

Arealeffektivitet, i form av delt bruk, sin påvirkning på bærekraft, krav og sertifiseringer i undervisningsbygg

Christopher Lein Simonsen

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: Juni 2013

Hovedveileder: Rolf André Bohne, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport

Oppgavens tittel: Arealeffektivitet, i form av delt bruk, sin påvirkning på bærekraft, krav og sertifiseringer i undervisningsbygg	Dato: 03.06.2013		
	Antall sider (inkl. bilag): 126		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Christopher Lein Simonsen			
Faglærer/veileder: Rolf André Bohne			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: -			

<p>Ekstrakt:</p> <p>En bærekraftig utvikling er en av dagens største utfordringer. Å utforme krav og opprette sertifiseringsordninger for byggsektoren som gir incentiver for en bærekraftig næring er et viktig virkemiddel. At disse kravene og sertifiseringene fungerer etter hensikten er avgjørende for at vi skal se resultater.</p> <p>Problemstillingen denne oppgaven skal besvare er: «Hvordan virker arealeffektivitet, i form av delt bruk, inn på bærekraft, krav og sertifiseringer i undervisningsbygg?» Hensikten er å forstå hvordan delt bruk påvirker bærekraft og dermed kunne vurdere om krav og sertifiseringsordninger legger til rette for en bærekraftig utvikling.</p> <p>Det er gjennomført en litteraturstudie samt energiberegninger i programvaren SIMIEN for å forstå delt bruk sin påvirkning på bærekraft. Delt bruk er vurdert i forhold til krav i TEK 10 og passivhusstandard. I tillegg er det vurdert hvordan delt bruk påvirker poenggivning i BREEAM.</p> <p>NS 3031 som brukes i energiberegninger tar utgangspunkt i standardiserte verdier for blant annet driftstid og intern varmebelastning. Dette gjør at beregnet energibehov ikke blir større ved høyere arealeffektivitet. Det er positivt i forhold til å bestå krav og sertifiseringer. Derimot er det negativt i forhold å optimalisere energibruken til den reelle bruken. Delt bruk vil kunne øke både driftstid og intern varmebelastning.</p> <p>Det konkluderes med at delt bruk påvirker bærekraften på en positiv måte. Likevel påvirkes de krav og sertifiseringer det er sett på relativt nøytralt. Dette er et uheldig misforhold.</p>
--

Stikkord:

1. Delt bruk
2. Arealeffektivitet
3. Bærekraft
4. BREEAM

(sign.)

Forord

Jeg har i lengre tid vært fasinert av konseptet delt bruk. Når jeg oppdaget at delt bruk var et emne i BREEAM ble det naturlig at dette skulle bli temaet for denne masteroppgaven. Delt bruk påvirkes av det rammeverket som finnes for et hvert byggeprosjekt. Et viktig spørsmål i tillegg til om delt bruk har noe for seg er om dette rammeverket krediterer eller straffer delt bruk på en riktig måte.

Jeg ønsker å takke veilederen min for denne oppgaven Rolf André Bohne. Først og fremst for å ha tro på og engasjement for problemstillingen, men også for veiledningen underveis. Hans tro på oppgaven har vært avgjørende for at denne oppgaven er skrevet. En takk går også til Randi Lile i Trondheim kommune og Thor Endre Lexow i Standard Norge som villig svarte på spørsmål underveis.

Oppgaven er en masteroppgave i prosjektledelse ved Bygg- og miljøteknikk, NTNU. Oppgaven skal tilsvare 30 studiepoeng. Det er ikke skrevet en prosjektoppgave på samme tema i forkant, derfor er alt arbeid gjort i vårsemesteret 2013.

Trondheim, juni 2013

Christopher Lein Simonsen

Sammendrag

Problemstilling

Økt arealeffektivitet i form av delt bruk er foreslått som et tiltak for å sikre en bærekraftig utvikling. Problemstilling som oppgaven skal besvare er:

«Hvordan virker arealeffektivitet, i form av delt bruk, inn på bærekraft, krav og sertifiseringer i undervisningsbygg?»

Delt bruk er definert som «bruk av et område, bygning eller anlegg til samme eller ulik bruk enten samtidig eller til ulik tid.» I mangel av tidligere arbeider på delt bruk er det gjort en grundig litteraturstudie. I tillegg er det gjort enkelte analyser og undersøkelser.

Bærekraft

Bærekraft deles normalt inn i tre dimensjoner; sosial, økonomisk og miljømessig bærekraft. Å måle bærekraft er sett på som svært komplekst og det er i denne oppgaven valgt å gi et overblikk for deretter å fokusere på energiforbruk.

Skolebygg er blant bygningstypene som har lavest driftstid med omtrent 50 timer i uken. Universitet- og høyskolebygg har i snitt omtrent 70 ukentlige driftstimer, dette er heller ikke spesielt høyt. Mange av romtypene er i tillegg dårlig utnyttet innenfor denne driftstiden. Undervisningsarealer har derfor et stort potensiale for forbedring.

Bærekraft og delt bruk

I produktsammenheng kalles gjerne delt bruk for tilgangsbasert forbruk. Fordelene kan blant annet være kostnadsbesparelse, økt utnyttelse, lavere forbruk og økt fleksibilitet for brukere. Ulempene er i all hovedsak knyttet til psykologiske faktorer. Norge og andre vestlige land har ikke en kultur for å dele, spesielt ikke begrensede ressurser som for eksempel gode arealer. Det konkluderes med at delt bruk i all hovedsak er positivt for bærekraften.

BREEAM og delt bruk

BREEAM er et internasjonalt klassifiseringssystem som ble introdusert i 1990. I 2012 kom den norske utgaven og systemet har allerede fått et godt fotfeste i den norske byggebransjen. Håndboken er delt inn i områder og deretter i emner hvor det gis poeng etter gitte kriterier. Undersøkelsen har tatt for seg hvert av emnene og vurdert om delt bruk påvirker poenggivningen. Undersøkelsen har vært kvalitativ. Fem emner påvirkes positivt og tre negativt av delt bruk. I tillegg vil åtte emner være noe mer krevende å oppnå for en prosjektgruppe på grunn av at flere brukergrupper må inkluderes. Det er prosjektavhengig hvorvidt og eventuelt hvilke av emnene som påvirkes av delt bruk. Undersøkelsen er gjort på generell basis og kommentarene som er gitt kan sammen med håndboken i BREEAM avgjøre hvordan et aktuelt prosjekt påvirkes. Det konkluderes med at delt bruk påvirkes relativt nøytralt av poenggivningen i BREEAM.

Teknisk forskrift 2010 og delt bruk

Teknisk forskrift 2010 (TEK 10) er forskriften med størst fokus i byggsektoren. Påvirkningen på kravenes vanskelighetsgrad ved delt bruk er undersøkt. Hvert kapittel som en helhet er vurdert. Fem kapitler ser ut til å være vanskeligere å tilfredsstille, mens tre kapitler kan være enklere å tilfredsstille. Hovedsakelig er de førstnevnte knyttet til sikkerhet og komfort og det antas at dette uansett vil bli prioritert. Dermed er det ikke reelt vanskeligere å oppnå kravene i TEK 10. Kapitlene som kan være enklere å oppnå er begrunnet ut fra en enklere saksbehandling. Det vil trolig variere om det i det hele tatt vil være en forskjell. Konklusjonen er at delt bruk ikke påvirkes i nevneverdig grad av TEK 10.

Passivhusstandarden for yrkesbygninger (NS 3701) og delt bruk

Passivhusstandarden fra 2012 setter kriterier for hvilke bygg som kan kalles passivhus eller lavenergibyggninger. Standarden fokuserer på energiforbruk. Delt bruk øker bruken av en bygning og dermed energibehovet. Likevel baserer passivhusstandarden, i tillegg til egne standardiserte verdier, seg på standardiserte verdier for driftstider og belastninger fra NS 3031. BREEAM og TEK 10 baserer også sine energiberegninger på NS 3031. Reell bruk får ikke innvirkning på energiberegningene og dermed heller ikke passivhusstandarden. Sertifisering etter passivhusstandarden påvirkes derfor ikke av delt bruk eller annen arealeffektivisering.

Undersøkelser

Med utgangspunktet i en fil fra forprosjektet til Åsveien skole i Trondheim er det gjennomført simuleringer i programvaren SIMIEN av energibehovet i skolebygget ved endring av årlige driftstimer og intern belastning. U-verdier og lekkasjetall ble justert til TEK 87, TEK 10 og passivhusstandarden for å se hvordan dette påvirker energibehovet. Innvendige komfortkrav i form av lufttemperaturer og luftkvalitet ble forsøkt satt likt.

Interessante funn fra disse undersøkelsene er at nyere bygninger er mindre egnet for økte driftstimer og økt intern belastning, to faktorer som kjennetegner delt bruk. Som forventet går forbruket per driftstime og per persontime ned ved økt bruk.

NS 3031 - Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data

Med dagens energiberegninger etter NS 3031 optimaliseres bygg etter en standardisert bruk. Dette er ikke optimalt dersom man har en bedre arealutnyttelse og flere driftstimer enn dette. NS 3031 styrer energiberegningene som gjøres i et prosjekt og det er derfor viktig at denne har riktig fokus. Det anbefales at man vurderer endringer i denne standarden.

Konklusjon

Det konkluderes med at delt bruk er fordelaktig i forhold til bærekraft. Krav og sertifiseringer påvirkes tilsynelatende relativt nøytralt av delt bruk. Dette er et uheldig misforhold. Det er gjort flere anbefalinger for å redusere dette misforholdet. For BREEAM sin del er dette blant annet å gi poeng for dokumentert god arealeffektivitet.

Abstract

Approach

Increased area efficiency in terms of shared use is suggested as an initiative to secure a sustainable development. The research question this report will answer is:

“How does area efficiency, in terms of shared use, affect sustainability, demands and certifications in educational building?”

Shared use is defined as “use of an area or building to the same or different use either at the same or different time.” In lack of earlier work on shared use there have been made a thorough literature study. In addition there has been done some analysis and tests.

Sustainability

Sustainability is normally divided into three dimensions; social, economic and environmental sustainability. Measuring sustainability is considered highly complex, in this report it is therefore chosen to first give an overview and then focus further on energy consumption.

School buildings are among the building types with the lowest uptime, 50 hours a week. Higher educational buildings have an average uptime of approximately 70 hours a week which is also low. In addition many types of rooms are poorly utilized during these hours.

Sustainability and shared use

For consumer products the term access-based consumption is often used for what is called shared use in buildings. The benefits of shared use might for instance be cost savings, increased utilization, lower consumption and increased flexibility for users. The disadvantages are primarily connected to psychological factors. Norway and other western countries do not have a culture for sharing, particularly not limited resources such as good space. It has been concluded that shared use is primarily positive for sustainability.

BREEAM and shared use

BREEAM is an international rating system for buildings which was introduced in 1990. The Norwegian edition came in 2012 and has already gotten a good recognition in the construction industry. The handbook is divided into areas and further in subjects, points are given after criteria's in each subject. For the report, each subject has been looked at and considered whether shared use affects the points. Five subjects are positively affected and three negatively. Eight subjects make the points harder to achieve because there are more user groups to include. It depends on the project whether each subject is affected. The analysis is done at a general basis, and comments are given where needed. It is concluded that BREEAM is affected rather neutrally by shared use.

Technical regulation 2010 (Norwegian) and shared use

Technical regulation 2010 (TEK 10) is the regulation which is focused on the most in the construction industry. The effects on the demands are examined. Each chapter is evaluated separately. Five chapters might be harder to achieve while three might be easier. The five are mainly linked to safety and comfort, therefore it is assumed that this will be achieved anyway. In the three chapters it is assumed that the zoning process might be easier. The variation might be large between the projects. The conclusion is that shared use is not particularly affected by TEK 10.

The standard for passive houses for non-residential buildings (NS 3701) and shared use
The standard from 2012 sets criteria's to which buildings might be called passive house or low energy buildings. It focuses on energy consumption. Shared use increases use of the building and therefore the energy consumption. It is based on standardized values for uptime and internal heat development, both NS 3701 values and values from NS 3031. BREEAM and TEK 10 also use the values and method for energy calculation from NS 3031. Real use does not get any influence on the energy calculation. Certification according to NS 3701 is therefore not affected by shared use or other forms of increased area efficiency.

Explorations

With access to a file from the pilot project for Åsveien skole in Trondheim there have been conducted simulations in the software SIMIEN of the energy demand in the school building while changing yearly uptime and internal heat development. U- and R-values and air leakage rate was adjusted to the demands in TEK 87, TEK 10 and NS 3701 to see how this affected the energy demand. Internal comfort demands such as air temperature and air quality was attempted to be kept constant.

Interesting results from these tests was that newer buildings were less suited for increased uptime and internal rate of flow. These are two factors characterizing shared use. As expected the consumption per hourly uptime drops with increased uptime.

NS 3031 - Calculation of energy performance of buildings -Method and data (Norwegian)
When doing an energy calculation according to NS 3031 the building will be optimized with standardized use. This means that the building will not be optimized for a higher area usage or longer uptime. Because NS 3031 controls how energy demand is calculated it is important that this standard keep the right focus. It is suggested that changes are being made to this standard.

Conclusion

It is concluded that shared use is positive in relation to sustainability. Demands and certifications are apparently neutral affected by shared use. This is an unfortunate disproportion. There has been made a number of recommendations. One of them is assigning points in BREEAM to projects which documents area effective solutions.

Innholdsfortegnelse

Forord	III
Sammendrag	V
Abstract.....	VII
Innholdsfortegnelse.....	IX
Figurliste.....	XI
Tabelliste	XIII
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Formål.....	2
1.3 Omfang og avgrensninger	3
1.4 Rapportens oppbygning	4
2 Teori	5
2.1 Bærekraft.....	5
2.1.1 Bærekraft nasjonalt	7
2.1.2 Måling av bærekraft	8
2.2 Byggsektoren	9
2.3 Bærekraft i byggsektoren	13
2.4 Kommersielle ratingsystemer.....	19
2.4.1 BREEAM.....	22
2.5 Arealeffektivitet	25
2.6 Tilpasningsdyktighet.....	30
2.7 Fordelingen av ressursbruk	33
2.8 Delt bruk	34
2.8.1 Begreper	34
2.8.2 Delt bruk i BREEAM – Man 13-7	36
2.8.3 Alternative transportformer i BREEAM – Tra 3.....	37
2.8.4 Delt bruk i ulike ratingsystemer	38
2.8.5 Eksempler	39
2.8.6 Fordeler og ulemper ved delt bruk.....	40
2.8.7 Utnyttelsen av arealer i dagens undervisningsbygg.....	42

2.8.8 Marked for delt bruk.....	43
3 Metode.....	47
3.1 Metodelære	47
3.2 Litteratursøk	48
3.3 Undersøkelser	51
3.3.1 Analyse av BREEAM, passivhusstandarden og Teknisk forskrift 2010 ift delt bruk .	51
3.3.2 Undersøkelse av energibehov	52
3.3.3 Undersøkelse av endret driftsmønster	55
3.3.4 Undersøkelse av endret belastning	56
4 Resultater	57
4.1 Analyse av delt bruk sin påvirkning ved BREEAM-sertifisering	57
4.2 Påvirkninger av delt bruk i forhold til Teknisk forskrift 2010	63
4.3 Påvirkninger av delt bruk på passivhusstandarden	65
4.4 Undersøkelse av energibruk	66
4.4.1 Undersøkelse av driftstid	66
4.4.2 Analyse av økt belastning	70
5 Diskusjon	71
5.1 Flere aspekter ved delt bruk	71
5.2 Delt bruk sin rolle for en bærekraftig byggsektor	72
5.2.1 Fokus og kunnskap om delt bruk.....	72
5.3 Ansvarlige parter	74
5.4 Hvilke arealer har mulighet for delt bruk?	79
5.5 Hensiktsmessige indikatorer for ressursbruk	80
6 Konklusjon	83
7 Anbefalinger og videre arbeid.....	85
8 Referanser	87
Bilag	95

Figurliste

Figur 1 De tre dimensjonene i bærekraft	6
Figur 2 Byggerate undervisningsbygg 1996-2011 (SSB e, 2012).....	10
Figur 3 Ukentlig brukstid for de vanligste bygningstypene. Basert på Enova (2012)	12
Figur 4 Energibruk i skolebygg - ulike parametere. Basert på Enova (2012).....	13
Figur 5 Energibruk i undervisningsbygg etter byggeår. (SSB j, 2011).....	14
Figur 6 Utvikling av energibruk i undervisningsbygg. Basert på (Bartlett, 1993), Bygningsnettverkets energistatistikk i årene 1998-2006 og Enovas byggstatistikk i årene 2007-2011.	15
Figur 7 Vekting av områder i utvalgte klassifiseringssystemer (Berardi, 2012)	21
Figur 8 Vekting av områder i klassifiseringssystemet DGNB (DGNB, 2010)	21
Figur 9 Vekting av områder i BREEAM (NGBC, 2012).....	23
Figur 10 Lite utsnitt fra håndboken i BREEAM av emnet Man 13.7. (NGBC, 2012).....	24
Figur 11 Utsnitt fra BREEAM-håndboken, eksempel på poengutregning. (NGBC, 2012)	25
Figur 12 Ulike kategorier for inndeling av energibruk. (Standard Norge, 2011)	27
Figur 13 Eksempler på generalitet. (Arge & Landstad, 2002)	30
Figur 14 Eksempel på fleksibilitet. (Arge & Landstad, 2002)	31
Figur 15 Eksempler på elastisitet. (Arge & Landstad, 2002).....	31
Figur 16 Eksempel på delt bruk i elastisk bygning.	32
Figur 17 Stort utsnitt fra BREEAM-håndboken av emnet Man 13.7. (NGBC, 2012)	36
Figur 18 Lite utsnitt fra BREEAM-håndboken av emnet Tra 3. (NGBC, 2012)	37
Figur 19 Sammenhengen mellom reliabilitet og validitet.	48
Figur 20 Åsveien skole, Eggen Arkitekter AS. (Byggeindustrien, 2012).....	52
Figur 21 Driftstimenenes påvirkning på energibehovet.....	67
Figur 22 Energibehov per driftstime.	69
Figur 23 Energibehov ved endret belastning.....	70

Tabelliste

Tabell 1 CO ₂ -utslipp fra byggsektoren (KanEnergiAS, 2006)	10
Tabell 2 Brukstidens fordeling i undervisningsbygg (Abrahamsen & Bergh, 2011).....	12
Tabell 3 Energigrenser i energimerkeordningen for utvalgte bygningstyper. (NVE, 2011)	18
Tabell 4 Grenser for andel miljøfiendtlig energikilde. (NVE, 2011)	18
Tabell 5 Nøkkeltall for noen utvalgte klassifiseringssystemer. Tall fra systemenes egne nettsider.....	20
Tabell 6 Poenggrenser i BREEAM. (NGBC, 2012)	24
Tabell 7 Eksempel på mulige indikatorer med verdier for arealbehov i den videregående skolen. (Nord-Trøndelag fylkeskommune, 2005)	28
Tabell 8 Eksisterende utnyttelse av romtypene i undervisningsbygg.....	43
Tabell 9 Utvalgte generelle søketermer som er brukt.	50
Tabell 10 24 U-verdikrav i Teknisk forskrift 1987. (Kommunal- og arbeidsdepartementet, 1987)	53
Tabell 11 Lekkasjetall i Teknisk forskrift 1987. (Kommunal- og arbeidsdepartementet, 1987)	54
Tabell 12 Krav etter teknisk forskrift 2010. (Direktoratet for byggkvalitet, 2011).....	54
Tabell 13 Krav etter Teknisk forskrift 2010. (Standard Norge, 2012)	54
Tabell 14 U-verdi og lekkasjetall for passivhus i SIMIEN-undersøkelsen.	54
Tabell 15 Resultater av delt bruk sin påvirkning av BREEAM-sertifisering.	59
Tabell 16 Resultat av delt bruk sin påvirkning av Teknisk forskrift 2010.	63
Tabell 17 Oppstilling av energibehovet for de ulike alternativene.....	67
Tabell 18 Fast energibehov og marginalenergi for de ulike alternativene.	68
Tabell 19 Økning i energibehov ved dobbelt belastning.....	70
Tabell 20 Oppstilling av mulighetene for delt bruk i undervisningsbygg.....	79

1 Innledning

I dette kapittelet gis en kort beskrivelse av bakgrunnen for oppgaven. Problemstillingen og deloppgavene som rapporten ønsker å besvare blir presentert. Omfang og avgrensninger som er gjort forklares og begrunnes før rapportens oppbygning presenteres kort.

1.1 Bakgrunn

Bærekraft på dagsorden

Begrepet bærekraft ble introdusert i 1987 av WCED. En kraftig befolkningsvekst kombinert med en svært raskt teknologisk utvikling tvang frem et fokus på bærekraft. Verden opplever blant annet fattigdom, vanskelige sosiale vilkår og miljøødeleggelser. Bærekraft fokuserer på at de neste generasjonene skal ha minst like gode vilkår som dagens generasjon. Dette skjer ikke uten at det blir satt et fokus på en bærekraftig utvikling.

Bærekraft har siden introduksjonen vært forsøk målt og forklart på ulike måter. Den vanligste inndelingen som brukes i dag skiller mellom sosial, økonomisk og miljømessig bærekraft. Den bærekraftige utviklingen er beskrevet med en rekke ulike indikatorer. Likevel vil en aldri få et fullstendig bilde over den bærekraftige utviklingen. I Norge er de økonomiske og sosiale vilkårene svært gode og fokuset er rettet mot miljøet i diskusjonen om bærekraft.

Byggsektoren står for mange av utfordringene verden opplever i forhold til bærekraft. Ressursforbruket som direkte eller indirekte henger sammen med byggsektoren står for store deler av det totale forbruket. Derfor bør også denne sektoren prioriteres i arbeidet med å forstå og håndtere en bærekraftig utvikling.

Arealeffektivitet i fokus

Arealeffektivitet er ett bidrag mot en bærekraftig utvikling. Byggefasen står for store deler av den totale ressursbruken for en bygning. God arealeffektivitet kan redusere nødvendig areal og dermed ressursbruk betraktelig. Selv om Slette (2012) for ett år siden viste at det fantes lite faglig materiale, har temaet vært kjent lenge. Gjennom faglige publikasjoner kan man opparbeide den kunnskapen som behøves for å ta diskusjonen til et nytt nivå.

Delt bruk

Delt bruk er en måte å øke arealeffektiviteten på. Det mangler gode faglige arbeider om delt bruk. I den vestlige kultur møtes delt bruk med skepsis og det er nok en viktig grunn til at vi ikke ser en mer utstrakt deling av arealer. For å ta i bruk et virkemiddel som møter skepsis må beslutningsgrunnlaget være godt. Mangelen på erfaringer og faglige vurderinger på delt bruk gjør terskelen for å innarbeide delt bruk stor.

Undervisningsbygg er trolig den bygningsgruppen som har størst grad av delt bruk. Arealer både innendørs og utendørs er ofte godt egnet for bruk etter skoletid, spesielt til fritidsaktiviteter for barn og unge ved den aktuelle skolen.

Undervisningsbygg

Undervisningsbygg står for en betydelig del av bygningsmassen. De fleste brukerne er barn, elever eller studenter. Dette er brukere som i større grad enn resten av befolkningen har holdninger som er mulig å påvirke. Dermed antas det at det er en enklere prosess å innføre delt bruk i undervisningsbygg. Samtidig er undervisningsbygg hovedsakelig eid og drevet av det offentlige, en aktør som har mulighet til å være et forbilde for resten av næringen.

Disse betraktningene har gjort det aktuelt å se på hvordan bærekraften påvirkes av delt bruk, med fokus på undervisningsbygg.

Rammeverket for bygninger

Alle byggeprosesser må forholde seg til en rekke krav fra myndighetene. I tillegg har det kommet inn en rekke alternativer til frivillige sertifiseringer. Disse kan enten gi økte muligheter for delt bruk eller begrense de mulighetene som allerede finnes.

Av krav fra det offentlige er det Teknisk forskrift 2010 som er mest aktuell. Standard Norge har gitt ut en rekke relevante standardiseringer, deriblant den såkalte passivhusstandarden. NGBC har innført klassifiseringssystemet BREEAM i Norge. Disse rammeverkene oppfattes som de mest aktuelle i forbindelse med delt bruk og det vil være nyttig å forstå hvordan disse påvirker prosjekter som vurderer delt bruk.

1.2 Formål

Problemstilling

Med utgangspunkt i bakgrunnsinformasjon og innledende informasjonsinnhenting ble en problemstilling formulert. Denne fokuserte i stor grad på BREEAM. BREEAM sine vurderinger henger tett sammen med Teknisk forskrift og ulike standardiseringer. Det ble derfor naturlig å se noe bredere. Endelig problemstilling for denne oppgaven er:

«Hvordan virker arealeffektivitet, i form av delt bruk, inn på bærekraft, krav og sertifiseringer i undervisningsbygg?»

Deloppgaver

For å svare på dette skal følgende utføres:

- Etablere et teoretisk grunnlag for denne oppgaven og for videre arbeid på temaet.
- Kartlegge dagens utbredelse av delt bruk og vurdere hva som er mulig å dele.
- Vurdere hvordan delt bruk påvirker en sertifisering etter BREEAM og passivhusstandarden samt oppfyllelse av krav i Teknisk forskrift 2010.

- Beregne hvordan energibruken endres ved ulike driftsvilkår.
- Vurdere hvorvidt dagens beregningsmetoder, indikatorer og krav er egnet for å anerkjenne delt bruk som et bærekraftig tiltak.

Som tilsynelatende første større faglige arbeid dedikert til temaet delt bruk vil teoridelen være en svært viktig del av oppgaven. Energiberegningene er ment som en oppstart av det som muligens kan være en større kartlegging av kvantitative påvirkninger av delt bruk. Kvalitative vurderinger er gjort i de andre undersøkelsene og resultatene er derfor godt egnet til å se hva som bør fokuseres på i videre arbeid.

1.3 Omfang og avgrensninger

Omfang

Oppgaven i sin helhet er en masteroppgave ved studieprogrammet Bygg- og miljøteknikk, NTNU. Dette tilsvarer 30 studiepoeng i siste semester av et femårig studieløp. Varigheten er 21 uker. For å få tid til å se på detaljer samtidig som oppgaven har en overkommelig lengde for lesere er det gjort en del avgrensninger. Teorikapittelet har vært den viktigste delen av arbeidet og er derfor en stor del av denne oppgaven.

Avgrensninger

Utgangspunktet for oppgaven var å se på delt bruk. Dette er beholdt og det er gjort begrensninger rundt dette. Selv om det er sett på hva som er mulig å få til har fokuset vært å vurdere delt bruk i forhold til bærekraft. For å gjøre oppgaven egnet for en vurdering av BREEAM ble det valgt en bygningstype; undervisningsbygg. Dette valget ble begrunnet i kapittel 1.1.

Dette er de viktigste avgrensningene. Det er gjort en rekke mindre avgrensninger som hvis nødvendig er beskrevet i de aktuelle kapitlene.

1.4 Rapportens oppbygning

Kapittel 1 - Innledning

Dette kapittelet gir en innføring i hvorfor oppgaven er skrevet og hva som skal besvares. De viktigste avgrensningene er beskrevet.

Kapittel 2 – Teori

Dette er den største delen av oppgaven. Grunnleggende eksisterende teori gjengis for å gi et godt fundament for spesifikk teori og undersøkelser. Teorikapittelet er bygd opp slik at det spisser seg mot å beskrive delt bruk. Deretter er det gitt god plass til å samle den kunnskapen som finnes om delt bruk.

Kapittel 3 – Metode

Metoden som brukes i denne type arbeid er avgjørende for resultatene en får. I dette kapittelet er derfor metodene som er brukt både for informasjonsinnhenting og undersøkelsene beskrevet. Forutsetninger og inndata for undersøkelsene er i sin helhet lagt til dette kapittelet av hensyn til lesbarheten.

Kapittel 4 – Resultater

Det er gjort flere undersøkelser. Delt bruks påvirkning på BREEAM, Teknisk forskrift 2010 og passivhusstandarden er først presentert med utdypende kommentarer der det er nødvendig. Deretter er undersøkelsen av energibruk med varierende driftstid og belastning gitt. Metoden og forutsetningene er forklart i kapittel 3.

Kapittel 5 – Diskusjon

Resultatene både fra teorikapittelet og undersøkelsene er diskutert. Det forsøkes å bygge videre på disse resultatene slik at oppgaven er i stand til å svare på problemstillingen.

Kapittel 6 – Konklusjon

Dette kapittelet forsøker å gi et svar på problemstillingen som ble presentert i innledningen.

Kapittel 7 – Anbefalinger og videre arbeid

Det er et mål med oppgaven at den kan belyse et nytt tema og finne resultater som kan være nyttig i utviklingen av byggsektoren. I dette kapittelet presenteres både realistiske anbefalinger og noe mer innovative anbefalinger

Arbeidet er på mange måter nytt innenfor sitt tema. Derfor mangler det mye kunnskap. For de temaene hvor det anses at manglene gis det forslag til videre arbeid.

Bilag

Det er forsøkt å gjøre oppgaven mulig å lese fra start til slutt. Da er det noe informasjon som er viktig for undersøkelsene eller for videre arbeider, men som ikke er nødvendig for de fleste å lese igjennom. Dette er derfor lagt ved i denne siste delen.

2 Teori

I dette kapitlet blir relevant teori presentert. Da det ikke er funnet litteratur som har beskrevet tematikken tidligere vil det i denne oppgaven være nødvendig å samle teori for å danne et teoretisk grunnlag for problemstillingen. Første delen er generell, men kapitlet snevrer seg inn mot delt bruk som er den viktigste delen.

2.1 Bærekraft

I dagens byggsektor og ellers i samfunnet har begrepet bærekraft fått et stort fokus. Begrepet vil derfor forklares i dette delkapitlet samtidig som det redegjøres for bærekraft i byggesektoren.

Begrepet bærekraft

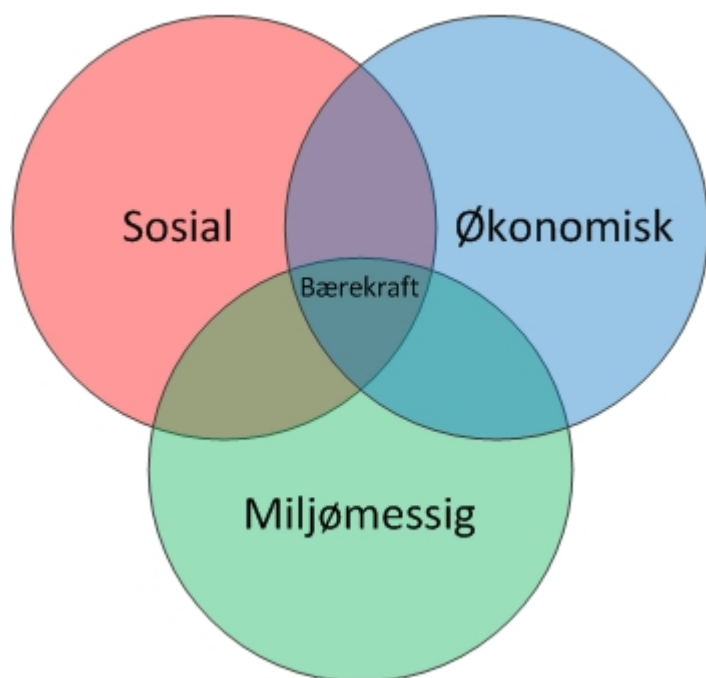
Begrepet bærekraft ble for første gang introdusert i 1987 i rapporten «Our Common Future» av WCED (1987). En definisjon av bærekraftig utvikling ble gitt:

«Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.» (WCED, 1987, s. 41)

Rapporten tok ikke opp forskjellen mellom bærekraft og bærekraftig utvikling, noe Parkin (2000) bemerker. I følge henne betyr ordet sustainability at noe har kapasitet til å fortsette. Det er et mål, ikke en prosess. Standard Norge har definert bærekraft med utgangspunkt i «Our Common Future»:

«Bærekraft er et systems evne til å bli opprettholdt for nåværende og framtidige generasjoner.» (Standard Norge, 2012, s. 14)

Brundtlandkommisjonen, som skrev rapporten, la til grunn at internasjonal fattigdom og jordens miljøtilstand var de to største utfordringene for å oppnå en bærekraftig utvikling. I 1992 ble Rio-erklæringen, Agenda 21, (United Nations, 1992) utgitt og denne la grunnlaget for at bærekraft ble delt i tre dimensjoner:



Figur 1 De tre dimensjonene i bærekraft

Dette er en vanlig oppdeling som brukes av mange relativt uendret, blant annet (Finansdepartementet, 2008) (Lædre, Volden, & Haavaldsen, 2012) og (Standard Norge, 2012).

Mens den økonomiske og miljømessige dimensjonen er lett å forstå er den sosiale noe vanskeligere. Det er skrevet mange artikler om sosial bærekraft. En definisjon som McKenzie (2004, s. 18) gir er:

«Social sustainability occurs when the formal and informal processes, systems, structures and relationships actively support the capacity of current and future generations to create healthy and liveable communities. Socially sustainable communities are equitable, diverse, connected and democratic and provide a good quality of life.»

Hvorvidt noe er bærekraftig er derfor i stor grad avhengig av systemene mennesker lever i. I tillegg presiserer Pareja-Eastway (2012) at det indre i et menneske må inkluderes. Dette kaller hun «human-capital» og er evnen mennesker har til å utvikle sin menneskelige verdi. Dette kan være sin egen helse, utdanning, kultur, egenskaper og kunnskap.

Det finnes også andre vanlige inndelinger av bærekraft. Storbritannia presenterte i 1999 fire dimensjoner, i praksis lik tredelingen med en videre oppdeling av miljødimensjonen. (Government, 1999) I den oppdaterte rapporten som kom i 2005 slo de fast at de ulike byråene bare fokuserte på en eller to av dimensjonene. Dermed ble strategien endret noe og de lagde en femdeling. (Government, 2005) Tredelingens enkle form er best egnet for denne oppgaven.

En alternativ oversetting av det engelske ordet sustainability er levedyktighet. Dette begrepet er valgt av Lædre et al. (2012) fordi det oppfattes som et smalere begrep bedre egnet for enkeltprosjekter. I følge dem er begrepet bærekraft svært tett knyttet til kun det miljømessige aspektet. I motsetning er levedyktighet ofte forbundet med det økonomiske aspektet. Denne oppgaven skal ikke vurdere enkeltprosjekter, men en andel av bygningsmassen og det er derfor naturlig å bruke begrepet bærekraft.

Det finnes også en teori om at det finnes en øvre grense for vekst. I 1972 kom boken «Limits to Growth», og i 2005 en oppdatert utgave (Meadows, Randers, & Meadows, 2005). Forfatterne presenterer teorien om at alt har en grense for opprettholdelse. Det de videre forsøker seg på er å forutse scenarier for hva som skjer når denne grensen krysses over en lengre tid. Da teorien først ble presentert i 1972 ble forfatterne kraftig kritisert. Påstanden var at teknologiske nyvinninger og andre faktorer ville gjøre kloden i stand til å levere langt mer enn det som er behovet i overskuelig fremtid. Wackernagel et al. (2002) har kartlagt ressursbruken fra 1961 til 1999 og forutsatt at jordkloden har et økologisk potensiale for årlig uttak. De fant at uttaket krysset tilførsel på slutten av 70-tallet. Meadows et al. (2005) har siden sin første utgave funnet flere eksempler som styrker teorien fra 1972.

Bærekraftig utvikling betyr i praksis at ressursbruken må økes. Dette er fordi ingen skal behøve å gå ned i levestandard. Da vil levestandarden over tid gå opp og ressursbruken vil nødvendigvis følge etter. Når ressursbruken krysser grensen for hva kloden klarer å reproducere har ikke utviklingen vært bærekraftig i et miljøperspektiv men nødvendig for å oppnå økonomisk bærekraft. Dette er til en viss grad et paradoks i begrepet bærekraftig utvikling. Det er ikke alltid mulig å oppnå en bærekraftig utvikling i alle dimensjonene over lengre tid. Grenseverdien for ressursbruken vil da krysses.

