



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2023 30 stp

Fakultet for realfag og teknologi

Veileder: Leif Daniel Houck

Måling og sammenligning av fleksibilitet i arkitektkonkurranser for nye skolebygg

Measurement and comparison of flexibility
in architectural competitions for new school
buildings

Jørgen Dahl

Byggeteknikk og arkitektur

Fakultet for realfag og teknologi

FORORD

Denne masteroppgaven er skrevet ved Fakultet for realfag og teknologi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven markerer avslutning på et toårig masterstudium innen Byggeteknikk og arkitektur. Oppgaven er skrevet våren 2023 og har et omfang på 30 studiepoeng.

Jeg vil først og fremst takke hovedveilederen min, Leif Daniel Houck, førsteamanuensis ved NMBU, for oppgaveidé og god veiledning. Jeg vil også rette en takk til tilleggsveilederen min, Efthymia Ratsou Stæhr, doktorstipendiat ved NMBU. Deres engasjement og faglige innspill har bidratt til at oppgaveprosessen har vært spennende og lærerik.

For å undersøke temaet i denne oppgaven; fleksibilitet i skolebygg, er det gjort en casestudie. Jeg vil takke alle de behjelpelige kontaktpersonene i Sør-Odal kommune, Tysvær kommune, Øvre Eiker kommune og Trondheim kommune for bidrag av relevante dokumenter til studien.

Avslutningsvis vil jeg takke venner og familie for å ha vært viktige støttespillere. En spesiell takk til Karen, for å gi gode innspill i oppgaveskriving, fylle studiehverdagen med godt humør og alltid ha tro på meg.

Oslo, 14.05.2023

Jørgen Dahl

SAMMENDRAG

Bygg- og anleggsbransjen står i dag for en betydelig andel av det globale CO₂-utslippet. For å bygge bærekraftig må vi produsere bygninger med design som tillater lang levetid, med fleksible løsninger som kan tilpasse seg endrede behov. Dette gjelder også for skolebygg der samfunnsendringer, nye reformer og utfordringer kan kreve at skolebyggene skal kunne endres raskt. Forenklet forteller et byggs *fleksibilitet* oss hvilken evne det har til å endres.

Hensikten med denne oppgaven er å utforske fleksibilitetsbegrepet og beskrive en metode for å vurdere fleksibilitet i nye skolebygg som et designprinsipp. Oppgavens overordnede problemstilling lyder: *Hvordan kan fleksibilitet måles og sammenliknes i anskaffelsesprosedyrer med design for skoleprosjekter?*, med utgangspunkt i følgende forskningsspørsmål:

- *Hvordan bedømmes grad av fleksibilitet i dagens konkurranser om skoleprosjekter?*
- *Hva er de viktigste parameterne for å måle fleksibilitet i skolebygg?*
- *Hvordan blir fleksibilitet påvirket av valgt konstruksjonsprinsipp?*
- *Kan det etableres en kvantitativ metode for å måle fleksibilitet?*

For å besvare forskningsspørsmålene er det gjort en casestudie av fire anbudskonkurranser for skoleprosjekter i Norge mellom 2017 og 2022. De utlyste konkurransedokumentene samt alle løsningsforslagene i de fire anbudskonkurransene er undersøkt for å kartlegge hvor godt den enkelte tilbyder besvarer fleksibilitet og hvordan dette blir vurdert i anskaffelsesprosessen. Ved å måle viktige parametere for fleksibilitet i disse løsningsforslagene, sammenlignes og evalueres tilbyderne på deres besvarelse.

Resultatene viser at det er et betydelig fokus på fleksibilitet i konkurransedokumentene til samtlige av skoleprosjektene. Imidlertid inneholder konkurransedokumentene i stor grad generelle formuleringer rundt fleksibilitet, fremfor faktiske tiltak som ønskes levert. Resultatene viser også at det i flere tilfeller er uoverensstemmelse mellom hva som blir beskrevet rundt fleksibilitet i konkurransedokumentene og hva som faktisk blir vurdert.

Oppgaven presenterer en kvantitativ metode for å måle fleksibilitet i anskaffelsesprosedyrer for skolebygg. Metoden fokuserer på viktige parametere som etasjehøyde, dagslysforhold og bæresystem, og søker å gi en enkel og intuitiv brukbarhet for jurymedlemmer. En firedelt karakterskala er utviklet for hver parameter basert på faktiske data fra undersøkte skoleprosjekter.

ABSTRACT

The construction industry currently accounts for a significant share of global CO₂ emissions. To build sustainably, it is crucial to produce buildings with designs that allow for long lifespans and incorporate flexible solutions to adapt to changing needs. This applies to school buildings as well, where societal changes, new reforms, and challenges may require rapid modifications. Simply put, a building's flexibility refers to its ability to accommodate changes.

The purpose of this thesis is to explore the concept of flexibility and propose a method for assessing flexibility as a design principle in new school buildings. The main research question of this study is: *How can flexibility be measured and compared in procurement procedures with design for school projects?* To answer this question, the following research sub-questions are addressed:

- *How is the degree of flexibility assessed in current competitions for school projects?*
- *What are the key parameters for measuring flexibility in school buildings?*
- *How is flexibility influenced by the chosen construction principle?*
- *Can a quantitative method be established to measure flexibility?*

To address the research questions, a case study of four tender competitions for school projects in Norway between 2017 and 2022 was conducted. The competition documents and all proposed solutions in these four tenders were examined to assess how well each provider addressed flexibility and how it was evaluated in the procurement process. By measuring key parameters for flexibility in these proposed solutions, the providers' responses were compared and evaluated.

The results reveal a significant focus on flexibility in the competition documents for all the school projects. However, these documents predominantly contain general formulations about flexibility rather than specific measures desired. The results also indicate inconsistencies between the descriptions of flexibility in the competition documents and the actual evaluation process.

This thesis presents a quantitative method for measuring flexibility in procurement procedures for school buildings. The method emphasizes important parameters such as floor height, daylight conditions, and structural systems, aiming to provide a simple and intuitive usability for jury members. A four-point grading scale has been developed for each parameter based on actual data from the examined school projects.

INNHold

Forord	i
Sammendrag	ii
Abstract	iii
Figurer	vii
Tabeller.....	viii
Formler	viii
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Problemstilling.....	2
1.3 Avgrensning	2
2. Teori.....	3
2.1 Arkitektkonkurranser	3
2.2 Tilpasningsdyktighet.....	4
2.3 Parametere innenfor tilpasningsdyktighet.....	9
2.3.1 Etasjehøyde	12
2.3.2 Spennvidde	13
2.3.3 Innervegger	15
2.3.4 Bygningsbredde.....	16
2.3.5 Dagslys.....	16
2.3.6 Dekkets lastkapasitet.....	18
2.3.7 Installasjonsplass	18
2.4 Utforming av grunnskolebygg	19
2.4.1 Hjemmeområdet	20
2.4.2 Fleksibilitet i skolebygg.....	22
3. Metode	23
3.1 Kvantitativ forskningsmetode	23
3.2 Forskningsdesign	24
3.3 Utvalg.....	25
3.4 Litteratursøk	27
3.5 Gjennomføring av casestudie.....	28
3.5.1 Avgrensning	29
3.5.2 Analyse av konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapport.....	29
3.5.3 Etasjehøyde	30
3.5.4 Dagslys.....	30
3.5.5 Bærende innervegger	32

3.5.6 Bærende søyler	33
3.5.7 Forkastede målinger.....	33
3.6 Reliabilitet og validitet.....	34
3.6.1 Validitet	35
3.6.2 Reliabilitet.....	35
4. Resultater	37
4.1 Analyse av konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapport.....	37
4.1.1 Glommasvingen skole.....	37
4.1.2 Frakkagjerd	38
4.1.3 Hokksund skole.....	40
4.1.4 Huseby skole.....	41
4.1.5 Sammenstilling av alle konkurransene.....	43
4.2 Etasjehøyde	45
4.3 Dagslys.....	47
4.4 Bæresystem.....	49
4.4.1 Bærende innervegger	50
4.4.2 Bærende søyler	51
4.4.3 Sammenstilling av bæresystem.....	52
5. Diskusjon	54
5.1 Fleksibilitet i anskaffelsesprosedyren	54
5.2 Vurdering av de viktigste parameterne for fleksibilitet i skolebygg.....	55
5.3 Fleksibilitet i løsningsforslagene.....	57
5.3.1 Etasjehøyde	57
5.3.2 Dagslys.....	59
5.3.3 Bæresystem	62
5.4 Hvordan kan fleksibilitet måles i anskaffelsesprosedyrer for skolebygg	64
6. Konklusjon	70
6.1 Hvordan bedømmes grad av fleksibilitet i dagens konkurranser om skoleprosjekter?.....	70
6.2 Hva er de viktigste parameterne for å måle fleksibilitet i skolebygg?	70
6.3 Hvordan blir fleksibilitet påvirket av valgt konstruksjonsprinsipp?	71
6.4 Kan det etableres en kvantitativ metode for å måle fleksibilitet?	71
7. Videre arbeid	72
8. Referanser	73
9. Vedlegg.....	75
9.1 Vedlegg A. Sammenstilling av beskrivelser tilknyttet fleksibilitet i konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapporter.....	75

9.2 Vedlegg B. Kalkyle av målte parametere i løsningsforslag, og sammenstilling av dagslys og bæresystem.....	86
9.3 Vedlegg C. Sammenstilling av etasjehøyder fra kalkyle	87

FIGURER

Figur 1: Deltakernes rangering av estetiske egenskapers betydning for et godt læremiljø (Cold, 2003).	5
Figur 2: "Sharing layers of change" av Steward Brand (1994). Hentet fra (Arge & Landstad, 2002)....	10
Figur 3: Prinsippsnitt av høydebehov i en arbeidsbygning (Byggforsk, 2004a)	13
Figur 4: Veiledende spennvidder til hulldekkeelementer basert på dekketykkelse. Områder med stiplede kurver må undersøkes spesielt med tanke på deformasjonsforholdene (Byggforsk, 1996). ..	14
Figur 5: Veiledende spennvidder til massivtredekke basert på dekketykkelse utsatt for en nyttelast på 2 kN/kvm (Borgström & Fröbel, 2019).	15
Figur 6: Dagslysfaktoren basert på avstand fra vindu og vindushøyde (Byggforsk, 2001).	17
Figur 7: Illustrasjon av (1) primærsone, (2) sekundærsone og (3) tertiærsone (Byggforsk, 2009).....	19
Figur 8: Eksempel på tradisjonelle klasserom og grupperom. Arkitekt: Einar Dahle Arkitekter (Byggforsk, 2009).....	20
Figur 9: Eksempel på flerfunksjonelle klasse-/grupperom. Tegning fra brosjyre om «Skole 2000» (Byggforsk, 2009).....	21
Figur 10: Eksempel på storklasserom. Arkitekt: Letnes Arkitektkontor AS (Byggforsk, 2009).....	21
Figur 11: Utklipp fra dagslysberegning i løsningsforslag "Synergia".	32
Figur 12: Oversikt over hvilke parametere som er nevnt i vurderingen av fire løsningsforslag, for konkurransen om Glommasvingen skole.	38
Figur 13: Oversikt over hvilke parametere som er nevnt i vurderingen av fire løsningsforslag, for konkurransen om Frakkagjerd skole.	39
Figur 14: Oversikt over hvilke parametere som er nevnt i vurderingen av seks løsningsforslag, for konkurransen om Hokksund skole.	41
Figur 15: Oversikt over hvilke parametere som er nevnt i vurderingen av fem løsningsforslag, for konkurransen om Huseby skole.	43
Figur 16: Parametere beskrevet i fire konkurranseregler.	44
Figur 17: Parametere beskrevet i fire rom- og funksjonsprogram.....	44
Figur 18: Parametere beskrevet i 19 juryrapporter.	45
Figur 19: Eksempel av utført måling av etasjehøyde, her fra løsningsforslag "Løft". De blå strekene illustrerer hva som er målt.	45
Figur 20: Utklipp av løsningsforslag "Synergia". Figuren illustrerer daglysmålinger.	47
Figur 21: Oppmåling av bærende innervegger i løsningsforslag "Alle gode ting= 3".	50
Figur 22: Bæresystem av innervegger, hentet fra tilbyders beskrivelse av løsningsforslag.	51
Figur 23: Oppmåling bærende søyler av løsningsforslag til "NCC".	51
Figur 24: Bæresystem av søyler, hentet fra tilbyders beskrivelse av løsningsforslag.	52
Figur 25: Sammenstilling av minste etasjehøyde for undersøkte løsningsforslag, basert på resultater fra kapittel «4.2 Etasjehøyde».....	58
Figur 26: Sammenstilling av forholdstall av dagslys for undersøkte løsningsforslag, basert på resultater fra kapittel «4.3 Dagslys».	60

TABELLER

Tabell 1. Relasjoner mellom ulike typer <i>adaptability</i> , hentet fra " <i>Adaptable architecture: theory and practice</i> " (Schmidt III & Austin, 2016).	9
Tabell 2. Sammenstilling av parametere innenfor tilpasningsdyktighet (Arge, 2002; Bjørberg, 2007; Architects, 2015; Schmidt III; 2016).	11
Tabell 3. Oppstilling av parametere nevnt henholdsvis fire, tre og to ganger i tabell 2.	12
Tabell 4: Utvalg grunnskolebygg med tilhørende underkategorier.	26
Tabell 5: Oversikt over utvalgte skoleprosjekter med tilhørende løsningsforslag.....	26
Tabell 6: Sentrale søkeord brukt i oppgaven.....	27
Tabell 7: Utklipp fra vedlegg 9.3. Gjennomsnittlige etasjehøyder fra alle løsningsforslag.	46
Tabell 8: Gjennomsnittlig dagslysforhold i prosent på alle løsningsforslag.	48
Tabell 9: Løsningsforslag med valgt bæresystem.....	49
Tabell 10: Gjennomsnittlig forholdstall for bæresystem av søyler og innervegger.	52

FORMLER

Formel 1: Beregning av fleksibilitet for dagslys.....	30
Formel 2: Beregning av fleksibilitet for bærende innervegger	33
Formel 3: Beregning av fleksibilitet for bærende søyler	33
Formel 1: Beregning av fleksibilitet for dagslys.....	65
Formel 2: Beregning av fleksibilitet for bærende innervegger	67
Formel 3: Beregning av fleksibilitet for bærende søyler	67
Formel 4: Beregning av fleksibilitet for dagslys inkludert overlys	66
Formel 5: Beregning av fleksibilitet for samlet vurdering for bæresystem	69

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for oppgaven

FNs statusrapport for bygg- og anleggsbransjen fra 2022 slår fast at sektoren alene sto for omtrent 37% av det globale CO₂-utslippet i 2021 dersom man inkluderer produksjonen av bygningsmaterialer. I dag er det høyt fokus i bransjen på å bygge med bærekraftige materialer, men som SINTEF slår fast i sin rapport fra 2020; De mest bærekraftige byggene finnes allerede, og å rehabilitere bygg påvirker miljøet halvparten så mye som å rive og bygge nytt (Nitter, 2020). Skal vi bygge bærekraftig i dag må vi produsere bygninger med design som tillater lang levetid, slik at de ikke må rives når de ikke lenger er brukervennlige (Programme, 2022). Det er med andre ord sentralt at nye bygg er fleksible og kan tilpasse seg endrede behov og andre bruksformål på lang sikt, og dette starter allerede i designfasen.

Som det vil utdypes videre i teoridelen kan fleksibilitet defineres på ulike måter. Larsen og Bjørberg (2007) definerer det som *egenskapene et bygg har til å møte vekslende krav til funksjonalitet i løpet av bygningens levetid*. Arge (2003) legger i sin definisjon til at fleksibiliteten sier noe om *hvilke muligheter en har til å foreta bygningsmessige eller tekniske endringer i bygningen på en enkel måte*.

Karin Buvik skrev i 2005 om trender innenfor fysisk utforming av grunnskoler. Hun skriver at det helt siden de store 90-talls-reformene i skolen, har det vært et søkelys på endringspotensiale og ny pedagogikk når man planlegger nye skolebygg. Hun poengterer videre at vi ikke kan vite hva fremtiden vil bringe av nye reformer og utfordringer. Med det vi vet, er at endringer kommer raskt (Buvik, 2005). For at skolene vi bygger i dag skal kunne endre seg og forbli funksjonelle, må vi bygge fleksible skolebygg som kan tilpasse seg nye behov uten for omfattende inngrep.

Denne masteroppgaven beskriver en metode for å vurdere fleksibilitet i skolebygg som et designprinsipp helt fra planleggingsfasen.

For å kartlegge hvilken rolle fleksibilitet spiller i planleggingsfasen i dag, vil oppgaven gjennom en casestudie ta for seg fire anbudskonkurranser av skoleprosjekter i Norge mellom 2017 og 2022. Alle løsningsforslag som ble mottatt i de fire konkurransene vil undersøkes, og ved å måle de viktigste parameterne for fleksibilitet i disse, vil det kartlegges hvor godt den enkelte tilbyderen besvarer fleksibilitet og hvordan dette blir vurdert i anskaffelsesprosessen

Innsamling av denne dataen gir et sammenligningsgrunnlag for metoden, som måler viktige parametere for fleksibilitet, og sammenlikner disse for å kunne si hvor godt løsningsforslaget besvarer oppgaven.

1.2 Problemstilling

Masteroppgaven har følgende problemstilling:

Hvordan kan fleksibilitet måles og sammenliknes i anskaffelsesprosedyrer med design for skoleprosjekter?

For å svare på problemstillingen er følgende forskningsspørsmål undersøkt:

- *Hvordan bedømmes grad av fleksibilitet i dagens konkurranser om skoleprosjekter?*
- *Hva er de viktigste parameterne for å måle fleksibilitet i skolebygg?*
- *Hvordan blir fleksibilitet påvirket av valgt konstruksjonsprinsipp?*
- *Kan det etableres en kvantitativ metode for å måle fleksibilitet?*

1.3 Avgrensning

Denne oppgaven er avgrenset til å kun undersøke hjemmeområdene i skolebygget. Hjemmeområdet er det generelle læringsarealet, og vil bli ytterligere beskrevet i teoridelen. Arealer utover hjemmeområdene kan for eksempel være flerbrukshall, laboratorier og diverse spesialrom, og kan variere mellom ulike prosjekt. Formålet med denne avgrensingen er å oppnå et sammenlignbart grunnlag på tvers av de ulike skoleprosjektene som undersøkes i denne oppgaven.

2. TEORI

I dette kapittelet vil det presenteres relevant teori for videre arbeid i casestudie. Først vil generell informasjon om arkitektkonkurranser, herunder spesielt plan- og designkonkurranse og pris- og designkonkurranse, presenteres. Heretter vil det gjøres rede for begrepene *tilpasningsdyktighet* og *fleksibilitet*, og parametere for fleksibilitet. Til slutt vil det presenteres teori om utforming av grunnskolebygg, med vekt på hjemmeområdet.

2.1 Arkitektkonkurranser

I denne oppgaven vil det undersøkes konkurranseprosjekter av skolebygg, og det vil av denne grunn være naturlig å inkludere en introduksjon til hva arkitektkonkurranser er.

I Norge benyttes arkitektkonkurranser for både offentlige og private byggeprosjekter hvor det er ambisjoner om høy kvalitet, og ofte høy kompleksitet. Mange av de fremste bygg- og anleggsprosjektene i Norge har vært gjennom en slik konkurranse (NAL & AiN, 2018). I følge Rönn (2009) med tall fra 2009 blir det i Norge, Danmark, Sverige og Finland, holdt rundt 100 arkitektkonkurranse årlig. Av disse er omtrent 18% konkurranser om skolebygg. Dette gjør skolebygg til en av de største kategoriene, sammenliknet med byplanlegging på 18 %, kultur og fritid på 16 %, boliger på 13 % og flere.

Den vanligste formen for arkitektkonkurranse er plan- og designkonkurranse. Denne typen konkurranse arrangeres for å utvikle og presentere planer, konsepter eller design for å løse en spesifikk problemstilling eller behov. Konkurransformen brukes ofte i innovasjonssammenheng for å utforske nye og innovative løsninger, og den kan inneha ulike kriterier som for eksempel brukervennlighet, bærekraftige løsninger eller fleksibilitet. For å delta i en plan- og designkonkurranse, må man i mange tilfeller sende inn en søknad eller delta i en prekvalifiseringsprosess. Deretter kan utvalgte deltakere få tildelt en kontrakt for å utvikle et design eller en plan for presentasjon og evaluering. Tilbudene vil bli vurdert av en jury bestående av eksperter fra ulike relevante fagområder, og det vil bli kåret en vinner. Et spesielt trekk ved plan- og designkonkurranser er at alle tilbudene avgjøres anonymt i juryarbeidet (Anskaffelser.no, 2022b).

En annen konkurranseform som er brukt i casene for denne oppgaven er pris- og designkonkurranse. NAL bruker begrepet totalentreprise-konkurranse med løsningsforslag for denne type konkurranseform (NAL & AiN, 2018). Her vil team bestående av arkitekter, rådgivere og entreprenør gå sammen for å konkurrere. Konkurransen går ut på å utvikle et konkret løsningsforslag og tilby en fastpris på å bygge prosjektet (NAL & AiN, 2018). Gjennomføringen av slike konkurranser skjer ofte

med forhandling. På denne måten vil tilbyderne få mulighet til å diskutere og justere tilbudet sitt basert på tilbakemeldinger fra oppdragsgiver (Anskaffelser.no, 2022a). En vesentlig forskjell mellom denne type konkurranseform og plan- og designkonkurranser er at bedømmelsesarbeidet av tilbud ikke foregår anonymt, og det er ikke nødvendigvis gjennomført juryarbeid eller utbetalt honorar.

2.2 Tilpasningsdyktighet

I norske forskningsartikler og avhandlinger er det to definisjoner av tilpasningsdyktighet som ofte går igjen. Disse to definisjonene er skrevet av henholdsvis Arge og Landstad gjennom Byggforsk (Arge & Landstad, 2002) og Bjørberg og Larsen (Bjørberg et al., 2007). Veilederen skrevet av Bjørberg og Larsen er utgitt av Norsk forskningsråd, RIF (organisasjonen for rådgivere), NBEF (Norges Bygg- og eiendomsforening) og Multiconsult. Felles for definisjonene fra Arge og Bjørberg er at tilpasningsdyktighet i bygg omhandler byggets evne til å møte vekslende krav til funksjonalitet og endringer over tid, og er definert av tre begreper; fleksibilitet, generalitet og elastisitet.

Bjørberg (2007) definerer de tre begrepene som følger:

Fleksibilitet: «Frihet til planendring innen samme funksjon, dvs. reorganisere bruksarealet eksklusiv bæresystem/kjerner.»

Generalitet: «Fleksibilitet + frihet til endret funksjon dvs. endrede nyttelaster, brannsikring, etc.»

Elastisitet: «Muligheten til å utvide eller redusere arealer innenfor en gitt geometri.»

Arge (2002) definerer de tre begrepene som følger:

Fleksibilitet: «Med fleksibilitet menes evnen som en bygning har til å møte vekslende funksjonelle krav gjennom å forandre egenskaper, dvs. mulighetene for å foreta bygningsmessige og tekniske endringer i bygningen med minimale kostnader og forstyrrelser for den løpende drift.»

Generalitet: «Med generalitet menes evnen som en bygning har til å møte vekslende funksjonelle krav uten å forandre egenskaper, dvs. bygningens evne til å tilfredsstille ulike funksjonelle brukerkrav uten at det må gjøres bygningsmessige eller tekniske tiltak.»

Elastisitet: «Med elastisitet menes mulighetene for tilvekst til (økning a bruksareal) eller underoppdeling av (reduksjon av bruksareal) arealene i en bygning.»

I begge definisjoner av elastisitet står det at dette omhandler økning eller redusering av gitte bruksarealer. Denne oppgaven vil se på byggets evne til å endre seg innenfor gitt geometri, og elastisitet vil av denne grunn ikke være medtatt i denne oppgaven.

De to definisjonene av fleksibilitet påpeker begge at dette omhandler evnen til å kunne forandre byggets egenskaper, med de avviker også fra hverandre. Bjørberg definerer fleksibilitet til å omhandle endring av plan innen samme funksjon, mens Arge definerer det som muligheten for å møte vekslende funksjonelle krav. Det er også språk i definisjonen av generalitet da Bjørberg definerer det som evnen til å endre funksjon i tillegg til fleksibilitet. Arge definerer dette som en separat egenskap arealet har til å møte ulike funksjonelle brukerkrav uten å endre på byggets egenskaper.

I «Skoleanlegget som en lesebok – en studie av skoleanlegget som estetisk ramme for læring og velvære» (Cold, 2003), har Cold og medarbeidere utført et prosjekt som har til mål å gi innsikt i forholdet mellom skolens estetiske utforming og dets betydning for læring og velvære. Empiriske undersøkelser fra dette studie er basert på inntrykk og vurderinger fra gåturer med bruker- og ekspertvurderinger. Figuren er hentet fra rapporten til studiet, og viser deltakernes vurdering av de viktigste egenskapene for et godt læringsmiljø, i prioritert rekkefølge.

Estetiske egenskaper	Prioriteringer og antall personer					SUM
	1 prioritet	2 prioritet	3 prioritet	4 prioritet	5 prioritet	
Tilpasningsdyktighet	11	6	3	2	1	23
Rommelighet	2	8	5	1	3	19
Oversikt og åpenhet	7	2	3	5	1	18
Godt dagslys	1	1	3	1	10	16
Friske, harmoniske farger	1	0	7	2	2	12
Pen, hensiktsmessig innredning	0	4	0	4	2	10
Mye grønt ute og inne	0	2	2	3	1	8
Orden, ryddighet, struktur, leselighet	1	1	1	2	3	8
Kunst og elevarbeider	1	0	0	3	1	5
Pene materialer og overflater	1	0	1	2	1	5

Figur 1: Deltakernes rangering av estetiske egenskapers betydning for et godt læringsmiljø (Cold, 2003).

Fra skjema kan man se at tilpasningsdyktighet er den egenskapen som flest deltakere har vurdert som viktigst for et godt læringsmiljø, etterfulgt av rommelighet, oversikt og godt dagslys. Colds

definisjon av tilpasningsdyktighet i denne rapporten omfatter generalitet, fleksibilitet og elastisitet, på samme måte som Arge og Bjørberg. Følgende definisjoner er brukt:

«Fleksibilitet betyr at det er lagt til rette for endringer, f. eks oppdeling eller sammenslåing av rom ved hjelp av flyttbare eller lette elementer, og at det er tilgjengelige installasjoner slik at man kan supplere utstyret.»

«Generalitet betyr at arealer og rom er dimensjonert og utformet slik at de egner seg for mange slags bruk som ivaretas ved en enkel ommøblering.»

«Elastisitet betyr at det er planlagt for utvidelser og oppdelinger ved påbygging eller fradeling av arealer.»

Colds (2003) definisjoner deler spesielt mange likheter med Arge, hvor fleksibilitet dreier seg om å tilrettelegge for endring av byggets egenskaper, og generalitet dreier seg om å tilrettelegge arealer slik at de kan benyttes til forskjellige bruksformål.

Med bakgrunn i de tre ulike definisjonene av tilpasningsdyktighet (Arge, 2002; Cold, 2003; Bjørberg, 2007), er det sannsynlig at det ikke er en felles enighet i definisjonene av fleksibilitet og generalitet i tidligere forskning og litteratur, og at disse to begrepene går noe inn i hverandre.

Utenfor Norge er *adaptability* og *flexibility* to begrep som er mye brukt for å beskrive tilpasningsdyktigheten til et bygg. I følge Askar (Askar et al., 2021) er *flexibility* det ordet som oftest blir forvekslet med *adaptability*, da de blir brukt mye sammen i forskjellig litteratur og forskning. Det er uenighet i hva forskjellen på de to begrepene er, og hva de faktiske definisjonene er. Askar (2021) mener likevel at det er en generell oppfatning i relevant litteratur og forskning om at *flexibility* er et middel for å oppnå *adaptability*. Med bakgrunn i dette er det valgt å ta utgangspunkt i *adaptability* for videre arbeid i oppgaven.

Tre definisjoner av *adaptability* fra forskjellige kilder er listet under:

- *“The capacity of a building to accommodate change in response to the emerging needs or varying contextual conditions, therefore prolonging its useful life while preserving the value for its users over time.”* (Askar et al., 2021, s. 11)
- *“The capacity of a building to accommodate effectively the evolving demands of its context, thus maximizing value through life.”* (Schmidt III & Austin, 2016, 4.1 Defining the word)
- *“The ability of a space to be modified for uses beyond the one originally designed for.”* (Architects, 2015, s. 5)

Samtlige av definisjonene er relativt enkle å forstå og sier i stor grad det samme. På lik linje som tilpasningsdyktighet, omhandler de byggets evne til å møte vekslende krav til funksjonalitet og endringer over tid. Selv om definisjonene er relativt enkle å forstå finnes det mye litteratur med forskjellige strategier og innfallsvinkler på hvordan *adaptability* skal implementeres i praksis (Askar et al., 2021).

