensbyer/energi-i-bygg/id548158/> (lest 29.03.15).
- Kommune, O. (2012). *Felles kravspesifikasjon Oslo kommune overordede krav 2012*. 44 s.
- Lavenergiprogrammet. *Framtidens bygg*. Tilgjengelig fra:
<http://www.lavenergiprogrammet.no/vaare-prosjekter/framtidens-bygg-article1546-117.html> (lest 29.03.15).
- LCCWeb.no. (2011). *LCCWeb.no*. Tilgjengelig fra: <http://lccweb.no/> (lest 11.04.2015).
- Lisø, K. R., Kvande, T., Grindalen, P. E. & Eliassen, A. (2007). *Klimatilpasning av bygninger*. Oslo: SINTEF byggforsk. 177 s. : ill. 24 x 25 cm s.

- Lædre, O. (2006). *Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekter*. Trondheim: NTNU.
- Menzel, L. (2012). *Facades: design, construction & technology*. [Berlin]: Braun. 319 s. : ill. s.
- Moe, A. S. & Waage, A. (2014a). *Framtidens bygg*: NAL. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektur.no/om-framtidens-bygg> (lest 29.03.15).
- Moe, A. S. & Waage, A. (2014b). *Kvalitetskriterier*. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektur.no/kvalitetskriterier1> (lest 11.04.15).
- Multiconsult. *LCA og klimagassregnskap*. Tilgjengelig fra: <http://www.multiconsult.no/tjenester/lca-og-klimagassregnskap/> (lest 07.04.2015).
- NAL. (2013). *FutureBuilt*: NAL. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektur.no/futurebuilt> (lest 29.03.15).
- Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir akademisk. 76 s. : ill. s.
- Ottele, M., Perini, K. & Haas, E. M. (2014). Life cycle assessment (LCA) of green facades and living wall systems. I: *Eco- efficient construction and building materials*: Woodhead.
- Pacheco-Torgal, F. (2014). *Eco-efficient construction and building materials: life cycle assessment (LCA), eco-labelling and case studies*. Philadelphia, PA: Woodhead Pub. 1 online resource (640 pages) : illustrations s.
- Radhi, H. (2014). Accessing the environmental and economic impacts of caldding systems for green buildings. I: *Eco- efficient construction and building materials*: Woodhead.
- Rambøll. (2011). *Framtidens Byer - Nullpunkts- og førsteårsrapport*. 53 s.
- Rambøll. (2012). *Analyse av dagens offentlige bygg i Norge*: Statsbygg. 46 s.
- regionaldepartementet, k. o. (2009). *Bygg for framtida, miljøhandlingsplan for bolig og byggsektoren 2009 - 2012*.
- Regjeringen. (2013). *Byggeskikk og estetikk*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/nb/sub/stedsutvikling/ny-emner-og-eksempler/byggeskikk/id535403/> (lest 15.03.15).
- Ruyter, E. (2003). *Dobbelfasader*. 80 s.
- Samset, K. (2008). *Prosjekt i tidligfasen*: tapir akademisk forlag.



- Selvig, E. (2014). *Versjon 5 er klar til bruk!* klimagassregnskap.no.
Tilgjengelig fra: <http://www.klimagassregnskap.no/portal/index.php/2-generelt/52-versjon-5-er-klar-til-bruk> (lest 14.04.15).
- Solli, S. M. & Balsvik, E. (2011). *Introduksjon til samfunnsvitenskapene*. Oslo: Universitetsforl. 2 b. : ill. s.
- Statsbygg. (2011). *Klimagassregnskap.no/Versjon 3*: Statsbygg. 60 s.
- Statsbygg. (2013a). *Klimagassregnskap*. Tilgjengelig fra:
<http://www.statsbygg.no/Samfunnsansvar/Miljo/Klimagassregnskap/>
(lest 19.04.15).
- Statsbygg. (2013b). *STATSBYGGGS miljøstrategi - langsiktige miljøambisjoner og miljømål*. Oslo. 15 s.
- Sutton, I. (1999). *Western architecture: a survey from ancient Greece to the present*. London: Thames and Hudson. 384 s. : ill. s.
- Svardal, S. J. (2005). *Påhengsfasadar - innfestingar og haldbarheit*. NTNU: NTNU.
- Undervisningsbygg. (2007). *Veileder - fordeler og ulemper med ulike entreprisformer*. Tilgjengelig fra:
<http://www.anskaffelser.no/sites/anskaffelser/files/Veileder%20%E2%80%93%20fordeler%20og%20ulemper%20med%20ulike%20entrepriser%20-%20Undervisningsbygg.pdf> (Lest 20.02.2015).
- Undervisningsbygg. (2012). *Miljøstrategi 2012 - 2015 - et bærekraftig skolebygg å være stolt av!*
- Wigen, R. (1990). *Bygningsadministrasjon*. 2 utg.: Tapir Forlag. 152 s.
- Wæhle, E. & Sterri, A. B. (2014). *Case studie*. Store Norske Leksikon.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: design and methods*. Los Angeles, Calif.: SAGE. XXVIII, 282 s. : ill. s.
- ZEB. (2015). *About the ZEB Centre*. Tilgjengelig fra:
<http://www.zeb.no/index.php/about-zeb/about-the-zeb-centre> (lest 30.03.15).