2.1.1 Bærekraft nasjonalt

Bærekraftig utvikling har vært et tema lenge, men har fått mer fokus i de senere årene. Nå er det statsbudsjettet for 2012 som inneholder Norges siste strategi for en bærekraftig utvikling. Ut fra den strategien rapporterer og koordinerer finansdepartementet årlig utviklingen i forhold til bærekraft i nasjonalbudsjettet.

Internasjonalt er det flere ulike strategier, OECD har strategi for grønn vekst. EU har Europa 2020. Andre er for eksempel Lisboa-strategien. (Finansdepartementet, 2011) Bærekraft er avhengig av lokal, men også global handling og samarbeid. Norge har derfor en rekke tiltak spesielt for å hjelpe utviklingsland å oppnå en bærekraftig utvikling.

Finansdepartementet (2011) har tatt utgangspunkt i Robert Solow sin reformulerte definisjon av bærekraft fra 1992 om at hver generasjon skal etterlate seg en tilstrekkelig samlet formue (inkludert miljø- og naturkapital) slik at neste generasjon skal unngå en nedgang i levestandard. Det gjør at de åpner for å omfordele prioriteringen mellom de tre

dimensjonene. Altså kan man i en periode prioritere økonomisk vekst fremfor miljø. Hvor lenge man kan gjøre omfordelinger eller i hvor stor grad nevnes ikke. Heller ikke i om det er mulig å gjøre omfordelinger på prosjektbasis. Norge har åpnet for å gjøre deler av sine klimagassutlippreduksjoner i utlandet. En omfordeling kan gjøre det enklere å utelate en eller flere dimensjoner. Over tid kan dette være svært negativt.

2.1.2 Måling av bærekraft

«Bærekraftig utvikling er intuitivt lett å forstå, vanskelig å realisere og krevende å evaluere.» (Brunvoll, 2008, s. 7) Bærekraft er svært komplekst. Et prosjekt påvirker bærekraften på svært mange måter. Selv om det er den totale bærekraften som skal måles vil dette ikke være mulig på grunn av kompleksiteten. I tillegg vil ikke et enkeltprosjekt kunne ødelegge en bærekraftig utvikling i verden, men summen av prosjekter vil kunne være ødeleggende. Boken «Linkages of sustainability» (Graedel & van der Voet, 2010) synliggjør at lovverk og andre reguleringer vil ha vanskeligheter med å sikre bærekraftighet på en rettferdig måte. Både på grunn av kompleksiteten, men også på grunn av ulike perspektiver; lokale, nasjonale og globale.

Måten man måler bærekraftig utvikling på er gjennom utvalgte indikatorer. Det er vanskelig å angi et nivå for bærekraften, men indikatorene kan angi retningen bærekraften utvikler seg i. (Brunvoll, Homstvedt, & Kolshus, Indikatorer for bærekraftig utvikling 2012, 2012) Storbritannia har til sammen 68 indikatorer innenfor de ulike dimensjonene. (Government, 2005) Norge innførte denne type indikatorer i 2005, og har nå 17 primære indikatorer. I tillegg til dette blir det gitt supplerende informasjon på grunn av det begrensede indikatorsettet. (Brunvoll, Homstvedt, & Kolshus, Indikatorer for bærekraftig utvikling 2012, 2012) Flere av de primære indikatorene har mange indikatorer under seg, for eksempel består naturindeksen av 309 indikatorer. Stiglitz, Sen & Fitoussi (2009) konkluderer i sin rapport med at for å måle bærekraft trengs det et sett med mange og godt definerte indikatorer. I sin rapport gir de også generelle anbefalinger for et sånt sett med indikatorer. Norge er med på deres internasjonale arbeid for å utvikle bedre indikatorer for levekår og livskvalitet.

Det anbefales av Stiglitz et al. (2009) at forbruk skal brukes som en indikator for personers velvære. At det er en positiv korrelasjon mellom økt forbruk og menneskers velvære støttes av Diffenbaugh (2013), men han konkluderer med at ytterligere økt forbruk i høyt utviklede land ikke virker positivt på befolkningens velvære. Det ser ikke ut til at Norge eller Storbritannia bruker denne indikatoren, men at det kan finnes uheldige indikatorer som er i bruk er ikke utenkelig.

Ettersom bærekraft bare måles på et gitt sett med indikatorer er det grunn til å tro at det finnes mange positive eller negative utviklinger som ikke fanges opp. Storbritannia har blant

annet noen utvalgte fuglearter som indikatorer. Utviklingen hos andre arter vil i verste fall ikke bli sett. Det er også en sjanse for at disse artene ikke blir beskyttet like godt.

Siste revisjon av Norges strategi for bærekraftig utvikling ble gitt ut sammen med nasjonalbudsjettet for 2012. Dette var en revidering av forrige strategi i nasjonalbudsjettet for 2008. Utviklingen av bærekraften blir vurdert hvert år i nasjonalbudsjettet.

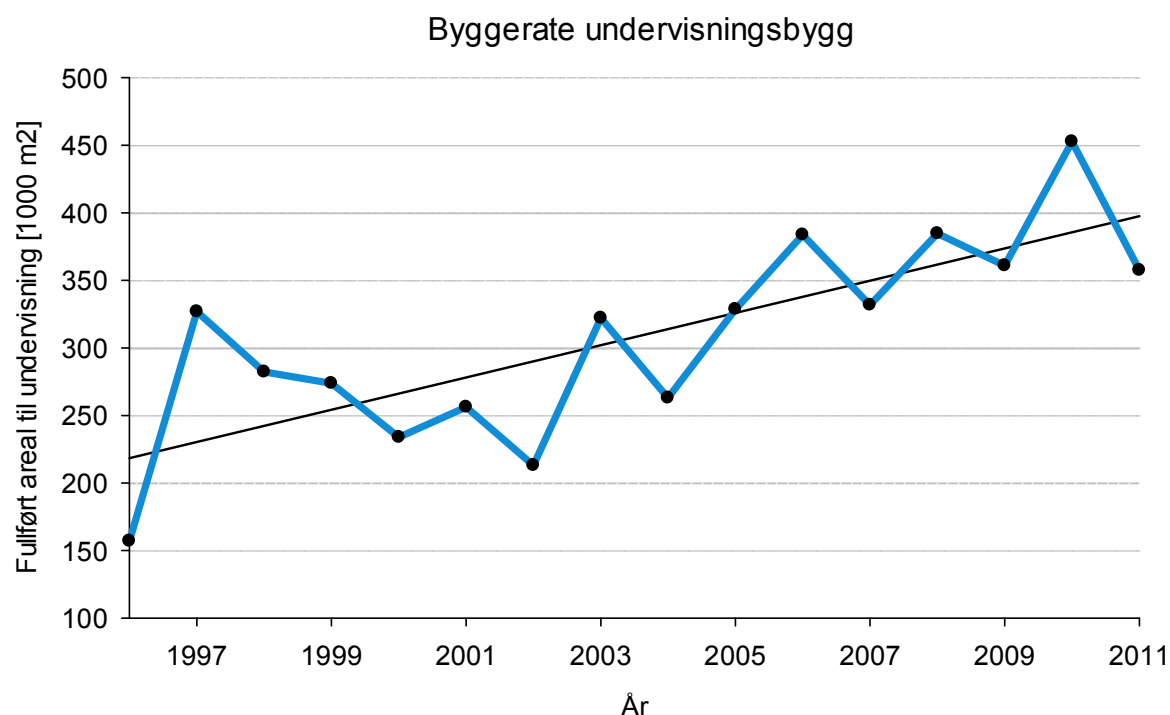
2.2 Byggsektoren

I 2013 er det registrert nærmere 60 000 foretak (ca 26 000 med ansatte) og det var til sammen omtrent 200 000 sysselsatte i bygg- og anleggsbransjen i 2010. Omsetningen var på ca 316 milliarder norske kroner. (SSB a, 2013) (SSB b, 2012) Med omtrent 10 % av foretakene og en spredt virksomhet utgjør bygg- og anleggsbransjen en stor og viktig del av norsk næringsliv.

Bygningsmassen

I Norge er det omtrent fire millioner bygninger (SSB c, 2012), nærmere 47 000 av disse er undervisnings-, kultur- eller forskningsbygg (SSB d, 2012).

Det har vært en vekst i areal ferdigstilt til undervisning i årene 1996-2011. Dette er vist i figur 2. Basert på en lineær trendlinje har årlig ferdigstilt areal steget med 82 % på disse 15 årene. Befolkningsveksten har i den samme perioden vært på nærmere 13 %. Det er uvisst hvor store undervisningsarealer som er avviklet i denne perioden, men det er rimelig å anta at undervisningsareal per person har økt i perioden.



Figur 2 Byggerate undervisningsbygg 1996-2011 (SSB e, 2012)

Undervisnings- og barnehageområder har et landareal på totalt 60 km². (SSB f, 2012)

Ressursbruk

I 2010 var forbruket av elektrisk energi i Norge 120 000 GWh. I overkant av 1000 GWh ble brukt direkte i bygg- og anleggsbransjen og omtrent 2000 GWh ble brukt til drift av undervisningsbygg. (SSB g, 2012) Strømforbruket for bygg- og anleggsbransjen er riktignok kun direkte forbruk og inkluderer ikke for eksempel produksjon av materialer.

I 2004 ble det gjort et arbeid hvor utslipp av CO₂-ekvivalenter ble kartlagt i bygg- og anleggsbransjen, samt i driften av bygninger. Det ble lagt ned et arbeid for å få med alle indirekte utslipp. Det var et totalt utslipp på 55,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i Norge og fordelingen i byggsektoren er vist i tabell 1:

Tabell 1 CO₂-utslipp fra byggsektoren (KanEnergiAS, 2006)

	CO ₂ ekv utslipp [mill tonn]	Rel andel av totalen [%]
Produksjon av byggevarer	3,85	7,0
Transport av byggevarer	0,54	1,0
Bygg- og anleggsvirksomhet	0,67	1,2
Drift av bygninger	2,16	4,3
Sum CO₂ekv-utslipp fra byggsektoren	7,22	13,5

Larsen og Bjørberg (2007) skriver at 90 % av utslipp fra et bygg kommer fra driftsfasen, og at da 10 % kommer fra ide til ferdigstillelse. Riving ser ut til å være utelatt. Byggforsk (2009) har

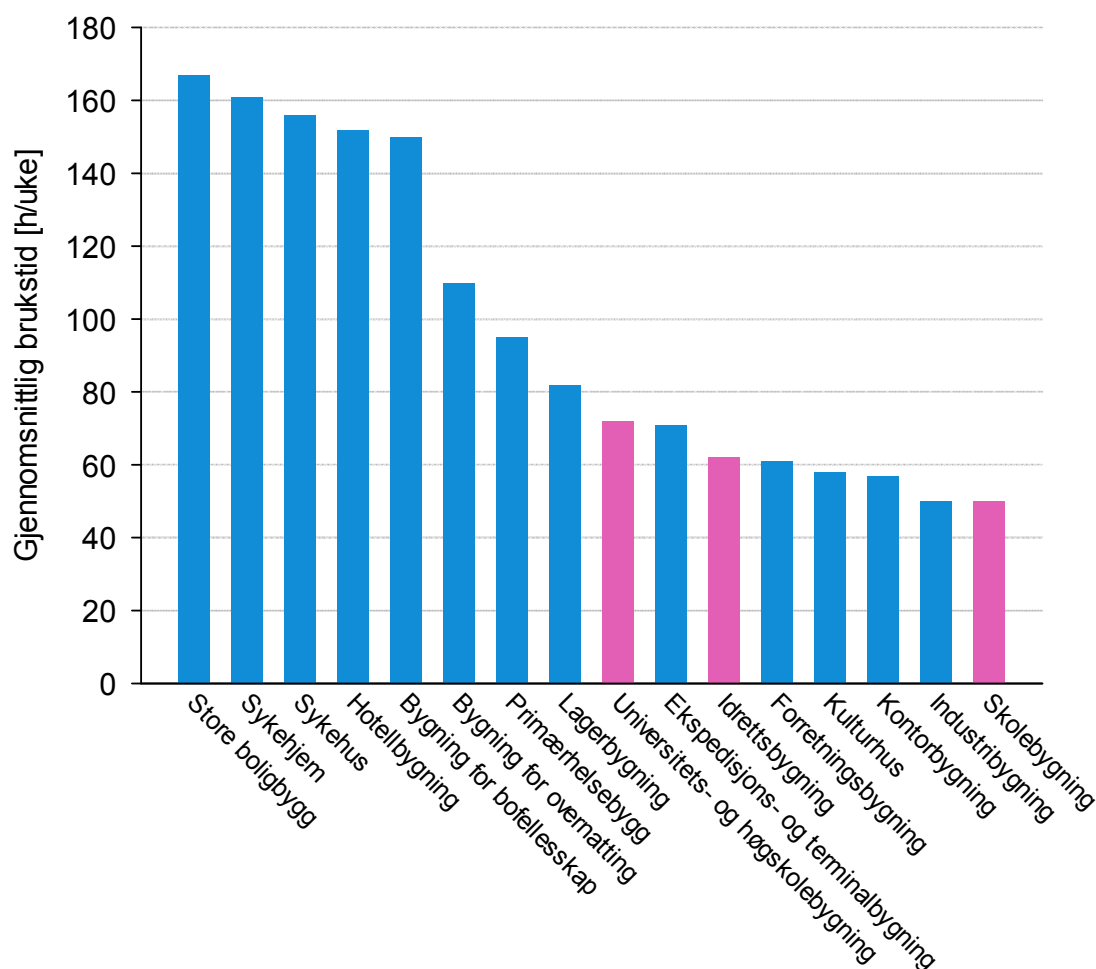
lagt rivningsutslipp til byggeprosessen og gir fordelingen 85 % og 15 % mellom drift og øvrige prosesser. Samtidig påstår Larsen og Bjørberg (2007) at FDVU-kostnader (forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling) tilsvarer omtrent 40-50 % av totale levetidskostnader.

Avfall fra bygging, riving og rehabilitering var i 2011 på 1,6 millioner tonn, dette er en stor andel av den totale avfallsmengden på 9,5 millioner tonn. (SSB h, 2012)

Byggsektoren har tradisjonelt blitt kalt for 40-prosentnæringen. I det ligger det at byggenæringen står for 40 % av forbruket og utslippet av en rekke ulike ressurser. Det har vært en stor utvikling siden primærkildene først rapporterte dette. Tallene for klimagassutslipp og avfall kan få påstandene til å virke noe utdaterte. Likevel er det ingen tvil om at byggenæringen og bygningsmassen står for en stor del av forbruket og utslippet i Norge.

Gjennomsnittlig brukte bygningsmassen i Norge 234 kWh/m² i 2011. Samme år brukte skolebygninger og universitet- og høyskolebygninger henholdsvis 163 og 238 kWh/m². (SSB i, 2012) Denne energibruken har en stor sammenheng med bruken disse bygningene opplever. Enova har kartlagt gjennomsnittlig samlet brukstid for ulike bygningstyper, dette er presentert i figur 3.

Ukentlig brukstid for de vanligste bygningstypene



Figur 3 Ukentlig brukstid for de vanligste bygningstypene. Basert på Enova (2012)

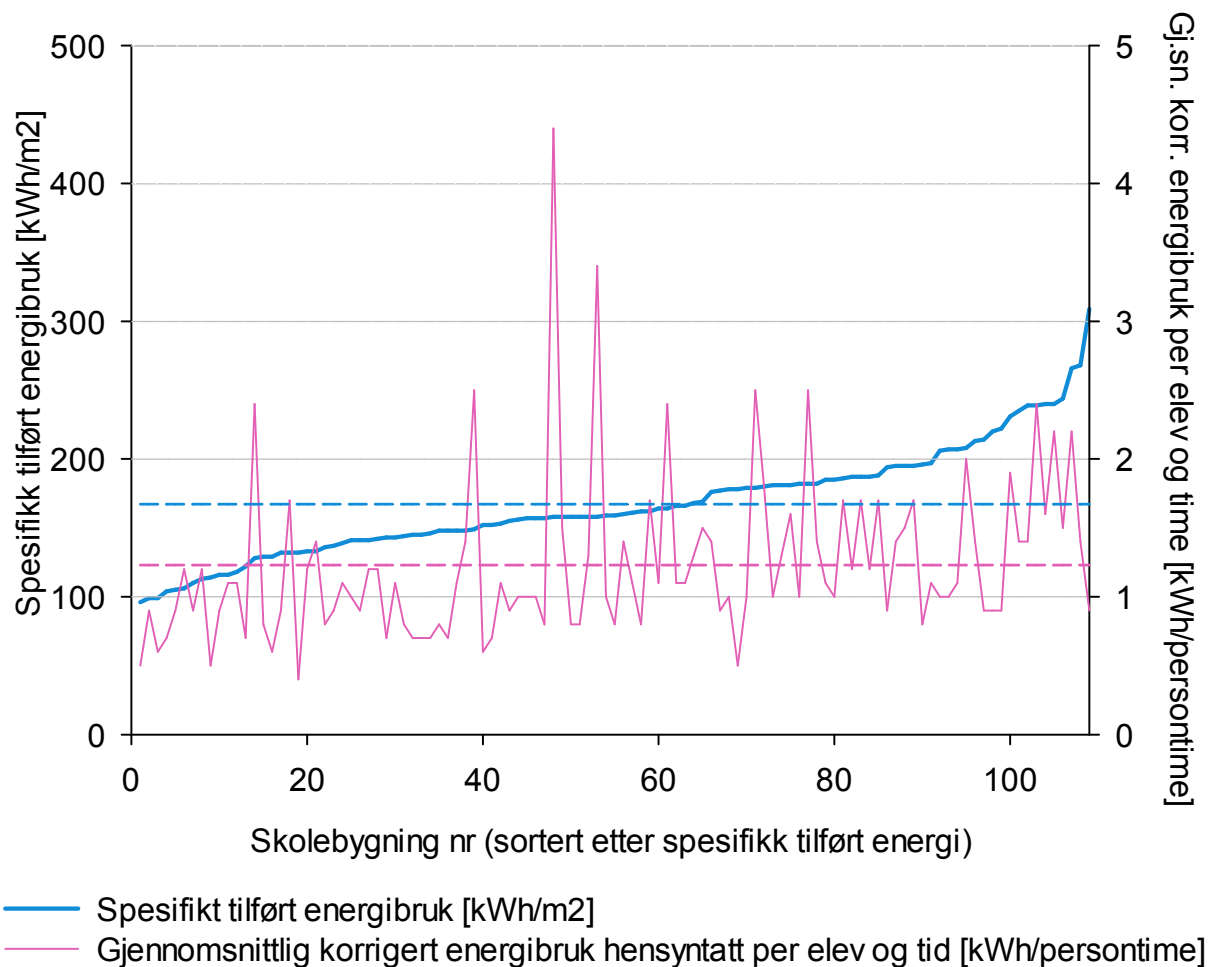
Tallene viser utnyttelsen av bygg som en enhet. Utnyttelsen for hvert rom vil i de fleste bygningstyper være vesentlig lavere. Enova har tatt hensyn til dette og oppgitt både spesifikk tilført energibruk per m² og kWh/person/time for grunnskolebygninger. Dette er vist i figur 4 og det fremkommer store forskjeller. Figuren illustrerer derfor at det er store forskjeller i arealeffektivitet. Det er ikke sett på bruk kveldstid, dette vil påvirke resultatene. Abrahamsen og Bergh (2011) har inkludert dette og funnet at brukstidens fordeling er:

Tabell 2 Brukstidens fordeling i undervisningsbygg (Abrahamsen & Bergh, 2011)

	Total brukstid [h/uke]	Bruktid fre [h/dag]	Bruktid lør [h/dag]	Bruktid søn [h/dag]
Skoler og barnehager	58,1	10,8	2,2	2,0
Universitet og høyskoler	83,3	13,1	9,3	8,5

Av tabellen kommer det tydelig frem at bruken er svært lav i skoler og barnehager i helgene.

Energibruk i skolebygg - ulike parametere



Figur 4 Energibruk i skolebygg - ulike parametere. Basert på Enova (2012)

2.3 Bærekraft i byggsektoren

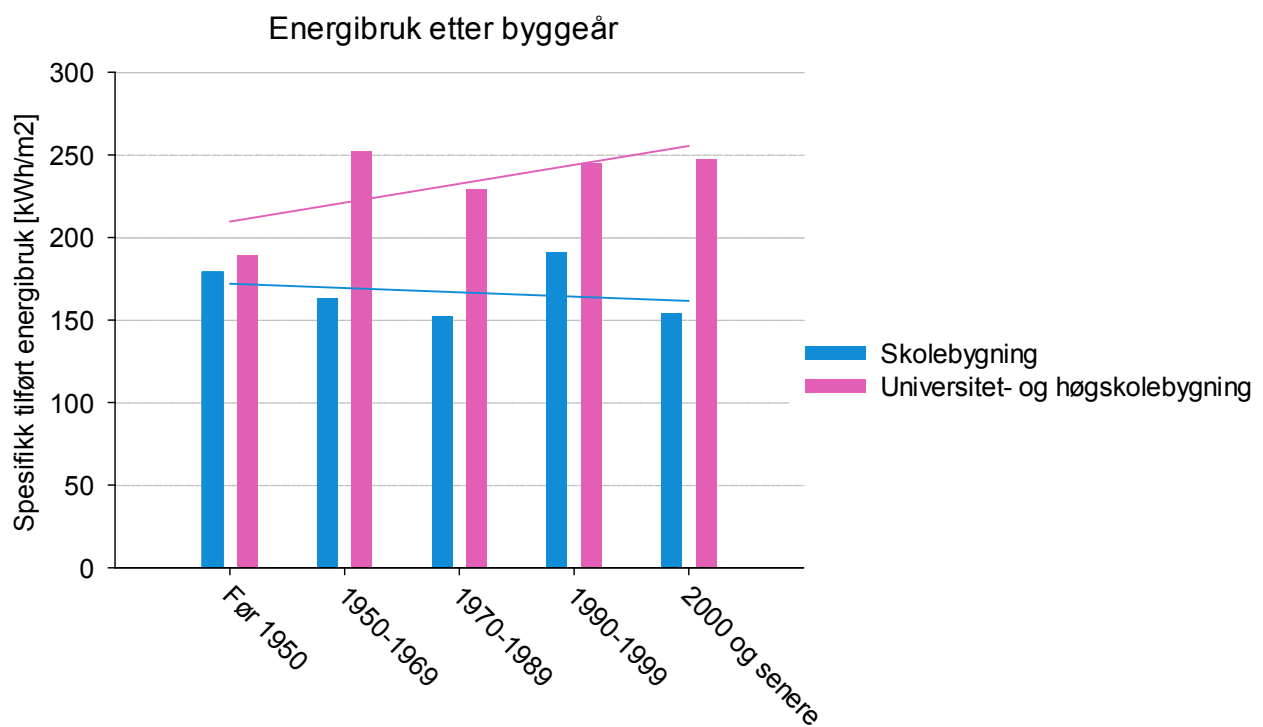
Bærekraften til en bygning er ikke bare avhengig av egne egenskaper, men må sees i sammenheng med ulike samfunns mål.

Det har i lengre tid vært et svært sterkt fokus på energibruk i bygninger. Dette har ikke endret seg, men det er også mange andre faktorer som spiller inn og blir vurdert. Stortingsmeldingen «*Gode bygg for eit betre samfunn*» gjør det tydelig at bærekraftigheten har betydning fra planleggingsfasen til det en gang rives. KRD (2012) nevner videre i rapporten områder som arkitektur, universell utforming og tilgjengelighet, innelima, klimatilpassing, materialbruk, energibruk og byggavfall

Det er mange statlige sektorer som har et ansvar for utviklingen av miljøtilstanden i bolig- og byggsektoren. Myndighetene har i hovedsak to virkemidler; juridiske og økonomiske. KRD

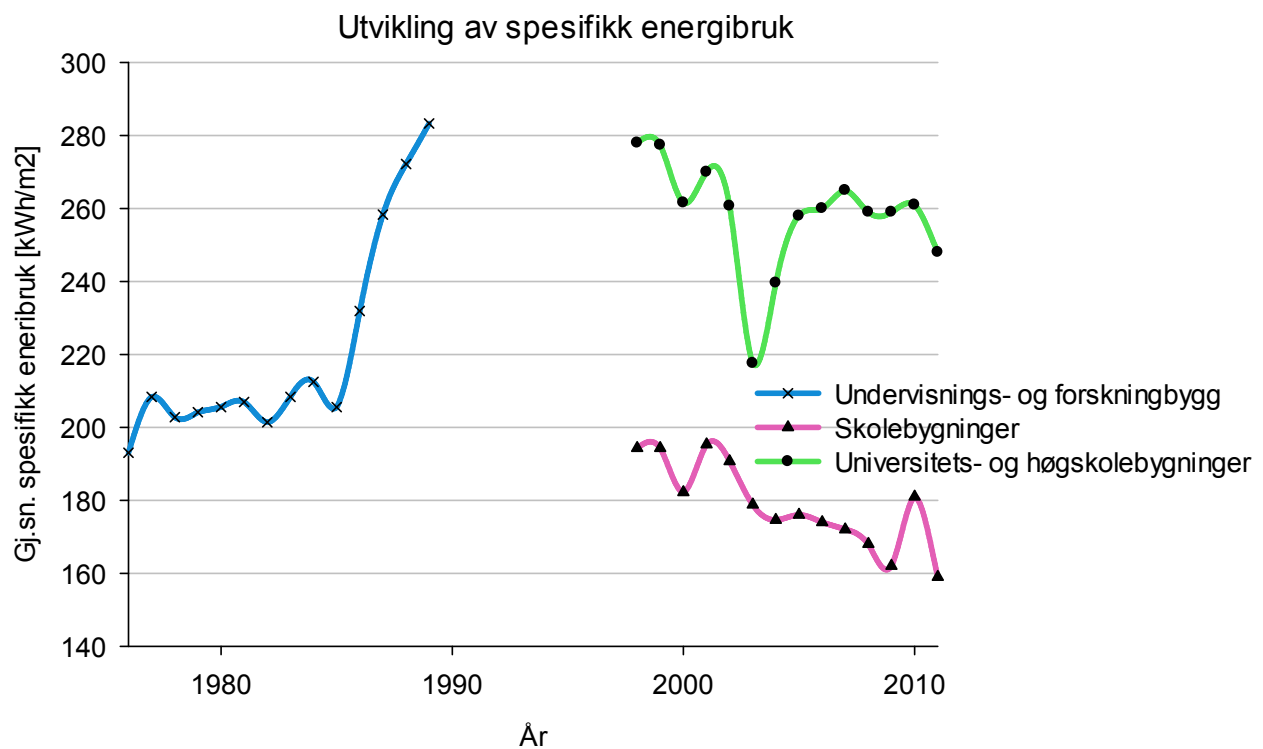
(2012) har laget tabeller over de ulike virkemidlene. I det som ikke er uttømmende tabeller er det listet opp 13 regulatoriske virkemidler, hovedsakelig ulike lover som påvirker bygging. I tillegg er det listet opp syv EU-direktiv og seks økonomiske virkemidler. Det er også listet syv virkemidler for kompetanseutvikling, innovasjon og informasjon. Myndighetene har altså en stor mengde virkemidler som påvirker byggingen. Den viktigste loven er Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter. Byggsektoren har forholdt seg til regelverket og hovedsakelig kun gjort forbedringer der det er lønnsomt. Det har ikke vært sterke markedskrefter for å bygge bedre enn minstestandard. Dette har snudd noe med innføring av miljøklassifiseringssystem som LEED, BREEAM og lignende og innføring av passivhusstandarden som en frivillig standard. Det er naturlig at det er mindre lønnsomt å handle bærekraftig dersom ikke det kan dokumenteres ovenfor brukere, leietakere eller andre interessenter.

Oppmerksomheten når det gjelder miljøatsing i byggsektoren er ofte konsentrert om nybygging. Det er imidlertid i eksisterende bygningsmasse det største potensiale for forbedring ligger. Omtrent 80 prosent av dagens bygningsmasse vil fortsatt stå i 2050. (KRD, 2009) I utvalget SSB har gjort for de bygningene de bruker i sin statistikk er gjennomsnittlig byggeår 1964 for alle bygningstypene. Skoler og barnehager har omtrent samme gjennomsnittlige byggeår mens universitet og høyskoler i snitt er omkring ti år eldre. (Abrahamsen & Bergh, 2011) Ut fra den store innskjerpingen som har vært de siste tiårene skulle en tro at nyere bygninger hadde et vesentlig lavere energiforbruk enn eldre bygninger. Dette viser seg ikke å være tilfellet, noe figur 5 viser.



Figur 5 Energibruk i undervisningsbygg etter byggeår. (SSB j, 2011)

Abrahamsen og Bergh (2011) har sett på disse tallene for alle bygningstypene samt en mer detaljert inndeling og ikke klart å konkludere med hvorfor resultatene er som de er. Isolasjonsmengder og bruken av byggene kan være noen faktorer. KRD (2009) skriver at for forretningsbygg er det energi til ventilasjon og kjøling som har økt mest, det bør kunne antas å gjelde undervisningsbygg også. For den generelle bygningsmassen registreres det en svakt økende energibruk ved nyere bygg. Energiforbruket har historisk sett endret seg over tid, det ser ut som det spesifikke energiforbruket er på nedover. Dette kan ha sammenheng med for eksempel lavere arealeffektivitet eller bedre bygningsmasse. Det har ikke lyktes å finne en sammenhengende serie for spesifikt energiforbruk i undervisningsbygg. Resultatene som er funnet er fra to uavhengige målinger og er ikke nødvendigvis sammenlignbare. Det kan likevel trekkes en slutning om at det spesifikke energiforbruket har nådd en topp og er på vei ned. Bygningsmassens lange levetid gir trege endringer. Utviklingen er presentert i figur 6.



Figur 6 Utvikling av energibruk i undervisningsbygg. Basert på (Bartlett, 1993), Bygningsnettverkets energistatistikk i årene 1998-2006 og Enovas byggstatistikk i årene 2007-2011.

Fordelene ved bærekraftige byggverk

Papadopoulos & Giama (2009) har listet opp fordelene med et bærekraftig byggverk og delt den inn i tre dimensjoner. En gjengivelse av disse punktene er gitt under.

Miljømessige fordeler:

- Forsterkning og beskyttelse av økosystem og biologisk mangfold
- Bedret luft- og vannkvalitet
- Reduksjon i avfallsmengder
- Bevaring av naturressurser
- Optimalisering av miljøkonsekvensene til en bygning over hele dens levetid

Økonomiske fordeler:

- Redusering av driftskostnader
- Økte inntekter og verdier
- Økt produktivitet hos de ansatte og bedret trivsel
- Optimalisering av økonomi i et livsløpsperspektiv

Helse- og samfunnsfordeler:

- Forbedret luft-, varme- og akustikkegenskaper
- Økt komfort og helse
- Minimere belastning på infrastruktur
- Bidrar positivt til den generelle livskvaliteten

Krav til bygningers bærekraft

Plan- og bygningsloven er loven som regulerer bygninger og andre konstruksjoner hovedsakelig på fastlandet i Norge. Under denne loven finnes det en rekke forskrifter, den mest kjente er Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 10). For å tilfredsstille forskriftene og da lovverket er det mulig å følge et sett med standarder. Viktige rammeverk er beskrevet under.

Forskrift om tekniske krav til byggverk 2010 (TEK 10)

Siste revisjon av forskriften ble innført i 2010, normalt er den kalt Teknisk forskrift 2010 eller TEK 10. Forskriften tar ikke for seg bærekraft direkte, men er naturlig å beskrive i dette kapitlet. Det er den forskriften som normalt har størst innvirkning på et byggeprosjekt. Forskriften oppdateres jevnlig, forrige var fra 2007. Kravene øker, i stortingsmelding 21 (2011-2012) – Norsk klimapolitikk ønsker regjeringen blant annet å: «Skjerpe energikravene i byggeteknisk forskrift til passivhusnivå i 2015 og nesten nullenerginivå i 2020.» (Miljødepartementet, 2012, s. 13) Videre kommenterer de at de vil definere disse nivåene, men det er nærliggende å anta at man vil ta utgangspunkt i passivhusstandarden. Teknisk forskrift favner mye videre enn energibruk, som er fokuset for passivhus.

Det er utgitt en veileder for TEK 10 av Direktoratet for byggkvalitet (DiBK). Denne er vesentlig mer utfyllende enn selve forskriften.

Passivhusstandarden

Passivhus er et begrep som ble lansert av Passivhusinstituttet i Tyskland. (Standard Norge, 2012) Videre har begrepet spredt seg i mange europeiske land og har blitt et vanlig begrep også i Norge. Definisjonen av passivhus har i mange år vært uklar.

I 2010 ble NS 3700 – Kriterier for passivhus og lavenergihus – Boligbygninger lansert og i 2012 ble NS 3701 – Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger lansert. Disse standardene gir en dekkende definisjon av hva som skal til for å bygge et passivhus.

Før disse standardene kom var det likevel bygg som ble bygget etter passivhusstandard. I 2009 kom Prosjektrapport 42 – Kriterier for passivhus og lavenergibygg – Yrkesbygg. Før dette ble det bygget passivhus som fungerte som forbildeprosjekter for Enova. Kravene har økt siden den gang ettersom for eksempel prosjektrapport 42 hadde TEK 07 som utgangspunkt. Dagens NS 3701 har til sammenligning TEK 10 å forholde seg til.

Standardene tar for seg varmetap, oppvarmingsbehov, kjølebehov, energibehov til belysning og energiforsyning samt minstekrav til enkelte bygningskomponenter. Standardene gir også krav til lekkasjetall, prøvingsmetoder, målemetoder og rapportering av energiytelsen ved ferdigstilling for yrkesbygninger. Det kan sertifiseres etter to nivåer; passivhus og lavenergibygning. Det stilles strengest krav til passivhus. Begrepet lavenergibygning har mindre utbredelse. NS 3701 kalles ofte bare passivhusstandarden selv om den like mye tar for seg lavenergibygninger.

Dersom et bygg tilfredsstiller kravene til enten passivhus eller lavenergihus vil dette være en sertifisering som har de samme effektene som ved sertifisering etter BREEAM. For eksempel kan det være enklere å finne leietakere/kjøpere når bygget oppfattes som miljøvennlig. Sertifiseringen indikerer også lavere energikostnader.

Norsk standard for bærekraftige byggverk

NS-EN 15643 (-1-4) 2012 er en serie på fire standarder som vurderer bærekraften i byggverk. Den første (NS-EN 15643-1 2012) er generell, de tre siste vurderer henholdsvis miljømessig, samfunnsmessig og økonomisk prestasjon. Tilsammen utgjør disse tre dimensjonene en total vurdering av bygget i et bærekraftperspektiv. Å benytte disse standardene er frivillig. Det er ikke et spesifikt myndighetskrav å vurdere bærekraften til en bygning. Dersom det likevel skal gjøres er disse standardene et egnet verktøy. Serien er utviklet av CEN, en europeisk standardiseringsorganisasjon. Standarden er siden oversatt til norsk uten vesentlige endringer. Det blir ikke gitt poeng eller noen form for vektning av indikatorer. Standardene er altså ikke egnet til å skille bygg som er godkjent etter denne serien.

Serien beskriver hva som skal vurderes og hvordan det skal kommuniseres. De forklarer ikke hvordan noe skal vurderes. For å få til dette må det blant annet brukes andre standarder.

Energimerkeordningen

I 2010 ble det et krav om at alle boliger og yrkesbygg som skal selges eller leies ut skal ha en energiattest. Denne skal gi kjøper eller leietaker en indikasjon på energiforbruket og samtidig tydeliggjøre hvor miljøvennlig energien som brukes er. Først beregnes hvor mye levert energi som behøves i henhold til NS 3031. Dette gir grunnlag for å fastsette en karakter, se tabell 3 for grenser for et utvalg av bygningstyper.