Schmidt og Austin (Schmidt III & Austin, 2016) skriver at *adaptability* vil fungere best dersom det blir gjort på en effektiv måte som er målrettet på hvilke forandringer som faktisk vil skje i bygget.

Sammenlignet med Arge (2002), Cold (2003) og Bjørberg (2007) som har laget underkategorier av tilpasningsdyktighet, har Schmidt og Austin utarbeidet seks forskjellige typer av *adaptability*. Disse underkategoriene representerer de ulike forandringene et bygg vil kunne ha, og ved å definere de ulike typene vil det bedre kunne planlegges for. De seks forskjellige typene, med forklaring, er listet under:

- 1 *Adjustability* – Muligheten for å endre møblement, utstyr og inventar. Dette gjøres for å kunne tilpasse seg til nye oppgaver eller behov som kan oppstå over tid.
- 2 *Versatile* – Muligheten for å kunne endre planløsning, slik at arealene enkelt kan endres til nye bruksformål. Parametere som spiller inn på denne type endring vil blant annet være antall og lokasjon av søyler, byggets bredde, planløsningens utforming, innervegger, m.m.
- 3 *Refitable* – Muligheten for å endre byggets ytelse relatert til energi gjennom forandring av planløsning, teknisk anlegg eller fasade. Et eksempel vil være å endre byggets fasade for å øke de termiske ytelsene, og dermed spare kostnader relatert til strøm.
- 4 *Convertible* – Muligheten for å endre bruksformål grunnet for eksempel nye eiere, leietakere eller endring i regelverk. Endringer som kan forekomme her vil for eksempel være installasjon av tunge og store maskiner som krever god nok kapasitet i dekke og tilstrekkelig etasjehøyde. Et annet eksempel er et kontorbygg som skal gjøres om til et hotell. Bærende vegger vil da være essensielt for frihet til utforming av hotellrom, og mulighet for hulltaking i dekke for et nytt teknisk anlegg vil også spille inn.
- 5 *Scalable* – Muligheten for å endre byggets størrelse, både horisontalt og vertikalt. Denne typen endring kan sammenliknes med det Bjørberg og Arge definerer som elastisitet. Et eksempel på parameter som er viktig her vil være kapasiteten til bærende konstruksjon for å kunne bygge en ny etasje på eksisterende bygg.
- 6 *Movable* – Muligheten for å endre byggets lokasjon. Dette er den type endring som er minst sannsynlig til å skje, men kan i noen tilfeller være aktuelt. Et eksempel på dette er Norske

Mikrohus (norskemikrohus.no XXX). Denne bedriften spesialiserer seg på å bygge mindre hus plassert på en plattform av hjul. Denne kan dermed flyttes og monteres på ønsket lokasjon.

Denne typologien av *adjustability* er i stor grad relaterbar til tidligere definerte *fleksibilitet*, *generalitet* og *elastisitet*, men er mer detaljert og det fremkommer også nye aspekter. Eksempel på dette er evnen et bygg har til å forflytte seg. Denne oppgaven vil fokusere på muligheten for endring innenfor byggets skall, og det vil derfor ikke være aktuelt å inkludere tidligere definerte *scalable* og *movable*. *Adjustable* vil heller ikke inkluderes videre i oppgaven, da detaljnivå på møblement med mer vil være for omfattende.

I studiet «*Multi-criteria assesment for flexibility in modular timber school projects based on AHP-topsis*» (Huang & Meng, 2023) undersøkes fleksibilitet i skolebygg og innvirkning ulike modulsystemer har på fleksibiliteten til skolebygg i tre. Huang (2023) benytter definisjonen av arkitektonisk fleksibilitet som arealets mulighet til å tilpasse seg endrede planløsninger og bruksformål. Det poengteres videre at hovedutfordringen ved utformingen av nye bygg, og spesielt skolebygg, er å planlegge for fleksibilitet allerede i designstadiet. Studiet har også til mål å vektlegge faktorer som kan påvirke fleksibiliteten til et skolebygg, her blir strukturelle komponenter og muligheten for flere bruksformål ansett som særlig viktige.

Både i og utenfor Norge er det mye litteratur og forskning på hva tilpasningsdyktighet er. Spesielt er det mye forvirring på grensesnittet mellom fleksibilitet og generalitet, og hvilke parametere som påvirker hva. Denne oppgaven vil ikke forsøke å skille fleksibilitet og generalitet fra hverandre. Parametere som påvirker fleksibilitet og generalitet vil bli ansett som like aktuelle for denne oppgavens problemstilling. Dette vil også gjelde parametere innenfor Schmidt III (2016) sine definisjoner av *versatile*, *refitable* og *convertable*. *Versatile* og *convertable* vil være de to begrepene som kan sammenliknes med «fleksibilitet» og «generalitet» i høyest grad. Ifølge Schmidt og Austin er det også mye som tyder på at disse to også henger sammen. Tabellen under er en direkte kopi fra boken «*Adaptable archtiecture: theory and pratice*» (Schmidt III & Austin, 2016). Tabellen viser hvilke typer av *adaptability* som er blitt brukt sammen og i hvilken grad, i en undersøkelse av 290 caseoppgaver utført av Schmidt III. Av de 290 caseoppgavene, var det 107 tilfeller hvor to typer ble brukt sammen. Av disse vises en tydelig korrelasjon mellom *versatile* og *convertable*, da denne kombinasjonen opptok 63 % av tilfellene.

Tabell 1. Relasjoner mellom ulike typer *adaptability*, hentet fra " *Adaptable architecture: theory and practice* » (Schmidt III & Austin, 2016).

Relationship between two types	Percentage of solutions (107)
Adjustable and Versatile	10
Adjustable and Convertible	1
Versatile and Convertible	63
Versatile and Scalable	5
Versatile and Refitable	1
Refitable and Scalable	5
Refitable and Convertible	8
Convertible and Scalable	7

I en studie av karakteristikkene av fleksibilitet ved design av skolebygg, beskrives to forskjellige typer fleksibilitet; kort- og lang fleksibilitet. Kort fleksibilitet refererer her til muligheten for å gjøre endringer daglig. Dette kan for eksempel være foldevegger mellom klasserom som enkelt kan åpnes, eller møblement som enkelt kan flyttes etter ønske. Lang fleksibilitet refererer her til muligheten for endringer med et lengre tidsperspektiv, fra for eksempel måneder til år. Dette kan for eksempel være fastmonterte lettvegger som kan demonteres og flyttes, eller et teknisk anlegg som tillater økt belastning (Mirpadyab et al., 2020). I denne oppgaven vil fleksibilitet avgrenses til mulighet for endring med et lengre tidsperspektiv, altså lang fleksibilitet.

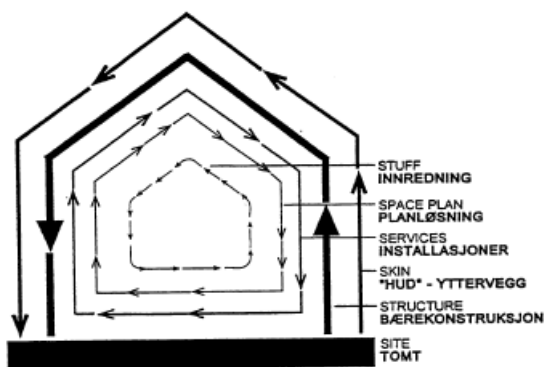
2.3 PARAMETERE INNENFOR TILPASNINGSDYKTIGHET

For å forbedre et byggs tilpasningsdyktighet vil en utbredt strategi være å planlegge med hensyn til visse parametere. Schmidt (2016) hevder at det er en klar korrelasjon mellom disse parameterne og i hvilket bygningslag de tilhører. I boken «*How Buildings Learn*» (Brand, 1994) har Steward Brand utarbeidet en modell som skiller mellom bygningslag med ulike levetider. De vanligste bygningslagene som skilles er som følger (Arge & Landstad, 2002):

- Tomt: evig
- Bærekonstruksjon: 30- 300 år
- Hud – yttervegger og tak: 20 år
- Installasjoner: 7-15 år
- Planløsninger: 3-30 år

- Innredning: daglig til månedlig

Figur 2 illustrerer fordelingen av de ulike bygningslagene listet over. Av disse bygningslagene vil de kritiske parameterne være de tilknyttet lagene med lang levetid, og de med hyppig og kostbar forandring. Parameterne kan allikevel ikke bli isolert til å tilhøre kun et bygningslag, da en parameter gjerne påvirker flere. Et eksempel på dette vil være etasjehøyde som tilhører bærekonstruksjon, men som også vil være kritisk med tanke på tilstrekkelig rom for tekniske installasjoner (Schmidt III & Austin, 2016). I en studie gjennomført av Schmidt III, Deamer og Austin (2017) undersøkes avhengighetene mellom de ulike bygningslagene underveis i en designfase av et skoleprosjekt. Studien konkluderer med at dette kan bidra til å få en større forståelse for oppnådd tilpasningsdyktighet ved å se på hvilke bygningslag som henger sammen, og dermed kan bli komplekse å endre. Ved å oppdage dette tidlig i designfasen, kan dette endres slik at enkelte bygningslag kan gjennomgå en forandring uten at dette påvirker andre bygningslag med for eksempel lengre levetid.



Figur 2: "Sharing layers of change" av Steward Brand (1994). Hentet fra (Arge & Landstad, 2002)

For å få en klarhet i hvilke parametere som går igjen i litteraturen og forskningen, er det for denne oppgaven utarbeidet en sammenstilling av parametere beskrevet av Arge (2002), Bjørberg (2007), Schmidt III (2016) og The American Institute of Architects (2015). Disse fire er valgt for å danne et inntrykk av viktige parametere innenfor tilpasningsdyktighet både i og utenfor Norge. Parametere tilknyttet *elastisitet*, *scalable*, *movable* og *adjustable* er ikke inkludert i sammenstillingen. De oppførte parametere er relevante for både *fleksibilitet*, *generalitet*, *versatility*, *convertibility* og *refitability*, og det er valgt å ikke skille på disse. «The American Institute of Architects» har ikke valgt å skille mellom hvilke typer forandring deres beskrevne parametere tilhører. Noen av deres oppførte parametere er ikke fysisk målbare, og er derfor valgt å utelate. Disse parametere var «tidlig involvering av ingeniør», «bruk av holdbare materialer», «klar og effektiv dokumentasjon», «design

for estetikk og kvalitet». Parameterne oppført av Arge er beskrevet for kontorbygg, men anses å være relevante også for andre bygg.

Tabell 2. Sammenstilling av parametere innenfor tilpasningsdyktighet (Arge, 2002; Bjørberg, 2007; Architects, 2015; Schmidt III; 2016).

Bjørberg	Arge	Schmidt III	The American Institute of Architects
Tekniske mellometasjer	Plassering av faste elementer som for eksempel heis	Etasjehøyde	Spennvidde
Etasjehøyde	Etasjehøyde	Antall etasjer	Etasjehøyde
Installasjonsplass	Bygningsbredde	Bæresystem	Gulv
Mulighet for hulltaking i dekke	Oppdeling i moduler	Plandybde	Innervegger (tunge/lette) konstruksjoner
Lastkapasitet dekke	Spennvidde og søyleplassering	Planløsning (Innervegger og søyler)	Bærende grid-system
Spennvidde	Lastkapasitet bærekonstruksjon	Bygningsbredde	Lastkapasitet bærekonstruksjon
Bredde kommunikasjonsvei	Utforming av vinduer for tilgang til dagslys	Arealmengde pr. etasje	Oppdeling i moduler
Innervegger (tunge/lette) konstruksjoner	Gulv	Kapasitet til det tekniske anlegget	Mekaniske fester, for lettere de- og remontasje
Bygningsbredde	Innervegger (tunge/lette) konstruksjoner	Installasjonsplass	
Arealmengde pr. etasje	Flat himling	Brannvegger	
	Teknisk grid	Avstand til kjerne	
	Bygningsautomatisering	Plassering av kjerne	
	Installasjonsplass	Plassering av kommunikasjonsvei	

	Oppvarming og kjøling i alle deler av bygget		
--	--	--	--

Det er i tabell 3 listet opp de parameterne som er nevnt fire, tre eller to ganger i tabell 2.

Tabell 3. Oppstilling av parametere nevnt henholdsvis fire, tre og to ganger i tabell 2.

Nevnt i alle fire kildene	Nevnt i tre av kildene	Nevnt i to av kildene
Etasjehøyde	Bygningsbredde	Arealmengde pr. etasje
Spennvidde/bæresystem	Lastkapasitet dekke/bærekonstruksjon	Gulv
Tunge/lette innervegger (planløsning)	Installasjonsplass	Plassering/bredde av kommunikasjonsvei
		Oppdeling i moduler

For å avgrense oppgavens omfang vil de seks parameterne som ble nevnt tre og fire ganger av uavhengige kilder bli ansett som de mest relevante. De resterende parameterne vil ikke bli nærmere beskrevet eller inkludert videre. I følgende delkapitler vil de seks parameterne bli nærmere beskrevet.

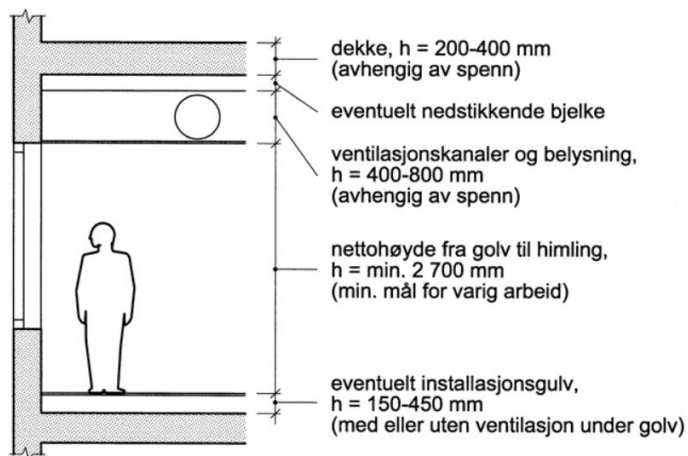
2.3.1 Etasjehøyde

Brutto etasjehøyde, dvs. avstand fra overkant dekke til overkant dekke i etasjen over, er en viktig parameter for fleksibiliteten og generaliteten til et bygg. Dersom det er stor brutto etasjehøyde gir dette frihet til å benytte bygget til flere bruksformål. Valg av etasjehøyde er basert på flere aspekter, hvorav de viktigste er (Arge, 2003):

- Reguleringsplan: hvor mange etasjer er mulig basert på tillat utnyttelse.
- Store vindusflater: hvor gode lysforhold kan oppnås over hele etasjen
- Tekniske føringer: hvor mye plass som kreves for tekniske føringer og sjakter
- Konstruksjonssystem: hvor mye plass

I arbeidsplassforskriften § 2-8 «Romhøyde», anbefaler arbeidstilsynet at netto etasjehøyde i arbeidsrom ikke bør være under 2,7 meter (Arbeidstilsynet).

Dersom en ønsker 2,7 meter netto etasjehøyde, vil dette som oftest kreve en brutto etasjehøyde på minimum 3,6 meter. Figuren under viser et prinsippsnitt med typiske høydebehov i en arbeidsbygning.



Figur 3: Prinsippsnitt av høydebehov i en arbeidsbygning (Byggforsk, 2004a)

Dimensjonene i ovenstående figur er avhengig av flere ulike forhold, ved for eksempel valg av konstruksjonssystem som krever tykkere dekke vil brutto etasjehøyde måtte øke for å opprettholde netto etasjehøyde på 2,7 m.

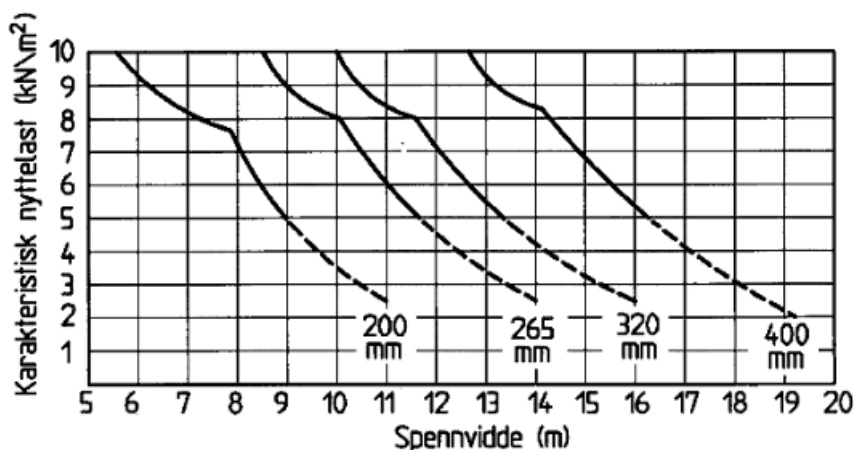
Brutto etasjehøyde i de fleste kommersielle nye kontorbygg er i dag på 3,1-3,4 m. Dette kan medføre at tekniske installasjoner og føringer blir presset inn på enkelte områder som ender opp med en høyde på 2,2-2,4 m. En slik høyde vil stride imot forskriftene for romhøyde i permanente arbeidsarealer. Dette er også svært ødeleggende for fleksibiliteten da det vil være krevende å gjøre om rommene til et annet bruksformål som for eksempel krever annerledes teknisk installasjon. Forskjellig himlingshøyde innad i en etasje vil også være utfordrende ved en ombygging om det for eksempel skal fjernes en lettvegg hvor himlingshøyden på hver side er forskjellig (Arge & Landstad, 2002).

2.3.2 Spennvidde

Muligheten for fri flate forteller om det aktuelle arealet fritt kan endre planløsning, eller om det er støttesøyler eller bærende vegger som hindrer dette. Spennvidde er avstanden mellom to støttepunkter på en konstruksjon, for eksempel mellom to vegger eller to søyler. Med en større spennvidde vil fleksibiliteten til å endre arealets bruksformål øke, da det ikke er behov for så mange støttesøyler eller -vegger.

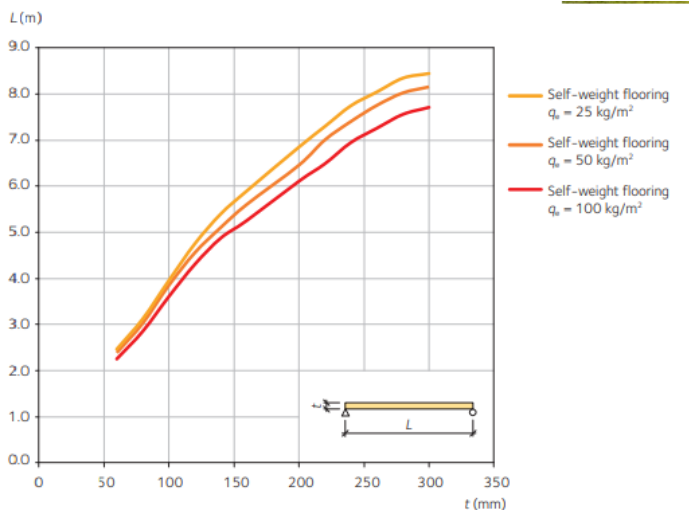
Arge (2002) hevder at viktige aspekter ved valg av spennvidde vil blant annet være bygningsbredde, etasjehøyde, konstruksjonsprinsipp og om det er ønskelig med få fysiske begrensninger i planløsningen.

Ulike materialer har forskjellige egenskaper til spennvidde. Ved bruk av for eksempel plasstøpte betongdekker vil en avstand opp til omtrent 8 x 8 meter fungere godt. Ved bruk av hulldekkeelementer vil vanlig spennvidde være 7-12 m. Spennvidden kan økes utover dette, men dette krever en betydelig økning i dekketykkelse (Arge & Landstad, 2002). Figuren nedenfor viser forholdet mellom spennvidder og dekketykkelse til hulldekkeelementer.



Figur 4: Veiledende spennvidder til hulldekkeelementer basert på dekketykkelse. Områder med stiplede kurver må undersøkes spesielt med tanke på deformasjonsforholdene (Byggforsk, 1996).

Et dekke av massivtre vil til sammenlikning ikke kunne oppnå samme spennvidde. Figuren under er hentet fra «The CLT handbook» (Borgström & Fröbel, 2019) som er utarbeidet svenske leverandører av massivtre og Swedish Wood. Figuren illustrerer anbefalte spennvidder for et dekke av massivtre basert på tykkelse, med nyttelast på 2,0 kN/kvm.



Figur 5: Veiledende spennvidder til massivtredekke basert på dekketykkelse utsatt for en nyttelast på 2 kN/kvm (Borgström & Fröbel, 2019).

Basert på figur 3 og 4 vil det ved en nyttelast på 2,0 kN/kvm kunne oppnås en spennvidde på 11-12 meter for hulldekkeelement, mens et dekke av massivtre vil kunne oppnå 8-9 meter.

2.3.3 Innervegger

Flyttbarheten av innervegger er med på å bestemme mulighetene for å endre planløsning i etasjeplanet. Innervegger som er fri for brannkrav og bærende funksjon vil enkelt kunne flyttes ved endret bruksbehov for arealet, og er en viktig del av fleksibilitet (Arge & Landstad, 2002). Ved å velge et bæresystem av søyler fremfor bærende innervegger, vil dette gi bruker/eier en større frihet til å endre planløsningen fra for eksempel individuelle grupperom til store åpne plan.

Ved å benytte prefabrikkerte «plug-in»-systemvegger vil det oppnås enda høyere grad av fleksibilitet. Slike systemvegger er tilrettelagt enkel montering og demontering, og kan settes opp uten at dette går ut over driften til virksomheten i så stor grad. Vegger av denne typen vil også bidra til at spor i himling/gulv blir et minimum (Byggforsk, 2004a). Ulempene med en slik vegg er at skjøtene kan virke negativt på det estetiske uttrykket og gi dårligere støydempende egenskaper sammenliknet med en sammenhengende plassbygd vegg.

MultiMap er et program fra Multiconsult som måler grad av tilpasningsdyktighet. Det beskrives i deres opplæringsmodul av dette programmet at retning på bærende innervegger også spiller inn på fleksibiliteten. I tillegg til at bærende innervegger bør holdes til et minimum, bør de også være i samme retning, og da i samme retning som fasaden. Bærende innervegger som har en annen retningen enn øvrige og fasaderetning, vil bryte med potensialet for frie flater (MultiMap).

2.3.4 Bygningsbredde

Stor bygningsbredde muliggjør endring av bruksformålet i et bygg på en slik måte at plassering av arealkrevende funksjoner kan skje på en hensiktsmessig måte, og at det er rom for kreative planløsninger.

For kontorbygg viser Arge (2002) til erfaringstall fra en rekke prosjekter i inn- og utland som tilsier at en bygningsbredde på ca. 15-17 meter vil gi god arealutnyttelse for dagens kontorløsninger. Tilgang til dagslys spiller en viktig rolle her, da lyset ikke kommer lengre inn i bygningen enn ca 5-7,5 meter med normal vindushøyde (Arge & Landstad, 2002).

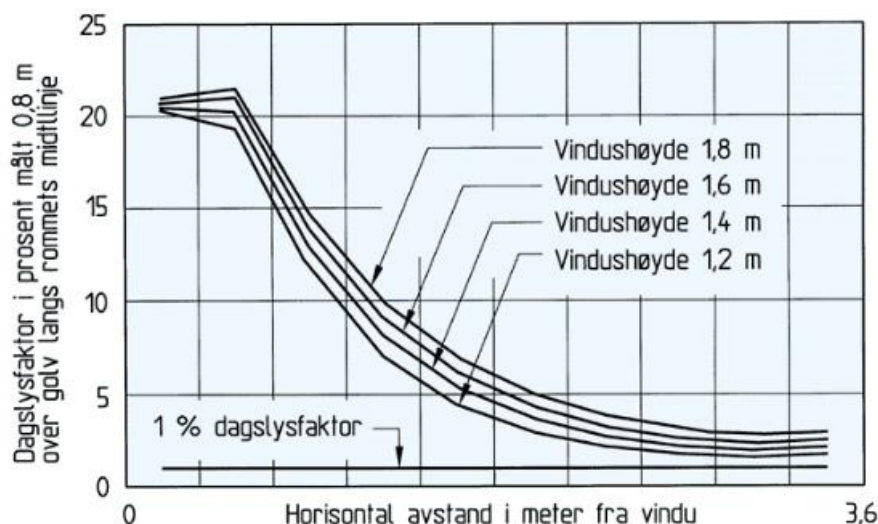
For utforming av skolebygg vil ikke alltid samme erfaringstall for kontorbygg være like relevante. Ved for eksempel utforming av et hjemmeområde hvor det er klasserom på hver side med en gjennomgående kommunikasjonsvei og støttearealer, vil bygningsbredden kunne bli større.

2.3.5 Dagslys

Tilgang til dagslys var ikke en parameter som ble oppført som de seks mest sentrale for denne oppgaven, ref. kapittel 2.3. Allikevel henger dette sammen med bygningsbredde, da økt bygningsbredde vil minske tilgangen til dagslys.

En studie gjennomført av University of Salford Manchester publisert i 2015; «*The Head Project*», viser viktigheten av tilgang til lys i skolebygg. Studiet hevder at den fysiske utformingen av klasserom utgjør 16 prosent variasjon av læringsutbytte over et år for de 3766 elevene som var inkludert i studie. Av de 16 prosentene var tilgangen til lys den viktigste, og stod for 21 % (Barrett et al., 2015).

Dagslysfaktoren beskriver hvor godt rommet utnytter dagslyset. Faktoren er forholdet mellom belyningsstyrke innendørs på et horisontalt plan, 0,8 m over gulvet, og på samme tid belyningsstyrken utvendig på et fritt horisontalt plan med jevnt overskyet værforhold (Byggforsk, 2004b). Byggteknisk forskrift (TEK17, 2017a) har satt minstekravet til gjennomsnittlig dagslys i et rom med varig opphold til å være 2,0 %. Byggforsk (Byggforsk, 2004b) anbefaler likevel minst 2,5 % gjennomsnittlig dagslys i samme type rom. Figuren under illustrerer hvordan dagslysfaktoren avtar innover i rommet, og hvor viktig vindushøyden er for dagslyset.



Figur 6: Dagslysfaktoren basert på avstand fra vindu og vindushøyde (Byggforsk, 2001).

Et etasjeplan med gode dagslysforhold vil oppnå god fleksibilitet da planløsningen kan endres med stor frihet. Dersom et etasjeplan har store soner med en dagslysfaktor lavere enn 2,0 % eller lik null, vil dette definere hvordan en eventuelt ny planløsning kan utformes.

Hvor langt dagslyset strekker seg inn i rommet er avhengig av en rekke faktorer, blant annet utformingen av vindu. En tommelfingerregel definert av Byggforsk (2001) sier følgende: «Rom hvor dybden fra vindu til bakvegg ikke er større enn det dobbelte av takhøyden, vil normalt bli tilfredsstillende belyst med vinduer bare på en vegg». Eksempelvis vil et rom med himlingshøyde på 3,5 meter, ha tilfredsstillende dagslys 7 meter inn i rommet, ifølge denne formuleringen.

«Neufert Architects Data» (Neufert & Neufert, 2012) er et oppslagsverk for arkitekter og designere i byggeprosjekter. Boken gir informasjon rundt planlegging av en rekke detaljer i bygg, og er basert på britiske og tyske standarder og erfaringer. Det vises her til tysk standard, DIN 5034, som oppgir et minstekrav for dagslysforhold til 2% i arbeidslokaler. Videre estimering viser at en vindusstørrelse på 16-20% av gulvarealet, vil gi tilstrekkelig dagslysforhold 8 meter inn i rommet.

I tillegg til dagslys stilles det også krav til utsyn. Byggeteknisk forskrift (TEK17, 2017b) stiller krav om utsyn i rom for varig opphold ref. «§13-8. Utsyn: (1) Rom for varig opphold skal ha vindu som gir tilfredsstillende utsyn». Videre står det i paragrafen at «I en arbeidsbygning og byggverk for publikum må rom for varig opphold ha minst et vindu der underkanten av glassflaten er maksimum 1,0 meter over gulvet». Arbeidstilsynet sier følgende om krav til arbeidsplasser og arbeidslokaler: «§ 2-10 Dagslys og utsyn: De enkelte arbeidsplasser skal ha dagslys og utsyn» (Arbeidstilsynet). Byggeteknisk forskrift definerer rom for varig opphold i arbeids- og publikumsbygg som følger: «Rom for varig

opphold i arbeids- og publikumsbygg er arbeidsrom og publikumsrom. Lagerrom, korridor, gang, garderobe, toalett, dusjrom og lignende er ikke rom for varig opphold.» (TEK17, 2020). Definisjonen er noe upresis, men ifølge denne vil alle rom i et skolebygg hvor arbeid skal foregå, og diverse oppholdsrom for skolens brukere bli definert som rom for varig opphold. Dette kan for eksempel være klasserom, grupperom, spiserom og læresal.