10. VEDLEGG

Intervjuguide

Innledning

- Presentere seg selv
- Informere om oppgaven og si noe om hva man kommer til å stille spørsmål om
- Si noe om betydningen av å være med på intervjuet, om tilbakemelding og om resultat.
- Gå igjennom hvordan intervjuet dokumenteres, og hva som gjøres med datamaterialet når prosjektet avsluttes.
- Garantere anonymitet eller sikre tillatelse til å bruke dataene hvis informanten skal kunne indentifiseres.
- Informere om informantens rett til å avbryte intervjuet når som helst
- Informere om at noen av spørsmålene henger sammen, dermed kan noen temaer og emner bli gjennomgått flere ganger.
- Antyde hvor lenge intervjuet vil vare. *Ca 1 time*

DEL 1:

1. Generelt om prosjekt og aktør

Faktaspørsmål

- 1.1 Prosjekt?
- 1.2 Aktør/Rolle?
- 1.3 Erfaring/kompetanse?
- 1.4 Utdanning?
- 1.5 Hvor lenge har du jobbet i dette firmaet?
- 1.6 Tidligere?
- 1.7 Ønsker du og din organisasjon å være anonyme?

2. Overordnede målsetninger og føringer for prosjektet

Introduksjonsspørsmål

- 2.1 Kan du si litt generelt om prosjektet?
 - *Nøkkelord: Bygningstype, prosjektomfang*
- 2.2 Hvilke overordnede målsetninger/føringer var det for prosjektet?
 - *Nøkkelord: Forbildeprogrammer, pilotprosjekter, særskilte satsninger*
- 2.3 Hvilke prosedyrer eller virkemidler ble brukt av byggherren?
 - *Nøkkelord: Kravspesifikasjoner, prosjekteringsmodeller*
- 2.4 Begrensninger eller muligheter på grunn av disse?

3. Yttervegg

Overgangsspørsmål

3.1 Beskriv veggkonstruksjon?

3.2 Påvirket veggkonstruksjon valg av fasadematerialet, eller motsatt?

4. Fasadekledning

Overgangsspørsmål

4.1 Hvilke type fasadekledning er prosjektert på prosjektet?

4.2 Hvilke krav og spørsmål ble stilt rundt valget?

4.3 Hva anser du som kvaliteter ved den valgte fasadekledningen?

4.4 Hva anser du som negativt ved den valgte fasadekledningen?

DEL 2: Nøkkelspørsmål og kompliserte spørsmål

5. Faktorer for valg av fasadekledning

5.1 Hvilke faktorer har vært førende for valg av fasadekledning?

5.2 Hvordan påvirket livssyklus kostnader valg av fasadekledning?

- *Nøkkelord: Beregningsmetode og verktøy, alternativsvurderinger.*

5.3 Hvordan påvirket energibruk og miljøbelastninger valg av fasadekledning?

- *Nøkkelord: Metoder og verktøy for beregninger og analyser, klimagassregnskap, miljødeklarasjoner, livssyklusanalyser, alternativsvurderinger.*

5.4 Hvordan påvirket vedlikehold og levetid valg av fasadekledning?

- *Nøkkelord: Beregnet levetid, vedlikeholdsintervaller, alternativsvurderinger.*

5.5 Hvordan påvirket det estetiske og stedstilpasning valg av fasadekledning?

- *Nøkkelord: Konsept, volumer, form, farger, tomt, omkringliggende bebyggelse og natur.*

6. Entrepriseform

6.1 Hvilken entrepriseform ble benyttet på prosjektet?

6.2 Er det vanlig praksis å bruke denne entrepriseformen i tilsvarende prosjekter?

6.3 Hva var definert og planlagt før entreprenør ble involvert?

6.4 Hvilke valgmuligheter hadde entreprenør?

6.5 Hvordan har entrepriseform påvirket din innflytelse for valg av fasadekledning?

6.6 Hva anser du som fordeler ved denne entrepriseformen mtp valg av fasadekledning?

6.7 Hva anser du som ulemper ved denne entrepriseformen mtp valg av fasadekledning?

- 7. Hvordan påvirket din erfaring og kompetanse valg av fasadekledning?**
- 8. Hvilke aktører mener du har hatt størst innflytelse på valg av fasadekledning?**
 - Beskriv samarbeidet?
 - Oppstod det noen uenigheter rundt valg av fasade?
- 9. På hvilket tidspunkt i plan og prosjekteringsfasen ble valget av fasade tatt?**
 - Beskriv prosessen?

Avslutning

- Om informanten ønsker å legge til noe mer.
- Oppsummering av informasjonen vi har fått i løpet av intervjuet. På denne måten har informanten mulighet til å korrigere og rette opp i eventuelle uklarheter.
- Om informanten ønsker å få tilsendt intervjuet med notater, slik at han/hun kan kvalitetssikre informasjonen som vil brukes i oppgaven.
- Dersom informanten skulle ha noen spørsmål i etterkant er det bare å ta kontakt.
- Takke informanten for at han/hun stilte opp på intervjuet!



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no