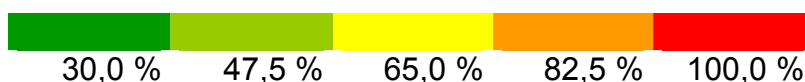
Tabell 3 Energigrenser i energimerkeordningen for utvalgte bygningstyper. (NVE, 2011)

Bygningskategori	Levert energi pr m ² oppvarmet BRA (kWh/m ²)						
	A	B	C	D	E	F	G
	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	Lavere enn eller lik	
Barnehager	90	135	180	228	276	414	Ingen grense
Skolebygg	79	118	158	208	259	389	Ingen grense
Universitets- og høyskolebygg	95	143	191	240	289	434	Ingen grense
Idrettsbygg	109	164	218	272	325	488	Ingen grense

Videre vurderes det hvor denne energien kommer fra. Energi fra elektrisitet og fossilt brennstoff vurderes som negativt og det gis en farge etter andelen som vist i tabell 4.

Tabell 4 Grenser for andel miljøfiendtlig energikilde. (NVE, 2011)

Oppvarmingskarakter



For yrkesbygg skal også reelt forbruk oppgis.

For energimerkeordningen er det levert energi per m² som vurderes. I forskriftene for øvrig stilles kravene til forbruk per m². Det kan være en vesentlig forskjell på å vurdere levert energi og forbruk av energi. Det er ved bruk av for eksempel varmepumper mulig å redusere levert energi uten at forbruket går ned.

NS 3031 - Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data

Dette er ikke en standard som tar for seg bærekraft. Standarden gir grunnlag for å beregne energibehov for bygg. Metoden gitt i denne standarden brukes i alle tilfeller hvor energibehov er nødvendig å beregne. Derfor er denne standarden svært viktig.

Standarden baserer seg på at man bruker standardiserte verdier for alt. Driftstid og interne belastninger som belysning, teknisk utstyr og varme fra personer er blant de viktigste. Dermed vil alle bygg av samme type vurderes etter samme kriterier. Disse kriteriene er basert på normalverdier og trenger ikke å representere bruken i den faktiske bygningen.

2.4 Kommersielle ratingsystemer

I den senere tid har det kommet kommersielle systemer for vurdering av blant annet bærekraft i bygg. Hastings & Wall (2012) nevner fire generelle metoder for å vurdere bærekraft hvor Berardi (2012) ser ut til å tolke de tre første som en uttømmende kategorisering av systemene som finnes per 2012:

- Kumulativt energibehov (CED)
- Livssyklusanalyser (LCA)
- Total kvalitetsanalyse (TQA)
- Metoden arkitektur for bærekraftighet (ATS)

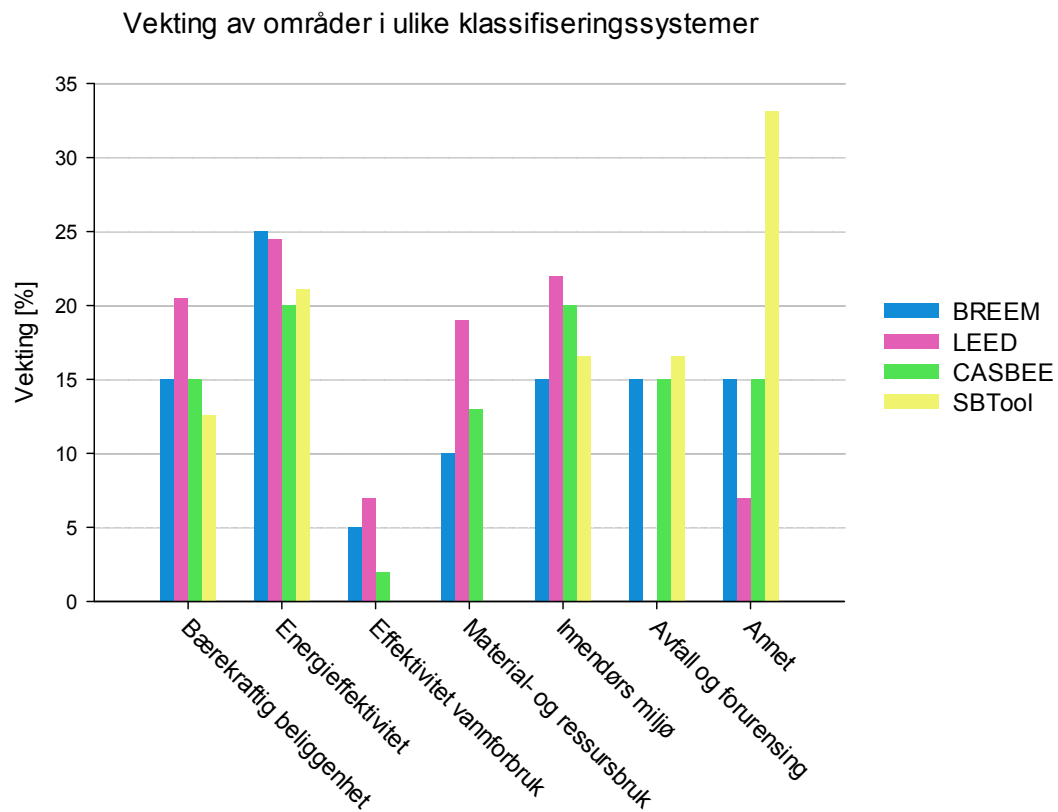
Det kommer frem av Hastings & Wall (2012) sin kategorisering at det er kun er TQA-analyse som tar for seg alle aspektene ved bærekraft. Bruk av frivillige systemer er til en viss grad drevet av verdien en vurdering av bygget gir. (Mlecnik, Visscher, & van Hal, 2010) Dette kan igjen styre hvilke indikatorer man bruker i et system. Det kan for eksempel være å gi mye poeng for god ventilasjon da dette er noe kundene ønsker uansett. Avfallshåndtering i byggeprosessen kan derimot være mindre prioritert for en sluttbruker. Dette vil kunne skade et systems fokus på total bærekraft. I tillegg vil verdien ligge i den endelige klassifiseringen og man vil oftest velge de enkleste poengene for å oppnå nødvendig poengsum. Det er få som oppnår mange poeng over ønsket klassifisering. (Berardi, 2012, gjengitt etter King & Toffel, 2007)

Det finnes mange systemer og flere som regnes som mer eller mindre internasjonale. Et utvalg av disse er beskrevet kort i tabell 5. I Norge er det BREEAM, med en nasjonal tilpasning, som har fått desidert størst utbredelse. Informasjonen er hentet fra systemenes offisielle nettsider 11. februar 2013. På grunn av rask vekst spesielt for BREEAM og LEED vil tallene raskt være utdatert.

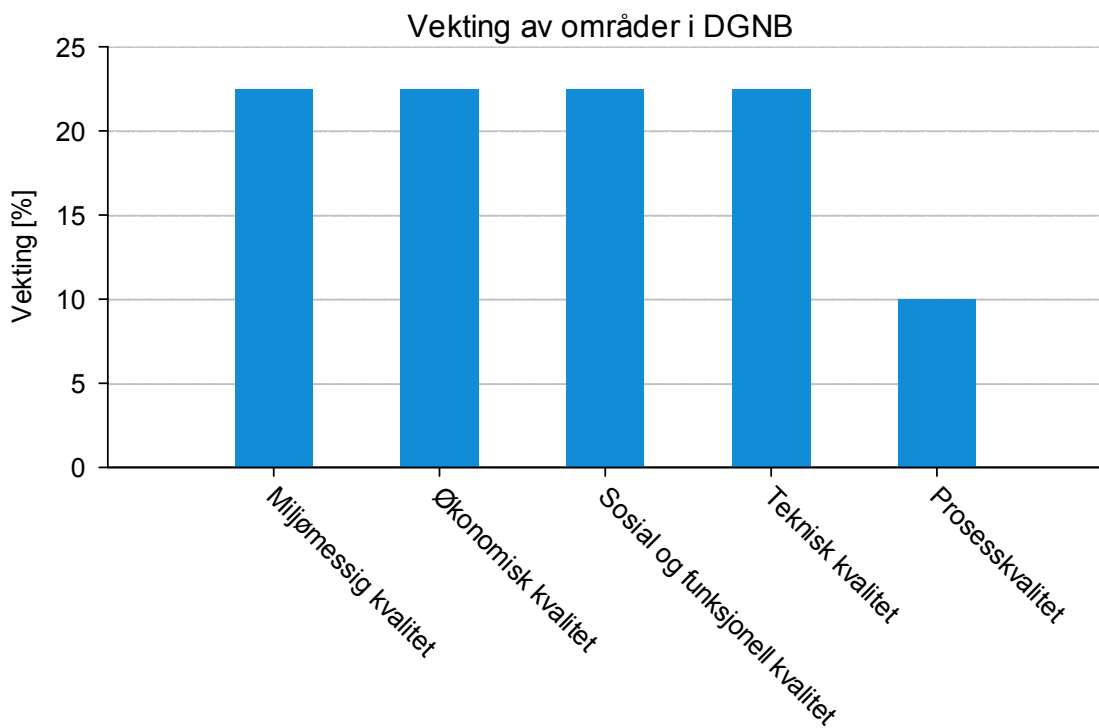
Tabell 5 Nøkkeltall for noen utvalgte klassifiseringssystemer. Tall fra systemenes egne nettsider.

System	Opphavsland	Utbredelse	Lansert	Oppdeling
BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method	Storbritannia	200 000 bygg sertifisert i 36 land	1990	10 områder med totalt 83 emner (BREEAM-NOR)
LEED - Leadership in Energy and Environmental Design	USA	135 land	1998	13 områder med totalt 62 emner (skolebygning)
CASBEE - Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency	Japan		2004	6 områder, ca 102 emner
SBTool	Canada		1998	8 områder, 29 emner
DGNB - Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen	Tyskland	190 sertifisert i 25 land	2007	6 områder, 49 emner

Berardi (2012) har laget en oversikt over vektingen i ulike systemene, et utdrag er presentert i figur 7. Det er problematisk å innarbeide DGNB i samme diagram, derfor er vektingen av dette systemet presentert i figur 8. Det er tydelig at det er visse forskjeller mellom systemene.



Figur 7 Vekting av områder i utvalgte klassifiseringssystemer (Berardi, 2012)



Figur 8 Vekting av områder i klassifiseringssystemet DGNB (DGNB, 2010)

2.4.1 BREEAM

BREEAM står for Building Research Establishment's Environmental Assessment Method. Det er et miljøklassifiseringssystem for bygg. Det ble lansert i Storbritannia i 1990 av Building Research Establishment Ltd, en uavhengig organisasjon. BREEAM er det første ordentlige forsøket på et miljøklassifiseringssystem (Alyami & Rezgui, 2012). Siden den gang har det kommet en rekke revisjoner og endringer i Storbritannia. Første utgave som dekket undervisningsbygg kom i 2008, per i dag er det versjon 4.1 fra mai 2012 som gjelder for undervisningsbygg. I tillegg er det gjort nasjonale tilpasninger i Nederland, Norge og Spania mens Sverige og Tyskland arbeider med egne versjoner. Det er også utarbeidet noen dokumenter som gjør det mulig å sertifisere etter BREEAM også i andre land.

BREEAMs målsettinger:

- Å redusere byggs påvirkning på miljøet
- Å gjøre det mulig å gjenkjenne bygg ut ifra dets miljøstandard
- Å tilby troverdig miljøklassifisering og –sertifisering for bygg
- Å stimulere etterspørselen etter bærekraftige bygg

(NGBC, 2012, s. 8)

Formålet med BREEAM:

- Gi anerkjennelse i markedet til bygg med lav belastning på helse og miljø
- Sikre at beste miljøpraksis blir innarbeidet i bygg
- Fastsette kriterier og standarder som overgår de som kreves ved forskrift, og utfordre markedet til å utvikle innovative løsninger som minimerer byggs miljøpåvirkning
- Bevisstgjøre eiere, brukere, designere og de som drifter byggene om fordelene ved bygg med høy miljøstandard
- Støtte virksomhetenes prioritering av samfunnsansvar og dokumentere framgang i forhold til miljø

(NGBC, 2012, s. 8)

I Storbritannia har de laget 8 håndbøker for ulike typer bygg, som for eksempel undervisningsbygg, kontor, butikker, fengsler og lignende. I tillegg er det en håndbok kalt BREEAM Bespoke som gjør det mulig å ta for seg bygg som ikke dekkes av disse kategoriene.

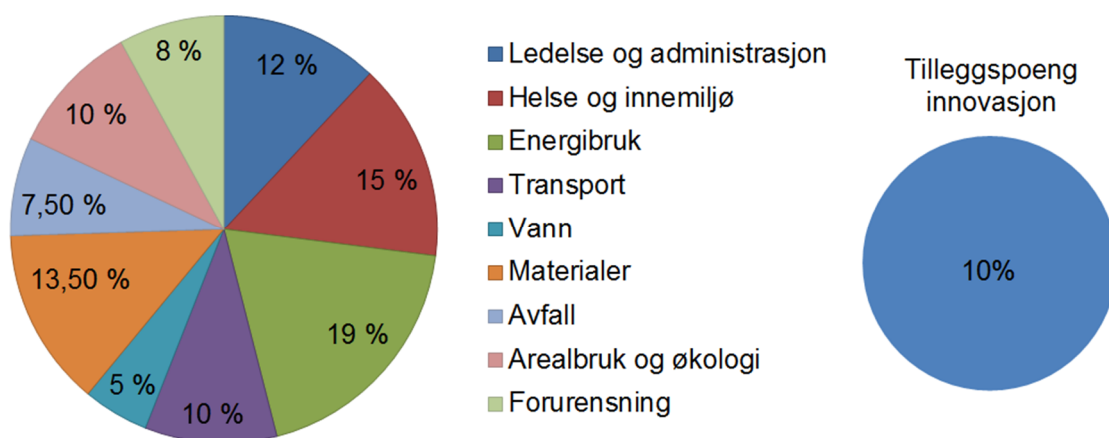
BREEAM er designet for å være fleksibelt. (Mistry, 2007) Det stilles få minimumskrav, altså står utbygger fritt til å gjøre egne prioriteringer. Enten etter hva de mener er viktig, eller hva som er mest hensiktsmessig i det aktuelle prosjektet. I tillegg er strukturen godt egnet for å gjøre nasjonale tilpasninger. Land har ulike behov og fokus for å sikre en bærekraftig utvikling, og dette kan gjøres gjennom å fjerne, legge til eller endre emner eller å justere vektlegging.

BREEAM i Norge

Byggenæringen i Norge ønsket å ha et system å forholde seg til for miljøklassifisering av bygg. I starten av 2010 ble det besluttet å innføre BREEAM. Hovedalternativet var LEED. Blant annet Lillegraven & Løvik (2009) anbefalte BREEAM fordi det var et bedre utgangspunkt for tilpasning til norske forhold. Norwegian Green Building Council (NGBC) gav etter tillatelse fra BRE Global Ltd. ut den norske utgaven av BREEAM i 2012. Dette er per i dag eneste utgave i Norge og inneholder informasjon for å sertifisere bygningstypene varehandel, kontor, industri og utdanning. Bygninger som ikke ligger under disse kategoriene kan bruke BREEAM International Bespoke (internasjonal utgave).

Bygningstypen undervisning er nærmere beskrevet i håndboken. Generelt er alt fra barnehager til universiteter og videreutdanning inkludert. Romtyper som er vanlige i disse byggene er nevnt, dersom mindre deler av bygget er til andre formål kan bygget fortsatt vurderes i kategorien undervisning. Per februar 2013 har 11 % av byggene som er registrert for BREEAM-sertifisering siden den norske utgaven kom vært undervisningsbygg. (NGBC, 2013)

Håndboken er delt inn i ti områder hvorav de ni første til sammen er vektet 100 %, i tillegg er det mulig å motta ytterligere 10 % for innovasjon. Dette er vist i figur 9 og vektingen gjelder for prosjekter som dekkes av BREEAM med unntak av innredningsarbeider.



Figur 9 Vekting av områder i BREEAM (NGBC, 2012)

Det er mulig å sertifisere nybygg, tilbygg, innredningsarbeider og større rehabiliteringer. Det er det endelige bygget og prosessen som ligger bak som blir sertifisert. Mange poeng er avhengige av prosjekterings- og byggeprosessen. En BREEAM-sertifisering er derfor noe som bør besluttes tidlig.

Det er 83 emner i den norske utgaven, et eksempel er vist i figur 10. Figuren viser et utsnitt av emnet Man 13.7 – Delt bruk, et av 14 emner innenfor området Ledelse og administrasjon (Man).

Ant. poeng tilgj.				Emne	Minstestandard				
Vareh.	Kontor	Indust.	Utdan.		P	G	VG	E	O
2	2	2	2	Man 13.7 – Delt bruk	-	-	-	-	-

Mål

Å gjenkjenne og fremme aksept for fleksibelt bygningsdesign som legger til rette for, og øker muligheten for delt og/eller endret bruk, uten kostnad.

Vurderingskriterier

Figur 10 Lite utsnitt fra håndboken i BREEAM av emnet Man 13.7. (NGBC, 2012)

Vurderingskriteriene for henholdsvis ett og to poeng er gitt. Ofte må første poeng være oppnådd før flere poeng kan oppnås. I tillegg er det angitt såkalte samsvarskriterier. Disse kan begrense gyldigheten av emnet. Man 13.7 gjelder for eksempel ikke barnehager. Det betyr at dette emnet trekkes ut av totalt mulige poeng sånn at emnet ikke påvirker det endelige resultatet. Det er også gitt en oversikt over nødvendig dokumentasjon for emnet og eventuell tilleggsinformasjon.

Når alle poengene er kartlagt kan de fylles inn i et skjema som vist i tabell 6. Her beregnes andelen oppnådde poeng i forhold til mulige poeng for hvert område. Deretter multipliseres andelen oppnådde poeng med vektingen for det aktuelle området. Summen av disse såkalte områdepoengene gir endelige BREEAM-poeng. Poengene antyder en klassifisering etter disse grensene:

Tabell 6 Poenggrenser i BREEAM. (NGBC, 2012)

BREEAM-NOR nivåer	% poeng oppnådd
Pass	≥30
Good	≥45
Very good	≥55
Excellent	≥70
Outstanding	≥85

Det er også visse minstekrav for å oppnå de ulike nivåene, i tillegg til noen tilleggskriterier for nivået outstanding.

BREEAM-kategori	Oppnådde poeng	Tilgjengelige poeng	% av oppnådde poeng	Områdevektning	Områdepoeng
Ledelse	12	17	70%	0.12	8.47%
Helse og innemiljø	15	19	79%	0.15	11.84%
Energi	12	24	50%	0.19	9.50%
Transport	5	9	55%	0.10	5.55%
Vann	5	9	55%	0.05	2.77%
Materialer	6	12	50%	0.135	7.00%
Avfall	3	7	43%	0.075	3.21%
Arealbruk og økologi	4	10	40%	0.10	4.00%
Forurensning	5	12	42%	0.08	3.36%
Innovasjon	1	10	10%	0.10	1%
Endelige BREEAM-poeng				56.7%	
BREEAM-klassifisering				Very Good	
Minstestandarder for klassifiseringen 'Very Good'				Oppnådd?	
Hea 4 - Høyfrekvent belysning				✓	
Man 1 - Teknisk driftsstart				✓	
Mat 1 - Materialspesifikasjon (unngå miljøgifter)				✓	
Man 4 - Brukerveileder				✓	
Hea 8 - Ventilasjonsløsning for å sikre innendørs luftkvalitet				✓	
Hea 9 - Forurensning i innemiljø				✓	

Figur 11 Utsnitt fra BREEAM-håndboken, eksempel på poengutregning. (NGBC, 2012)

Endelig poenggivning gjøres av en tredjepart. Dette er såkalte revisorer som er godkjent for den type arbeid av NGBC.

2.5 Arealeffektivitet

Det finnes ikke noen offisiell definisjon av arealeffektivitet. (Rambøll, 2008) Likevel er det et mye brukt uttrykk både fra det offentlige og det private næringsliv. Indikatorene som brukes viser at det er ulike oppfatninger om hva som er fokus. SINTEF Byggforsk og Statens bygningstekniske etat (2009) skriver: «God arealeffektivitet betyr lite forbruk av arealer i forhold til virksomheten.» Med dette forstås det at mest mulig virksomhet på minst mulig areal vil være arealeffektivt. En forenkling er å bruke for eksempel kvadratmeter per arbeidsplass som indikator uten å ta hensyn til i hvilken grad disse plassene er i bruk.

Arealøkonomisering er også et lignende uttrykk som er noe snevrere. Også her mangler det en allmenn definisjon. En definisjon som Rambøll (2008, s. 15) har fått fra et internt notat i Sør-Trøndelag fylkeskommune er: «Ytre og indre areal disponeres på en slik måte at det

totalt sett er mest lønnsomt når alle fordeler og ulemper er veid mot hverandre.» For denne oppgaven som skal se på bærekraften er det naturlig å bruke begrepet arealeffektivitet.

Med bakgrunn i ulik litteratur som bruker begrepet arealeffektivitet defineres generell arealeffektivitet som:

$$\text{Araleffektivitet} = \frac{\text{Virksomhet}}{\text{Areal}}$$

Slette (2012) har sett på arealeffektivitet i kontorbygg, han brukte arbeidsplass tetthet (nettoareal per arbeidsplass) som en indikator for arealeffektivitet. Dette er det inverse av arealeffektivitet, men er et naturlig valg på grunn av den praktiske nytten tallet gir. Det finnes mange typer undervisningsbygg og mange ulike typer arealer. Det gjør det nødvendig med et langt større indikatorsett for å måle arealeffektivitet presist. Det enkleste er å måle areal per barn/elev/student.

Hvorfor bygge arealeffektivt?

Det er mange grunner til å oppnå høy arealeffektivitet og fokuset kan være veldig forskjellig. Flere grunner har ingen sammenheng med bærekraft. En av dagens største miljømessige utfordring er at det bygges større enn nødvendig. Økt arealeffektivitet er både miljøvennlig og kostnadsbesparende (KRD, 2009).

Miljøvennlig

KRD (2012) nevner arealeffektiviteten som en faktor som påvirker et bygg sin miljøpåvirkning. Høy arealeffektivitet gir mindre bygningsmasse. Det gir lavere materialforbruk og mindre fotavtrykk på eiendommen eller mulighet for økt fortetting. Økt fortetting har flere påvirkninger på miljøet. Påvirkningen på naturen begrenses til et mindre område. I tillegg vil behovet for transport reduseres som følge av mindre avstander.

Energieffektivitet hører til under miljøkonsekvenser, samtidig som det påvirker økonomien i stor grad. Av den grunn er gjerne energibruk behandlet for seg selv. En kompakt bygningskropp gjennom en arealeffektiv planløsning reduserer varmetapet. (SINTEF Byggforsk/ Statens bygningstekniske etat, 2009) Det er likevel langt flere former for energibruk. NS 3031 har laget en inndeling av energien som brukes i bygninger. Denne er vist i figur 12. Slette (2012) har sett på hvordan blant annet disse postene endrer seg med økt arealeffektivitet. Konklusjonen er at økt arealeffektivitet fører til et lavere ressursforbruk, det samme kan sies om energiforbruket.

Energipost	Energibehov kWh/år	Spesifikt energibehov kWh/(m ² ·år)
1a Romoppvarming		
1b Ventilasjonsvarme ^a		
2 Varmtvann		
3a Vifter		
3b Pumper		
4 Belysning		
5 Teknisk utstyr		
6a Romkjøling		
6b Ventilasjonskjøling		
Totalt netto energibehov, sum 1 - 6		
Utendørs ^b		

Figur 12 Ulike kategorier for inndeling av energibruk. (Standard Norge, 2011)

Økonomisk

«Høy arealeffektivitet medfører lavere antall m² per ansatt og gir følgelig lavere investerings- og driftsutgifter, eller leiekostnader.» (Arge & Landstad, 2002, s. 139) Rambøll (2008) skriver at areal er den viktigste variabelen knyttet til investeringer i nye skolebygg. Det er liten tvil om at det i teorien vil være mer lønnsomt med en arealeffektiv bygging og bruk.

Eksisterende indikatorer for arealeffektivitet i undervisningsbygg

Indikatorer for arealeffektivitet i barnehager

Barnehageloven av 1995, Del 3 - *Merknader* angir en norm på 4 m² lekeareal inne per barn over 3 år og omtrent 1/3 mer for barn under 3 år. Utendørsarealet (til lek) bør være omtrent seks ganger så stort. Ved friluftsbarnehage kan dette reduseres, men det må vurderes av godkjenningmyndighetene. Altså ser normen ut til å fungere som et minimumskrav. Trondheim kommune (2005) bruker begrepet «storbarnsekvivalenter», altså regnes antall barn om til antall storbarnsekvivalenter for å regne ut arealbehov. Øvrig areal i barnehagen har Trondheim kommune (2005) erfaringstall for og kommenterer at disse arealene er nokså konstante for en vanlig barnehage. Andre kommuner, eventuelt fylker, har utviklet lignende rapporter for utvikling av sine barnehager.

Indikatoren som brukes for det inverse av arealeffektivitet er altså lekeareal (inne eller ute) per storbarnsekvivalent. Så lenge det finnes en norm som fungerer som minstestandard er det lite mulighet for å redusere arealet i barnehager ved gode planløsninger.

Indikatorer for arealeffektivitet i skoler

Nord-Trøndelag fylkeskommune (2005) har angitt arealbehov i videregående skoler. Arealbehovet er angitt i forhold til antall elever, lærere og ansatte for hver type areal. Et utvalg av dette er vist i tabell 7.

Tabell 7 Eksempel på mulige indikatorer med verdier for arealbehov i den videregående skolen. (Nord-Trøndelag fylkeskommune, 2005)

	Romtype	Arealbehov
A Alminnelige rom	Teorirom	2,5 m ² per elev
B Spesialrom	Spesialrom (gymsal og yrkesfaglige rom)	Henvises til bla. «Framtidens skoler i Nordland»
C Administrasjon og spesialrom	Kontorer	15 m ² per arbeidsplass
	Arbeidsrom lærere	6 m ² per lærer
	Garderobe for ansatte som ikke har eget kontor	0,6 m ² per ansatt
	Toalett	0,2 m ² per ansatte
	Spiserom	1,5 m ² per ansatt + kjøkken 5 m ²
D Servicerom	Bibliotek	40 m ² + 0,40 m ² per elev
	Kantine	50 m ² + 0,45 m ² per elev
	Toaletter	0,2 m ² per elev
	Elevrådkontor	15 m ²
E Driftsrom	Renhold	10 m ² + 0,1 m ² per elev
	Vaktmester	10 m ² + 0,1 m ² per elev
	Søppel	5 m ² + 0,01 m ² per elev
	Lager	20 m ² + 0,05 m ² per elev
F Trafikk og konstruksjonsareal	Trafikk- og konstruksjonsareal	45 % av det overnevnte
G Spesielle arealer	Andre formål enn undervisning for eksempel boliger, internat osv.	

Samtidig legger de til grunn 2,25 lærere per klasse og 3,25 ansatte per klasse. Med en fast klassestørrelse kan alle arealer regnes om til størrelse per elev som kan fungere som en god indikator for arealbruket på en skole. Kristiansand kommune (2001) har også gjort noe lignende, men kommenterer at det ser ut som et detaljert romprogram har gjort at fullførte prosjekter har fulgt romprogrammet i så stor grad at fokuset ikke har ligget på totalrammen.

Stavanger kommune (2012) bruker antall klasserom som målestokk for elevkapasiteten på skolen. Det har de valgt til tross for at begrepet «klasser» er fjernet fra opplæringsloven og skolene står mer fritt til hvordan de organiserer elevene. Kristiansand kommune gikk over til å bruke elevtall som målestokk for arealer i 2001. (Kristiansand kommune, 2001) De bruker nå terskelverdier i forhold til antall paralleller, men måler også i forhold til elevantall. (Kristiansand kommune, 2010)

I opplæringsloven § 9-5 står det: «(...)Til vanleg bør det ikkje skipast grunnskolar med meir enn 450 elevar». Stavanger kommune (2012) skriver likevel at det ser ut til at omtrent 500 elever ser ut til å gi den mest effektive driften. Kristiansand kommune (2010) skriver at begrunnelsen for loven er at store skoler skal gi dårligere rammebetingelser for læring enn mindre skoler. De har selv sett på forskning på dette og finner lite holdepunkter for påstanden. Selv ønsker de å utnytte fleksibiliteten og stordriftsfordelene ved større skoler, i alle fall på ungdomstrinnet. Sollien (u.d.) har også sett på forskningen som foreligger om

skolestørrelse og kvalitet på skolen og ikke klart å finne forskning som gir sterke konklusjoner i noen retning. I rapporten hennes over forskning frem til omtrent 2008 ser det ut til å ha lite å si for den totale kvaliteten. Lovverket ser altså ut til å begrense effektive løsninger uten god grunn.

Kvaliteten på eksisterende indikatorer

Det er to faktorer som påvirker arealeffektiviteten:

- Arealet
- Driftstiden og gjennomsnittlig utnyttelse

En måte å øke arealeffektiviteten på er dermed å bygge mindre til uendret bruk. En annen måte er å øke tiden og antall som bruker arealene. Figur 3 viste at skolebygg ble brukt 50 timer i uken. Nord-Trøndelag fylkeskommune (2005) tok utgangspunkt i at utnyttelsen av teorirommene er 80 %. Hvis man antar at resten av rommene brukes 80 % av tiden, noe som trolig er alt for høyt, er den reelle utnyttelsen av en skole 40 timer ($50 \times 0,8$) i uken. NS 3701:2012 bruker en tilstedeværelse i primærareal for videregående skoler på 60 % som gir en utnyttelse på 30 timer.

Enova (2012) skiller i en rapport om energieffektivisering i norske bygg mellom teoretisk, teknisk, økonomisk og realistisk potensiale. Dette kan også brukes for arealeffektivisering.

Verken indikatorene for barnehager eller skoler angir arealeffektivitet direkte. Det er indikatorer for arealbehov basert på bruken ved maksimal belastning, altså for eksempel timene midt på dagen hvor alle barnene er i barnehagen. Likevel er det de eneste indikatorene som kan relateres til arealeffektivitet. Derfor kan det senere være nyttig å utarbeide et indikatorsett for arealeffektivitet i undervisningsbygg.

Fokus på arealeffektivitet i undervisningsbygg

«Eksisterende organisering av eiendomsforvaltning og økonomisk rammetildeling basert på historiske forutsetninger, gir svært få organisasjonsmessige og økonomiske incitament til reell arealeffektivisering i den enkelte virksomhet.» (Nord-Trøndelag fylkeskommune, 2005, s. 35)

Dette er nok et vanlig problem i kommunal og statlig sektor. Som det har kommet frem tidligere finnes det ofte normer for hvilke størrelser som skal bygges. Med slike normer er det ikke insentiver for å få til arealeffektive løsninger.

Til nå har oppgaven dreid seg mest om å redusere areal fremfor å øke driftstiden i bygg. Det samsvarer godt med det fokuset som tilsynelatende er i dag. Det meste av litteratur som nevner arealeffektivitet som et virkemiddel skriver ikke om hvordan det skal oppnås og lite om hvorfor de ønsker å oppnå det.

2.6 Tilpasningsdyktighet

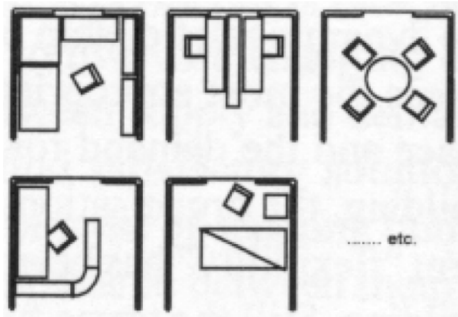
Tilpasningsdyktighet har stor betydning for arealeffektivitet og mulighetene for delt bruk. Gosling, Sassi, Naim & Lark (2013) skriver at tilpasningsdyktige bygninger er et virkemiddel for bærekraft. De tre begrepene som til sammen representerer tilpasningsdyktighet for bygninger forklares og deretter sees det på hvordan de påvirker arealeffektiviteten.

Ulike begrep

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.» (Arge & Landstad, 2002, s. 18)

I generalitet legger forfatterne ting som ommøbleringer, inkludert utskiftning av innredning, se figur 13. Begrepene funksjonell fleksibilitet eller bruksfleksibilitet kan også brukes. Generalitet kan deles videre inn etter hvor store forandringer som må gjøres for endret bruk. Det vil være mulig å endre bruk uten noen forandring som ved at møte- og lunsjrom kan brukes om hverandre. Det er også mulig å gjøre små endringer som ved å gjøre forelesningssal om til lokalkino på kveldstid, for eksempel med tepper for å justere etterklangstiden.

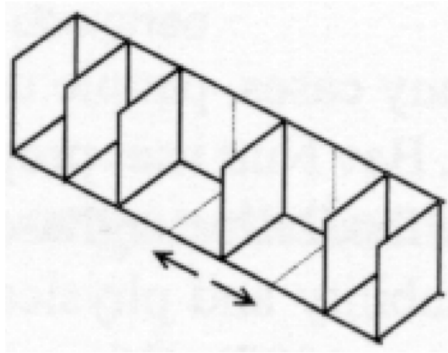


Figur 13 Eksempler på generalitet. (Arge & Landstad, 2002)

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.» (Arge & Landstad, 2002, s. 18)

Her menes at det gjøres mindre endringer på bygningens konstruksjon, som for eksempel endring av lettvegger. Se figur 14. Begrepet fysisk fleksibilitet kan også brukes om det samme.

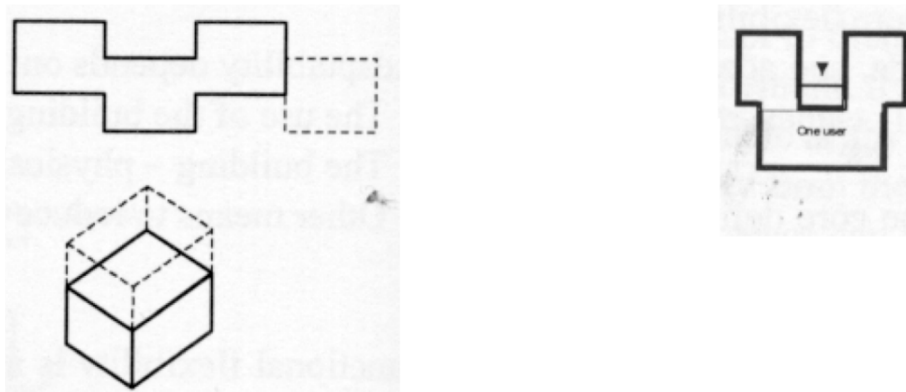


Figur 14 Eksempel på fleksibilitet. (Arge & Landstad, 2002)

Elastisitet

«Med elastisitet menes mulighetene for tilvekst til (økning av bruksareal) eller underoppdeling av (reduksjon av bruksareal) arealene i en bygning.» (Arge & Landstad, 2002, s. 18)

Dette er påbygg, ekstra etasjer eller sammenslåing/oppdeling av arealer i ulike seksjoner, se figur 15.



Figur 15 Eksempler på elastisitet. (Arge & Landstad, 2002)

Disse begrepene har blitt godt innarbeidet i Norge. I Storbritannia ser det ut til at også begrepene fysisk-, funksjonell- og finansiell fleksibilitet er vanlig. (Gibson, 2000) (Arge & Landstad, 2002)

Tilpasningsdyktighet sin påvirkning på arealeffektivitet

For å øke lesbarheten er disse vurderingene plassert her fremfor i diskusjonskapittelet.

Generalitet

Ved å ha arealer som er egnet ulik bruk kan arealene få en høyere utnyttelse. Når et areal er tilpasset ulik bruk er det større sjanse for at arealet kan brukes en større del av dagen. Ved å øke antall timer per dag et areal brukes kan arealeffektiviteten økes betraktelig. Dette er trolig den enkleste måten å øke arealeffektiviteten på.

Dersom arealene trenger små endringer for å endre bruk øker terskelen for hvor hurtig bruken endres. Å flytte på bord/pulter kan muligens fungere på daglig basis. Man forbinder gjerne generalitet med planløsningen, men innredningen kan også ha større eller mindre grad av generalitet. Høy generalitet på innredningen kan øke bruken og dermed arealeffektiviteten til det spesifikke arealet. Det kan til en hver tid innredes til det som er mest arealeffektivt for driften.