BREEAM står for «*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*», og er en standard for vurdering av miljøprestasjoner til bygninger. *BREEAM* ble utviklet på 1990-tallet, og brukes over hele verden som en ledende miljøsertifiseringsordning for bygninger (NOR, 2012).

BREEAM stiller følgende mål for utsyn i bygninger:

«At brukerne skal kunne få omstille synet etter arbeid på nært hold og glede seg over å kunne se ut og følge med på endringer i værforhold og dagslys gjennom dagen, for å redusere belastningen på øynene og bryte monotonien i innemiljøet.» (NOR, 2012, s.89).

Følgende vil demonstrere samsvar med ovenstående mål:

«De relevante bygningsarealer er innenfor en avstand på 7 m fra en vertikal yttervegg med et vindu eller en permanent åpning som gir tilstrekkelig utsyn, der vinduet/åpningen er ≥ 20 % av det totale innvendige veggarealet» (NOR, 2012, s.89).

2.3.6 Dekkets lastkapasitet

Lastkapasiteten for dekket/etasjeplanet spiller inn dersom funksjonen til bygget endres og dette medfører økte belastninger på deler eller hele dekket. For å sikre denne vil den enkleste måten være å overdimensjonere hele eller deler av dekket allerede i planleggingsfasen. Alternativt kan en løsning være å legge opp til forsterking av dekket på undersiden (Arge & Landstad, 2002).

2.3.7 Installasjonsplass

Tekniske installasjoner kan føres i både horisontale og vertikale føringsveier fra teknisk rom. Eksempler på ofte brukte metoder er å legge installasjonene i vertikale sjakter, under oppforet gulv eller over nedhengt himling (Byggforsk, 2002).

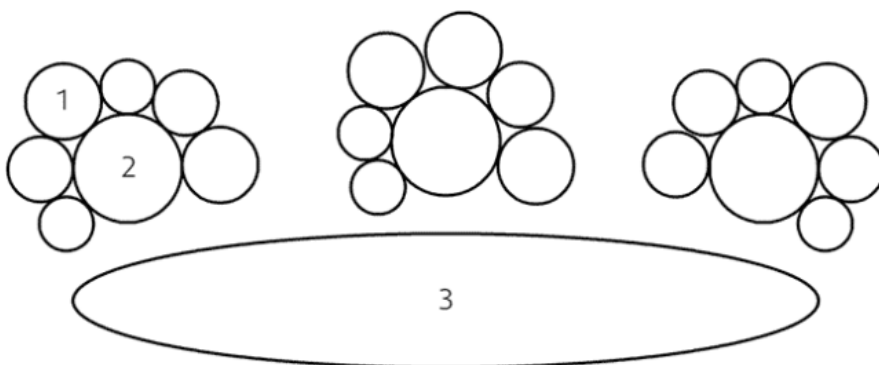
For å sikre at føringsveiene fungerer som de skal og oppfyller kravene til sikkerhet og funksjonalitet, kreves det nøye planlegging for hva som skal gå i disse føringsveiene. Det finnes ulike typer tekniske føringer som kan plasseres her, for eksempel ventilasjonskanaler, rørføringer, kabelbruer for elektriske kabler og armaturer for belysning (Byggforsk, 2002).

Ventilasjonskanaler er plasskrevende, og her spesielt kabelkryssinger, noe som må tas hensyn til i planleggingen. I en korridor som fungerer som en rømningsvei vil det være spesielle brannkrav til føringer over himlingen. Dette vil igjen kreve plass til for eksempel brannisolering eller sprinkelanlegg for å sikre at rømningsveien er trygg (Byggforsk, 2002).

Erfaringstall fra kontorbygg viser at de tekniske installasjonene utgjør omtrentlig 60% av kostnadene ved ombygging og rehabilitering av kontorbygninger. Dette kan skyldes at det for eksempel stilles høyere krav til inneklima, teknisk funksjonalitet, energisparing eller et ønske om høyere arealeffektivitet på anlegget. For å redusere kostnadene vil et godt tiltak være å øke den funksjonelle levetiden for de tekniske installasjonene ved legge inn fleksibilitet i anlegget. Dette kan gjøres ved å gjøre installasjonene fleksible, slik at de lettere kan flyttes etter behov. Et annet alternativ er å overdimensjonere det tekniske anlegget, slik at kapasiteten i eksisterende anlegg kan økes. En ofte brukt metode er å kombinere disse to ved å overdimensjonere sentrale komponenter og tilrettelegge for flytting og/eller komplettering av lokale komponenter (Arge & Landstad, 2002).

2.4 Utforming av grunnskolebygg

Ved utforming av skolebygg skilles skolen i forskjellige soner basert på hvilke aktiviteter som skal foregå her. Her kan det skilles mellom tre forskjellige typer soner; primærsoner, sekundærsoner og tertiærsoner. Primærsoner er baseområdet for en enkelt klasse eller gruppe, mens sekundærsonene er de tilhørende fellesarealene for noen av klassene. I sekundærsonen legges det opp til flere aktiviteter og mer gruppekontakt enn i primærsonen. Tertiærsonen er de andre fellesarealene i skolebygget, eksempelvis flerbrukshall, spiseområde, svømmeanlegg eller vestibyle. I denne oppgaven vil begrepet hjemmeområde bli benyttet om primær- og sekundærsonen. Figuren illustrerer de forskjellige sonene og sammenhengen med hverandre. I figuren representerer tallet «1» primærsoner, «2» sekundærsoner og «3» tertiærsoner (Byggforsk, 2009).



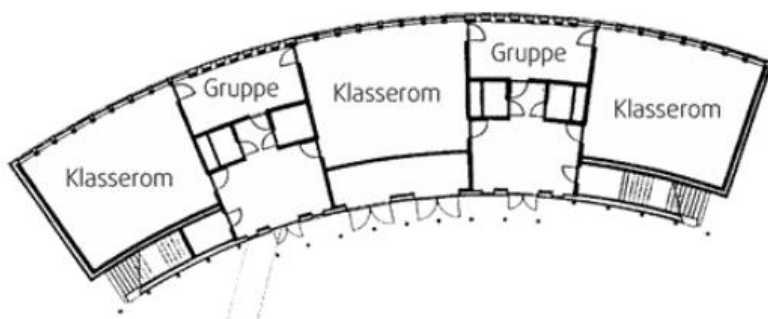
Figur 7: Illustrasjon av (1) primærsoner, (2) sekundærsoner og (3) tertiærsoner (Byggforsk, 2009).

2.4.1 Hjemmeområdet

Hjemmeområdet er der elevene vil oppholde seg mesteparten av tiden og har sin tilhørighet. I et hjemmeområde vil de enkelte klassene ha egne undervisningsrom, men også tilgang til områder hvor de kommer i kontakt med en større referansegruppe. Lærere vil også lettere kunne arbeide sammen, og elevene vil få flere voksenpersoner de kan forholde seg til (Utdanningsetaten, 2010).

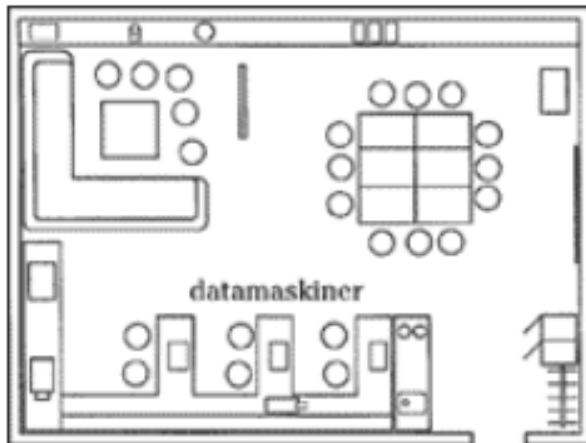
Utdanningsetaten har i 2010 utarbeidet et standardprogram for nye grunnskoler i Oslo. Til tross for at denne er utarbeidet spesielt for Oslo, vil vektleggingen av fleksibilitet være overførbart til andre skoler i Norge og kan gi et frempek på generelle krav som kan komme i fremtiden. Det poengteres i denne at hjemmeområdene skal generelt vektlegge fleksibilitet i stor grad. Tekniske løsninger skal ikke stå i veien for endring av sambruk, ominnredning og flytting av innervegger. Hjemmeområdet skal kunne tilpasses ulike organiseringsformer og gruppestørrelser, og innervegger skal derfor kunne bli omplassert. Det skal være rom tilgjengelig for grupper på 15, 30 og 60 elever, samt grupper på 10, 20 og 40 elever. For en gruppe på 120 elever, skal området kunne deles opp i fire separate rom, hver med plass til 30 elever. To av disse rommene kan slås sammen til ett større rom som også kan åpnes opp mot fellesareal. Ett av disse rommene kan deles opp i to mindre grupperom som passer til 15 elever hver. Samtlige av de lukkede rommene skal ha tilgang til direkte dagslys og utsyn (Utdanningsetaten, 2010).

Utforming av planløsning er avhengig av pedagogiske prinsipper for nye skoler bestemt av skolemyndighetene, men også ønsker fra bruker og praksis på den enkelte skolen. Sentrale tema ved utforming er en hensiktsmessig arealfordeling av de ulike rommene, samt antall lærere og elever som skal oppholde seg der. Det har siden 60-tallet vært store diskusjoner om hvordan utforming av planløsning i læringsareal bør være (Byggforsk, 2009). Figurene og beskrivelsene under er hentet fra Byggforsk og representerer tre eksempler på planløsning av generelle læringsareal.



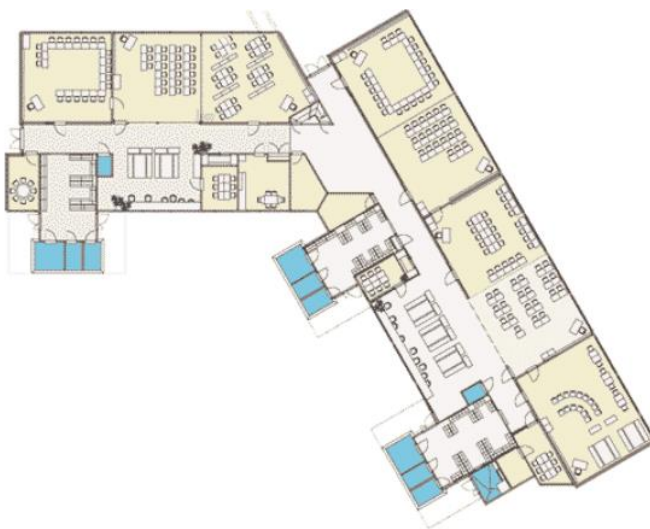
Figur 8: Eksempel på tradisjonelle klasserom og grupperom. Arkitekt: Einar Dahle Arkitekter (Byggforsk, 2009).

I de tradisjonelle klasserommene legges det opp til teoretisk arbeid i mindre grupper og individuelt. Klasserommene er separate, med tilhørende mindre grupperom.



Figur 9: Eksempel på flerfunksjonelle klasse-/grupperom. Tegning fra brosjyre om «Skole 2000» (Byggforsk, 2009).

I flerfunksjonelle klasse- og grupperom legges det til rette for enkelt praktisk arbeid, i tillegg til teoretisk arbeid. Rommet kan innredes med diverse installasjoner og utstyr som for eksempel datamaskiner og arbeidsbenker.



Figur 10: Eksempel på storklasserom. Arkitekt: Letnes Arkitektkontor AS (Byggforsk, 2009).

I storklasserom er det lagt til rette for at to klasser skal kunne bruke området. Her kan klassene veksle mellom å ha sammenslått undervisning, eller å dele seg opp hvor en klasse er benytter seg av hele området og den andre klassen benytter seg av et annet rom.

Utforming av planløsning til hjemmeområdene kan skje på flere forskjellige måter, som representert i figurene ovenfor. Planløsning er også avhengig av nåværende pedagogiske føringer gitt fra skolemyndighetene. Med dette vil det være viktig at hjemmeområdene har en tilstrekkelig grad av fleksibilitet til å kunne endre seg med tiden og nye behov.

2.4.2 Fleksibilitet i skolebygg

I en studie utført av Huang (2023) beskrives fleksibilitet som en avgjørende faktor for et skolebyggs levetid og muligheten til møte bærekraft- og nullutslippsmål. Det blir videre beskrevet at design stadiet er spesielt viktig for å oppnå fleksibilitet, og at byggene må bygges med et dynamisk design fremfor et statisk.

I «*What is meant by adaptability in buildings?*» av Pinder et al. (2017) er det oppført en tabell som forteller hvilke forandringer som er typiske for spesifikke typer bygninger. For skolebygninger blir tidligere definerte *adjustable*, *versatile* og *Convertible* (Schmidt III & Austin, 2016) referert til som sentrale. Muligheten til å flytte møblement og utstyr er her nevnt som viktige egenskaper for skolebyggets fleksibilitet. Denne oppgaven fokuserer på fleksibilitet i et mer langsiktig perspektiv, og dette vil da ikke inkluderes da det er en form for endring som kan gjøres daglig. Et annet aspekt som nevnes som viktig for skolebygg er muligheten for å åpne opp eller lukke deler av en planløsning. *Convertible* blir også nevnt som sentralt, og her spesielt flere innganger og separerte områder, for at skolen skal bedre kunne benyttes til andre aktiviteter utenfor kjernetid. Fra tidligere definisjon innebærer *convertible* også evnen bygget har for å tilpasse seg nye bruksformål.

Basert på en undersøkelse av seks skoleprosjekter forskjellige steder i verden, har Mirpadyab et al. (2020) gjort funn på at det er en økende trend med store vinduer. På denne måten slippes det tilstrekkelig dagslys inn i skolebygget, og til læringsarealene, slik at en rekke aktiviteter kan skje uten at dagslysforhold skal være et problem. Dette kan også være et energibesparende tiltak for bygget. Imidlertid tyder studie gjennomført av Houck (2012) på at dette ikke er tilfellet blant skoleprosjekter i Norge. Det vises her til en undersøkelse av 44 løsningsforslag fordelt på 10 ulike skolekonkurranser. Undersøkelsen viser at i 7 av 10 tilfeller har vinnerprosjektene levert et design av klasserom som er smalere, dypere og har lavere himlingshøyde enn taperprosjektene.

3. METODE

Dette kapitlet vil presentere og begrunne valgene som er tatt rundt metodevalg for å besvare følgende problemstilling:

«Hvordan kan fleksibilitet måles og sammenliknes i anskaffelsesprosedyrer med design for skoleprosjekter?»

For å svare på problemstillingen er følgende forskningsspørsmål undersøkt:

- *Hvordan bedømmes grad av fleksibilitet i dagens konkurranser om skoleprosjekter?*
- *Hva er de viktigste parameterne for å måle fleksibilitet i skolebygg?*
- *Hvordan blir fleksibilitet påvirket av valgt konstruksjonsprinsipp?*
- *Kan det etableres en kvantitativ metode for å måle fleksibilitet?*

Følgende delkapitler vil beskrive valget av kvantitativ metode, forskningsdesign, litteratursøk og gjennomføring av casestudie. Reliabilitet og validitet vil også bli belyst.

Basert på kapittel «2.2 Tilpasningsdyktighet» er det delte meninger om hva definisjonen av tilpasningsdyktighet og fleksibilitet er. Fleksibilitet vil heretter brukes som en samlebetegnelse av generalitet og fleksibilitet gitt i følgende definisjoner, fra Arge (2002):

Fleksibilitet: «Med fleksibilitet menes evnen som en bygning har til å møte vekslende funksjonelle krav gjennom å forandre egenskaper, dvs. mulighetene for å foreta bygningsmessige og tekniske endringer i bygningen med minimale kostnader og forstyrrelser for den løpende drift.»

Generalitet: «Med generalitet menes evnen som en bygning har til å møte vekslende funksjonelle krav uten å forandre egenskaper, dvs. bygningens evne til å tilfredsstille ulike funksjonelle brukerkrav uten at det må gjøres bygningsmessige eller tekniske tiltak.»

3.1 Kvantitativ forskningsmetode

Kvantitativt og kvalitativt orienterte metoder er to forskjellige tilnærminger til hvordan å samle data i forskning. Kvantitative metoder kjennetegnes med å samle data i form av målbare enheter, som for eksempel kan gi mulighet til å foreta regneoperasjoner. Kvalitative metoder sikter på å samle data som ikke lar seg tallfeste eller måle, som for eksempel meninger eller opplevelser (Dalland, 2021). Jacobsen (2022) beskriver at kvalitativ data henger sammen med undersøkelser med et begrenset antall enheter hvor hovedfokuset er å danne et inntrykk av variasjon og mangfold i opplevelser og

fortolkninger. Videre skriver han at kvantitativ data henger sammen med undersøkelser hvor mange enheter undersøkes, og man ønsker å generalisere omfang av og samvariasjon mellom fenomener.

For å samle inn data og besvare denne oppgavens problemstilling er det valgt en kvantitativ forskningsmetode. Typiske kjennetegner ved en kvantitativ orientert metode er blant annet presisjon, systematikk, fjernhet til feltet og at forskeren er nøytral (Dalland, 2021). Denne oppgaven har som mål om å innhente og måle data på en presis og systematisk måte, slik at funn for hele populasjonen kan sammenliknes med hverandre. Det tilstrebes også nøytralitet og fjernhet til feltet i undersøkelsen slik at enkelte undersøkelsesobjekter ikke skal påvirkes av andre faktorer som kan gi feilaktige funn. Ved å velge denne tilnærmingen ønskes det at funnene vil kunne gi en god beskrivelse på problemstillingen, og at metoder for målinger skal kunne være til hjelp i faktiske anskaffelsesprosedyrer med design for skolebygg.

3.2 Forskningsdesign

Det er i denne oppgaven valgt å gjennomføre casestudie for å besvare problemstillingen. Yin (2012) forklarer at casestudier er passende dersom forskningen forsøker å besvare spørsmål som «Hva skjer eller har skjedd?» eller «Hvordan eller hvorfor skjedde det?». En annen grunn til å velge casestudie er for å studere et fenomen i den «virkelige verden», som i denne oppgaven er gjennomførte anskaffelsesprosedyrer med design for skolebygg.

Dag Ingvar Jacobsen skriver i *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* at det ikke finnes en klar og tydelig forståelse av hva en casestudie er. Uavhengig av definisjonene som brukes, legger alle vekt på at det er en grundig studie av én eller noen få enheter (2022). Videre skriver Jacobsen at det vanligvis skiller mellom enkeltcase- og sammenlignende casestudier (Jacobsen, 2022). På valget av antall caser i en flercasestudie, og herunder sammenlignende casestudie, skriver Yin (2012) at det ikke finnes en formel eller fasitsvar, men at det må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Videre beskriver han at flere caser vil gi en større grad av sikkerhet i studiets funn, mens færre caser vil gi en lavere grad av sikkerhet (Yin, 2012). Ved bruk av flere caser vil man derimot få mindre mulighet til å gå i dybden. For denne oppgaven er det valgt å gjennomføre en sammenlignende casestudie.

Ifølge Chopard og Przybylski (2021) brukes casestudier for å undersøke diverse fenomen for “*exploratory, descriptive, or explanatory purposes*”. *Exploratory* vil for denne oppgaven oversettes til «utforskende». Formålet med å gjennomføre casestudie for utforskende grunner, er å danne en forståelse for fenomenet, ofte ved hjelp av empirisk data. Slike undersøkelser er nyttig for å danne hypoteser, forskningsspørsmål og/eller designalternativer til videre forskning. Forskningsdesign av

denne typen har som formål å belyse visse fenomen, men bør samtidig styres av satte rammer (Chopard & Przybylski, 2021).

Det er for denne oppgaven valgt å gjennomføre en utforskende casestudie. Målet er å utforske fleksibilitet i flere skoleprosjekter og -konkurranser for å danne et grunnlag for hvordan fleksibilitet kan måles, hva som gir god fleksibilitet og hvordan det bedømmes i konkurranser. Undersøkelsen skal ikke baseres på satte kriterier som for eksempel gitte mål som forteller hva som gir god fleksibilitet, men heller av en utforskende natur det kan trekkes konklusjoner fra.

3.3 Utvalg

To vanlige design-strategier ved en flercasestudie er å velge mest mulig like caser eller mest mulig ulike caser. Ved å velge mest mulig like caser vil man forsøke å holde utvalget likt på en rekke dimensjoner, for å unngå at diverse faktorer som ikke er tatt høyde for spiller inn i undersøkelsen (Jacobsen, 2022). Det ble i denne oppgaven etterstrebet mest mulig like caser. Målet for oppgaven er at den skal kunne brukes spesifikt ved anskaffelsesprosedyrer med design for skoleprosjekter, og ved å redusere antall usikre faktorer vil det kunne øke relevansen for denne bruken.

Det er i casestudien valgt å undersøke skoleprosjekter, hvor det er gjennomført en anskaffelsesprosedyre med design. Utvalget av skoleprosjekter er basert på en rekke kriterier som må oppfylles. Kriteriene er listet under, og er bestemt ut ifra hvilket utvalg som best kan belyse problemstillingen og forskningsspørsmålene i denne oppgaven.

- Det er gjennomført en anskaffelsesprosedyre med design.
- Alle løsningsforslag gitt i konkurransen skal være tilgjengelige, og inkludere tegninger.
- Konkurransen skal ha et minimum av fire deltakere, hvorav samtlige får utbetalt honorar for deltakelse. Dette for å sikre en viss størrelse og seriøsitet.
- Konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapporter skal være tilgjengelige, for å kunne vurdere vektlegging og vurdering av fleksibilitet.
- Ferdig utarbeidet juryrapport skal være fra 2017 eller senere.
- Skoleprosjektene skal være av typen grunnskolebygg, altså fra klasse 1-7, 8-10 eller 1-10.
- Skoleprosjektene skal være fra ulike steder i Norge for å sikre et helhetlig bilde av dagens situasjon.

Prosjektansvarlige i kommunen for aktuelle prosjekter ble kontaktet via e-post eller telefon, og det ble opprettet dialog over prosjektets relevans mot denne oppgaven og hvilke dokumenter som

kunne deles. I tabell 4 vises endelig utvalg av skoleprosjekter som oppfylte kriteriene listet ovenfor, tilhørende kommune, type grunnskolebygg og type anskaffelsesprosedyre.

Tabell 4: Utvalg grunnskolebygg med tilhørende underkategorier.

Skoleprosjekt	Kommune	Type skole	Anskaffelsesprosedyre
Glommasvingen skole	Sør-Odal kommune	1-10 klasse	Pris- og designkonkurranse
Frakkagjerd ungdomsskole	Tysvær kommune	8-10 klasse	Pris- og designkonkurranse
Hokksund barneskole	Øvre Eiker kommune	1-7 klasse	Pris- og designkonkurranse
Huseby skole	Trondheim kommune	1-10 klasse	Plan- og designkonkurranse

I utvalget av skoleprosjektene er det mottatt mellom 4-6 løsningsforslag for hver konkurranse, hvorav samtlige konkurranser har gitt tilgang til konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapport. I tabell 5 vises de fire utvalgte skoleprosjektene med tilhørende løsningsforslag, hvor løsningsforslagene som vant konkurransen markert med grønn farge. Løsningsforslagenes konseptnavn er her brukt, bortsett fra i konkurransen om Hokksund skole. Her har ikke løsningsforslagene utviklet et konseptnavn, og navnet på hovedentreprenør er derfor oppført. Tabell 5 viser også hvilke dokumenter som er mottatt for hvert av løsningsforslagene.

Tabell 5: Oversikt over utvalgte skoleprosjekter med tilhørende løsningsforslag.

Skoleprosjekt	Løsningsforslag	Beskrivelse av løsningsforslag inkl. tegninger og arealoppsett	Egen beskrivelse av løsningsforslag og arealoppsett	Eget hefte med tegninger	Arkitektonisk 3D-modell
Glommasvingen skole	Firkløver	x			
	Hel Ved	x			
	Tre x 3	x			
	Alle gode ting = 3	x			
Frakkagjerd skole	Lysning	x			
	IRIS	x			
	Ungdomsskogen	x			
	Med hjarta på rette staden	x			
Hokksund skole	NCC		x	x	x
	Skanska		x	x	
	Veidekke		x	x	x
	Hent		x	x	x
	Strøm Gundersen		x	x	x

	Backe		x	x	x
Huseby skole	Ars longa vita brevis		x	x	x
	Løft!		x	x	x
	Kolletiv		x	x	x
	Synergia		x	x	x
	En internasjonal skole		x	x	x

3.4 Litteratursøk

Litteratursøk brukes for å gi en oversikt over tidligere forskning og publisert litteratur som er relevant for oppgaven. Dette gir muligheten til å sammenlikne og kontrastere forskjellige synspunkter og tilnærminger, og for å identifisere gap i tidligere forskning. Målet med litteratursøket er å tilegne kunnskap til videre arbeid i casestudie.

Biblioteksbasen Oria i NMBUs universitetsbibliotek er mye brukt for å finne relevant litteratur. Det er ellers gjennomført søk etter teori og litteratur gjennom flere kanaler. Ved å undersøke referanselister fra forskningsartikler og rapporter ble det også funnet relevant teori.

Følgende kanaler er brukt for å søke etter teori og litteratur:

- Google scholar
- Web of Science
- Byggforskserien
- Anskaffelser.no
- Lovdata.no
- Nasjonalbibliotekets nettbibliotek

Sentrale søkeord brukt i søk, fordelt mellom norske og engelske:

Tabell 6: Sentrale søkeord brukt i oppgaven.

Norske søkeord	Engelske søkeord
Tilpasningsdyktighet	Design+strategy
Fleksibilitet	Adaptability
Generalitet	Flexibility
TEK17	Educational space
Plan+og+designkonkurranse	
Arkitektkonkurranse	

Anskaffelsesprosedyre	
Skolebygg	

3.5 Gjennomføring av casestudie

Gjennomføring av casestudie bestod i å analysere følgende dokumenter i samtlige av de fire skoleprosjektene listet opp i kapittel «3.3 Utvalg»:

- Konkurranseregler
- Rom- og funksjonsprogram
- Juryrapport
- Beskrivelse av tilbydernes løsningsforslag
- Tegninger av tilbydernes løsningsforslag

I beskrivelsene og tegningene av tilbydernes løsningsforslag ble følgende parametere kartlagt og oppmålt:

- Etasjehøyde
- Dagslys
- Bærende vegger
- Bærende søyler

Oppmålinger som er gjort er vist i vedlegg «9.2 Kalkyle av målte parametere i løsningsforslag, og sammenstilling av dagslys og bæresystem» og «9.3 Sammenstilling av etasjehøyde fra kalkyle».

For å kartlegge de ovenstående parameterne ble dataprogrammet Geometra brukt. Plan- og snittegninger fra tilbydernes løsningsforslag ble lastet ned i programmet og fordelt på hvilket skoleprosjekt de tilhører. Ved hjelp av å sette et referansemål basert på tegningens målestokk, oppgitte lengder eller areal, kan parameterne bli målt direkte av tegning. De ulike parameterne ble angitt fargekoder for å enklere kunne skille dem fra hverandre. En fordel med å bruke Geometra er at all data er på skylagring, slik at det er enkelt å komme tilbake og revidere tidligere oppmålinger ved behov.

Konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapport ble benyttet for å kartlegge hvordan og i hvor stor grad fleksibilitet blir vektlagt i anskaffelsesprosedyren.

I «NS 3424 Tilstandsanalyse av byggverk» (2012) er det laget en firedelt skala av «konsekvensgrad» for å evaluere byggverk. Disse er KG 0, KG 1, KG 2 og KG 3. Fra «Livssykluskostnader for bygninger»

(Bjørberg et al., 2007) er det også utviklet en firedelt skala for å evaluere tilpasningsgrad, basert på «NS 3424». Denne strekker seg fra TpG 0 som representerer god tilpasningsdyktighet, og TpG 3 som er dårlig. På samme måte ønsker denne oppgaven å lage en firedelt karakterskala for å evaluere parametere som er undersøkt i denne oppgaven. Denne vil strekke seg fra FGS 0 (Grad av fleksibilitet i skolebygg) som representerer god fleksibilitet, til FGS 3 som er dårlig fleksibilitet.

3.5.1 Avgrensing

Parametere i løsningsforslag måles for hjemmeområdet i skolebygget, se definisjon av hjemmeområde i kapittel «2.4.1 Hjemmeområdet». Alle hjemmeområder skal inneholde de generelle læringsarealene med tilhørende støttearealer. Ulike skoleprosjekt kan variere stort i hvilke arealer som ønskes inkludert i tertiærsonen, som for eksempel flerbrukshall, svømmeanlegg eller variasjon av spesialrom. Tertiærsonen vil av den grunn ikke kartlegges i denne undersøkelsen da det etterstrebes å holde sammenlignbare caser, se kapittel «3.3 Utvalg».

Denne oppgaven er også begrenset til å undersøke fleksibilitet for et mer langsiktig perspektiv, som krever en viss grad av bygningsmessig arbeid. Det er flere kilder i litteratursøk som nevner en mer kortsiktig form for fleksibilitet, som for eksempel møblement som kan flyttes. Et slikt detaljnivå er vurdert som for omfattende å inkludere i denne oppgaven.

3.5.2 Analyse av konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapport

Denne oppgaven vil undersøke anskaffelsesprosedyrene for fire forskjellige skoleprosjekter, se kapittel «3.3 Utvalg». For samtlige skoleprosjekter er det mottatt tilhørende konkurransedokumenter, bestående av konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapport av løsningsforslag gitt i konkurransen.

Konkurransereglene og rom- og funksjonsprogrammene vil gjennomgås for å hente ut beskrivelser tilknyttet fleksibilitet. Hvilke parametere for fleksibilitet som beskrives, vil bli kartlagt for hvert enkelt prosjekt, og det vil i tillegg lages en sammenstilling for alle skoleprosjektene.

Juryrapportene består av enkeltvis vurderinger av de innleverte løsningsforslagene i konkurransen. Vurderinger tilknyttet fleksibilitet vil bli hentet ut, og parametere tilknyttet fleksibilitet vil bli kartlagt for samtlige vurderinger av løsningsforslagene.

Vedlegg «9.1 Sammenstilling av beskrivelser tilknyttet fleksibilitet i konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapporter» viser hva som er hentet ut av beskrivelser tilknyttet fleksibilitet i konkurransereglene, rom- og funksjonsprogrammene og juryrapportene.

3.5.3 Etasjehøyde

Etasjehøyde måles i løsningsforslagenes snittegning av designet. Det er i kapittel «2.3.1 Etasjehøyde» definert brutto etasjehøyde som høyden fra overkant dekke til overkant dekke i etasje over.

Etasjehøyde vil videre i oppgaven defineres og måles fra overkant ferdig gulv i den aktuelle etasjen til underkant av ovenstående dekke. Dette gjøres med bakgrunn i at dekker og ferdig gulv er elementer tilknyttet bygningsdeler med lang levetid, ref. kapittel «2.3 Parametere innenfor tilpasningsdyktighet». Ved ombygging vil tekniske installasjoner og himlingshøyde kunne endres, og det er da relevant å måle høyde opp til underkant dekke for å vite hvor mye rom det er for tilpasning.

Det vil være den laveste etasjehøyden for hjemmeområdet som er gjeldene for det aktuelle løsningsforslaget. Det ble også vurdert å lage et gjennomsnitt av alle etasjehøydene. Ulempen med det kan være at det noen steder er høye etasjehøyder på grunn av for eksempel spesielle funksjoner eller åpninger gjennom dekke, og lave etasjehøyder vil derfor ikke fremkomme like tydelig i resultatene. Dette kan også utnyttes, ved for eksempel å minske øvre etasjehøyder så lenge første etasje har tilstrekkelig høyde for å gjøre opp for et godt gjennomsnitt.

3.5.4 Dagslys

Metode for beregning av fleksibilitet for dagslysforhold gjøres etter inspirasjon av rapporten «Dagslysets kår blant vinner- og taperprosjekter i arkitektkonkurranser om nye skoler» (Houck, 2012). Houck benytter her blant annet oppmåling av antall løpemeter av fasade for å si noe om dagslysforhold i skolebygg. Metoden som brukes i denne oppgaven baserer seg på oppmåling av areal som kan oppnå tilstrekkelig dagslysforhold, og areal som ikke gjør det. Det er for denne oppgaven utarbeidet en formel som gir et forholdstall i prosent, og forteller hvor mye av det totale arealet som undersøkes har tilstrekkelig med dagslys.

$$\frac{A_d}{A_t} \cdot 100 = DFT (\%)$$

Formel 1

- A_d : Areal med tilstrekkelig dagslys
- A_t : Totalt areal av det undersøkte området

- DFT: Forholdstall av dagslys i prosent, forteller hvor mye av det totale arealet som har tilstrekkelig med dagslys

Formel 1 brukes for undersøkelsene av dagslys i denne oppgaven. Formelen gir forholdstallet «DFT», som står for «forholdstall dagslys» og forteller hvor stor prosentandel av oppmålt areal som kan oppnå tilstrekkelig med dagslys. Området med tilstrekkelig dagslys defineres som arealet innenfor syv-meters dybde fra nærmest fasade. Dette er satt med bakgrunn i kapittel 2.3.5. Neufert (2012) henviser til en maks romdybde på 8 meter ved et vindusareal på 16-20% av gulvarealet, mens Byggforsk (2001) beskriver en maks romdybde på to ganger himlingshøyden. En fornuftig sammenslåing av disse vil være 7 meter. Det tas ikke høyde for utforming av vindu eller andre faktorer som kan påvirke dagslyset. Vinduers plassering og utforming vil kunne endre seg ved en utbygging, og det vil av denne grunn være mer relevant å se på fasaden. Det er også viktig at målemetodene som benyttes i denne oppgaven, skal være generelle og enkle slik at det skal være lettere å bruke ved faktiske anskaffelsesprosedyrer.

Ved beregning av areal med tilstrekkelig dagslys må det tas høyde for utvendige hjørner. I slike tilfeller er det viktig at beregning av nytt areal som kan oppnå tilstrekkelig med dagslys, ikke overlapper eksisterende. Dersom dette blir gjort, vil det aktuelle arealet få dobbelt størrelse. I tilfeller hvor bærende innervegger eller avstivende bærevegger i trappesjakt forhindrer mulig inntrenging av dagslys, vil dette tas høyde for i beregningen. Figuren under er utklipp hentet fra målinger utført i løsningsforslag «Synergia». Områdene markert i grønt illustrerer arealene som kan oppnå tilstrekkelig med dagslys, mens områdene i rødt ikke gjør det. I dette tilfellet er de grønne arealene ved det utvendige hjørnet markert med en blå linje for å illustrere at det er separate arealer, og arealet ved det utvendige hjørnet ikke blir målt opp to ganger. Figuren påpeker også et tilfelle hvor bærende vegg i trappesjakt stenger for muligheten til å oppnå dagslys, og derfor ikke medtatt i beregningen.



Figur 11: Utklipp fra dagslysberegning i løsningsforslag "Synergia".

Basert på kapittel «2.3.5 Dagslys» tas det i beregningen også høyde for utsyn. Området innenfor syv meter fra en fasade med vindu vil oppnå tilstrekkelig utsyn, ifølge BREEAM (2012). Ved å benytte seg av formel 1 vil tilstrekkelig utsyn være oppfylt for hele « A_d (Areal med tilstrekkelig dagslys)». Det er med bakgrunn i krav om utsyn at overlys ikke er medtatt i formel 1. Overlys vil til en viss grad gi dagslys, men det vil ikke gi utsyn.

3.5.5 Bærende innervegger

Bærende innervegger blir målt opp i plantegninger basert på beskrivelser av bæresystemet i løsningsforslaget. Det er kun bærende innervegger i hovedbæresystemet som medtas, avstivende vegger i form av for eksempel trappe- og heissjakter medtas ikke. Det er kun bærende innervegger innenfor fasaden som blir målt opp, dette med bakgrunn i at det undersøkes for fleksibilitet innenfor byggets angitte rammer. Bærende innervegger blir markert med røde linjer på plantegningene og antall løpemeter telles opp. Totalt antall løpemeter i hjemmeområdet, vil deles på det totale arealet av hjemmeområdet, og ganges med hundre. Dette vil gi et forholdstall i prosent som forteller hvor stor del av hjemmeområdet som består av bærende innervegger. Dette forholdstallet kan igjen sammenliknes med de forskjellige løsningsforslagene. Formel 2 benyttes for oppmåling og er formulert under.

$$\frac{L_{iv}}{A_t} \cdot 100 = IFT (\%)$$

Formel 2

- L_{iv} : Antall løpemeter bærende innervegger
- A_t : Totalt areal av det undersøkte område
- IFT : Forholdstall i prosent av bærende innervegger på undersøkt areal, forteller hvor mye bærende innervegger det er på undersøkt areal

3.5.6 Bærende søyler

Bærende søyler blir målt opp i plantegninger basert på beskrivelser av bæresystemet i løsningsforslaget. Det er kun bærende søyler innenfor fasaden som blir målt opp, dette med bakgrunn i at det undersøkes for fleksibilitet innenfor byggets angitte rammer. Bærende søyler blir markert med oransje punkter på plantegningene og antall telles opp. Totalt antall søyler i hjemmeområdet, vil deles på det totale arealet av hjemmeområdet, og ganges med hundre. Dette vil gi et forholdstall i prosent som forteller hvor stor del av hjemmeområdet som består av bærende søyler, og dette forholdstallet kan igjen sammenliknes med de forskjellige løsningsforslagene. Formel 3 benyttes for oppmåling er formulert under.

$$\frac{S}{A_t} \cdot 100 = SFT (\%)$$

Formel 3

- S : Antall bærende søyler
- A_t : Totalt areal av det undersøkte område
- IFT : Forholdstall i prosent av bærende søyler på undersøkt areal, forteller hvor mye bærende søyler det er på undersøkt areal

3.5.7 Forkastede målinger

I tillegg til målinger av etasjehøyder, dagslysforhold og bæresystem, er det flere parametere som har blitt målt i denne oppgaven. Andre parametere som har blitt målt er bygningsbredde, spennvidde, antall og areal av trapp- og heissjakt og vertikale sjakter for teknisk anlegg. Det henvises her til vedlegg «9.2 Kalkyle av målte parametere i løsningsforslag, og sammenstilling av dagslys og bæresystem» og «9.3 Sammenstilling av etasjehøyder fra kalkyle» for utførte målinger i alle løsningsforslag. Blanke felt i dette vedlegget representerer målinger som ikke kunne tas på grunn av manglende beskrivelse eller tegning.

Under oppmåling av bygningsbredde og spennvidde var det stor variasjon innad i samme løsningsforslag. Et hjemmeområde kunne for eksempel ha forskjellige bygningsbredder utfra hvor målingene ble tatt. Det ble av denne grunn oppført minste og største bygningsbredde. Det samme ble erfart under oppmåling av spennvidder. Her kunne spennvidden mellom for eksempel bærende søyler i korridor være svært lav sammenlignet med andre steder i hjemmeområdet. Det ble konkludert med at disse variasjonene ville gjøre det vanskelig å sammenlikne ulike løsningsforslag mot hverandre. Ved å komme frem til et forholdstall til for eksempel bærende søyler, se kapittel «3.5.6 Bærende søyler», vil løsningsforslaget oppnå en verdi som kan sammenliknes med andre.

Metoden beskrevet i kapittel «3.5.4 Dagslys» vil gi et forholdstall på hvor stor del av arealet som ikke er innafor syv meter til nærmeste fasade. I tillegg til å måle dagslysforhold og utsyn, vil denne metoden også si noe om bygningsbredde, da en lav prosentsats her vil indikere stor bygningsbredde.

Antall og areal av trappe- og heissjakter ble også målt i hjemmeområdene. Disse sjaktene vil typisk ha bærende vegger som er med på å definere bæresystemet til bygget. utfordringen som dukket opp underveis i målingene var at plasseringen av sjaktene varierte i de ulike løsningsforslagene. I noen løsningsforslag var sjaktene hovedsakelig plassert i hjemmeområdene, mens det i andre design var plassert i tertiærsonen. I og med at oppmålingene gjort i oppgaven er avgrenset til hjemmeområdene, gav ikke disse oppmålingene grunnlag til sammenlikning på tvers av løsningsforslag. Den samme problematikken dukket opp under målinger av vertikale sjakter for teknisk anlegg. I tillegg til at sjaktene var plassert forskjellige steder i bygget, var det mange løsningsforslag som ikke hadde tegnet det inn.

For måling av bærende innervegger, ble det også individuell måling av bærende innervegger som ikke gikk i samme retning som fasadene. Dette ble målt med bakgrunn i kapittel «2.3.3 Innervegger» hvor det poengteres at bærende vegger på tvers av fasaderetning vil bryte med potensialet for frie flater. Mengden løpemeter bærende innervegger som var på tvers av fasaderetning viste seg å være svært lite, se vedlegg XX, og det ble derfor valgt å neglisjere dette. For videre forskning kan dette være viktig å sette søkelys på dette.

3.6 Reliabilitet og validitet

Undersøkelser handler om å samle inn data for å kunne si noe om virkelige forhold. Uavhengig av hvilken undersøkelse det er, bør innsamlet data tilfredsstille kravene til validitet og reliabilitet (Jacobsen, 2022). Validitet og reliabilitet vil i dette kapittelet bli nærmere beskrevet, og hvilke metodevalg som er tatt i forbindelse med dette.

3.6.1 Validitet

Valid data vil si at dataen som samles inn er relevant og gyldig, og at de faktisk svarer på de spørsmålene som er stilt. Innenfor validitet skilles det mellom intern- og ekstern gyldighet i vitenskapelige metode. Intern gyldighet handler om det er tilstrekkelig dekning i innsamlet data for de konklusjonene som trekkes. Ekstern gyldighet handler om resultatene fra et avgrenset område også er gyldige i andre sammenhenger (Jacobsen, 2022).

I denne oppgaven er det valgt å studere fire caser innenfor anskaffelsesprosedyrer for skoleprosjekter, og herunder 19 løsningsforslag. Bakgrunnen for å velge en slik flercasestudie er for å tilstrebe tilstrekkelig med data for å unngå feilslutninger i konklusjoner. Innsamling av data baserer seg på de samme metodene beskrevet i kapittel 3.5 for samtlige caser, for at resultatene skal kunne sammenliknes på samme grunnlag. Det er også satt en rekke kriterier til casene, beskrevet i kapittel 3.3, benyttet i denne oppgaven, for å tilstrebe at minst mulig ukjente faktorer skal påvirke resultatene. Resultatene som gir grunnlag for konklusjonene, kan allikevel inneholde feilkilder. Arbeidet med metoden og oppmålinger utført i denne oppgaven er gjort på en nøyaktig og systematisk måte, men resultatene kan inneholde feil som for eksempel unøyaktigheter ved oppmåling av løpemeter bærende innervegg. Slike eventuelle unøyaktigheter er vurdert til å ikke gi store avvik som kan ødelegge for sammenlignbarheten på tvers av casene.

Resultatene fra metoden er avgrenset til hjemmeområdet av skolebygg, og vil derfor ikke gi et fullstendig bilde på hele skolebygget. Dette vil være viktig å være klar over ved gjennomlesing av denne oppgaven, og eventuelt i videre arbeid med tilsvarende metode. Den eksterne gyldigheten sier noe om i hvor stor grad resultatene er overførbare til andre sammenhenger (Jacobsen, 2022). Til tross for at resultatene i dette studie er hentet fra hjemmeområdet i skolebygg, vil trolig flere av de undersøkte aspektene være representativt for fleksibilitet i andre bygg. Overførbarheten er likevel avhengig av at den som undersøker setter seg inn i hva som er viktig for andre bygg, og om parameterne for fleksibilitet undersøkt i denne oppgaven er representativt for dette.

3.6.2 Reliabilitet

Reliable data vil si at data som samles inn er pålitelig og troverdig. For å oppnå dette må undersøkelsen være til å stole på og gjennomført på en troverdig måte (Jacobsen, 2022). For denne oppgaven vil utførelsen av målingene beskrevet i delkapitlene 3.5.2-3.5.6 være av stor betydning for reliabiliteten. Her vil åpenbare målefeil gi feil i resultatene og føre til feilaktige konklusjoner.

Innsamlet data i vedlegg 9.2 og 9.3 er gjennomgått for verdier som åpenbart skiller seg ut.

Referansemål brukt i oppmåling av alle 19 løsningsforslag i denne oppgaven er dobbeltsjekket, da en

eventuell feil i dette vil forringe alle resultatene i det aktuelle løsningsforslaget. Målemetodene som benyttes i denne oppgaven er også utarbeidet på en slik måte at de skal være enkle å repetere uten skjønsmessige vurderinger.

4. Resultater

I dette kapittelet vil resultater fra casestudiet bli presentert. Casestudiet er gjennomført for fire anskaffelsesprosedyrer av skolebygg, og herunder 19 løsningsforslag. Resultatene er basert på metodene beskrevet i «3.5 Gjennomføring av metode», og vil bli presentert i følgende rekkefølge:

- Analyse av konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram
- Etasjehøyder
- Dagslys
- Bæresystem

4.1 Analyse av konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapport

For alle fire skoleprosjekter er det mottatt konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapport. Dette delkapittelet vil ta for seg hvordan fleksibilitet blir vektlagt i konkurransedokumentene for samtlige prosjekt, og hvilke parametere i forbindelse med fleksibilitet som er beskrevet i disse dokumentene.

Sitater og diagrammer som presenteres i dette kapittelet er hentet fra vedlegg 9.1, som er en sammenstilling av beskrivelser om fleksibilitet hentet fra konkurransedokumentene.

4.1.1 Glommasvingen skole

I konkurransereglene for Glommasvingen skole står det følgende om fleksibilitet:

Formålet med prosjektet er å utvikle en skole som skal sikre gode opplæringsvilkår for barna i Sør-Odal kommune. Skolen skal være framtidsrettet både når det gjelder utforming av bygg og når det gjelder tjenesteutvikling. Det skal tilstrebes løsninger som sikrer fleksibilitet, effektivitet og kvalitet.

Dette er en av to prosjekter hvor fleksibilitet er beskrevet i konkurransereglene. Det er en generell beskrivelse av hva som ønskes av fleksibilitet, og det nevnes ingen faktiske ønsker vedrørende parametere.

I rom- og funksjonsprogrammet står det følgende:

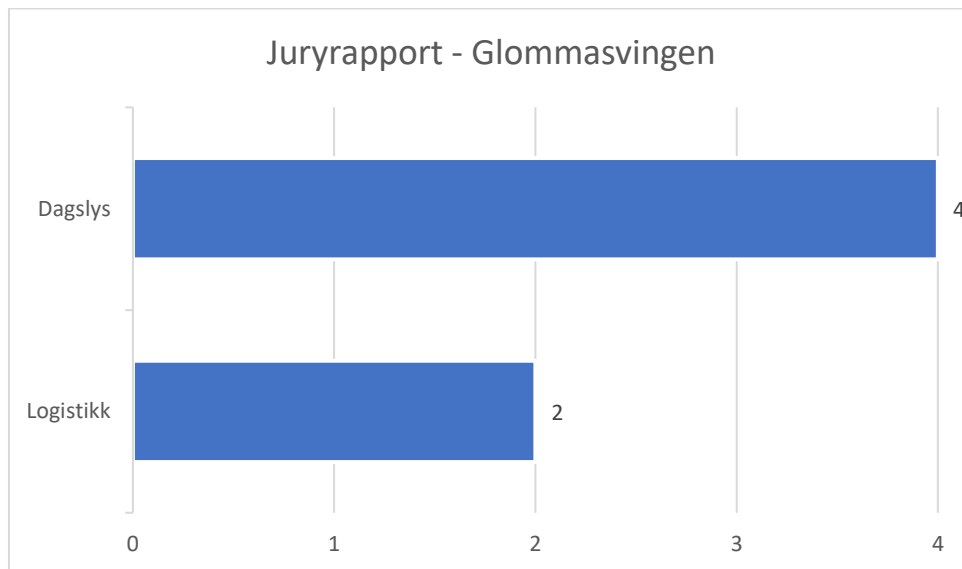
Skolebygget skal planlegges for fremtiden. Ny teknologi, nye krav og forventninger til skolen gjør at bygget må utvikles slik at det lett kan tilpasses endringer og nye situasjoner uten omfattende bygningsmessige grep. Interne lettvegger skal kunne fjernes eller endres, og

dette tilsier at ventilasjon og andre tekniske installasjoner ikke bør være til hinder for det. Samtidig skal dagslys, utsyn og logistikk ivaretas på en god måte ved ulik rominndeling

Fra ovenstående er det følgende parametere i forbindelse med fleksibilitet som nevnes:

- Innevegger
- Teknisk anlegg
- Dagslys
- Utsyn
- Logistikk

Følgende figur er laget basert på juryrapporten, og de enkeltstående vurderingene av hvert av de fire forskjellige løsningsforslagene. Her presenteres hvilke parametere i forbindelse med fleksibilitet som er vurdert, og i hvor mange av vurderingene de er nevnt.



Figur 12: Oversikt over hvilke parametere som er nevnt i vurderingen av fire løsningsforslag, for konkurransen om Glommasvingen skole.

Fra figur 12 kan man se at de to parameterne som er nevnt i juryrapporten er logistikk og dagslys. Disse har blitt nevnt henholdsvis i to og fire av de fire vurderingene.

4.1.2 Frakkagjerd

I konkurransereglene for Frakkagjerd skole er det ikke beskrevet noe relatert til fleksibilitet.

I rom- og funksjonsprogrammet står det følgende:

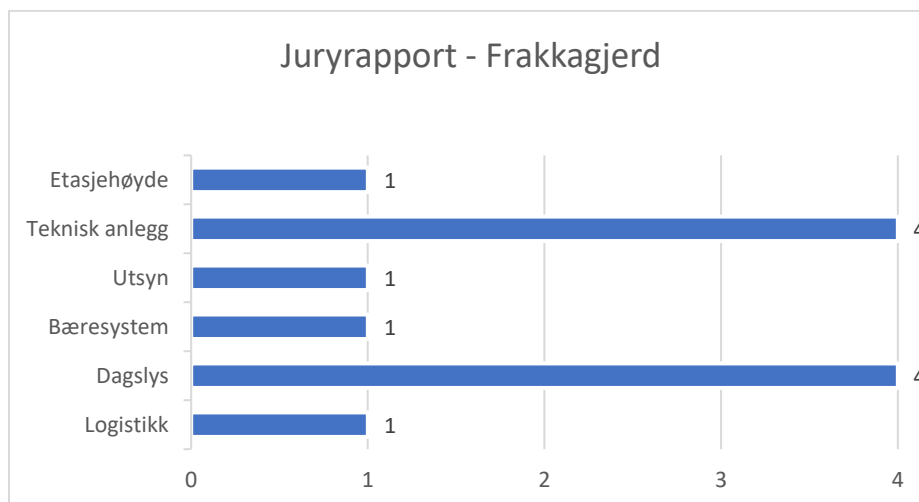
Bygningsmassens muligheter for å kunne møte endrede behov, betegnes som funksjonell fleksibilitet. Planløsningsprinsipper er viktige parametere for å vurdere dette, men også prinsipper for utforming av tekniske anlegg vil være viktig. Tilpasninger må kunne gjøres uten store tekniske eller økonomiske konsekvenser.

- I anleggets levetid må det regnes med nye undervisnings- og arbeidsformer, noe som stiller store krav til fleksibiliteten i bygget og evne til å forandre byggets egenskaper.
- Anlegget må over tid kunne tilpasses nye krav og nye brukere. Om elevtallet i framtiden vil endre seg, må det være tilrettelagt for å trekke fra areal, utvide anlegget eller endre inndelingen (elastisitet).
- Dersom elevtallet skulle gå vesentlig tilbake, må en kunne ta deler av anlegget i bruk til andre formål uten å forandre byggets egenskaper (generalitet)

Fra ovenstående er det følgende parametere i forbindelse med fleksibilitet som nevnes:

- Planløsning
- Teknisk anlegg

Følgende figur er laget basert på juryrapporten, og de enkeltstående vurderingene av hvert av de fire forskjellige løsningsforslagene. Her presenteres hvilke parametere i forbindelse med fleksibilitet som er vurdert, og i hvor mange av vurderingene de er nevnt.



Figur 13: Oversikt over hvilke parametere som er nevnt i vurderingen av fire løsningsforslag, for konkurransen om Frakkagjerd skole.

Fra figur 13 kan man se at det i juryrapporten er vurdert fem parametere. Av de fem, er teknisk anlegg og dagslys parameterne som blir vurdert i fire av fem løsningsforslag.

4.1.3 Hokksund skole

I konkurransereglene for Hokksund skole står det følgende om fleksibilitet:

Fleksibilitet herunder:

- *Funksjonell og fleksibel sonedeling*
- *Hensiktsmessig plassering av varmesentral, ventilasjonsrom og andre tekniske rom som vanskelig kan flyttes*

Dette er en av to prosjekter hvor fleksibilitet er beskrevet i konkurransereglene. Det presenteres en kort beskrivelse av hva som ønskes av fleksibilitet, og med konkrete parametere som sonedeling og teknisk anlegg.

I rom- og funksjonsprogrammet står det følgende:

Det er ønsket ny barneskole lokalisert ved idrettsanleggene på som fleksibel 4 parallell skole for 700 elever (det er forutsatt fleksibilitet med mulighet for inntil 30 elever pr. klasse, som samlet sett gir et teoretisk potensial for inntil 840 elever ved skolen)

-Et skolebygg som forventes å leve mye lenger enn dagens pedagogiske og teknologiske løsninger må være så fleksibelt at det kan tilpasses eller anvendes på mange måter.

-Skoleanlegget skal bygges med stor grad av fleksibilitet

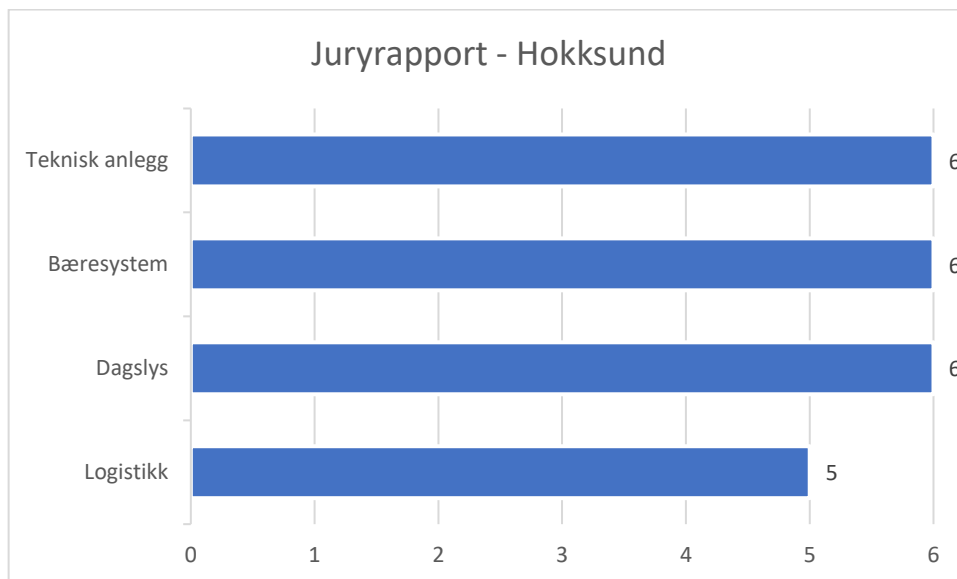
-Skoleanleggets levetid er betydelig lengre enn læreplanens. Bygningsmessig må det derfor legges til rette for en fleksibilitet som gjør det mulig å tilpasse seg endret organisering og pedagogikk. De ytre rammene må være slik at dagslys, utsyn og logistikk kan ivaretas på en god måte ved ulik rominndeling

-Skolen skal organiseres med 7 trinnområder og 100 elever på hvert trinn (fleksibilitet for inntil 120 elever ved behov som dimensjoneringstall)

Ovenstående beskrivelse er en mer generell beskrivelse av ønsket fleksibilitet, med få konkrete tiltak eller parametere. Fra dette er det følgende parametere i forbindelse med fleksibilitet som nevnes:

- Dagslys
- Utsyn
- Logistikk

Følgende figur er laget basert på juryrapporten, og de enkeltstående vurderingene av hvert av de seks forskjellige løsningsforslagene. Her presenteres hvilke parametere i forbindelse med fleksibilitet som er vurdert, og i hvor mange av vurderingene de er nevnt.



Figur 14: Oversikt over hvilke parametere som er nevnt i vurderingen av seks løsningsforslag, for konkurransen om Hokksund skole.