Fleksibilitet

Endringer som beskrives under fleksibilitet vil være for omfattende for daglige endringer. Dermed vil fleksible løsninger ikke ha en betydning for delt bruk, som er fokuset for denne oppgaven. Likevel vil fleksibilitet ha stor betydning for arealeffektivitet forøvrig. Gosling et al. (2013, gjengitt etter Duffy, Brown & Gorman, 1990) påstår at vi arbeider i kontorer som er bygget etter gamle idealer om hvordan kontorer skal være. Selv om det muligens har endret seg og det kanskje bygges etter dagens idealer etter hva som er beste praksis vil bruken endre seg gjennom et hvert byggs levetid. Derfor vil fleksibiliteten ha en stor betydning; for å tilpasse byggets indre utforming ettersom bruken endrer seg. God arealeffektivitet er helt avhengig av at utformingen er tilpasset bruken.

Elastisitet

Elastisitet representerer stort sett endringer som krever en del tid og ressurser, men det er ikke definert sånn. Det er mulig å seksjonere arealer på daglig basis. Et firma kan disponere møterom, spiserom, toaletter osv på dagtid mens et annet firma disponerer arealet på kveldstid. Gjerne i tillegg til egne arealer. Dette eksempelet er vist i figur 16.



Figur 16 Eksempel på delt bruk i elastisk bygning.

Ofte bygges det større enn nødvendig for å være forberedt på økt bruk, for eksempel økt elevtall. Det går ut over arealeffektiviteten om ikke arealet tas i bruk av andre. Å kunne seksjonere ut ekstra areal en periode er da en fordel. En annen mulighet er å gjøre bygget enkelt å bygge på når behovet oppstår, gjerne med mulighet for å seksjonere ut en del om behovet reduseres. I forhold til arealeffektivitet er det essensielt å ikke ha større arealer enn behovet skulle tilsi. Da er et byggs elastisitet avgjørende.

2.7 Fordelingen av ressursbruk

For å kunne vurdere miljøpåvirkningen er det nyttig å dele opp ressursene som brukes i poster. Energibruken ble vist i figur 12, kapittel 2.5. Andre ressurser må også kartlegges. I tillegg til energiposter bruker Slette (2012) kategoriene vann, materialer, avfall og forurensning. Dette er basert på inndelingen i BREEAM. I tillegg har BREEAM med transport som er indirekte ressursforbruk for en bygning, og arealbruk og økologi. Arealene bygget opptar er absolutt en ressurs som forbrukes, her vil hvordan arealet brukes og mengden ha en betydning. Dette gir en total inndeling av ressursene basert på NS 3031 og BREEAM:

- Energi
 - Oppvarming
 - Romoppvarming
 - Ventilasjonsvarme
 - Varmtvann
 - Vifter og pumper
 - Vifter
 - Pumper
 - Belysning
 - Teknisk utstyr
 - Kjøling
 - Romkjøling
 - Ventilasjonskjøling
- Transport
- Vann
- Materialer
- Avfall
- Arealbruk og økologi

2.8 Delt bruk

2.8.1 Begreper

Det er flere ulike begrep for å bruke den samme bygningsmassen. Det er ikke alltid like lett å forstå forskjellen, det virker som begrepene brukes om hverandre. I dette kapittelet er begrepene beskrevet slik de trolig er ment brukt.

Norske begrep

Sambruk

«Sambruk betegner bruk av område eller bygning/anlegg til samme formål, av ulike brukergrupper, i regelen til ulike tider.» (Forsvarsdepartementet, 1996) For at et areal skal være tilpasset sambruk trenger det altså ikke være tilpasset ulik bruk. Det er et stort fokus på sambruk ved utvikling av nye skoler og det er nevnt som et viktig punkt flere steder (Trondheim kommune, 2005) (Nord-Trøndelag fylkeskommune, 2005) (Rambøll, 2008).

Flerbruk

«Flerbruk betegner bruk av område eller bygning/anlegg til ulike formål. Flerbruken kan foregå samtidig eller til ulike tider, på de samme eller ulike deler av området.» (Forsvarsdepartementet, 1996) For flerbruk må altså arealene være tilpasset ulik bruk. Flerbruk er et mindre utbredt begrep, og det virker som fokuset ligger mer på sambruk. Det er naturlig ettersom man oppfatter et areal til å være tilpasset et formål og bruker det deretter.

Delt bruk

Delt bruk er et mindre brukt begrep, og det er ikke funnet en definisjon av begrepet. Det er likevel begrepet som brukes i den norske håndboken for BREEAM og derfor viktig for denne oppgaven. Ut fra ordlyden og konteksten begrepet er brukt i ulike dokumenter konkluderes det med at delt bruk er summen av flerbruk og sambruk. Delt bruk blir dermed:

«Bruk av et område, bygning eller anlegg til samme eller ulik bruk enten samtidig eller til ulik tid.» Inkludert i dette er at bare deler av en bygning deles.

Samsvarende bruk

Begrepet brukes i emnet Tra 3 – Alternative transportformer muligens om å dele ulike ressurser som sykkelparkering og garderobes. Samsvarende («compliant») betyr i programvaresammenheng at programmet kan brukes av flere maskiner. Samme betydning kan det også ha i denne sammenheng, en fasilitet kan brukes av flere brukergrupper. Dermed kan uttrykket tolkes som et synonym til delt bruk, eventuelt kun sambruk. Det er ikke funnet flere enn håndboken i BREEAM som bruker samsvarende bruk i den sammenheng. Håndboken bruker begrepet samsvarende også i andre sammenhenger hvor tilfredsstillende ville kunne fungert som synonym. Det anbefales ikke å bruke dette begrepet

i sammenheng med delt bruk. Begrepet i håndboken stammer fra begrepet «compliant» og indikerer heller trolig at fasilitetene skal være i henhold til gjeldende krav.

Blandet bruk

Blandet bruk er at man i et område eller bygning har forskjellige funksjoner. Den vanligste formen er butikker på første plan og boenheter over. Her deles altså ikke arealene mellom to aktører, men bygningskroppen deles gjerne. Brukes kun når det er forskjellige funksjoner, altså ikke når en bygning består av flere ulike boenheter selv om det er flere brukere. Ettersom arealer ikke deles vil blandet bruk ikke være et tema i denne oppgaven. Likevel kan det ved blandet bruk være aktuelt å dele enkelte fasiliteter som for eksempel heis og trapperom.

Engelske begrep

Mye av litteraturen som refereres i oppgaven er skrevet på engelsk. På engelsk finnes det også flere ulike begrep og disse brukes ofte ulikt og om hverandre. De vanligste begrepene er «joint use» og «shared use». Oppsummert tilsvarer disse begrepene delt bruk. En ytterligere forklaring av disse og andre begrep er lagt ved i bilag 1.

Begrepet «access-based consumption» er viktig å se nærmere på. Bardhi & Eckhardt (2012, s. 881) definerer dette som «transactions that may be market mediated (formidlet) in which no transfer of ownership takes place.» Dette kan minne veldig om å leie noe, men begrepet brukes om mange av de tingene vi ser på som delt bruk. Bardhi & Eckhardt (2012) har nevnt de fleste av eksemplene som beskrives i bilag 2 som «access-based consumption», altså tilgangsbasert forbruk. Andre bruker begrepet delt bruk.

I å dele legger Belk (2007) å frivillig låne, sammenslåing, fordeling av ressurser og autorisert bruk av offentlig eiendom. Noe som ikke inkluderes er kontraktmessig utleie og leasing. Relativt få av eksemplene som finnes på tilgangsbasert forbruk og delt bruk passer inn i Belk (2007) sin forklaring av begrepet å dele. Det er likevel tydelig at når det gjelder arealer og enkelte andre produkter brukes «shared use» selv om det er snakk om for eksempel kontraktsfestet leie. Belk (2010, gjengitt etter Bardhi & Eckhardt 2012) påstår at tilgangsbasert forbruk ikke nødvendigvis er idealistisk og god slik deling er. Andre skiller ikke tydelig her. Det kan synes som at delt bruk innenfor bygg er det samme som tilgangsbasert forbruk for andre produkter. For andre produkter forbindes å dele med det gode og idealistiske. Derfor kan tilgangsbasert forbruk sammenlignes best med delt bruk i bygg.

Primær- og sekundærbrukere

Det vil i mange tilfeller være naturlig at en brukergruppe eier eller har bestemmelsesrett over bygget. Disse kan betegnes som primærbrukere. Typisk for dem er at de har bygget tilgjengelig i det som er deres åpningstid og selv bestemmer når denne er. Andre brukere må derfor vurdere om den ledige kapasiteten passer dem og tilpasse seg. Disse kan kalles sekundærbrukere. Hvor lange kontrakter og hvilken fordeling som er spesifisert vil det derfor

være primærbrukerne som avgjør. I andre tilfeller vil det ikke være tydelige primær og sekundærbrukere.

2.8.2 Delt bruk i BREEAM – Man 13-7

Under området Ledelse i den norske håndboken til BREEAM er emnet Man 13.7 – Delt bruk. Et utsnitt av dette emnet ble vist i figur 10, et større utsnitt vises her i figur 17. I tillegg til det som vises i figur 17 er samsvarsnotater og oversikt over nødvendig dokumentasjon gitt. Samsvarsnotatene angir hvorvidt emnet er relevant for bygget.

Ant. poeng tilgj.				Emne	Minstestandard				
Vareh.	Kontor	Indust.	Utdan.		P	G	VG	E	O
2	2	2	2	Man 13.7 – Delt bruk	-	-	-	-	-

Mål

Å gjenkjenne og fremme aksept for fleksibelt bygningsdesign som legger til rette for, og øker muligheten for delt og/eller endret bruk, uten kostnad.

Vurderingskriterier

Følgende viser samsvar:

Ett poeng er tilgjengelig dersom det dokumenteres samsvar med følgende:

1. Minst et poeng er oppnådd under Man 6 Konsultasjon.
2. Prosjekteringsteamet bekrefter at:
 - a. Potensielle brukere av delte arealer, så som lokale grupper og foreninger, sekundære leietakere, og lignende, er blitt konsultert og deres kriterier er formidlet.
 - b. Potensielle brukere er gitt tilbakemelding i henhold til konsultasjonsplanen
 - c. Det er utviklet et dokument som beskriver de fasiliteter som utvikles for delt bruk, og hvordan tilgang til dem tenkes å bli arrangert. Dokumentet skal sannsynliggjøre at arealdeling og -endring kan skje uten merkostnader.
 - d. Dette dokumentet er kommunisert til alle rådgivere.

To poeng er tilgjengelig:

1. Det første poenget er oppnådd.
2. Delte arealer er organisert i avgrensede soner, tilgjengelig uten å få ukontrollert tilgang til andre deler av bygningen.
3. Instruksjer og veiledning om tilgang og bruk av delte arealer er utviklet og overlevert bygningens leietakere/brukere (kan inkluderes i bygningens brukerveiledning der slik er utviklet - ref Man 4)

Figur 17 Stort utsnitt fra BREEAM-håndboken av emnet Man 13.7. (NGBC, 2012)

Emnet gjelder blant annet undervisningsbygg, men det er spesifisert at emnet ikke gjelder for førskoler, barnehager og barne-sentre. Det er spesifisert at delte arealer kan omfatte:

- Idrettsanlegg
- Møte og konferanserom
- Kultur og forsamlingslokaler

Delt bruk er likevel ikke begrenset til disse arealtypene.

Det kan tildeles null, ett eller to poeng avhengig av måloppnåelse i forhold til vurderingskriteriene som er satt. I området Ledelse kan det for et undervisningsbygg gis maksimalt 16 poeng gitt at samsvarnotatene ikke ekskluderer bygget fra noen emner. Det betyr at delt bruk kan gi $2/16 = 12,5\%$ poeng mer i Ledelse. Området Ledelse har en vektning på 12 %, den maksimalt endelige betydningen er derfor på 1,5 %-poeng. Ved ett poeng vil betydningen være det halve. Altså er betydningen av disse poengene begrenset i forhold til BREEAM-sertifiseringen.

Det er mulig å få tre poeng i emnet som heter Man 13 – Kombinert, men det ligger underemner med tilsammen ni poeng. To av disse er for Man 13.7, det er altså fullt mulig å ikke ha delt bruk og fortsatt få full poengscore.

2.8.3 Alternative transportformer i BREEAM – Tra 3

Under området Transport er det et emne for alternative transportformer – Tra 3. Grunnen til at dette emnet beskrives spesielt er at det har flere punkter som går på delt bruk. Figur 18 viser et utsnitt fra emnet.

Ant. poeng tilgj.				Emne	Minstestandard				
Vareh.	Kontor	Indust.	Utdan.		P	G	VG	E	O
2	2	2	2	Tra 3 - Alternative transportformer	-	-	-	-	-

Formål

Å anerkjenne at det finnes hensiktsmessige fasiliteter på stedet slik at brukerne av bygget kan benytte alternative transportformer for å reise til og fra bygget.

Figur 18 Lite utsnitt fra BREEAM-håndboken av emnet Tra 3. (NGBC, 2012)

Første poeng oppnås ved å ha samsvarende sykkelparkering. Det er gitt minimumsantall under emnet. Samsvarende sykkelparkering kan i praksis bety en delt bruk av ressursen sykkelparkering.

Neste poeng oppnås ved å ha samsvarende fasiliteter for minst to av følgende:

- Dusjer
- Garderober og garderobeskap
- Tørkeområde for våte klær

Begrepet samsvarende kan ha to tolkninger; deling av arealene eller deling av fasiliteter som samsvarer med kravene gitt i håndboken. Ut fra konteksten er det ved første øyekast det første som menes, ved nærmere undersøkelse av samsvarsnotatene til emnet ser det ut som det siste er riktig. Begrepet er diskutert i kapittel 2.8.1.

2.8.4 Delt bruk i ulike ratingsystemer

BREEAM i Storbritannia

Den norske utgaven av BREEAM er utformet med utgangspunkt i utgaven fra Storbritannia. Dermed er systemet lagt likt opp med tanke på oppsett og poenggivning. I Storbritannia har de et større utvalg av håndbøker hvor en av dem tar for seg undervisningsbygg spesifikt. Det er denne håndboken det er sammenlignet med.

Det kan tildeles inntil to poeng for emnet som heter «Man 7 – Shared facilities». Hensikten blir beskrevet til å være: «To recognise and encourage flexible buildings designed to cater for shared use with the local community.» (BRE Global, 2008, s. Man 29) Hensikten beskrives altså til å være å dele med det lokale samfunnet. Dette passer godt inn med den litteraturen som finnes fra USA og Storbritannia hvor skolen skal være et område for lokalsamfunnet på ettermiddagene. Grunnen til at dette har mye større fokus spesielt i USA er den dårlige økonomien mange familier lever i. Da skal skoleområdet være et sted hvor man kan drive med aktiviteter gratis. Med «local community» er det nok derfor hovedsakelig ment barn, ungdom og familier på ettermiddager, kvelder og helger. En større fortetting enn i Norge er også en viktig pådriver for å ta i bruk skoleområder.

Utgaven fra Storbritannia nevner ikke kostnader sånn som den norske utgaven gjør. Det gjør det mulig å bruke penger på å legge til rette for delt bruk uten å miste muligheten for disse poengene. I tillegg presiseres det at det ikke legges restriksjoner på hvilke arealer som kan deles. I teorien er det ingen forskjell, men i praksis vil den norske utgaven muligens fungere mindre innovativt på dette punktet. Det er heller ingen bygningstyper som er ekskludert fra emnet slik det er i den norske utgaven.

Ledelse er vektet 12 % også i utgaven fra Storbritannia. Det kan maksimalt deles ut 20 poeng under ledelse, gitt at samsvarsnotatene ikke ekskluderer noen poeng for det aktuelle bygget.

Det gir mindre betydning for dette emnet enn i Norge, 1,2 % på totalscoren mot 1,5 % i Norge. Likevel er ikke Shared facilities ikke et underemne og betydningen vil i de fleste reelle prosjekter være større.

LEED internasjonal versjon for skoler

U.S. Green Building Council har gitt ut en internasjonal versjon for sertifisering av skoler. (BRE Global, 2008) Selve oppsettet og inndelingen er ganske likt som for BREEAM. Det som skiller er poengutregningen. Det kan totalt gis 100 poeng + 10 bonuspoeng. Poengene som mottas på et emne vektet ikke som i BREEAM, men øker endelig poengsum tilsvarende poeng gitt på et emne.

Punkt SS10 under området Sustainable Sites heter Joint use of facilities. Det er mulig å oppnå ett poeng for dette emnet og dermed altså øke endelig poengsum med ett poeng. Endelig poengsum oppgis ikke i prosent, men siden det er en skala fra en til 100 blir det sammenlignbart med BREEAM. Med ett poeng ligger altså betydningen av delt bruk på omtrent samme nivå som i BREEAM.

Hensikten er å dele skoleområdet, gjerne både inne og ute med lokalsamfunnet og på den måten integrere skolen i lokalmiljøet.

Det er litt ulike måter å få poenget på, men generelt er det gitt noen romtyper eller typer av uteområder hvor en gitt andel av disse skal være delt. På den måten begrenses hva LEED gir poeng for til disse typene av areal. Likevel er det enkelt for utbyggere å dele arealer når det er gitt forslag på hva som kan deles. Forslagene ser ut til å være basert på erfaringer på hva som er hensiktsmessig å dele.

CASBEE, SBTool og DGNB

Det er ikke funnet noen emner i CASBEE og SBTool som gir poeng for noen form for delt bruk. I DGNB ser det ut til at det er flere emner hvor delt bruk kan slå positivt ut for sertifiseringen. Undersøkelsene har vært mindre grundige enn for BREEAM og LEED.

2.8.5 Eksempler

Det er forsøkt å finne et utvalg av eksempler hvor delt bruk og tilgangsbasert forbruk praktiseres. Det er ikke et poeng at eksemplene skal være uttømmende for delt bruk. Det er heller et mål å kartlegge svært ulike eksempler for å gi inspirasjon til å tenke nytt innenfor arealbruk. Eksempler for delt bruk i undervisningsbygg er presentert under, mens generelle eksempler og eksempler for andre typer bygninger er presentert i henholdsvis bilag 2 og 3.

Eksempler: Delt bruk av typiske arealer i forbindelse med undervisningsbygg

Biblioteker

Svært mye litteratur bruker biblioteker som eksempler på en type areal som kan deles mellom flere aktører, for eksempel kommunen, barneskolen og ungdomsskolen. Blant annet

(Bundy & Amey, 2006) (Dalton, Elkin, & Hannaford, 2006). Brukere vil uansett oppleve et bibliotek som en form for delt bruk, selv om det bare drives av en aktør. Brukerne deler de fasilitetene biblioteket tilbyr mellom seg. Om det deles mellom en eller flere brukergrupper vil ha begrenset betydning for hver bruker.

Utearealer

Det er funnet mye litteratur som nevner delt bruk av utearealer. Det er i flere land funnet føringer på at utearealer skal deles med allmennheten på ettermiddager og i helger. Det blir nevnt flere grunner til dette, deriblant mangel på slike arealer ellers og et behov for samlingssteder og aktiviteter. (Det norske hageselskap, 2006) (Filardo, Vincent, Allen, & Franklin, 2010) (Trondheim kommune, 2005)

Sambruk av barnehager

Trondheim kommune (2005) skriver at barnehager kan få et tilleggsareal slik at andre kan bruke bygget samtidig med den øvrige barnehagen. Dette kan være andre former for barnehagedrift; åpen barnehage eller familiebarnehage.

Filardo et al. (2010) nevner flere typer arealer som er aktuelle for delt bruk i skoler; møterom, auditorier, gymsaler, svømmebasseng, lekeplasser og sportsarenaer. Møtelokaler blir også nevnt av Trondheim kommune (2005). Litteraturen som er nevnt, både nasjonal og internasjonal, legger vekt på at arealene skal deles med lokalsamfunnet. Det er få eksempler på at man ønsker å få særlige inntekter på delt bruk i undervisningssektoren.

2.8.6 Fordeler og ulemper ved delt bruk

Bardhi & Eckhardt (2012) fant i en undersøkelse om bildeling at det er egen vinning som er motivasjonen for tilgangsbasert forbruk. Andre grunner som for eksempel mer miljøvennlighet hadde liten eller ingen betydning for forbrukerne. Det må kunne antas å gjelde bygningsbruk også.

Fordeler og kostnader deles mellom eierne av produktet ved deling. (Belk, 2007) Det totale verdien kan økes ved delt bruk fordi man har ulike behov og dermed får mer ut av et produkt. For å forstå mulige fordeler og ulemper ved delt bruk er det som er funnet i litteraturen beskrevet under. Det har vært krevende å finne litteratur på dette, spesielt relevant litteratur på dette er ikke funnet. Selv om flere nevner at delt bruk er ønskelig er det få som forklarer hvorfor. Det kan tenkes flere fordeler og ulemper, men her er bare det som er funnet i annen litteratur gjengitt.

Fordeler

Kostnadsbesparende

De finnes en rekke ulike måter å organisere det økonomiske på. Som en grunnregel deles kostnadene på medlemmene likt eller etter bruk. På den måten vil man ofte spare penger

fordi de faste kostnadene deles på mange. Dette nevner blant annet de Neufville & Belin (2002).

Tilpasningsdyktig

Bardhi & Eckhardt (2012) nevner fleksibilitet og tilpasningsdyktighet som en grunn til at tilgangsbasert forbruk er egnet i dagens samfunn. Tilpasningsdyktighet er definert i kapittel 2.6, hvor fleksibilitet er en form for tilpasningsdyktighet.

Økt utnyttelse

Økt utnyttelse er ingen fordel i seg selv, men kan føre til en rekke fordeler. «Shared Services: Pro & Con» (1984) nevner økt utnyttelse som en fordel med deling av helikoptertjenester mellom sykehus. Det forstås som at den viktigste fordelene med økt utnyttelse for sykehusene er bedre økonomi i form av lavere kostnader og en større finansiell plattform med to/flere investorer. Det kan likevel tenkes flere fordeler med at utnyttelsen øker. For noen typiske tilgangsbaserte produkter kom Hirschl, Konrad & Scholl (2003) til at utnyttelsen per produkt økte med 50 - 100 % i forhold til om produktene var eid av forbrukeren selv. En miljøfordel de nevner med økt utnyttelse er lavere ressursforbruk.

Ulike spesialiteter

Det ble nevnt i Hospital Aviation (Shared Services: Pro & Con, 1984) at ved å dele helikopter kunne pasientene flys til sykehuset med best spisskompetanse. Det kan overføres til bruk av bygninger. Det man deler mellom seg er tid. Dersom noen er gode på videreopplæringskurs på kveldstid og andre er gode på å drive en vanlig barneskole virker det hensiktsmessig at de kan dele tiden mellom seg uten problemer.

Mindre forbruk

Det er mange eksempler på at en nedgang i delt bruk-lignende aktiviteter har ført til mer et mer materialintensivt forbruk. Samtidig har nedgangen vært selvforsterkende, for eksempel en nedgang i kollektiv transport fører til nedgang i andre former for deling også. (Briceno & Stagl, 2006)

Ulemper

Eierskap

Det nevnes i «Shared Services: Pro & Con» (1984) at det alltid vil være et spørsmål om eierskap. Det er overførbart til bygninger; hvem og hvor store endringer kan en gjøre i bygget uten å avklare med andre aktører først. Små ting som å henge opp ting elevene lager på skolen kan være et problem for de som driver mer seriøse kveldskurs. Selv om eierforholdet er avklart kan det være både ønskelig og nødvendig at andre aktører har et eierskapsforhold til bygget. Likevel må den ikke være hemmende for andre aktører i bygget.

Deling av felles ressurser

Det kan være konflikter om felles ressurser. (Shared Services: Pro & Con, 1984) I bygg kan dette være en drakamp om driftspersonellets tid. Det er naturlig at man deler på vaktmestertjenester, brukergruppene kan ha ulike behov fra disse tjenestene.

Byggets merkevare

Logoen til et selskap er en viktig del av dets merkevare. I tillegg er det vanlig at logoens og dens innhold gjenspeiles i andre elementer, som for eksempel emballasje. (Henderson, Cote, Leong, & Schmitt, 2003) Et bygg vil også være et element som skal gjenspeile selskapet. Det vil som regel alltid være i form av logoer og navn, men også uttrykket bygget har vil være av betydning. For den type selskaper hvor et byggs utforming er viktig og spesielt for dem som har spesielle krav vil det være vanskelig å dele bygget med andre uten å måtte inngå kompromisser.

2.8.7 Utnyttelsen av arealer i dagens undervisningsbygg

Figur 3 gav en indikasjon på hvor store deler av døgnet ulike typer bygg står tomme. Som nevnt står enkeltrom i disse byggene tomme gjerne vesentlig mer. NS 3701:2012 benytter henholdsvis 60 %, 60 % og 70 % tilstedeværelse i primærarealene for barnehage, skolebygning og universitets- og høyskolebygning. Dette er tilstedeværelsen i et rom i driftstiden. Driftstiden for disse byggene blir av NS 3701:2012 oppgitt å være henholdsvis 2600, 2200 og 3120 timer i året. Disse tallene er noe lavere enn driftstiden presentert av Enova i figur 3.

Det kan ikke forventes at man skal klare å utnytte alle rom hele døgnet, men som et utgangspunkt skal dette delkapittelet presentere hvilke rom og uteområder som står tomme til hvilke tider. Det er kun sett på undervisningsbygg. Det er tatt utgangspunkt i Nord-Trøndelag fylkeskommune (2005) sine romtyper for videregående opplæring og deretter sett på andre aktuelle romtyper i undervisningsbygg. En oppsummering av unn er gitt i tabell 8. Referanser, vurderinger og utdypende resultater er presentert i bilag 4.

Tabell 8 Eksisterende utnyttelse av romtypene i undervisningsbygg.

	Romtype	Utnyttelse og kommentarer
Grunnskole og høyere utdanning	Teorirom	80 % utnyttelse i åpningstiden, ellers generelt tomt
	Spesialrom	Gymsaler godt utnyttet. Andre spesialrom virker som å ha lav utnyttelse.
	Kontorer og arbeidsrom lærere	Sporadisk bruk, i snitt maks 18 timer i uken per lærer.
	Elevrådskontor	Lav utnyttelse i grunnskolen
Barnehager	Leke- og oppholdsareal	God utnyttelse i åpningstiden.
	Kjøkken (i barnehage og mindre kaffekjøkken)	God utnyttelse i åpningstiden.
	Barnas garderober	God utnyttelse på grunn av lagerfunksjonen.
	Stellerom	Sporadisk og lav utnyttelse i åpningstiden.
	Møte og personalrom	Sporadisk og daglig bruk, lite bruk kveldstid.
Alle	Renhold og vaktmestertjenester	Fungerer i stor grad som lagerlokaler og har dermed med en riktig størrelse god utnyttelse.
	Søppel	Lagerlokale/areal og dermed god utnyttelse ved riktig dimensjonert størrelse.
	Lager	God utnyttelse ved riktig størrelse.
	Trafikk- og konstruksjonsarealer	Irrelevant.
	Garderobe for ansatte uten kontor	Ikke funnet tall.
	Toalett ansatte	Jevnere belastet enn elevtoaletter.
	Utearealer	Mange ulike areal typer, derfor svært varierende bruk.

2.8.8 Marked for delt bruk

Markedet er avhengig av tilbud og etterspørsel. Tilbudet styres av byggets mulighet for delt bruk og primærbrukers vilje til å dele. Etterspørselen styres av sekundærbrukeres vilje til å gå inn som sekundærbruker. Byggets mulighet for delt bruk styres av utforming og tekniske løsninger. Viljen styres av faktorer i oss mennesker. Det vil ikke alltid være inndeling i primær- og sekundærbrukere.

Økt forbruk av material- og energiintensive produkter blir sett på som en av hovedparameterne for økonomisk vekst. (Heilbroner, 1986) Og videre da lykke. (Belk, 2007) Dette kan antas å gjelde for makro- og mikroøkonomi. Briceno & Stagl (2006) påstår at disse

sammenhengene også gjelder for individer. Likevel har de ikke funnet grunnlag for at forbruk og lykke faktisk henger sammen. Incentivene hos politikere samt private er derfor ikke store for å innføre delt bruk. Politikere ønsker ikke å få negative nøkkeltall på grunn av redusert forbruk. Private ønsker ikke å redusere sin lykke. At det ikke finnes reelle sammenhenger vil ikke ha noe å si for hvorvidt dette oppleves som viktig.

Det er prestisje i å eie. (Hirschl, Konrad, & Scholl, 2003) Gjennom forsøk fant de at folk generelt ønsker å eie ting som er viktige for dem, selv om de bruker det sjeldent. Også andre begrensninger i folks holdninger til delt bruk ble bekreftet. Generelt gikk det på tidsforbruk, begrensninger i tilgang og andres slitasje.

Belk (2007) har sett på grunnene til at vi deler. Det nevnes ingen ikke-egoistiske grunner til at det deles med andre enn nær familie. Et fenomen som behandles nokså grundig er «keeping-while-giving». Det vil si at man beholder sine egne interesser, men kan dele av det som er igjen. Det er jo nettopp dette som er poenget ved delt bruk.

Et annet tilfelle ved deling er prinsippet med ubegrensede midler. Foster (1965) beskriver deling av begrensede midler og dette gir grunnlag for prinsippet om deling av ubegrensede midler. Dersom vi opplever at en ressurs er ubegrenset deler vi gjerne med andre. (Belk, 2007) Eiendommer blir absolutt sett på som en begrenset ressurs og man opplever mange steder en mangel på brukbare eiendommer. I takt med befolkningsøkning og samtidig større krav til komfort vil derfor deling av en så begrenset ressurs virke vanskeligere enn tidligere.

Ved bildeling (se evt bilag 2) er brukerne hovedsakelig kun medlemmer av egoistiske grunner. Det er ikke miljøhensyn eller andre idealistiske grunner til at brukerne benytter seg av bildeling. (Bardhi & Eckhardt, 2012) Dette vil trolig også gjelde for delt bruk av bygg også. For statlige og kommunale bygg, som undervisningsbygg er, kan det legges føringer for delt bruk. For private vil deling kun skje ved økt lønnsomhet. Lønnsomheten vil styres blant annet av brukere og kunder sitt syn på delt bruk.

Det er ingen tvil om at det per i dag finnes en rekke motforestillinger mot delt bruk. Deling kan læres og er knyttet til kulturen. Vestlige barn lærer først om eierskap og deretter om å dele. (Belk 2007, gjengitt etter Furby 1976 og Furby 1978a) I andre kulturer er deling ofte naturlig og nødvendig. I disse kulturene fungerer dette godt, men en rask overgang til utstrakt deling er ikke uproblematisk i den vestlige kulturen.

En faktor som hindrer deling er materialisme. Materialister tenker at eierskap er essensielt for grad av lykke. (Belk, 1985) Det er også mulig å føle eierskap til noe man ikke eier (Abelson, 1986). Det er dette som utnyttes dersom man skal ha delt bruk. Eierskapsfølelse gir en ansvarsfølelse (Furby, 1978b). Denne ansvarsfølelsen er avgjørende for at alle parter som deler noe skal ta vare på produktet.

Bygningene vil som nevnt påvirke muligheten til delt bruk. Ikke alle bygg er bygget for å kunne dele. Gode adgangssystemer er for eksempel viktig. I tillegg bør planløsningen være

egnet. Dette avhenger i stor grad av byggets tilpasningsdyktighet. Ved nybygg bør delt bruk tilrettelegges dersom det ønskes, men det kan i mange tilfeller være mulig med delt bruk i eksisterende bygg.

Det er til nå nevnt en rekke faktorer som reduserer viljen til å ha delt bruk. Det er også registrert at det er muligheter i ny og eksisterende bygningsmasse. For at et marked for delt bruk skal være tilstede må det finnes faktorer som øker viljen hos brukerne. Ut fra et bedriftssynspunkt er dette troen på gevinst. Det offentlige kan fokusere også på andre ting, som miljøet. Dersom det offentlige gjør delt bruk vanlig er det mulig at de psykologiske sperrene for å dele reduseres. Da vil det kunne bli mer aktuelt for private aktører å dele arealer.

3 Metode

Hensikten med dette kapitlet er å vise leseren hvordan det er gått frem for å komme til resultatene som blir presentert. Arbeidet skal i størst mulig grad være etterprøvbart. I tillegg skal leseren ha mulighet til å gjøre egne vurderinger av hvorvidt arbeidet med innsamling av informasjon og analysing av resultatene har vært tilfredsstillende. Det er også et poeng at det skal være mulig å videreføre arbeidet som er gjort for denne rapporten.

Dette metodekapitlet skiller seg noe fra et standard oppsett. For lesbarhetens skyld er inndataene og forutsetningene for undersøkelsene lagt samlet i dette kapitlet. Det gjør resultatkapitlet kort og lettlest, samtidig som alle forutsetninger er beskrevet i oppgaven.

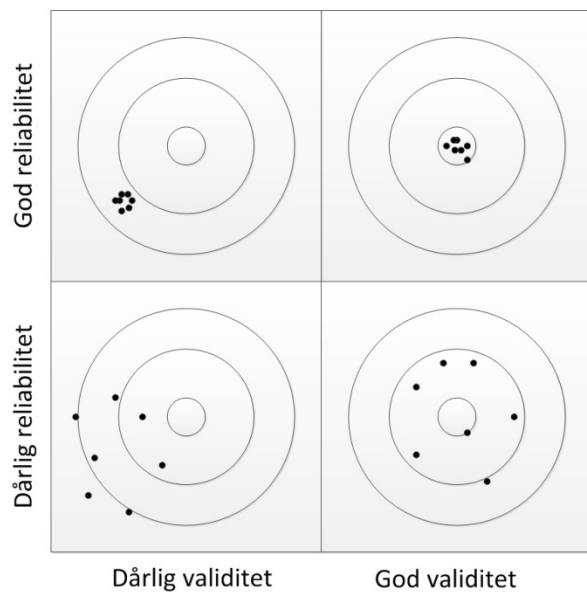
Forskningsmetoder (research methods) kan bli forstått som alle metoder og teknikker som blir tatt i bruk for å gjennomføre forskningen. Forskningsmetodelæren (research methodology) er en måte for å systematisk løse et forskningsproblem. (Kothari, 2004) For denne oppgaven vil flere ulike teknikker tas i bruk for å gi grunnlag for en diskusjon omkring problemstillingen. Ideelt skal det tas i bruk flere ulike metoder og teknikker for å gi grunnlag for en triangulering, også kalt kryssvalidering (Fellows & Liu, 2008).

3.1 Metodelære

Grunnleggende begreper som er relevant for forståelsen av denne oppgaven forklares.

Reliabilitet og validitet

Validitet og reliabilitet er to uttrykk som beskriver hvor godt man treffer virkeligheten med målingene sine. Validitet er et mål på hvorvidt forventningsverdien av målingene treffer den virkelige sannheten. Reliabilitet er et mål på samlingen av resultatene, altså tilsvarende det inverse av standardavviket i resultatene. Ved mange målinger vil reliabiliteten kunne være dårlig og gjennomsnittet vil likevel treffe godt dersom validiteten er god. Det vil raskt danne seg et bilde på reliabiliteten, men det kan være umulig å se av resultatene om validiteten er god. Derfor må forskningsmetoden være god, det gir en trygghet om at validiteten er tilfredsstillende. Gjennom triangulering kan validiteten og tryggheten på den økes. Reliabilitet og validitet er illustrert i figur 19.



Figur 19 Sammenhengen mellom reliabilitet og validitet.