Fra figur 14 kan man se at det er nokså lik vurdering av alle seks løsningsforslag med hensyn til parametere. Sammenliknet med de andre parameterne, skiller logistikk skiller seg noe ut da det er vurdert i fem av seks løsningsforslag.

4.1.4 Huseby skole

I konkurransereglene for Huseby skole er det ikke beskrevet noe relatert til fleksibilitet.

I rom- og funksjonsprogrammet står det følgende:

Tilpasningsdyktige bygg kan tilpasses kravene i nye læreplaner, og er dermed en god langsiktig investering for kommunen. Skolebyggene skal enkelt kunne tilpasses ved behov for å dekke endring i funksjoner. Det betyr at de må ha fleksibilitet, elastisitet og generalitet.

Fleksibilitet: Rommene skal kunne ha ulike funksjoner.

Elastisitet: Skolebygget skal kunne håndtere elevgrupper av ulik størrelse.

Generalitet: Arealene i bygget må kunne omdisponeres/endres til nye funksjoner ved behov.

Fleksible skolebygg imøtekommer behovet for dagens og fremtidens varierte undervisningsmetoder og arbeidsformer, samt kombinasjonen av teoretiske og praktiske aktiviteter som er relevante for elevenes alderstrinn. Kravet til fleksibilitet har konsekvenser både for størrelsen og utformingen på rommene, og rommenes mulighet til å kunne deles eller økes etter de gjeldende behov. I tillegg til at fleksible løsninger imøtekommer pedagogiske føringer, vil fleksibilitet også gi bedre arealeffektivitet innenfor en felles ytre arealramme for alle skoler. Rommene i bygget skal i så stor grad som mulig brukes til ulike formål og funksjoner, slik at både skolens læringsarealer og lærerressurser utnyttes på best mulig vis til enhver tid.

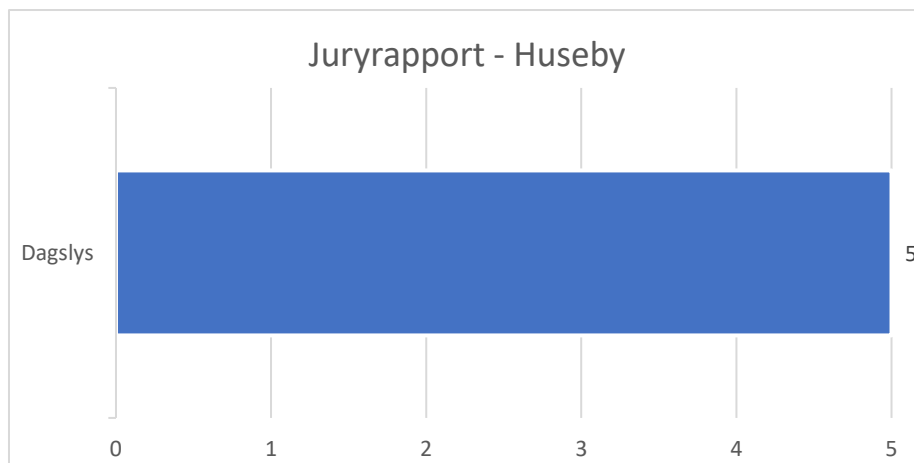
Elastisiteten er viktig for at læreren skal kunne variere gruppestørrelsen i samsvar med læringsmålene for økta og i forhold til å løse kravene om tilpasset opplæring for den enkelte elev, samt at skolen skal kunne brukes av et varierende antall elever fra år til år. Det er samtidig viktig at det er avsatt nok areal til spesialrom slik at tilgangen til slike rom ikke blir en begrensende faktor for organisering av undervisningen.

Over tid vil det skje endringer i samfunnet, blant annet kan det skje endringer i aldersfordelingen i befolkningen. I perioder tidligere har det vært en markert elevtallsnedgang, og det kan skje også i fremtida. Da kan det være aktuelt at skoleanlegg kan tas i bruk til andre offentlige eller private formål. Skolebyggene bør ha en generalitet i hovedstruktur som gjør at dette kan skje uten store og kostbare ombygginger.

Ovenstående gir en generell beskrivelse av «fleksibilitet», «generalitet» og «elastisitet», viktigheten med dette og hvorfor det ønskes. Det er i mindre grad beskrevet konkrete tiltak eller parametere som vurderes opp mot dette. Følgende parameter i forbindelse med fleksibilitet nevnes:

- Bæresystem (hovedstruktur)

Følgende figur er laget basert på juryrapporten, og de enkeltstående vurderingene av hvert av de fem forskjellige løsningsforslagene. Her presenteres hvilke parametere i forbindelse med fleksibilitet som er vurdert, og i hvor mange av vurderingene de er nevnt.



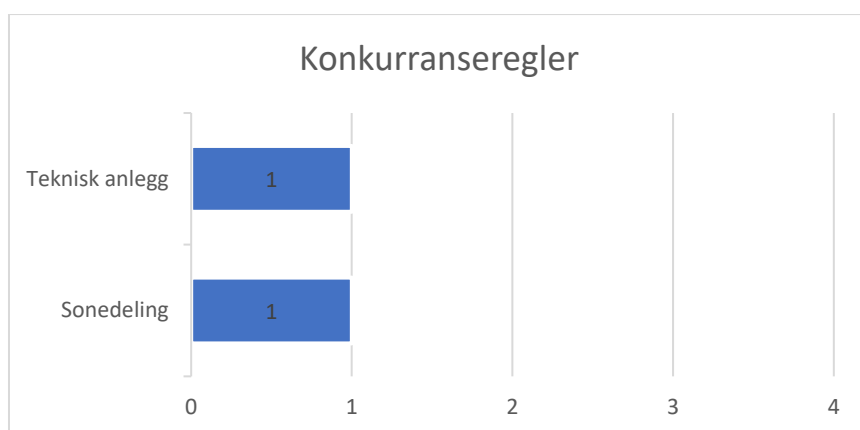
Figur 15: Oversikt over hvilke parametere som er nevnt i vurderingen av fem løsningsforslag, for konkurransen om Huseby skole.

Fra figur 15 kan man se at det i juryrapporten er vurdert kun en parameter, dagslys. Dette er gjort for alle løsningsforslagene.

4.1.5 Sammenstilling av alle konkurransene

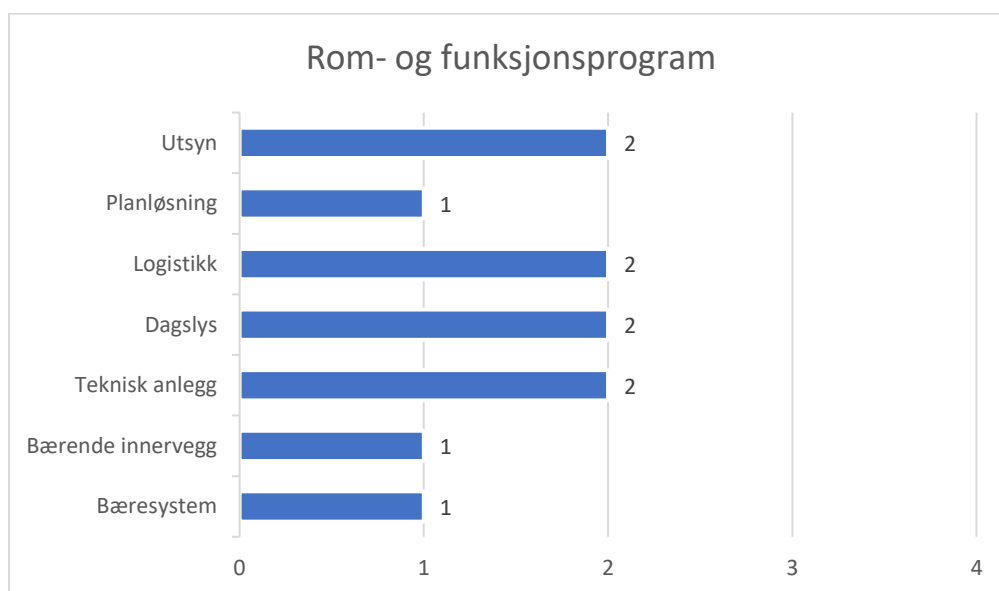
Sammenstillingene som presenteres i dette delkapittelet skiller ikke mellom de ulike prosjektene eller løsningsforslagene, men har som mål å gi et generelt inntrykk om hvordan fleksibilitet blir vektlagt i anskaffelsesprosedyrene.

Figur 16 illustrerer hvilke parametere som er nevnt i konkurransereglene for de fire skoleprosjektene. Tallene i kakediagrammet forteller hvor mange av konkurransegrunnlagene som har beskrevet de aktuelle parameterne. Av fire skoleprosjekter er henholdsvis «sonedeling» og «teknisk anlegg» beskrevet i ett, begge disse er i Hokksund.



Figur 16: Parametere beskrevet i fire konkurranseregler.

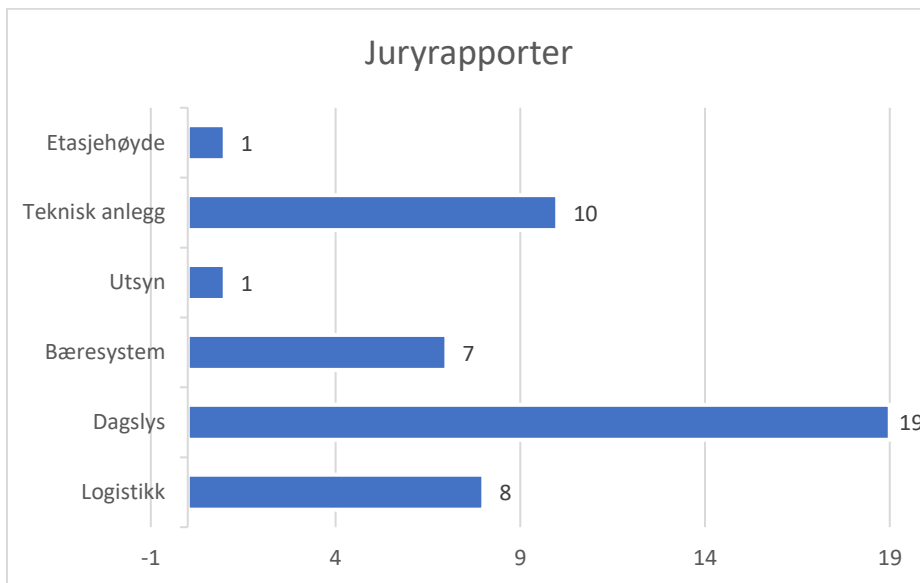
Figur 17 illustrerer hvilke parametere som er nevnt i rom- og funksjonsprogrammet for de fire skoleprosjektene. Tallene i kakediagrammet forteller om hvor mange av rom- og funksjonsprogrammene som har beskrevet de aktuelle parameterne. Av fire skoleprosjekter er det totalt syv forskjellige parametere som blir nevnt. Av disse er teknisk anlegg, dagslys, logistikk og utsyn de parameterne som blir nevnt i flest, her i to av fire av rom- og funksjonsprogrammene.



Figur 17: Parametere beskrevet i fire rom- og funksjonsprogram.

Juryrapportene har gitt en vurdering av alle 19 løsningsforslag. Figur 18 tar for seg vurderingen av alle 19 løsningsforslag, og beskriver i hvor mange av vurderingene de aktuelle parameterne er nevnt.

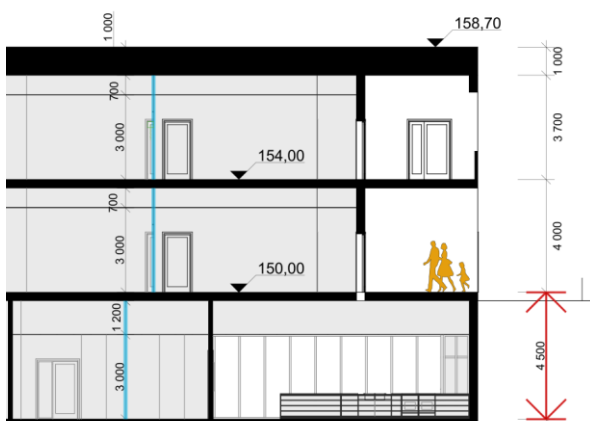
Fra figur kan man se at dagslys er nevnt i samtlige. Teknisk anlegg er nevnt i 10, logistikk er nevnt i åtte, bæresystem er nevnt i syv og utsyn og etasjehøyde er nevnt i ett.



Figur 18: Parametere beskrevet i 19 juryrapporter.

4.2 Etasjehøyde

Etasjehøyde måles fra overkant ferdig gulv til underkant dekke i etasjen over. I figur 19 presenteres et eksempel av utførte målinger fra løsningsforslag «Løft», i konkurransen om Huseby skole. De blå strekene illustrerer hva som er målt, og den røde streken er et referansemål som er satt for å kunne måle av tegning.



Figur 19: Eksempel av utført måling av etasjehøyde, her fra løsningsforslag "Løft". De blå strekene illustrerer hva som er målt.

Tabell 7 presenterer oversikten over minste etasjehøyde fra alle løsningsforslag. Etasjehøydene i hvert løsningsforslag måles for hver etasje hvor det er hjemmeområde, og den laveste etasjehøyden

presenterer løsningsforslaget. I mottatte dokumenter og tegninger av løsningsforslag «Ungdomsskogen», foreligger det ingen snitt-tegninger eller andre beskrivelser om etasjehøyde, og det er av denne grunn ikke satt inn en verdi her. Alle etasjehøydene er gitt en fargegradering fra «grønn-gul-rødt» for å illustrere hvor verdien befinner seg iblant de oppførte høydene. Det er oppført en skala under tabellen som viser farge for topp-, bunn- og midtverdi. Fargegraderingen er flytende mellom disse.

Vinnerprosjektene er markert med grønn farge under navn.

Tabell 7: Utklipp fra vedlegg 9.3. Gjennomsnittlige etasjehøyder fra alle løsningsforslag.

Konkurranse	Løsningsforslag	Minste etasjehøyde (m)
Glommasvingen	Alle gode ting=3	3,50
	Firkløver	3,15
	Hel Ved	3,80
	Tre x3	4,00
Frakkagjerd	IRIS	3,60
	Lysning	3,70
	Med Hjarta på Rette plass	3,50
Huseby	Ars Longe Vita	3,30
	En internasjonal skole	3,00
	Løft	3,70
	Synergia	3,50
	Kollektiv	3,70
Hokksund	Backe	3,80
	Hent	3,70
	NCC	4,50
	Skanska	3,00
	Gundersen	3,70
	Veidekke	3,70

Fargegradering
3
3,75
4,5

Resultatene viser at design tilbudt av NCC har høyeste etasjehøyde på hjemmeområder blant alle undersøkte løsningsforslag, med 4,5 meter. De to løsningsforslagene med lavest tilbudt etasjehøyde er «En Internasjonal skole» og fra Skanska, begge med tre meter. Her er løsningsforslagene gitt fra Skanska og NCC levert for samme konkurranse. Blant de fire vinnerforslagene kan man se at to av disse har levert høyest etasjehøyde, dette er «Tre x3» og fra NCC.

4.3 Dagslys

Figur 20 presenterer et eksempel av dagslysmålinger utført i løsningsforslag «Synergia». De grønne feltene strekker seg fra fasade og syv meter inn, og illustrerer områder utsatt for dagslys ref. metode i kapittel «3.5.4 Dagslys». De røde områdene illustrerer hvor dagslyset ikke når inn.



Figur 20: Utklipp av løsningsforslag "Synergia". Figuren illustrerer dagslysmålinger.

Tabell 8 presenterer det gjennomsnittlige dagslysforholdet i hvert løsningsforslag. Dagslysforholdet er i prosent, og forteller hvor stor del av hjemmeområdet som er utsatt for dagslys, ref. metodekapittel «3.5.4 Dagslys». Alle verdier er gitt en fargegradering fra «grønn-gul-rødt» for å illustrere hvor verdien befinner seg iblant de oppførte høydene. Høyeste verdier blir markert grønn, og vil være de løsningsforslagene med størst område mulig utsatt for dagslys i hjemmeområdet.

Verdier markert i rødt vil være de laveste verdiene, og løsningsforslagene med minst område mulig utsatt for dagslys. Det er oppført en skala under tabellen som viser farge for topp-, bunn- og midtverdi. Fargegraderingen er flytende mellom disse.

Vinnerprosjektene er markert med grønn farge under navn.

Tabell 8: Gjennomsnittlig dagslysforhold i prosent på alle løsningsforslag.

Konkurranse	Løsningsforslag	Forhold dagslys (%)
Glommasvingen	Alle gode ting=3	72,61
	Firkløver	55,25
	Hel Ved	72,76
	Tre x3	59,83
Frakkagjerd	IRIS	45,12
	Lysning	62,40
	Med Hjarta på Rette plass	50,04
	Ungdomsskogen	68,77
Huseby	Ars Longe Vita	39,31
	En internasjonal skole	54,98
	Løft	55,89
	Synergia	50,81
	Kollektiv	50,42
Hokksund	Backe	68,96
	Hent	53,14
	NCC	74,87
	Skanska	67,65
	Gundersen	77,73
	Veidekke	55,30

Fargegradering
39,31
58,52
77,73

Resultatene viser at tilgangen til dagslys varierer med 38% fra løsningsforslaget som fikk høyest verdi, «Gundersen», og forslaget som fikk lavest verdi, «Ars Longe Vita». Innad i hver konkurranse er det en differanse på 17,5 % i Glommasvingen skole, 32,8 % i Frakkagjerd skole, 16,6 % i Huseby skole og 24,6 % i Hokksund skole.

4.4 Bæresystem

Av totalt 19 mottatte løsningsforslag, er det 10 som har beskrevet og tegnet bæresystem. De ulike bæresystemene som er beskrevet, er løst som en konstruksjon av tre, stål og betong, eller en kombinasjon. I tabell 9 er disse løsningsforslagene og valgt bæresystem listet opp.

Tabell 9: Løsningsforslag med valgt bæresystem.

Konkurranse	Løsningsforslag	Bæresystem
Glommasvingen	Alle gode ting = 3	Trekonstruksjon – Hovedbæring i massivtrevegger
Glommasvingen	Firkløver	Trekonstruksjon – Bærende vegger i massivtre, og bjelker og søyler i limtre
Glommasvingen	Tre x 3	Trekonstruksjon – Bærende vegger i massivtre, og bjelker og søyler i limtre
Frakkagjerd	Iris	Trekonstruksjon – Bærende vegger i massivtre, og bjelke-/søylesystem i limtre

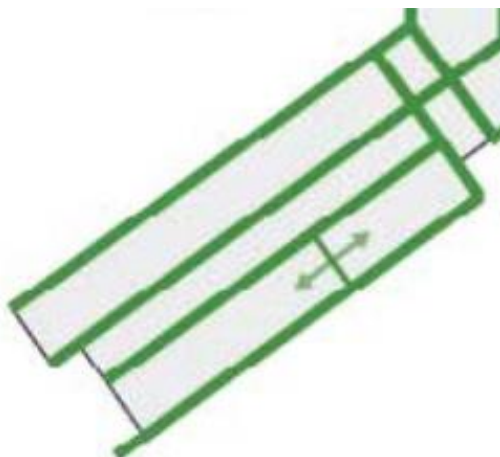
Frakkagjerd	Lysning	Tre- og betongkonstruksjon – Bjelke- /søylesystem i limtre, hulldekker av betong
Frakkagjerd	Med hjarta på rette staden	Stål- og betongkonstruksjon – Søyle- /dekkekontruksjon i stål og betong
Frakkagjerd	Ungdomsskogen	Tre-, stål- og betongkonstruksjon
Huseby	Ars Longe Vita	Stål- og betongkonstruksjon – Søyle- /dekkekontruksjon i stål og betong
Hokksund	NCC	Stål- og betongkonstruksjon – Søyle- /dekkekontruksjon i stål og betong
Hokksund	Gundersen	Trekonstruksjon – Hovebæring i bjelke- /søylekonstruksjon av limtre

4.4.1 Bærende innervegger

Antall løpemeter bærende innervegg måles opp, og markeres i alle løsningsforslag. I figur 21 presenteres et eksempel av utførte målinger fra løsningsforslag «Alle gode ting = 3», i konkurransen om Glommasvingen skole. De røde strekene illustrerer bærende innervegger som måles opp. Figur 22 viser et utsnitt fra løsningsforslagets beskrivelse, hvor bæresystemet for det samme området kommer frem.



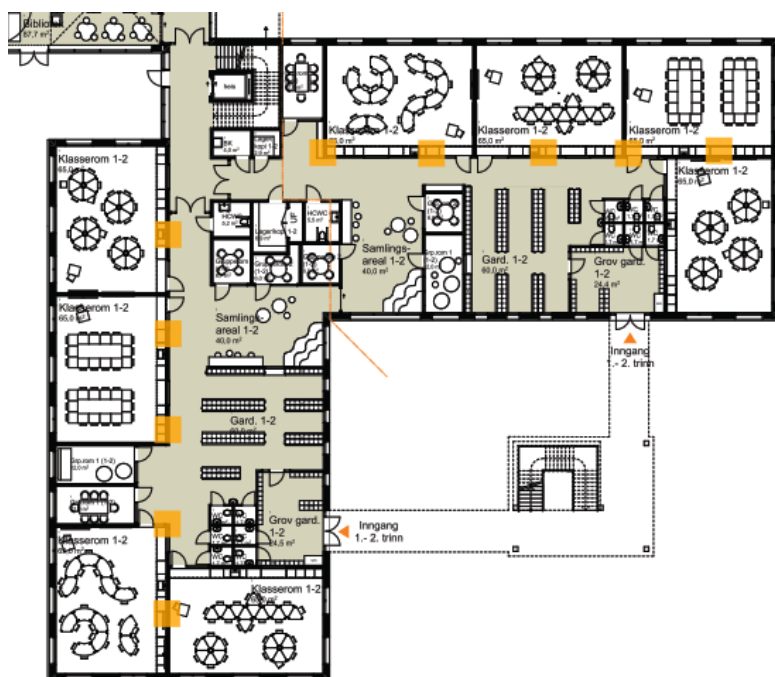
Figur 21: Oppmåling av bærende innervegger i løsningsforslag "Alle gode ting= 3".



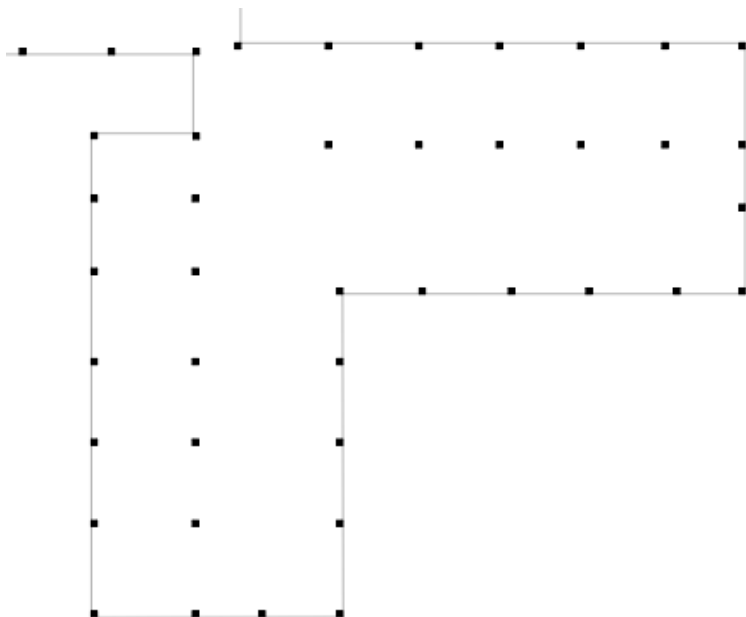
Figur 22: Bæresystem av innervegger, hentet fra tilbyders beskrivelse av løsningsforslag.

4.4.2 Bærende søyler

Bærende søyler markeres opp i alle løsningsforslag med oransje punkter, i henhold til metode beskrevet i kap. «3.5.5 Bærende søyler». Eksempelet i figur 23 illustrerer oppmåling gjort i løsningsforslag gitt av «NCC» i konkurransen om Hokksund skole. Lokasjon av bærende søyler er gitt av beskrivelse i løsningsforslag, og tegninger. Figur 24 viser et utklipp av samme område som illustrert i figur 23, og er fra beskrivelsen av det aktuelle løsningsforslaget. Lokasjon av bærende søyler er her illustrert.



Figur 23: Oppmåling bærende søyler av løsningsforslag til "NCC".



Figur 24: Bæresystem av søyler, hentet fra tilbyders beskrivelse av løsningsforslag.

4.4.3 Sammenstilling av bæresystem

Tabell 10 presenterer en sammenstilling av de 10 løsningsforslagene som har beskrevet et bæresystem. Det er her en kolonne som angir et forholdstall i prosent for bærende innervegger, og en for bærende søyler. Forholdstallene er i prosent og i henhold til metode beskrevet i kapittel «3.5.4 Bærende innervegger» og «3.5.5 Bærende søyler». Alle forholdstallene er gitt en fargegradering fra «grønn-gul-rødt» for å illustrere hvor verdien befinner seg iblant de oppførte høydene. Det er oppført to skalaer, en for bærevegg og en for søyler, under tabellen som viser farge for topp-, bunn- og midtverdi. Fargegraderingen er flytende mellom disse.

Vinnerprosjektene er markert med grønn farge under navn.

Tabell 10: Gjennomsnittlig forholdstall for bæresystem av søyler og innervegger.

Konkurranse	Løsningsforslag	Forhold Bærevegg/areal (%)	Forhold søyler/areal (%)
Glommasvingen	Alle gode ting=3	9,78	0,00
	Firkløver	9,95	0,53

	Tre x3	7,10	0,91
Frakkagjerd	IRIS	6,12	2,94
	Lysning	0,00	2,34
	Med Hjarta på Rette plass	0,00	0,94
	Ungdomsskogen	0,00	2,29
Huseby	Ars Longe Vita	0,00	0,85
Hokksund	NCC	0,00	0,91
	Gundersen	0,00	2,50

Fargegradering bærevegg
0,00
4,98
9,95

Fargegradering søyler
0,00
1,47
2,94

Verdier i tabell 10 som er lik null tilsier at den aktuelle parameteren ikke er til stede i hovedbæresystemet. For eksempel i løsningsforslag «Ars Longe Vita» er verdien lik null for bærevegger, som tilsier at hovedbæresystemet ikke består av bærende innervegger. Til sammenlikning har løsningsforslaget «Tre x3» et hovedbæresystem bestående av både bærende innervegger og søyler. Av de 10 løsningsforslagene kan man fra sammenstillingen se at bæresystemet til seks stk kun har søyler, tre stk har en kombinasjon av søyler og innervegger og en har kun innervegger.

5. Diskusjon

I dette kapittelet vil resultatene fra casestudie diskuteres og knyttes opp mot relevant teori fra kapittel 2.

5.1 Fleksibilitet i anskaffelsesprosedyren

For å undersøke hvordan fleksibilitet blir bedømt i dagens konkurranser om skoleprosjekter, er det vesentlig å se på hva som er beskrevet om fleksibilitet i konkurransegrunnlaget. Fra resultatene kan man se at fleksibilitet er lite beskrevet i konkurransereglene. Til tross for at samtlige av juryrapportene har vurdert forslagene på punkter knyttet til fleksibilitet er det kun to av konkurransereglene som nevner det.

I rom- og funksjonsprogrammene er det vesentlig mer beskrevet om fleksibilitet. Fra sammenstillingen i figur 17 «Parametere beskrevet i 4 rom- og funksjonsprogram» kan man se at to av konkurransene nevner dagslys og utsyn som viktig. Allikevel viser resultatene fra juryrapportene at samtlige 19 løsningsforslag blir vurdert opp mot dagslys, og kun ett blir vurdert opp mot utsyn. Man kan i figur 17 også se at bæresystem og bærende innervegger blir nevnt i ett program, men vurdert for syv løsningsforslag i juryrapportene. Et eksempel av et skoleprosjekt hvor samme tendens kommer frem er Frakkagjerd skole. Det er i rom- og funksjonsprogrammet her kun beskrevet to parametere: planløsning og teknisk anlegg. Det er allikevel vurdert for totalt seks forskjellige parametere i juryrapporten. Av disse seks er det to parametere som alle løsningsforslagene er blitt vurdert opp mot, men de fire andre er det kun ett løsningsforslag som har blitt vurdert mot. Dette kan tyde på at det ikke alltid er samsvar med hva som er beskrevet i konkurransedokumentene, og hva det bedømmes for i juryrapportene.

I flere av beskrivelsene i konkurransereglene og rom- og funksjonsprogram er det en manglende tydelighet på hva som ønskes med tanke på fleksibilitet. Noen av beskrivelsene omhandler mer generelle forhold rundt fleksibilitet, og viktigheten av det, fremfor faktiske tiltak som ønskes levert. Et eksempel på dette er Hokksund skole, hvor parameterne dagslys, utsyn og logistikk, kun blir nevnt i en bisetning. Resterende er mer generelle formuleringer av fleksibilitet og viktigheten av det.

Slike uklarheter kan føre til at de involverte partene fra tilbyders side ikke er klar over hvilke krav og forventninger som stilles til fleksibilitet i skolebyggene, og kan dermed undervurdere eller misforstå dette aspektet i løsningsforslagene sine. Basert på kapittel «2.2 Tilpasningsdyktighet» er fleksibilitet et omfattende begrep med mange definisjoner og meninger, og begrepet kan ha en forskjellig mening for de ulike aktørene i en anskaffelsesprosedyre. Fleksibilitet kan innebære alt fra kortsiktig

fleksibilitet i form av for eksempel foldevegger, eller en langsiktig løsning i form av for eksempel et bæresystem som tillater å flytte innervegger etter behov. Ved å inkludere en tydelig beskrivelse av fleksibilitet i konkurransedokumentene, kan man sikre at alle involverte parter er mer oppmerksomme på behovet for fleksibilitet når de arbeider med løsningene sine.

Det vil også være viktig at beskrivelsene av fleksibilitet i konkurransegrunnlaget stemmer overens med hva som blir vurdert i juryrapportene, da det sikrer en rettferdig og pålitelig vurdering.

Eventuelle uklarheter eller inkonsistenser mellom beskrivelser og hva som faktisk blir vurdert, kan føre til favorisering av noen løsningsforslag på bekostning av andre, eller at enkelte aspekter av fleksibilitet blir oversett eller undervurdert. I verste fall vil dette kunne føre til at noen tilbydere ikke får en rettferdig sjans til å vinne konkurransen, og at den endelige løsningen ikke representerer det beste valget for skolebyggets fleksibilitet. Ved bruk av en konsistent vurdering basert på konkurransegrunnlag, kan dette føre til økt troverdighet til vurderingsprosessen blant tilbyderne og dermed økt bevissthet på beskrivelser og løsninger rundt fleksibilitet.

5.2 Vurdering av de viktigste parameterne for fleksibilitet i skolebygg

Et mål for denne oppgaven er å kartlegge de parameterne som har størst innvirkning på fleksibilitet i skolebygninger. Dette kan være nyttig i anskaffelsesprosedyrer, hvor man kan vurdere ulike løsningsforslag basert på hvor godt de tilfredsstillende disse parameterne. Ved å ha en klar oversikt over de mest sentrale parameterne, kan man også utarbeide konkurransedokumenter som spesifikt vektlegger disse. Dette kan bidra til å sikre at tilbudene som mottas er bedre tilpasset behovene til skolebyggene og er mer sannsynlig å levere et fleksibelt og funksjonelt resultat.

Dette kapitlet vil diskutere og sammenlikne parametere ansett som sentrale fra litteratursøk, og fra resultater.

Fra tabell 3 «Oppstilling av parametere nevnt henholdsvis fire, tre og to ganger i tabell 2» i teorikapitlet var etasjehøyde, spennvidde/bæresystem, innervegger, bygningsbredde, lastkapasitet på dekke og installasjonsplass de parameterne som ble nevnt i flest kilder, og ansett som de mest sentrale for denne oppgaven. Fra juryrapportenes sammenstilling i figur 18 «Parametere beskrevet i 19 juryrapporter», kan man se at dagslys, bæresystem, teknisk anlegg og logistikk er parameterne det i høyest grad vurdert for. Dette viser at det både er likheter og ulikheter på hvilke parametere som blir ansett som de viktigste parameterne for å måle fleksibilitet. En grunn til dette skillet kan være at parameterne fra teorikapitlet har en mer generell tilnærming til bygningskonstruksjoner, mens det i juryrapportene vurderes spesifikt for skoleprosjekter. Logistikk vil kunne være en slik

parameter som er spesielt viktig i skoleprosjekter, men som ikke har blitt inkludert i oppmåling for denne oppgaven. Et eksempel på dette vil kunne være logistikk i form av tilrettelegging for sambruk av funksjoner i anlegget, og ulike brukere av lokalene. Dette er en parameter det kan være vanskelig å måle på en kvantitativ måte, men heller må vurderes med skjønn i de enkelte løsningsforslagene.

Basert på sammenstilling av rom- og funksjonsprogram og juryrapporter, i figur 17 og 18, er dagslys en parameter som er mye nevnt i forbindelse med byggets fleksibilitet. Fra juryrapportene kan man se at dagslysforhold blir i større grad vurdert enn det som er beskrevet i rom- og funksjonsprogrammene. Dette kan skyldes at dagslysforhold ikke bare angår fleksibilitet, men også flere aspekter i bygget. Fra teorikapittelet er dette en parameter forbundet med bygningsbredde. Ved økt bygningsbredde vil det bli mindre tilgang til dagslys fra vertikal fasade, og utsyn. Fra kapittel «2.3.5 Dagslys» er det beskrevet krav om tilstrekkelig dagslysforhold og utsyn i rom hvor varig opphold skal foregå. Det vil da være viktig å sikre tilstrekkelig dagslys til areal hvor det potensielt kan skje varig opphold i fremtiden. I skoler med store bygningsbredder, vil det kunne være store deler av bygget som er låst til funksjoner som ikke er under definisjon av varig opphold.

Bæresystem går igjen både fra teorikapittelet og juryrapportene. Fra teorikapittelet vil spennvidde og innervegger være parametere som går inn under bæresystem. Skolebyggets bæresystem er helt avgjørende for hvilke muligheter det er for fremtidig ombygging. Dersom det er mange bærende innervegger, vil dette være svært definerende for planløsningen. Til tross for viktigheten er det kun 10 av 19 løsningsforslag som har beskrevet en løsning av bæresystem. Dette kan være en konsekvens av at det ikke er tilstrekkelig beskrevet og vektlagt i rom- og funksjonsprogram. I flere av løsningsforslagene er det kun beskrevet noen generelle tanker rundt bæresystem, fremfor en faktisk løsning. I vurdering av «Hent» sitt løsningsforslag i konkurransen om Hokksund skole, kan man se at dette har gitt trekk i vurderingen: *«Løsningsforslaget fra Hent er ønsket fleksibelt i valg av bæresystem for videre utvikling i samspill med byggherren, som i noe mindre grad konkretiserer anbefalt fleksibilitet» (se vedlegg 9.1)*. Dette poengterer igjen viktigheten av å ha en tydelig beskrivelse av hva som ønskes levert i løsningsforslagene.

En annen parameter som blir høyt vektlagt både fra teorikapittelet og konkurransegrunnlaget er teknisk anlegg. Fra juryrapportene kan man se omtrent halvparten av løsningsforslagene bli vurdert på fleksibiliteten til levert teknisk anlegg. Plassering av ventilasjonssjakter, plassering og høyden av tekniske rom og overkapasitet i det tekniske anlegget er noen av aspektene som er veldig definerende for en eventuell ombygging. Dette burde være på plass allerede i anskaffelsesprosessen for å kunne få et godt bilde av byggets fleksibilitet. Det kan også være vanskelig å endre på det tekniske anlegget etter en endt anskaffelsesprosess, for eksempel så kan byggets konstruksjon ikke

tillate å endre plassering eller høyde av tekniske rom. Oppmåling av teknisk anlegg i denne oppgaven er kun utført for vertikale sjakter, og denne oppmålingen ble videre forkastet, se kapittel «3.5.7 Forkastede målinger». Hvilke aspekter ved teknisk anlegg, og hvordan det kan måles og bedømmes vil være et sentralt tema i videre forskning.

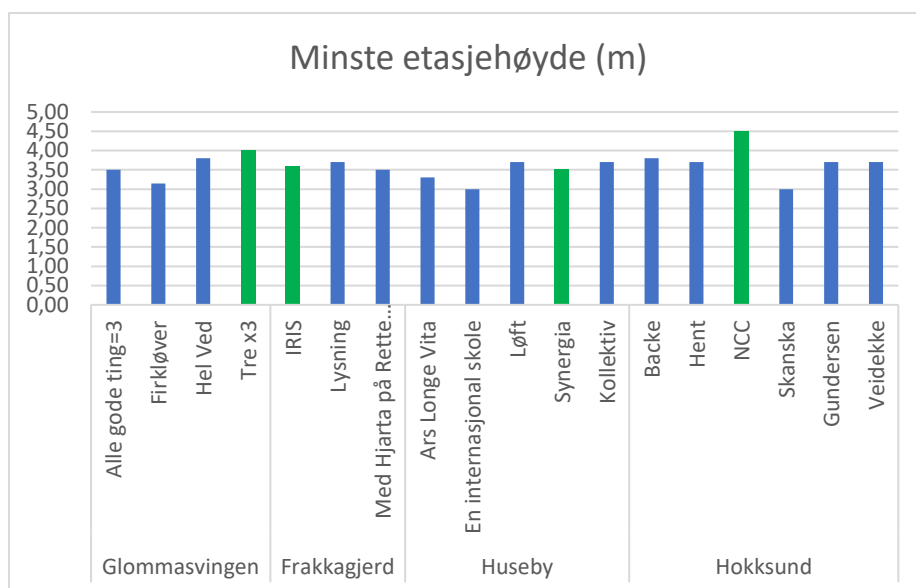
Etasjehøyde skiller seg ut da den i teorikapittelet er ansett som en av de viktigste parameterne, men verken er nevnt i noen av de undersøkte konkurransereglene eller rom- og funksjonsprogrammene. Dette kan skyldes flere faktorer, som for eksempel at etasjehøyde ikke anses som en avgjørende faktor for fleksibiliteten blant jurymedlemmer, eller at det er en parameter som er en selvfølge og dermed ikke blir nevnt eksplisitt. I juryrapportene er det kun en av 19 løsningsforslag som er vurdert opp mot etasjehøyde. Til tross for at det er lite fokus på denne parameteren i anskaffelsesprosedyrene, skriver Arge (2002) at etasjehøyde er et viktig aspekt for fleksibiliteten til et bygg. Ved ombygging vil etasjehøyden ha stor innvirkning på friheten bygget har til å benyttes for flere bruksmål. For eksempel kan en høy etasjehøyde gi rom for mer teknisk utstyr ved ombygging til en annen funksjon eller til et større klasserom, en lav etasjehøyde kan begrense disse mulighetene.

En oppsummering av ovenstående avsnitt i dette kapittelet tilsier at de viktigste parameterne for fleksibilitet i skolebygg er bæresystem, teknisk anlegg, dagslys og utsyn, etasjehøyde og logistikk. I tillegg til disse vil lastkapasitet på dekke være viktig ved for eksempel en ombygging hvor store hulltakinger i dekke skal skje, eller tunge maskiner skal inn. For dagslys og utsyn vil dette bli direkte påvirket av bygningsbredden, da en større bygningsbredde vil gjøre at en mindre andel av arealet får utnyttelse fra vinduer i fasaden.

5.3 Fleksibilitet i løsningsforslagene

5.3.1 Etasjehøyde

Figur 25 viser sammenstillingen av minste etasjehøyde i løsningsforslagene, basert på resultater fra kapittel 4.2 «Etasjehøyder». Arbeidstilsynet beskriver at himlingshøyden bør være på minimum 2,7 meter for arbeidsbygninger. Byggforsk (Byggforsk, 2004a) beskriver at det som oftest krever en brutto etasjehøyde på 3,6 meter for å kunne oppnå dette, her inkludert dekketykkelse på 200-400 mm. Det vil si at det at minimum etasjehøyde bør være på 3,2-3,4 meter.



Figur 25: Sammenstilling av minste etasjehøyde for undersøkte løsningsforslag, basert på resultater fra kapittel «4.2 Etasjehøyde».

Gjennomsnittlig minste etasjehøyde for samtlige løsningsforslag er 3,6 meter. Dette kan tyde på at flertallet av løsningsforslagene har levert etasjehøyder som tillater god fleksibilitet, som gir rom for å bygge om eller å benytte arealene til et annet bruksformål. Det er også noen løsningsforslag som har levert etasjehøyde lavere enn 3,2-3,4 meter. I disse tilfellene kan det være vanskelig å få plass til nødvendige tekniske installasjoner og føringer over himling, uten å ende opp med en høyde som skrider mot forskriftene. Arealene vil også være sårbare for forandring, da et nytt bruksformål kan for eksempel kreve annerledes teknisk installasjon som trener mer plass.

Fra resultatene kan man se at det i mange anskaffelsesprosedyrer er levert løsningsforslag med nokså ulik etasjehøyde. Eksempel på dette er fra Hokksund skole hvor det er en differanse på over 1,5 meter fra løsningsforslaget med høyest etasjehøyde, til det med lavest. Som nærmere beskrevet i kapittel «5.2 Flexibilitet i anskaffelsesprosedyren» kan dette være en konsekvens av manglende beskrivelser av ønsket etasjehøyde i konkurransegrunnlag.

De grønne kolonnene i figur 25 representerer vinnerprosjektene. For to av fire anskaffelsesprosedyrer er det løsningsforslaget med høyest etasjehøyde som har vunnet. De to andre vinnerprosjektene har begge levert en etasjehøyde på minimum 3,5 meter. Dette kan tyde på at etasjehøyde er et aspekt som anses som viktig i evalueringen av løsningsforslag, til tross for lite beskrivelser i både rom- og funksjonsprogrammer og juryrapporter.

Metoden benyttet i denne oppgaven baserer seg på minste etasjehøyde. Det ble også forsøkt å sammenlikne gjennomsnittlig etasjehøyde. Ulempen med en gjennomsnittsverdi er at etasjer med lav etasjehøyde kan risikere å ikke komme frem tydelig i resultatene, da andre høye etasjer vil trekke

opp verdien. Etasjer med lav høyde vil fremdeles kunne være eksponert for varig opphold, og det er da viktig at disse kommer tydelig frem.

En forutsetning for metodene brukt i denne oppgaven er at de skal være enkle å gjennomføre, slik at det enkelt kan repeteres i faktisk juryarbeid. Metoden brukt for å måle etasjehøyde i denne oppgaven er enkel å gjennomføre, og krever kun målsatte snittegninger fra tilbyderne. For å kunne sammenlikne løsningsforslag for etasjehøyde kan det lages en karakterskala basert på data i resultatene, ref. kapittel «3.5 Gjennomføring av casestudie». Karakterene baserer seg på de 18 løsningsforslagene hvor målinger er utført, og tar utgangspunkt i prosentgrenser av høyeste målte etasjehøyde på 4,5 meter. De ulike karakterene er listet under, med tilhørende prosentsats og begrunnelse.

FGS 0: 90% av høyeste etasjehøyde er lik 4,0 meter. En etasjehøyde lik dette eller mer vil gi svært stor frihet til å endre bruksformål til arealet og endringer i teknisk anlegg. Arealet vil også ha muligheten til å romme store gjenstander, som for eksempel arkivskap eller spesialiserte maskiner.

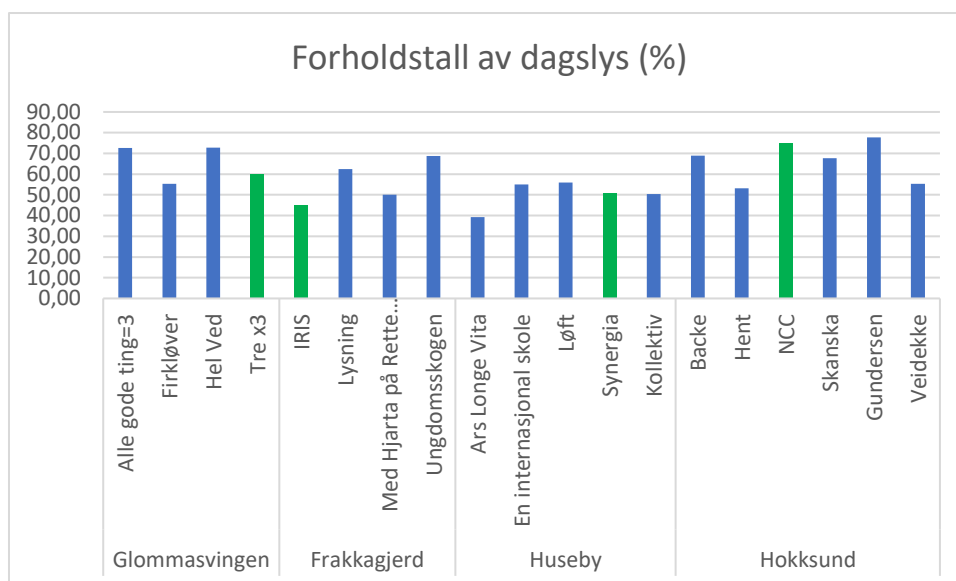
FGS 1: 80-90% av høyeste etasjehøyde er 3,6-4,0 meter. En etasjehøyde lik dette vil med stor sannsynlighet tilfredsstille forskrifter uavhengig av dekketykkelse. Dette vil også gi frihet til å gjennomføre endringer. Det kan allikevel være noen begrensninger for funksjoner som krever ekstra stor etasjehøyde.

FGS 2: 70-80% av høyeste etasjehøyde er 3,2-3,6 meter. Det vil her kunne oppnås tilstrekkelig høyde for å tilfredsstille forskrifter, men kan møte på utfordringer med stor dekketykkelse og begrensninger på frihet til å endre bruksformål. Det vil av denne grunn her bedømmes med FGS 2.

FGS 3: Basert på høyeste målte etasjehøyde på 4,5 meter, er 70% av dette 3,2 meter. En etasjehøyde under 3,2 meter vil kunne få store problemer med å tilfredsstille forskriftene og vektlegges dermed som FGS 3.

5.3.2 Dagslys

Figur 26 viser sammenstillingen av forholdstall på dagslys i løsningsforslagene, laget på resultater fra kapittel 4.2 «Dagslys». Vinnerprosjekter er markert med grønn søyle.



Figur 26: Sammenstilling av forholdstall av dagslys for undersøkte løsningsforslag, basert på resultater fra kapittel «4.3 Dagslys».

Gjennomsnittlig forholdstall av resultatene er 60%. Basert på beregningsmetoden av dagslys tilsier dette at det i gjennomsnitt er 40% av arealet i løsningsforslagene som ikke har tilfredsstillende dagslysforhold og utsyn. Dette arealet vil da være låst til å ikke kunne ha rom for varig opphold, som for eksempel klasserom eller kontorplasser. Ved en eventuell ombygging vil dette i stor grad definere hvordan en ny planløsning kan være.

I flere av løsningsforslagene undersøkt i denne oppgaven er daglysbehovet løst med overlys, se vedlegg 9.2, i form av en lysåpning i taket eller fra vertikale vindu i en opphøyning av taket. Dette er et alternativ som kan bidra til tilfredsstillende dagslysforhold. Allikevel vil ikke dette gi utsyn for brukeren, og strider imot Byggteknisk forskrift (TEK17, 2017b) som beskriver at rom for varig opphold skal ha utsyn gjennom et vindu. I praksis vil det bety at for eksempel klasserom eller kontorplasser ikke kan erstatte nødvendig dagslysbehov med et takvindu fremfor vindu i fasaden. Det kan også være sårbart med tanke på naturlige fenomener, som for eksempel snø som kan dekke til. Overlys vil kunne være en god bidragsyter til bedre dagslysforhold i skolebygg, men plassering må vurderes nøye i en evalueringsprosess av løsningsforslag da det i stor grad definerer en planløsning ved eventuell ombygging.

Metoden benyttet i denne oppgaven baserer seg på at arealet innenfor syv meter fra fasade oppfyller kravene til dagslysforhold og utsyn. Dette er en metode som skal kunne være enkel å bruke i faktisk juryarbeid. Ulempen er at den ikke tar høyde for andre faktorer som også kan påvirke dagslysforhold og utsyn, som for eksempel varierende etasjehøyde, vindusstørrelse og plassering, og eventuelle fysiske hindringer for dagslys på utsiden av fasaden. Allikevel vil den kunne gi et godt inntrykk av hvor godt dagslysforhold og utsyn bygget leverer, for å gi grunnlag til bedømmelse. En

skjønnsmessig vurdering ved siden av denne metoden vil være viktig, for å forsikre seg at det ikke er noen andre faktorer som har stor innvirkning på faktiske dagslysforhold.

Figur 26 viser at blant de fire vinnerprosjektene, er det ingen som har levert det designet med størst tilgang til dagslys i sine respektive konkurranser. Dette indikerer at andre faktorer, som for eksempel kostnader eller funksjonalitet, kan ha blitt prioritert over best utnyttelse av dagslys i disse prosjektene. Det kan også være at vurdering av dagslys i evalueringsprosessene skjer på en skjønsmessig måte, hvor det kan være vanskelig å få et tydelig bilde av faktiske dagslysforhold i bygget. Fra konkurransen om Frakkagjerd skole er det løsningsforslaget med lavest forholdstall av dagslys, på 45%, som har vunnet. Likevel kan man se fra figur «4.1.2 Oversikt over hvilke parametere som er nevnt i vurderingen av fire løsningsforslag, for konkurransen om Frakkagjerd» skole at samtlige løsningsforslag i denne konkurransen er vurdert opp mot dagslysforhold. Dette tyder igjen på at vurderingen av dagslys blir nedprioritert, til tross for at det er rettet søkelys mot det i juryrapporten. I dette vinnerprosjektet vil designet kunne møte på store utfordringer med nåværende planløsning, og eventuell ny planløsning ved ombygging, da 55% av arealet ikke tilfredsstiller kravene til rom for varig opphold.

Ved å benytte en kvantitativ målemetode for å undersøke dagslysforhold, kan det være lettere å skille de enkelte løsningsforslagene fra hverandre og gi større grunnlag til bedømming.

For å kunne sammenlikne løsningsforslag for dagslysforhold lages det en karakterskala basert på data i resultatene, ref. kapittel «3.5 Gjennomføring av casestudie». Karakterene baserer seg på de 19 løsningsforslagene hvor målinger er utført, og tar utgangspunkt i prosentgrenser av høyeste målte forholdstall av dagslys på 77,8%, og skjønsmessige vurderinger tatt av forfatter. Prosentgrensene kan endres dersom en bruker har en annen oppfatning hvor grensene bør gå. De ulike karakterene er listet under, med tilhørende prosentsats og begrunnelse. Forholdstall av dagslys forkortes her med DFT.

FGS 0: DFT= ≥ 78 %

- DFT lik 78% vil tilsvare det høyeste resultatet funnet i løsningsforslagene. Med en DFT større eller lik dette vil designet med stor sannsynlighet kunne oppnå gode utsyn- og dagslysforhold for alle rom med varig opphold, og muligens tilføre naturlig daglys til andre steder i arealet.

FGS 1: DFT= 70 – 78 %

- DFT lik 70% vil tilsvare 90% av høyeste målte resultat. I dette sjiktet vil det være mellom 22-30 % av arealet som ikke vil oppnå tilstrekkelig dagslysforhold. Dette arealet kan tilegnes støtteareal uten varig opphold.

FGS 3: DFT= 62 – 70 %

- DFT lik 62% vil tilsvare 80% av høyeste målte resultat. I dette sjiktet vil det være over 30% av arealet som ikke har tilstrekkelig dagslysforhold. Dette kan føre til at rom for varig opphold ikke har tilstrekkelig dagslysforhold, og det kan være definerende for en eventuelt ny planløsning.

FGS 3: DFT= <62 %

- DFT under 62% vil tilsvare under 80% av høyeste målte resultat. I dette sjiktet vil det være over 38% av arealet som ikke har tilstrekkelig dagslysforhold. Dette vil med stor sannsynlighet føre til at rom for varig opphold ikke har tilstrekkelig dagslysforhold, og vil være svært definerende for en eventuelt ny planløsning.

5.3.3 Bæresystem

Fra resultatene i kapittel 4.4.2 kan man se et tydelig skille blant de løsningsforslagene som har et hovedbæresystem med søyler. Av seks ulike løsningsforslag er det tre stk. som ligger under 1%, mens de tre andre er godt over 2%. En lavere prosentdel vil si at det er færre søyler på gitt areal, som gir mer rom for forandring og dermed større fleksibilitet. Blant disse seks løsningsforslagene er det altså godt over dobbelt så mange søyler hos halvparten. Teorikapittelet om spennvidder, kapittel 2.3.2, viser til muligheten for en lengre spennvidde om det brukes hulldekkeelementer i betong fremfor massivtre. For å undersøke om det er en sammenheng mellom valg av materiale i bæresystem og antall søyler på gitt areal, sammenliknes tabell 9 «Løsningsforslag med valgt bæresystem» med data angående bæresystem i søyler i tabell 10 «Gjennomsnittlig forholdstall for bæresystem av søyler og innervegger». Ved sammenlikning av disse to kan man se at de tre løsningsforslagene som ligger under 1 % søyler på gitt areal har et bæresystem av utelukkende stål og betong. De resterende har en hovedkonstruksjon av tre, hvorav en har i tillegg noe betong og en har i tillegg noe betong og stål.

Denne sammenlikningen tar utgangspunkt i seks tilfeller fra resultatene, som dessverre er for lite data til å kunne danne troverdige påstander. Med det i bakhode, kan man likevel se en tydelig sammenheng mellom valgt materiale i konstruksjon, og oppnådd fleksibilitet i bæresystem. I de tre tilfellene hvor det utelukkende var brukt betong og stål, er det tydelig mindre bærende søyler enn hvor hovedkonstruksjonen var i massivtre. Dette kan tyde på at det er lettere å oppnå god fleksibilitet i bæresystemet med betong og stål, fremfor massivtre. Dette kan også skyldes andre faktorer, eller tilfeldigheter. For videre forskning ville det være nyttig å undersøke dette i flere tilfeller av løsningsforslag, for å styrke påstanden.

Tatt i betraktning at valg av materiale har en stor effekt på byggets fleksibilitet, vil det i en anskaffelsesprosedyre være viktig å orientere tilbydere om hva som blir evaluert, og hvordan. For eksempel så vil en konstruksjon i massivtre kunne score høyere enn stål og betong på bærekraft og uttrykk, men kunne oppnå svakere fleksibilitet. Ved å være klar på hvordan bæresystemet vektlegges, eller sette krav til valg av materiale i bæresystemet, kan tilbyderne konkurrere på likt grunnlag og sikre at bygget blir designet på en måte som samsvarer med prosjektets overordnede mål.

Ved undersøkelse av vinnerprosjektene kan man i konkurransen om Hokksund skole se at vinnerprosjekt fra NCC er en av to prosjekter som har beskrevet et bæresystem. NCC har også levert løsningen med lavest tetthet av bærende søyler sammenliknet med Gundersen. I og med at det i anskaffelsesprosedyren vurderes for fleksibilitet i bæresystem for samtlige løsningsforslag, er det sannsynlig at dette har medvirket positivt i vurderingen. Grunnen til at kun to av seks tilbydere har beskrevet et endelig bæresystem kan skyldes at dette ikke er beskrevet i rom- og funksjonsprogram. Fra konkurransen om Glommasvingen skole er det vinnerprosjektet Tre x3 som har beskrevet det bæresystemet med lavest tetthet av bærende innervegger, men høyest tetthet av søyler. Juryrapportene har ikke beskrevet en vurdering av bæresystem blant noen av løsningsforslagene, men nevner bærende innervegger som en viktig parameter i rom- og funksjonsprogram. Vinnerprosjektet Tre x3 stemmer da godt overens med konkurransens ønske om minst mulig bærende innervegger. For konkurransen om Frakkagjerd skole har vinnerprosjektet Iris levert det bæresystemet som har høyest tetthet av både bærende søyler og bærende innervegger, sammenliknet med de andre løsningsforslagene. Fra tilhørende juryrapport kan man se at bæresystem blir kun nevnt i en vurdering, noe som kan tyde på at dette ikke har blitt vektlagt i stor grad i konkurransen.

For å kunne sammenlikne fremtidige løsningsforslag for bæresystem av søyler kan det lages en karakterskala basert på data i resultatene, ref. kapittel «3.5 Gjennomføring av casestudie». Den høyeste tettheten av bærende søyler er fra løsningsforslaget Iris, med 2,94%, til tross for et bæresystem av både bærende innervegger og søyler. Det vurderes som gunstig å inkludere dette løsningsforslaget ved dannelsen av en skala, da dette kan tyde på at også andre løsningsforslag kun av bærende søyler kan få denne tettheten. Den laveste tettheten av søyler er fra løsningsforslaget Ars Longe Vita med 0,85 %. Gjennomsnittet mellom disse to er 1,9% tetthet. Basert på dette er det sannsynlig at det i andre tilfeller leveres løsningsforslag med en søyletetthet mellom 1-2%. I og med at de beste løsningene har <1% tetthet, vil dette vurderes som FGS 0. Videre vil en prosentandel mellom 1-2% oppnå FGS 1, 2-3% vil oppnå FGS 2 og >3% vil oppnå FGS 3.