Kvalitative- og kvantitative undersøkelser

Når det gjøres undersøkelser må man i hovedsak velge mellom kvantitative eller kvalitative metoder. Dette er en av klassifiseringene Fellows & Liu (2008) gjør på forskningsarbeid. Kvantitativ forskning er tallbasert og målbart. Det er best egnet når det er tilgang på lite data, men mange objekter. Fordelen er at det gir en enkel presentasjon og at resultatene kan sies å være mer nøyaktig ved forsøk på en større populasjon. Ulempen er at man ikke har mulighet til å gå like mye i dybden på hvert objekt. Her kan en innsamling typisk gjøres med en spørreundersøkelse. Kvalitativ forskning er gjerne basert på grundigere analyser av få objekter. Det gjør at fremstillingen hovedsakelig er tekstlig. En klar ulempe er at utvalget ofte blir for lite til å være representativt for hele populasjonen.

3.2 Litteratursøk

Teori er rammeverket for et forskningsprosjekt. (Fellows & Liu, 2008) For denne oppgaven vil teorien være den viktigste delen av arbeidet. Ettersom det ikke er funnet, og trolig ikke finnes, god teori som behandler samme problemstilling har det vært nødvendig å sette sammen et teoretisk grunnlag basert på mange kilder som i utgangspunktet omhandler andre temaer. Denne oppgaven gjør i tillegg til teoridelen også egne undersøkelser og er derfor ikke et rent metastudie.

Søkestrategi

Litteratursøket er i størst mulig grad utført etter normale prosedyrer for denne type oppgaver. Det er tatt utgangspunkt i Fellows & Liu (2008) sine hovedpunkter om hvordan et litteratursøk bør gjennomføres og gjort nødvendige tilpasninger. Først ble det søkt veldig

bredt og uten konkrete mål. Dette var hovedsakelig for å få en oversikt på om det fantes lignende arbeider og hva som kunne være interessant å fokusere på. Kjente arbeider ble også undersøkt. Videre ble det foretatt konkrete søk for hvert tema som var aktuelt å behandle.

Databaser og søkemotorer

Alle søk er gjort med pc. Det er ikke foretatt søk manuelt på biblioteker. Søkene ble aldri begrenset til hva NTNU har tilgang til, selv om databasene det er søkt i gjerne er farget av at de inneholder det som gjerne universiteter abonnerer på. Avhengig av brukergrensesnittet og søkealgoritmene til de ulike søkemotorene er det gjort bruk av boolske operatører. Hovedsakelig er dette "" og AND. Samtidig er det gjort sorteringer av resultatene etter relevans eller dato for publisering der dette har vært ønskelig og mulig.

Det er brukt følgende søkemotorer:

BIBSYS Ask

BIBSYS Ask er et søkeredskap for søk i databasen BIBSYS for bibliotekene ved alle universitet, høyskoler og en rekke fagbibliotek. Det er ikke mulig å søke etter enkeltartikler, men har blitt mye brukt for å få tilgang til tidsskrift dersom artikler har vært kjent. Bøker er hovedsakelig i trykt format, tidsskrift er som regel tilgjengelig elektronisk.

Google Scholar

Google Scholar er en gratis søkemotor for vitenskapelige arbeider. Det er gjort flere studier på Google Scholar og mange av de seneste studiene konkluderer med at Google Scholar er en svært effektiv søkemotor, spesielt for uerfarne søkere. (Walters, 2009) Søkemotoren indekserer hele teksten og er derfor godt egnet når man søker etter veldig konkrete ting.

Scopus

Søker i en stor database med manuelt indekserte arbeider. Hovedsakelig artikler, arbeidene er kvalitetsikret.

Ei Compendex

En database med tilhørende søkemotor for litteratur innenfor ingeniørfeltet.

Google

Normalt er google ingen god søkemotor for vitenskapelig arbeid. Dette er fordi informasjonen det søkes i normalt er langt fra kvalitetssikret. I denne oppgaven har det likevel på en del områder vært helt nødvendig. Dette har vært for å søke i for eksempel kommunale og statlige dokumenter.

Søkestermer

Det er søkt ved hjelp av norske og engelske termer. Hovedsakelig er det brukt norsk litteratur når det har vært nødvendig å finne ut hva som vites, finnes og gjøres i Norge. Et utvalg av søkestermer som har vært brukt i den innledende fasen er angitt i tabell 9.

Tabell 9 Utvalgte generelle søketermer som er brukt.

“Shared use”	Consumption
“Joint use”	“Area efficiency”
“Mixed use”	Arealeffektivitet
“Delt bruk”	Generality
“Multipurpose use”	Flexibility
BREEAM	Elasticity
Sustainability	Adaptability
Bærekraft	Sambruk
Hotdeksing	Flerbruk
“Energy consumption”	“Delt bruk”

Disse søketermene har gjerne vært kombinert, enten med hverandre eller med ord som building, construction eller andre termer for å begrense antall treff.

Kvalitet og feilkilder i teoretisk grunnlag

Det er lagt ned et stort arbeid for å oppnå så god kvalitet som mulig i det teoretiske grunnlaget. Likevel er teorien på temaet nærmest fraværende og det er grunn til å tro at det finnes svakheter. Dette vurderes i dette kapittelet.

Fraværende teoretisk grunnlag

Det finnes svært få arbeider som har tatt for seg noe som ligger tett opp mot denne oppgavens problemstilling. Det har gjort det nødvendig å ta i bruk det meste som er funnet. Normalt er det fornuftig å gjøre en vurdering og gjerne forkaste mangelfull, lite relevant eller gammel litteratur. Dette har vært vanskelig å gjøre fordi man ville sisset igjen med for få kilder. For å styrke oppgavens kvalitet hadde det tidvis vært ønskelig om temaet allerede var bedre dekket.

Primærkilder

Det er i alle tilfeller forsøkt å finne primærkildene. I de tilfeller hvor det ikke har vært tilgang har sekundærkilden, med henvisning til primærkilden, blitt oppgitt. I noen få tilfeller har påstander ikke blitt funnet i primærkilden. Da er påstanden fjernet og det er utvist måtehold i bruk av sekundærkilden i andre deler på grunn av manglende troverdighet.

Kvalitetssikret materiale

I utgangspunktet er det kun brukt kvalitetssikret materiale. Som en hovedregel gjelder dette alle engelskspråklige kilder. De norske kildene er i mindre grad kvalitetssikret. Lovtekster og veiledere til disse er naturligvis kvalitetssikret ettersom de definerer hva som er riktig og dermed ikke kan være feil. Kommunale dokumenter kan i stor grad være enkeltpersoners ubegrunnede synspunkter. Det er derfor utvist forsiktighet i bruk av disse kildene til annet enn å gjengi gjeldende praksis og lignende.

Tilgang på materiale

Gjennom NTNU har det vært tilgang til en stor mengde faglig litteratur. Det har vært et fåtall vitenskapelige artikler som det har vært nødvendig å betale for tilgang. Det har økt terskelen for å lese vesentlig og det er ikke betalt for mer enn en artikkel. Likevel har tilgjengelig litteratur vært tilfredsstillende og tilgang på litteratur ansees ikke som en begrensende faktor. Svært mye av kommunale og statlige dokumenter legges ut elektronisk for gratis nedlasting.

3.3 Undersøkelser

En grundig gjennomgang av metodene og antakelsene er gitt i dette kapittelet.

3.3.1 Analyse av BREEAM, passivhusstandarden og Teknisk forskrift 2010 ift delt bruk

Det er foretatt tre kvalitative analyser for å vurdere virkningen av delt bruk på de to muligens viktigste sertifiseringene og den mest relevante forskriften.

Analysene er gjort ved å sette seg inn i hvert enkelt emne eller kapittel og foreta en vurdering på om og i hvilken retning delt bruk vil påvirke vanskelighetsgraden av å oppnå poeng eller tilfredsstillende kravene. Det er ikke brukt et tenkt referansebygg, men forsøkt at konklusjonene skal gjelde likt for alle undervisningsbygg. Det virker som resultatene vil være de samme for alle undervisningsbygg, enten er et emne positivt, nøytralt eller negativt. Likevel kan den kvantitative forskjellen være vesentlig for ulike bygninger, men dette er uansett ikke vurdert. Vurderingene gjøres på et statisk bygg, det vurderes innvirkning uten at man endrer verken produktet eller prosessen.

For å gjøre det mulig for leseren å forstå vurderingene som er gjort er det gitt utfyllende kommentarer der det antas at det kan være usikkerheter.

Feilkilder og alternativ metode

Feilkildene er vesentlig begrenset ved at analysene ble gjort som kvalitative analyser. Ved å gjøre kvantitative analyser ville resultatene hatt en mye større verdi, men bare vært relevant for ett prosjekt. Feil i analysene må tilegnes vurderingene som er gjort. Ettersom denne oppgaven kunne ta utgangspunkt i en lignende analyse av Slette (2012) har det vært mulig å sammenligne resultater og vurdere ulikheter. Denne sammenligningen ble foretatt i etterkant. Resultatene ble ikke endret ved denne sammenligningen, noe som tyder på at resultatene er fornuftige.

En kvantitativ analyse ville gitt vesentlig større grunnlag for feil og ville gitt liten merverdi for en generell oppgave som denne.

3.3.2 Undersøkelse av energibehov

Det er gjort et casestudie av energibehovet for Åsveien skole i Trondheim ved bruk av programvaren SIMIEN. Variablene for analysen er byggestandard, driftstid og belastning. En fullstendig forklaring av undersøkelsene er gitt i dette kapitlet slik at kun resultatene presenteres i kapittel 4.4.

Om bygningen

Prosjektet er en planlagt barneskole i Trondheim for 1. -7. klasse med 90 elever per trinn som i skrivende stund nærmer seg slutten av planleggingsfasen. Skolen skal ha et omfattende tilbud til 20 elever med autisme. Prosjektet har hatt et fokus på arealeffektivitet blant annet gjennom flerbruk. Prosjektet er simulert i SIMIEN i forbindelse med forprosjektet. Kontaktperson fra prosjektet har vært Randi Lile i Trondheim kommune.

Bygningen er planlagt etter passivhusstandarden. Prosjektet ble påbegynt før NS 3701 ble gitt ut og det ble tatt utgangspunkt i Prosjektrapport 42 - Kriterier for passivhus- og lavenergi bygg – Yrkesbygg.



Figur 20 Åsveien skole, Eggen Arkitekter AS. (Byggeindustrien, 2012)

Om programvaren SIMIEN

SIMIEN er en programvare for å beregne inneklimate og energibruk i bygninger. Programvaren er mye brukt av konsulentselskaper og virker som den ledende på det norske markedet. Det kan gjøres mange ulike simuleringer. For denne oppgaven har årssimuleringer av

energibehov vært det viktigste. I tillegg har det blitt gjennomført sommer- og vintersimuleringer for å kontrollere at inneklimate holder seg innenfor gjeldende krav.

Inndata i undersøkelsene

Det var ønskelig å gjøre simuleringer av tenkte bygninger som har fulgt ulike krav. For å gjøre resultatene mest mulig sammenlignbare er det brukt SIMIEN-filen til samme bygning som utgangspunkt. Deretter er inndata endret for å forsøke å tilpasse simuleringen til de ønskelige kravene. Det er valgt fire alternativer:

Alternativ 1: Bygget etter Byggeforskrift 1987, oppgradert til dagens krav til inneklimate.

Alternativ 2: Bygget etter TEK 10.

Alternativ 3: Bygget etter passivhusstandarden (NS 3701:2012).

Alternativ 4: Bygget etter passivhusstandarden, men med interne belastninger som for de to første alternativene. Dette alternativet er gjort for å se hvordan godt isolerte bygninger oppfører seg om man ikke er bevisst på å redusere intern belastning. Kun brukt i den første undersøkelsen.

For lesbarhetens skyld er isolasjons- og lekkasjekrav ved de ulike alternativene angitt i dette kapittelet.

Krav til bygninger etter forskrift fra 1987

Varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) for bygningsdeler er gitt i tabell 10.

Tabell 10 24 U-verdikrav i Teknisk forskrift 1987. (Kommunal- og arbeidsdepartementet, 1987)

Bygningsdeler	U-verdi i W/(m ² K) ved inne temperatur			
		> 18 °C	10 – 18 °C	0 – 10 °C
Fasader:	Yttervegg	0,30	0,60	0,80
	Vindu	2,40	3,00	-
	Dør, port	2,00	2,60	-
Tak:		0,20	0,40	0,60
Gulv:	Mot det fri	0,20	0,30	0,40
	Mot ikke oppvarmet rom	0,30	0,50	0,60
	På grunnen	0,30	0,50	0,60

Inndeling av U-verdikrav etter inne temperatur har i nyere tid falt bort. For undersøkelsen blir det naturlig å anta at inne temperaturen er >18 °C i alle rom.

Krav til lekkasjetall beregnet etter NS 8200:1981 var som angitt i tabell 11. Det har ikke lyktes å få tilgang til NS 8200:1981 ettersom den har gått ut, men det ser ut som målemetoden skal være sammenlignbar med dagens resultater etter NS-EN 13829:2000+NA:2010. Det er for undersøkelsen antatt lekkasjetall 1,5 ut fra tabell 11.

Tabell 11 Lekkasetall i Teknisk forskrift 1987. (Kommunal- og arbeidsdepartementet, 1987)

	Lekkasetall (luftveksling pr. time)
Småhus og rekkehus	4
Andre bygninger med inntil 2 etasjer	3
Andre bygninger over 2 etasjer	1,5

Krav til bygninger etter forskrift fra 2010 (uten omfordeling)

Tabell 12 Krav etter teknisk forskrift 2010. (Direktoratet for byggkvalitet, 2011)

U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	U-verdi tak [W/(m ² K)]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m ² K)]	U-verdi vindu og dør, inkludert karm/ramme [W/(m ² K)]	Lekkasetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling pr. time)
≤ 0,18	≤ 0,13	≤ 0,15	≤ 1,2	≤ 1,5

Kravene gjelder oppvarmede areal, det vil si areal som tilføres varme fra bygningens varmesystem. Lekkasetallet måles ved hjelp av NS-EN 13829:2000+NA:2010.

Krav til bygninger etter passivhusstandarden (NS 3701:2012)

Tabell 13 Krav etter Teknisk forskrift 2010. (Standard Norge, 2012)

U-verdi vindu og dør, inkludert karm/ramme [W/(m ² K)]	Lekkasetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling pr. time)
≤ 0,8	≤ 0,6

I tillegg til dette gjelder minstekravene i TEK 10. Disse er noe høyere enn kravene i tabell 12 for TEK 10 fordi dette ikke er minstekravene ved en omfordeling. Passivhusstandarden bygger på energiforbruk og ikke på isolasjonsmengder. Forutsetningene for u-verdi og lekkasetall er derfor hentet fra forprosjektet for Åsveien skole hvor passivhuskriteriene i utgangspunktet er tilfredsstilt. Disse verdiene er gitt i tabell 14:

Tabell 14 U-verdi og lekkasetall for passivhus i SIMIEN-undersøkelsen.

U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	U-verdi tak [W/(m ² K)]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m ² K)]	U-verdi vindu og dør, inkludert karm/ramme [W/(m ² K)]	Lekkasetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling pr. time)
0,15	0,09	0,09	0,8	0,5

3.3.3 Undersøkelse av endret driftsmønster

For hvert av alternativene er det gjort tre simuleringer med ulike driftsmønstre:

Simulering 1: Ingen drift i bygningen. Bygningen vil derfor være innstilt på nattsenkning hele døgnet uten belysning og utstyr på.

Simulering 2: Drift fra 07.00 til 17.00, 5 dager i uken i 44 uker. 2200 timer i året.

Simulering 3: Drift fra 07.00 til 22.00 hver dag hele året. 5460 timer.

Simulering 1 er gjort for å få tre punkter å interpolere og ekstrapolere ut fra. Det var ønskelig å vite energibehovet uten drift. Dette resultatet vil vise fast energibehov. Dersom bygget skal stå tomt i lengre tid er det mulig å senke temperaturen og annet forbruk ytterligere, men det har ingen verdi for analysen. Simulering 2 representerer standardverdien fra NS 3031:2007+A1:2011. Simulering 3 representerer det som anses som ekstremverdi for driftstid og er ikke realistisk å oppnå.

Endringene som er gjort er beskrevet under:

- Den opprinnelige filen oppfylte kravene til passivhus, men hadde for høye temperaturer i forhold til §13-4 i veilederen til TEK 10. Det ble satt inn romkjøling med maksimal effekt 40 W/m^2 og kjølebatteri med maksimal effekt 30 W/m^2 . Disse anleggene vil ved behov fungere i driftstiden. Da var energi til kjøling omtrent 4 W/m^2 over kravet til passivhus. Det har for øvrig lite innvirkning på resultatene. Dette anlegget ble satt inn i alle alternativer. Effekten ble satt ut fra å holde krav til innetemperaturer i sommermånedene for alle alternativene.
- For passivhus ble $1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ brukt som luftmengde utenom driftstid. $2 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ er brukt for 1987 og TEK 10 i henhold til NS 3031. Veilederen til TEK 10 oppgir at denne luftmengden kan være ned til $0,7 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ noe som ikke stemmer med NS 3031. Det høyeste er brukt.
- I driftstiden ble $8,0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ brukt som minimum luftmengde for passivhus og $10,0 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ for 1987 og TEK 10.
- For passivhus er energiforbruket til utstyr satt til 4 W/m^2 , for de andre alternativene er forbruket satt til 6 W/m^2 .
- Belysningen for passivhuset er satt til $4,5 \text{ W/m}^2$, for de andre 10 W/m^2 .
- U-verdier og lekkasjetall er endret til aktuelle krav.

Alle endringer og forutsetninger er bygget på en eller flere av disse kildene: (Kommunal- og arbeidsdepartementet, 1987), (Direktoratet for byggkvalitet, 2011), (Standard Norge, 2012) og (Standard Norge, 2011).

Det ble foretatt kontroller på inn klima. Med disse forutsetningene var dette innenfor kravet for de ulike driftsmønstrene. Deretter ble det gjennomført årssimuleringer som viser årlig energiforbruk. Resultatene er presentert i kapittel 4.4.1.

3.3.4 Undersøkelse av endret belastning

Det er tatt utgangspunkt i normal driftstid og energibehovet vil tilsvare normal driftstid i forrige undersøkelse. Det er gjennomført simuleringer for Tek 87, Tek 10 og passivhusstandarden. For dobbel belastning er det gjort følgende endringer:

- Effekt fra belysning ble økt med 50 %. Noe mer lys vil til en hver tid stå på, men det øker ikke like mye som øvrig belastning. 50 % ble antatt å være fornuftig.
- Effekt fra teknisk utstyr, tappevann og varmetilskudd fra personer ble doblet.

Maksimal luftmengde i driftstid ble økt med 50 %. Simuleringene viste at dette var en tilstrekkelig økning både med tanke på innetemperaturer og CO₂-nivå.

Resultatene fra årssimuleringer er presentert i kapittel 4.4.2.

Feilkilder og alternativ metode

Forhåndsprogrammerte inndata

Filen fra forprosjektet inneholdt allerede alle nødvendige inndata. Kun de dataene som behøvde å endres er endret. Dette gir et realistisk case. På den andre siden er ikke inndataene kvalitetssikret i forbindelse med denne oppgaven. Resultatene er realistiske, men det kan være enkelte inndata som ikke er det. Ettersom filen er utarbeidet av profesjonelle aktører er tiltroen til vurderingene som er gjort god.

Egne inndata

Det er noe urealistisk å anta at et bygg etter TEK 87 har samme ventilasjonssystem som et etter TEK 10. Det er angitt i forutsetningene at inneklimate skal være det samme og det er dermed satt inn samme ventilasjonsanlegg i alle alternativene. Resultatene kan derfor ikke overføres til et bygg etter TEK 87, det må justeres for forskjellen i aktuelle ventilasjonssystemer.

Inneklimate vil ikke være likt i alle alternativene, selv om det er forsøkt å få til tilsvarende nivåer. Inneklimate er i alle tilfeller innenfor kravene i TEK 10. Spesielt økt belastning vil påvirke temperatur og CO₂-nivå. For å få helt likt inneklimate kunne det vært mulig å dimensjonere ventilasjonsanlegget forskjellig for hvert alternativ og kjøre simuleringer til inneklimate ble like. Dette er ikke gjort. Forskjellen skal være begrenset fordi anlegget generelt er overdimensjonert og vil kjøre på lav belastning det meste av tiden.

En alternativ metode kunne vært å utarbeide et eget tenkt prosjekt og dermed hatt større kontroll over inndata. Dette hadde vært vesentlig mer arbeidskrevende og burde uansett tatt utgangspunkt i et reelt prosjekt for å ikke gjøre for mange antakelser. Egne forutsetninger på inndata ville trolig vært mangelfulle på grunn av manglende erfaring på området. SIMIEN har vært svært velegnet for simuleringene og en annen metode ville ikke gitt samme kvalitet på samme tid.

4 Resultater

I dette kapitlet presenteres resultatene med korte kommentarer til disse. Forklaringer av fremgangsmåter og lignende er forsøkt utelatt, dette er beskrevet i forrige kapittel.

4.1 Analyse av delt bruk sin påvirkning ved BREEAM-sertifisering

Analysen er i hovedsak utført på samme måte som Slette (2012) gjorde. Ettersom oppgavene på mange måter reiser de samme spørsmålene kan oppgavene være en del av en større serie. Derfor er det hensiktsmessig at resultatene i størst mulig grad er sammenlignbare.

Hypotesen har vært at BREEAM vil gi færre poeng til et prosjekt som planlegges og gjennomføres med stor grad av delt bruk. Dette er undersøkt i en analyse hvor det har blitt sett på alle emnene og hvordan de påvirkes av delt bruk. Resultatene er presentert i tabell 15. Hvert emne har blitt fargekodet etter hvordan det påvirkes. Kodingen er som følger:

Grønn: Det antas at det vil være lettere å oppnå poeng

Oransje: Det vil være noe mer arbeid å tilfredsstille kravene til poeng for prosjektgruppen, men selve produktet trenger ikke å endres. Hovedsakelig er det emner hvor brukere skal involveres, dette tar noe mer tid med flere brukergrupper. Likevel er kostnadene nokså ubetydelige.

Rød: Det antas at det vil være vanskeligere å oppnå poeng. Produktet må trolig endres for å oppnå lik poengsum.

Lys blå: Det antas at emnet ikke påvirkes av delt bruk, altså nøytrale emner.

Grå: Emnet er ikke relevant for undervisningsbygg. Merk at det for et undervisningsbygg kan være flere emner som ikke er relevante. Her er bare emner som ikke gjelder noen undervisningsbygg merket grått.

Merknader til analysen

Analysen er kvalitativ og prøver ikke å kvantifisere påvirkningen på poengene. Den kvantitative forskjellen kan variere veldig fra prosjekt til prosjekt. Derimot er det mulig å bruke analysen til å gjøre en kvantitativ analyse for et prosjekt ved å gå igjennom de emnene som påvirkes av delt bruk.

Resultat

Resultatet av undersøkelsen er presentert under i tabell 15.

	Emne	Poeng	
Ledelse og administrasjon	Man 1	Teknisk driftsstart	2
	Man 2	Entreprenørens retningslinjer for miljø og samfunnsansvar	2
	Man 3	Påvirkninger fra byggeplass	4
	Man 4	Brukerveiledninger	2
	Man 12	Analyse av levetidskostnader	2
	Man 13	Kombinert (Man 5 - Man 11)	3
	Man 13.5	Stedsanalyse	1
	Man 13.6	Konsultasjon	2
	Man 13.7	Delt bruk	2
	Man 13.8	Sikkerhet	1
	Man 13.9	Informasjonsspredning	1
	Man 13.10	Bygget som læringsressurs	1
	Man 13.11	Vedlikeholdsvennlighet	1
	Man 14	BREEAM-NOR Akkreditert Profesjonell (AP)	3
Helse og innemiljø	Hea 1	Dagslys	1
	Hea 2	Utsyn	1
	Hea 3	Blendingskontroll	1
	Hea 4	Høyfrekvent belysning	1
	Hea 5	Interne og eksterne lysnivåer	1
	Hea 6	Lyssoner og lysstyring	1
	Hea 7	Potensial for naturlig ventilasjon	1
	Hea 8	Ventilasjonsløsning for å sikre innendørs luftkvalitet	2
	Hea 9	Forurensning i innemiljø	2
	Hea 10	Termisk komfort	2
	Hea 11	Termisk soning	1
	Hea 12	Mikrobiell forurensning	1
	Hea 13	Akustisk ytelse	1
	Hea 14	Kontorareal	
Hea 20	Fuktsikring	3	
Energibruk	Ene 1	Energieffektivitet	13
	Ene 2	Delmåling av betydelig energibruk	1
	Ene 3	Delmåling av høy energibelastning og utleiearealer	1
	Ene 4	Utebelysning	1
	Ene 5	Energiforsyning med lavt klimagassutslipp	3
	Ene 6	Bygningskonstr. ytelse og hindring av luftinfiltr. ved varemottak og leveran.	1
	Ene 7	Kjølelager	3
	Ene 8	Heiser	2
	Ene 9	Rulletrapper og rullefortau	
	Ene 11	Energieffektive avtrekksskap	1
	Ene 12	Varmetap og ventilasjon i svømmehaller	1
	Ene 19	Energieffektive laboratorier	1
	Ene 20	Energieffektive IT-løsninger	1
Ene 23	Bygningskonstruksjonens energiytelse	2	

	Emne		Poeng
Transport	Tra 1	Kollektivtransporttilbud	4
	Tra 2	Avstand til lokalt service- og tjenestetilbud	1
	Tra 3	Alternative transportformer	2
	Tra 4	Sikkerhet for gående og syklister	1
	Tra 5	Mobilitetsplan	1
	Tra 6	Maksimal bilparkeringsplass	2
	Tra 7	Reiseinformasjonspunkt	1
	Tra 8	Varelevering og manøvrering	1
Vann	Wat 1	Vannforbruk	3
	Wat 2	Vannmåler	1
	Wat 3	Lekkasjedeteksjon	1
	Wat 4	Avstenging av sanitær tilførsel	1
	Wat 6	Vanningssystemer	1
	Wat 7	Bilvask	
	Wat 8	Bærekraftig vannbehandling på stedet	2
	Materialer	Mat 1	Materialspekifikasjon
Mat 3		Gjenbruk av fasader	1
Mat 4		Gjenbruk av eksisterende bærekonstruksjoner	1
Mat 5		Ansvarlig innkjøp av materialer	2
Mat 7		Robust konstruksjon	1
Avfall	Wst 1	Avfallshåndtering på byggeplass	3
	Wst 2	Resirkulerte tilslag	1
	Wst 3	Lagring av gjenvinnbart avfall	2
	Wst 4	Komprimator/presse	1
	Wst 5	Kompostering	1
	Wst 6	Gulvbelegg	
Arealbruk og økologi	LE 1	Gjenbruk av areal	1
	LE 2	Forurenset areal	1
	LE 3	Økologisk verdi og vern av økologi på stedet	1
	LE 4	Redusere konsekvenser for eksisterende økologi	5
	LE 6	Langsiktig påvirkning på artsmangfoldet	2
	LE 7	Involvering av studenter og ansatte	1
	Forurensning	Pol 1	Kuldemedium GWP - Bygningstjenester
Pol 2		Forebygge lekkasjer fra kuldemedier	1
Pol 3		Kuldemedium GWP - Kjølelager	1
Pol 4		Nox-utslipp fra varmekilde	3
Pol 5		Flomrisiko	3
Pol 6		Redusere forurensning av vassdrag	1
Pol 7		Begrense lysforurensning om natten	1
Pol 8		Støydemping	1
	Inn 1	Innovasjon Ene 5	1
	Inn 1	Innovasjon Tra 3	1

Tabell 15 Resultater av delt bruk sin påvirkning av BREEAM-sertifisering.

Analysen trenger en mer utfyllende forklaring. Først er det enkelte emner som krever mer informasjon selv om de vurderes som nøytrale. Deretter gis det utfyllende kommentarer til emner som påvirkes av delt bruk.

Utfyllende kommentarer, nøytrale emner

Man 12 – Analyse av levetidskostnader

Slette (2012) har konkludert med at økt arealeffektivitet høyst sannsynlig vil resultere i et ekstra poeng på grunn av lavere livssyklus-kostnader. Likevel tolkes emnet til ikke å kreditere resultatet av analysen, men kun prosessen og valgene som gjøres som følger av resultatene. Derfor vurderes emnet som nøytralt.

Hea 8 – Ventilasjonsløsning for å sikre innendørs luftkvalitet

Det spesifiseres at friskluftmengdene skal være i henhold til Teknisk forskrift. Det vil være større friskluftmengder over et døgn ved delt bruk. Likevel er dette et krav som uansett må antas oppfylt og vil derfor ikke påvirke emnet i BREEAM. Det antas at alle bygg oppfyller krav fra myndigheter og andre emner hvor denne problemstillingen er til stede vil ikke nevnes.

Ene 1 – Energieffektivitet (+ Ene 23 og Inn 1)

Energiforbruket vil øke ved delt bruk som følge av høyere energiforbruk. Det gis poeng etter reduksjon av levert energi i forhold til standarden for energikarakteren C i energimerkeordningen. Levert energi måles i kWh/m²år etter NS 3031:2010. Ved en høyere arealeffektivitet vil intensiteten av energiforbruket øke (Slette, 2012). Han konkluderte dermed med at det ville tapes poeng i dette emnet. Likevel baserer NS 3031 seg på standardiserte verdier for belastning og driftstid og beregnet energibruk vil derfor ikke påvirkes av økt arealeffektivitet. Dermed påstås det her at emnet vil være nøytralt. Reelt forbruk vil likevel øke. Samme begrunnelse og konklusjon gjelder Ene 23 og Inn 1.

Tra 6 – Maksimal bilparkeringsplass

Maksimalt antall parkeringsplasser måles som en andel av brukere. Dermed ville det vært naturlig at det ved delt bruk er lettere å oppnå dette emnet ettersom antall brukere vil være høyere. Det er skrevet inn en bemerkning på at det ved varierende bruk er det høyeste tallet av brukere som oppholder seg i bygget på et tidspunkt som er dimensjonerende. Dermed vil emnet som regel ikke bli påvirket av delt bruk.

Utfyllende kommentarer, positiv påvirkning

Man 13 – Kombinert og Man 13.7 – Delt bruk

Emnet Man 13 – Kombinert har syv emner under seg med til sammen ni poeng. To av de poengene er i emnet Man 13.7 – Delt bruk. Det er maksimalt mulig å få tre av disse ni poengene. Dermed er det mulig å ikke legge til rette for delt bruk uten å miste poeng, det er mulig å hente de tre poengene i noen av de andre seks emnene. Både Man 13 og Man 13.7 er merket grønt, men disse henger altså sammen. Delt bruk vil nesten automatisk gi poeng i

Man 13.7, men ikke nødvendigvis påvirke den totale poengsummen. Det er en viktig å merke seg at det ikke må knyttes en kostnad til den delte bruken for å oppnå poeng.

Tra 2 – Avstand til lokalt service- og tjenestetilbud

Ved for eksempel flerbruk er det mulig å samlokalisere flere tjenester som for eksempel post- og butikkjenester. Høyere arealeffektivitet kan også frigjøre areal til servicefunksjoner. Dermed kan det bli flere servicetilbud i nærheten og lettere å oppnå poenget i dette emnet.

Tra 3 – Alternative transportformer

Dette emnet vil kunne påvirkes positivt på flere måter av delt bruk:

- Det vil ikke være behov for å opprette flere sykkelparkeringer, men antall brukere som skal finansiere fasilitetene er større.
- Det nevnes samsvarende fasiliteter av dusjer, garderober og garderobeskap og tørkeområde for våte klær. Dette er fasiliteter som gjerne er det første som deles og det er dermed enklere å oppnå dette poenget.
- Det vil være enklere å forhandle med busselskap om å utvide rutetilbudet når brukermassen økes og er jevnere over døgnet.
- Det kan tenkes at brukere som deler fasiliteter kan ha lettere for å benytte seg av et bildelingsprogram. Det er fordi deling som nevnt tidligere er avhengig av kultur.

Wst 3 – Lagring av gjenvinnbart avfall

Det er et minimumskrav til arealet som er avsatt til å lagre gjenvinnbart avfall som er gitt etter byggets areal. Dermed økes ikke dette arealet ved bruk og kostnaden for fasilitetene deles på flere brukere.

Inn 1 – Innovasjon, Tra 3

Kriteriet for dette innovasjonspoenget er at flere av alternativene i Tra 3 har blitt gjennomført. Ettersom flere av disse alternativene ble enklere ved delt bruk vil dette innovasjonspoenget bli enklere.

Utfyllende kommentarer, negativ påvirkning

Hea 13 – Akustisk ytelse

Det er høyst usikkert og trolig få prosjekter som påvirkes negativt av dette emnet. Anbefalingene som er gitt i veiledning til Teknisk forskrift er at lydisolasjon tilfredsstillende klasse C i NS 8175. BREEAM har satt krav om henholdsvis klasse C og B for innvendig anvendt areal og tekniske installasjoner. Det økte kravet for lydisolasjon fra tekniske installasjoner har ikke noen kobling med delt bruk og er uinteressant å se på. Ved flerbruk vil kravene for å oppnå lydklasse C kunne bli høyere. Dette fordi bruken av rom endres slik at det kan stilles strengere krav. Det kan tenkes at skolen ønsker å følge anbefalingene i veilederen for primærdriften, men at de godtar en lavere klasse for bruk på kveldstid. Dette vil slå negativt ut i BREEAM. Konklusjonen er at dersom man skal legge til rette for mange ulike bruksformål

vil kravene være strengere i BREEAM. Likevel vil det normalt bygges etter anbefalingene fra myndighetene og emnet vil være nøytralt.

Ene 3 – Delmåling av høy energibelastning og utleiearealer

For de fleste emnene hvor man skal overvåke ressursforbruk til ulike leietakere er tolkes formuleringene til at målingene skal være arealinndelt. Emnet Ene 3 har derimot ingen slik formulering og må tolkes til at delmålingene skal være for hver leietaker. Dermed må måleinstrumentene være annerledes ettersom leietakerne ikke har ulike areal, men ulike tider. Dersom det ikke gjøres merinvesteringer vil man miste dette poenget.

Ene 5 – Energiforsyning med lavt klimagassutslipp

Forbruket av energi og utslipp av klimagasser vil øke for et bygg med delt bruk. Dermed blir det en større mengde klimagasser som skal reduseres og det kan være vanskeligere å gjøre avtaler om strøm fra 100 % fornybar energikilde. Det kan derfor bli vanskeligere å oppnå samme poengsum i dette emnet.

Kommentarer til resultatet

Det var i forkant av analysen forventet at det skulle være en klar korrelasjon med resultatene til Slette (2012). Dette var ikke tilfellet. Slette (2012) hadde to emner som ble påvirket positivt og fire emner som ble påvirket negativt. Dette var ved økt arealeffektivitet i kontorbygg. For delt bruk i undervisningsbygg ble det her funnet fem som påvirket positivt og tre emner som påvirker negativt. Det er ikke samsvar mellom verken de positive eller negative emnene. At det ikke er noen korrelasjon synes å ha tre grunner; det er gjort ulike antakelser basert på informasjonen i håndboken, det er forskjeller mellom kontor- og undervisningsbygg og forskjeller mellom arealeffektivitet og delt bruk.

Selv om analysen er gjennomført som en kvalitativ analyse er det interessant å se på den kvantitative påvirkningen også. Denne vil variere fra prosjekt til prosjekt. I tillegg må det bemerkes at det ikke er nødvendig å miste noen poeng, men at det ved likt design vil kunne tapes poeng i enkelte emner. Generelt kan en si at det ikke er mange poeng å tjene på å innføre delt bruk, summen av de positive emnene er åtte poeng. Da er Man 13 utelatt på grunn av sammenhengen med Man 13.7. Summen av de negative emnene er fire poeng. Påvirkningen vil i alle tilfeller være vesentlig mindre.

4.2 Påvirkninger av delt bruk i forhold til Teknisk forskrift 2010

Om undersøkelsen

Det er forsøkt å gjøre en undersøkelse etter samme oppsett som for BREEAM. I stedet for å analysere hvert emne vil hvert kapittel i Teknisk forskrift 2010 analyseres. Det kan sammenlignes med å analysere hvert område i BREEAM som en helhet, men for BREEAM ville det vært uhensiktsmessig. Det er ikke alle kapitlene som angir krav og er således unødvendig å analysere nærmere, disse er merket som nøytrale. Inndelingen er som følger:

Grønn (positiv): Det antas at det er lettere å oppnå kravene gitt i kapitlet

Rød (negativ): Det antas at det er vanskeligere å oppnå kravene gitt i kapitlet

Grå: Det antas at kapitlet ikke påvirkes av delt bruk

Resultat

Tabell 16 viser resultatene. Videre kommenteres alle kapitlene som ikke vurderes som irrelevante/nøytrale.