For bæresystem bestående av bærende innervegger eller en kombinasjon av bærende innervegger og søyler er det innhentet for lite data til å kunne lage en karakterskala med troverdighet. En vurdering på dette vil først kunne skje gjennom undersøkelser av flere løsningsforslag. For videre arbeid på dette vil det være interessant å gå i dybden på retning av de innvendige bæreveggene, og i hvor stor grad dette eventuelt forekommer i løsningsforslag.

5.4 Hvordan kan fleksibilitet måles i anskaffelsesprosedyrer for skolebygg

I en studien gjennomført av Schmidt III, Deamer og Austin (2011) er det tatt utgangspunkt i avhengigheter mellom ulike bygningslag for å undersøke fleksibiliteten til et bygg. Dette er en metode som ikke har blitt undersøkt i dybden for denne oppgaven. Ved å undersøke avhengigheter mellom bygningslag underveis i designfasen og knytte dette opp mot parametere undersøkt i denne oppgaven, kan det skapes en større forståelse for fleksibiliteten til et bygg og mulighetene for å endre enkelte deler av bygget uten at andre bygningslag skal påvirke dette.

Et mål for denne oppgaven er å komme frem til en kvantitativ metode for å kunne måle og sammenlikne fleksibilitet i anskaffelsesprosedyrer med design, for skoleprosjekter. I slike anskaffelsesprosedyrer er det typisk mye tid og ressurser knyttet til juryarbeid. For at en metode for å måle fleksibilitet skal brukes i praksis, bør denne være relativt enkel og intuitiv å bruke. Ulempen med en enkel metode er at det ikke vil gi et fullstendig bilde av den faktiske situasjonen. Likevel vil den kunne gi et godt inntrykk av levert fleksibilitet, som kan være til hjelp i juryarbeid. Det vil i dette kapittelet presenteres en metode for å måle fleksibilitet i hjemmeområdet i skolebygg, basert på målemetodene benyttet i denne oppgaven.

Denne metoden presenterer enkle beregninger av parametere tilknyttet fleksibilitet, som er ansett som sentrale i denne oppgaven. Det utdeles enkeltstående karakterer for hver parameter, ikke samlet, slik at parameterne kan vurderes på tvers av løsningsforslag. I tillegg til disse, vil teknisk anlegg og logistikk være viktige parametere å vurdere. Dette basert på hva som er vurdert i konkurransene undersøkt i denne oppgaven, og fra teorisøk. Resultater fra denne metoden vil kunne gi en god indikator på hvor godt et løsningsforslag besvarer fleksibilitet, men skjønsmessige vurderinger og helhet for hvert enkelt prosjekt vil i tillegg være viktig.

Metode for måling av fleksibilitet i hjemmeområdet i skoleprosjekter. Herunder etasjehøyde, dagslys og bæreevne.

- **Etasjehøyde**

1. Datamateriale:

For å måle etasjehøyde må man ha tilgang til snittegninger med mål av plan som skal undersøkes.

2. Beregning:

Etasjehøyde beregnes ved å måle høyden fra overkant ferdig gulv i den aktuelle etasjen til underkant av ovenstående dekke. Referansemål må tas på forhånd for å sikre riktig mål. Av de undersøkte etasjene, vil den etasjen med lavest etasjehøyde gi grunnlag for bedømming.

3. Bedømming:

De undersøkte løsningsforslagene vil få en karakter fra 0-3, hvorav 0 er best og 3 er dårligst. Det er den etasjen med lavest høyde for hvert av løsningsforslagene som vil bedømmes.

Basert på 18 undersøkte løsningsforslag er det laget en skala som angir karakter av etasjehøyde.

FGS 0: >4,0 meter

FGS 1: 3,6-4,0 meter

FGS 2: 3,2-3,6 meter

FGS 3: <3,2 meter

• **Dagslys**

1. Datamateriale:

For å beregne dagslys må man ha tilgang til plantegninger med mål av plan som skal undersøkes.

2. Beregning:

Dagslys beregnes ved å benytte formel 1:

$$\frac{A_d}{A_t} \cdot 100 = DFT (\%) \quad \text{Formel 1}$$

- A_d : Areal med tilstrekkelig dagslys; arealet innenfor syv meter fra fasade.
- A_t : Totalt areal av det undersøkte området

- DFT: Forholdstall av dagslys i prosent, forteller hvor mye av det totale arealet som har tilstrekkelig med dagslys

Alle DFT-verdier for samme løsningsforslag gjøres om til et gjennomsnitt som representerer hele løsningsforslag. Det er denne gjennomsnittsverdien som er grunnlaget for bedømming.

3. Bedømming:

De undersøkte løsningsforslagene vil få en karakter fra 0-3, hvorav 0 er best og 3 er dårligst. En høyere DFT-verdi tilsier at det er en større del av arealet med tilfredsstillende dagslysforhold, og vil av den grunn bli belønnet med en høyere karakter. Det er den gjennomsnittlige DFT-verdien for hvert av løsningsforslagene som vil bedømmes. Basert på 19 undersøkte løsningsforslag er det laget en skala som angir karakter på dagslys.

FGS 0: DFT= ≥ 78 %

FGS 1: DFT= 70 – 78 %

FGS 2: DFT= 62 – 70 %

FGS 3: DFT= < 62 %

I ovenstående karakterskala er det satt en strek under FGS 2. Dette er gjort fordi en lavere karakter enn 2, altså en prosentverdi lavere enn 62 %, vil kunne få store problemer med å tilfredsstille kravene for dagslysforhold. Dette vil være særlig viktig å være bevisst på ved bruk av denne karakterskalaen.

4. Alternativ beregning

En alternativ formel som tar høyde for overlys presenteres i formel 4. Samme karakterskala som benyttes for formel 1, benyttes også for denne formelen.

$$\frac{A_{d+\frac{A_o}{2}}}{A_t} \cdot 100 = DFT (\%) \quad \text{Formel 4}$$

- A_o : Areal med overlys

I ovenstående formel er det inkludert arealet av overlys, A_o . Dette arealet deles i denne formelen på to da det ikke anses som likeverdig med dagslys gitt av vinduer i fasaden. Uttelling gitt fra overlys kan eventuelt endres fra prosjekt til prosjekt dersom evalueringsmedlemmer ønsker å vektlegge annerledes. Ved bruk av denne metoden er det viktig å inkludere en vurdering av utsyn, da overlys ikke vil gi dette.

- **Bæresystem**

1. Datamateriale:

For å beregne fleksibiliteten til bæresystemet må man ha tilgang til plantegninger med mål, som viser plassering av bærende vegger og søyler. I tillegg bør det foreligge en redegjørelse for oppbygningen av bæresystemet, spesielt dersom det ikke fremkommer tydelig fra plantegninger.

2. Beregning:

Ved beregning av fleksibiliteten til bæresystemet måles løpemeter bærende innervegger og antall bærende søyler hver for seg. Det er kun bæresystem innenfor byggets fasade som beregnes.

- Fleksibiliteten til bærende innervegger beregnes ved å bruke formel 2. Avstivende vegger i form av for eksempel trappesjakter er ikke medtatt i denne oppgaven, men kan inkluderes.

$$\frac{L_{iv}}{A_t} \cdot 100 = IFT (\%) \quad \text{Formel 2}$$

- L_{iv} : Antall løpemeter bærende innervegger
- A_t : Totalt areal av det undersøkte område
- IFT : Forholdstall i prosent av bærende innervegger på undersøkt areal, forteller hvor mye bærende innervegger det er på undersøkt areal

- Fleksibilitet til bærende søyler beregnes ved å bruke formel 3.

$$\frac{S}{A_t} \cdot 100 = SFT (\%) \quad \text{Formel 3}$$

- S : Antall bærende søyler
- A_t : Totalt areal av det undersøkte område
- IFT : Forholdstall i prosent av bærende søyler på undersøkt areal, forteller hvor mye bærende søyler det er på undersøkt areal

Forholdstallene i ett løsningsforslag samles og gjøres om til gjennomsnittlige IFT- og SFT-verdier som representerer hele løsningsforslaget. Det er disse gjennomsnittlige forholdstallene som er grunnlaget for bedømming.

5. Bedømming:

Av 10 løsningsforslag som har beskrevet bæresystem og er undersøkt i denne oppgaven, er det seks stk. som har et hovedbæresystem bestående kun av søyler, ett kun med bærende vegger og tre stk. med en kombinasjon av de to.

Basert på de seks løsningsforslagene som har et bæresystem bestående kun av søyler er det utarbeidet følgende karakterskala. Til tross for lite data som denne skalaen baserer seg på, vil den kunne gi en indikasjon, og kan forbedres ved videre arbeid med flere erfaringstall.

FGS 0: SFT= <1 %

FGS 1: SFT= 1 - 2 %

FGS 2: SFT= 2 - 3 %

FGS 3: SFT= >3 %

På grunn av lite data på bærende innervegger er det ikke utarbeidet en karakterskala på dette. De gjennomsnittlige IFT-verdiene vil allikevel være til god hjelp for å vurdere forskjellige løsningsforslag opp mot hverandre. Desto lavere IFT-verdi, jo mindre bærevegger vil det være på det gitte arealet og dermed mer rom for forandring.

For skoleprosjekter med bæresystem bestående av en kombinasjon av bærende søyler og innervegger, foreligger det igjen for lite data til å kunne gi en representativ karakterskala. For videre arbeid med mer erfaringstall, vil karakterene for SFT- og IFT-verdiene kunne legges sammen, på samme måte som er gjort i dagslysberegninger med overlys. Formel 5 kan da brukes.

$$\frac{FGS_{SFT} + \frac{FGS_{IFT}}{2}}{2} = FGS_{Tot}$$

Formel 5

- FGS_{SFT} : Karakter for SFT-verdier
- FGS_{IFT} : Karakter for SFT-verdier
- FGS_{Tot} : Endelig karakter for bæresystem av både søyler og innervegger

Ved å bruke denne formelen vil man få en endelig karakter på et bæresystem bestående av søyler og innervegger. Basert på funn i litteratursøk i denne oppgaven, er det sannsynlig at et bæresystem bestående av søyler er mer fleksibelt enn av innervegger, se kapittel «2.3.3 Innervegger». Det er av denne grunn valgt å halvere karakteren fra IFT-verdien, da den i dette tilfellet ikke anses som likeverdige. Oppfatning av dette kan allikevel variere fra prosjekt til prosjekt. Uttelling gitt fra bærende innervegger kan eventuelt endres dersom evalueringsmedlemmer ønsker å vektlegge annerledes.

6. KONKLUSJON

Denne oppgaven omfatter casestudie av fire skoleprosjekter i kommunene Sør-Odal, Tysvær, Øvre Eiker og Trondheim. Dette kapittelet vil oppsummere de viktigste funnene i studien ved å besvare oppgavens fire forskningsspørsmål.

6.1 Hvordan bedømmes grad av fleksibilitet i dagens konkurranser om skoleprosjekter?

I denne oppgaven er fleksibilitet i konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapport undersøkt for fire konkurranser om skoleprosjekter. Det er kun to konkurranseregler som har levert en kort beskrivelse av ønsket fleksibilitet, mens samtlige rom- og funksjonsprogram har levert en mer omfattende beskrivelse. Dette tyder på at fleksibilitet blir ansett som et sentralt tema i dagens konkurranser om skolebygg. Resultatene viser likevel at beskrivelsene gitt i konkurransedokumentene i stor grad omhandler mer generelle forhold rundt fleksibilitet, fremfor faktiske tiltak som ønskes levert. Resultatene viser også at det i flere tilfeller er en uoverensstemmelse mellom hva som er beskrevet i konkurransedokumentene og hva som faktisk blir vurdert i juryrapportene. Dette kan føre til misforståelser og uklarheter hos tilbydere og mulig favorisering av noen løsningsforslag. Det vil i fremtidige konkurranser være viktig å inkludere en tydelig beskrivelse av ønsket fleksibilitet i konkurransedokumentene og sikre at beskrivelsene stemmer overens med hva som blir vurdert i juryrapportene.

6.2 Hva er de viktigste parameterne for å måle fleksibilitet i skolebygg?

Oppgaven har som mål å kartlegge de parameterne som har størst innvirkning på fleksibiliteten i skolebygninger. Dette er nyttig å være klar over i anskaffelsesprosedyrer, hvor man kan vurdere ulike løsningsforslag basert på hvor godt de tilfredsstiller disse parameterne. Ved å ha en klar oversikt over de mest sentrale parameterne, kan man også utarbeide konkurransedokumenter som spesifikt vektlegger disse, som kan bidra til at løsningsforslagene leverer ønsket fleksibilitet. En sammenstilling fra litteratursøk og casestudie av fire konkurranser om skoleprosjekter tilsier at de viktigste parameterne for fleksibilitet i skolebygg er bæresystem, teknisk anlegg, etasjehøyde, dagslys og logistikk. I tillegg til disse vil lastkapasitet i dekke være viktig dersom et nytt bruksformål for eksempel har behov for tunge maskiner eller store hulltakinger i dekke.

6.3 Hvordan blir fleksibilitet påvirket av valgt konstruksjonsprinsipp?

Av 19 løsningsforslag undersøkt i denne oppgaven er det kun 10 stk. som har levert en løsning på bæresystem. Av disse 10 er det seks stk. som har hovedbæring bestående av søyler, tre stk. med kombinasjon av søyler og innervegger og en kun med innervegger. Resultatene fra løsningsforslagene med hovedbæresystem bestående av søyler indikerer en tydelig sammenheng mellom valgt materiale i konstruksjon og oppnådd fleksibilitet i bæresystemet. Løsningsforslag med bæresystem av utelukkende stål og betong har tydelig mindre bærende søyler enn hvor hovedkonstruksjonen er i massivtre, og vil med det oppnå bedre fleksibilitet. Tatt dette i betraktning vil det være viktig i en anskaffelsesprosedyre å være klar på hvordan bæresystemet vektlegges, eller sette krav til valg av materiale, slik at tilbydere kan konkurrere på likt grunnlag.

For videre forskning vil det være nyttig å undersøke dette i flere tilfeller av løsningsforslag med hovedkonstruksjon bestående av søyler, for å styrke påstanden. For bæresystem bestående av innervegger er det for lite data i resultatene til å kunne trekke noen tydelige sammenhenger. Det vil også her være nyttig å undersøke flere tilfeller.

6.4 Kan det etableres en kvantitativ metode for å måle fleksibilitet?

En kvantitativ metode for å måle fleksibilitet i anskaffelsesprosedyrer for skolebygg bør være enkel og intuitiv å bruke slik at jurymedlemmer velger å benytte seg av den. Det er i denne oppgaven utviklet en metode for å måle fleksibilitet i etasjehøyde, dagslysforhold og bæresystem, som anses som sentrale parametere for fleksibilitet i skolebygg. Det er etterstrebet at resultater fra denne metoden skal gi reelle data av faktiske forhold, men samtidig være enkel og intuitiv i bruk. En firedelt karakterskala for hver enkelt parameter er utviklet basert på resultater fra undersøkte skoleprosjekter i denne oppgaven. Det er ikke tatt stilling til hvilke av disse parameterne som er viktigst, og må av den grunn vektlegges fra prosjekt til prosjekt.

I tillegg vil teknisk anlegg og logistikk være sentrale parametere for fleksibiliteten til skolebygg. Det er ikke utviklet en kvantitativ metode for å måle disse, og en skjønnsmessig vurdering av disse bør inkluderes i en faktisk anskaffelsesprosedyre.

7. Videre arbeid

Dette kapittelet tar for seg noen oppsummerende tanker og forslag til videre arbeid med temaet om fleksibilitet i skolebygg.

Metode for oppmåling av fleksibilitet i denne oppgaven er avgrenset til hjemmeområder i skolebygg. For videre arbeid vil det være interessant å videreutvikle metoden til å også inkludere større deler av skolebygget. En utfordring knyttet til dette vil være at andre deler av skolebygget ikke er like sammenlignbart som hjemmeområder på tvers av ulike design. Ved å kunne benytte metoden til en større del av skolebygget, eventuelt hele, kan den bli mer relevant til å bruke i faktiske anskaffelsesprosedyrer.

I denne oppgaven er det utviklet karakterskalaer på resultater av fleksibilitet i etasjehøyde, dagslys og bæresystem i skolebygg. Ved å gjennomføre en tilsvarende undersøkelse med økt datamengde, vil dette gi mer grunnlag til å eventuelt justere eller styrke karakterskalaene.

Resultater av bærende søyler i denne oppgaven tilsier at en konstruksjon av stål og betong har lettere for å oppnå god fleksibilitet, fremfor en konstruksjon i tre. Resultatene fra bæresystem er likevel mangelfulle, spesielt på bærende innervegger. Ved å undersøke tilsvarende studie av bæresystem kan dette gi mer grunnlag til å styrke, eventuelt svekke påstanden om at materialvalg er essensielt for fleksibiliteten i bæresystem av søyler. Data fra en slik undersøkelse vil også kunne gi grunnlag for å se sammenhenger på bærende innervegger, og utvikle en karakterskala for å skille ulike løsninger av design.

Logistikk og teknisk anlegg er også ansett som viktige parametere for fleksibiliteten til skolebygg i denne oppgaven. Det kan være interessant å undersøke hva som påvirker fleksibiliteten til disse parametere i flere løsningsforslag gitt i anskaffelsesprosedyrer, og eventuelt utvikle en metode for å måle disse. Ved å inkludere disse parametere i en målemetode av fleksibilitet i skolebygg, vil det gi et mer fullstendig inntrykk på hvor godt et løsningsforslag besvarer temaet fleksibilitet.

Avhengigheten mellom ulike bygningslag knyttet opp mot sentrale parametere beskrevet i denne oppgaven, kan gi en bredere forståelse for fleksibiliteten til et bygg. Dette vil være et interessant aspekt for videre arbeid.

8. REFERANSER

- Anskaffelser.no. (2022a). *Konkurranse med forhandlinger*. DFØ. <https://anskaffelser.no/avtaler-og-regelverk/anskaffelsesprosedyrer/konkurranse-med-forhandlinger>
- Anskaffelser.no. (2022b). *Plan- og designkonkurranser*. DFØ. Retrieved 09.05.2023 from <https://anskaffelser.no/avtaler-og-regelverk/anskaffelsesprosedyrer/plan-og-designkonkurranse>
- Arbeidstilsynet. § 2-8 *Romhøyde*. Arbeidsplassforskriften. Retrieved 09.05.2023 from <https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/arbeidsplassforskriften/2/2-8/>
- Arbeidstilsynet. § 2-10. *Dagslys og utsyn*. Retrieved 09.05.2023 from <https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/arbeidsplassforskriften/2/2-10/>
- Architects, T. A. I. o. (2015). *Buildings that last: Design for adaptability, deconstruction, and reuse*. The American Institute of Architects. Retrieved 09.05.2023 from https://content.aia.org/sites/default/files/2020-03/ADR-Guide-final_0.pdf
- Arge, K. (2003). *Generalitet, fleksibilitet og elastisitet i kontorbygninger*. Byggforsk.
- Arge, K., & Landstad, K. (2002). *Generalitet, fleksibilitet og elastisitet i bygninger*. Byggforsk.
- Askar, R., Braganca, L., & Gervásio, H. (2021). Adaptability of Buildings: A Critical Review on the Concept Evolution. *Applied sciences*.
- Barrett, P., Zhang, Y., Davies, F., & Barrett, L. (2015). *Clever classrooms - Summary report of the HEAD project*. University of Salford Manchester. Retrieved 09.05.2023 from <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/35221/>
- Bjørberg, S., Larsen, A., & Øiseth, H. (2007). *Livssykluskostnader for bygninger*. NBEF, RIF og Multiconsult. Retrieved 09.05.2023 from <https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/livssykluskostnader-for-bygninger.pdf>
- Borgström, E., & Fröbel, J. (2019). *The CLT Handbook - CLT structures - facts and planning*. Swedish wood. Retrieved 09.05.2023 from <https://www.swedishwood.com/siteassets/5-publikationer/pdfer/clt-handbook-2019-eng-m-svensk-standard-2019-2022.pdf>
- Brand, S. (1994). *How Buildings Learn*. Viking Press.
- Buvik, K. (2005). *Trender innenfor fysisk utforming av grunnskoler*. SINTEF avd.Arkitektur og byggteknikk. Retrieved 09.05.23 from https://www.sintef.no/globalassets/upload/artikkel_trender-i-skolen_kb.pdf
- Byggforsk, S. (1996). 522.881 *Dekker av betong- og lettbetongelementer*. Retrieved 09.05.2023 from https://www.byggforsk.no/dokument/346/522881_dekker_av_betong_og_lettbetongelementer
- Byggforsk, S. (2001). 421.621 *Metoder for distribusjon av dagslys i bygninger*. Retrieved 09.05.2023 from https://www.byggforsk.no/dokument/3004/metoder_for_distribusjon_av_dagslys_i_bygninger
- Byggforsk, S. (2002). 379.320 *Plassbehov for føringsveier til tekniske installasjoner*. Retrieved 09.05.2023 from https://www.byggforsk.no/dokument/3070/plassbehov_for_foeringsveier_til_tekniske_installasjoner
- Byggforsk, S. (2004a). 344.110 *Tilpasningsdyktige kontorbygg*. Retrieved 09.05.2023 from https://www.byggforsk.no/dokument/3223/tilpasningsdyktige_kontorbygninger
- Byggforsk, S. (2004b). 421.626 *Beregning av gjennomsnittlig dagslysfaktor og glassareal*. Retrieved 09.05.2023 from https://www.byggforsk.no/dokument/3055/beregning_av_gjennomsnittlig_dagslysfaktor_og_glassareal
- Byggforsk, S. (2009). 342.205 *Grunnskolebygg. Funksjoner og arealer*. Retrieved 09.05.2023 from https://www.byggforsk.no/dokument/131/grunnskolebygg_funksjoner_og_arealer

- Chopard, K., & Przybylski, R. (2021). *Methods Brief: Case Studies*. Justice Research and Statistics Association. Retrieved 09.05.2023 from <https://www.jrsa.org/pubs/factsheets/jrsa-research-methods-brief-case-studies.pdf>
- Cold, B. (2003). *Skoleanlegget som lesebok - en studie av skoleanlegget som estetisk ramme for læring og velvære*.
- Dalland, O. (2021). *Metode og oppgaveskriving*. Gyldendal.
- Houck, L. D. (2012). *Dagslysets kår blant vinner- og taperprosjekter i arkitektkonkurranser om nye skoler*.
- Huang, P., & Meng, Y. (2023). *Multi-criteria assesment for flexibility in modular timber project based on AHP-topsis* World Conference on Timber Engineering 2023, Oslo.
- Jacobsen, D. I. (2022). *Hvordan gjennomføre undersøkelsen?: innføring i sammfunnsvitenskapelig metode*. Cappelen Damm.
- Mirpadyab, S. K., Kanani, S., Rezaeinezhad, S., & Khalili, A. (2020). The Study of the Characteristics of Flexibility in the Design of Educational Spaces. *American Journal of Art and Design*.
- MultiMap. *Opplæring i modul: Tilpasningsdyktighet - strukturelle egenskaper*. Multiconsult.
- NAL, & AiN. (2018). *Arkitektkonkurranser - hva, hvorfor, hvordan?* NAL, AiN. Retrieved 09.05.2023 from <https://arkitektforbundet.no/media/ywtjfeon/konkurranseveileder-06-09-18.pdf>
- Neufert, E., & Neufert, P. (2012). *Architects' Data*. Wiley-Blackwell.
- Nitter, K. (2020). *De mest bærekraftige byggene finnes allerede*. SINTEF. Retrieved 09.05.2023 from <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/de-mest-barekraftige-byggene-finnes-allerede/>
- NOR, B. (2012). *Nye tiltak*. BREEAM NOR. Retrieved 09.05.2023 from https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/BREEAM-NOR_Norw-ver_1-1_0.pdf
- Norge, S. (2012). NS 3424:2012 Tilstandsanalyse av byggverk - Innhold og gjennomføring. In.
- Pinder, J., Schmidt III, R., Austin, S., Gibb, A., & Saker, J. (2017). *What is meant by adaptability in buildings?* Loughborough University. Retrieved 09.05.2023 from <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/F-07-2015-0053/full/html>
- Programme, U. N. E. (2022). *2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*.
- Rönn, M. (2009). Judgment in the Architectural Competition - rules, policies and dilemmas. *Nordisk arkitekturforskning*.
- Schmidt III, R., & Austin, S. (2016). *Adaptable Architecture - Theory and practice*. Routledge.
- Schmidt III, R., Deamer, J., & Austin, S. (2011). *Understanding adaptability through layer dependencies* International Conference on Engineering Design 2011, København.
- TEK17. (2017a). *Teknisk forskrift - § 13-7. Lys*. Retrieved 09.05.2023 from <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/v/13-7>
- TEK17. (2017b). *Teknisk forskrift - § 13-8. Utsyn*. Retrieved 09.05.2023 from <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/v/13-8>
- TEK17. (2020). *Teknisk forskrift - § 1-3. Definisjoner*. Retrieved 09.05.2023 from <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/1/1-3>
- Utdanningsetaten. (2010). *Standardprogram for nye grunnskoler - bygg for læring*. Utdanningsetaten. Retrieved 09.05.2023 from <https://anskaffelser.no/sites/default/files/standard-skoleanlegg-fjerdningby-bvp.pdf>
- Yin, R. K. (2012). *Application of Case Study Research*. SAGE.

9. VEDLEGG

9.1 Vedlegg A. Sammenstilling av beskrivelser tilknyttet fleksibilitet i konkurranseregler, rom- og funksjonsprogram og juryrapporter

Vedlegg A er en sammenstilling av beskrivelser tilknyttet fleksibilitet i konkurransereglene, rom- og funksjonsprogrammene og juryrapportene i skoleprosjektene undersøkt i casestudie. For konkurranseregler og rom- og funksjonsprogram er beskrivelser fordelt på de fire ulike skoleprosjektene. For juryrapportene er vurderinger av fleksibilitet fordelt på alle 19 løsningsforslag, det er også inkludert utklipp av endelig vektlegging.

Konkurranseregler

Glommasvingen skole

Formålet med prosjektet er å utvikle en skole som skal sikre gode opplæringsvilkår for barna i Sør-Odal kommune. Skolen skal være framtidsrettet både når det gjelder utforming av bygg og når det gjelder tjenesteutvikling. Det skal tilstrebes løsninger som sikrer fleksibilitet, effektivitet og kvalitet.

Frakkagjerd

Ingenting beskrevet

Hokksund

3. Flexibilitet herunder:

- Funksjonell og fleksibel sonedeling
- Hensiktsmessig plassering av varmesentral, ventilasjonsrom og andre tekniske rom som vanskelig kan flyttes

Huseby

Ingenting beskrevet

Rom- og funksjonsprogram

Glommasvingen skole

Skolebygget skal planlegges for fremtiden. Ny teknologi, nye krav og forventninger til skolen gjør at bygget må utvikles slik at det lett kan tilpasses endringer og nye situasjoner uten omfattende bygningsmessige grep. Interne lettvegger skal kunne fjernes eller endres, og dette tilsier at ventilasjon og andre tekniske installasjoner ikke bør være til hinder for det. Samtidig skal dagslys, utsyn og logistikk ivaretas på en god måte ved ulik rominndeling

Frakkagjerd

Bygningsmassens muligheter for å kunne møte endrede behov, betegnes som funksjonell

fleksibilitet. Planløsningsprinsipper er viktige parametere for å vurdere dette, men også prinsipp for utforming av tekniske anlegg vil være viktig. Tilpasninger må kunne gjøres uten store tekniske eller økonomiske konsekvenser.

- I anleggets levetid må det regnes med nye undervisnings- og arbeidsformer, noe som stiller store krav til fleksibiliteten i bygget og evne til å forandre byggets egenskaper.
- Anlegget må over tid kunne tilpasses nye krav og nye brukere. Om elevtallet i framtiden vil endre seg, må det være tilrettelagt for å trekke fra areal, utvide anlegget eller endre inndelingen (elastisitet).
- Dersom elevtallet skulle gå vesentlig tilbake, må en kunne ta deler av anlegget i bruk til andre formål uten å forandre byggets egenskaper (generalitet)

Hokksund

Det er ønsket ny barneskole lokalisert ved idrettsanleggene på som fleksibel 4 parallell skole for 700 elever (det er forutsatt fleksibilitet med mulighet for inntil 30 elever pr. klasse, som samlet sett gir et teoretisk potensial for inntil 840 elever ved skolen)

-Et skolebygg som forventes å leve mye lenger enn dagens pedagogiske og teknologiske løsninger må være så fleksibelt at det kan tilpasses eller anvendes på mange måter.