Tabell 16 Resultat av delt bruk sin påvirkning av Teknisk forskrift 2010.

Kapittel	Vurdering
Kapittel 1 Felles betegnelser	
Kapittel 2 Dokumentasjon av oppfyllelse av krav	
Kapittel 3 Dokumentasjon av produkter	
Kapittel 4 Dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV)	
Kapittel 5 Grad av utnytting	Positiv
Kapittel 6 Beregnings- og måleregler	
Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger	Negativ
Kapittel 8 Uteareal og plassering av byggverk	Positiv
Kapittel 9 Ytre miljø	Positiv
Kapittel 10 Konstruksjonssikkerhet	
Kapittel 11 Sikkerhet ved brann	Negativ
Kapittel 12 Planløsning og bygningsdeler i byggverk	
Kapittel 13 Miljø og helse	Negativ
Kapittel 14 Energi	Negativ
Kapittel 15 Installasjoner og anlegg	Negativ
Kapittel 16 Sikkerhetskontroll av heis	
Kapittel 17 Ikrafttreden og overgangsbestemmelser	

Merknader til kapitlene

Kapittel 5 Grad av utnyttning (positiv)

Kapittel 5 har ikke innhold og veilederen henviser til rapport T-1459 «Grad av utnyttning». Derfor er det tatt utgangspunkt i denne. Der er det gitt at parkeringsareal regnes i bebygd areal. Dermed vil man ved økt arealeffektivitet generelt bruke mer areal til parkering, areal til bebyggelse vil reduseres på en tomt. Dette støttes av Slette (2012). Ved delt bruk vil man derimot kunne få den motsatte effekten. Ved å dele parkeringsplasser kan man redusere det totale behovet. Både gjennom å dele bufferkapasiteten og ved at man kan bruke plassene til ulike tider. Det kan oppstå tilfeller hvor parkeringsarealet må økes, men i mange tilfeller ved delt bruk bør det være mulig å redusere parkeringsareal. Dermed er det lettere å klare krav til utnyttingsgrad i reguleringsplanene.

Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger (negativ)

For de fleste bygg vil dette kapitlet ikke få noen innvirkning. Det gjelder hovedsakelig bygninger i flom- og skredutsatte områder. For bygninger i disse områdene kan delt bruk begrense lovlig beliggenhet. Ved at et bygg har flere funksjoner med ulik grad av konsekvens ved ødeleggelse vil sikkerhetsklassen økes for hele bygget og eiendommer dermed blir utelukket.

Kapittel 8 Uteareal og plassering av byggverk (positiv)

Delt bruk handler i mange tilfeller om å dele uteområder med allmennheten. Selv om det ikke stilles spesifikke krav vil saksbehandlingen trolig være enklere med et uteareal som er egnet for allmennheten.

Kapittel 9 Ytre miljø (positiv)

«Byggverk skal prosjekteres, oppføres, driftes og rives, og avfall håndteres, på en måte som medfører minst mulig belastning på naturressurser og det ytre miljø.» (KRD, 2010, §9-1) Det antas at delt bruk reduserer belastning på naturressurser og det ytre miljø. Dersom dette er en oppfatning som deles med saksbehandlere bør det gjøre en saksbehandling enklere.

Kapittel 11 Sikkerhet ved brann (negativ)

Både risikoklasse og brannklasse vil høyst sannsynlig øke ved delt bruk. Spesielt ved flerbruk vil det være sannsynlig at enkelte funksjoner vil øke klassene betraktelig. For eksempel har barnehager og skoler risikoklasse 3, mens leirskoler har risikoklasse 6. (DiBK, 2011) Planlegger man leirskoledrift i ferieukene vil man få en høyere risikoklasse for alle arealer som skal brukes til leirskole.

Kapittel 13 Miljø og helse (negativ)

Det skal mer til for å tilfredsstille krav til luftkvalitet ved økt bruk. Det skal dokumenteres at luftmengdene er tilstrekkelig ved det som er reell bruk.

Ved ulik bruk må en også forvente at kravene til lydisolering øker. Dette er fordi lydisoleringskravene styres av bruken av de ulike rommene. Brukes rom til

musikkundervisning er kravene strengere enn i undervisningsrom. Disse kravene er angitt i NS 8175:2012.

Det stilles ulike krav til akustiske forhold (etterklangstid) ved ulike formål. Dersom man planlegger flerbruk må man ta hensyn til dette. Kravene er angitt i NS 8175:2012.

Kapittel 14 Energi (negativ)

Det er begrenset hvor mye og om det vil være en innvirkning ved dette kapittelet. Det stilles krav til energibehov etter bygningskategori. Ved flerfunksjonsbygninger kan bygningen deles opp i soner. Dersom bruken er svært ulik for det samme arealet er det mulig at man må tilfredsstille det strengeste kravet.

Kapittel 15 Installasjoner og anlegg (negativ)

Økt bruk vil øke nødvendig størrelse på installasjoner for å tilfredsstille teknisk forskrift.

Kommentarer til resultatet

Resultatene gir inntrykk av at det er vanskeligere å tilfredsstille kravene i teknisk forskrift ved delt bruk. De positive virkningene går hovedsakelig på kvalitative krav og kan i beste fall forenkle en saksbehandling. De negative virkningene er i hovedsak knyttet til kvantitative krav. Teknisk forskrift har til hensikt å gi passende minstekrav som man i undervisningsbygg uansett ønsker å tilfredsstille for å sikre ønsket komfort og sikkerhet. Dermed vil punktene i realiteten ikke være begrensende.

4.3 Påvirkninger av delt bruk på passivhusstandarden

I forkant av arbeidet med denne rapporten var det forventet at det ville være vanskeligere å oppnå passivhusstandard ved delt bruk. Dette ble påstått av flere i forkant. Standarden fremsto også noe uklart slik at det fremsto som et tolknings spørsmål hvorvidt økt driftstid og belastning ville påvirke resultatet av sertifiseringen. Det var to ulike tolkninger som ble gjort:

- Alle inndata angående driftstid og belastning skulle hentes fra NS 3031 og NS 3701. Dermed er det bare byggets fysiske løsninger som vurderes. Det var mange argumenter som talte for at dette var riktig tolkning. Det var flere steder spesifisert at det var disse standardiserte verdiene som skulle benyttes. SIMIEN-programvaren som er brukt til analysen i kapittel 4.4 overkjørte også egne inndata med disse standardiserte verdiene ved kontroll mot passivhusstandarden.
- Inndata skulle være reell i forhold til planlagt bruk. Det betyr endrede driftstider og belastninger. Det ble indikert av flere at dette var riktig fremgangsmåte i forkant av undersøkelsen. Punkt 6.3a) i NS 3701 sier også at dokumentasjonen for den ferdigstilte bygningen skal omfatte en bekreftelse av at inndata som er benyttet for energiberegningen er representative for den ferdigstilte bygningen.

For å forstå hvordan bruken påvirker sertifisering etter NS 3701 var det essensielt å forstå hvilken av disse tolkningene som gjelder. I mail fra Thor Endre Lexow prosjektleder på fagområdet Energi og varmeisolering som står for blant annet NS 3031 og NS 3701 ble disse spørsmålene besvart. Denne tolkningen må anses å være korrekt:

Det skal utføres en normert beregning etter NS 3031 med standardiserte inndata fra NS 3031 og NS 3701 med representative klimadata for stedet der bygningen oppføres men med reelle materialbelastninger for å beregne luftmengder. I den normerte beregningen skal du derfor ikke benytte reelle verdier for personbelastning, driftstid, innetemperatur, varmetilskudd ved beregning av netto energibehov til oppvarming. Det skal likevel dokumenteres at krav til termisk komfort ved reelle driftsbetingelser (internlaster og soltilskudd) oppfylles ved dimensjonerende utetemperatur om sommeren.

Punkt 6.3 er satt opp for at man skal dokumentere 'as built' og ikke bare hvordan bygningen ble prosjektert. (...) Ved dokumentasjon av ferdigstilt bygning så skal de inndata som ikke er låste standardiserte inndata være representative for den ferdigstilte bygningen, (...). (Lexow, 2013)

Altså er første tolkning korrekt, det skal brukes standardiserte inndata. Likevel skal det brukes reelle belastninger for å dokumentere at ventilasjonssystemet klarer å oppnå riktig termisk komfort, men det skal ikke regnes energibruk for det. I punkt 6.3a) skal det ikke dokumenteres verdier for belastning og driftstid, men kun at det er foretatt simuleringer på noe som representerer den ferdige konstruksjonen.

Konklusjonen er at delt bruk ikke vil påvirke en sertifisering etter passivhusstandarden.

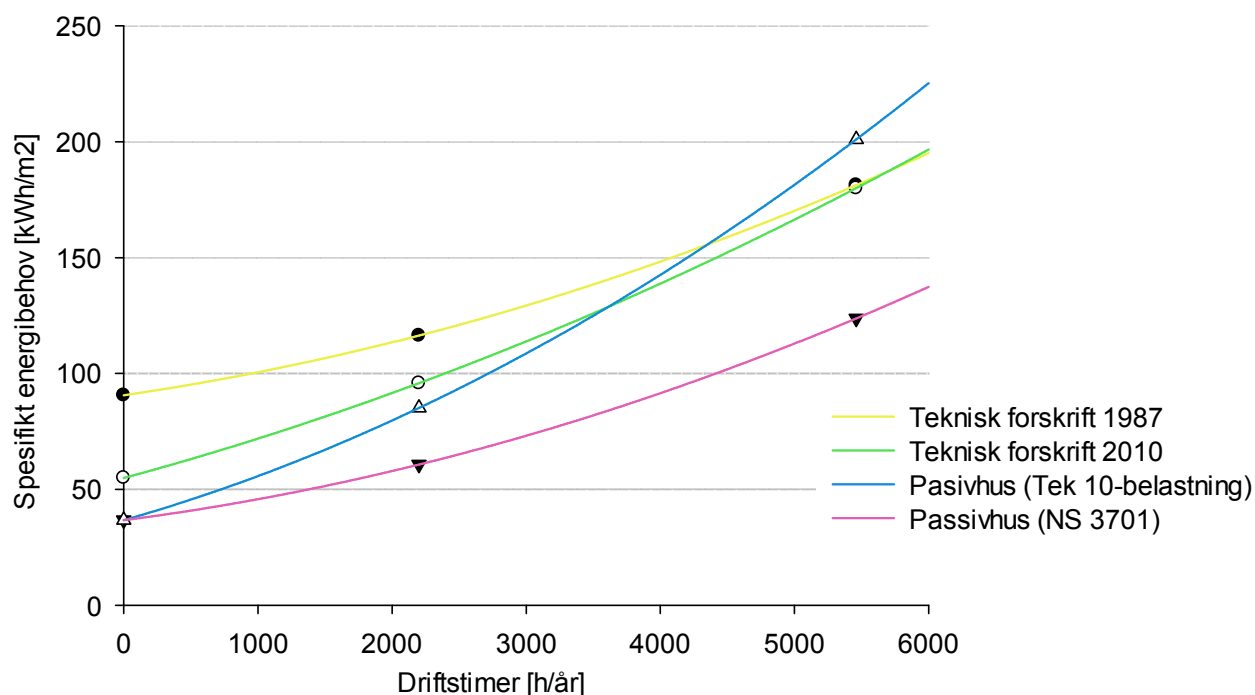
4.4 Undersøkelse av energibruk

4.4.1 Undersøkelse av driftstid

På bakgrunn av de tre simuleringene for hvert alternativ er det interpolert og ekstrapolert ved hjelp av et 2. grads polynom.

Resultatet fra analysen er illustrert i figur 21:

Driftstimenes påvirkning på energibehovet



Figur 21 Driftstimenes påvirkning på energibehovet.

En mer detaljert oppstilling av resultatene er presentert i tabell 17. Ytterligere informasjon finnes i bilag 5.

Kategori	Driftsmønster	Byggeforskrift 1987			TEK 10			Passivhus (NS 3701)		
		Ingen	Standard	Utvidet	Ingen	Standard	Utvidet	Ingen	Standard	Utvidet
1a	Romoppvarming	70	39,1	10,1	40,3	15,3	0,6	25,3	8,3	0,1
1b	Ventilasjonsvarme	13,7	11,3	10,2	10,8	9,7	6,1	7,4	7,2	4,4
2	Varmtvann	0	10,0	16,6	0,0	10,1	16,6	0	10,1	16,6
3a	Vifter	5,9	11,9	25,0	3,5	12,1	25,9	2,8	7,0	16,5
3b	Pumper	0,5	2,2	2,8	0,1	2,6	2,9	0,2	2,9	2,2
4	Belysning	0	22,0	54,8	0,0	22,0	54,8	0	9,9	24,6
5	Teknisk utstyr	0	13,2	32,8	0,0	13,2	32,8	0	8,8	21,9
6a	Romkjøling	0	5,8	27,0	0,0	10,1	38,2	0	4,7	35,5
6b	Ventilasjonskjøling	0,5	0,8	1,9	0,3	0,8	2,0	0,9	1,7	1,9
Totalt netto energibehov		90,6	116,4	181,3	54,9	95,8	180,0	36,7	60,7	123,8

Tabell 17 Oppstilling av energibehovet for de ulike alternativene.

Kommentarer til resultatene

Et interessant funn er at energibehovet blir større for en bygning etter TEK 10 enn for TEK 87 ved omtrent 5500 årlige driftstimer. Et passivhus vil ikke overstige en bygning etter TEK 87 uansett. Det er en nesten parallell sammenheng mellom et passivhus og et bygg etter TEK

87. Ved den ekstra simuleringen av passivhus med samme internlaster (belysning og teknisk utstyr) som for TEK 87 og TEK 10 er dette ikke tilfellet. Da bruker et passivhus vesentlig mer energi ved økt belastning. Det kommer tydelig frem at et passivhus ikke fungerer godt dersom de interne lastene er store.

På forhånd var det forventet at det skulle være en mer lineær sammenheng mellom driftstimer og energibehov. Energiforbruket til kjøling er det som øker mest og det er hovedsakelig denne posten som er skyld i en raskere vekst i energibehov ved økt bruk. Grunnen til dette er antakeligvis at for normal drift er skolen stengt i sommermånedene, noe den ikke er for utvidet bruk. Det er i disse månedene mye av kjølingen vil skje og det påvirker derfor energibehovet ekstra kraftig. Dersom en ekskluderer energien til kjøling blir økningen nærmest lineær.

Som en forenkling er det nyttig å gå ut fra en lineær sammenheng og innføre to nye begreper på bakgrunn av resultatene. Begrepene er inspirert av teori fra bedriftsøkonomi.

Fast energibehov: Den årlige energien som skal til for at bygget står klart til bruk innen svært kort tid. Tilsvarende kontinuerlig nattsenkning. [kWh/m²år]

Marginalenergi: Økningen i energibehov per økte driftstime. [kWh/m²årh]

Det faste energibehovet og marginalenergien for de fire alternativene er gitt i tabell 18.

Tabell 18 Fast energibehov og marginalenergi for de ulike alternativene.

	Byggeforskrift 1987	TEK 10	Passivhus (NS 3701)	Passivhus (TEK 10 belastning)
Fast energibehov [kWh/m ² år]	90,6	54,9	36,7	36,7
Marginalenergi 0-2200 [kWh/m ² årh]	0,012	0,019	0,011	0,022
Marginalenergi 2200-5460 [kWh/m ² årh]	0,020	0,026	0,019	0,036

En slik tabell kan benyttes når man skal regne ut kostnaden ved delt bruk. Det kommer frem av resultatene at energikostnaden ved økt driftstid er minimal. Et eksempel er illustrert under:

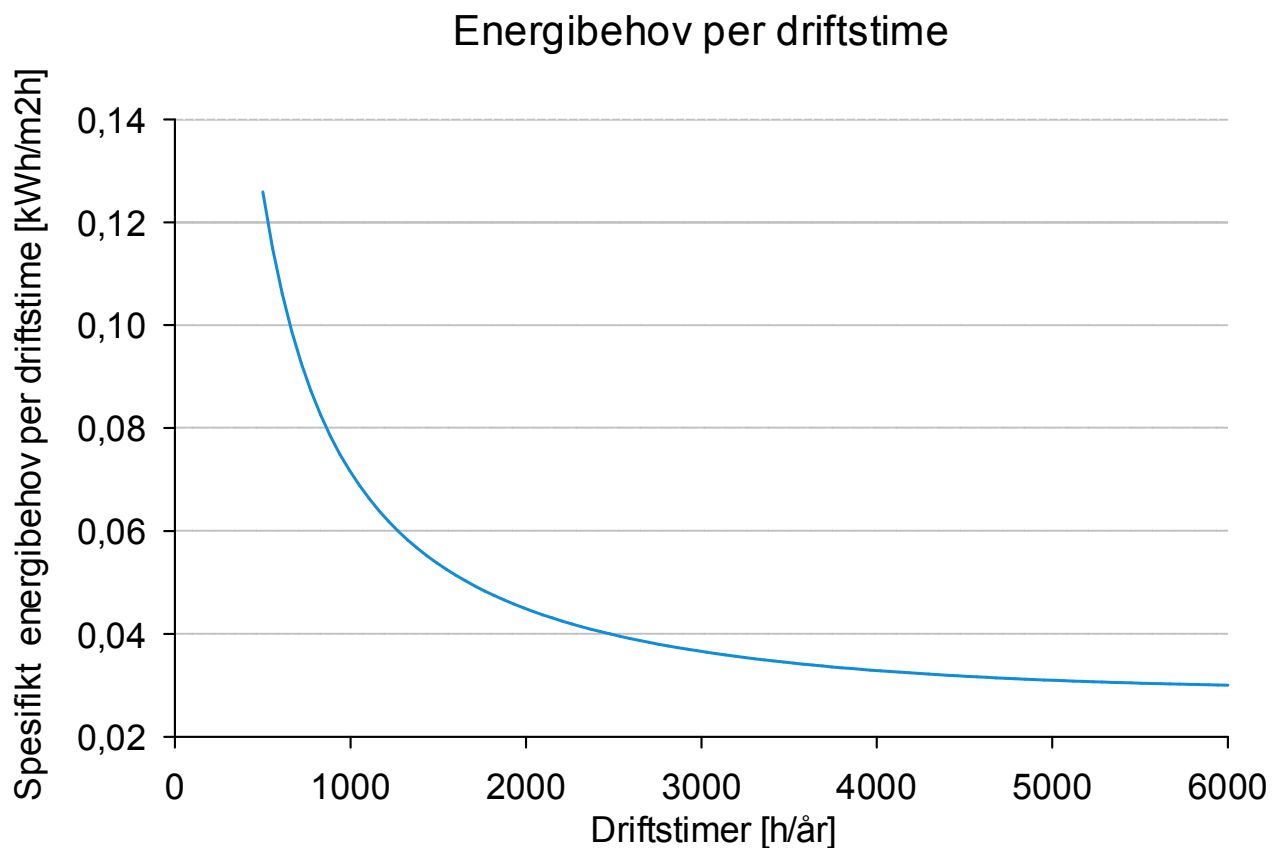
Et korps leier et av skolens klasserom og har til sammen tilgang på 60 m² to timer i uken 44 uker i året. Skolen er bygget etter TEK 10. Energiforbruket for denne ekstra bruken er 60 m² * 2 h/uke * 44 uker/år * 0,026 kWh/m²h = 137,28 kWh/år.

21 st Century School Fund (2010) skriver at det har vist seg vanskelig for skoler å regne reelle kostnader ved egen bygning og dermed prises utleie feil, disse har derfor laget en del

anbefalinger. Det bør naturligvis tas hensyn til mange andre faktorer enn ekstra energiforbruk.

Som forventet har det faste energibehovet blitt redusert i takt med strengere krav fra myndighetene. I simuleringen etter passivhusstandarden er dette svært lavt, kun 36,7 kWh/m²år. Dermed står energibehovet knyttet til direkte bruk for en større del av forbruket. Da blir det en mindre energigevinst ved å innføre delt bruk. Spesielt når en ser at marginalenergien øker med antall driftstimer vil delt bruk føre til små energigevinster i driftsfasen.

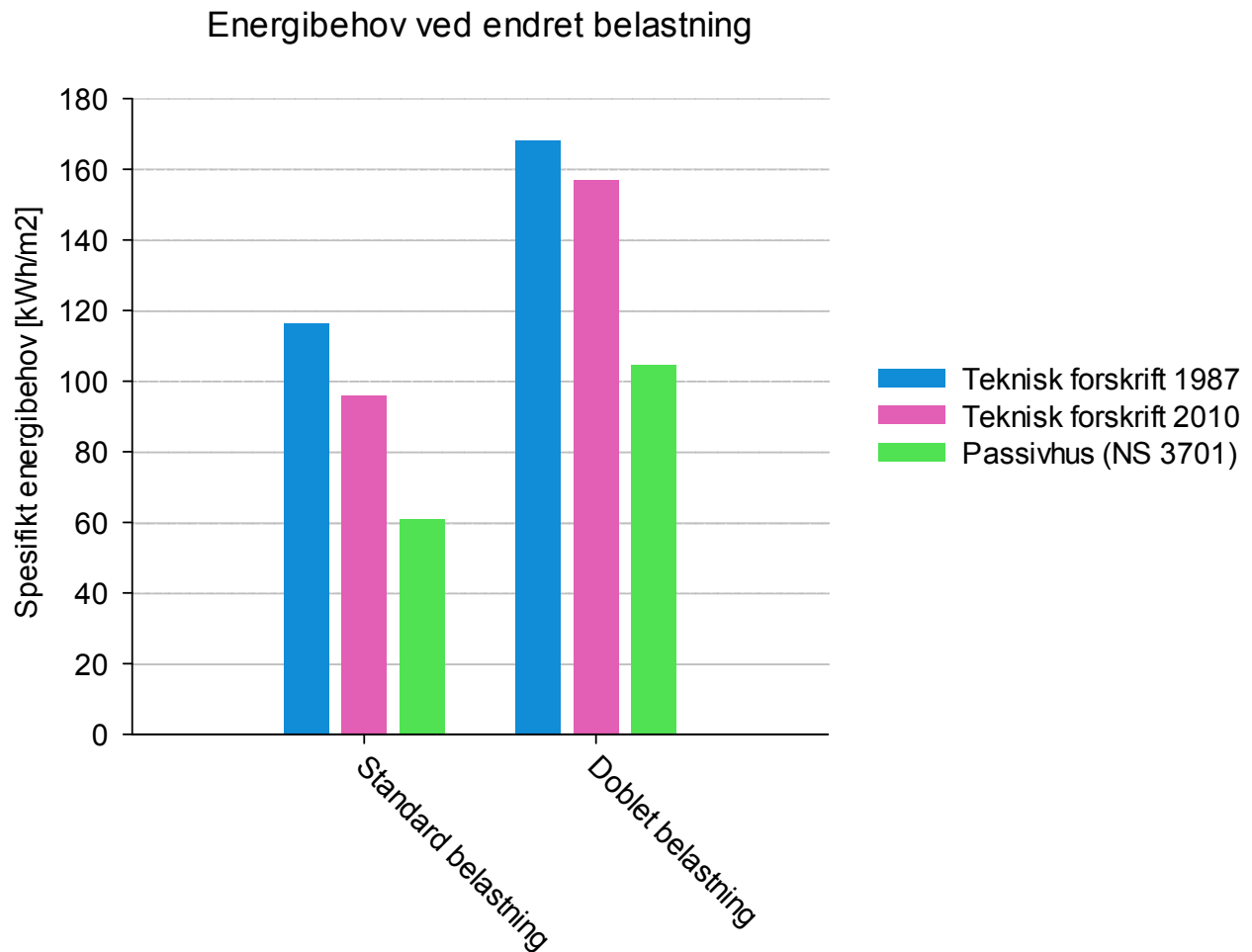
Likevel vil det alltid være et visst fast energibehov. Dette gjør at energibehovet er svært høyt per driftstime ved lav drift. Figur 22 viser hvordan energibehovet per driftstime reduseres med antall driftstimer i året. Tallene er hentet fra simuleringene av TEK 10 alternativet.



Figur 22 Energibehov per driftstime.

4.4.2 Analyse av økt belastning

Resultatet fra undersøkelsen er presentert i figur 23.



Figur 23 Energibehov ved endret belastning.

Hvis man ser på den relative økningen av energibehov fra standard til doblett belastning er den vesentlig større for bygninger etter strenge krav. Likevel er den absolutte økningen vesentlig lavere for et passivhus. Dette skyldes at den interne belastningen i form av belysning og teknisk utstyr er vesentlig mindre for et passivhus enn et bygg etter TEK 10. Dermed blir også økningen mindre ved en dobling. Dette er bekreftet ved simuleringer. Økningen er presentert i tabell 19.

Tabell 19 Økning i energibehov ved doblett belastning.

Økning	Absolutt	Relativ
Tek 87	51,8	44,5 %
Tek 10	61,1	63,8 %
Passivhus (NS 3701)	43,8	72,2 %

5 Diskusjon

Dette kapittelet bygger på teorikapittelet og resultatene fra undersøkelsene. Enkelte funn er interessante og diskuteres derfor i dette kapittelet. Resultatene fra undersøkelsene om energibehovet ble i stor grad diskutert der og diskusjonskapittelet vil derfor i liten grad diskutere disse resultatene.

5.1 Flere aspekter ved delt bruk

Kildene som er funnet har fokusert på en bedrifts eller personers påvirkning av delt bruk og derfor har makroaspektet ved delt bruk ikke blitt belyst. Gjennom arbeidet med oppgaven har det kommet frem aspekter som ikke ser ut til å være belyst i faglitteratur. Det er ikke mulig i denne oppgaven å kvantifisere aspektene.

Økt arealeffektivitet generelt vil kunne gi en økt fortetting. Økt arealeffektivitet på en arbeidsplass kan gi mindre bygg. Delt bruk kan i beste fall redusere antall bygg og også størrelsen på dem. Når et bygg kan ha flere funksjoner over døgnet er det mulig å redusere antall bygninger som igangsettes. Dette kan skje uten å øke arealet til hver bygning. For deling av arealer for bedrifter med samme driftstid har det blitt vist (de Neufville & Belin, 2002) at arealene kan reduseres. Deling både ved samme driftstid og ved ulike driftstider er nok ikke realistisk, men en av disse er mulig.

Fortetting skjer i følge Store norske leksikon (2005-2007) gjennom nybygg på ledige tomter, ved oppdeling av tomter og ved påbygg eller tilbygg. Dette stemmer godt med hvordan andre skriver om fortetting. Likevel snakkes det synonymt om fortetting og det å samle funksjoner og mennesker for å redusere transportbehov og redusere behovet for nye utbyggingsområder. Definisjonen av fortetting bør derfor ikke være begrenset av at det må bygges tettere. Fortetting bør også inkludere arealeffektivisering og dermed blant annet delt bruk. Effektene er de samme uten de negative påvirkningene i nærmiljøet tettere bebyggelse fører med seg. Fortetting er et tiltak som er nødvendig og ønskelig for å takle økt folketall i byene. Flere nybygg vil ha en langsiktig negativ effekt ved at det ofte må bygges på grøntarealer. I følge teorien til Meadows, Randers & Meadows (2005) om en øvre grense for alt vil tettere bebyggelse ikke være mulig i det lange løp.

Kulturen i den vestlige verden har som nevnt i kapittel 2.8.8 «Marked for delt bruk» en motforestilling mot deling. Dette må på sikt endres dersom man skal ha tilgang til de samme produktene samtidig som verdens befolkning øker. For å klare en bærekraftig utvikling virker det som deling av ressurser er helt avgjørende. Foster (1965) beskriver deling av begrensede midler. Dette er ikke en form for deling som faller oss naturlig. Deling av ubegrensede midler er i følge Belk (2007) ikke en utfordring. Vi har alle et ansvar for å redusere eget forbruk og dette kan gjøres gjennom å dele enkelte produkter. Spørsmålet er hvorvidt deling av arealer

er riktig sted å starte. Det finnes langt flere produkter hvor tilgangen oppleves som en nærmest ubegrenset ressurs. For å endre forbruksmønstrene våre vil det derfor være enklere å dele disse ressursene før man etter hvert kanskje er klar for å dele arealer.

På den andre siden er arealer blitt en så begrenset ressurs i storbyene at deling av arealer likevel kan være nødvendig. Dersom man ikke får tilgang til den type arealer man ønsker alene kan det være en overkommelig terskel å gå sammen flere om å få tilgang. Litteraturen viste at dersom man deler noe har man lettere for å dele andre ting. Dermed kan deling av arealer være en pågangsdriever for deling av andre ressurser også.

5.2 Delt bruk sin rolle for en bærekraftig byggsektor

En bærekraftig byggsektor avhenger av svært mange ting. Arealeffektivitet er en av dem, som delt bruk er en del av. Det er funnet en rekke fordeler med delt bruk. Ulempene er i hovedsak knyttet til motforestillinger og psykologiske faktorer. Selv om dette også er viktige faktorer bør man forsøke å bli kvitt uheldige forestillinger. For en bærekraftig utvikling er man helt avhengig av at byggsektoren er bærekraftig.

Utfordringene for byggsektoren er at den står for et svært høyt ressursforbruk. Delt bruk reduserer dette ressursforbruket i flere ledd. I byggefasen er det mulig å bygge mindre. I driftsfasen vil det være mindre energiforbruk og vedlikeholdsbehov relativt til bruken. I avhendingsfasen vil det være en mindre bygningsmasse å håndtere.

5.2.1 Fokus og kunnskap om delt bruk

Gjennom litteratursøket virker det som fokuset på delt bruk er større enn kunnskapen. Det er relativt mange som skal dele arealer, men få som forklarer hvorfor. Det er ikke funnet andre undersøkelser som gjør generelle analyser av virkningene av delt bruk. Med tanke på hvor mange som nevner arealeffektivitet og delt bruk skulle en tro det var gjort flere analyser på virkningene av disse virkemidlene. Dette kan ha bakgrunn i at det er forholdsvis enkelt å se for seg om virkningene er positive eller negative. Likevel bygger svært mye av analysene i forbindelse med et prosjekt på kvantitative analyser. Det er derfor behov for et godt tallmateriale for å ta beslutninger om delt bruk.

Delt bruk sin påvirkning på et prosjekt

Delt bruk påvirker et prosjekt på mange måter. Under er de viktigste variablene kartlagt, det kommer tydelig frem at det fortsatt mangler mye informasjon på dette området.

Påvirkning på byggekostnader

Dette vil variere avhengig av prosjekt. Generelt så er prisen relativt lik dersom det ikke må bygges større. Det vil gjerne komme ekstrakostnader til for eksempel adgangskontroller. I tillegg kan byggekostnaden ofte være høyere for tilpasningsdyktige bygg.

Påvirkning på leieinntekter

I mange tilfeller foreligger det enten en leiekontrakt eller man opererer med internleie. Det er ikke funnet undersøkelser på hvordan en leiepris endres dersom arealet man leier skal deles med andre. Forskjell i leiepris kan være en god indikator av påvirkningen på markedsverdi. Det er naturlig at leieprisen går ned for hver enkelt leietaker, men det er summen av leieinntektene som vil avgjøre lønnsomheten.

Påvirkning på driftskostnader

Energibehovet er undersøkt ved ulik bruk. Funnene for relativ endring i energibehov kan brukes på et tidlig stadium. Dersom det ønskes mer detaljert informasjon er det mulig å gjøre samme simuleringer for aktuelt bygg.

Vedlikeholdsbehov er ikke undersøkt men det er nevnt at vedlikehold oppstår av to grunner; slitasje og utdaterte løsninger. Slitasjen er direkte avhengig av bruk. Utrangeringstiden er avhengig av tid og ikke bruk. Dermed vil man totalt i et livsløpsperspektiv komme gunstig ut av å ha høy arealeffektivitet i forhold til vedlikeholdsbehov.

Nytteverdi

I tillegg til de økonomiske variablene må en vurdere om nytteverdien endres for brukerne. Dersom effektivitet og trivsel påvirkes er dette svært viktig å vurdere. Selv objektivt sett gode løsninger kan gi dårlige resultater på grunn av psykologiske faktorer. Dette er den variabelen som er mest problematisk å vurdere.

Miljøkonsekvenser

Det offentlige har ansvar for og nytte av en bærekraftig bygningsmasse. De har mye større insentiver for dette enn private utbyggere. Dermed er det naturlig at flere faktorer tas hensyn til ved utvikling av et undervisningsbygg. En vurdering av avfallsmengder, arealbruk og økologi er naturlig. Avfallsmengdene tilknyttet driften vil være direkte avhengig av drift. Avfallsmengder i avhendingsfasen vil være lavere ettersom man bør få til en mindre bygningsmasse. Arealbruk og økologi vil være positivt påvirket av delt bruk. Det er ikke tallfestet materiale på dette området.

Delt bruk i forhold til de tre dimensjonene i bærekraft

Den sosiale dimensjonen virker det som får en redusert bærekraft av delt bruk. Mange føler seg mindre frie dersom de leier eller deler viktige produkter. Dette påvirker den sosiale bærekraften, i det minste på kort sikt. Det er ikke funnet objektive grunner som gjør at delt bruk behøver å oppleves som begrensende. På lengre sikt vil det trolig være mulig å ikke oppfatte delt bruk som begrensende, men heller en fleksibel løsning som gir tilgang til flere goder.

Den økonomiske dimensjonen virker hovedsakelig positiv. Besparelse av energikostnader er vist. Det er også antatt store besparelser av andre ressurser, hovedsakelig materialer. Dette vil være positive besparelser. Den mulige negative virkninger er manglende etterspørsel etter arealer som deles med andre. Dette er nevnt over og kan i verste fall redusere de totale inntektene.

Det er fokusert mest på miljødimensjonen i denne oppgaven. Det er mange grunner til at delt bruk kommer godt ut i forhold til bærekraft. De viktigste er muligheten for fortetting uten større fotavtrykk fra bygningsmassen og redusert ressursbruk.

Hva er potensialet?

Det ble tidligere i oppgaven skilt mellom teoretisk, teknisk, økonomisk og realistisk potensiale. Denne oppgaven har i hovedsak sett på hva som er teoretisk og teknisk potensiale. Påvirkningsfaktorene på økonomiske faktorer ble diskutert ovenfor uten at det er gjort undersøkelser på temaet. Realistisk potensiale på kort sikt anses å være rimelig lavt og begrensende, dette er knyttet til de psykologiske motforestillinger som finnes i samfunnet. På lengre sikt kan begrensningen ligge på en av de øvrige faktorene.

5.3 Ansvarlige parter

I utgangspunktet er vi alle ansvarlige for en bærekraftig utvikling. Likevel er det naturlig at det offentlige og større organisasjoner legger til rette for å gjøre det enklere for enkeltpersoner. I dette kapittelet skal det vurderes hvordan disse tar tak i denne oppgaven.

Det offentlige

Det offentlige regulerer gjennom lovverk og forskrifter de viktigste områdene i byggsektoren. Diskusjonen må derfor være om reguleringen er riktig. Det skal fokuseres på de virkemidlene som er beskrevet i teorien; energimerkeordningen og TEK 10.

Energimerkeordningen

Det gjøres to vurderinger; levert energi og andelen av alternative energikilder. I motsetning til andre myndighetskrav og standarder er det levert energi og ikke energibehov som måles. Argumentet for dette er at energimerkingen skal illustrere energikostnadene. I tillegg vil differansen mellom levert energi og energibehov være en miljøvennlig løsning, som for eksempel varmpumpe eller vindturbin. Denne differansen skal man ikke straffes for gjennom en lavere sertifisering. Et argument mot å bruke levert energi er at det er energibehovet som er det reelle forbruket, å redusere levert energi er uansett noe personer og bedrifter er interessert i og man trenger ikke insentiver for dette.

At energiberegningene utføres etter NS 3031 gjør at beregnet energibehov vil kunne avvike relativt mye fra reelt forbruk dersom man oppnår en høy arealeffektivitet. Ved et eventuelt salg eller ved utleie vil det se dårlig ut om det reelle forbruket er høyt.

Energimerkeordningen er et lite tiltak som er rettet mot å opplyse brukere. Det konkluderes med at ordningen fungerer til dette. Diskusjonen må videre gå på om beregningsmetoden i NS 3031 er riktig og om indikatoren kWh/m²år er den mest hensiktsmessige.

Teknisk forskrift 2010

Det ble i resultatkapittelet konkludert med at teknisk forskrift påvirker delt bruk i liten grad. Det er umulig å tallfeste om og eventuelt hvor mye enklere en saksbehandling kan være dersom man legger opp til høy arealeffektivitet. Dette vil være avhengig av en subjektiv vurdering fra saksbehandler. Mye vil derfor avhenge av saksbehandlers kunnskap på temaet.

Energibruken regnes også her ut fra NS 3031. Teknisk utstyr skal være tilpasset bruken. Dermed vil man i praksis måtte gjøre flere beregninger. Man må beregne energibruk i henhold til NS 3031, men man må også gjøre beregninger med reelle belastninger for å sikre et godt inn klima.

Andre aktører

I tillegg til det offentlige er det kommersielle aktører som står for mye av arbeidet for bærekraft. Standard Norge står for en stor del av arbeidet gjennom ulike standarder. I tillegg er BREEAM innført på initiativ fra bransjen. Under er noe av dette arbeidet vurdert.

NS3701 - Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger

Kravene i denne standarden skiller seg fra kravene i TEK 10 på et hovedpunkt. Passivhusstandarden har i større grad knyttet kravet til energibehov og ikke U-verdier. TEK 10 har også en energiramme, men U-verdikravet oppleves gjerne som dimensjonerende. Dette gjør at man har muligheten til å tenke mer kreativt for å redusere energibruken i passivhusstandarden. Det er ingen tvil om at energibruk er en bedre indikator på bærekraft enn U-verdier. Tiltak som for eksempel kompakte bygningskropper blir derfor belønnet i passivhusstandarden. Dette anses som positivt, men har ingenting å si for grad av arealeffektivitet.

Resultatene fra energisimuleringene viste at et passivhus var lite egnet for økt bruk. Energibruken steg vesentlig ved økt driftstid og belastning i forhold til mindre isolerte bygg. Det stiller spørsmålet om hvorvidt et passivhus er egnet for høy arealeffektivitet. Ettersom et passivhus har strenge krav til energibehov beregnet etter NS 3031 vil det være nødvendig å gjøre optimaliseringer med de standardiserte verdiene for bruk. Når disse bygningene optimaliseres for en spesifikk bruk vil de være dårligere tilpasset en annen bruk. Dersom det for eksempel var forventet en dobbelt belastning ville det vært hensiktsmessig å redusere isolasjonsmengden noe.

BREEAM

Byggebransjen har gått sammen gjennom NGBC og innført BREEAM i Norge. Dette viser at bransjen tar bærekraft på alvor. Med klassifiseringssystemer oppnår man noe som ikke man kan få til med myndighetenes minstekrav; insentiver til å bygge bedre. Bransjen er styrt av lønnsomhetskrav og en sertifisering kan gi en merverdi ved drift, utleie og salg som overgår

merkostnadene. Det som avgjør denne merverdien er blant annet anerkjennelsen til sertifiseringssystemet. BREEAM har blitt godt mottatt i andre land. Dermed blir det negativt å ikke sertifisere etter BREEAM dersom de setter standarden i markedet. Dersom systemet blir utbredt nok blir det i praksis ikke lenger et frivillig system.

Markedet tar hensyn til anerkjennelsen systemet har. Det trenger ikke alltid å ha en sammenheng med kvaliteten på systemet. Det er mange andre faktorer som vil påvirke anerkjennelsen som for eksempel kostnader, ekstraarbeid, markedsføring og utbredelse. Derfor er det viktig at det gjøres faglige vurderinger av kvaliteten på systemet ved jevne mellomrom. Spesielt i startfasen er dette avgjørende for å kunne ha en langsiktig anerkjennelse i markedet. Denne oppgaven ønsker å være en del av dette arbeidet.

BREEAM og bærekraft

Den norske håndboken i BREEAM ser ut til å blande begrepene bærekraftig og miljøvennlig noe. I innledningen beskriver de at BREEAM setter standarden for beste praksis for bærekraftig design. Ut over dette fokuseres det på at det er et system for å bygge miljøvennlig, helsefokusert blir også nevnt. BREEAM blir beskrevet som et verktøy for å vurdere bærekraftighet i en stor mengde litteratur, for eksempel (Berardi, 2012), men beskrives også i samme grad som et verktøy for å måle miljøbelastning. Det kan argumenteres for at alle punktene Papadopoulos & Giama (2009) nevner (kapittel 2.3) er effekter av et miljøriktig bygg, et fokus på miljø og helse vil virke inn på mange aspekter. For ordens skyld vurderes her BREEAM opp mot alle de tre dimensjonene i bærekraft; sosial, økonomisk og miljømessig.

Økonomisk bærekraft

BREEAM behandler ikke økonomisk bærekraft. I dagens samfunn ligger økonomiske vurderinger til grunn for et hvert byggeprosjekt. Antall prosjekter som igangsettes med en ulønnsom analyse kan neglisjeres. Likevel er det mange prosjekter som kunne vært gjort mer lønnsomme. Som belyst i denne oppgaven er det ikke utenkelig at delt bruk kan gjøre et prosjekt mer lønnsomt. Store statlige prosjekter må igjennom en tredjepartskontroll som blant annet vurderer økonomisk levedyktighet. At BREEAM kunne gitt poeng for en økonomisk analyse og dens resultater er ikke urimelig om det skal være en mer balansert vurdering av bærekraft. Det tyske systemet DGNB vektlegger økonomisk kvalitet 22,5 %.

Sosial bærekraft

På flere måter kan BREEAM sies å påvirke sosial bærekraft.

- Som et system for å være med å sikre en bærekraftig utvikling.
- Systemet har insentiver for innovasjon, altså øke kunnskap.
- Systemet ønsker å opplyse brukere, eiere og andre om fordelene ved miljøriktige bygg, altså øke kunnskap.
- BREEAM fokuserer på helse i hele livsløpet, helse er en faktor i sosial bærekraft. Finansdepartementet (2008) har inkludert helse i miljødimensjonen og kalt

dimensjonen for helse- og miljø. Men for definisjonen som er lagt til grunn i denne oppgaven tilhører helse sosial bærekraft.

Miljømessig bærekraft

BREEAM fokuserer uten tvil på miljømessig bærekraft. Det er tydelig at det er dette som er primærfokus og effekter på sosial bærekraft er mest sannsynlig en bieffekt av sammenhengene mellom disse dimensjonene.

På samme måte som Finansdepartementet bruker et indikatorsett for å måle bærekraft over tid bruker BREEAM emner hvor man måles opp mot en gitt standard. Kravene i BREEAM vil bli strengere etter hvert som det bygges mer miljøvennlig. En vesentlig forskjell er at for BREEAM blir et bygg bare målt i forhold til emnene. Finansdepartementet kan innføre nye indikatorer som kan avdekke tidligere ukjente utviklinger. Fra den forrige strategien for bærekraftig utvikling i 2008 har det blitt innført mange nye indikatorer. Dermed må samfunnet fokusere på alle områder, mens utbyggere trenger bare å fokusere på de emnene som er gitt, i tillegg til lover og forskrifter.

BREEAM, delt bruk og bærekraft

Delt bruk påvirker en BREEAM-sertifisering på flere områder. Med unntak av emnet Man 13.7 – Delt bruk virker dette mer eller mindre tilfeldig. Det virker ikke som systemet er lagt opp til å belønne eller straffe arealeffektivitet. Det er forståelig ut fra hvordan indikatorene som normalt blir brukt ikke tar hensyn til arealeffektivitet. Indikatorer som måles per m² eller per ansatt er mye enklere å tallfeste enn om man for eksempel må estimere persontimer i hvert bygg. Likevel er ikke dette alene en god nok grunn.

Tra 3 – Alternative transportformer

I dette emnet er det gitt krav til sykkelparkering etter hva som er høyeste antall brukere per dag. Sekundærbrukere er utelatt. Dette prinsippet er brukt i flere andre emner og fremstår som fornuftig i forhold til kapasitet. Likevel er det satt faste krav i forhold til antall brukere, det tas ikke hensyn til plassering og bruk av bygningen. Det er nærliggende å tro at det ikke er samme andel syklistene i alle skoletrinn og ved alle beliggenheter. Dette illustrerer en utfordring for et system som BREEAM, det gir mindre mulighet til å tilpasse bygget til forventet bruk. De fleste emnene er frivillige, men for å oppnå ønsket klassifisering har man ofte ikke mulighet til å ignorere i utgangspunktet enkle poeng.

I kapittel 2.8.1 ble begrepet samsvarende tolket til å være å dele fasilitetene. Dette er en høyst usikker tolkning, og sannsynligvis feil. Likevel er dusjer, garderober og tørkeområder arealer som burde være delt. Ulike brukergrupper vil gjerne ha noe ulike arbeidstider og dermed bruke disse fasilitetene til ulike tider. Det kan redusere arealbehovet betraktelig for disse fasilitetene. BREEAM bør derfor stille krav til at slike arealer deles.

Man 13.7 – Delt bruk

Det er gjort to vesentlige endringer i den norske utgaven i forhold til utgaven fra Storbritannia. For det første er emnet lagt som et underemne hvor man kan velge mellom

ulike underemner og likevel få full uttelling. Dette fremstår som unødvendig og det skiller seg fra resten av håndboken. Den faktiske betydningen av Man 13.7 reduseres vesentlig. I tillegg er det lagt til en bemerkning på at det ikke skal være en ekstrakostnad knyttet til den delte bruken. Den bemerkningen fremstår som meningsløs og uhensiktsmessig. Hvis et areal kan doble brukstiden ved å gjøre en liten merinvestering vil det være veldig positivt og bør ikke straffes i BREEAM.

Førskoler, barnehager og barne-sentre er ekskludert fra emnet. Dette er bygg som i aller høyeste grad har arealer som kan være aktuelle å dele. Når disse byggene ikke har muligheten til å ta poeng i emnet reduseres også insentivet for det. Å fjerne disse bygningene fra emnet kan i verste fall sende signaler om at bygningene ikke er egnet for delt bruk.

I den norske utgaven er det i motsetning til utgaven fra Storbritannia listet opp noen eksempler på arealer som kan deles. Slike lister kan i mange tilfeller virke begrensende på kreativiteten. Tanken er trolig at eksemplene skal hjelpe, i så fall bør eksemplene være utfyllende for de mulighetene som finnes.

Å finne gode kriterier og en riktig vekting er svært utfordrende. Dette ble illustrert i figur 7 hvor vektingen i de ulike sertifiseringssystemene var til dels svært ulik. Kriteriene varierer trolig i enda større grad. Hva som er viktig og ikke minst hva som anses som viktig endres kontinuerlig. Derfor er systemene laget med en stor grad av fleksibilitet for å ta høyde for at endringer vil komme etter hvert som kunnskapsnivået øker.

Dagens BREEAM i Norge er relativt nytt. Håndboken bærer tydelig preg av å være en førsteutgave med skrivefeil og en del feil intern referering. På tross av dette har BREEAM fått en rask og god anerkjennelse i det norske markedet. Systemet virker godt egnet for ytterligere nasjonal tilpasning. Fokuset på arealeffektivitet er overraskende lavt og det anbefales at dette får et større fokus i en senere utgave.

5.4 Hvilke arealer har mulighet for delt bruk?

For å svare på dette tas det utgangspunkt i romtypene som ble presentert i kapittel 2.8.7 og det fokuseres på de som normalt har en lav utnyttelse. En oppstilling av vurderingene er presentert i tabell 20. Utfyllende kommentarer for enkelte romtyper er gitt under.

Tabell 20 Oppstilling av mulighetene for delt bruk i undervisningsbygg.

	Romtype	Mulighet for delt bruk	Kommentar
Grunnskole og høyere utdanning	Teorirom	Ja	Se utfyllende kommentarer
	Spesialrom	Ja	Se utfyllende kommentarer
	Kontorer og arbeidsrom lærere	Ja	Se utfyllende kommentarer
	Elevrådskontor	Ja	Kan dekkes gjennom tilgang til like rom
Barnehager	Leke- og oppholdsareal	Ja	Kan leies ut i stengte perioder, overnatting og familiebarnehage
	Kjøkken (i barnehage mindre kaffekjøkken)	Nei	Lite hensiktsmessig å leie ut separat.
	Barnas garderobes	Nei	Private eiendeler trenger å være tilgjengelige for barnene
	Stellerom	Nei	
	Møte og personalrom	Nei	Anses som problematisk på grunn av sporadisk og daglig bruk
Alle	Renhold og vaktmestertjenester	Ja	Anses som delt per i dag dersom personalet dekker hele bygningsmassen
	Søppel	Ja	Avfallshåndteringsløsninger kan deles med andre brukere og tilstøtende bygg.
	Lager	Nei	Det antas at det hovedsakelig er arkiver med sensitiv informasjon
	Trafikk- og konstruksjonsarealer	Ja	Deles naturlig dersom andre romtyper deles
	Garderobe for ansatte uten kontor	Nei	Vurderes til lav etterspørsel
	Toalett ansatte	Ja	Kan dele med elever
	Utearealer	Ja	Se utfyllende kommentarer

Utfyllende kommentarer

Teorirom

Teorirom kan være utformet på mange ulike måte. Tradisjonelle klasserom for 25-30 elever eller som små og store auditorier. Det finnes en rekke brukergrupper som har behov for dette og ofte på kveldstid. Dette gjelder i hovedsak kveldskurs. Det er også mange som har

et sjeldent behov for undervisning også på dagtid og ledige timer kan fylles på den måten. Det er langt færre som deltar på kurs kveldstid enn det er elever i skolen og det vil være et stort sprik mellom tilbud og etterspørsel. Dette vil kunne presse leieprisene så langt ned at skolene ikke ser poenget med å administrere dette.

Spesialrom (gymsal og yrkesfaglige rom)

Det finnes en rekke ulike spesialrom. Nettopp det at det er spesialrom kan gjøre dem aktuelle for andre brukere. I tillegg utnyttes disse rommene gjerne dårlig av skolene selv. Det er ikke hensiktsmessig å nevne alle romtypene, men gymsaler, svømmebasseng, verksteder og skolekjøkken bør nevnes. Gymsaler og svømmebasseng leies ut i stor grad i dag og delt bruk er tydeligvis levedyktig her. Mekaniske verksted er det mange som kan ha bruk for, spesielt i byer hvor det er mangel på egen plass til dette. Skolekjøkken kan tenkes brukt av cateringsselskaper og matlagingskurs.

Kontorer og arbeidsrom lærere

Den lave utnyttelsen av hver arbeidsplass som teorien antyder gir store muligheter for forbedring. Alternativene er å leie ut arbeidsplasser til andre eller å frigjøre eksisterende areal til andre formål. «Desk sharing» bør vurderes.

Utearealer

Disse arealene vil være lett tilgjengelig for offentligheten utenom åpningstiden. Det er trolig på grunn av at mange fokuserer på utearealene når det er snakk om delt bruk. Undervisningsbygg er gjerne gunstig plassert med tanke på tilgjengelighet. Barnehager er gjerne plassert i forbindelse med boligfelt, grunnskoler er knyttet til større boligområder og høyere utdanning er ofte sentralt lokalisert. Utearealer er som oftest utformet robust og risikoen ved å dele er derfor mindre. Parkeringsplasser kan leies ut utenom åpningstiden. Det ser ut som månedsprisen for nattparkering ligger på omtrent en tredjedel av døgnparkering, det kan derfor være mulig å tjene penger samtidig som man reduserer parkeringsproblemet sentralt i de større byene.

5.5 Hensiktsmessige indikatorer for ressursbruk

Det har tidligere i oppgaven flere steder blitt påstått at indikatorene som brukes i dag ikke fanger opp effektene av økt arealeffektivitet på en god måte. Det er ikke hensikten med denne oppgaven å utarbeide indikatorer som gjør dette, men noen kjennetegn ved sånne indikatorer bør diskuteres. Først diskuteres dagens beregning av energibehov.

Det er standarden NS 3031 - Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data energiberegninger bygger på, blant annet til energimerkeordningen, TEK 10, passivhusstandard og BREEAM. Metode og data fra denne standarden vil derfor påvirke resultatene for disse systemene. Diskusjonen av hvorvidt energibehovet beregnes riktig må derfor gjøres for denne standarden alene. Naturligvis er alt flettet godt sammen, men NS

3031 er grunnsteinen for energiberegninger. Det er i hovedsak to diskusjoner; om indikatoren for energibruk er riktig og om energibehovet bør beregnes etter standardiserte verdier.

I dag måles energibruken i kWh/m²år. Slette (2012) konkluderte med at dette var en mangelfull indikator på energiintensitet. Indikatoren tar ikke hensyn til bruken i bygningen. Det påstås i denne oppgaven at høy arealeffektivitet er det mest bærekraftige. Derfor må en indikator ta hensyn til bruken. Det er da tre viktige faktorer; driftstid, tilstedeværelse og utnyttelse. Driftstiden er den tiden hvor bygningen er i bruk og derfor må ha riktig temperatur osv., driftstiden sier ikke noe om bruken av enkeltrom. Begrepet tilstedeværelse brukes av blant annet NS 3701 og representerer hvorvidt enkeltrom er i bruk. Utnyttelse foreslås som et begrep som beskriver i hvor stor grad rom eller arealer er i bruk. Utnyttelse kan for eksempel være oppgitt i personer/m². Dersom det ikke er tilstedeværelse vil utnyttelsen være 0. Begrepet tilstedeværelse virker derfor noe overflødig men kan likevel være nyttig i en del sammenhenger.

Å oppgi energibruken per persontime vil løse utfordringene i forhold til dagens indikator. Det vil gi et korrekt tall på faktisk forbruk i forhold til bruk. Denne oppgaven er på ingen måte første som oppgir en intensitet på denne måten. Og det er svært forståelig at en sann indikator ikke allerede er i bruk. Det ville vært et stort behov for skjønnsvurderinger på faktisk bruk og dermed vil det være veldig lett å trikse med inndata for å få ønsket sertifisering. Vurderinger vil gjøre arbeidet med prosjektering mer komplisert. I tillegg vil en endring i bruken også endre faktisk sertifiseringsnivå.

Dersom det vurderes som for omfattende å beregne energibruk per persontime vil det være en mulighet å kreditere prosjekter hvor en stor grad av arealeffektivitet er sannsynliggjort. Leiekontrakter med delt bruk, plantegninger med arealeffektiv innredning osv kan sannsynliggjøre dette. BREEAM kan gi poeng etter visse trinn med relativ økning i arealeffektivitet. Det er også en mulighet å redusere beregnet energibehov etter standardiserte prosentsetninger avhengig av arealeffektiviteten. Det finnes mange muligheter, men det antas at dagens indikator for energibruk beholdes og alternative løsninger må forholde seg til det.

Den andre diskusjonen går som sagt på hvorvidt energibehovet bør beregnes etter standardiserte verdier. Resultatene fra SIMIEN-undersøkelsene viser at dette ikke er hensiktsmessig i et bærekraftperspektiv. Der kommer det frem at dagens bygninger ikke er optimalisert for økt arealeffektivitet, hverken lengre driftstider eller økt belastning i normal driftstid. Dette ses på som svært uheldig i lys av de fordelene som finnes ved økt arealeffektivitet. Fordelene ved å bruke standardiserte verdier er mange, men i hovedsak går det på at det gjør beregninger og sammenligninger enklere. Likevel er validiteten av disse beregningene svært mangelfulle da alle bygg vil ha ulik bruk.

6 Konklusjon

Problemstillingen denne oppgaven skal besvare er hvordan arealeffektivitet i form av delt bruk virker inn på bærekraft, krav og sertifiseringer i undervisningsbygg. Arbeidet med å etablere et teoretisk grunnlag har gitt et noe tynt svar på problemstillingen. Undersøkelsene som er gjort har svart godt på hvordan delt bruk virker inn på krav og sertifiseringer. Å forstå hvordan noe virker inn på bærekraft er for komplekst til å gi fullgode svar på. Som det har kommet frem i oppgaven er bærekraft i seg selv et vanskelig begrep. Det kan likevel trekkes enkelte konklusjoner.

Delt bruk påvirker alle tre dimensjoner av bærekraft. Kortsiktig antas det at den sosiale dimensjonen blir påvirket negativt av delt bruk. Dette er fordi deling av ressurser ser ut til å ikke passe for vår kultur. Langsiktig trenger dette ikke å være tilfelle. Det antas at økonomisk bærekraft påvirkes positivt, begrenset av en eventuell manglende betalingsvilje for delte arealer. Miljødimensjonen påvirkes tilsynelatende utelukkende positivt av delt bruk. Ressursforbruket går ned for en rekke viktige ressurser som for eksempel landområder, materialer og energi.

Definisjonen av en bærekraftig utvikling inkluderer at man ikke skal behøve å gå ned i levestandard. Over tid betyr dette dermed at levestandarden må opp og at dette sees på som utelukkende positivt. Teorien som ble presentert i boken «Limits to growth» påstår at dette ikke er mulig. Man må derfor være forberedt på at man på et tidspunkt må ned i levestandard for å sikre et forsvarlig uttak av ressurser. Delt bruk vil være et virkemiddel hvor opplevd reduksjon i levestandard gjerne vil være langt lavere enn gevinstene som oppnås.

Kravene som stilles i Teknisk forskrift 2010 påvirkes i liten grad av delt bruk. Det konkluderes med at forskriften på enkelte områder kan gjøre en saksbehandling hos myndighetene enklere. Likevel vil det ved enkelte punkter være større krav til tekniske løsninger på grunn av økt arealeffektivitet og /eller endret bruk. Det antas at minstekrav uansett ønskes tilfredsstilt for å sikre god komfort og sikkerhet og at dermed Teknisk forskrift 2010 ikke virker begrensende.

Sertifiseringen gjennom passivhusstandarden synes ikke å bli påvirket av delt bruk i det hele tatt. Dette er fordi standarden tar utgangspunkt i standardiserte verdier og dermed ikke regner et energibehov basert på reell forventet bruk.

Delt bruk påvirker en BREEAM-sertifisering ved flere emner, fem positivt og tre negativt. Åtte emner vil i tillegg gjøre prosessen med sertifisering noe mer tidkrevende på grunn av BREEAM sitt fokus på å informere og inkludere brukere. Flere brukergrupper vil gi merarbeid i forbindelse med informering og inkludering. Det er ikke forsøkt å kvantifisere påvirkningen da dette vil variere kraftig avhengig av prosjekt. BREEAM har ikke lagt spesielt vekt på verken

delt bruk eller arealeffektivitet noe som ut fra tidligere arbeider og denne oppgaven virker som en mangel med systemet.

Undervisningsbygg er bygninger som allerede har tatt i bruk delt bruk for en del av sine arealer. En kort og forutsigbar normal driftstid kombinert med attraktive arealer gjør undervisningsbygg godt egnet for delt bruk. Likevel er fortsatt potensialet stort, noe eksisterende driftstider og tall for utnyttelse viser.

I oppgaven er det gitt eksempler på delt bruk. Det er på ingen måte laget en uttømmende oversikt over hvilke arealer som deles per i dag. Dette ville muligens virket hemmende på kreativiteten for å utvikle nye og gode løsninger. Det er funnet at det finnes motforestillinger mot delt bruk og at insentivet for å dele hovedsakelig er økonomiske fordeler. Dette har en sammenheng med dagens kultur. Et spørsmål har vært om vi er klare for deling av arealer i større skala enn i dag. Trolig er vi ikke det, men mangel på gode eiendommer kan gjøre oss helt avhengig av å dele enkelte typer arealer. Å starte en utvikling nå og forsøke å endre kulturen noe vil være et fornuftig steg i riktig retning. For å få til dette kan myndighetskrav og sertifiseringsordninger være viktige pådrivere. På kort sikt anses mulighetene for aksept som små, i en lengre tidshorisont kan mulighetene være store. Dette kan påvirke bærekraften i byggsektoren på en svært positiv måte.

I undersøkelsen ble det som forventet funnet at energibruket i forhold til bruk går ned med økt driftstid og belastning. Det overraskende var at nyere og dermed godt isolerte bygninger har en vesentlig større økning av energi ved økt bruk enn eldre bygg. Dette belyste dermed spørsmålet om det er riktig å beregne energibehov etter standardisert bruk når en annen bruk er forventet. Bygningene som bygges i dag er tilpasset de standardiserte verdiene og virker å være lite tilpasset en annen bruk enn dette. Tilpasningsdyktighet er nevnt som en viktig faktor for delt bruk. For å få god komfort og økonomi bør bygningen være fleksibel i forhold til endret bruksmønster. At bygninger optimaliseres til en standardisert bruk er helt fornuftig sett fra et prosjekt sitt ståsted på grunn av de krav og insentiver som tilrettelegger for det. Fra et overordnet perspektiv er dette likevel langt fra gunstig. Et hvert bygg bør være optimalisert ut fra forventet bruk med god tilpasningsdyktighet med tanke på arealer, men også tekniske løsninger og energieffektivitet.

For nyere bygninger ble det observert hvor viktig det er å holde intern varmeutvikling lav. Denne varmeutviklingen kommer i hovedsak fra belysning, teknisk utstyr og personer. Dersom det fokuseres på dette vil den økte marginalenergien ved økt arealeffektivitet reduseres.

Konklusjonen er at delt bruk kommer godt ut i forhold til bærekraft men relativt nøytralt ut i forhold til krav og sertifiseringer. Dette er et misforhold som ikke burde eksistert. Det ser også ut til å være svakheter i dagens metoder for å beregne energibruk.

7 Anbefalinger og videre arbeid

Anbefalinger

Det er sett på flere ulike forskrifter og sertifiseringer og det er naturlig å gi anbefalinger til endringer i disse basert på arbeidet som er gjort. Anbefalingene gis til Tek 10, passivhusstandarden, NS 3031 og BREEAM.

Teknisk forskrift 2010

Det anbefales at det arbeides inn flere elementer hvor arealeffektivitet, gjerne spesifisert som delt bruk, blir belønnet gjennom enklere saksbehandling. Det anbefales også at veilederen spesifiserer krav i de tilfeller det forventes sekundærbruk som skiller seg fra den primære driften.

Passivhusstandarden

Det anbefales at kravet om å beregne energibruk etter NS 3031 fjernes dersom en annen og høyere bruk er forventet. Det bør beregnes etter realistiske verdier. Økt bruk bør da gi høyere (enklere) krav til energibruk etter fastsatte satser.

NS 3031

Dagens metode hindrer optimalisering etter forventet bruk. Som en viktig grunnstein for krav og sertifiseringer er det viktig at denne standarden tilrettelegger for bygg som er optimalisert til reell bruk.

BREEAM

For enkelhetens skyld kan energibehovet fortsatt beregnes etter NS 3031. Dette vil ikke være den beste løsningen, men senker ekstraarbeidet med sertifiseringen betraktelig. Dette er nødvendig for å holde konkurransefortrinnet til andre klassifiseringssystem. Dersom passivhusstandarden hadde endret sine beregningsmetoder som anbefalt over vil det være enkelt å følge etter.

Det anbefales at det opprettes et emne hvor det gis poeng for arealeffektivitet. Det bør være mulig å oppnå et vesentlig antall poeng. Poeng kan gis etter satser som i emnet Ene 1 og arealeffektiviteten sannsynliggjøres gjennom leiekontrakter, planløsninger, inventarbestillinger og lignende.

Tra 3 bør få en tydeligere begrepsbruk og i den sammenheng kreve at dusj, garderobe og tørkerom deles for å oppnå poeng.

Man 13 fjernes som et kombinert emne. Dette vil gi mer vekt til Man 13.7 – Delt bruk og gjøre poenggivningen mer lik gjennom hele håndboken.

Det anbefales at kommentaren om at det ikke skal være ekstrakostnader knyttet til delt bruk i emnet Man 13.7 – Delt bruk fjernes. Denne kommentaren er svært uhensiktsmessig.

Førskoler, barnehager og barne-sentre bør inkluderes i emnet.

Eksemplene på arealer som er egnet for delt bruk bør fjernes. De vurderes som hemmende på kreative løsninger.

Videre arbeid

Teorien som finnes i dag er godt dekket i denne oppgaven. Derfor er det enkelt å se at det fortsatt mangler en del kunnskap på temaet. Det som anbefales undersøkt i første omgang er:

- Samle erfaringer fra prosjekter med delt bruk med fokus på brukertilfredshet
- Vurdere økonomi og bærekraft i et livsløpsperspektiv
- Gjennomføre pilotprosjekter for å kartlegge holdningsendringer
- Lage konkrete forslag til endringer i passivhusstandarden hvor det etableres terskelverdier for hvilke krav det bør være til ulike bruksmønstre
- Gjøre et studie som anbefaler poenggivning i forhold til arealeffektivitet i BREEAM
- Utarbeide indikatorer for arealeffektivitet i undervisningsbygg med normerte verdier

8 Referanser

- 21st Century School Fund. (2010, september). *Center for Cities and Schools*. Retrieved mars 1., 2013, from <http://citiesandschools.berkeley.edu/reports/21CSF%20CCS%20Joint%20Use%20Calculator%20September%2029%202010%20BETA.xls>
- Abelson, R. P. (1986, October). Beliefs Are Like Possessions. *Journal for the Theory of Social Behaviour* 16:3, pp. 223-250.
- Abrahamsen, A. S., & Bergh, M. (2011). *Energibruk i bygninger for tjenesteytende virksomhet. 2008*. SSB.
- Alyami, S. H., & Rezgui, Y. (2012, 5). Sustainable building assessment tool development approach. *Sustainable Cities and Society*, pp. 52-62.
- Arge, K., & Landstad, K. (2002). *Generalitet, fleksibilitet og elastitet i bygninger*. Oslo: Byggforsk.
- Bardhi, F., & Eckhardt, G. M. (2012, Desember Vol.39, No. 4). Access-Based Consumption: The Case of Car Sharing. *Journal of Consumer Research*, pp. 881-898.
- Bartlett, S. (1993). *The evolution of norwegian energy use from 1950 to 1991*. Oslo-Kongsvinger: SSB.
- Belk, R. W. (1985). Materialism: Trait Aspects of Living in the Material World. *Journal of Consumer Research* 12(3), pp. 265-280.
- Belk, R. W. (2007, April 30.). Why share rather than own? *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, pp. 126-141.
- Berardi, U. (2012). Sustainability Assessment in the Construction Sector: Rating Systems and Rated Buildings. *Sustainable development*, 20: 411-424.
- BRE Global. (2008). *BRE Environmental & Sustainability Standard - BES 5051: Issue 1 - BREEAM Education 2008 Assessor Manual*. BRE Global.
- Briceno, T., & Stagl, S. (2006, 14). The role of social processes for sustainable consumption. *Journal of Cleaner Production*, pp. 1541-1551.
- Brunvoll, F. (2008, Oktober 8). *SSB.no*. Retrieved Mai 18, 2013, from <http://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/kan-baerekraftig-utvikling-maales>

- Brunvoll, F., Homstvedt, S., & Kolshus, K. E. (2012). *Indikatorer for bærekraftig utvikling 2012*. Oslo-Kongsvinger: Statistisk sentralbyrå.
- Bundy, A., & Amey, L. (2006, Mars). Libraries like no others: Evaluating the performance and progress of joint use libraries. *Library Trends*, pp. Vol. 54, No. 4, s. 501-518.
- Byggeindustrien. (2012, November 1.). *bygg.no*. Retrieved april 9., 2013, from <http://www.bygg.no/2012/11/96451.0>
- Byggforsk. (2009). *Håndbok 53 Trehus, 3. opplag*. Oslo: PDC Tangen.
- Chemla, D., Meunier, F., & Calvo, R. W. (2012, Desember 22). Bike sharing systems: Solving the static rebalancing problem. *Discrete Optimization*.
- Dalton, P., Elkin, J., & Hannaford, A. (2006, Mars). Joint use libraries as successful strategic alliances. *Library Trends*, pp. Vol. 54, No. 4, s. 535-548.
- de Neufville, R., & Belin, S. C. (2002, mai/juni). Airport Passenger Buildings: Efficiency through Shared Use of Facilities. *Journal of transportation engineering*, pp. 128: 201-210.
- Det norske hageselskap. (2006). *Veileder for utforming av barnehagens utearealer*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- DGNB. (2010, august 6.). *DGNB Certification System and Criteria*. Retrieved april 15., 2013, from http://www.dgnb-international.com/international/_fileadmin/PPT_und_PDF/DGNB_System.pdf
- DiBK. (2011). *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. Oslo: Direktoratet for byggkvalitet.
- Diffenbaugh. (2013). Human well-being, the global emissions debt, and climate change commitment. *Sustainability Science*, pp. 8:135-141.
- Direktoratet for byggkvalitet. (2011). *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. Retrieved mars 19., 2013, from <http://byggeregler.dibk.no/dxp/content/tekniskekrav/>
- Duffy, F., Brown, C., & Gorman, F. (1990). *The responsive office : people and change*. Streatley-on-Thames: Polymath.
- Enova. (2012, desember 11). *Byggstatistikk 2011*. Retrieved januar 30., 2013, from <http://www.enova.no/rapporter/byggstatistikk-2011/4-energibruk-2011/410-energibruk-og-bygningsbruk/503/0/>
- Enova. (2012). *Potensial og barrierestudie - Energieffektivisering i norske bygg*. Retrieved februar 18, 2013, from Rådgivning/næring/aktuelt: http://www.enova.no/upload_images/A319D657AFC34028B18D5C74BA4F0094.pdf

- Enova. (u.d.). *Hva er U-verdi?* Retrieved mars 15., 2013, from <http://www.enova.no/radgivning/privat/enovas-merkeordning/tips-og-rad/vindu/hva-er-u-verdi/344/0/>
- Fellows, R., & Liu, A. (2008). *Research Methods for Construction*. Singapore: Wiley-Blackwell.
- Filardo, M., Vincent, J. M., Allen, M., & Franklin, J. (2010). *Joint use of public schools: A framework for a new social contract*. Washington DC: 21st Century School Fund.
- Finansdepartementet. (2008). *Norges strategi for bærekraftig utvikling*. Oslo: Finansdepartementet.
- Finansdepartementet. (2011). *Nasjonalbudsjettet 2012*. Finansdepartementet.
- Forsvarsdepartementet. (1996). *Forsvarets skyte- og øvingsfelt*. Retrieved februar 21., 2013, from 5.8 Sambruk - flerbruk: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/fd/dok/nouer/1996/nou-1996-8/6/8.html?id=340127>
- Foster, G. M. (1965, April). Peasant Society and the Image of Limited Good. *American Anthropologist, New Series Vol 67, No 2*, pp. 293-315.
- Furby, L. (1976). The socialization of possession and ownership among children in three cultural groups: Israeli kibbutz, Israeli city and American. *Piagetian research: Compilation and commentary, vol. 1*.
- Furby, L. (1978a). Sharing: Decisions and moral judgements about letting others use one's personal possessions. *Psychological Reports, vol. 93*, pp. 595-609.
- Furby, L. (1978b). POSSESSION IN HUMANS: AN EXPLORATORY STUDY OF ITS MEANING AND MOTIVATION. *Social Behavior and Personality, 6(1)*, pp. 49-65.
- Gibson, V. (2000, Vol 18, 3/4). Property portofolio dynamics: the flexible management of inflexible assets. *Facilities*, pp. 150-154.
- Gosling, J., Sassi, P., Naim, M., & Lark, R. (2013, 7). Adaptable buildings: A systems approach. *Sustainable Cities and Society*, pp. 44-51.
- Government, H. (1999). *A better quality of life*.
- Government, H. (2005). *Securing the future*. Crown.
- Graedel, T. E., & van der Voet, E. (2010). *Linkages of sustainability*. Cambridge/London: The MIT Press.
- Hastings, R. S., & Wall, M. (2012). *Sustainable solar housing, vol1*. New York: Earthscan.

- Heilbroner, R. L. (1986). *The Nature and Logic of Capitalism*. New York: W.W. Norton & Company.
- Helsedirektoratet. (2008). *Helsedirektoratet God helse - gode liv*. Retrieved februar 28., 2013, from <http://www.helsedirektoratet.no/publikasjoner/bra-mat-i-barnehagen-veiledningshefte/Publikasjoner/veiledningsheftet-bra-mat-i-barnehagen-.pdf>
- Henderson, P. W., Cote, J. A., Leong, S. M., & Schmitt, B. (2003, 20). Building strong brands in Asia: selecting the visual components of image to maximize brand strength. *International Journal of Research in Marketing*, pp. 297-313.
- Hirschl, B., Konrad, W., & Scholl, G. (2003, 11). New concepts in product use for sustainable consumption. *Journal of Cleaner Production*, pp. 873-881.
- Jensen, B., Sandoval-Hernández, Knoll, S., & Gonzalez, E. J. (2012). *The Experience of New Teachers: Results from TALIS 2008*. Retrieved februar 28., 2013, from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264120952-en>
- KanEnergiAS. (2006, desember 21.). *Arkitektur.no*. Retrieved mars 5., 2013, from <http://www.arkitektur.no/?nid=155710&lcid=1044&pid=NAL-EcoPublication-Attachment>
- Katzev, R. (2003, Desember Vol 3, No 1). Car sharing: A new approach to urban transportation problems. *Analyses of Social Issues and Public Policy*, pp. 65-86.
- King, A., & Toffel, M. W. (2007, 7). Self-regulatory institutions for solving environmental problems: perspective and contributions from the management literature. *Cell*, pp. Vol 603, 359-369.
- Kommunal- og arbeidsdepartementet. (1987). *Byggeforskrift 1987*. Oslo: Kommunal- og arbeidsdepartementet.
- Kothari. (2004). *Research Methodology - Methods & Techniques (Second edition)*. New Delhi: New Age International (P) Ltd.
- KRD. (2009). *Bygg for framtida*. OSLO: Kommunal og regionaldepartementet.
- KRD. (2010). *Forskrift om tekniske krav til byggverk*. Oslo: Kommunal og regionaldepartementet.
- KRD. (2012). *Meld. St. 28 - Gode bygg for eit betre samfunn*. OSLO: Kommunal og regional departementet.
- Kristiansand kommune. (2001). *Barnehage- og skoleanlegg*. Retrieved februar 19., 2013, from www.skoleanlegg.utdanningsdirektoratet.no/asset/1238/1/1238_1.pdf

- Kristiansand kommune. (2010, april). *kristiansand.kommune.no*. Retrieved februar 19., 2013, from Skolestruktur i Kristiansand: <http://www.kristiansand.kommune.no/Documents/NYHETER/Forslag%20om%20fremtidig%20skolestruktur.pdf?epslanguage=no>
- Larsen, A., & Bjørberg, S. (2007). *Livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet i bygninger*. Oslo: Multiconsult.
- Lexow, T. E. (2013, april 2.). Mailkorrespondanse angående tolkning av NS 3701. (C. L. Simonsen, Interviewer)
- Lillegraven, I., & Løvik, I. (2009). *Miljøvurderingsmetoder for bygninger i Norge; BREEAM vs LEED*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport.
- Lædre, O., Volden, G. H., & Haavaldsen, T. (2012). *Levedyktighet og investeringstiltak - Erfaringer fra kvalitetssikring av statlige investeringsprosjekter*. Trondheim: Concept-programmet.
- McKenzie, S. (2004). *SOCIAL SUSTAINABILITY: TOWARDS SOME DEFINITIONS*. Magill: Hawke Research Institute.
- Meadows, D., Randers, J., & Meadows, D. (2005). *Limits to Growth - The 30-year update*. London: Earthscan.
- Miljødepartementet. (2012). *Meld. St. 21 (2011-2012) Norsk klimapolitikk*. Oslo: Miljødepartementet.
- Mistry, V. (2007). Briefing: BREEAM—making what is important measurable. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability Vol 160, issue 1*, pp. 11-14.
- Mlecnik, E., Visscher, H., & van Hal, A. (2010, 38). Barriers and opportunities for labels for highly energy-efficient houses. *Energy Policy*, pp. 4592-4603.
- Mont, O. (2004). Institutionalisation of sustainable consumption patterns based on shared use. *Ecological Economics*, pp. 50: 135-153.
- NGBC. (2012). *Teknisk manual - BREEAM-NOR*. Norwegian Green Building Council.
- NGBC. (2013). *Norwegian Green Building Council*. Retrieved februar 13., 2013, from www.ngbc.no
- Nord-Trøndelag fylkeskommune. (2005). *Status arealbruk og eiendomsforvaltning i de videregående skoler*. Nord-Trøndelag fylkeskommune.

- NVE. (2011, april 13.). *energimerking.no*. Retrieved mars 12., 2013, from <http://www.energimerking.no/no/Energimerking-Bygg/Om-energimerkesystemet-og-regelverket/Energimerkeskalaen/>
- Papadopoulos, A., & Giama, E. (2009, 28:1-3). Rating systems for counting buildings' environmental performance. *International Journal of Sustainable Energy*, pp. 29-43.
- Pareja-Eastway, M. (2012). Social Sustainability. *International Encyclopedia of Housing and Home*, pp. 502-505.
- Parkin, S. (2000, November). Sustainable development: the concept and practical challenge. *Proceedings of ICE - Civil Engineering*, 138, special issue 2, pp. 3-8.
- Raabe, M. (2009). *ssb.no utdanning*. Retrieved februar 28., 2013, from http://www.ssb.no/emner/04/sa_utdanning/sa111/1_hovedtall.pdf
- Rambøll. (2008). *Arealeffektiv bruk av skolebygg i videregående opplæring*. Oslo: Rambøll.
- SINTEF Byggforsk/ Statens bygningstekniske etat. (2009). *Hus og helse*. Oslo: SINTEF Byggforsk/ Statens bygningstekniske etat.
- Slavin, L. M., & Najafi, M. (2008). Utility asset management through a joint-use pipeline network for cables. *Proceedings of Pipelines Congress 2008 - Pipeline Asset Management: Maximizing Performance of Our Pipeline*. Atlanta: American Society of Civil Engineers.
- Slette, P. A. (2012). *Arealeffektivitet i norske kontorbygninger relatert til bærekraftig utvikling i byggsektoren*. Trondheim: Institutt for bygg, anlegg og transport.
- Sollien, T. H. (u.d.). *Barnehage- og skoleanlegg*. Retrieved februar 19., 2013, from www.skoleanlegg.utdanningsdirektoratet.no/asset/2027/1/2027_1.pdf
- SSB a. (2013). *Bedrifter, etter størrelse og næring. 1. januar 2013*. Retrieved februar 7., 2013, from <http://www.ssb.no/bedrifter/tab-2013-01-25-01.html>
- SSB b. (2012). *Bygge- og anleggsstatistikk. Hovedtall, etter næringsundergruppe. Bedrifter1. 2010*. Retrieved februar 7, 2013, from <http://www.ssb.no/aarbok/tab/tab-389.html>
- SSB c. (2012, februar 6). 03158: Eksisterende bygningsmasse. Alle bygg, etter bygningstype (F).
- SSB d. (2012, februar 6). 03173: Eksisterende bygningsmasse. Andre bygg enn boligbygg, etter bygningstype (F).
- SSB e. (2012, februar 6). 08289: Byggeareal. Bruksareal til annet enn bolig, etter næringsgrupper (SN2002) (1 000 m²). Foreløpige tall (F) (avslutta serie).

- SSB f. (2012, februar 6). Arealbruk. Landet og fylker. 2011. Km².
- SSB g. (2012). *Nettoforbruk av elektrisk kraft, etter type og forbrukargruppe. 2009 og 20101. GWh*. Retrieved februar 7., 2013, from <http://www.ssb.no/elektrisitetaar/tab-2012-03-29-05.html>
- SSB h. (2012, desember 19.). *1,6 millioner tonn avfall fra byggeaktivitet*. Retrieved februar 7., 2013, from <http://www.ssb.no/emner/01/05/avfbygganl/>
- SSB i. (2012). *Energibruk, etter bygningstype og energivare, kWh/m²*. Retrieved februar 7, 2013, from <http://www.ssb.no/entjeneste/tab-2012-12-19-01.html>
- SSB j. (2011). *tabell 09779: Energibruk, etter bygningstype og byggeår (kWh/m²)*. Retrieved februar 8., 2012, from http://statbank.ssb.no/statistikbanken/Default_FR.asp?PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/hovedtabellHjem.asp&KortnavnWeb=entjeneste
- Standard Norge. (2011). *Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data (NS 3031:2007+A1:2011)*. Standard Norge.
- Standard Norge. (2012). *Kriterier for passivhus og lavenergibygninger - Yrkesbygninger (NS 3701:2012)*. Standard Norge.
- Standard Norge. (2012). *NS-EN 15643-1:2010 (norsk)*. Standard Norge.
- Stavanger kommune. (2012, mars 1.). *Plan for ny skolestruktur*. Retrieved februar 18., 2013, from <http://www.stavanger.kommune.no/Arkiv-aktuelt/Plan-for-ny-skolestruktur/>
- Stiglitz, J. E., Sen, A., & Fitoussi, J.-P. (2009). *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*.
- Store norske leksikon. (2005-2007). *snl.no*. Retrieved april 16., 2013, from http://snl.no/fortetting/arkitektur,_geografi
- Strange, T., & Bayley, A. (2008). *Sustainable Development - Linking economy, society, environment*. OECD.
- Testa, K. C. (2000). *Development of Joint-use Educational Facility Agreements Between California Public School Districts and Community Entities: A Cross-case Analysis of Strategic Practices, Barriers and Supportive Elements*. City of La Verne: University of la Verne.
- Trondheim kommune. (2005). *Funksjons- og arealplan for kommunale barnehager i Trondheim*. Trondheim: Trondheim kommune.
- Ukjent. (1984, Januar). Shared Services: Pro & Con. *Hospital Aviation*, pp. 14-18.

- United Nations. (1992). *Agenda 21*. Rio de Janeiro: United Nations.
- United Nations. (2012). *Report of the United Nations Conference on Sustainable Development*. Rio de Janeiro: United Nations.
- USGBC. (2012). *LEED 2009 for Schools - New construction av major renovations*. Washington DC: US Green Building Council.
- Utdanningsforbundet. (2011). *Temanotat 8/2011 Organisering av årstimetall og eksamen i videregående opplæring*. Oslo: Utdanningsforbundet.
- Wackernagel, M., Schulz, N. B., Deumling, D., Linares, A. C., Jenkins, M., Kapos, V., et al. (2002, Juli 9). Tracking the ecological overshoot of the human economy. *PNAS*, pp. 9266-9271.
- Walters, W. H. (2009, Januar, Vol 9). Google Scholar Search Performance: Comparative Recall and Precision. *Libraries and the Academy*, pp. 5-24.
- WCED. (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.
- Young, A., Perry, C., & Manson, R. (2009). Briefing: Energy efficiency in buildings. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, 162(3), (pp. 127-132).

Bilag

Bilag 1 - Engelske begrep

Bilag 2 - Eksempler: Delt bruk generelt

Bilag 3 - Eksempler: Delt bruk av bygg og områder

Bilag 4- Eksisterende utnyttelse av romtyper i undervisningsbygg

Bilag 5 - SIMIEN-data

Bilag 1 – Engelske begrep

Joint use og shared use

Begge begrepene brukes og det er ikke sett noen gjennomgående forskjeller i bruken. I amerikansk lov skiller det mellom «shared» og «joint» i forbindelse med foreldrerett. Der brukes «shared» om avtaler hvor foreldrene deler ansvaret for barnet helt likt, mens «joint» brukes om avtaler hvor det er en skjevfordeling av foreldreansvaret. Det er ikke sett noen klar sammenheng med dette i bygningssammenheng. Filardo, Vincent, Allen & Franklin (2010) skiller mellom «joint-» og «shared use». De bruker omtrent definisjonen til delt bruk for «shared use». «Joint use» er et samlebegrep for ulike måter å dele en bygningsmasse som også omfatter «shared use». I tillegg kan dedikert bruk, kommunal bruk og eksterne forretningsmessige interesser være en del av uttrykket «joint use». Når de norske begrepene ofte brukes feil er det grunn til å tro at de brukes om hverandre på engelsk også. Hva som menes bør derfor tas ut fra konteksten.

Mixed-use

Mixed-use er det samme som det norske uttrykket blandet bruk.

Andre begrep og bruken av dem

For å illustrere den utstrakte bruken av ulike begreper er noen flere vist i figur 24. Dette er definisjoner på ulike måter å drive et undervisningsområde.

Type of Use	Description	Conditions of Use
Sole use or single use	Facilities developed by and used solely by one agency	If excess space exists, the agency may share that space with another agency, but such use is incidental. Most school and college facilities fall under this category
Co-located	Facilities constructed at the same site or on adjacent sites	Advantages lie in the creation of a complex of similar buildings to facilitate interaction, identification, and logistics among groups with similar interests, such as a City School District Central Office adjacent to those of a Community College. However, co-location may only allow synergy of joint-use on an incidental basis (i.e. an "adjacency relationship," where the use of one agency's parking lots to support a large meeting at the nearby facility. Although co-located, the facilities tend to supplement or complement one another, control and operation of each facility remains with the owner of that facility
Joint use or shared use	Facilities developed to be used by more than one agency	Joint-use facilities are constructed by one agency but may be built under cooperative agreement. Regardless of the method of development and construction, the facility is planned for more than one agency to share the facility on a regular basis.
Integrated	Facilities designed to be used by multiple parties traditionally operating independently	The extent of the integration may vary to involve one administration operating all facilities to support an integrated program, which could also be under the jurisdiction of the same administration. In the purest form of integration, the situation essentially becomes a sole "seamless" use facility

Figur 24 Ulike måter å organisere undervisningsbygg på, blant annet delt bruk. (Testa, 2000, gjengitt etter Roland Allen, 1999)

Bilag 2 - Eksempler: Delt bruk generelt

Bildeling

Det er ulike måter å dele bilbruk på. Bardhi & Eckhardt (2012) skiller mellom «car sharing», «carpooling» og «peer-to-peer car-sharing programs».

Med «car sharing» menes kommersiell drift av et selskap hvor medlemmene kan leie biler på gitte vilkår. Det ligner mye på utleiebyråer men er tilpasset kortere leietid og enklere tilgjengelighet. Denne type bildeling oppsto i Tyskland og Sveits for nå over 30 år siden. (Katzev, 2003) Flere land har lagt til rette for bildelingskollektiver. (Mont, 2004) Det siste tiåret har bildeling fått mer fokus og det er en raskt voksende bransje. Ut fra statistikk og andre undersøkelser skriver Bardhi & Eckhardt (2012) at omsetningen i denne industrien er ventet opp fra 253 millioner dollar i 2009 til 3,3 milliarder dollar i 2016.

«Carpooling» er konseptet hvor man sitter på med hverandre til og fra for eksempel jobb. Dette skjer gjerne uformelt ved at kollegaer eller venner kjører med hverandre. Det kan også settes i system, i Norge finnes flere nettsider med formidling av «carpooling», enten haiking (enkeltturer) eller mer regelmessige turer.

«Peer-to-peer car-sharing programs» kan best oversettes med bilkollektiv. Det vil typisk være en stiftelse hvor medlemmene bidrar med egenkapital gjennom et innskudd og hvor det ikke er et mål med et økonomisk overskudd. Det første bilkollektivet ble til i Sverige i 1979 (Mont, 2004). Dette var ofte små kollektiv, for eksempel innad i et nabolag. Senere er det kommet langt større og mer organiserte bilkollektiv. Trondheim bilkollektiv har omtrent 520 private medlemmer og 40 organisasjoner fordelt på 38 biler. Bruken til en privatperson og en organisasjon er ofte på ulike tider av døgnet og dermed kan utnyttelsen av hver bil økes.

Bysykler

Bysykler er tradisjonelt et begrep om sykler laget for å sykle i byen, altså komfortable og rimelige sykler. Nå har det også blitt et begrep på systemer hvor sykler deles mellom abonnenter. Dette finnes i dag i mange land, her i Norge i Oslo, Trondheim og Bergen. Syklene står låst til faste stativer og hentes og leveres ved et sånt stativ. Ved bildeling er det absolutt vanligst at bilen må leveres der den opprinnelig sto parkert. Syklene kan derimot settes tilbake i hvilket som helst stativ. Det gjør at utnyttelsesgraden av syklene kan økes, fordi syklene alltid parkeres i et stativ og dermed er tilgjengelig for nye brukere umiddelbart etter bruk. Det er også en stor fordel for brukerne at man kan foreta enkeltreiser.

Utfordringen med at det kun foretas enkeltreiser er at det ikke er balanse i enkeltturene. Dermed blir noen stativer fulle og andre tomme. Dette løses ved at lastebiler kjører rundt og fordeler syklene etter forventet bruk. Paris har for eksempel ca 20 000 sykler fordelt på omtrent 1200 stativer. For å distribuere disse på en god måte bruker de 23 lastebiler med

plass til 20 sykler. Dermed vil en stor del av driftskostnader gå med til denne distribusjonen. Likevel er den helt avgjørende for brukeropplevelsen. (Chemla, Meunier, & Calvo, 2012)

Kollektiv transport

Kollektiv transport er også en form for delt bruk. Man har gjennom sitt abonnement tilgang til den servicen et selskap tilbyr.

Deling av verktøy

Også her finnes det ulike former. Som for biler finnes det selskaper som leier ut verktøy til private og selskaper. Alt fra håndverktøy til store maskiner leies ut. I entreprenørbransjen leies det svært mye maskiner, dette gjøres på grunn av fleksibiliteten dette gir. Maskinene oppnår en høyere utnyttelse som er både bedrifts- og samfunnsøkonomisk gunstig. I tillegg har man små samarbeid i nabolag, som for eksempel en snekkerbod i borettslaget.

Felles rørgater

Det er mange ulike rør og kabler som skal graves ned i bakken. Ved jevne mellomrom er det behov for utskiftning eller nye rør. Slavin & Najafi (2008) har presentert et system hvor alt graves i samme grøft med muligheter for reparasjoner og nyinstallasjoner gjennom felles vedlikeholdspunkter. Livsløpskostnadene for et slikt system ble kalkulert til å være lavere enn ved tradisjonelle systemer. Det finnes mange andre måter å gjøre dette på, men likevel er det svært mange grøfter som blir gravd for å legge kun en type kabel.

Fildeling

Deling av elektroniske filer har vært mulig i svært mange år. I dag er det deling over internett eller intranett som har størst fokus. Napster blir sett på som det første såkalte peer-to-peer fildelingssystemet. Fordi det ble delt opphavsrettslig beskyttet materiale ble de dømt til å stenge. Flere andre lignende systemer har oppstått og er fortsatt i bruk for å dele ulovlig samt lovlig materiale.

Det er også utviklet programmer for å dele filer i lukkede grupper, eller mellom egne apparater. Den trolig mest brukte nå er dropbox, hvor brukerne har tilgang til egne filer samt filer delt med kjente alle steder med tilgang til internett.

Fildeling skiller seg på et punkt mye fra andre former for deling. Filene blir kopiert og distribuert og brukere mister ikke tilgang til noe de deler. Dette er naturligvis ikke mulig med fysiske objekter. Ordboken Clue beskriver «sharing» med å bruke eller ta glede av noe felles med andre. På den måten kan man si at fildeling likevel er deling. Belk (2007) skriver at det er enkelt å forestille seg deling av elektroniske filer ettersom man ikke mister noe selv.

Museum

Å eie all kunst man ønsker å oppleve selv er ikke mulig og ville gitt svært få tilgang til å oppleve den. Museum kan dermed eie eller på andre måte skaffe seg tilgang til kunst og besøkende betaler et mindre beløp for å få se kunsten.

Bilag 3 - Eksempler: Delt bruk av bygg og områder

Parkeringsplasser

En parkeringsplass er bare utnyttet i den tid det står en bil parkert. Parkeringshus og avgiftsbelagt parkering er som regel tilgjengelig for alle. Dermed kan utnyttelsen bli svært høy. Høye priser gjør at enkelte parkeringshus kun fungerer som en buffer, plassene blir ikke brukt i perioder med lav etterspørsel. Private parkeringsplasser er gjerne forbeholdt en spesifikk bil, noe som gir en lav utnyttelse. Mangel på parkeringsplasser for eksempel i Oslo har gjort at det har blitt mulig å leie såkalte nattparkeringsplasser. En bedrift trenger bare parkeringsplasser til sine ansatte og kunder i åpningstiden. En privatperson trenger ofte plassen når man ikke er på jobb. Derfor kan dette gjerne kombineres slik at parkeringsplassen er i bruk en stor andel av døgnet.

Flyplass

De Neufville & Belin (2002) har sett på hvordan status er i forhold til deling av passasjerarealer i terminalene. Ved å dele venteareal og gater kan disse reduseres. Også gater som er fleksible i forhold til innenlands og utenlands flygninger er en stor fordel. Grunnen til at dette er ønskelig er at ved å dele på tilgjengelige ressurser kan man takle en større utnyttelse. Dette er fordi ulike selskaper og type flygninger har ulike tidspunkt hvor de har maks belastning. Det må alltid finnes buffere i et slikt anlegg og ved å dele på bufferkapasiteten kan den totale kapasiteten reduseres. For å takle den dimensjonerte trafikken kan det derfor bygges mindre. Forfatterne påstår at delte fasiliteter reduserer kapitalkostnadene med 30 %. Dette er betydelige innsparinger for et prosjekt.

Delte pulter

Det er mange som har en overdekning på sine kontorer. Samtidig er det mange enkeltpersoner som har bruk for en arbeidsplass for enkelttilfeller eller mer på fast basis. Det er derfor utviklet flere meglerfirmaer som formidler disse tjenestene. Ved å være store på dette kan man tilby kundene sine arbeidsplasser i mange byer og land over store deler av verden. Det formidles også andre typer kontorrom gjennom de samme tjenestene, som for eksempel møterom. Dette gir både leietakerne samt utleierne stor fleksibilitet.

Det er også blitt vanlig at kontorer planlegges med en underdekning av arbeidsplasser. Fordi alle ikke er på kontoret til en hver tid kan man ved å ikke ha faste pulter redusere antall pulter. På engelsk kalles dette blant annet «desk sharing», «hot desking» og «hotelling», det er ikke funnet norske begreper. Hvorvidt dette er delt bruk kan diskuteres. Det faller ikke under definisjonen, men konseptet har svært mange likhetstrekk. Forskjellen er at arealet deles mellom ansatte i samme bedrift og ikke mellom ulike bedrifter.

Delte kjøkken

Det finnes i hovedsak to former for delte kjøkken, på privat og profesjonell basis. På privat basis har det eksistert lenge og er nokså vanlig. Studentkollektiver har gjerne felles kjøkken,

stue og bad, men et eget soverom. Dette reduserer nødvendig areal betraktelig. På profesjonell basis har det blitt funnet to typer, selskaper som går sammen og deler på et kjøkken og selskaper som drifter utleie av kjøkkenfasiliteter for kortere tidsrom til flere andre. Sistnevnte er best egnet for små cateringselskaper og lignende. Det virker ikke som det er spesielt vanlig å dele kjøkkenfasiliteter for profesjonelle aktører.

Bilag 4 - Eksisterende utnyttelse av romtyper i undervisningsbygg

Romtyper for grunnskoler og høyere utdanning

Basert på romlisten fra Nord-Trøndelag fylkeskommune (2005).

Teorirom

Nord-Trøndelag fylkeskommune (2005) tok utgangspunkt i at utnyttelsen av teorirommene er 80 %. Dette var for videregående skoler. Dette antas å være innenfor normal åpningstid til skolen som normalt er omtrent fra 08 - 16. Det finnes trolig store variasjoner, men det bør kunne antas at de ledige timene i snitt er fordelt jevnt over dagen. Ut over åpningstiden brukes disse rommene sjeldent av skolen selv.

Spesialrom (gymsal og yrkesfaglige rom)

Fra figur 3 kan man se at idrettsbygg brukes i snitt 62 timer i uken. For gymsaler på skolen finnes det ikke tall, men et raskt søk viser at mange kommuner leier ut gymsaler og svømmebasseng på kveldstid. Det ser ut som at hallene mange steder fylles opp basert på at de opererer med årlige søknader om leie.

Ut fra læreplanen for grunnskolen og videregående opplæring finner en at totalt antall timer til fag knyttet til den aktuelle yrkesretningen på yrkesfag er 954 timer + 421 timer til fordypning. Dette er over to år. Dersom det bare er en parallell på retningen blir det på skolen brukt ca 36 timer til den aktuelle retningen sine spesialfag over de 38 skoleukene i året. Hvordan man legger opp undervisningen varierer, men langt fra alle disse timene brukes i spesialrommet. På grunn av spesialtilpasningen av disse arealer er de gjerne ikke egnet til andre formål for skolen. De kan likevel være egnet for andre brukere.

Av spesialrom som bør nevnes i forbindelse med delt bruk er skolekjøkken. Dette finnes i ungdomskolen samt kokkelinjen på videregående. Mindre skoler har for få paralleller til å ha en god utnyttelse på dagtid, på kveldstid er det i utgangspunktet ingen bruk.

Kontorer og arbeidsrom lærere

Lærere jobber 39 uker i året. For å ha det samme antall timer som andre arbeidstakere er de ansatt for 43 timer i uken. (Utdanningsforbundet, 2011) Undersøkelsen TALIS fra 2008 viste derimot at faktisk arbeidstid i ungdomsskolen lå langt lavere, i snitt 37 timer. Omtrent 16,5 timer brukes i snitt på undervisning, omtrent 12,5 til forberedelser og nærmere 6 timer i uken til administrative oppgaver. (Jensen, Sandoval-Hernández, Knoll, & Gonzalez, 2012) Det er store variasjoner blant lærere. Lærerne kan i tillegg bruke mye av sin tid til forberedelser andre steder enn på skolen, mange velger derfor å jobbe noe hjemme. I romplanen fra Nord-Trøndelag fylkeskommune (2005) har hver ansatt en egen arbeidsplass. Det jobbes i snitt

omtrent 18 timer i uken ved egen arbeidsplass, og det er før hjemmearbeid trekkes fra. Konklusjonen er at arbeidsplassene har en lav og trolig sporadisk utnyttelse.

Elevrådskontor

Det er varierende hvor mye tid som går med til elevrådsarbeid. Egne erfaringer er at antall timer i uken er lavt.

Dette var romtypene som var aktuelle for videregående opplæring. Det antas at de samme romtypene er aktuelle for grunnskolen og høyere utdanning. Det vil bare være noen justeringer. Det er også vanlig med flere typer rom for elever, mindre grupperom, lesesaler og lignende. Disse må regnes å være en del av teorirom. Kantiner er også aktuelle arealer. De brukes primært i lunsjen, men brukes også til selvstendig arbeid og gruppearbeid, i tillegg til eventuelle arrangementer.

Barnehager

Barnehager må behandles separat. På bakgrunn av Areal- og funksjonsprogrammet til Trondheim kommune (2005) kan romtypene kontor, garderobe og toalett for ansatte, renhold, søppel, lager og trafikk- og konstruksjonsarealer antas å gjelde også for barnehager. I tillegg er det romtyper som er særegne for barnehager:

Leke- og oppholdsareal

Disse arealene brukes den delen av dagen barnene er inne og leker. Dette varierer mellom barnehager og årstider. Utover dette virker disse arealene å være lite i bruk.

Kjøkken

Barnehager bør legge opp til et måltid hver tredje time, på omtrent 30 minutter. (Helsedirektoratet, 2008) Med for- og etterarbeid i forbindelse med måltidene samt muligheten for barnene til å tegne og lignende ved spisebordene er kjøkkenet godt utnyttet i barnehagens åpningstid. På kveldstid er arealet ikke i bruk.

Barnas garderober

For at klær og annet til en viss grad skal være tilgjengelig for barnene uten å gi uvedkommende tilgang kan disse arealene ikke lett deles med andre brukere.

Stellerom

En liten del av en barnehage og er ikke egnet for andre formål.

Møte- og personalrom

Bruken vil kunne være varierende utenom lunsjtid. Utnyttes sjeldent kveldstid, eventuelt til foreldremøter og foreldresamtaler.

Alle undervisningsbygg

Renhold

Dette vil i store deler av døgnet fungere som lagerrom. Dersom størrelsen er riktig vil rommene være utnyttet nærmest fullt hele døgnet.

Vaktmester

Dette er også arealer som delvis fungerer som lager. Fordi det er hensiktsmessig at arealet er avlåst er ikke deling aktuelt og dermed irrelevant å se nærmere på.

Søppel

Dette er lagerarealer. Ved å fjerne avfallet hyppigere vil arealbehovet gå ned. Det vil være en avveining.

Lager

Så lenge lagerkapasiteten blir brukt vil arealet være i bruk hele døgnet.

Trafikk- og konstruksjonsarealer

Disse arealene er direkte knyttet til andre rom, og er ikke relevante å se på separat.

Garderobe for ansatte som ikke har eget kontor

Det var i 2008 81 500 ansatte i barnehager og 66 500 lærere i grunnskolen. (Raabe, 2009) Det gir et totalt garberobeareal i barnehager og grunnskoler på 88 800 m², ved bruk av romplanen i tabell 8. Et så stort samlet areal fortjener også fokus i forhold til utnyttelse. Det er ikke funnet tall for garderober, og det er vanskelig å slå fast dagens utnyttelse.

Toalett ansatte

Belastningen på toaletter vil være noe jevnere enn for elever som kun forholder seg til friminutt. Trolig ubenyttet kvelder og helger.

Utearealer

Alle undervisningsbygg har en eller flere typer utearealer. Det kan være lekearealer, sportsområder, parkeringsplasser, parker og mange andre. Disse brukes av primærbrukerne på dagtid og er tilgjengelig for sekundærbrukere på kveldstid. Spesielt sportsområder brukes i dag aktivt på kveldstid.

Bilag 5 - SIMIEN-data

Vedlagt ligger en utskrift av alle inndata som vil være nødvendige for å gjenta simuleringene. Utskriften som er vedlagt er med TEK 10 krav og normal drift. Metodekapittelet inneholder informasjonen som trengs for endre filen slik at alle alternativene kan simuleres.



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 11:07 20/3-2013

Programversjon: 5.014

Brukernavn: Student

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: \\s...\B463_Energiberegningsfil-skolebygget TEK10 normal drift.smi

Prosjekt: Åsveien skole

Sone: Alle soner

Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	124228 kWh	15,3 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	78183 kWh	9,7 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	81402 kWh	10,1 kWh/m ²
3a Vifter	97972 kWh	12,1 kWh/m ²
3b Pumper	20714 kWh	2,6 kWh/m ²
4 Belysning	178504 kWh	22,0 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	107102 kWh	13,2 kWh/m ²
6a Romkjøling	81410 kWh	10,1 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	6600 kWh	0,8 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	776116 kWh	95,8 kWh/m ²

Dekning av energibudsjett fordelt på energikilder						
Energikilder	Romoppv.	Varmebatterier	Varmtvann	Kjølebatterier	Romkjøling	El. spesifikt
El.	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,8 kWh/m ²	10,1 kWh/m ²	49,9 kWh/m ²
Olje	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Gass	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Fjernvarme	13,8 kWh/m ²	8,7 kWh/m ²	9,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Biobrensel	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Varmepumpe	1,5 kWh/m ²	1,0 kWh/m ²	1,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Sol	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Annen	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²
Sum	15,3 kWh/m ²	9,7 kWh/m ²	10,1 kWh/m ²	0,8 kWh/m ²	10,1 kWh/m ²	49,9 kWh/m ²



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering
Tid/dato simulering: 11:07 20/3-2013
Programversjon: 5.014
Brukernavn: Student
Firma: Undervisningslisens
Inndatafil: \\s...\B463_Energiberegningsfil-skolebygget TEK10 normal drift.smi
Prosjekt: Åsveien skole
Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	3204	
Areal tak [m ²]:	3116	
Areal gulv [m ²]:	2617	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	1152	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	8099	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	24260	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,18	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,09	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	1,18	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	14,2	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	46	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,50	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	84	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	84,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	12,0	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	2,0	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,90	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	19,8	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	70	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,60	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	10,0	



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 11:07 20/3-2013

Programversjon: 5.014

Brukernavn: Student

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: \\s...\B463_Energiberegningsfil-skolebygget TEK10 normal drift.smi

Prosjekt: Åsveien skole

Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	10,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	10,0	
Driftstid belysning (timer)	10,0	
Driftstid utstyr (timer)	10,0	
Oppholdstid personer (timer)	10,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	10,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	10,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	6,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	6,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	1,90	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	12,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,35	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	

Inndata bygning

Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Skolebygg
Simuleringsansvarlig	
Kommentar	Krav < 15 kWh/m ² , < 10 kWh/m ² Luftmengde Sweco : 99.000 m ³ /h (CAV) 64000 m ³ /h (VAV)

Inndata klima

Beskrivelse	Verdi
Klimasted	Trondheim
Breddegrad	63° 30'
Lengdegrad	10° 22'
Tidssone	GMT + 1
Årsmiddeltemperatur	5,1 °C
Midlere solstråling horisontal flate	102 W/m ²
Midlere vindhastighet	4,6 m/s



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 11:07 20/3-2013

Programversjon: 5.014

Brukernavn: Student

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: \\s...\B463_Energiberegningsfil-skolebygget TEK10 normal drift.smi

Prosjekt: Åsveien skole

Sone: Alle soner

Beskrivelse	Inndata energiforsyning	Verdi
1a Direkte el.		Systemvirkningsgrad: 0,90 Kjølefaktor: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 395 g/kWh Andel romoppvarming: 0,0% Andel oppv, tappevann: 0,0% Andel varmebatteri: 0,0 % Andel kjølebatteri: 100,0 % Andel romkjøling: 100,0 % Andel el, spesifikt: 100,0 %
4 Fjernvarme		Systemvirkningsgrad: 0,84 Kjølefaktor: 2,50 Energipris: 0,75 kr/kWh CO2-utslipp: 231 g/kWh Andel romoppvarming: 90,0% Andel oppv, tappevann: 90,0% Andel varmebatteri: 90,0 % Andel kjølebatteri: 0,0 % Andel romkjøling: 0,0 % Andel el, spesifikt: 0,0 %
1b El. Varmepumpe		Systemvirkningsgrad: 2,20 Kjølefaktor: 2,50 Energipris: 0,80 kr/kWh CO2-utslipp: 395 g/kWh Andel romoppvarming: 10,0% Andel oppv, tappevann: 10,0% Andel varmebatteri: 10,0 % Andel kjølebatteri: 0,0 % Andel romkjøling: 0,0 % Andel el, spesifikt: 0,0 %



SIMIEN

Resultater årssimulering

Simuleringsnavn: Årssimulering

Tid/dato simulering: 11:07 20/3-2013

Programversjon: 5.014

Brukernavn: Student

Firma: Undervisningslisens

Inndatafil: \\s...\B463_Energiberegningsfil-skolebygget TEK10 normal drift.smi

Prosjekt: Åsveien skole

Sone: Alle soner

Beskrivelse	Inndata ekspertverdier	Verdi
Konvektiv andel varmetilskudd belysning		0,30
Konvektiv andel varmetilsk. teknisk utstyr		0,50
Konvektiv andel varmetilskudd personer		0,50
Konvektiv andel varmetilskudd sol		0,50
Konvektiv varmoverføringskoeff. vegger		2,50
Konvektiv varmoverføringskoeff. himling		2,00
Konvektiv varmoverføringskoeff. gulv		3,00
Bypassfaktor kjølebatteri		0,25
Innv. varmemotstand på vinduruter		0,13
Midlere lufthastighet romluft		0,15
Turbulensintensitet romluft		25,00
Avstand fra vindu		0,60
Termisk konduktivitet akk. sjikt [W/m ² K]:		20,00