-Skoleanlegget skal bygges med stor grad av fleksibilitet

-Skoleanleggets levetid er betydelig lengre enn læreplanens. Bygningsmessig må det derfor legges til rette for en fleksibilitet som gjør det mulig å tilpasse seg endret organisering og pedagogikk. De ytre rammene må være slik at dagslys, utsyn og logistikk kan ivaretas på en god måte ved ulik rominndeling

-Skolen skal organiseres med 7 trinnområder og 100 elever på hvert trinn (fleksibilitet for inntil 120 elever ved behov som dimensjoneringstall)

Huseby

I sak 192/13 Trondheim kommunes budsjett for 2014 og økonomiplan for 2014-2017 vedtok bystyret følgende når det gjelder størrelser på basearealene i de generelle læringsarealene: «Skolene i Trondheim er bygget med en arealnorm på 2,5 m pr elev, mens den nasjonale normen er på 2 m. Denne fleksibiliteten har vi god nytte av når det kommer store elevkull, og vi poengterer at denne fleksibiliteten skal utnyttes. Ved planlegging av nye skoler ønsker vi ikke å gå utover nasjonal norm som utgangspunkt, men ber rådmann vurdere om det er behov for dette fra sak til sak, for å bevare fleksibiliteten i de bydelene der hvor det er behov. Skolene må bygges med en fleksibilitet som gjør det mulig å håndtere store enkeltkull på en god måte.»

Tilpasningsdyktige bygg kan tilpasses kravene i nye læreplaner, og er dermed en god langsiktig investering for kommunen. Skolebyggene skal enkelt kunne tilpasses ved behov for å dekke endring i funksjoner. Det betyr at de må ha fleksibilitet, elastisitet og generalitet.

Fleksibilitet: Rommene skal kunne ha ulike funksjoner.

Elastisitet: Skolebygget skal kunne håndtere elevgrupper av ulik størrelse.

Generalitet: Arealene i bygget må kunne omdisponeres/endres til nye funksjoner ved behov.

Fleksible skolebygg imøtekommer behovet for dagens og fremtidens varierte undervisningsmetoder og arbeidsformer, samt kombinasjonen av teoretiske og praktiske aktiviteter som er relevante for elevenes alderstrinn. Kravet til fleksibilitet har konsekvenser både for størrelsen og utformingen på rommene, og rommenes mulighet til å kunne deles eller økes etter de gjeldende behov. I tillegg til at fleksible løsninger imøtekommer pedagogiske føringer, vil fleksibilitet også gi bedre arealeffektivitet innenfor en felles ytre arealramme for alle skoler. Rommene i bygget skal i så stor grad som mulig brukes til ulike formål og funksjoner, slik at både skolens læringsarealer og lærerressurser utnyttes på best mulig vis til enhver tid.

Elastisiteten er viktig for at læreren skal kunne variere gruppestørrelsen i samsvar med læringsmålene for økta og i forhold til å løse kravene om tilpasset opplæring for den enkelte elev, samt at skolen skal kunne brukes av et varierende antall elever fra år til år. Det er samtidig viktig at det er avsatt nok areal til spesialrom slik at tilgangen til slike rom ikke blir en begrensende faktor for organisering av undervisningen.

Over tid vil det skje endringer i samfunnet, blant annet kan det skje endringer i aldersfordelingen i befolkningen. I perioder tidligere har det vært en markert elevtallsnedgang, og det kan skje også i fremtida. Da kan det være aktuelt at skoleanlegg kan tas i bruk til andre offentlige eller private formål. Skolebyggene bør ha en generalitet i hovedstruktur som gjør at dette kan skje uten store og kostbare ombygginger

Juryevaluering

Glommasvingen

Tildelingskriterier	Vekting
Kvalitet	
Arkitektonisk helhet og konseptløsning	35 %
Oppdragsforståelse	10 %
Kompetanse, erfaring og referanser	5 %
Sum vekting kvalitet	50 %
Kostnad	
Tilbudt pris	45 %
LCC – kostand	5 %
Sum vekting kostnad	50 %

- | | |
|-----------------------|----------|
| 1. Tre x 3 | 10 poeng |
| 2. Alle gode ting = 3 | 6 poeng |
| 3. Hel ved | 5 poeng |
| 4. Firkløver | 3 poeng |

Firkløver

Planløsning:

- Med desentraliserte elevinnganger og bare én sentralt plassert heis vil ikke de som har behov for heis ha likestilt tilgang til bygget og uteområdene
- Biblioteket er sentralt plassert i 2. etasje men rommet har for lite direkte dagslys
- Bare halve personalarealet har dagslys

Konklusjon:

- Hovedgrepet resulterer i ett større uteareal og bare trange og lite brukbare restarealer ved to av tre trinninnganger

Hel ved

Planløsning:

- Enkelte grupperom får dagslys

Konklusjon:

- Bygningskroppen lar seg ikke bearbeide i tråd med kommentarene til viste planløsninger. Kvalitetene i utomhusanlegget kan derfor ikke kompensere for mangler i planløsning

Tre x3

Planløsning:

- En heis i hver fløy rett ved utvendig trapp til 2.etasjer sikrer likeverdige adkomst for alle brukere
- Ingen grupperom er plassert mot yttervegg. Tilstrekkelig dagslys er likevel sikret gjennom en bevisst bruk av innvendig glass.

Alle gode ting =3

Planløsning:

- De fleste grupperommene har heller ikke i dette utkastet direkte dagslys, men det er kompensert med bruk av innvendig glass ut mot både korridor og felles trinnareal.

Frakkagjerd

Kvalitet

Vekting og poeng skala 1-100		
	Karakter	Vekt
Arkitektonisk helhet og konseptløsning	1 til 100	25 %
Areal og funksjonsprogram	1 til 100	30 %
Miljø, energi og bygningskonsept	1 til 100	25 %

Kostnader

Pris	1 til 100	20 %
------	-----------	------

KARAKTER- OG POENGOVERSIKT

18.11.2022

Frakkagjerd ungdomsskole

	Karakter maksimalt 100 pr tildelingskriterium				Vekt	Total poengsum			
	1 IRIS	2 Lysning	3 Med hjarta på rette staden	4 Ungdomsskogen		1 IRIS	2 Lysning	3 Med hjarta på rette staden	4 Ungdomsskogen
Arkitektonisk helhet og konsept	100	88	70	81	25 %	25,0	21,9	17,5	20,1
Areal- og funksjonsbeskrivelse	100	83	73	75	30 %	30,0	24,8	22,0	22,5
Miljø-, energi- og bygningskonsept	100	96	97	97	25 %	25,0	24,1	24,1	24,2
Pris	100	81	86	31	20 %	20,0	16,1	17,1	6,1
SUM						100,0	86,9	80,7	73,0

Tabell - sammenstilling

Iris

- Konstruksjonen underbygger det arkitektoniske grepet, særlig etter bearbeidelsen hvor man har fått ryddet opp i konstruksjonen, søyleplasseringene og redusert antallet
- Den sirkulære formen gir svært gode dagslysforhold og utsyn for basisrommene, kontor, spesialrom etc som vender utover mot landskapet. En del fellesareal og sekundære rom får dagslys gjennom midtrommets store overlysflate. Dagslysberegninger fra tilbyder viser at dette gir tilfredsstillende dagslys iht kravene som er stilt. Dette må følges opp nøye i en eventuell gjennomføring av prosjektet.
- Hjerterommet ligger midt inne i bygget, dette gjør at det er begrenset med direkte utsyn. Imidlertid har rommet en høy kvalitet for øvrig, utsyn gjennom hovedinngangen og

biblioteket, samt at det er sjenerøst og åpner seg opp gjennom alle etasjen, slik at man mener at dette ikke vil oppleves som et introvert rom

- Dagslys er en utfordring for konseptet, men har blitt betraktelig forbedret etter bearbeiding av første innleverte forslag. Med dagens planløsning vil større vanlige undervisningsrom ut mot yttervegg i plan 2 og 3 tilfredsstillende kravene som er stilt. Videre vil halvparten av grupperommene og mindre undervisningsarealer ha tilfredsstillende dagslysforhold, noe som også samsvarer med kravene. For plan 1 er det derimot mer krevende å komme i mål med tilfredsstillende dagslysforhold. Den refererte standarden NS EN 17037 angir at det skal benyttes standard refleksjonsfaktorer (gulv: 0,2 – innervegg: 0,5 – himling: 0,7) ved verifikasjon mot krav. For de oversendte beregningene til konseptet er det ikke vist at plan 1 får tilfredsstillende dagslysforhold med disse faktorene, kun med faktorer med høyere refleksjon. Det betyr at man reduserer fremtidig fleksibilitet mht. farge- og materialvalg for innerflatene. Dagslys har vært høyt oppe på dagsorden for det nye skolebygget, slik at det er forventet at dette temaet er høyt oppe på prioriteringslisten for en evt. videre bearbeiding og samspillsfase. I en videre bearbeiding må det også sikres at overlysene i plan 2 og 3 gir tilstrekkelig dagslys inn i alle hjemmeområdene og andre kjernearealer (inkludert evt. skjerming fra bærekonstruksjon til glasstaket og lignende).
- Det er avsatt og inntegnet areal til vertikale sjakter.

Lysning

- Bredden på de to hovedvolumene gir potensielt noen dagslysutfordringer spesielt i undervisningsarealene, men dette er delvis løst i bearbeidelsen av prosjektet. Bredden medfører også flere steder med parallelle korridorer, noe som skaper noen mørke soner inne i bygget. Dette er ikke kritisk, siden det er areal uten dagslyskrav, men heller ikke optimale løsninger
- Tilbudt løsning for ventilasjon, oppvarming og føringsveier bidrar til godt til å oppnå godt inn klima, oppvarming og regulering av luftmengder, samt er modulbasert og fleksibel ved senere utvikling og ombygging
- Det er avsatt og inntegnet areal til vertikale sjakter.
- Planløsning og fasader ser ut til å være tilrettelagt for gode dagslysforhold.

Med hjarta på rette stad

- Hjertet er plassert midt i bygget med aktivitetsrommet etc. som et eget volum i midten av hjertet. Dette skaper en splitting av hjertet som kan være positivt i forhold til fleksibilitet i bruk, men som også kan være noe negativt med tanke på å underbygge fellesskapet og den sentrale møteplassen for alle som hjertet skal være
- Det er ikke avsatt og inntegnet areal til vertikale sjakter.
- Planløsning og fasader ser ut til å være tilrettelagt for gode dagslysforhold med unntak av noen klasserom som er relativt dype

Ungdomsskogen

- De relativt smale bygningskroppene gir god tilgang på dagslys
- De smale bygningskroppene gir godt og direkte dagslys i de aller fleste rommene inkludert fellesarealene, noe som er svært positivt
- Det er avsatt og inntegnet areal til vertikale sjakter.

Hokksund

Følgende prinsipp for score er lagt til grunn:

- 9-10 Svært godt løst
- 7-8 Godt løst
- 5-6 Tilfredsstillende løst
- 3-4 Mindre godt løst
- 1-2 Avvik under forventet

Evalueringsgruppen for evaluering av løsningsforslagenes kvalitet, som utgjør 40% av samlet evalueringskriterier har enstemmig konkludert med rangering av løsningsforslagene med score konkluder 29.11.22:

1. NCC	10
2. Skanska	9,8
3. Veidekke	9,4
4. Hent	8,3
5. Strøm Gundersen	8,1
6. Backe Stor Oslo	7,4

Backe

- Løsningsforslaget fra Backe er basert på en optimalisert trekonstruksjon bestående av søyler og dragere i limtre og dekker av massivtre. Bygningskroppene er basert på akseavstander og bredder som er vurdert at kan gi god materialeeffektivitet. Frihet til å endre romløsninger over tid, uten å endre bæresystemet innehar prosjektet som potensial. Prosjektet legger opp til desentraliserte ventilasjonsanlegg, som er plassert i nærhet av den sonen de skal betjene på egnet måte.
- Klasserom er fint plassert, rygg mot rygg og med dagslys i lengderetningen samt noen også med dagslys fra to retninger, på egnet måte. Samlingsareal ligger sentralt med dagslys
- Utstrakte fellesareal/vinger med noe avstand mellom funksjonene i løsningsforslag fra Backe, er vurdert at gir mindre fleksibilitet enn for tilsvarende mer kompakt anlegg. Byggets hjerte med samlingsareal/kunnskapstrapp er organisert som åpent fellesareal, vurdert med mindre fleksibilitet i samtidig bruk og for endring over tid. Vingene er vurdert med potensial for reorganisering over tid fleksibelt
- Trekonstruksjon bestående av søyler og dragere i limtre og dekker av massivtre er vurdert som fleksible konstruksjoner. Frihet til å endre romløsninger over tid, uten å endre bæresystemet er vurdert som potensial
- Ventilasjonsanlegg er oppdelt og sentralt plassert over flere etasjer, i nærheten av de sonen de skal betjene, men ikke fleksibelt desentralisert ut i vingene.

Hent

- Et bæresystem med prefabrikkerte dekker som bæres av bjelker og søyler, gir stor fleksibilitet og mulighet for store åpne areal i hjerterommet.
- Klasserom er fint plassert rygg mot rygg, men med dagslys primært i dybderetningen som noe begrensende. Noen klasserom har imidlertid dagslys i to retninger på egnet måte
- Løsningsforslaget fra Hent er ønsket fleksibelt i valg av bæresystem for videre utvikling i samspill med byggherren, som i noe mindre grad konkretiserer anbefalt fleksibilitet.

- Ventilasjonsanlegg er sentralisert i nærheten av de sonen de skal betjene, men ikke fleksibelt desentralisert ut i elevfløyene.

NCC

- Forslagets skoledel består av rasjonelle volumer med enkle søyle-/drager konstruksjoner, som gjør det mulig å kunne flytte vegger over tid.
- Med separate tekniske rom til de tre fløyene i trinnarealene, er det også enkelt å tilpasse tekniske føringsveier til en slik bebyggelse.
- Klasserom er fint plassert med dagslys i lengderetningen, men også noen med dagslys fra to retninger
- Samlingsareal ligger sentralt med dagslys
- Flere grupperom er gitt dagslys, vurdert som et positivt grep
- Kompakt skoleprosjekt med korte avstander mellom funksjonene og sentralt plasserte fellesfunksjoner gir et godt utgangspunkt for god arealfleksibilitet i løsningsforslag fra NCC.
- Fra sentrale fellesareal som navet i bygget kobles øvrige generelle elevareal og idrettsfunksjoner fleksibel til hjertet i bygget.
- I hvilken grad man vil benytte en mindre del av hjertet eller om man vil åpne opp mer, er beskrevet som potensial. Mange spesialrom som Kunst og Håndverk, Mat og Helse, og Naturfag, kan benyttes fleksibel på kveldstid, vurdert som en kvalitet for dette prosjektet. Disse arealene er på egnet måte plassert på bakkeplan for også fleksibel bruk av utvendige areal.
- Både flerbrukshall og svømmehall er koblet direkte mot sentrale fellesareal. Dette er vurderte at reduserer muligheten for fleksibel separat bruk av disse arealene.
- Rasjonelle volumer med enkle søyle-/drager konstruksjoner kan fleksibelt endres over tid.
- Separate tekniske rom til de tre fløyene i trinnarealene, kan tilpasses tekniske føringsveier ved endring over tid.

Skanska

- Forslagets skoledel består av rasjonelle volumer, som gjør det mulig å kunne flytte veggrover tid. Bæresystemet er i hovedsak bestående av massivtre og limtre med innslag av stål og betong på egnet måte. Av hensyn til indirekte klimagassutslipp legger forslaget opp til mest mulig bruk av lokalt hugget tømmer.
- Det er tilrettelagt for tekniske rom i hver fløy, noe som gir korte føringsveier for tekniske installasjoner.
- Klasserom er fint plassert rygg mot rygg, med dagslys fra en side (langsiden) men også flere fra to retninger. Samlingsareal ligger sentralt med dagslys, svært godt løst for adskilt undervisning og variert møblering. Ca. halvparten av grupperom er gitt dagslys, vurdert som et positivt grep
- Løsningsforslag fra Skanska viser et kompakt bygg, med korte avstander mellom funksjonene og sentralt plasserte fellesfunksjoner som gir et godt utgangspunkt for god arealfleksibilitet. Fra fellesareal sentralt i bygget kobles øvrige generelle elevareal og idrettsfunksjoner fleksibel til hjertet i bygget.
- Fellesarealene kan benyttes i større eller mindre omfang på egnet måte. Særlig spesialrom som Kunst og Håndverk samt Mat og Helse kan benyttes fleksibel på kveldstid vurdert som

en kvalitet for dette prosjektet. Disse arealene er på egnet måte plassert på bakkeplan med også fleksibel bruk av utvendige areal.

- Flerbrukshall er koblet direkte mot sentrale fellesareal. Dette er vurdert at reduserer muligheten for fleksibel separat bruk noe. Svømmehall kan nyttes separat, men er ikke fleksibelt koblet til vestibyle for flerbrukshall og skole for sambruk.
- Rasjonelle volumer i massivtre og limtre med innslag av stål og betong gjør det mulig å kunne flytte vegger over tid.
- Separate tekniske rom i fløyene, kan enkelt tilpasses tekniske føringsveier ved endring over tid. Tilstrekkelig tilkomst med egen trapp til ventilasjonsrom er vist, men heis mangler for effektiv og fleksibel tilkomst for drift.

Gundersen

- Strøm Gundersen har valgt søyle, dekker og dragersystem av massivlimtre-konstruksjoner som gir stor frihet til å endre romløsninger over tid, uten å endre bæresystemet på en god måte. Massivtre benyttes i stabiliserende vegger for å overføre horisontallaster.
- Med oppdelte separate tekniske rom, er det også enkelt å tilpasse tekniske føringsveier i løsningsforslaget fra Strøm Gundersen.
- Klasserom er fint plassert rygg mot rygg og med dagslys i lengderetningen. Samlingsareal ligger sentralt med dagslys, løst med mulighet for variert møblering, men dør fra et grupperom reduserer fleksibel bruk noe. Alle grupperom er gitt dagslys, vurdert som en svært god kvalitet for disse arealene
- Utstrakte fløyer med noe avstand mellom funksjonene er vist i løsningsforslag fra Strøm Gundersen. Fellesfunksjoner er lokalisert ut i vingene, som kan benyttes fleksibelt enkeltvis og endre bruk over tid fleksibelt. Byggets hjerte med samlingsareal/kunnskapstrapp er organisert som åpent fellesareal, vurdert med mindre fleksibilitet i bruk og for endring over tid.
- Spesialrom som Kunst og Håndverk, Mat og Helse samt Naturfag og Musikk innehar fleksibilitet for bruk på kveldstid i fløyene. Arealene er på egnet måte plassert på bakkeplan, også med fleksibel bruk av utvendige areal for disse funksjonene.
- Flerbrukshall og svømmehall er gitt egen inngang tett koblet mot øvrige fellesareal. Dette er vurdert at gir fleksibel separat bruk for disse arealene på kveldstid på en god måte.
- Det er videre lagt vekt på enkle, rektangulære og arealeffektive bygningsformer med enkle trekonstruksjoner og samlede plasseringer av faste kjerner for å oppnå høy grad av fleksibilitet både i forhold til mulige ombygginger av skolen, men også endring til andre funksjoner over tid.
- Separate tekniske rom i fløyene, kan tilpasses tekniske føringsveier ved endring over tid

Veidekke

- Bygget er forutsatt oppført i massivtre. Bæresystem og rominndeling er utformet med mulighet for endring over tid. Der det av brann- og lydmessige årsaker ikke kan være synlig massivtrevegger, er coverboards med lignende overflate som massivtre benyttet. Hovedkonstruksjoner og utbyggingsprinsipp er vurdert som egnet løst i forslag fra Veidekke.
- Oppdelte tekniske rom er løst for endring over tid på egnet måte
- Klasserom er fint plassert rygg mot rygg og med dagslys i lengderetningen på egnet måte.
- Tilkomst til klasserom fra sentrale fellesareal er svært godt løst. Samlingsareal ligger sentralt med dagslys
- Fløyer ut i landskapet gir noe avstand mellom funksjonene i løsningsforslag fra Veidekke

- Sentralt plasserte fellesfunksjoner er vurdert at gir et godt utgangspunkt for god arealfleksibilitet. Fra fellesareal sentralt i bygget, kobles øvrige generelle elevareal og idrettsfunksjoner fleksibelt til hjertet i bygget. Fellesarealene kan benyttes i større eller mindre omfang på egnet måte. Særlig spesialrom som Kunst og Håndverk samt Mat og Helse kan benyttes fleksibel på kveldstid vurdert som en kvalitet for dette prosjektet. Disse arealene er på egnet måte plassert på bakkeplan med også fleksibel bruk av utvendige areal.
- Flerbrukshall og svømmehall kan benyttes separat, men er også fleksibelt koblet til vestibyle for skolen
- Bæresystem og rominndeling er utformet med mulighet for endring over tid i massivtre.
- Ventilasjonsanlegg er oppdelt og sentralisert i nærheten av de sonene de skal betjene, men ikke fleksibelt desentralisert ut i elevfløyene.

Huseby

Juryen har evaluert prosjektene ut fra følgende forhold, som angitt i konkurransegrunnlagets punkt 4.2:

- Hovedgrep, arkitektonisk kvalitet, landskapsarkitektur, inkludert forholdet til omgivelsene. Oppfyllelse av krav og intensjoner gitt av overordnet beskrivelse og funksjonsprogram, til organisering og funksjonalitet, samt universell utforming. Flexibilitet og robusthet for framtidige endringer.
- Prosjektets gjennomførbarhet, herunder den totale prosjektkostnaden.
- Miljø og energi over byggets levetid.

Juryen har enstemmig kåret Synergia som suveren vinner av konkurransen, og anbefaler at Trondheim kommune innleder forhandlinger med deltakerne bak vinnerforslaget. Forslaget Synergia har et robust og godt overordnet grep for to skoler på ei tomt, med et stort potensiale for videre utvikling.

Synergia

Ikke beskrevet, men dagslys er beskrevet her:

Aulaen er lagt til nordvestre hjørne med en innvendig høyde over tre til fire fulle etasjer. Aulaen tar opp høydeforskjellen i dette hjørne med et galleri og en stor glassfasade mot nord som gir godt dagslys og innsyn

Lukking av aula, gymsal og blackboks er mulig uten at dette endrer de øvrige funksjonenes karakter og lysinnslipp. Musikk- og øvingsrom har kun indirekte dagslys, men samtidig vil ikke lysinnslippet her endres selv om aula og blackboks er lukket.

Løft

Ikke beskrevet, men dagslys er beskrevet her:

Undervisningsarealene for barneskolen er utformet noe skjematisk med basearealer langs fasaden, og et fellesareal uten dagslys. Fellesareal og korridorer er benyttet til fangarderober. Løsningen reduserer kommunikasjonsareal, men arealet blir for kompakt og er det for lite plass til undervisningsformål. Adkomst for 3.-4. og 6.-7. trinn mangler heis og er dermed ikke universelt utformet. Trinnområdene oppleves som lukket uten god tilknytning til de store fellesarealene i midtfløyen. En slik organisering krever mer transparens mellomundervisningsareal og fellesareal enn det som vises i løsningsforslaget for å kunne gi noe indirekte dagslys i midtsonen. Det er positivt at

grupperommene har dagslys, men bare ettgrupperom per trinn på barneskolen er i minste laget. Løsningen oppfattes som noe teoretisk og krever stor grad av videreutvikling for å ivareta undervisningens areal- og dagslysbehov

Ars longa vita

Ikke beskrevet, men dagslys er beskrevet her:

Det lave volumet oppfattes som for kompakt, noe som viser seg blant annet i arealene til femte trinn som ligger i en mørk korridor som ender blindt. Kompaktheten skaper også utfordringer for dagslysforholdene i flere av skolens spesialrom. Overlysene gir kun en begrenset mengde dagslys i de store fellesarealene. Kunst- og håndverksavdelingen på barneskolen og mat- og helseavdelingen på første plan vil ha behov for mere direkte dagslys enn hva et overlys kan gi. Dessuten forutsetter det indirekte dagslysinnsippet at de store fellesrommene (aula og blackbox) ikke skal mørklegges i forbindelse med arrangement som bør kunne foregå samtidig som det er skoleaktivitet i spesialrommene

Kollektiv

Ikke beskrevet, men dagslys er beskrevet her:

De store fellesrommene aula, blackbox og gymsal er omkranset av skolens funksjonsarealer. Denne organiseringen skaper lange ensidige korridorer som vil bli mørklagt med lukkede foldevegger når fellesarealene er i bruk. Spesielt blackboxen og gymsalen må påregnes lukket i store deler av skoledagen. Undervisningsarealene og lærerarbeidsplasser har ensidig belysning og gir begrenset indirekte lys gjennom utstrakt bruk av glass mellom baseareal og korridor

Byggets orientering og kompakthet gir mye klasserom mot sør som må solavskjermes store deler av skoledagen med den reduksjon av dagslys det gir

En internasjonal skole

Ikke beskrevet, men dagslys er beskrevet her:

Sløydrommet ligger innerst i sokkeletasjen uten tilgang til dagslys. Det samme gjelder personalrommet som har fått en lite attraktiv plassering i sokkeletasjen med kun et lite vindu mot nord

Skolens nærmiljøsoner i sokkeletasjen er utformet med stor innlevelse for opphold i rom og mellomrom. Her er det etablert et gulv med opphøyde utstillingstorg, mindre amfi og atrier som gir dagslys også helt innerst i sokkeletasjen

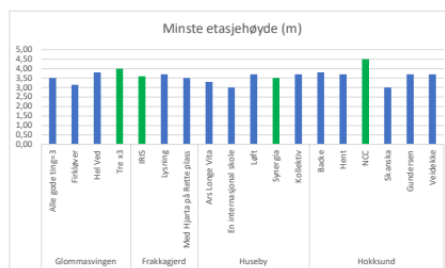
Undervisningsrommene er gunstig plassert med hensyn på dagslys, og det er noen klasserom mot sør. Innvendige hager i barneskolen gunstig med hensyn til dagslys. Det er planlagt en del vertikale spiler for solskjerming, noe som ikke er gunstig i forhold til dagslys, da dagslyset vil bli redusert også når det ikke er solavskjerming

9.3 Vedlegg C. Sammenstilling av etasjehøyder fra kalkyle

Skolenavn	Prosjektnavn	Plan	Etasjehøyde (m)
Glommasingen	Alle gode ting=3	1	3,8
		2	3,5
	Firkløver	1	3,145
		2	3,2
	Hel Ved	1	3,8
		1	3,8
		3	4
Tre x3	1	4	
	1	4	
Frakkagjerd skole	IRIS	2	3,6
		2	3,7
	Lysning	3	3,7
		3	3,7
	Med Hjartra på Rette plass	2	3,5
3		3,5	
Huseby skole	Ars Longe Vita	2	3,7
		2	3,3
		3	3,7
		4	4
	En internasjonal skole	2	4
		3	3
		4	3
		5	3
		5	3
	Løft	2	4,2
		3	3,7
		4	3,7
		4	3,7
Synergia	1	3,5	
	2	3,5	
	3	3,7	
	4	3,7	
Kollektiv	1	3,7	
	2	3,7	
	3	3,7	
	4	3,7	
Hokksund skole	Backe	1	3,8
		2	3,8
		3	3,8
	Hent	1	3,7
		2	3,7
		3	3,7
	NCC	1	4,5
		2	4,5
		3	4,5
	Skanska	1	3,7
		2	3,7
		3	3
Gundersen	1	3,7	
	2	3,7	
	3	3,7	
Veidekke	1	3,7	
	2	3,7	
	3	3,7	

Sammendrag av etasjehøyde:

Konkurranse	Løsningsforslag	Minste etasjehøyde (m)
Glommasingen	Alle gode ting=3	3,50
	Firkløver	3,15
	Hel Ved	3,80
	Tre x3	4,00
Frakkagjerd	IRIS	3,60
	Lysning	3,70
	Med Hjartra på Rette plass	3,50
Huseby	Ars Longe Vita	3,30
	En internasjonal skole	3,00
	Løft	3,70
	Synergia	3,50
	Kollektiv	3,70
Hokksund	Backe	3,80
	Hent	3,70
	NCC	4,50
	Skanska	3,00
	Gundersen	3,70
	Veidekke	3,70



Fargegradering	Verdi
3	3
3,75	3,75
4,5	4,5



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway