

# Modellering av eksisterende garasjer og deres potensiale for transformasjon

Modelling of existing garages and their potential for transformation

## Trondheim Mai 2020

Studenter:

Karoline Rese

Åshild Faller Råheim

Veiledere:

Per Otto Yttervoll, Pasi Aalto

Prosjekt nr:

15 - 2020

Rapporten er ÅPEN



NTNU

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk



---

# Prosjektbeskrivelse

Utgangspunktet for oppgaven er at NTNU driver forskningsarbeid rundt materialmengder og karbonlagring i bygninger i Trondheim. I dette arbeidet ble det registrert et betydelig antall garasjer. Av de omtrent 75 000 bygningene som finnes i Trondheim er ca. én tredjedel garasjer. I sammenheng med den økende kunnskapen om menneskelig klimaavtrykk er det interessant å vite hvordan garasjene og materialene de består av kan utnyttes utover sitt bruksområde. Hvor mye finnes det av hver materialtype? Hvor stor er karbonlagringen? Hvor mye er gjenvinnbart? Hva skal til for å transformere byggene til studenthybler?

For å kartlegge dette skal det utvikles et bibliotek som inneholder BIM-modeller av utvalgte garasjer. Her skal det ligge informasjon om plassering, oppføringsår, størrelse, tilstandsvurdering og hvilke typer materialer de forskjellige garasjene består av. For å innhente informasjon til modellering, er det nødvendig å befare garasjene. Tanken er at det skal modelleres et tilstrekkelig antall garasjer til å kunne generalisere materialmengdene og trekke sammenhenger på bakgrunn av dette. Det foreligger et ønske fra oppdragsgiver om å utvikle en god og effektiv fremgangsmåte for arbeidet med informasjonsinnhenting, slik at dette kan brukes videre i forskningsprosjektet. Det vektlegges derfor en grundig beskrivelse av fremgangsmåten slik at resultatene kan nyttes og eventuelle avvik kan spores.

Materialmengdene fra modellene skal brukes til å finne statistiske data som på et generelt grunnlag sier noe om materialmengdene i garasjer i Trondheim. Det skal også vurderes hvorvidt transformasjon er fornuftig å gjennomføre, basert på garasjenes tilstand og de lover og forskrifter man må forholde seg til i dag.

<b>Stikkord:</b>	<b>Keywords:</b>
Garasjer, studentbolig, modellering, materialmengder, transformasjon	Garages, student accommodation, modelling, material quantities, transformation

---

# Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet som avsluttende oppgave for studieretningen Byggingeniør med fordypning i husbyggingsteknikk ved Norges tekniske- naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Oppgaven faller under faget TBYG3016 som tilsvarer 20 studiepoeng, og utgjør en arbeidsmengde på ca. 500 timer per student.

Vi hadde begge interesse og ønske om å ta for oss tre som materiale, og ble i den forbindelse anbefalt å ta kontakt med Pasi Aalto ved NTNU Wood. Her fikk vi presentert flere problemstillinger, men det var spesielt tematikken knyttet til hvorvidt det er mulig å transformere garasjer til studentboliger, som vekte interesse. Dette syntes vi var en spennende vinkling på en problemstilling, og vi tror at det er alternative løsninger som dette som må til for å gjøre byggebransjen mer miljøvennlig. Vi så i tillegg en mulighet til å benytte og kombinere kunnskap om bygningsmodellering, byggeteknikk og materiallære, som vi har oppnådd gjennom studiet. Selv om det er uvisst når transformasjon av garasjer blir en hverdagslighet, mener vi konseptet er svært fremtidsrettet og bør settes på dagsorden.

Vi ønsker å takke intern veileder Per Otto Yttervoll, oppdragsgivere og biveiledere Pasi Aalto og Mark Uwe Simoni - for god oppfølging, rådgivning og engasjement. Det har vært viktig for både motivasjon og gjennomføring gjennom prosjektet.

Trondheim, 20.mai 2020

Karoline Rese

Karoline Rese

Åshild Faller Råheim

Åshild Faller Råheim

---

# Sammendrag

Transformasjon, eller omforming av bygninger er et høyaktuelt tema i forbindelse med at byggebransjen må tilpasses klimautfordringene vi står overfor. I Trondheim finnes det totalt 27 350 garasjer. Sett at færre kommer til å eie sin egen bil i framtiden, kan dette være en bygningstype som får andre bruksområder. Trondheim er i tillegg en stor studentby, og behovet for studentboliger vil ikke bli mindre med årene. Det er derfor interessant å vurdere hvorvidt garasjer kan egne seg for transformasjon til studentboliger.

Ved å utvikle et bibliotek med digitale modeller av garasjer, vil man øke kunnskapen om bygningsmassen og få et forhold til materialene den omfatter. For å få til dette, er det her utviklet en metode for innhenting av informasjon gjennom befaring og modellering, og analyse av materialmengdene fra modellene. Det er modellert ti garasjer, hvor det har blitt lagt stor vekt på nøyaktighet for å kunne hente ut realistiske materialmengder. Med dette antallet datapunkter vil resultatene kun gi indikasjoner hva gjelder materialmengder for garasjer i Trondheim. Det er likevel gjort interessante funn som viser trendene, som for eksempel at volumet tre utgjør i gjennomsnitt 48,2 % per m<sup>2</sup> bebygd areal eller 20,3 % kg per m<sup>2</sup> bebygd areal.

For å fastslå hvorvidt en garasje egner seg for transformasjon, er det gjort tilstandsvurderinger av garasjene. Videre stiller TEK17 krav som gjelder for rom med varig opphold, og studentboligene må prosjekteres etter dette. Det er sett på et utvalg tekniske krav som vil gjelde, og løsninger som tilfredsstiller disse. De største utfordringene med dagens regelverk er kravet om tilgjengelig boenhet og alternative løsninger til vann og avløp.

Konklusjonen er at transformasjon av garasjer til studentboliger er fullt mulig å gjennomføre. Det er likevel dagens regelverk som legger føringene, og i noen tilfeller vil det kreves så store inngrep at det er usikkert hvor fornuftig transformasjonen vil bli. Med et fremtidig regelverk som er bedre tilpasset små boliger, er det all grunn til å tro at dette er et tiltak som kan bli populært i Trondheim.

---

# Abstract

Transformation or reshaping of buildings is a hot topic regarding the fact that the construction industry needs to adapt to the environmental challenges we are facing these days. There is a total amount of 27 350 garages in Trondheim. Because fewer people will possess a car in the future, garages could be a type of building that gets other uses. Trondheim is also a large student city, and the need for student accommodation will not decrease over the years. It is therefore interesting to consider whether garages can be transformed into student accommodation.

By developing a library of digital models of garages, it will be gained knowledge about these building structures and the materials they include. It has been developed a method of gathering information through inspection and modeling and also analysis of the material quantities from the models. Ten garages have been modeled, and the accuracy has been emphasized to extract realistic quantities of the materials. With this number of data points, the results will only give indications of the material quantities in garages in Trondheim. Interesting findings show some trends, for instance the fact that wood has an average volume of 48,2 % per m<sup>2</sup> built-up area or 20,3 % kg per m<sup>2</sup> built-up area.

To determine whether a garage is suitable for transformation, condition assessments of the garages have been made. TEK17 sets requirements for rooms with permanent stays, and a student accommodation must be designed accordingly. A sample of technical requirements has been considered, and solutions that satisfy them has been suggested. The biggest challenges when it comes to the current set of rules are the ones regarding the need for accessible design and alternatives for the water and drainage system.

The project shows that the transformation of garages into student accommodations is fully achievable. It is still today's regulations that leads the way, and in some cases, the interference of the construction will affect whether the transformation will be sensible. If the regulations get more adapted to building smaller houses, there are reasons to believe that this intervention can be popular in Trondheim in the years to come.

# Innhold

<b>Prosjektbeskrivelse</b>	<b>i</b>
<b>Forord</b>	<b>ii</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract</b>	<b>iv</b>
<b>Innhold</b>	<b>viii</b>
<b>Tabelliste</b>	<b>ix</b>
<b>Figurliste</b>	<b>xi</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn . . . . .	1
1.2 Formål . . . . .	2
1.3 Omfang og avgrensing . . . . .	2
<b>2 Innovasjon og forskning</b>	<b>4</b>
<b>3 Metode</b>	<b>6</b>
3.1 Hva er metode? . . . . .	6
3.2 Valg av metode . . . . .	6
3.3 Forberedelse til befarings . . . . .	6
3.4 Verktøy . . . . .	7
3.4.1 Nøyaktighet . . . . .	7
3.4.2 Byggflate . . . . .	8
3.5 Prinsipper ved modellering . . . . .	10
3.5.1 Takkonstruksjon . . . . .	10
3.5.2 Bindingsverk . . . . .	11
3.5.3 Fundament . . . . .	12

---

3.5.4	Beregning av materialmengder . . . . .	13
<b>4</b>	<b>Teori</b>	<b>14</b>
4.1	Historie . . . . .	14
4.1.1	Byantikvaren . . . . .	15
4.1.2	Møllenberg . . . . .	15
4.1.3	Singsaker . . . . .	16
4.1.4	Byåsen . . . . .	16
4.2	Garasjer i Trondheim . . . . .	17
4.3	Lover og forskrifter . . . . .	18
4.3.1	Byggteknisk forskrift (TEK) . . . . .	18
4.4	Arealberegning . . . . .	19
4.5	BIM . . . . .	20
4.5.1	ARCHICAD . . . . .	20
<b>5</b>	<b>Modellerte garasjer</b>	<b>21</b>
5.1	Generelt . . . . .	21
5.2	Garasje I . . . . .	22
5.3	Garasje II . . . . .	23
5.4	Garasje III . . . . .	24
5.5	Garasje IV . . . . .	25
5.6	Garasje V . . . . .	26
5.7	Garasje VI . . . . .	27
5.8	Garasje VII . . . . .	28
5.9	Garasje VIII . . . . .	29
5.10	Garasje IX . . . . .	30
5.11	Garasje X . . . . .	31
5.12	Oppsummeringstabell . . . . .	32
5.13	Materialmengder . . . . .	33
<b>6</b>	<b>Transformasjon</b>	<b>35</b>
6.1	Tekniske krav . . . . .	36
6.1.1	Planløsning . . . . .	36

---



---

6.1.2	Brannsikkerhet . . . . .	37
6.1.3	Energi og oppvarming . . . . .	38
6.1.4	Dagslys . . . . .	39
6.1.5	Vann og avløp . . . . .	39
6.2	Tekniske løsninger . . . . .	40
6.2.1	Forslag til planløsning . . . . .	41
6.2.2	Brannsikring . . . . .	44
6.2.3	Energieffektivitet og u-verdier . . . . .	45
6.2.4	Vindusareal . . . . .	49
6.2.5	Muligheter for vann og avløp . . . . .	50
6.3	Materialmengder ved transformasjon . . . . .	51
<b>7</b>	<b>Diskusjon</b>	<b>54</b>
7.1	Befaring . . . . .	54
7.2	Modellering . . . . .	55
7.2.1	Materialmengder . . . . .	56
7.3	Transformasjon . . . . .	57
<b>8</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>58</b>
	<b>Bibliografi</b>	<b>59</b>
	<b>Vedlegg</b>	<b>63</b>
<b>A</b>	<b>Artikkel</b>	<b>63</b>
<b>B</b>	<b>Plakat</b>	<b>66</b>
<b>C</b>	<b>Modeller av garasjer i 1:50</b>	<b>68</b>
C.1	Garasje I: Plan, snitt, fasader . . . . .	69
C.2	Garasje II: Plan, snitt, fasader . . . . .	70
C.3	Garasje III: Plan, snitt, fasader . . . . .	71
C.4	Garasje IV: Plan, snitt, fasader . . . . .	72
C.5	Garasje V: Plan, snitt, fasader . . . . .	73
C.6	Garasje VI: Plan, snitt, fasader . . . . .	74

---

C.7	Garasje VII: Plan, snitt, fasader . . . . .	75
C.8	Garasje VIII: Plan, snitt, fasader . . . . .	76
C.9	Garasje IX: Plan, snitt, fasader . . . . .	77
C.10	Garasje X: Plan, snitt, fasader . . . . .	78
<b>D</b>	<b>Antagelser ved modellering</b>	<b>79</b>
<b>E</b>	<b>Materialmengder i garasjer</b>	<b>81</b>
<b>F</b>	<b>Malskjema for befarings</b>	<b>92</b>
<b>G</b>	<b>Glass- og vindusspesifikasjoner</b>	<b>94</b>

# Tabeller

3.1	Egenvekter i m <sup>3</sup> for materialer . . . . .	13
3.2	Egenvekter i m <sup>2</sup> for materialer . . . . .	13
4.1	Relevant statistikk fra byggflate. . . . .	17
5.1	Materialmengder i garasje I . . . . .	22
5.2	Materialmengder i garasje II . . . . .	23
5.3	Materialmengder i garasje III . . . . .	24
5.4	Materialmengder i garasje IV . . . . .	25
5.5	Materialmengder i garasje V . . . . .	26
5.6	Materialmengder i garasje VI . . . . .	27
5.7	Materialmengder i garasje VII . . . . .	28
5.8	Materialmengder i garasje VIII . . . . .	29
5.9	Materialmengder i garasje IX . . . . .	30
5.10	Materialmengder i garasje X . . . . .	31
5.11	Oppsummering av egenskapene til garasjene. . . . .	32
6.1	Minimumskrav u-verdier (Direktoratet for byggkvalitet, 2017) . . . . .	38
6.2	Oversikt over utvalgte krav fra TEK17 . . . . .	40
6.3	Materialmengder før transformasjon . . . . .	52
6.4	Tilførte materialmengder . . . . .	53

# Figurer

3.1	Mengde tre i garasje VI. Areal gitt i m <sup>2</sup> og volum gitt i m <sup>3</sup> . . . . .	7
3.2	Metode for å bestemme lengder målt med lasermåler. . . . .	8
3.3	Midtbyen . . . . .	9
3.4	Byåsen . . . . .	9
3.5	Singsaker . . . . .	9
3.6	Senteravstand mellom stendere og taksperrer i garasje VI. Mål gitt i mm. . . . .	11
3.7	Detalj av fundament. Mål gitt i mm. . . . .	12
4.1	Tenkt plantegning av garasje og forskjellen mellom BYA og BRA. . . . .	19
5.1	3D-modell av garasje I . . . . .	22
5.2	3D-modell av garasje II . . . . .	23
5.3	3D-modell av garasje III . . . . .	24
5.4	3D-modell av garasje IV . . . . .	25
5.5	3D-modell av garasje V . . . . .	26
5.6	3D-modell av garasje VI . . . . .	27
5.7	3D-modell av garasje VII . . . . .	28
5.8	3D-modell av garasje VIII . . . . .	29
5.9	3D-modell av garasje IX . . . . .	30
5.10	3D-modell av garasje X . . . . .	31
5.11	Prosentvis fordeling av m <sup>3</sup> materiale / m <sup>2</sup> BYA . . . . .	34
5.12	Prosentvis fordeling av kg materiale / m <sup>2</sup> BYA . . . . .	34
6.1	Forslag til planløsning, bad . . . . .	41
6.2	Forslag til planløsning, transformert garasje III . . . . .	42
6.3	Forslag til planløsning, transformert garasje II . . . . .	43
6.4	Prinsippskisse av yttervegg etter transformasjon . . . . .	46
6.5	Isolerte skrå tretak (SINTEF Byggforsk, 2007) . . . . .	47
6.6	Prinsipp for oppbygging av skrå tretak med kaldt loft (SINTEF Byggforsk, 2020) . . . . .	47

---

6.7 Snittegning av transformert garasje. . . . .	52
--	----

# 1. Innledning

## 1.1. Bakgrunn

I begynnelsen av januar 2020 tok gruppen kontakt med Pasi Aalto, senterleder for NTNU Wood, i forbindelse med valg av bacheloroppgave. Det ble presentert et forskningsinitiativ som omhandler registrering av bygningsmassen i Trondheim, materialstrøm og karbonlagring. I den forbindelse har det blitt registrert et betydelig antall garasjer i Trondheim. Det er interessant å vite hva slags betydning denne bygningsmassen har for samfunnet, spesielt med tanke på det synkende behovet for bil i urbane områder. Videre krever klimautfordringene verden står ovenfor at det legges om til en sirkulær økonomi, framfor et bruk-og-kast-samfunn. I byggeindustrien innebærer dette for eksempel at det bør tas vurderinger om riveklare bygninger heller bør restaureres eller transformeres, sett fra et klimavennlig og ikke minst økonomisk perspektiv. Ut ifra denne tematikken ble det utarbeidet en problemstilling som egner seg til en bacheloroppgave og som kan gi nyttige oppdagelser for videre forskning.

På kort sikt, vil oppdagelsene gjort gjennom dette prosjektet bidra til økt kunnskap om garasjer. På lengre sikt kan det bidra til utvikling av nye byggetradisjoner i Norge hvor tilrettelegging for transformasjon, gjenbruk og mindre klimaavtrykk vektlegges.

## 1.2. Formål

Gjennom arbeidet med denne oppgaven skal det oppnås kunnskap om garasjer som bygningsmasse i Trondheim og Norge som sådan. Det skal også utvikles en metode for å dokumentere og modellere garasjene. Videre skal den uthentede informasjonen benyttes til å vurdere verdien av garasjene i framtidens samfunn.

Verden står ovenfor klimautfordringer som krever nytenkning, i dette tilfellet innenfor byggeindustrien. Det vil komme flere restriksjoner for privat bilkjøring, spesielt i urbane områder, og det vedtas lovendringer som gjør det dyrere å eie egen bil. Tanken er derfor at stadig færre vil eie sin egen bil, og at dette fører til endret bruksområde for garasjen. Det er derfor nyttig å undersøke hva slags potensiale som finnes i konstruksjonene, samt materialbruken med tanke på riving og resirkulering av materialer. Det er videre interessant å undersøke om transformasjon er fornuftig å gjennomføre.

Trondheim er den byen i Norge med størst andel studenter, og behovet for rimelige boliger er stort. I første omgang har det derfor blitt undersøkt muligheten for å transformere garasjer til studenthybler. Selv om det på nåværende tidspunkt er vanskelig å fastslå når dette scenarioet blir aktuelt, ser gruppen på kunnskapen som oppnås som et lite skritt mot en sirkulær økonomi i byggebransjen.

## 1.3. Omfang og avgrensing

Dette prosjektet hadde oppstart i begynnelsen av januar 2020, og avsluttes i mai 2020. Denne tidsbegrensingen er i stor grad med på å bestemme omfanget av det som skal utføres og dokumenteres.

Etter at tematikk og problemstilling er avklart, er informasjonsinnhenting den neste fasen i oppgaven. Her skal det utarbeides en metode for en effektiv, men nøye befarings av garasjene. Videre skal denne informasjonen brukes til å lage digitale modeller av garasjene og hente ut materialmengder for statistiske undersøkelser. Det er vanskelig å estimere tidsbruken for denne delen av prosjektet på forhånd, da garasjer varierer i kompleksitet og utforming. Til slutt skal det foretas

tilstandsvurderinger basert på garasjenes stand, og det skal avgjøres om det er hensiktsmessig å bygge dem om. Her vil materialmengdene spille en rolle for hvorvidt det er lønnsomt å rive eller transformere bygget. Det skal også tas stilling til enkelte lover og forskrifter som det må tas hensyn til dersom en transformasjon skulle vært gjennomført i henhold til dagens regelverk. For å oppnå gode nok resultater, som kan brukes til å trekke sammenhenger, er man avhengig av å oppnå et visst antall modeller. Det opprinnelige målet var å befare minst femti garasjer.

I forbindelse med COVID-19-utbruddet i mars, ble det i tråd med regjeringens retningslinjer vanskelig å banke på dører for å gjennomføre flere befaringer. Prosjektet måtte derfor ta videre utgangspunkt i de ti garasjene som på dette tidspunktet var befart. Det blir i oppgaven trukket sammenhenger mellom garasjene når det kommer til egenskaper og materialmengder. Det er imidlertid ikke nok datapunkter til å kalle dette en generisk studie, og eventuelle sammenhenger som trekkes i oppgaven vil kun være en tidlig indikasjon.



## 2. Innovasjon og forskning

Oppdragsgiver Pasi Aalto har utarbeidet en beskrivelse av forskningsprosjektet denne oppgaven bygger på:

*NTNU Wood jobber med å etablere tverrfaglige prosjekter der studenter kan jobbe sammen med forskere og næringsliv for å undersøke problemstillinger som ligger noe fram i tid, og der vi ikke har klart defnerte tilnærminger for å nærme oss løsninger. Ofte dreier det seg om tidligfase der vi har stor usikkerhet knyttet til valg av metode, tilgjengelig kunnskap og ikke minst hvor mye ressurser som kreves for å undersøke problemstillingen. I disse tilfellene samarbeider vi med studentene for felles kunnskapsbygging og eksplorerende tilnærming før vi eventuelt videreutvikler dette til forsknings- og innovasjonsprosjekter.*

*Et av disse prosjektene handler om et uttrykk som oppleves vagt og vanskelig i samfunnsdebatten, sirkulær økonomi. Mens konseptet er klart, er hvordan dette gjøres i praksis mer komplisert. I byggenæringen har temaer som forlenget levetid, avfallsfrie byggeplasser og transformasjon blitt lagt fram som deler av løsningen. Samtidig mangler vi detaljerte studier i en målestokk der vi kan få et statistisk grunnlag for å si noe om hvor mye ressurser vi bruker til transformasjon, eller om det i det hele tatt er fornuftig, sett fra et miljøperspektiv?*

*I vårt initiativ, der vi undersøker grunnlaget for nasjonalt forskningssamarbeid, lager vi en digital tvilling av Trondheim, eller nærmere sagt, vi ønsker å lage nok BIM-modeller av eksisterende bygninger slik at vi kan interpolere sannsynlige materialmengder der vi mangler data. Dette gjelder alle typer bygninger og fra alle tidsperioder, selv om vi i begynnelsen har valgt bygninger fram til TEK97. På sikt håper vi å kunne si noe om ressursbasen som er tilgjengelig for en sirkulær økonomi i form av eksisterende bygninger, her forstått som materialbanker. Dette er fortsatt mange år fram i tid, men vi kan allerede nå utvikle grunnstrukturen i systemmodellen og begynne metodeutvikling.*

---

*I denne fasen er vi interessert i å prøve ut så mange tilnærminger for datainn-samling som mulig, få en forståelse for utfordringene som oppstår, toleransene i datamaterialet og ressursbruken i arbeidet. Kort sagt, vi vil vite hva som fungerer og hva som ikke fungerer. I dette arbeidet er det studentenes bidrag, både som systematisk arbeid og med stor evne til å tilpasse sine metoder, som hjelper oss å vise veien fram. For dette er vi veldig takknemlige.*

## 3. Metode

### 3.1. Hva er metode?

*Forskningsmetode, den fremgangsmåten som benyttes i vitenskapelig forskning. Det kan benyttes ulike metoder både for å samle inn data og for å analysere dataene i etterkant”(Dahlum, 2015)*

### 3.2. Valg av metode

For å innhente informasjon om de forskjellige garasjene ble det vurdert to alternativer. Det ene alternativet går ut på å hente informasjon fra tegninger som ligger i kommunens arkiv i forbindelse med byggesøknad. Ulempen her er at dette vanligvis er svært enkle tegninger uten særlige detaljer, og at det ofte kan være utført arbeider som ikke er byggemeldt. Det er et ønske om at de digitale modellene bør være tilnærmet identisk de fysiske garasjene, og denne metoden vil derfor trolig føre med seg en del avvik fra dette. Det andre alternativet er å utføre befaring av garasjene. Denne metoden omfatter oppmåling, bilder og notater som stemmer med virkeligheten, og som gir et godt grunnlag for å gjenskape garasjene digitalt. Det var dette alternativet som ble valgt. Videre det ble det besluttet å modellere de ulike garasjene i et valgt prosjekteringsverktøy.


### 3.3. Forberedelse til befaring

Den valgte forsknings- og arbeidsmetoden kan omtales som relativt praktisk, og krever lite forberedelse. Det ble utarbeidet et skjema med hensikt å registrere informasjon fra de forskjellige garasjene underveis i befaringene, ref. vedlegg F. Dette er et tiltak for å arbeide mer systematisk og effektivt og for å eliminere sjansen for å glemme viktige byggedetaljer. Garasjer kan imidlertid ha svært ulike løsninger, så dette skjemaet ble et absolutt minstekrav til informasjonshenting per garasje. Det var også behov for å supplere skjemaet med en del tilleggsinfo tilpasset hver garasje.

## 3.4. Verktøy

Befaringene ble gjennomført rutinemessig og med relativt enkle verktøy. Til oppmåling av grunnflater, tak- og mønehøyder ble det brukt lasermåler, mens til enkeltstående bygningsdeler som ringmur, sviller og stendere ble det brukt tommestokk. Ipad ble brukt som skrive- og tegneverktøy, både til å fylle ut det nevnte skjemaet og til å lage enkle, målsatte plantegninger på stedet. Videre ble både Ipad og smarttelefoner brukt til å ta bilder.

Til modellering ble prosjekteringsverktøyet Archicad valgt. Dette er et program gruppen har god kjennskap til fra studiet, og det var derfor ikke nødvendig å sette av tid til opplæring av dette. Mer om Archicad i kapittel 4.5. Videre er det ønskelig å hente ut materialmengder fra modellene. Figur 3.1 viser et eksempel på hvordan materialmengden tre presenteres for garasje VI (kapittel 5) i Archicad.



Type	Material	Tykkelse	Areal	Volum
Tre				
	Tre	73	3,90	0,58
	Tre	23	7,19	3,81
	Tre	48	7,62	0,39
	Tre	98	4,99	0,49
	Tre	24	6,84	0,16

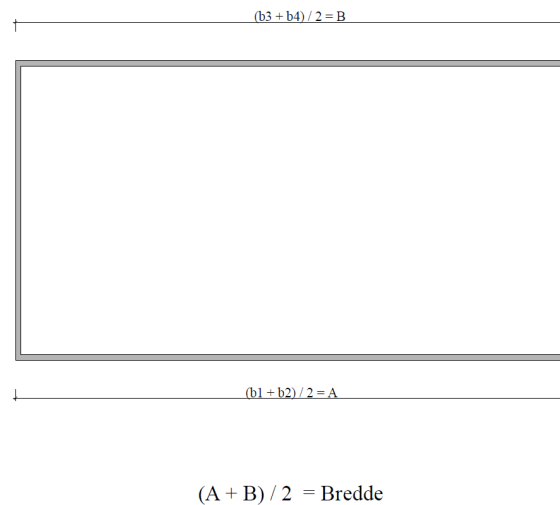
**Figur 3.1:** Mengde tre i garasje VI. Areal gitt i m<sup>2</sup> og volum gitt i m<sup>3</sup>.

### 3.4.1. Nøyaktighet

Når det gjelder valg av måleinstrumenter, er det viktig å vurdere hva slags nøyaktighet som ønskes, og hvilke instrumenter som tilfredsstiller denne nøyaktigheten. Lasermåler og tommestokk ble valgt som måleinstrumenter fordi de er brukervennlige og antas å ha god nok nøyaktighet for denne oppgaven.

Lasermåleren som ble brukt er av merket Bosch og heter GLM 80 Professional. Den er oppgitt å ha 80 meter rekkevidde og 1,5 mm nøyaktighet. Ved arbeid som krever svært stor nøyaktighet,

bør det foretas kontroller av nøyaktigheten til måleinstrumentet. Det ble ikke gjort en slik kontroll i regi av gruppen, så sjansen for feilmargin i målingene er til stede. Med hensyn til dette prosjektet, kan imidlertid et slikt avvik aksepteres, da det utgjør ubetydelig forskjell i materialmengden til garasjene. I følge en test gjennomført av *Din side* vil de største avvikene oppstå på grunn av menneskelige faktorer, som for eksempel at måleren ikke holdes stødig i målingsøyeblikket (Blix, 2011). Dette har det vært bevissthet rundt, og det derfor gjort flere målinger av samme avstand, samt regnet gjennomsnittsverdier for å redusere store avvik. Figur 3.2 viser et eksempel på hvordan denne målemetoden har blitt gjennomført.



**Figur 3.2:** Metode for å bestemme lengder målt med lasermåler.

### 3.4.2. Byggflate

For å skille ut garasjer fra resten av bygningsmassen i Trondheim ble det brukt en tilpasset digital byggflate. I tillegg til å utheve de 27 350 garasjene fra kartunderlaget, gir den informasjon hentet fra matrikkelen, som er det offisielle registeret Norge har for fast eiendom. Byggflaten er utviklet av Mark Uwe Simoni, som er initiativtaker for det overordnede forskningsprosjektet.

For å innsnevre utvalget av garasjer til modellering, ble det bestemt at garasjene fokusert rundt bysentrum og universitetsområder er mest aktuelle. Bydeler som Midtbyen og Ila er attraktive boligområder for studenter. Her viser imidlertid byggflaten at det er svært få garasjer, og disse bydelene ble derfor utelukket. Figur 2.3, 2.4 og 2.5 viser utsnitt fra kartunderlaget med garasjene uthevet i ulike farger. Hver farge representerer en tidsperiode for når garasjene er oppført. Det ble ikke tatt hensyn til dette i utvelgelsen av garasjer. Det ble derimot tatt hensyn til det oppgitte

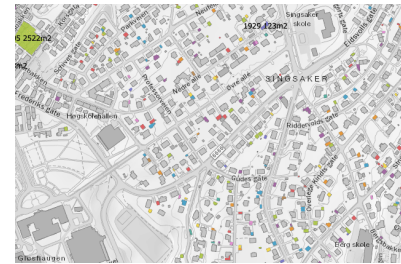
bruksarealet, da størrelsen er relevant for transformasjon til studentbolig. Garasjer med BRA mindre enn  $20 \text{ m}^2$  ble utelukket, da det antas å være utfordrende å få plass til alle fasilitetene som ønskes i en funksjonell studentbolig. Dette med forbehold om at det kan være mulig å utnytte høyden til for eksempel hems. Her er Norske Mikrohus brukt til inspirasjon, da de tilbyr fullt utstyrte mikrohus på rundt  $20 \text{ m}^2$  inkludert hems (Norske Mikrohus, u.å.).



**Figur 3.3:** Midtbyen



**Figur 3.4:** Byåsen



**Figur 3.5:** Singsaker

## 3.5. Prinsipper ved modellering

Ved modellering kan det benyttes kompositt ved plassering av konstruksjonsdeler. Dette går ut på å definere tykkelsene på lagene til en bygningsdel, og modellere den som ett system. Bruken av kompositt ble vurdert til å være for unøyaktig grunnet store forskjeller i utførelsen på de forskjellige garasjene. Det er derfor modellert lag for lag og stender for stender.

Hovedprinsippet for modelleringen er at det kun blir modellert bygningsdeler som kan måles og ses ved befaring. Det er heller ikke modellert takrenner, porter eller andre detaljer som ikke påvirker garasjen konstruksjonsmessig. Det oppstod tilfeller hvor bygningsdelene var umulig å måle med de tilgjengelige verktøyene, men hvor det var godt nok grunnlag for å gjøre antagelser. Videre presenteres grunnlaget for antagelser gjort hva gjelder hovedbæresystemet i garasjene. Mindre antagelser gjort for hver enkelt garasje er dokumentert i kapittel 5, og drøftes ytterligere i kapittel 7.

### 3.5.1. Takkonstruksjon

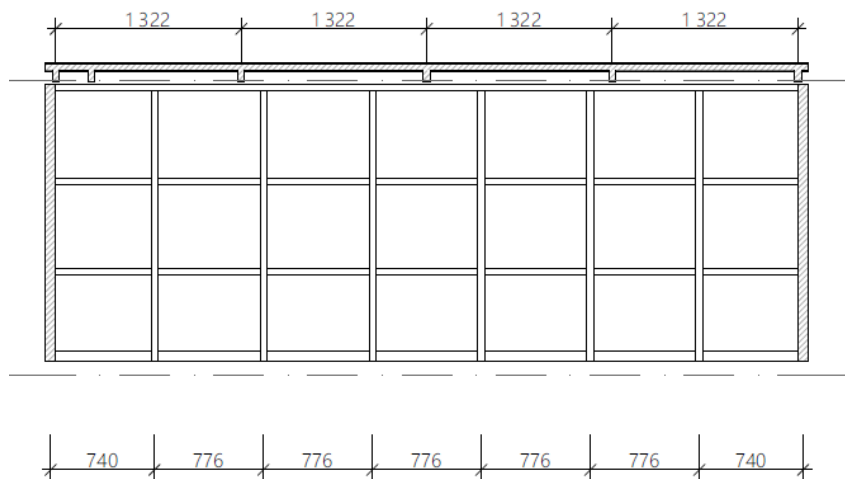
Takkonstruksjonen i de ulike garasjene har mange likhetstrekk i utførelse og materialbruk. Hovedprinsippet om å modellere det som er observert ved befaring fører til at det er nødvendig å foreta en del antagelser også her. Dette gjelder spesielt de bygningsdelene som skjules mellom taktekking og undertak. For dette prosjektet er det modellert garasjer teknet med henholdsvis takstein, takskifer og takshingel og det er modellert i henhold til følgende byggforskblad:

- *544.101 Tekking med takstein.* (SINTEF Byggforsk, [1971](#))
- *544.102 Tekking med takskifer* (SINTEF Byggforsk, [1984](#))
- *544.105 Tekking med asfalttakshingel* (SINTEF Byggforsk, [1994](#))

Alle byggforskbladene er revidert ved en rekke anledninger, og det er fulgt anvisninger fra den aktuelle revisjonen som forelå ved garasjens oppføringsår.

### 3.5.2. Bindingsverk

De fleste garasjene er uisolerte, noe som gjør det mulig å måle både dimensjoner på stendere, bjelker og senteravstand. Garasjene oppført etter 1990, har som regel en gjennomgående senteravstand  $c/c$  60, mens for de resterende garasjene er det store forskjeller i utførelsen. Plassering av stendere og taksperrer/-stoler er blant det som varierer mest, og i flere av tilfellene ble derfor lengden på veggene delt på antall stendere og stenderne plassert deretter. Figur 3.6 viser et eksempel på dette fra garasje VI. Samme metode er også brukt for taksperrene i de tilfellene der de ikke er plassert på stenderen. Dette ble sett på som den beste måten å modellere på, for å sikre at modellens materialmengde i størst mulig grad tilsvarer garasjens faktiske materialmengde.



**Figur 3.6:** Senteravstand mellom stendere og taksperrer i garasje VI. Mål gitt i mm.

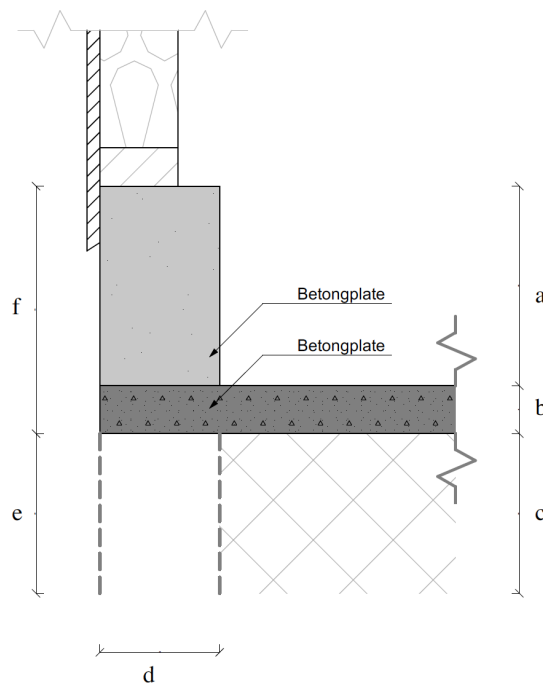


### 3.5.3. Fundament

Fundamenter er ofte vanskelige å måle, da deler av det ligger under jordoverflaten. Figur 3.7 viser en detaljtegning av fundamentløsningen som er modellert for de fleste garasjene. Fundamentet består av mur av lettklinkerblokk og en betongplate. Det er ved denne typen befaring kun mulig å måle opp to størrelser:

**a** = innvendig avstand fra topp lettklinkerblokk til topp plate

**d** = bredde til lettklinkerblokken



**Figur 3.7:** Detalj av fundament. Mål gitt i mm.

Tykkelsen på dekket, **b**, er antatt til å være 60 mm, i henhold til anvisning i byggforsksbladet *517.651 Carporter og små garasjer* (SINTEF Byggforsk, 2015). På bakgrunn av dette er det mulig å anta total størrelse på lettklinkerblokken, men bortsett fra det er det vanskelig å anta hvordan fundamentet er utformet. Dybde på fundament **e** er derfor ikke modellert utover det som er oppmålt. Videre er det også usikkert hvor mye isolasjon som er brukt i grunnen, og tykkelse på denne **c** er heller ikke modellert.

### 3.5.4. Beregning av materialmengder

Når en garasje er ferdig modellert i Archicad, kan det hentes ut materialmengder sortert etter type materiale. Mengdene er oppgitt i kvadratmeter og kubikkmeter, og hentes ut fra hver enkelt datafil. Det viste seg imidlertid at mengden tremateriale målt i areal ikke alltid stemte, da enkelte av treelementene ble utelukket fra sluttsummen. Dette gjorde at mengden av hvert enkelt materiale måtte vurderes hver for seg. Det var i tillegg et ønske om å finne vekten av materialene. For å regne ut dette multipliseres mengden materiale med materialets egenvekt. Tabellene 3.1 og 3.2 viser de antatte tetthetene hentet fra byggforskladet *471.031 Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler* (SINTEF Byggforsk, 2013).

Materiale	Egenvekt [kg/m <sup>3</sup> ]
Betong	2 400
Tre	500
Teglstein	2 150
Stål	7 700
Puss	1 900
Gips	900
Isolasjon, myk	120
Isolasjon, EPS	30
Vindsperre, vegg	235

**Tabell 3.1:** Egenvekter i m<sup>3</sup> for materialer

Materiale	Egenvekt [kg/m <sup>2</sup> ]
Takstein, betong/tegl	45
Takskifer	50
Takshingel	5
Takplater, bølgeblekk	10
Undertak, trefiberplate	5
Vindsperre, tak	0,07

**Tabell 3.2:** Egenvekter i m<sup>2</sup> for materialer

## 4. Teori

Dette kapittelet legger fram sentral teori som oppgaven bygger på.

### 4.1. Historie

For å få en bedre forståelse av bakgrunnen for oppgaven, er det naturlig å ta en titt på historien til den norske garasjen, og hvordan den har utviklet seg til å bli den garasjen vi kjenner idag. Den første bilen kom til Norge rundt år 1900, men det skulle ta en del år før bilen ble allemannseie. Fra midten av 1930-årene var det omkring 83 innbyggere for hvert motoriserte kjøretøy (Brochmann, 1981). Etter andre verdenskrig ble det innført rasjonering av bilimporten, og det ble derfor ikke vanlig å ha bil før på 1960-tallet da denne ble opphevet (Statistisk Sentralbyrå, 1999). I disse årene opplevde Norge også en økonomisk vekst, blant annet i forbindelse med oljefunnet i 1969, og dette påvirket økonomien til hver enkelt.

Etter hvert som hver husstand fikk sin egen bil, kom også behovet for en garasje. Mange hadde kanskje stående et skjul på eiendommen sin fra før av som ble bygd om til garasje. Et eksempel her er garasje I, som man mener ble oppført rundt 1895. Det var først på 1960-tallet at de første bygningene med formål om å romme en bil ble satt opp. På den tiden var det snakk om enkle konstruksjoner med sperretak og enkelt, uisolert bindingsverk. Det har skjedd mye siden da, og garasjen har utviklet seg i tråd med de norske byggeskikkene. I dag er garasjen en mer omfattende konstruksjon som både skal romme bilen, men også i mange tilfeller skal fungere som bod o.l.

### 4.1.1. Byantikvaren

Byantikvaren i Trondheim er kommunens rådgiver innenfor kulturminnevern, og har som oppgave å ta stilling til antikvariske og kulturhistoriske aspekter av byggesakene i kommunen. Det er en avdeling i Miljøenheten som igjen tilhører kommunens byutviklingsområde. Byantikvaren har utviklet et kulturminnekart som er basert på en vurdering av bebyggelsen i Trondheim. Der kan man se hvilke deler av byen som er definert som bevaringsområde i reguleringsplan og/eller hensynssone i kommunens arealdel. I hensynssoner skal kulturhistorisk bebyggelse og miljø og landskap som anses som verdifullt bevares. Bygninger av antikvarisk verdi er også delt inn i klasse A, B og C der A representerer bygninger med svært høy antikvarisk verdi, B høy antikvarisk verdi og C antikvarisk verdi (Trondheim kommune, [2020a](#)).

### 4.1.2. Møllenberg

Bydelen Møllenberg, vest for Kristiansten festning, går i dag for å være områdene Møllenberg, Kirkesletten og Rosenborg. På kulturminnekartet er dette markert som både et bevaringsområde og som hensynssone. Byantikvaren har utarbeidet en veileder som legger vekt på å bevare originale bygningsdeler slik at den kulturhistorisk viktige bygningsmassen forvaltes.

Denne delen av Trondheim by vokste fram som et boligområde etter at Møllenberg Skanse ble nedlagt i 1816 i forbindelse med at Trondheim ikke lenger skulle være en festningsby. De første innflytterne til Møllenberg var i stor grad folk fra landsbygda. Dette kom som et resultat av den økende effektiviseringen i landbruket og industrialiseringen av Trondheim. Husene som ble satt opp var små, hadde én til to etasjer og ble lagt i rekke på nedre side av langsgående vei. Arkitektonisk var husene lite preget av typiske stilretninger fra den tiden, da de ble satt opp av de materialene man hadde for hånden. Husrekkene ble lagt parallelt slik at man fikk et grønt belte mellom rekkene for avfall, gjødsel og eventuelt kjøkkenhage og husdyr. Bebyggelsen innenfor bevaringsområdet deles inn i fire kategorier: Tidlig Møllenbergshus, Kirkeslettenhus, Rosenborghus og Murbebyggelse fra før 1925 (Hansteen, [2019](#)).

### 4.1.3. Singsaker

Singsaker er et villastrøk som grenser til Rosenborg og Kristiansten festning i nord, Berg i øst og Gløshaugen i sør. I 1906 ble Singsaker vedtatt som et villaområdet som skulle bygges i tre, og i 1940 var bydelen så godt som ferdig bygget. I 1910 ble NTH opprettet, og på grunn av den nære tilknytningen til Høgskoleområdet, var det flere ansatte som bosatte seg der. Flere arkitekter utdannet ved NTH satt også sitt preg på bydelen og tegnet flere av husene (Christiansen, 1981). I likhet med Møllenberg er Singsaker både et bevaringsområde og en hensynssone.

Den første bevisste boligutbyggingen på Singsaker kalles kapteinbyen. Boligene her ble bygget på et tidspunkt hvor det var murtvang grunnet en brann på Rosenborg i 1899. Etter dette begynte NTH sine professorer og deres villaer å finne sin plass. Etter kapteinbyen kom den neste betydelige boligbyggingen på Singsaker da store arealer som tilhørte Lillegården ble utparsellert. Omkring 1920 var disse arealene omgjort til en hageby med fasader i pusset teglstein. Det var inspirert av britisk byggeskikk og utformet av arkitekten Sverre Pedersen (Kavli, 1996).

### 4.1.4. Byåsen

Grovt sett omfatter Byåsen områdene vest for Nidelven. Utbyggingen av bydelen har skjedd ved ulike anledninger. I 1901 ble gråkallbanen opprettet, og det begynte en gradvis utbygging av området (Rosvold, 2019). Det var først i 1952, da store deler av det som i dag kalles Byåsen ble innlemmet i Trondheim kommune, at boligbyggingen virkelig skjøt fart. Det ble også bygget mange boliger, og spesielt blokker etter sammenslåingen med Strinda kommune i 1964. På denne tiden begynte det å bli vanlig å legge inn vann og kloakksystem i de nye boligene, og dette var attraktivt for folk bosatt i mer sentrale strøk av byen (NRK, 2016).

## 4.2. Garasjer i Trondheim

Forskningsprosjektet begrenser seg til garasjer i Trondheim kommune. Ved hjelp av byggflaten er det derfor interessant å hente ut statistikk som gir en beskrivelse av byggmassen. Garasjene som er registrert er enten definert som *garasjeuthus anneks til bolig* eller *garasjeuthus anneks til fritidsbolig*. Det er registrert 27 350 av disse innenfor kommunegrensen. Videre er det valgt å hente ut statistikk for garasjer med BRA mellom 20 m<sup>2</sup> og 40 m<sup>2</sup>, som gjenspeiler BRA for de modellerte garasjene. I tabell 4.1 er det presentert relevante data.

Garasjer	Antall	Sum BYA	Sum BRA	Gj.snitt BYA
Alle	27 350	1 440 392 m <sup>2</sup>	1 093 477 m <sup>2</sup>	52,7 m <sup>2</sup>
BRA 20-40 m <sup>2</sup>	10 639	428 972 m <sup>2</sup>	283 863 m <sup>2</sup>	40,3 m <sup>2</sup>

**Tabell 4.1:** Relevant statistikk fra byggflate.

En interessant observasjon her er at garasjer med BRA mellom 20 m<sup>2</sup> og 40 m<sup>2</sup> utgjør nesten 40% av det totale antallet garasjer. Dette viser at de garasjene som ble plukket ut for dette prosjektet er relativt representative for bygningsmassen i Trondheim. Videre viser det seg at gjennomsnittlig bebygd areal for alle garasjene i Trondheim kun er 12 m<sup>2</sup> mer enn gjennomsnittet for garasjer med BRA mellom 20 m<sup>2</sup> og 40 m<sup>2</sup>. Dette tolkes som at det er mange garasjer som vil være av egnet størrelse for transformasjon til studentbolig.

## 4.3. Lover og forskrifter

Plan og bygningsloven regulerer forvaltning og bruk av fast eiendom i Norge. Dette omfatter all type virksomhet, fra tekniske krav i byggverk til arealplaner med bestemmelser for utbygging av områder (Plan- og bygningsloven, 2008).

Norsk byggforskningsinstitutt (byggforsk) ble opprettet i 1949, og ga i 1963 ut det første databladet som omhandlet garasjer, kalt Leskur for biler”, nr. (77).101 (Norges byggforskningsinstitutt, 1963). Her ble de første anbefalingene hva gjaldt utforming av garasjer gitt.

I 1950 ble SINTEF (Selskapet for industriell og teknisk forskning) opprettet, et forskningskonsern mellom Norges teknisk høgskole, NTH og industri- og næringslivet. SINTEF og byggforsk slo seg sammen i 2006, og byggforskserien gir dokumenterte løsninger og anbefalinger for prosjektering og utførelse i henhold til byggt teknisk forskrift (TEK). (Skoie, Hans, 2009)

### 4.3.1. Byggt teknisk forskrift (TEK)

Direktoratet for byggkvalitet, DiBK, som er underlagt Kommunal og moderniseringsdepartementet, er utvikler av byggt teknisk forskrift. Den gjeldende forskriften heter TEK17 og erstatter TEK10 som gjaldt fram til 2017. Forskriften har hjemmel i plan- og bygningsloven. Paragraf § 1-1 i TEK17 beskriver formålet med forskriften:

#### **§ 1-1. Formål**

*Forskriften skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi (Direktoratet for byggkvalitet, 2017)*

Videre opplyser DiBK om at Norske Standarder (NS) og SINTEF sin byggforskserie vil være nyttige verktøy. Et samspill mellom forskriften og disse veiledningene gir mulighet for gode prosjekteringer av byggverk i Norge.

## 4.4. Arealberegning

Plan- og bygningsloven styrer bruk og utnytting av bygninger, anlegg og arealer i Norge. I den forbindelse er det nyttig å skille mellom ulike arealberegninger. Bebygd areal og bruksareal beregnes med utgangspunkt i *NS 3940* og brukes videre til å fastslå arealutnytting avhengig av type område. *NS 3940* definerer BYA og BRA slik:

### 5.2.2 Bebygd areal for en bygning

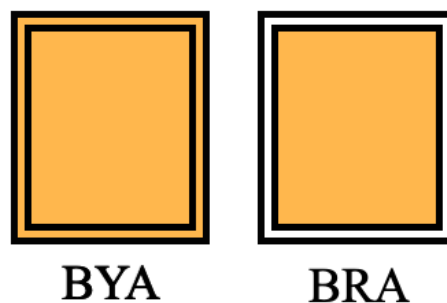
*I bebygd areal for bygninger inngår horisontalprojeksjonen av enten bygning(er), bygningsdeler og tilhørende konstruksjoner over bakken*

### 5.3 Bruksareal (BRA)

*Bruksareal er arealet innenfor omsluttende vegger*

### 5.3.5 Bruksareal for en bygning

*Bruksareal for en bygning er summen av bruksarealene for alle måleverdige plan og etasjer uavhengig av bruken*



**Figur 4.1:** Tenkt plantegning av garasje og forskjellen mellom BYA og BRA.

Standarden spesifiserer en rekke kriterier som må tas hensyn til ved oppmåling. Et av kriteriene er at et areal må ha takhøyde på minst 1,90 m og bredde på minst 0,6 m for at det skal være måleverdig. Ved skråtak måles det imidlertid også 0,6 meter utenfor 1,90 m. Takhøyde defineres som høyde opp til himling. Videre spesifiseres det at det skal måles langs gulvplanet uten å ta hensyn til gulvlister, installasjoner og innredning (Standard Norge, 2012).



## 4.5. BIM

BIM er en forkortelse for *byggningsinformasjonsmodellering* og er digitale modeller i 3D som gir nøyaktig informasjon om elementene modellen består av. Hovedprinsippet for BIM som verktøy er at all informasjon og alle endringer skal ligge i én fil og være tilgjengelig for de forskjellige fagfeltene innenfor prosjektet (Graphisoft, 2020). Det kan for eksempel være dimensjoner, antall kubikk, typer materialer og tekniske installasjoner i en vegg.

BIM er godt integrert i den norske byggeindustrien, og norske aktører har fått internasjonal anerkjennelse for dette, samt vært delaktige i utviklingen av verktøyet (Brekkehus, 2019). En byggningsmodell er spesielt nyttig i byggefasen, men også i bruks- og avhendingsfasen:

*Erfaring og læring i prosjektene dokumenteres i byggningsmodellen, og gir gjennom gjenbruk forbedringer av det neste. Universelle og kompatible data gir lang levetid og kontinuerlig videreutvikling. For FDVU (Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling) lever modellen så lenge bygget er i drift (NTI, u.å.)*

En fordel med BIM i dette prosjektet er at informasjon lagres og kan hentes fram ved behov. I tillegg er det et enkelt verktøy for å hente ut materialmengder.

### 4.5.1. ARCHICAD

ARCHICAD ble lansert i 1987 og regnes som det første programmet for utvikling av byggningsmodeller. En fordel med Archicad er at norske maler og biblioteker er inkludert, slik at det skal være enkelt å bruke i henhold til norske byggestandarder. Dette er integrert og installeres og oppdateres derfor automatisk med programmet (NTI, u.å.).

# 5. Modellerte garasjer

## 5.1. Generelt

I dette kapitlet blir de ti garasjene som inngår i prosjektet presentert. Her blir garasjenes utforming og tilstand beskrevet, antagelser gjort for modelleringen, samt en oversikt over mengden materialer i kg for hver garasje. Vedlegg C viser plantegning, snitt og fasader og vedlegg D gir en samlet oversikt over konstruksjonsdelene i hver garasje.

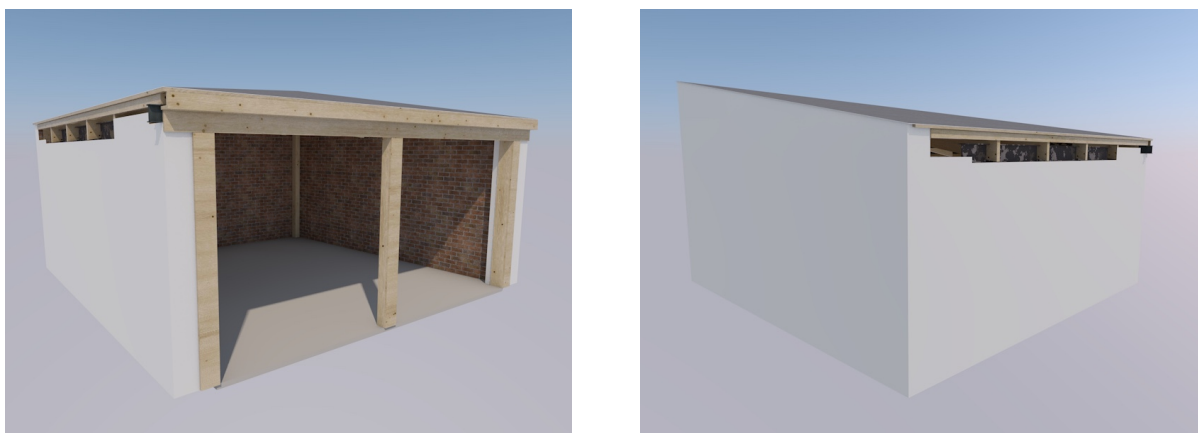
Videre skal det vurderes hvorvidt garasjene har potensiale for transformasjon, og da er det viktig å definere hva som menes med *potensiale*. I denne oppgaven menes det hvorvidt garasjene egner seg for transformasjon til studentbolig. Om de er egnet eller ikke baserer seg på størrelse, form og tilstand.

## 5.2. Garasje I

**Oppmålt BRA:** 22,8 m<sup>2</sup>

**Oppmålt BYA:** 27,8 m<sup>2</sup>

Garasjen er oppført på Møllenberg i 1895, ref. eier. Den ble den gang trolig bygget som et uthus, men er i senere tid omgjort til garasje med dobbel port. Garasjen har støpt plate, og man antar at dette er gjort i senere tid. Veggene består av teglstein, i noe ulik forfatning. Taket er pulttak av sperrer, og er tekket med asfalt takbelegg.



**Figur 5.1:** 3D-modell av garasje I

Garasjen bærer tydelig preg av sin høye alder. Her er det mye som må gjøres for at dette skal kunne brukes som bolig. utfordringer vil kunne oppstå som følge av at garasjen er regulert innenfor et bevaringsområde av Byantikvaren. I tillegg er den delt mellom to eiere, noe som må avklares før en eventuell transformasjon.

Materiale	Vekt, i kg	Antall kg per m <sup>2</sup>	Fordeling
Tre	720	25,9	3,3 %
Teglstein	20 296	730,1	92,0 %
Stål	154	5,5	0,7 %
Takbelegg	141	5,1	0,6 %
Puss	741	26,7	3,4 %

**Tabell 5.1:** Materialmengder i garasje I

### 5.3. Garasje II

**Oppmålt BRA:** 21,7 m<sup>2</sup>

**Oppmålt BYA** 27,5 m<sup>2</sup>

Garasjen er oppført på Singsaker i 1993, ref. byggflate. Garasjens grunnflate har en noe spesiell, spiss form i den ene enden, da den er bygget tett inntill nabogrense. Videre har den også en uvanlig spiss takvinkel på 46 grader, som står i stil til boligen på tomten. Støpt plate med enkel port, og vegger oppført som uisolert bindingsverk. Selve garasjerommet er adskilt med en bod i den ene enden for oppbevaring. I tillegg er det bygget loft/hems over garasjedelen. Taket er saltak av taksperrer, og er tekket med takstein.



**Figur 5.2:** 3D-modell av garasje II

Garasjen virker til å være i god teknisk stand. Ingen tegn til råte eller betydelig forfall. Den anses som gunstig for transformasjon grunnet størrelse og spiss takvinkelen som kan utnyttes til hems eller oppbevaring.

Materiale	Vekt, i kg	Antall kg per kvm	Fordeling
Tre	2 650	96,4	34,3 %
Betong	3 336	121,3	43,1 %
Takstein	1 747	63,5	22,6 %

**Tabell 5.2:** Materialmengder i garasje II

## 5.4. Garasje III

**Oppmålt BRA:** 30,3 m<sup>2</sup>

**Oppmålt BYA:** 36,0 m<sup>2</sup>

Garasjen er oppført på Singsaker i 2010, ref. eier. På denne garasjen er det ikke utført målinger. Det er kun tatt bilder utvendig og eier har oversendt tegninger. Det er derfor gjort store antagelser når det kommer til dimensjoner på reisverk og takkonstruksjon, men alle valg er tatt i henhold til byggforskblad *517.651 Carporter og små garasjer* (SINTEF Byggforsk, 1992). Garasjen har støpt plate og enkel port, med vegger oppført som uisolert bindingsverk. Taket er saltak av takstoler, og er tekket med takskifer.



**Figur 5.3:** 3D-modell av garasje III

Garasjen er i god teknisk stand. Det er ingen tegn til råde eller betydelig forfall, og garasjen anses som gunstig for transformasjon grunnet sin store størrelse.

Materiale	Vekt, i kg	Antall kg per kvm	Fordeling
Tre	3 065	85,1	46,1 %
Betong	1 704	47,3	25,6 %
Takskifer	1 883	52,3	28,3 %

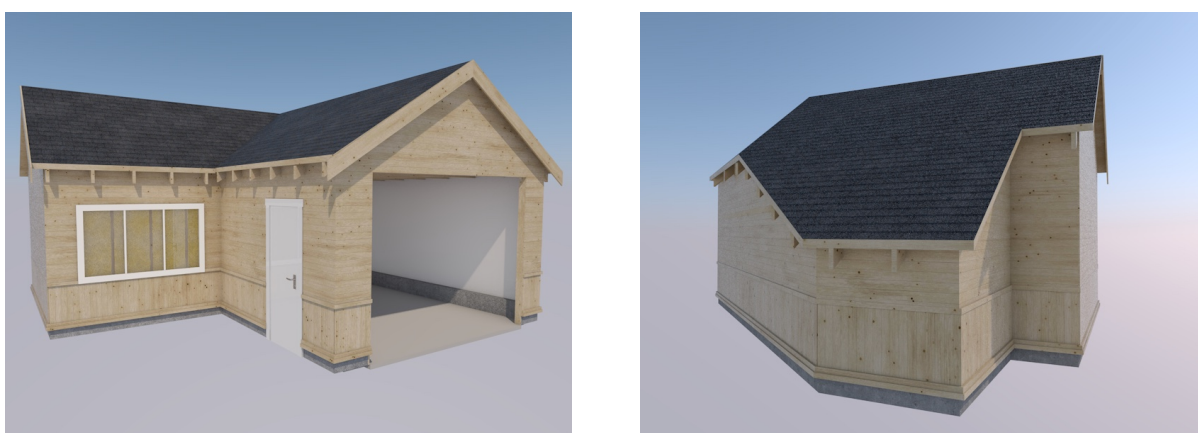
**Tabell 5.3:** Materialmengder i garasje III

## 5.5. Garasje IV

**Oppmålt BRA:** 35,8 m<sup>2</sup>

**Oppmålt BYA:** 46,2 m<sup>2</sup>

Garasjen er oppført på Singsaker i 2006, ref eier. Det er oppført et tilbygg i senere tid som i dag brukes som vinterhage og bod i bakkant av bygget. Garasjen har støpt plate, enkel port og vegger bygget i uisolert bindingsverk. Selve garasjerommet er antatt isolert 100 mm, og kledd med gips i vegg og trefiberplate i himling. Taket er saltak med antatt takstol, som er teknet med takshingel.



**Figur 5.4:** 3D-modell av garasje IV

Garasjen vurderes til å være i god teknisk stand, men utførelsen på den innvendige isoleringen og kledningen må vurderes ved transformasjon. Videre er størrelsen på selve garasjerommet for lite til å romme en studentbolig og det må vurderes å slå sammen alle rommene for å få større gulvflate.

<b>Materiale</b>	<b>Vekt, i kg</b>	<b>Antall kg per kvm</b>	<b>Fordeling</b>
Tre	2 205	47,7	23,9 %
Betong	5 712	123,6	62,0 %
Gips	405	8,8	4,4 %
Isolasjon	620	13,4	6,7 %
Takshingel	279	6,0	3,0 %

**Tabell 5.4:** Materialmengder i garasje IV

## 5.6. Garasje V

**Oppmålt BRA:** 32,5 m<sup>2</sup>

**Oppmålt BYA:** 48,0 m<sup>2</sup>

Garasjen er oppført på Singsaker i 1997, ref. byggflate. Ved befaring var garasjen nokså full og uoversiktlig, og det var vanskelig å utføre gode oppmålinger. Støpt plate og enkel port. To av veggene er bygget opp av mur, men de resterende veggene er oppført i uisolert bindingsverk. Det er også bygget et lite loft til lagring over selve garasjedelen. Taket er saltak av takstoler som er tekket med takskifer



**Figur 5.5:** 3D-modell av garasje V

Garasjen er i tilsynelatende god stand. Ingen tegn til råte eller betydelig forfall. Garasjen er likevel utført på en slik måte at den vil kreve en rekke omfattende tiltak for å kunne fungere som bolig. Den anses derfor ikke som egnet for transformasjon til bolig.

<b>Materiale</b>	<b>Vekt, i kg</b>	<b>Antall kg per kvm</b>	<b>Fordeling</b>
Tre	3 495	72,8	11,0 %
Betong	25 272	526,5	79,5 %
Undertak	276	5,7	0,9 %
Takskifer	2 767	57,6	8,7 %

**Tabell 5.5:** Materialmengder i garasje V

## 5.7. Garasje VI

**Oppmålt BRA:** 25,5 m<sup>2</sup>

**Oppmålt BYA:** 32,4 m<sup>2</sup>

Garasjen er oppført på Byåsen i 1969, ref. eier. Dette er en relativt enkel konstruksjon uten støpt plate, hvorav det også er bygd på et lite skjul for oppbevaring i tilknytning til garasjerommet. Veggene er bygget i uisolert bindingsverk, og taket er saltak av sperrer, tekket med plater av bølgeblekk.



**Figur 5.6:** 3D-modell av garasje VI

Garasjen er i grei teknisk stand til tross for sin at den er relativt gammel. Noe tegn til råte/sopp nederst på kledningen steder. Det er likevel den enkle konstruksjonen som fører til at denne garasjen ikke anses som egnet for transformasjon til bolig. Det vil kreve en stor oppgradering for å tilfredsstillе dagens krav.

Materiale	Vekt, i kg	Antall kg per kvm	Fordeling
Tre	1 030	31,8	50,5 %
Betong	672	20,7	32,9 %
Takplater	338,7	10,5	16,7 %

**Tabell 5.6:** Materialmengder i garasje VI



## 5.8. Garasje VII

**Oppmålt BRA:** 36,9 m<sup>2</sup>

**Oppmålt BYA:** 49,1 m<sup>2</sup>

Garasjen er oppført på Byåsen i 1991, ref. eier. Den består av to deler, der den ene delen benyttes som garasje og den andre som verksted. Støpt plate og dobbel port. Veggene er oppført i bindingsverk, hvorav verksteddelen er antatt isolert og kledd med gips. Taket er saltak av sperrer, som er tekket med takstein.



**Figur 5.7:** 3D-modell av garasje VII

Garasjen vurderes til å være i god teknisk stand. Ingen tegn til råte eller betydelig forfall. Den vil egne seg godt til transformasjon, og selve garasjedelen er godt utnyttet med hems som kan brukes videre til oppbevaring ev. plass til seng.

<b>Materiale</b>	<b>Vekt, i kg</b>	<b>Antall kg per kvm</b>	<b>Fordeling</b>
Tre	2 535	51,6	20,5 %
Betong	5 928	120,7	47,9 %
Gips	873	17,8	7,1 %
Isolasjon	656	13,4	5,3 %
Takstein	2 388	48,6	19,3 %

**Tabell 5.7:** Materialmengder i garasje VII

## 5.9. Garasje VIII

**Oppmålt BRA:** 25,6 m<sup>2</sup>

**Oppmålt BYA:** 31,7 m<sup>2</sup>

Garasjen er oppført på Byåsen i 1998 ref. byggflate. Den er utført med støpt plate og enkel port. Veggene er oppført i uisolert bindingsverk. Taket er saltak av takstoler, som er tekket med takstein.



**Figur 5.8:** 3D-modell av garasje VIII

Garasjen vurderes til å være i god teknisk stand. Det er ingen tegn til råte eller betydelig forfall, og garasjen anses derfor som egnet for transformasjon.

Materiale	Vekt, i kg	Antall kg per kvm	Fordeling
Tre	1 955	61,7	22,7 %
Betong	4 992	157,5	58,0 %
Undertak	166	5,2	1,9 %
Takstein	1 501	47,4	17,4 %

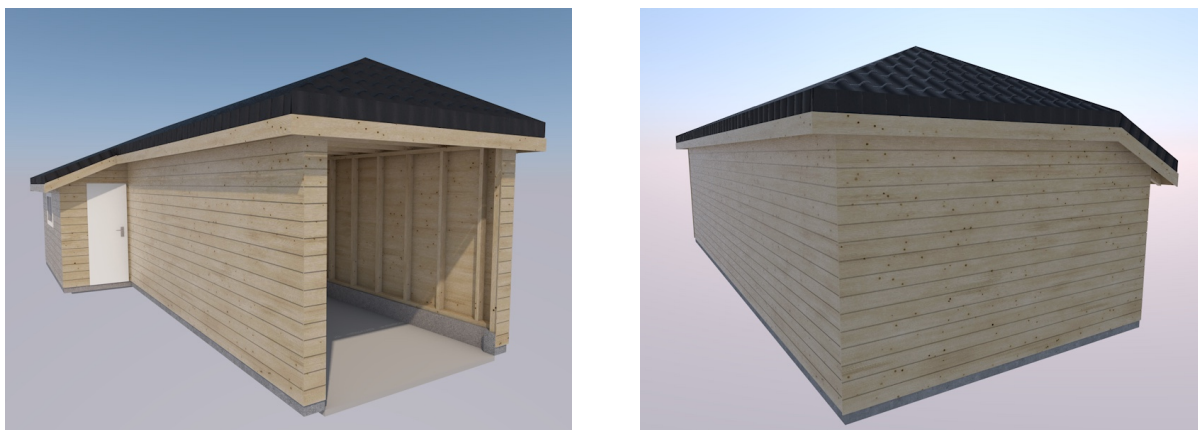
**Tabell 5.8:** Materialmengder i garasje VIII

## 5.10. Garasje IX

**Oppmålt BRA:** 30,2 m<sup>2</sup>

**Oppmålt BYA:** 40,3 m<sup>2</sup>

Garasjen oppført på Singsaker i 1994, ref. byggflate. Den er utført med støp plate og enkel port. Garasjen ble bygget på i 2018 i lengderetning. Dette kan ses på plantegningen som følger med vedlegg E. Vegger er utført i uisolert bindingsverk, og taket er valmet tak av takstoler, som er tekket med takstein.



**Figur 5.9:** 3D-modell av garasje IX

Garasjen vurderes til å være i god teknisk stand. Det er ingen tegn til råte eller betydelig forfall. Størrelsen gjør også at den egner seg godt til transformasjon.

Materiale	Vekt, i kg	Antall kg per kvm	Fordeling
Tre	2 730	67,7	37,8 %
Betong	2 280	56,6	31,6 %
Undertak	220	5,4	3,0 %
Takstein	1 988	49,3	27,5 %

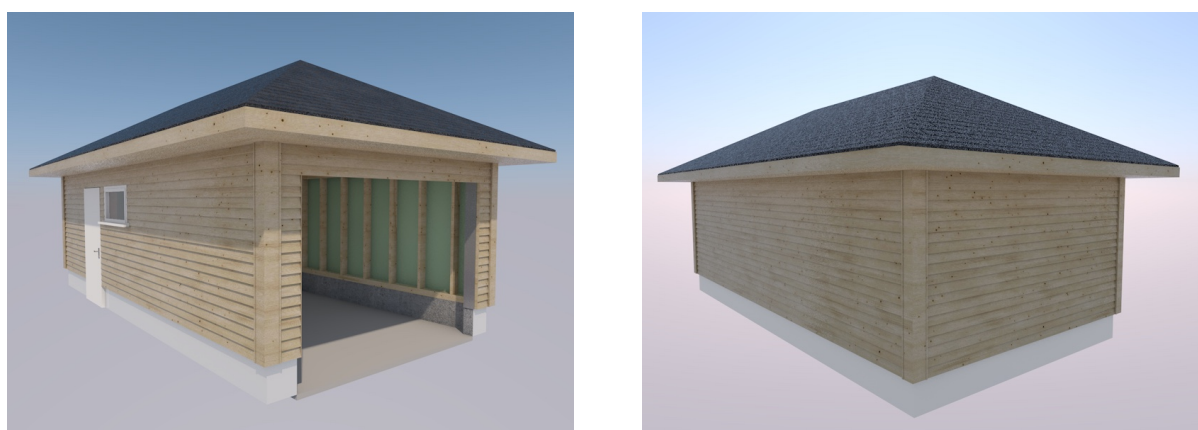
**Tabell 5.9:** Materialmengder i garasje IX

## 5.11. Garasje X

**Oppmålt BRA:** 27,5 m<sup>2</sup>

**Oppmålt BYA:** 47,3 m<sup>2</sup>

Garasjen er oppført på Singsaker i 2016, ref. eier. Den er utført med støpt plate og enkel port. Garasjen er også tilknyttet en carport mot vest som ikke er modellert. Vegger er oppført i uisolert bindingsverk og gipsplate trolig som vindsperre. Taket er valmet tak av takstoler, og er tekket med takstein.



**Figur 5.10:** 3D-modell av garasje X

Dette er en ny garasje i god teknisk stand. Det er blant annet lagt til rette for etterisolering ved at det er lagt vindsperre, og den store stenderdimensjonen gjør det enklere å tilfredsstille dagens krav. Den vil derfor egne seg godt til transformasjon.

Materiale	Vekt, i kg	Antall kg per kvm	Fordeling
Tre	4 115	87,0	42,3 %
Betong	3 096	65,5	31,8 %
Gips	99,76	2,1	1,0 %
Takstein	2 428	51,3	24,9 %

**Tabell 5.10:** Materialmengder i garasje X

## 5.12. Oppsummeringstabell

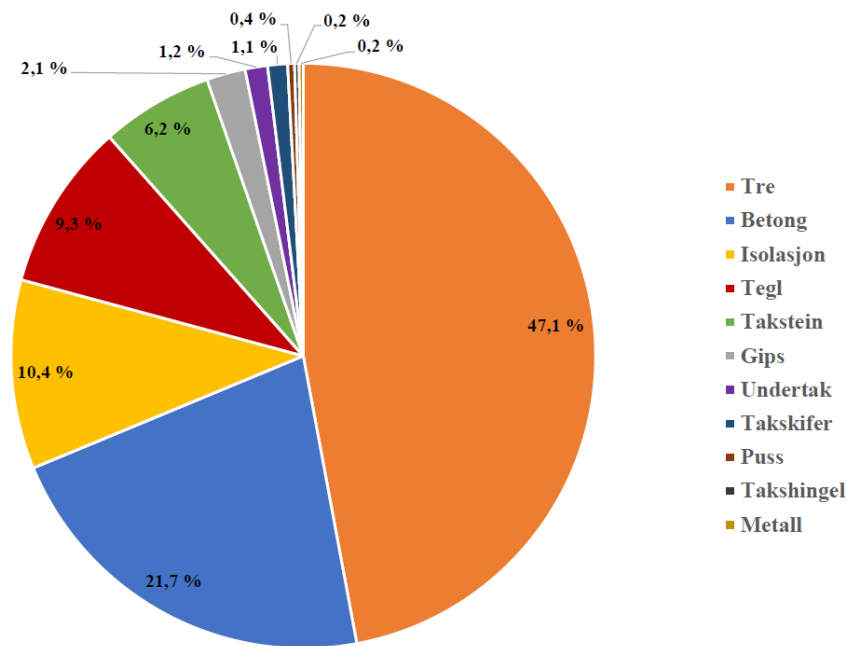
Garasje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	22,8	21,7	30,3	35,8	32,5	25,5	36,9	25,6	30,2	27,5
<b>BYA [m<sup>2</sup>]</b>	27,8	27,5	36	46,2	48	32,4	49,1	31,7	40,3	47,3
<b>Garasjeporter</b>	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
<b>Dører</b>		2	1	2	1	2			1	1
<b>Vinduer</b>			1	1	2		6	2		1
<b>Bindingsverk</b>		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Murvegg</b>	x	x			x					
<b>Strøm</b>		x	x	x	x		x		x	x
<b>Transformasjon?</b>	Nei	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja

**Tabell 5.11:** Oppsummering av egenskapene til garasjene.

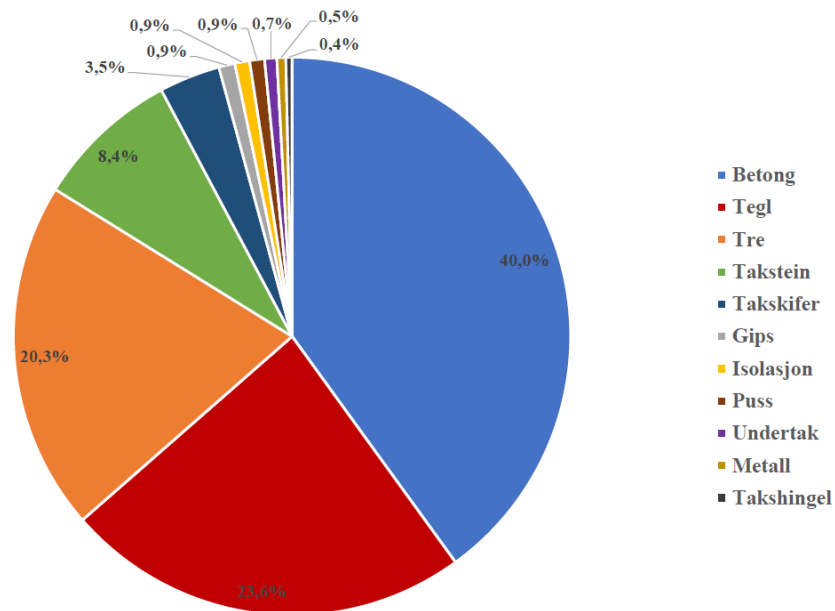
## 5.13. Materialmengder

Det er hentet ut materialmengder fra hver av modellene. Figur 5.11 viser et diagram for den gjennomsnittlige prosentvise fordelingen av materialer i  $\text{m}^3 / \text{m}^2$  BYA, mens figur 5.12 viser det samme i  $\text{kg} / \text{m}^2$  BYA. Da det kun er modellert ti garasjer er det usikkert hvor representativt denne fordelingen er for garasjer i Trondheim. Dette drøftes ytterligere i kapittel 7. Materialmengdene kan likevel analyseres, og det er interessant å se på hvor tallene kommer fra.

- Tre har det største volumet med 47,1 %. Dette samsvarer godt med at hovedkonstruksjon og kledning for de fleste garasjene er bygget i tre. I mengdediagrammet for vekt synker imidlertid mengden til 20,3 %, da tre relativt sett har lavere egenvekt enn det utgjør i volum.
- 21,7 % av materialmengden i volum er betong. Dette stammer fra mur og fundamenter. I vekt utgjør imidlertid andelen betong dobbelt så mye, og er dermed det materialet som veier mest per  $\text{m}^2$  BYA.
- Isolasjon utgjør 10,4 % for volum, men kun 0,9 % i vekt. Det er to garasjer i beregningen som har isolerte vegger, noe som utgjør et betydelig volum. Da er det igjen interessant å se at denne mengden kun utgjør i underkant av én tittel i vekt, på grunn av isolasjonens lave egenvekt.
- Tegl utgjør 9,3 % i volum. Det kommer av at alle vegger i garasje I er oppført med teglstein. Da tegl har stor egenvekt, har det større utslag i diagrammet for vekt, og tilsvarer så mye som 23,6%. Hadde garasje I blitt utelukket fra beregningen, ville tegl hatt en vesentlig lavere andel.
- Det er også valgt å ta materialene brukt i takteking med i beregningen. Garasjene har for eksempel både takstein av tegl, betong og skifer. Her er mengden skifer regnet ut for seg, da det er et materiale med andre egenskaper enn de to andre.



Figur 5.11: Prosentvis fordeling av m<sup>3</sup> materiale / m<sup>2</sup> BYA



Figur 5.12: Prosentvis fordeling av kg materiale / m<sup>2</sup> BYA

## 6. Transformasjon

Transformasjon av en bygning innebærer endring av byggets funksjon, og kan ha bakgrunn i alt fra arkitektoniske verdier til miljøkrav som omhandler gjenbruk av ressurser. Konseptet er i vinden, og det ser ut til at det er kommet for å bli. Arkitekter bekrefter dette, og nevner blant annet at det bidrar til å bevare bygg fra ulike tidsepoker. I tillegg er det i tråd med skiftet til sirkulær økonomi innen byggebransjen, samt at det i tettbebygde strøk ikke er mange ubebygde tomter å oppdrive til utbygging (Woltmann, 2018).

I denne oppgaven er det transformasjon av garasjer til studentboliger som er temaet, og som det ble kommet fram til i forrige kapittel, anses 7 av 10 av garasjene som egnet for dette. Garasjer blir ofte oppført som mindre teknisk avanserte bygninger sammenlignet med bolighus. Ved transformasjon til det som skal fungere som et oppholdssted over lengre tid, vil det være en rekke krav fra teknisk forskrift som i utgangspunktet ikke er oppfylt. Dette kapitlet tar stilling til hvilket lovverk som vil gjelde, og hva slags løsninger som kan være aktuelle.



## 6.1. Tekniske krav

Plan- og bygningsloven, TEK17 og Trondheim kommune stiller en rekke krav til prosjektering og utføring av en studentbolig. I samtale med Trondheim kommune bekreftes det at det ved transformasjon fra garasje til bolig i utgangspunktet ikke vil være noen fritak fra TEK17. Dette medfører at detaljprosjektering av transformasjonen vil bli for omfattende i denne sammenheng. Det er likevel plukket ut og sett på en del krav i TEK17 som anses å ha innvirkning på mengden materialer som må tilføres bygget ved transformasjon. Videre er det gitt eksempler på mulige løsninger som tilfredsstillende disse. Dette vil kunne si noe om garasjenes potensiale for transformasjon og hvorvidt dette er fornuftig.

Når garasjene skal omprosjekteres i henhold til TEK17 dukker det opp et definisjonsspørsmål som er avgjørende for hvilke tekniske krav som gjelder. I utgangspunktet telles frittstående garasjer tilknyttet eneboliger som én og samme bruksenhet. Det ble først antatt at garasjen omformet til studentbolig fortsatt ville inngå i samme bruksenhet som boligen, såfremt den ble omtalt som en hybel. I så fall ville man være unntatt en rekke tekniske krav i TEK17. Etter samtale med byggesakskontoret i Trondheim kommune ble dette avkreftet. Gitt at studentboligen innehar alle nødvendige funksjoner og at den er fysisk adskilt fra eneboligen, vil den utgjøre en egen boenhet. Da vil den ikke dekkes av dette unntaket.

### 6.1.1. Planløsning

TEK17 stiller krav til planløsning og bygningsdeler i byggverk og hvordan dette utføres. Dette kan omfatte størrelser og plassering av rom, krav om heis og utforming av dører, trapper, rekkverk osv. I § 12-2 tredje ledd, stilles det krav om tilgjengelig boenhet uten heis, hvor hovedfunksjoner på inngangsplan skal være tilgjengelig for alle. § 12-7 stiller krav til utforming av rom, og sier blant annet at rom skal ha trinnfri tilgang og snuareal for rullestol. Rom for varig opphold skal ha høyde minimum 2,4 meter. Snualet skal minimum være:

- *snusirkel med diameter på 1,5 m, eller snurektangel på 1,3 x 1,8 m*
- *snualet må ikke overlape slagarealet til den døren som skal betjenes (Direktoratet for byggkvalitet, 2017)*

### 6.1.2. Brannsikkerhet

Det stilles en rekke branntekniske krav til byggverk i Norge, og kapittel 11 i TEK17 sier blant annet at:

*Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket, for materielle verdier og for miljø- og samfunnsmessige forhold. Det skal være tilfredsstillende mulighet for å redde personer og husdyr og for effektiv slokkeinnsats (Direktoratet for byggkvalitet, 2017)*

Ved prosjektering av nye bygg i dag tar selve brannprosjekteringen stor plass, særlig i større bygg. Det stilles ulike krav til byggverk avhengig av blant annet bruk, byggets kompleksitet og antall etasjer. Det er vanlig å plassere de ulike byggene i risikoklasse og brannklasse. Risikoklassen sier noe om hvor stor skade det er for liv og helse ved en eventuell brann. Konsekvensene som følge av en brann rangeres i brannklasser hvor brannklasse 1 er liten konsekvens og klasse 4 er stor konsekvens.

Videre stilles det krav til byggets bæreevne og stabilitet. Ved å plassere bygget i risiko- og brannklasse kan det hentes ut detaljerte krav til hva hver enkelt bygningsdel skal tåle under et brannforløp (R). Hovedformålet med kravene i brannprosjekteringen for brannklasse 1 og 2 er at bygget skal opprettholde sin bæreevne og stabilitet i minimum den tiden det tar å rømme eller redde mennesker og dyr ut fra bygget.

Det stilles også krav til tiltak for å hindre spredning mellom byggverk. § 11-6 sier at dersom byggverk som er lavere enn ni meter, har mindre enn åtte meter innbyrdes avstand, er det krav om brannsikringstiltak i bygningene. Dette vil gjelde for alle garasjene i dette prosjektet, i vegger og tak som vender mot enebolig, ev. nabobygg. En brannskillende konstruksjon skal både være så tett at den hindrer at varm gass og flammer trenger gjennom (E), og isolere godt nok til å hindre at brannen sprer seg via varmeledning eller stråling (I).

### 6.1.3. Energi og oppvarming

Kapittel 14 i TEK 17 stiller krav til energibruk og effektivitet. Hovedmålet er å bidra til at bygninger som oppføres eller oppgraderes, har et lavt energibehov og en miljøvennlig energiforsyning. Det stilles her en rekke krav til energieffektivitet og valg av energiforsyning, men det finnes også unntak. I § 14-5 første ledd står det følgende:

*For frittstående bygning til og med 70 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA gjelder kun § 14-1, § 14-3 og § 14-4 første ledd”*

Med andre ord vil det i dette prosjektet være fritak fra en del av kravene som blant annet omhandler energibehov. Følgende paragrafer vil gjelde:

- § 14-1 tar for seg generelle krav, og sier blant annet at u-verdier skal beregnes som gjennomsnitt for de ulike bygningsdelene.
- § 14-3 stiller et minimumskrav til energieffektivitet, se figur 6.1.
- § 14-4 stiller krav til løsning for energiforsyning og sier at det ikke er tillatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel. (Direktoratet for byggkvalitet, 2017)

Ifølge SINTEF defineres U-verdi, også kalt varmegjennomgangskoeffisient, som et standardisert mål på hvor lett en bygningsdel slipper gjennom varme (SINTEF Byggforsk, 2018).

U-verdi yttervegg [W/m <sup>2</sup> K]	U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/m <sup>2</sup> K]	U-verdi vindu og dør inkludert karm/ramme [W/m <sup>2</sup> K]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling per time)
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 1,5

**Tabell 6.1:** Minimumskrav u-verdier (Direktoratet for byggkvalitet, 2017)

### 6.1.4. Dagslys

Kapittel 13 i TEK17, som omhandler inneklime og helse, stiller krav til tilgang på lys i bygg. Det har stor betydning for menneskers helse og trivsel, samt at lysforhold påvirker hvor godt en oppgave kan utføres. Kravene avhenger av type rom, som igjen avhenger av hvor lenge det er naturlig å oppholde seg i rommet. Rom for varig opphold, som kjøkken, stue og soverom, har krav til mengde dagslys. Baderom inngår ikke. I TEK17 §13-7 andre ledd, er det listet tre metoder for dokumentasjon av dagslyskravet. Følgende metode er valgt:

$$A_g \geq \frac{0,07 \times A_{BRA}}{LT}$$

$A_g$  = glassarealet mot det fri som er plassert minimum 0,8 m over rommets golv og som ikke er i lysgrav

$A_{BRA}$  = rommets bruksareal, inkludert areal under overliggende balkong eller andre lignende utkragede bygningsdeler i rommets bredde utenfor vindusfasaden

$LT$  = glassets lystransmisjon

*”Metoden forutsetter at det ikke er noe som skjærer sikten til horisonten i en vinkel på mer enn 45 grader målt fra horisontalplanet” (Direktoratet for byggkvalitet, 2017)*

### 6.1.5. Vann og avløp

Når det gjelder vann og avløp, er boliger og offentlige bygg i Trondheim koblet til det offentlige vann- og avløpssystemet. Det er imidlertid åpent for løsninger som ikke innebærer påkobling, men da stilles det krav til behandling av avløpsvann. Dette er for å sikre at kvaliteten på bekker, elver, vann og sjø er innenfor kravene (Trondheim kommune, 2020b). I den forbindelse har kommunen et soneinndelingskart som viser hva slags avløpshåndtering som kreves. Sonene avhenger av om avløpsvannet slippes ut i områder med drikkevann, ferskvann eller sjøvann. De strengeste kravene til filtrering er i områder med drikkevann. Bykjernen i Trondheim er i sonen som har utslipp til sjøvann, men det er også faktorer som tett bebyggelse som styrer kravet til filtrering. Det må søkes om tillatelse for private utslippsanlegg.

## 6.2. Tekniske løsninger

I dette kapitlet blir det presentert forslag til løsninger i henhold til kravene utredet i kapittel 6.1. Tabell 6.2 oppsummerer disse kravene, og de legges til grunn for videre prosjektering av transformasjonen. Som tidligere nevnt er det gjort et utvalg fra TEK17, da det i denne oppgaven blir for omfattende å ta for seg alle kravene som vil gjelde.

<b>Funksjon</b>	<b>Krav</b>
Planløsning	Tilgjengelig boenhet
Brann	Krav til bygningsdeler og brannspredning
Energi	U-verdi
Lys	Dagslys
Vann og avløp	Tilkobling

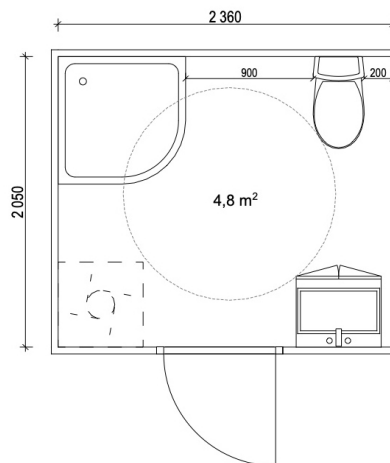
**Tabell 6.2:** Oversikt over utvalgte krav fra TEK17

### 6.2.1. Forslag til planløsning

Garasjene som er sett på i dette prosjektet har alle BRA mellom 20 og 40 m<sup>2</sup>. Hovedutfordringen her er å oppfylle kravet om tilgjengelig boenhet. Dette gjelder spesielt for de minste garasjene som kun har BRA rundt 20 m<sup>2</sup>. For å tilfredsstille kravene foreslås tre mulige løsninger:

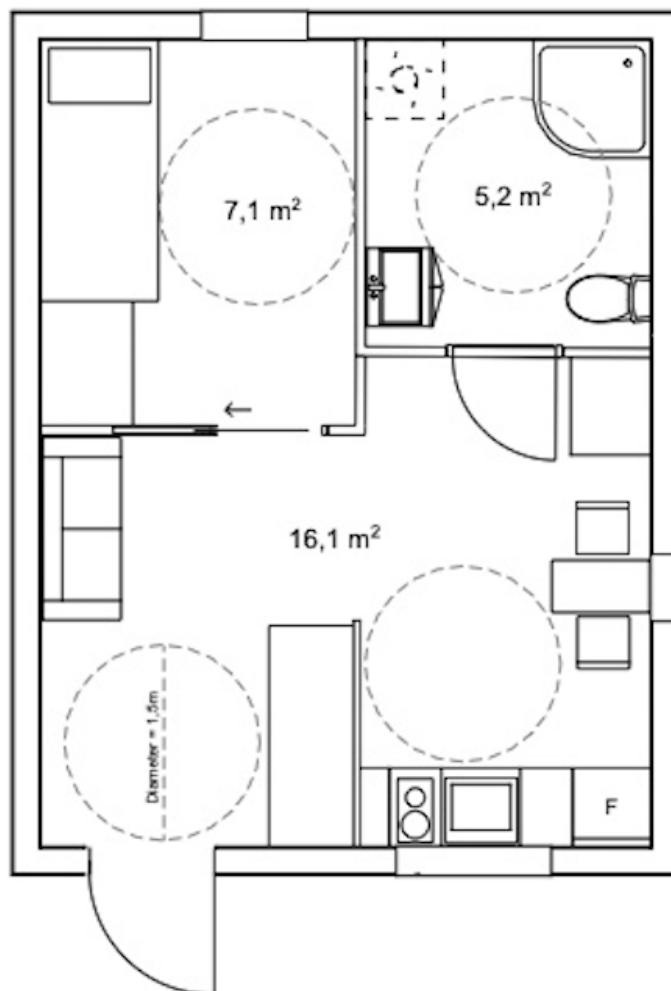
- *Skillevegger* benyttes istedenfor å dele oppholdsrom og soverom i separate rom. Dette vil gjøre det enklere å oppfylle kravet om snusirkel.
- *Øke gulvareal*: Et tilbygg vil gi økt gulvflate som igjen vil gjøre det enklere å oppfylle kravene om tilgjengelig boenhet. Her må det blant annet tas hensyn til utnyttelsesgraden på tomten, og avstander til nabo/eksisterende bygg.
- *Tilbygg i høyden* vil øke bruksarealet for bygget, men det må tas stilling til hvorvidt eksisterende konstruksjon vil tåle en ekstra etasje. Her vil blant annet økt svilleteyck være avgjørende.

Et godkjent, tilgjengelig baderom vil kreve et visst areal uavhengig av hvorvidt det plasseres i eksisterende bygg eller som et tilbygg. Figur 6.1 viser et forslag til løsning av et lite, arealeffektivt bad.



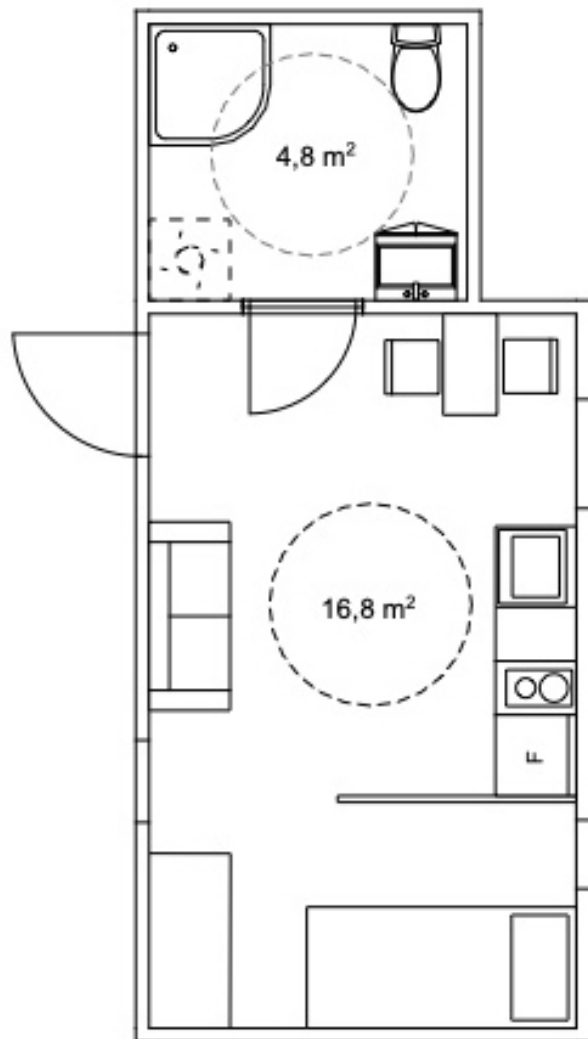
**Figur 6.1:** Forslag til planløsning, bad

For garasje III, med bruksareal 30,3 m<sup>2</sup> er det i figur 6.2 skissert et forslag til planløsning som er i tråd med kravene om tilgjengelig boenhet. Da dette er en av de største garasjene i prosjektet, ble det valgt å bygge bad i det eksisterende arealet. Dette gir fortsatt mulighet for en god planløsningen med adskilt soverom og oppholdsrom.



**Figur 6.2:** Forslag til planløsning, transformert garasje III

Den store fordelen ved å bygge badet på i et tilbygg, er at det ikke må borres hull i eksisterende betongplate for å legge inn rør til vann og avløp. Slik sett vil et tilbygg med bad kunne være en god løsning, i tillegg til at man slipper å ta av det eksisterende arealet til baderom. Figur 6.3 viser en tenkt planløsning med bad som tilbygg, i garasje II med et eksisterende areal på 16,8 m<sup>2</sup>. Det nye, totale bruksarealet blir her på 21,6 m<sup>2</sup>.



**Figur 6.3:** Forslag til planløsning, transformert garasje II

Det antas at et tilbygg i høyden ikke vil være hensiktsmessig her, da dette høyst sannsynlig vil kreve en stor utbedring av den opprinnelige konstruksjonens bæreevne. Dette gjelder hvis det skal bygges på en ekstra, full etasje, ev. loft som skal tåle både mennesker og oppbevaring. Her må det i så fall utføres beregninger på hvor mye fundamentet tåler, det nye svilletrykket og kapasiteten til den eksisterende undergrunten. Det er ikke foretatt noen beregninger på dette i denne oppgaven. På et generelt grunnlag antas det likevel at store utbedringer av opprinnelig konstruksjon vil ha negativ innvirkning på spørsmålet om hvorvidt transformasjon vil være lønnsomt. Dette diskuteres ytterligere i kapittel 7.



### 6.2.2. Brannsikring

Det ble i kapittel 6.1.2 presentert en rekke krav til brannsikring. Da den omformede garasjen vil utgjøre en egen boenhet vil den omfattes av krav om brannsikring mot bygninger nærmere enn åtte meter. En garasje er i utgangspunktet i risikoklasse 1, men omformet til studentbolig øker risikoklassen til klasse 4. Den omformede studentboligen vil også havne i brannklasse 1 uavhengig av om det beholdes én etasje eller om det bygges på til to.

For bygninger i brannklasse 1 stilles det krav til at bærende bygningsdeler klassifiseres som R 30. Dette betyr at bygningsdelene skal opprettholde sin bæreevne og stabilitet i minst 30 minutters brannpåkjenning. Veiledningen til TEK angir likevel flere unntak fra hovedregelen, blant annet at bygninger i brannklasse 1 og risikoklasse 4 kan ha hoved- og sekundærbæresystem som kun tåler brannpåkjenning i 15 minutter. Dette vil gjelde her, og man vil derfor i utgangspunktet kun trenge å dimensjonere etter dette.

Videre vil kravet om brannskillende konstruksjon mot bygninger nærmere enn 8 meter kreve bygningsdeler i klasse EI 30. Med andre skal konstruksjonsdeler som vender mot andre bygg tåle en brannpåkjenning i 30 minutter.

Brannsikring avhenger i stor grad av tykkelsen på konstruksjonsdeler og valg av materialer. Da kravet til u-verdi krever en viss tykkelse til vegger og tak, vil kravet om brannsikring også være oppfylt av dette. Beskrivelse av veggkonstruksjonene er nøyere detaljert i kapittel 6.2.3.

### 6.2.3. Energieffektivitet og u-verdier

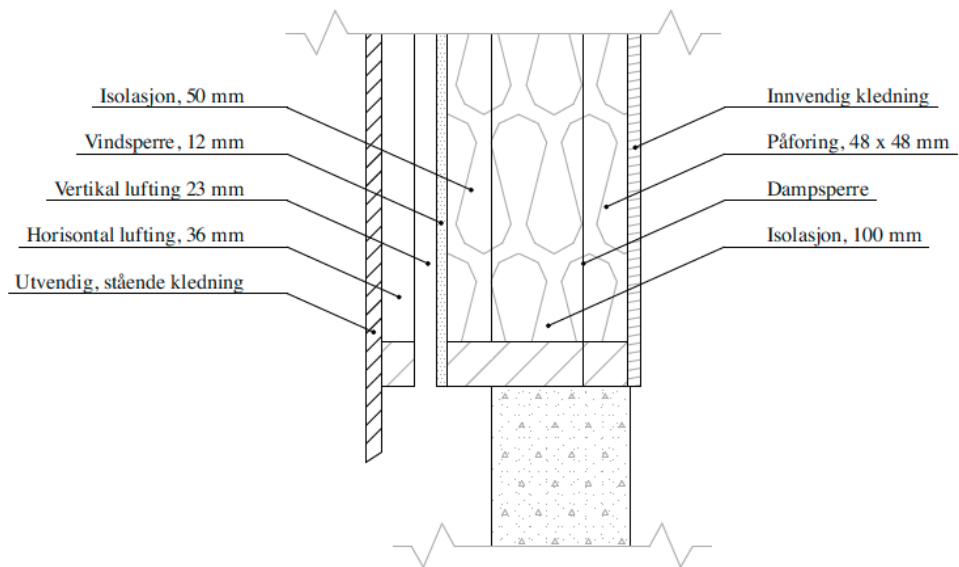
Valg av oppvarmingskilde og mengde isolasjon i konstruksjonen er avgjørende for bygningens energibehov og termisk komfort innvendig. Det er mange muligheter når det kommer til valg av oppvarmingskilde, og dette vil avhenge av hvordan tiltakshaver vektlegger miljøperspektiv og kostnader. Dagens regelverk setter minimumkrav til energieffektivitet, og u-verdiene presentert i kapittel 6.1.3 vil gjelde.

#### Yttervegg

For å oppnå u-verdi  $\leq 0,22$  i yttervegg vil det være nødvendig med en total mineralulltykkelse på minimum 200 mm. Flesteparten av garasjene som er modellert er utført med stenderdimensjon 48 mm x 98 mm. Man vil med andre ord bli nødt til å isolere eksisterende bindingsverk, i tillegg til å etterisolere enten utvendig eller innvendig. Innvendig etterisolering antas i utgangspunktet å være det enkleste å utføre, tidsmessig og økonomisk sett, da man slipper å rive utvendig kledning. TEK17 stiller likevel krav til vind- og dampsperrsjikt for å unngå fuktproblemer i konstruksjonen, og det antas å bli en utfordring å få dette tett nok fra innsiden. I tillegg vil man miste en del gulvareal ved å isolere på innsiden.

Isolering på utsiden av eksisterende stenderverk vil kreve at utvendig kledning må rives. Dette er i utgangspunktet ikke fornuftig med tanke på tid og kostnader. I tillegg kan det bli en utfordring med stort glippe i underkant ned mot terrenget. En fordel med denne løsningen er at det opprinnelige gulvarealet vil beholdes. Det vil også være enklere å utføre sperrsjiktet kontinuerlig i henhold til TEK17. Alt i alt er man trolig nødt til å rive kledningen for å opprette et kontinuerlig sperrsjikt, og utvendig isolering vil derfor være mest fornuftig.

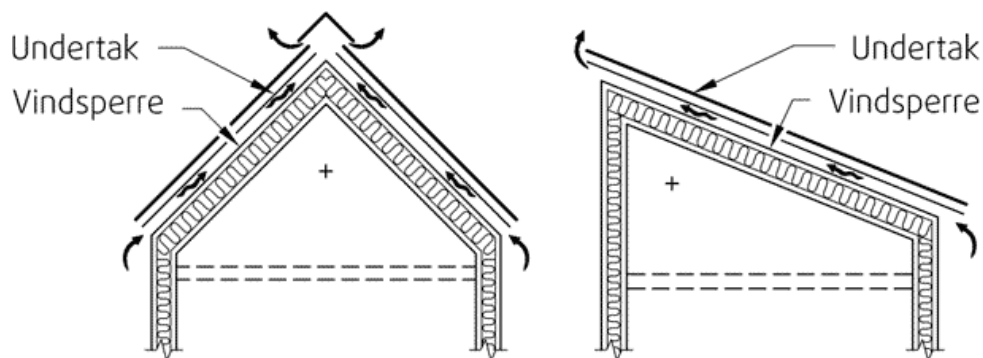
Figur 6.4 viser en delt løsning, der det er valgt å isolere 50 mm på utsiden av eksisterende bindingsverk. Det er i tillegg lagt inn en isolert påføring på innsiden av damsperran med plass til rørføringer. Denne løsningen anses som god, da den tilfredsstiller kravet om total 200 mm isolasjonstykkelse, og man får skjult rørføringer i påforingen. Dette er likevel kun én av flere løsninger som oppfyller kravet om u-verdi i vegg.



**Figur 6.4:** Prinsippkisse av yttervegg etter transformasjon

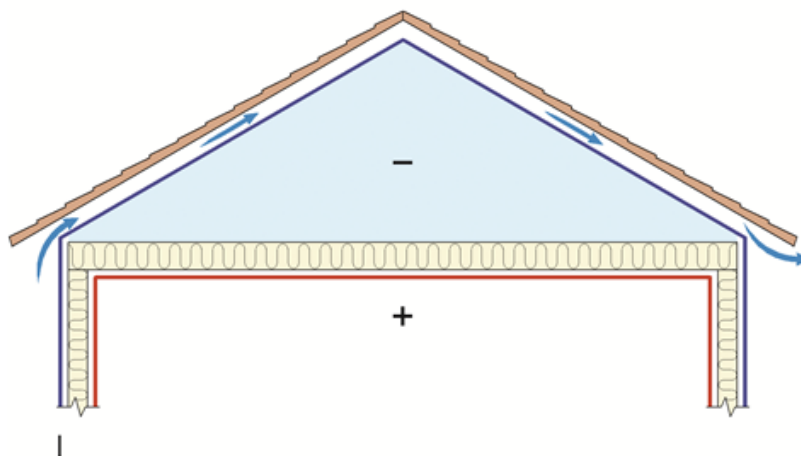
## Tak

For å oppnå  $u$ -verdi  $\leq 0,18$  i tak vil det være nødvendig med en total mineralulltykkelse på minimum 250 mm. For å kunne utnytte arealet under taket som en hems enten for oppbevaring, eller som soveplass, har man her sett på løsningen som innebærer å plassere isolasjonen mellom taksperrene, se figur 6.5. Dette vil imidlertid kun være hensiktsmessig i konstruksjoner med spiss takvinkel, da den store isolasjonsmengden vil oppta mye areal. Det vil også være et spørsmål om undergurten må utbedres for å tåle større belastning i form av oppbevaring og personvekt.



**Figur 6.5:** Isolerte skrå tretak (SINTEF Byggforsk, 2007)

En annen mulighet er å legge isolasjonen i undergurten over himlingen, se figur 6.6. Dette vil være en god teknisk løsning på de fleste garasjene, men man vil derimot ikke kunne benytte seg av arealet på loftet for oppbevaring.



**Figur 6.6:** Prinsipp for oppbygging av skrå tretak med kaldt loft (SINTEF Byggforsk, 2020)

### Gulv

Når det kommer til å oppfylle kravene til isolering av gulv mot grunn, er dette noe mer utfordrende å ta stilling til. Det er spesielt to hovedutfordringer:

- Det er vanskelig å anta hvordan fundamentet under bakkeplan er utført. Dette gjør det også vanskelig å anta om, og i så fall hvor mye isolasjon det finnes under betongplaten. Problemet er diskutert med fagkyndige, og det ble konkludert med at det er nesten umulig å anta noe her. Isoleringen som må legges mot grunn kan derfor dreie seg om alt fra 50-300 mm.
- Det vil bli utfordrende å innfri krav om takhøyde på 2,4 m i rom for varig opphold. Materialene som må tilføres i gulv vil bidra til å redusere den opprinnelige takhøyden, og flere av garasjene har allerede takhøyde lavere enn kravet. Det er foreslått tre løsninger for dette:
  1. Rive betonggulvet. Da kan eksisterende isolasjonsmengde fastslås, og gulvet senkes ned slik at man oppnår ønsket takhøyde. I tillegg vil denne løsningen forenkle arbeidet med å legge inn rør for vann og avløp. Det anses likevel som et lite fornuftig tiltak, da dette vil kreve mye arbeid og utskiftning av bygningsmasse som i utgangspunktet ikke trenger å skiftes ut.
  2. Heve taket. Ved å jekke opp taket til ønsket høyde kan man enkelt oppnå godkjent takhøyde, og man slipper arbeidet med å rive opp betongen. Det vil trolig være et godt tiltak, og isolering i gulv kan gjøre uten påvirkning på takhøyden.
  3. Søke om dispensasjon fra kravet om takhøyde. Dette vil være det minst omfattende tiltaket, dersom det godkjennes. Det vil likevel føre til at standard dører ikke kan benyttes, noe som kan fordyre arbeidet. I tillegg vil det ha negativ innvirkning på romfølelsen.

#### 6.2.4. Vindusareal

For å innfri kravet til dagslys, tas det utgangspunkt i metoden presentert i kapittel 6.1.4. I denne metoden er det to variabler som må fastlås; lystransmisjonen i vindusglasset og bruksarealet til rommet som skal prosjekteres.

Ved fastsettelse av lystransmisjonen i vindusglass, er det benyttet spesifikasjoner fra glassprodusenten Pilkington og vindusprodusenten Norgesvinduet, se vedlegg G. Det er mange glass- og vindustyper som kan benyttes, men det er valgt å se på 3-lags energiglass med en u-verdi på 1,0 som er innenfor kravet gjengitt i tabell 6.1. Dette glasset gir en lystransmisjon LT på 73%.

For garasje III, ble det i kapittel 6.2.1 laget et forslag til planløsning. Følgende viser hvordan krav om dagslys for rom med varig opphold (oppholdsrom og soverom) er oppfylt ved bruk av glasstypen nevnt over:

- Oppholdsrom på  $16,1 \text{ m}^2$  vil kreve et glassareal på  $1,54 \text{ m}^2$ . Det er innsatt to vinduer, med glasstørrelse på henholdsvis  $1185 \text{ mm} \times 585 \text{ mm}$ , og  $585 \text{ mm} \times 985 \text{ mm}$ , som gir et totalt glassareal på  $1,98 \text{ m}^2 \geq 1,54 \text{ m}^2$ .
- Soverommet er på  $7,1 \text{ m}^2$  og vil kreve et glassareal på  $0,68 \text{ m}^2$ . Det er her innsatt et  $885 \text{ mm} \times 1185 \text{ mm}$  vindu som gir et glassareal på  $1,05 \text{ m}^2 \geq 0,68 \text{ m}^2$ .

Her er kravet til dagslys oppfylt med totalt tre vinduer i bygget. Det kunne også vært valgt andre vindusstørrelser og andre plasseringer. Det er likevel bevisst valgt å ikke plassere vinduer på den ene langveggen, da vinduer her ville fått krav til brannspredning på grunn av avstand til nabobygg. Det antas også å være hensiktsmessig å sette inn et vindu på badet av praktiske årsaker. Dette er likevel utelukket her, da baderom ikke regnes som rom for varig opphold.

### 6.2.5. Muligheter for vann og avløp

Når det kommer til vanntilførsel og avløp, er det flere løsninger som er aktuelle. Som utgangspunkt, er ingen av garasjene koblet på det kommunale vann- og avløpssystemet, heretter kalt VA-systemet. Det er derfor interessant å se på hvilke muligheter som finnes både med og uten tilkobling. I samtale med Trondheim kommune ble det opplyst at gråvann, som er avløpsvann fra kjøkken, bad og vaskerom, enten må kobles på kommunalt avløp, eller filtreres gjennom godkjente infiltrasjonssystemer. Slike infiltrasjonssystemer godkjennes imidlertid sjeldent i tettbebygde strøk, og det ble anbefalt å koble til VA-systemet. Det er likevel hensiktsmessig å se på alternativene, da regelverket i framtiden kan være bedre tilrettelagt for alternative løsninger.

Ønskes det påkobling til VA-systemet, vil dette gi det største terrenginngrepet. Trondheim kommune har gebyrer for søknad og behandling av plan- og bygningstjenester, samt at det må utføres grave- og rørleggerarbeid. Videre vil dette kreve et inngrep på konstruksjonen for innlegging av rør og sluk. Denne løsningen vil gi høyest standard på boligen.

Boenheter uten innlagt vann og avløp eksisterer, og er spesielt vanlig for hytter med lang avstand til kommunalt anlegg. I den forbindelse er det utviklet flere løsninger for å få tilgang til drikkevann og håndtering av gråvann. Disse løsningene kan også fungere i bolig i mer tettbebygde strøk. Ved denne transformasjonen vil en mulig løsning være vanntank, filtreringssystem for gråvann og alternative toalettløsninger. Vanntanken kan påkobles eksisterende vanntilførsel på tomten, mens valg av toalett strekker seg fra primitive komposttoalett til mer avanserte forbrenningstoalett.

En løsning uten påkobling til VA-systemet er altså praktisk mulig, men avhenger av at det i fremtiden blir lettere å få godkjent et infiltrasjonssystem i tettbebygde strøk. Da vil det i all hovedsak være kostnad og ønsket standard som avgjør valg av løsning.

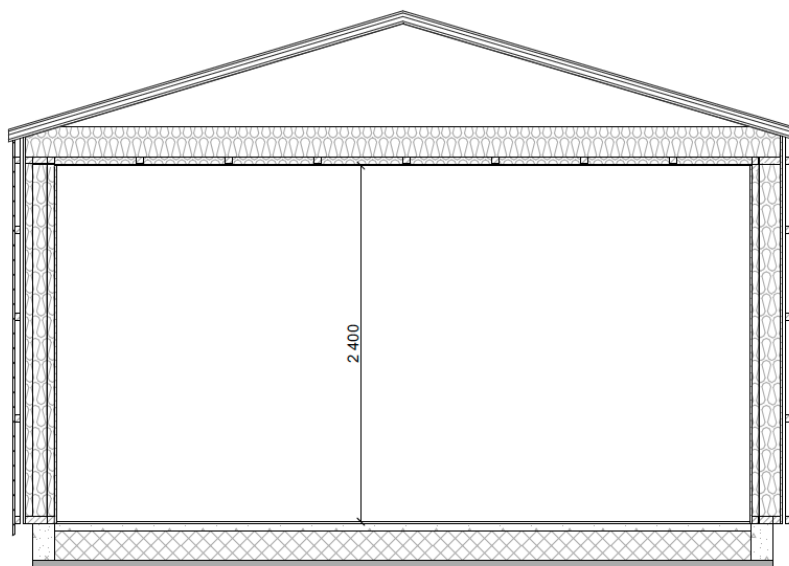
## 6.3. Materialmengder ved transformasjon

Ved vurderingen av transformasjon er det interessant å se på hvilke materialer som må skiftes ut og tilføres konstruksjonen. Dette vil variere fra garasje til garasje, og det må trolig gjøres fullstendige prosjekteringer for å få reelle tall på dette.

Det er likevel laget et forslag til hvordan garasje III kan transformeres i samsvar med løsningene det er kommet fram til i dette kapitlet. Da er det i hovedsak løsningene som må til for å oppnå god nok isolasjon av boenheten, altså lav nok u-verdi, som spiller inn. Formålet med dette er å vise at transformasjonen er mulig, i tillegg til å estimere hvor store mengder materialer som må inn. Figur 6.7 viser en snittegning av garasjen, hvor følgende tiltak er gjort:

- I veggene er det valgt å bruke løsningen vist i prinsippskissen i figur 6.4, som innebærer å legge isolasjon både på utsiden og innsiden av eksisterende stenderverk. Kravet til minst 200 mm isolasjon er oppfylt.
- I taket er det plassert 250 mm isolasjon i undergurten, i likhet med løsningen vist i figur 6.6.
- I gulvet er det lagt 200 mm EPS og 50 mm påstøp, uten forbehold om at det kan være isolasjon i grunnen.
- Takkonstruksjonen er videre hevet for å innfri krav om romhøyde på 2,4 m.
- Krav til dagslys er også innfridd, ref 6.2.4, som betyr at 3,03 m<sup>2</sup> av veggkonstruksjonen utgjør vinduer.





**Figur 6.7:** Snittegning av transformert garasje.

Tabell 6.3 viser materialmengdene i garasjen slik den er i utgangspunktet. Volumet er hentet fra modellen, mens vekten er regnet ut basert på materialenes egenvekter i tabell 3.1 og 3.2.

<b>Materiale</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Vekt, kg</b>
Betong	0,71	1 704
Tre	6,13	4 291
Takskifer	0,45	1 883
<b>SUM</b>	<b>7,29</b>	<b>7 878</b>

**Tabell 6.3:** Materialmengder før transformasjon

Tabell 6.4 viser hvor store mengder som må tilføres basert på de nevnte tiltakene. Materialene i vinduene er ikke tatt med i beregningen.

<b>Materiale</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Vekt, kg</b>
Betong	0,09	216
Tre	1,94	1 358
Isolasjon, myk	16,14	1 937
Isolasjon, EPS	5,83	175
Gips	0,35	315
Vindsperre, vegg	0,65	153
Vindsperre, tak	0,08	0,006
Dampsperre	0,08	0,011
Innvendig kledning tre	0,63	315
<b>SUM</b>	<b>25,78</b>	<b>4 468</b>

**Tabell 6.4:** Tilførte materialmengder

Ut ifra dette estimatet utgjør de tilførte materialene 0,72 m<sup>3</sup> eller 124 kg per kvadratmeter BYA i garasjen. I totalvekt vil den prosentvise økning være 36% materiale. Tas det utgangspunkt i de gjennomsnittlig BYA for de 10 639 garasjene i Trondheim med BRA mellom 20 m<sup>2</sup> og 40 m<sup>2</sup>, vil dette gi en materialmengde på 0,64 m<sup>3</sup> eller 111 kg for hver kvadratmeter BYA.

# 7. Diskusjon

Dette kapitlet blir det drøftet erfaringer fra arbeidet, og vurdering av styrker og svakheter med den utarbeidede metoden. Her blir det også diskutert hvorvidt garasjene har et potensiale for transformasjon, på bakgrunn av forutsetningene tidligere beskrevet.

## 7.1. Befaring

Ved oppstart av prosjektet, virket det lite sannsynlig at den beste metoden for informasjonsinnhenting ville være å utføre befaringer. Som byggingeniørstudenter, med en forholdsvis teoretisk kunnskapsbank uten erfaring fra byggeplass, ble det ansett å være utfordrende å forstå byggetekniske løsninger på eksisterende garasjer kun ved bruk av visuell tolkning. Dette viste seg likevel å være den mest effektive måten å gjøre det på, og tegninger alene ville ikke gitt god nok informasjon om verken utførelse eller tilstand. Ved de tilfellene garasjeieerne oversendte tegninger, var dette kun enkle fasadetegninger.

Garasjene ble befart grundig, og læringskurven var bratt. Det ble tidlig erfart at det beste verktøyet for å sikre god gjengivelse av tekniske løsninger var å ta bilder. For et par av garasjene var det nødvendig å utføre befaring nr. to, da det manglet detaljer fra første befaring. Byggedetaljer viser seg å være vanskelig å formulere med ord, og selv om hver befaring ga økende forståelse, ville veien fra befaringen til arbeidspulten vært for lang til å memorere selv enkle konstruksjoner. Dette gjelder for eksempel hjørner og stenderverk, som ofte ble utført med ulik praksis. Utover dette ble det utformet en systematisk arbeidsmetode hvor den ene utførte målinger og den andre noterte. Skjemaet i vedlegg F ble sett på som minstekrav til informasjonsinnhenting per befaring.

Når det gjelder bruk av lasermåler og nøyaktighet, var det ikke alle steder det var mulig å gjennomføre sikkerhetsmålinger på grunn av objekter som dekket måleflatene. I slike tilfeller ble det heller utført flere målinger fra samme punkt. Videre var det viktig å være konsekvent i målingene. Et eksempel på dette er innvendig mål fra vegg til vegg. Da er det viktig å ta stilling til om det måles fra overligger eller underligger av kledning, da dette kan gi utslag på 20-50

mm på den aktuelle målingen.

Med de befarte garasjene som utgangspunkt, ble det sett på som en svakhet at grunnkonstruksjonene sjeldent var utført i henhold til standard. Dette er ikke overraskende med tanke på tidsspennet garasjene er oppført i. Byggingeniørutdanningen gir i hovedsak innføring i hvordan byggverk *bør* bygges, og de befarte garasjene er både gode og mindre gode eksempler på dette. Det ble observert at en garasje som ser flott ut fra utsiden, ikke nødvendigvis er like flott fra innsiden. Det antas at alternative tekniske løsninger forekommer hyppigere for garasjer som er eldre eller i dårlig stand. Dette er i tråd med at regelverket har blitt strengere med tiden.

## 7.2. Modelling

Som beskrevet i metodekapittelet, var det i hovedsak de delene av bygget som kunne ses som ble oppmålt og senere modellert. Dette er fordi usikkerheten ved å modellere ut ifra antagelser og veiledninger, ville hatt innvirkning på både materialmengde hentet ut fra modellen, og materialmengde tilført ved transformasjon. Dette gjelder spesielt for oppbyggingen av fundamentet, som har stor innvirkning på garasjens bæreevne. Ved å gjøre for store antagelser her, er det fare for å tilføre garasjen egenskaper den kanskje ikke har.

En problemstilling som dukket opp tidlig var bruk av kompositter versus å plassere stender for stender. Grunnet store avvik i utførsel sammenlignet med standard, spesielt med tanke på senteravstand, ble det tatt en avgjørelse om å ikke bruke kompositt i vegg. Det ville i så fall gitt en vegg med standard c/c 60 uten mulighet for tilpasninger, noe som ble vurdert til å gi betydelige utslag på materialmengdene. En sammenligning av materialmengder ved modellering med og uten bruk av kompositt ble ikke foretatt, men dette ville gitt en pekepinn på hvorvidt dette er avgjørende. Dette avhenger selvfølgelig også av hvor mye garasjen avviker fra standard byggeteknikk. Framgangsmåten uten bruk av kompositt er mer tidkrevende, og derfor må tidsbruk veies opp mot nøyaktighet. Ved en mer generalisert oppgave, hvor graden av optimalisering kanskje kan skrues noe ned, kan bruken av kompositt være avgjørende for å gjøre modelleringen effektiv nok.

Bruk av kompositt er også aktuelt for tak, og ble vurdert som beste løsningen da det ikke var mulig å måle den innvendige konstruksjonen mellom taktekking og undertak ved befarig. Da

det er såpass klare anbefalinger i byggforskbladene hva gjelder dimensjoner på sløyfer og leker, ble det avgjort som mindre utslagsgivende å anta disse. Store deler av taket hviler derfor på antagelser gjort i kapittel 3.5.

### 7.2.1. Materialmengder

Archicad gir materialmengder framstilt i skjema ut i fra materialtype. Under modellering må ønsket materialtype velges manuelt for hvert bygningselement. Her er det viktig å være bevisst og endre materialtypen som er satt som standard i programmet. Da de endelige materialmengdene skulle vurderes, var det viktig å gjøre en vurdering på om tallene virket logiske.

På bakgrunn av at det kun ble modellert ti garasjer, så man verdien av å modellere disse så nøyaktig som mulig. For å kunne gjøre dette, ble det erfart at jobben må gjøres grundig under befaring og modellering, da dette vil gjenspeiles i resultatene for materialmengdene. Dette tar tid, men til gjengjeld vil materialmengdene i modellene stemme best mulig overens med den faktiske materialmengden. Skulle prosjektet basert seg på et større antall garasjer, slik det i utgangspunktet var tenkt, ville det vært nødvendig å senke graden av optimalisering.

I analysen av materialmengdene, ble det valgt å se på både volum og vekt. Dette er hensiktsmessig i tilfelle materialene skal fraktes for enten gjenbruk eller gjenvinning, samt at det gir et mer helhetlig bilde av mengdene det er snakk om. Det er imidlertid problematisk og spore feilkilder i disse resultatene, men det kan sies med sikkerhet at det er mange prosesser som kan ha skyld i at de forekommer. Upresise målinger og antagelser gjort under befaring kan forplante seg til modellering og videre til uthenting av mengder. Dette er nok et argument som peker mot at arbeidet bør gjøres med stor nøyaktighet. Videre vil det være usikkerhet knyttet til egenvektene som er brukt i konverteringen fra volum til kg. Disse er hentet fra et byggforskblad, men vil ikke på langt nær dekke over variasjonene i materialene som kan ha vært brukt.

## 7.3. Transformasjon

Før en transformasjon iverksettes, er det flere sider av saken som må tas stilling til. For det første må det være et ønske om å utnytte garasjen til noe nytt. Under flere av befaringene ble det observert at garasjene ble brukt som bod/oppbevaringsplass fremfor en plass for bilen. Dette kan være et tegn på at det allerede foregår en omstilling hva gjelder bruken av garasje.

Videre er det mange bruksområder en garasje kan transformeres til, og det er gjennom dette prosjektet erfart at omgjøring til bolig er krevende å gjennomføre i henhold til dagens regelverk. Slik garasjene er utformet i dag er det fullt mulig å oppnå en brukervennlig studentbolig uten å gjøre store tiltak. Det vil blant annet ikke være nødvendig å øke bruksarealet for å få på plass alle nødvendige funksjoner. I mange av tilfellene vil det derimot ikke oppfylle kravet om tilgjengelig boenhet, og en dispensasjonssøknad for dette er lite trolig at blir godkjent. Da er det større grunn til å tro og håpe på en regelverksendring. Avdelingsdirektør ved DIBK, Ketil Krogstad uttalte i en reportasje i Aftenposten i 2015 at byggereglene i fremtiden bør kunne tilpasses nordmenns økende ønske om å bo alternativt og miljøvennlig på små areal (Kjersti Blehr Lånkan, 2015). Det er derfor grunn til å tro at norske byggeregler i fremtiden kan tilpasses en bærekraftig utvikling, hvor kravet om tilgjengelighet blir tilpasset små boliger.

Et annet aspekt, som trolig vil ha stor innvirkning på kostnadsbildet, er utbedring av garasjens opprinnelige konstruksjon slik at den oppfyller de tekniske kravene. Hvor mye dette omfatter vil variere fra garasje til garasje, men det vil trolig være avgjørende for hvor lønnsom transformasjonen blir. Det generelle kostnadsbildet ved transformasjon er for omfattende å se på i denne sammenheng, og det vil kreve en grundigere prosjektering for å ta stilling til dette.

Det finnes mange argumenter for å transformere en garasje til studentbolig. Trondheim er en attraktiv studentby, og behovet for studentboliger vil være tilstede så lenge dette er en realitet. Dessuten er interessen for miljøvennlige boliger økende, kanskje spesielt blant unge. Om studentboligene kan omtales som *grønne*, avhenger imidlertid av materialvalg og byggemetoder, like fullt som at det er et resultat av en transformasjon. Materialmengdene som er funnet her kan være med på å avgjøre dette, for eksempel ved å regne på kostnader ved riving og påfølgende avfallshåndtering. Som undersøkt i denne oppgaven er også mengden materiale som må tilføres ved transformasjon med på å avgjøre hvor miljøvennlig boligen er.

## 8. Konklusjon

Hovedmålet med denne oppgaven var å utarbeide en fremgangsmåte for innhenting av informasjon fra eksisterende garasjer i Trondheim, og bruke dette til å modellere garasjene i et BIM-program. Videre skulle det hentes ut materialmengder som kan brukes i statistiske undersøkelser av garasjer i Trondheim. Til slutt skulle det vurderes om garasjene er egnet for transformasjon til studentbolig, og vurdere løsninger som tilfredsstillende tekniske krav til bolig.

Befaring av garasjer er i dette tilfellet den beste metoden for å innhente data til modellering. Da får man mulighet til å vurdere garasjens tilstand, og utførelsen kan dokumenteres detaljert. Ut ifra dette får man modeller som er tilnærmet identiske den faktiske garasjen. Resultatene kan likevel være preget av usikkerheter som følge av menneskelig faktor.

Da det kun ble befart ti garasjer, var det ønskelig å oppnå høyest mulig nøyaktighet i modellene. Ved modellering ble det derfor brukt en kombinasjon av manuell plassering av bygningsdeler og kompositt. Dette ga resultater som gir nyttige indikasjoner på mengden materialer i garasjer i Trondheim, selv for en undersøkelse med relativt få datapunkter. Avhengig av hva man ønsker oppnådd med modelleringen, vil bruken av kompositt kunne redusere tidsbruken per modell vesentlig. Oppdragsgiver ønsket et estimat på hvor mye arbeid som kreves per modell ved større datamengder. Med kompetansen oppnådd gjennom prosjektet, vil det for befaring og modellering med bruk av kompositter anslås å ta en halv dag per garasje.

Av utvalget modellerte garasjer, er det kommet fram til at 7 av 10 garasjer er egnet for transformasjon til studentbolig. Det er imidlertid flere faktorer som spiller inn på hvorvidt dette er hensiktsmessig. Kravene som stilles til tekniske løsninger er utfordrende å tilfredstille i de minste garasjene. Det er gjort en enkel transformasjon av en garasje med 30 m<sup>2</sup> bruksareal, som viser at det er mulig, i henhold til regelverket slik det er i dag. Framtidens regelverk bør likevel legges bedre til rette for små boliger, for å unngå at utbedringer som kreves ved en slik transformasjon blir for store. Dette vil trolig påvirke lønnsomheten, både i form av miljøhensyn og kostnader.

Ved oppstart av dette prosjektet, syntes vi konseptet var spennende, til tross for at problemstillingen virket fjern. Etter å ha satt oss inn i det, har vi tro på at dette kan bli en trend blant

---

garasjeeiere i studentbyen Trondheim. Ved videre arbeid ville det vært gøy å gjøre en full prosjektering av en transformasjon og sammenligne dette med kostnadene ved riving. Selv om tanken er at vi skal bli mindre avhengig av bil, bygges det fortsatt mange garasjer i dag. Vi tror at hvis man fremover bygger garasjer som er mer tilrettelagt for transformasjon, vil veien fra oppholdsrom for bil til oppholdsrom for mennesker bli kortere. I fremtiden tror vi at gjenbruk av materialer vil ta større plass i byggebransjen. Sett i sammenheng med overgangen til sirkulær økonomi, vil garasjenes bygningsmasse ha en betydelig verdi. Med dette tror vi transformasjon av garasjer kan bli en populær form for boligutbygging i fremtiden.



# Bibliografi

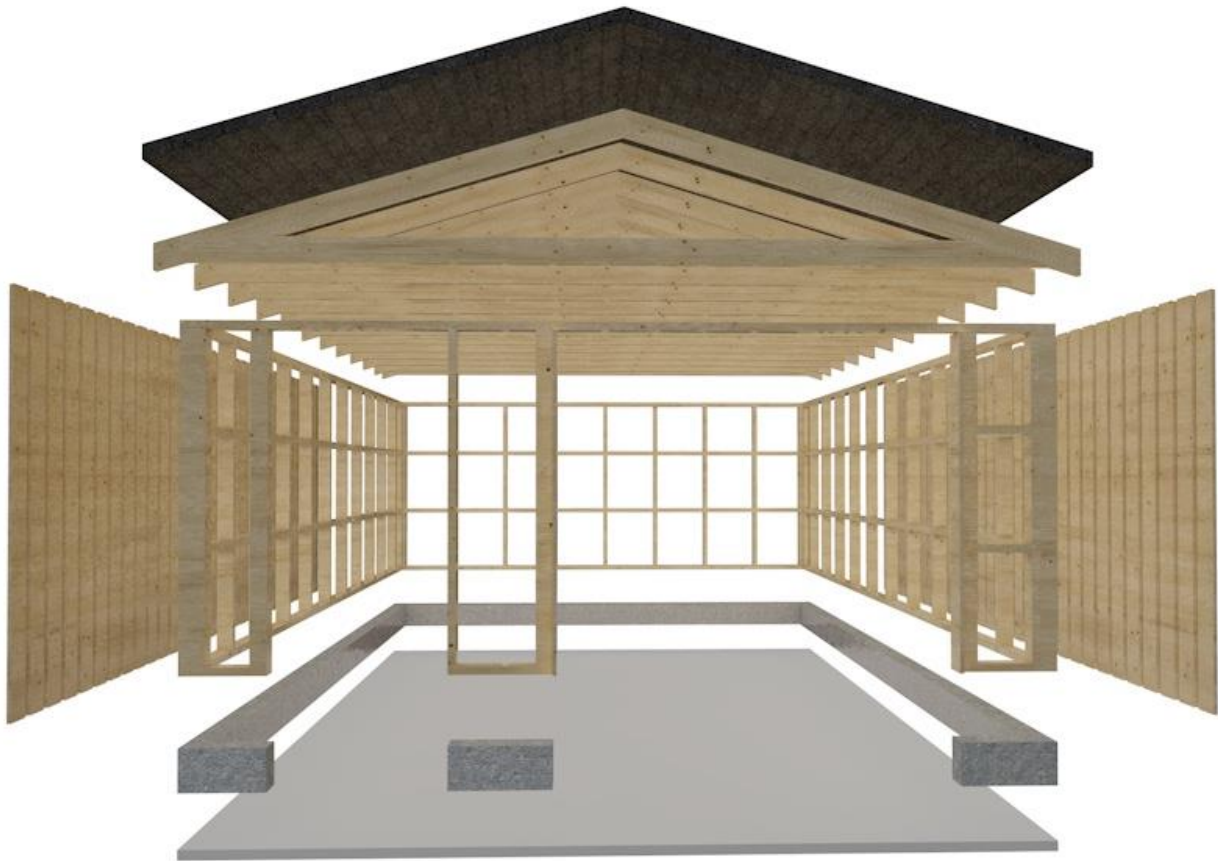
- Blix, B. (2011). *Bosch GM80 + R60*. Hentet 23. mars 2020, fra <https://www.dinside.no/bolig/bosch-glm-80--r60/61591572>
- Brekkhuis, A. (2019). *BIM-landet Norge*. Hentet 23. mars 2020, fra <http://www.bygg.no/article/1412487>
- Brochmann, O. (1981). *Bygget i Norge: en arkitekturhistorisk beretning*. Gyldendal.
- Christiansen, H. (1981). *Singsaker*. Aktietr. i Trondhjem.
- Dahlum, S. (2015). *forskningsmetode*. Hentet 24. mars 2020, fra <https://snl.no/forskningsmetode>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17)*.
- Graphisoft. (2020). *BIM1*. Hentet 23. mars 2020, fra <https://graphisoft.no/archicad/bim-og-ifc/>
- Hansteen, H. (2019). *Veileder for Møllenberg Kirkesletten og Rosenborg*. Byantikvaren i Trondheim.
- Kavli, G. (1996). *Trondheim bygger gjennom 1000 år*. Schibsted.
- Kjersti Blehr Lånkan. (2015). *Huset deres kostet 100.000 kroner og er på 11 kvm*. Aftenposten. Hentet 4. mai 2020, fra <https://www.aftenposten.no/norge/i/EomOA/huset-deres-kostet-100000-kroner-og-er-paa-11-kvm?>
- Norges byggforskningsinstitutt. (1963). *Leskur for biler*.
- Norske Mikrohus. (u.å.). *Våre mikrohus & pris*. Hentet 17. april 2020, fra <https://norskemikrohus.no/pris>
- NRK. (2016). *Historiske Trondheim: Byåsen*. Hentet 23. april 2020, fra <https://www.nrk.no/video/278048>
- NTI. (u.å.). *Alt om BIM– spørsmål og svar*. Hentet 23. mars 2020, fra [https://www.nti.biz/no/blogg2/no/2018/no\\_alt-om-bim---sporsmal-og-svar/](https://www.nti.biz/no/blogg2/no/2018/no_alt-om-bim---sporsmal-og-svar/)
- Plan- og bygningsloven. (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling*. Hentet 13. april 2020, fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- Rosvold, K. (2019). *Byåsen*. Hentet 23. april 2020, fra <https://snl.no/By%C3%A5sen>
- SINTEF Byggforsk. (1971). *Tekking med takstein*. [https://www.byggforsk.no/dokument/497/544101\\_tekking\\_med\\_takstein\\_materialer\\_legging\\_og\\_forankring](https://www.byggforsk.no/dokument/497/544101_tekking_med_takstein_materialer_legging_og_forankring)

- 
- SINTEF Byggforsk. (1984). *Tekking med skifer*. Hentet 30. april 2020, fra [https://www.byggforsk.no/dokument/498/tekking\\_med\\_takskifer](https://www.byggforsk.no/dokument/498/tekking_med_takskifer)
- SINTEF Byggforsk. (1992). *517.651 Carporter og små garasjer*. Hentet 30. april 2020, fra [https://www.byggforsk.no/dokument/279/carporter\\_og\\_smaa\\_garasjer#i71](https://www.byggforsk.no/dokument/279/carporter_og_smaa_garasjer#i71)
- SINTEF Byggforsk. (1994). *Tekking med asfalttakshingel*. [https://www.byggforsk.no/dokument/500/tekking\\_med\\_asfalttakshingel](https://www.byggforsk.no/dokument/500/tekking_med_asfalttakshingel)
- SINTEF Byggforsk. (2007). *525.101 Isolerte skrå tretak med lufting mellom vindsperre og undertak*. Hentet 17. april 2020, fra [https://www.byggforsk.no/dokument/382/isolerte\\_skraa\\_tretak\\_med\\_lufting\\_mellom\\_vindsperre\\_og\\_undertak](https://www.byggforsk.no/dokument/382/isolerte_skraa_tretak_med_lufting_mellom_vindsperre_og_undertak)
- SINTEF Byggforsk. (2013). *471.031 Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler*. Hentet 10. mai 2020, fra [https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster\\_for\\_bygningsmaterialer\\_byggevarer\\_og\\_bygningsdeler](https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster_for_bygningsmaterialer_byggevarer_og_bygningsdeler)
- SINTEF Byggforsk. (2015). *517.651 Carporter og små garasjer*. Hentet 17. april 2020, fra [https://www.byggforsk.no/dokument/279/carporter\\_og\\_smaa\\_garasjer#i71](https://www.byggforsk.no/dokument/279/carporter_og_smaa_garasjer#i71)
- SINTEF Byggforsk. (2018). *Beregning av U-verdier etter NS-EN ISO 6946*. Hentet 6. mai 2020, fra [https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning\\_av\\_u-verdier\\_etter\\_ns-en\\_iso\\_6946](https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier_etter_ns-en_iso_6946)
- SINTEF Byggforsk. (2020). *525.106 Skrå tretak med kaldt loft*. Hentet 5. mai 2020, fra [https://www.byggforsk.no/dokument/385/skraa\\_tretak\\_med\\_kaldt\\_loft](https://www.byggforsk.no/dokument/385/skraa_tretak_med_kaldt_loft)
- Skoie, Hans. (2009). *SINTEF*. Hentet 13. april 2020, fra <https://snl.no/SINTEF>
- Standard Norge. (2012). *Areal- og volumberegninger av bygninger*. Hentet 24. april 2020, fra <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=529401>
- Statistisk Sentralbyrå. (1999). *Bilen ble allemannseie i 1960*. Hentet 25. mars 2020, fra <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/bilen-ble-allemannseie-i-1960>
- Trondheim kommune. (2020a). *Aktsomhetskart kulturminne*. Hentet 21. april 2020, fra <https://www.trondheim.kommune.no/tema/bygg-kart-og-eiendom/byantikvar/aktsomhetskart-kulturminner/>
- Trondheim kommune. (2020b). *Vann og avløp for innbygger*. Hentet 8. mai 2020, fra [https://www.trondheim.kommune.no/tema/veg-vann-og-avlop/vann-og-avlop/vann-og-avlop-for-innbygger/#private\\_vann\\_og\\_avlopsror](https://www.trondheim.kommune.no/tema/veg-vann-og-avlop/vann-og-avlop/vann-og-avlop-for-innbygger/#private_vann_og_avlopsror)
-

---

Woltmann, A. (2018). *Fortiden er kommet for å bli*. Hentet 14. april 2020, fra <https://www.arkitektnytt.no/tema/fortiden-er-kommet-for-a-bli>

## **A. Artikel**



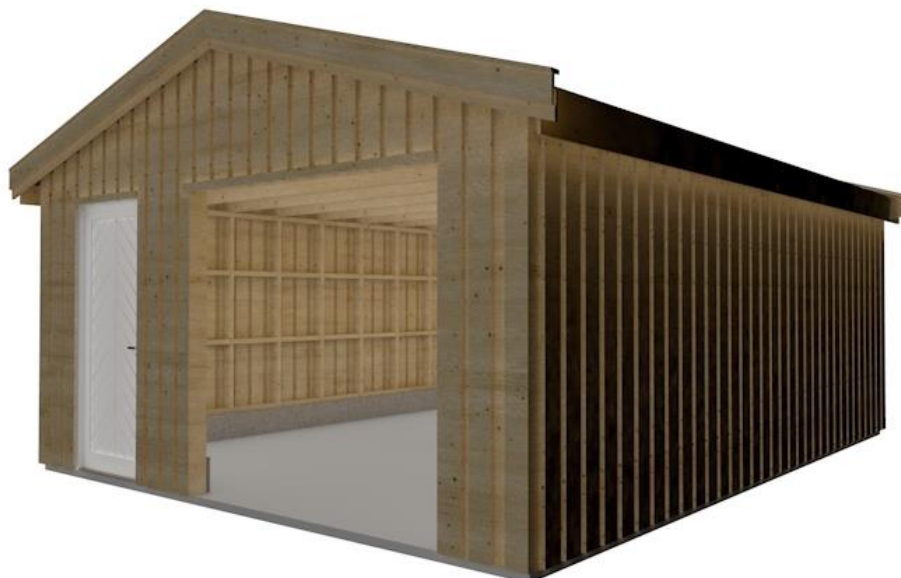
## Modellering av eksisterende garasjer og deres potensiale for transformasjon

Skal Norge nå sine klimamål må endringer skje. Et av målene til regjeringen er at bruken av privatbiler skal minke drastisk de neste tiårene. I Trondheim alene står det 27 350 garasjer. Hva skal skje med disse når garasjeiere ikke lenger er eiere av bil?

*Av: Karoline Rese og Åshild Faller Råheim*

I Norge må det gås bort fra det miljøfiendtlige bruk-og-kast-samfunn. I den forbindelse dukker det trendy begrepet *gjenbruk* opp, men selv om gjenbruk i mange sammenhenger er trendy, har ikke byggebransjen helt klart å hekte seg på, enda. I dette tilfellet er det snakk om

garasjer, og for dem kan det i fremtiden bli aktuelt med både gjenbruk av materialer og gjenbruk av bygningene sånn som de står. Med dette som utgangspunkt, har studenter ved NTNU undersøkt mulige utfall for garasjens livsløp.



3D-modell av garasje

Garasjen poppet opp i takt med at bilen kom på 1960-tallet. Sett i forhold til en del andre bygningstyper, er derfor ikke garasjen så gammel. Det betyr at konstruksjonene kan være i god stand. For å få et bedre grep om bygningstypen, har studentene befare og laget digitale modeller av ti garasjer i Trondheim. Da ble det foretatt vurderinger av garasjenes tilstand, i tillegg til at det ble undersøkt om det finnes mønstre når det kommer til typer og mengder materialer. Videre ble det sett på tilfeldigheten av at det både er et stort antall garasjer og et stort antall studenter i Trondheim.

Kan disse konstruksjonene gjenbrukes som studentboliger?

Dette spørsmålet har studentene tatt stilling til og kommet fram til at ja, det kan de. Det er fullt mulig å gjennomføre en transformasjon fra garasje til studentbolig, men per i dag, er ikke lovverket tilrettelagt for det. Det er mange hensyn som må tas for at et bygg, etter loven, skal bli beboelig. Studentene velger likevel å tro at det kan bli en trend blant garasjeiere i Trondheim i fremtiden. De trenger bare hjelp til å sette det på dagsordenen.

## **B. Plakat**

## Modellering av eksisterende garasjer og deres potensiale for transformasjon

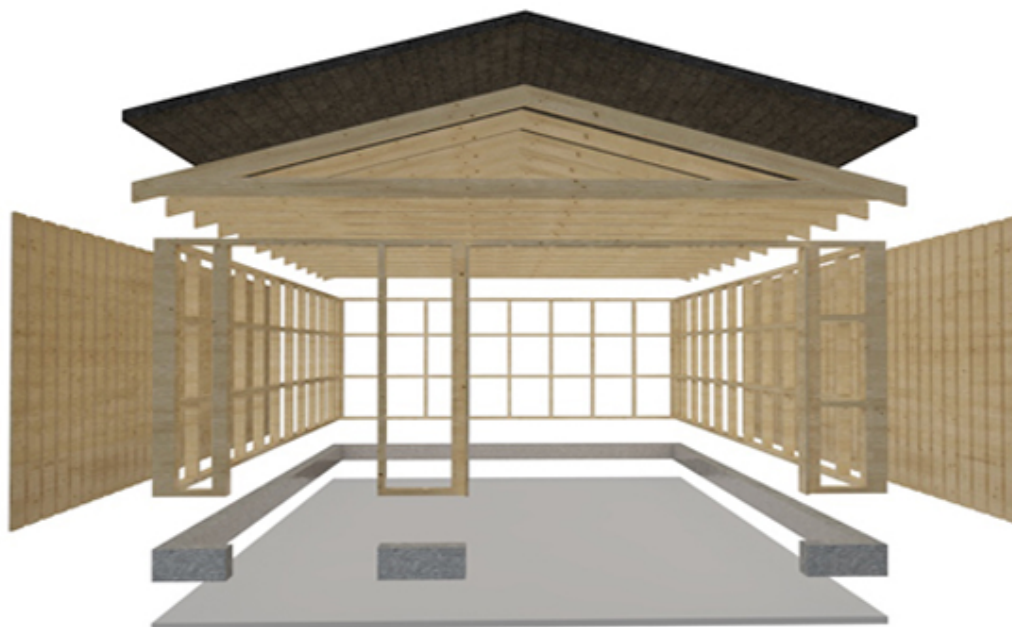
### Modelling of existing garages and their potential for transformation

Studenter:

Karoline Rese  
Åshild Faller Råheim

Prosjekt nr: 15 - 2020

Veiledere: Per Otto Yttervoll  
Pasi Aalto



#### Bakgrunn

I Trondheim finnes det 27 350 garasjer. Med tanke på at færre vil eie sin egen bil i framtiden, er dette en bygningstype med stort potensiale for transformasjon. Trondheim er en stor studentby med stadig behov for studentboliger. Kan garasjer omformes til studentboliger?

#### Prosjektbeskrivelse

For å kartlegge bygningsmassen, er det gjort befarings av ti ulike garasjer i Trondheim, og det er laget digitale modeller av disse. Videre er det hentet ut materialmengder som sier noe om hva konstruksjonene består av, som igjen kan brukes til å vurdere hva som må tilføres ved en eventuell transformasjon.

#### Vurdering

Størrelse, form og tilstand sier noe om hvorvidt garasjene egner seg for transformasjon. TEK17 stiller i tillegg strenge krav til bolig. Graden av tiltak som må utføres for å tilfredsstille disse kravene vil påvirke hvorvidt transformasjon er fornuftig eller ikke.

#### Oppsummering

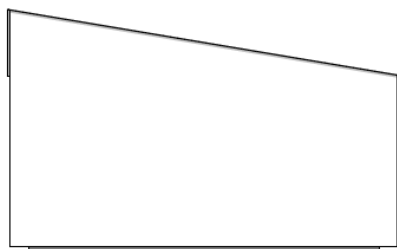
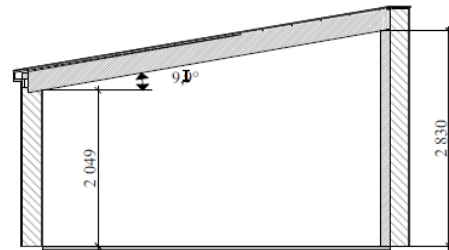
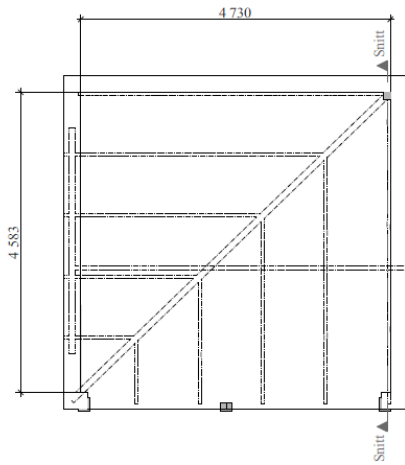
Det er fullt mulig å transformere en garasje til studentbolig. Det er likevel dagens regelverk som vil avgjøre hva som vil kreves. Med et regelverk som i framtiden er mer tilpasset små boliger, kan transformasjon av garasjer til studentboliger bli en stor trend i Trondheim.



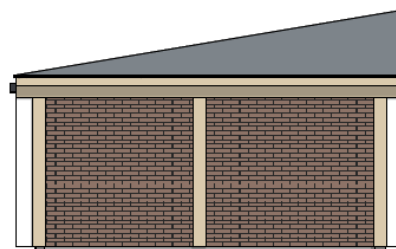
## **C. Modeller av garasjer i 1:50**

---

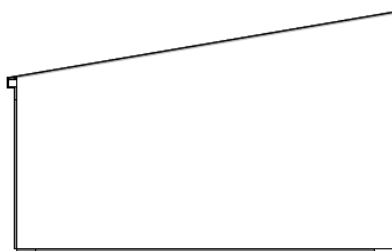
## C.1. Garasje I: Plan, snitt, fasader



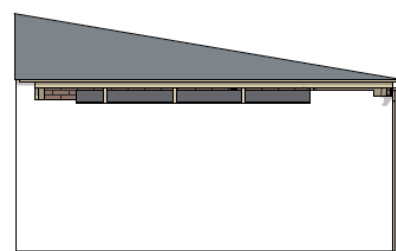
Nord



Sør

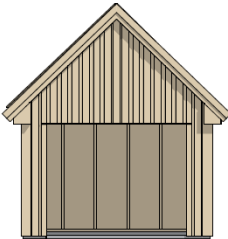
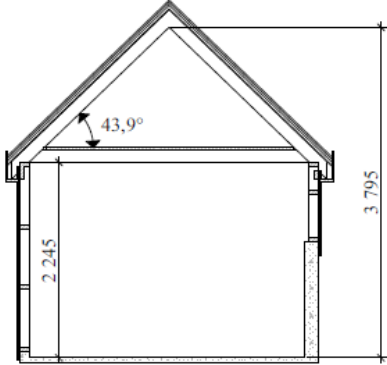
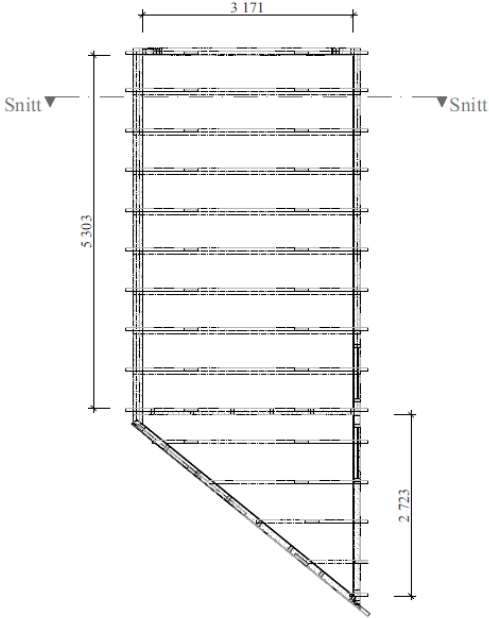


Øst

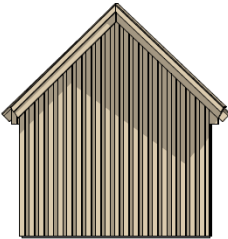


Vest

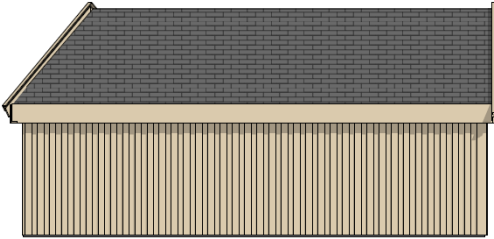
## C.2. Garasje II: Plan, snitt, fasader



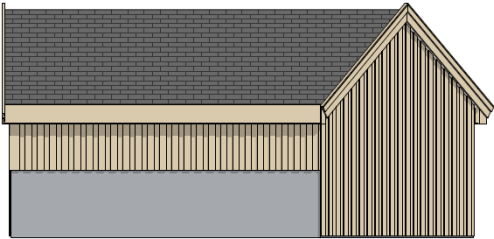
Nord



Sør

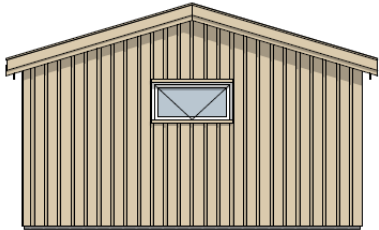
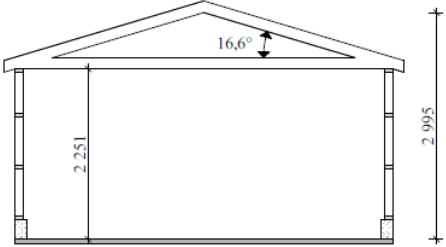
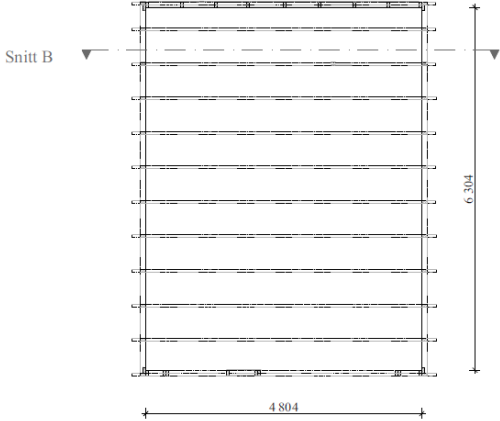


Øst

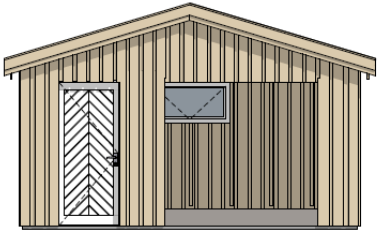


Vest

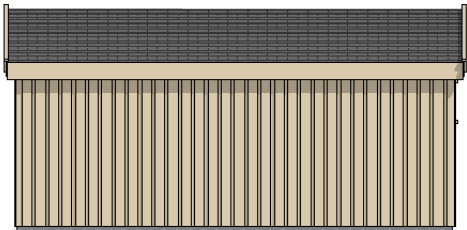
### C.3. Garasje III: Plan, snitt, fasader



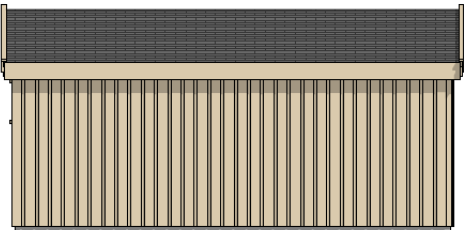
Nord



Sør

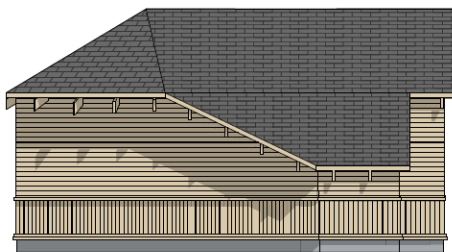
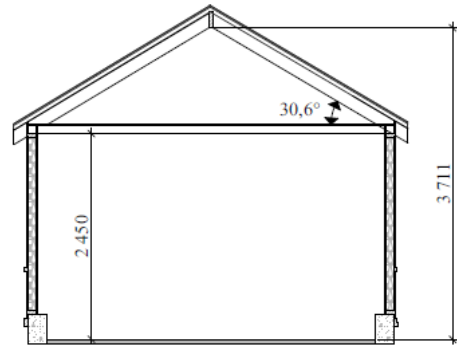
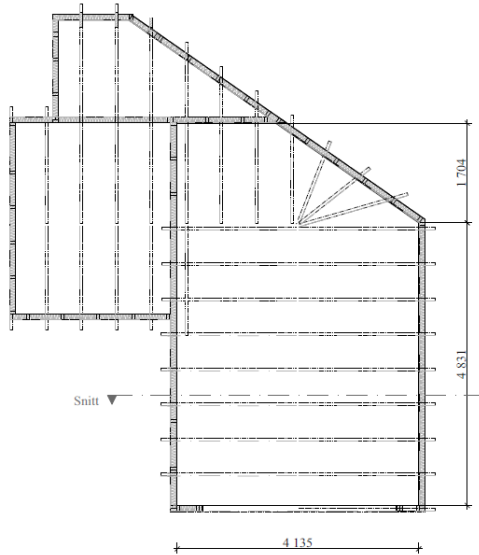


Øst



Vest

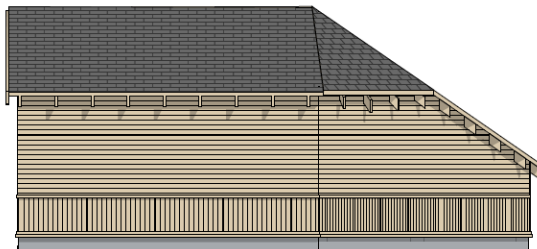
## C.4. Garasje IV: Plan, snitt, fasader



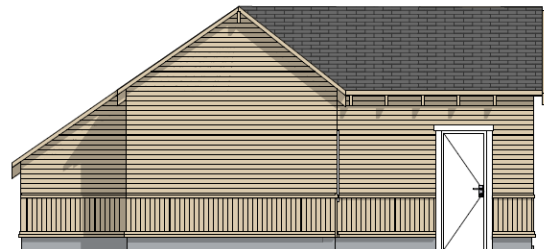
Nord



Sør

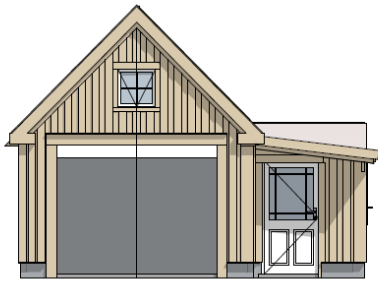
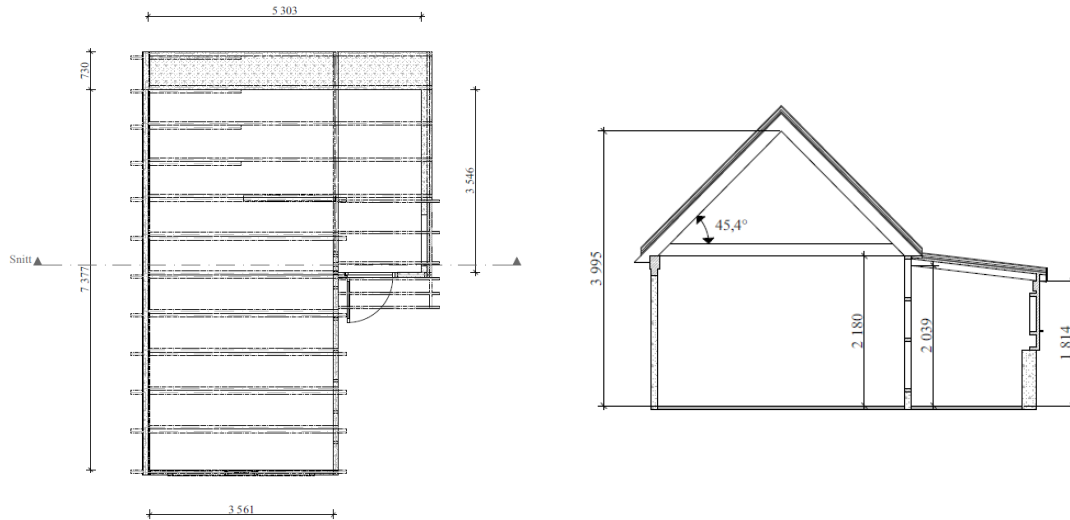


Øst

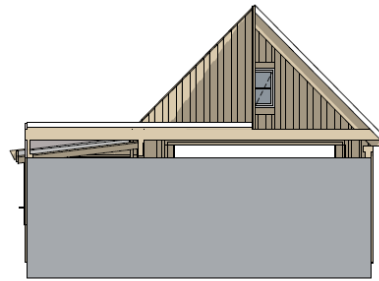


Vest

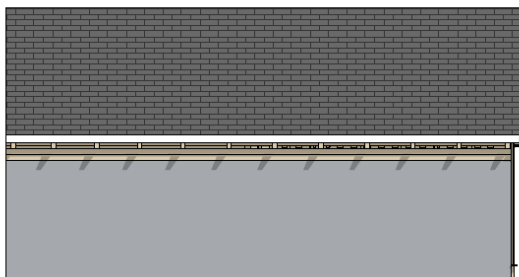
## C.5. Garasje V: Plan, snitt, fasader



Nord



Sør



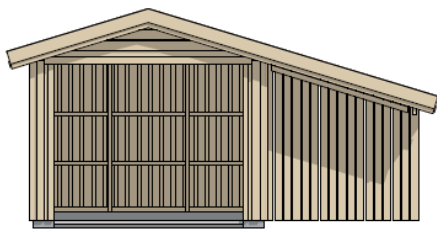
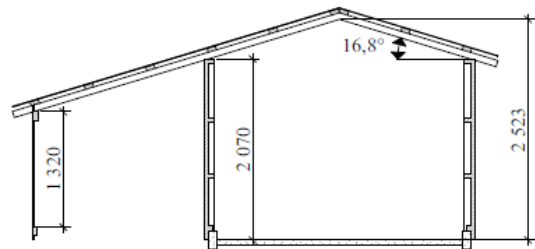
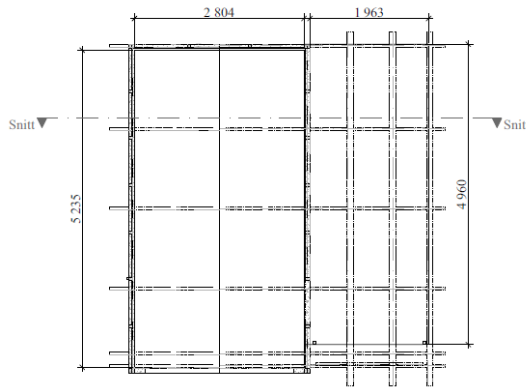
Øst



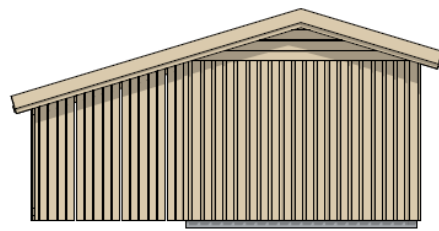
Vest

---

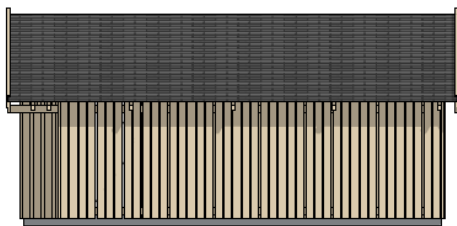
## C.6. Garasje VI: Plan, snitt, fasader



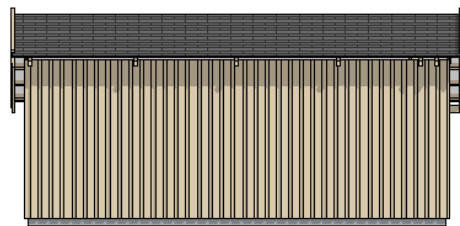
Nord



Sør

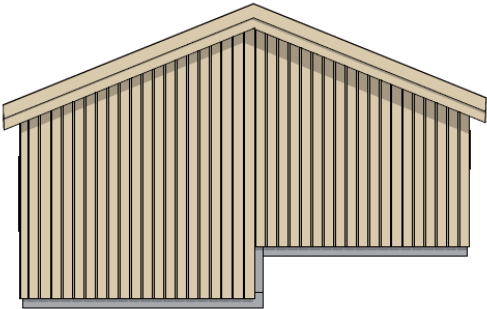
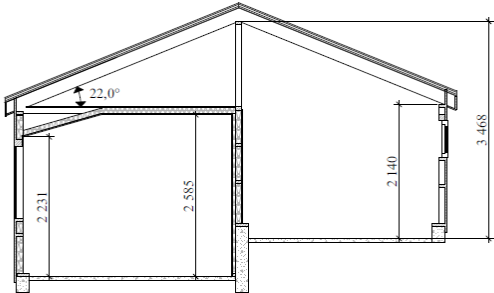
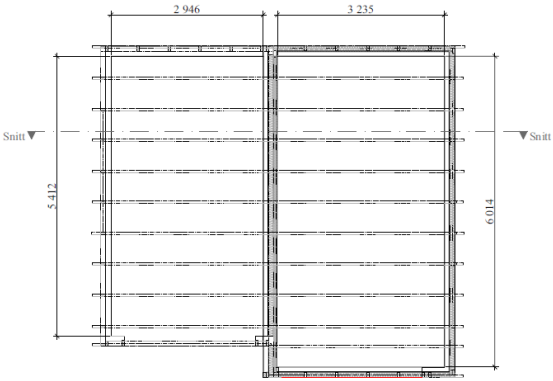


Øst

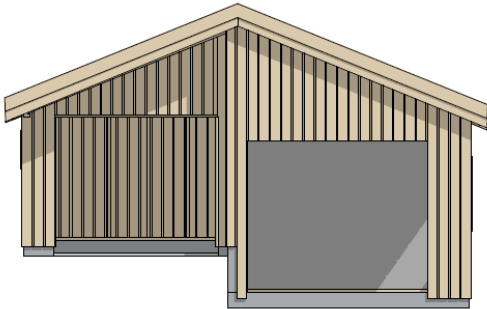


Vest

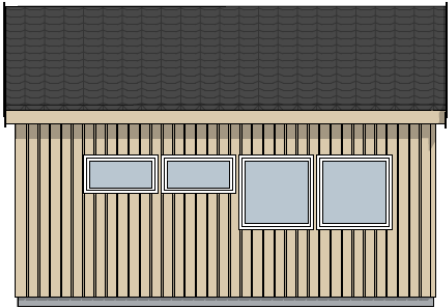
# C.7. Garasje VII: Plan, snitt, fasader



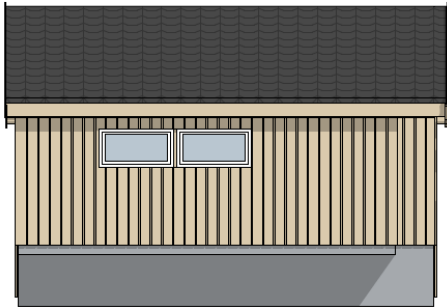
Nord



Sør



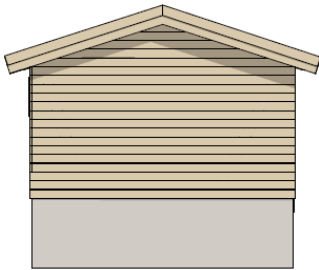
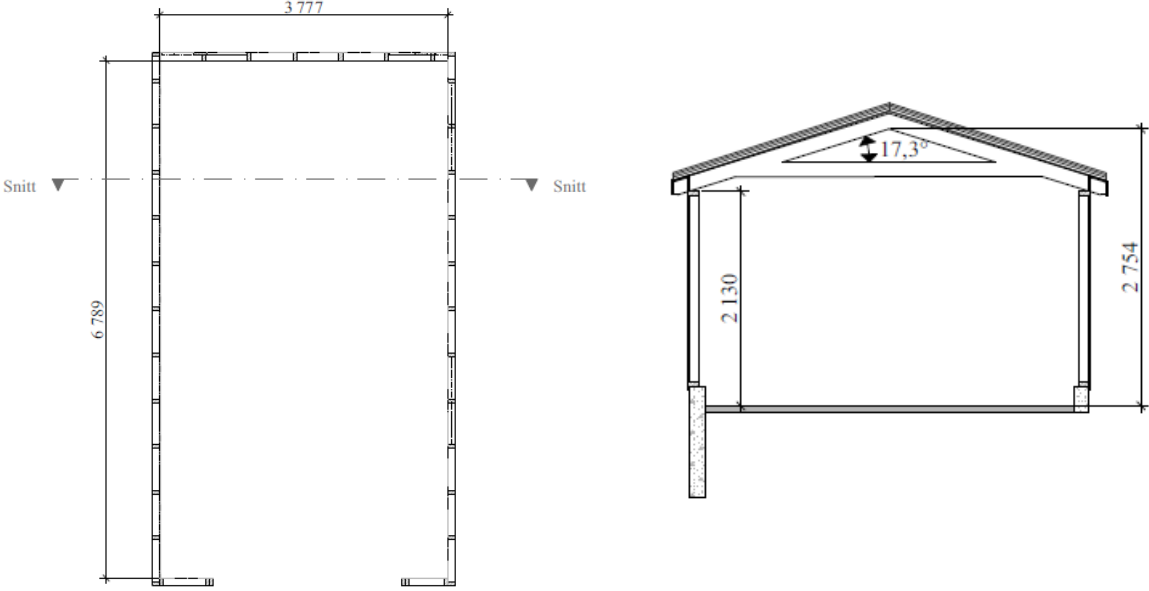
Øst



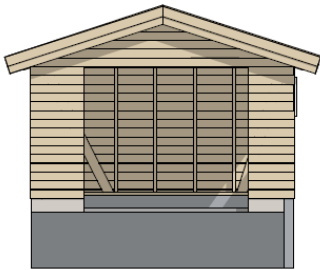
Vest



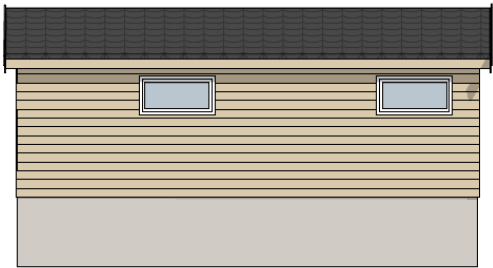
# C.8. Garasje VIII: Plan, snitt, fasader



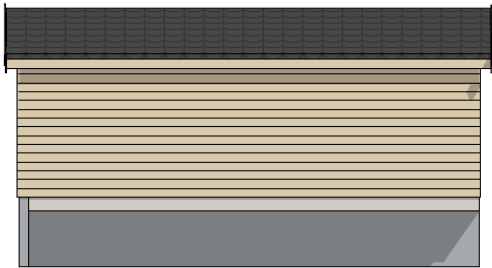
Nord



Sør

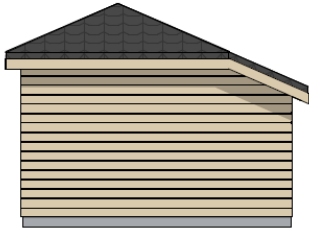
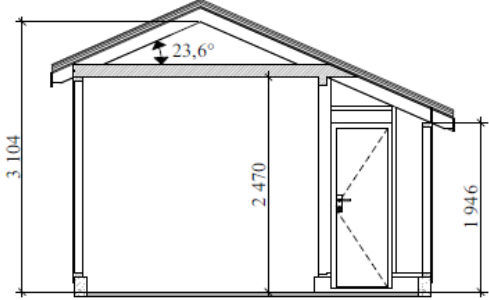
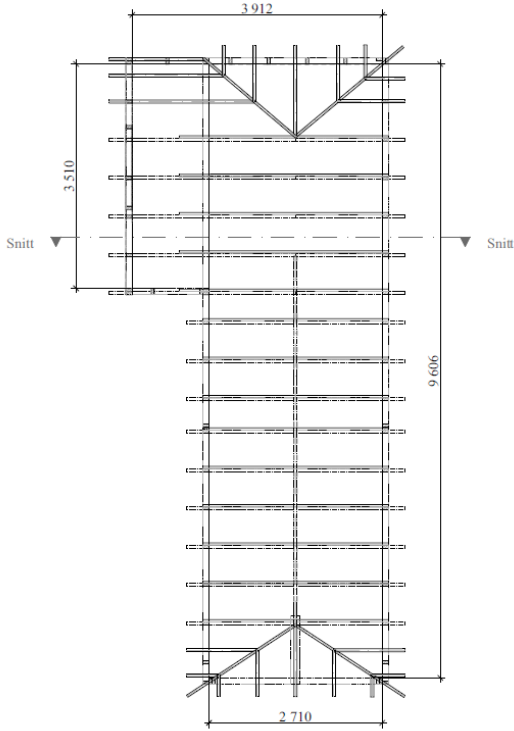


Øst

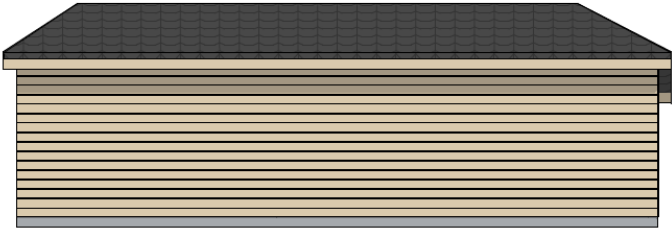


Vest

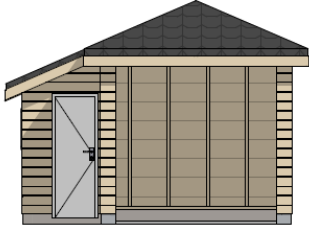
# C.9. Garasje IX: Plan, snitt, fasader



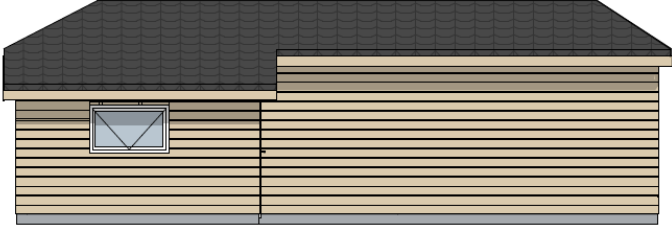
Nord



Øst

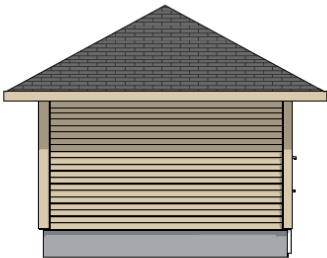
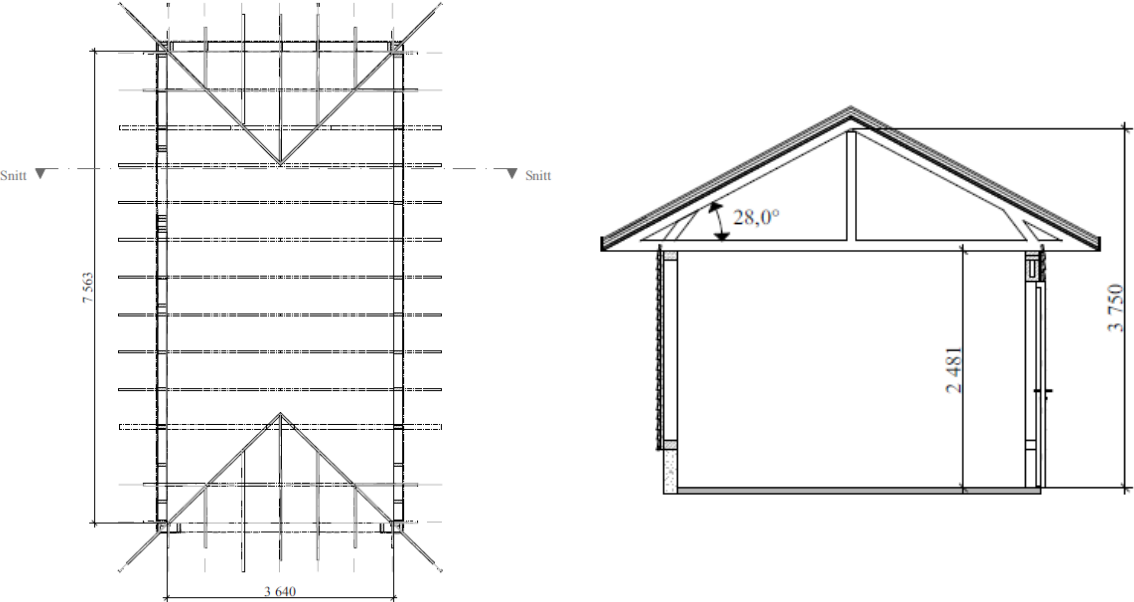


Sør

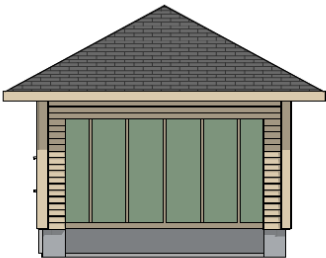


Vest

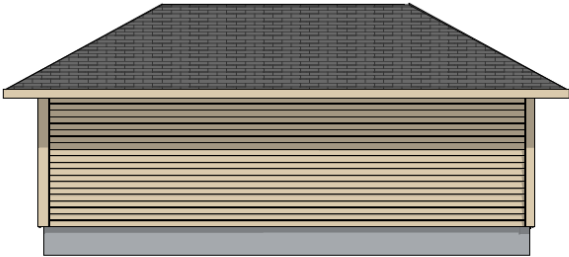
# C.10. Garasje X: Plan, snitt, fasader



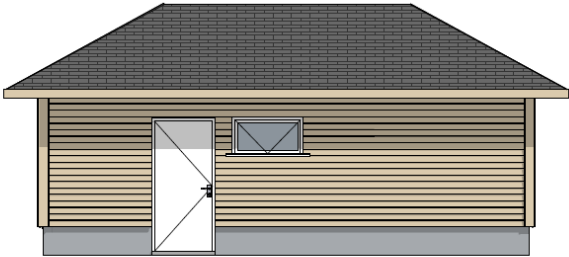
Nord



Sør



Øst



Vest

## **D. Antagelser ved modellering**

## Oversikt over antagelser av bygningsdeler

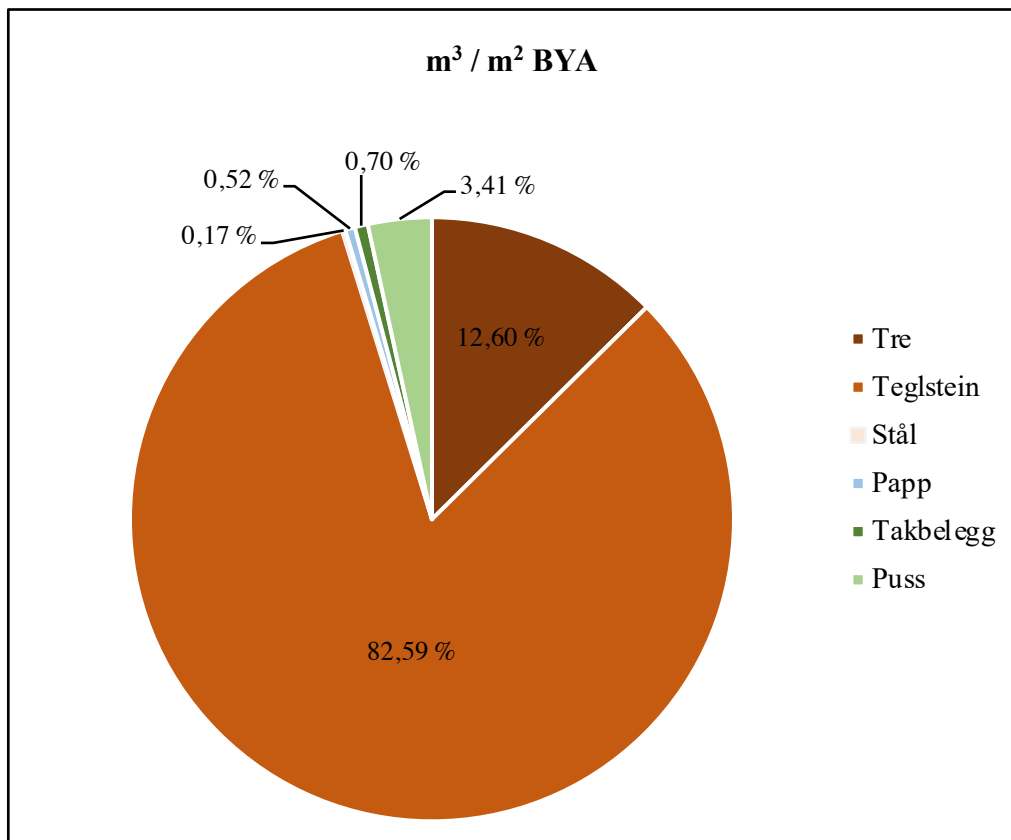
Garasje	Byggeår		Omygd	Fundament	Vegg	Tak					
	ref. byggflat	ref. eier				Tekking	Lekt (mm)	Sløyfe (mm)	Undertak	Himling	Konstruksjon
1.		1895	Ja	60 mm støpt plate	Teglstein	Asfalttakbelegg			15 mm rupanel		Sperrer
2.	1993			60 mm støpt plate + lettlinkerblokk	Uisolert bindingsverk	Takstein av glassert betong	30	23	3 mm sutak, trefiberplate		Sperrer
3.		2010		60 mm støpt plate + lettlinkerblokk	Uisolert bindingsverk	Takskifer	30	23	15 mm rupanel		Takstol
4.		2006	Ja	60 mm støpt plate + lettlinkerblokk	Bindingsverk med 100 mm isolasjon og 13 mm gips	Takshingel	30	23	15 mm rupanel	12 mm trefiberplate	Takstol
5.	1997			60 mm støpt plate + lettlinkerblokk	Uisolert bindingsverk og mur	Takskifer	30	23	15 mm rupanel		Takstol
6.		1969		60 mm støpt plate + lettlinkerblokk	Uisolert bindingsverk	Plater av bølgeblekk	48				Sperrer
7.		1991		60 mm støpt plate + lettlinkerblokk	Uisolert bindingsverk, 100 mm isolasjon og gips i verkstедdel	Takstein av tegl	30	23	3 mm rullex	Gips i verkstед	Sperrer
8.	1998			60 mm støpt plate + lettlinkerblokk	Uisolert bindingsverk	Takstein av tegl	30	23	2 mm Icopal brefftex		Takstol
9.	1994		Ja, 2018	60 mm støpt plate + lettlinkerblokk	Uisolert bindingsverk	Takstein av betong	30	23	15 mm rupanel		Takstol
10.		2016		60 mm støpt plate + lettlinkerblokk	Uisolert bindingsverk med gipsplate	Takstein av glassert betong	30	36	15 mm rupanel		Takstol

## **E. Materialmengder i garasjer**

## Garasje I

<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	22,8
<b>BYA [m<sup>2</sup>]</b>	27,8

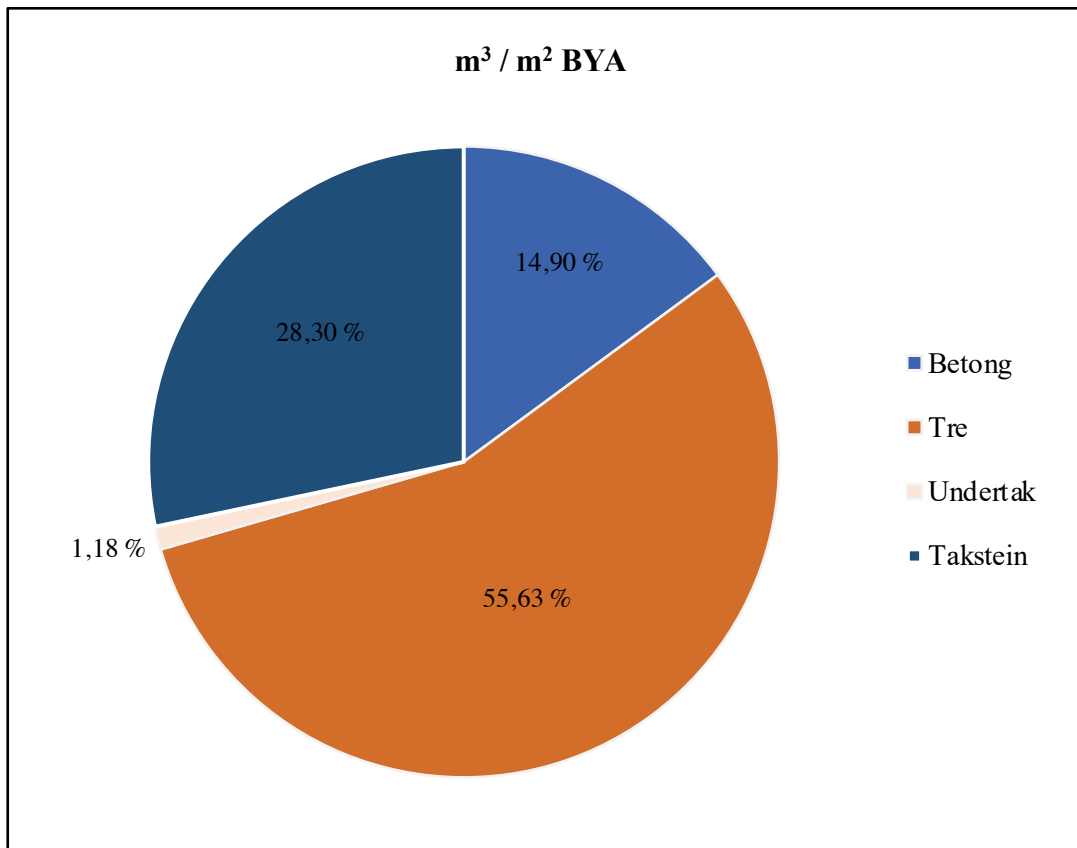
<b>Materiale</b>	<b>Volum [m<sup>3</sup>]</b>	<b>m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> BYA</b>
Tre	1,44	0,052
Teglstein	9,44	0,340
Stål	0,02	0,001
Papp	0,06	0,002
Takbelegg	0,08	0,003
Puss	0,39	0,014
<b>SUM</b>	<b>11,43</b>	<b>0,411</b>



## Garasje II

BRA [m <sup>2</sup> ]	21,7
BYA [m <sup>2</sup> ]	27,5

Materiale	Volum [m <sup>3</sup> ]	m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> BYA
Betong	1,39	0,051
Tre	5,19	0,189
Undertak	0,11	0,004
Takstein	2,64	0,096
<b>SUM</b>	<b>9,33</b>	<b>0,339</b>

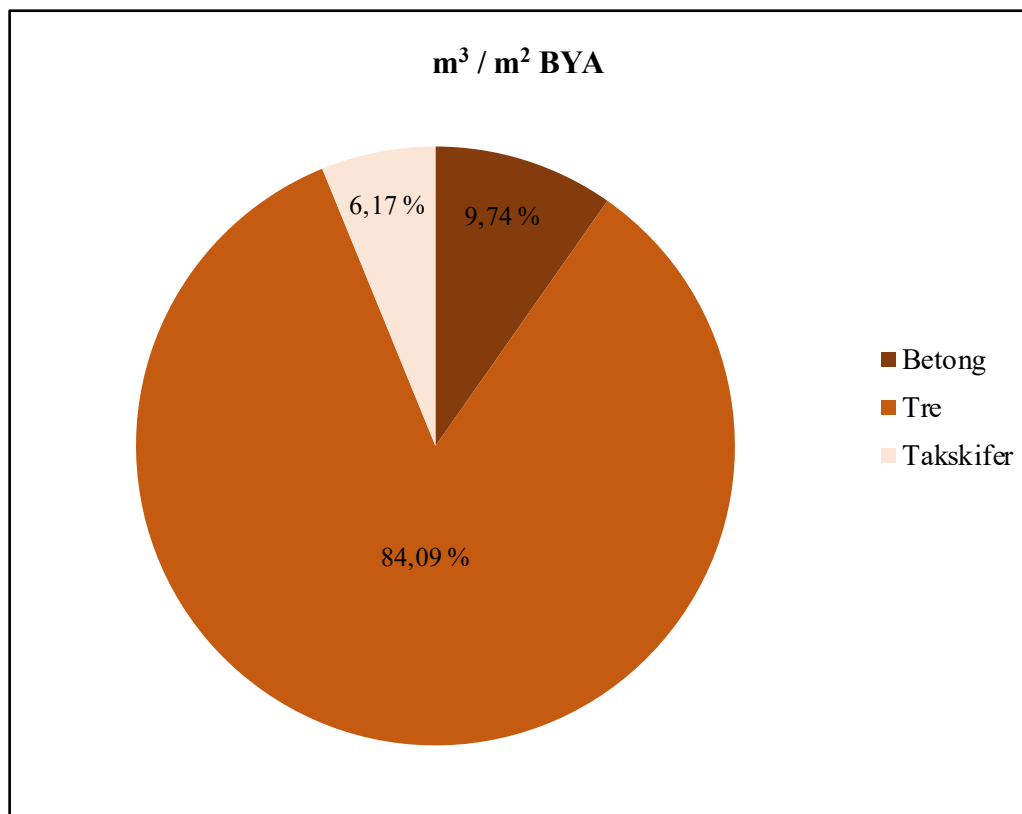




### Garasje III

<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	30,3
<b>BYA [m<sup>2</sup>]</b>	36,0

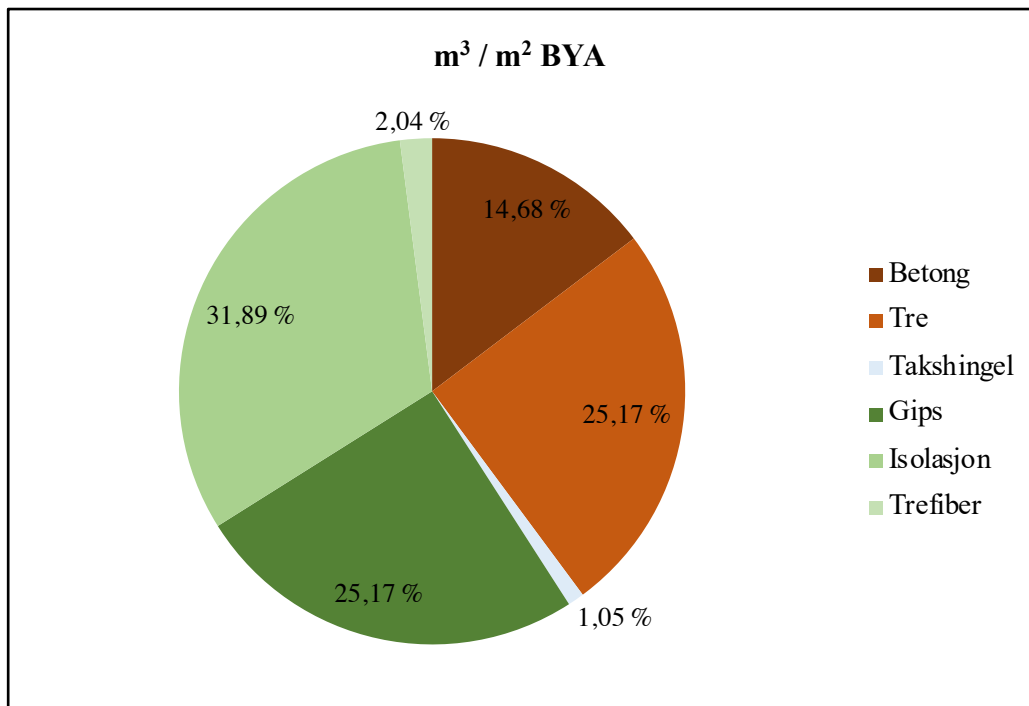
<b>Materiale</b>	<b>Volum [m<sup>3</sup>]</b>	<b>m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> BYA</b>
Betong	0,71	0,020
Tre	6,13	0,170
Takskifer	0,45	0,013
<b>SUM</b>	<b>7,29</b>	<b>0,203</b>



## Garasje IV

<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	35,8
<b>BYA [m<sup>2</sup>]</b>	46,2

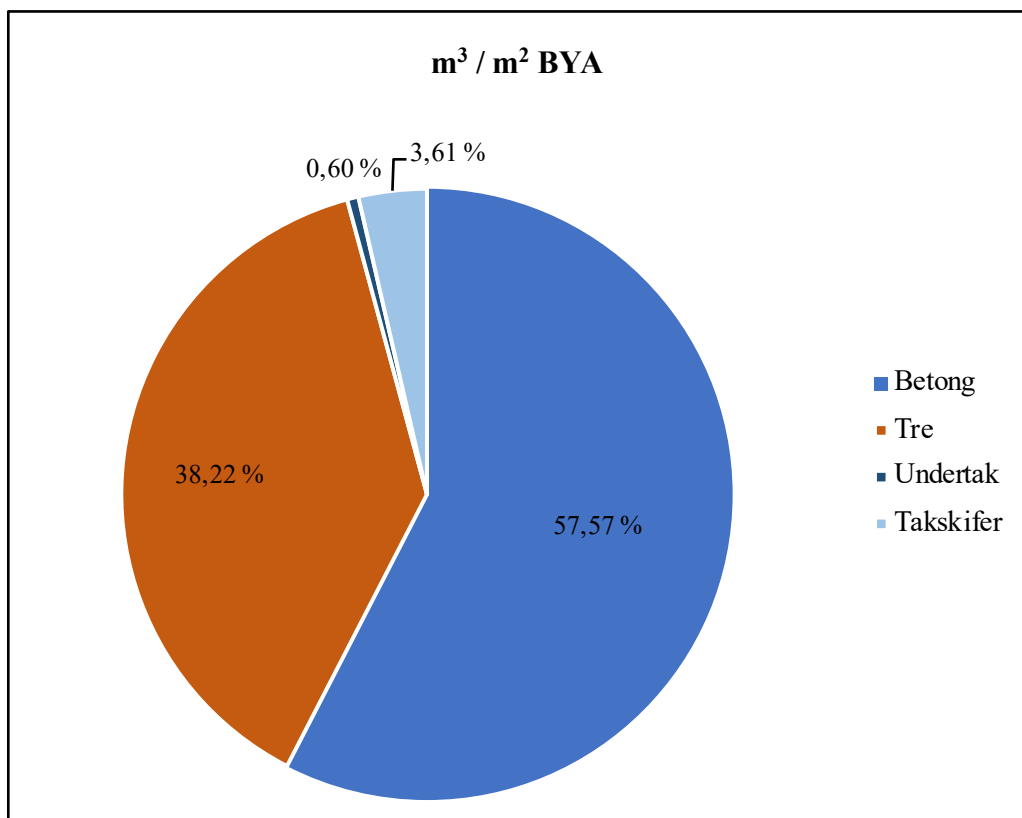
<b>Materiale</b>	<b>Volum [m<sup>3</sup>]</b>	<b>m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> BYA</b>
Betong	2,38	0,052
Tre	4,08	0,088
Takshingel	0,17	0,004
Gips	0,45	0,088
Isolasjon	5,17	0,112
Trefiber	0,33	0,007
<b>SUM</b>	<b>12,58</b>	<b>0,351</b>



## Garasje V

<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	32,5
<b>BYA [m<sup>2</sup>]</b>	48

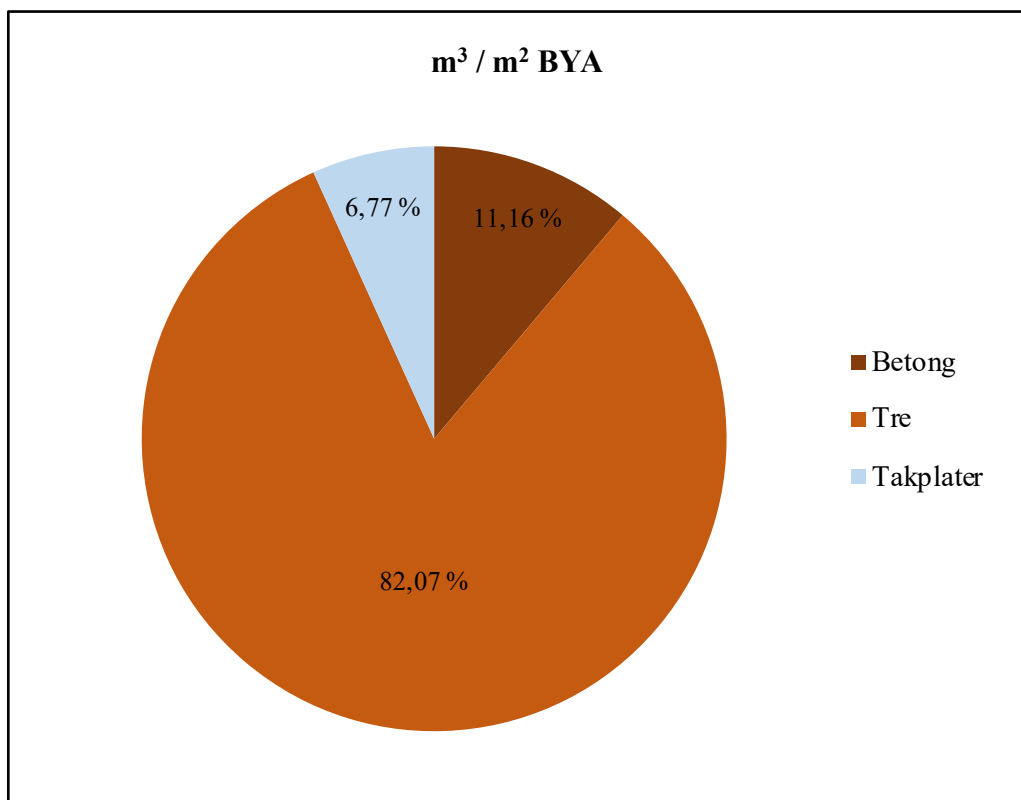
<b>Materiale</b>	<b>Volum [m<sup>3</sup>]</b>	<b>m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> BYA</b>
Betong	10,53	0,219
Tre	6,99	0,146
Undertak	0,11	0,002
Takskifer	0,66	0,014
<b>SUM</b>	<b>18,29</b>	<b>0,381</b>



## Garasje VI

<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	25,5
<b>BYA [m<sup>2</sup>]</b>	32,4

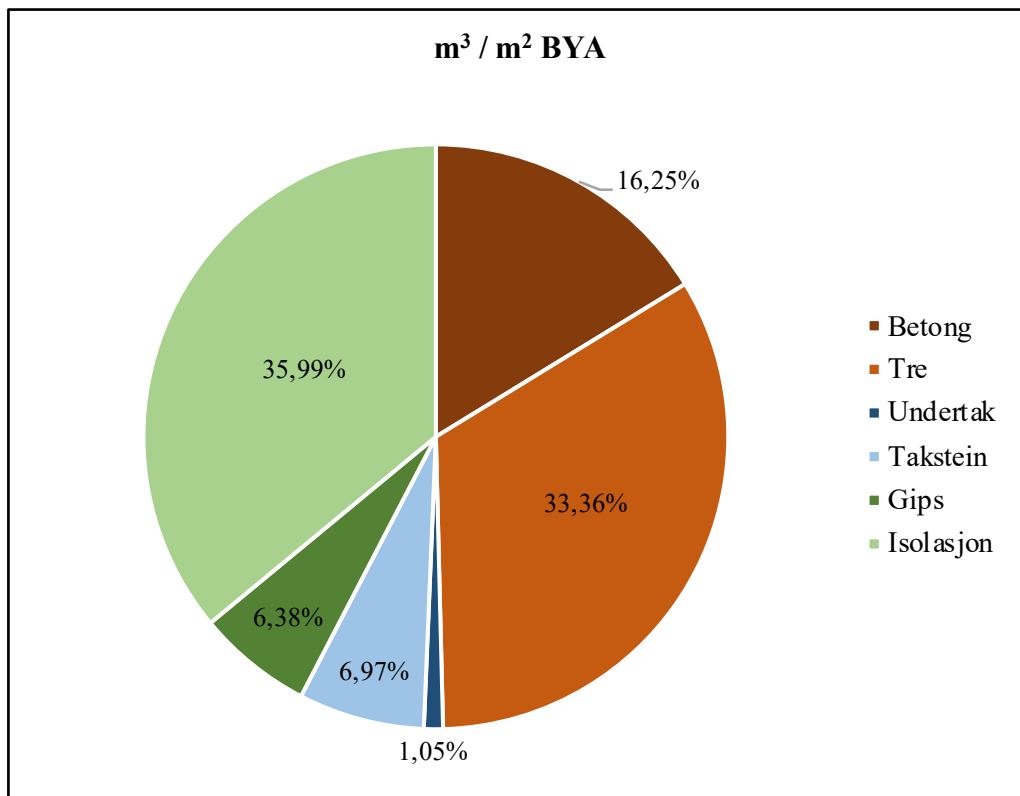
<b>Materiale</b>	<b>Volum [m<sup>3</sup>]</b>	<b>m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> BYA</b>
Betong	0,28	0,009
Tre	2,06	0,064
Takplater	0,17	0,005
<b>SUM</b>	<b>2,51</b>	<b>0,077</b>



## Garasje VII

<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	36,9
<b>BYA [m<sup>2</sup>]</b>	49,1

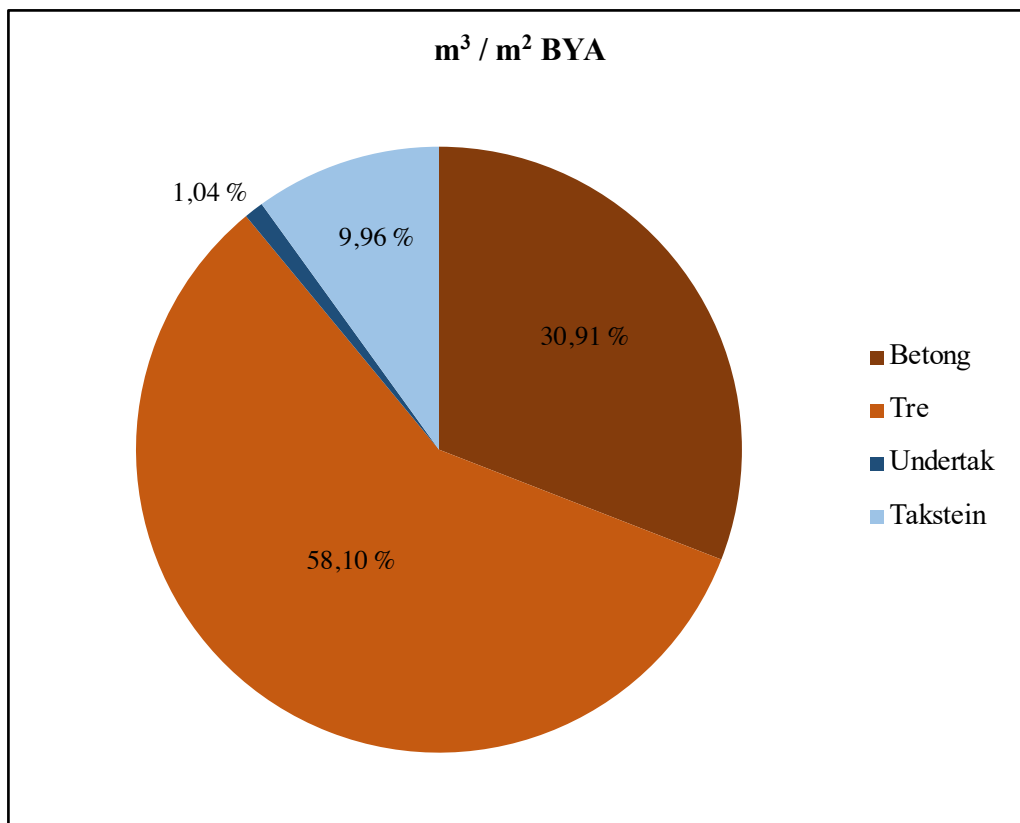
<b>Materiale</b>	<b>Volum [m<sup>3</sup>]</b>	<b>m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> BYA</b>
Betong	2,47	0,050
Tre	5,07	0,103
Undertak	0,16	0,003
Takstein	1,06	0,022
Gips	0,97	0,020
Isolasjon	5,47	0,111
<b>SUM</b>	<b>15,2</b>	<b>0,310</b>



## Garasje VIII

<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	25,6
<b>BYA [m<sup>2</sup>]</b>	31,7

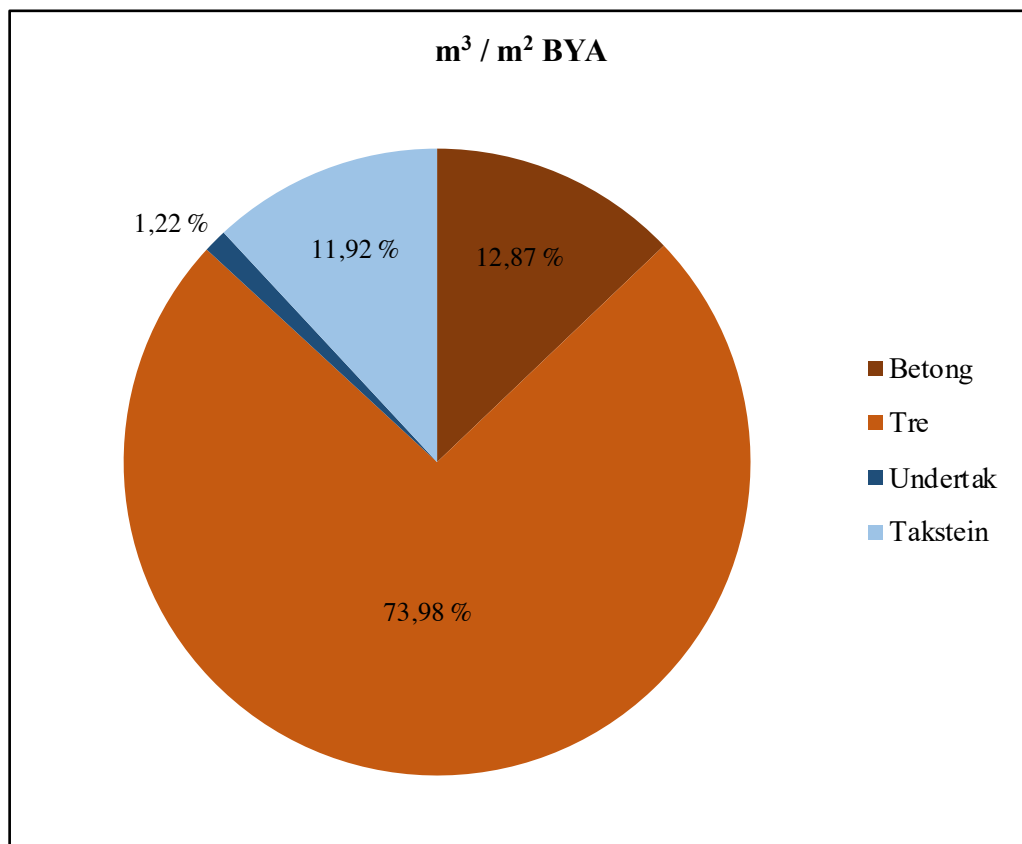
<b>Materiale</b>	<b>Volum [m<sup>3</sup>]</b>	<b>m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> BYA</b>
Betong	2,08	0,066
Tre	3,91	0,123
Undertak	0,07	0,002
Takstein	0,67	0,021
<b>SUM</b>	<b>6,73</b>	<b>0,212</b>



## Garasje IX

<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	30,2
<b>BYA [m<sup>2</sup>]</b>	40,3

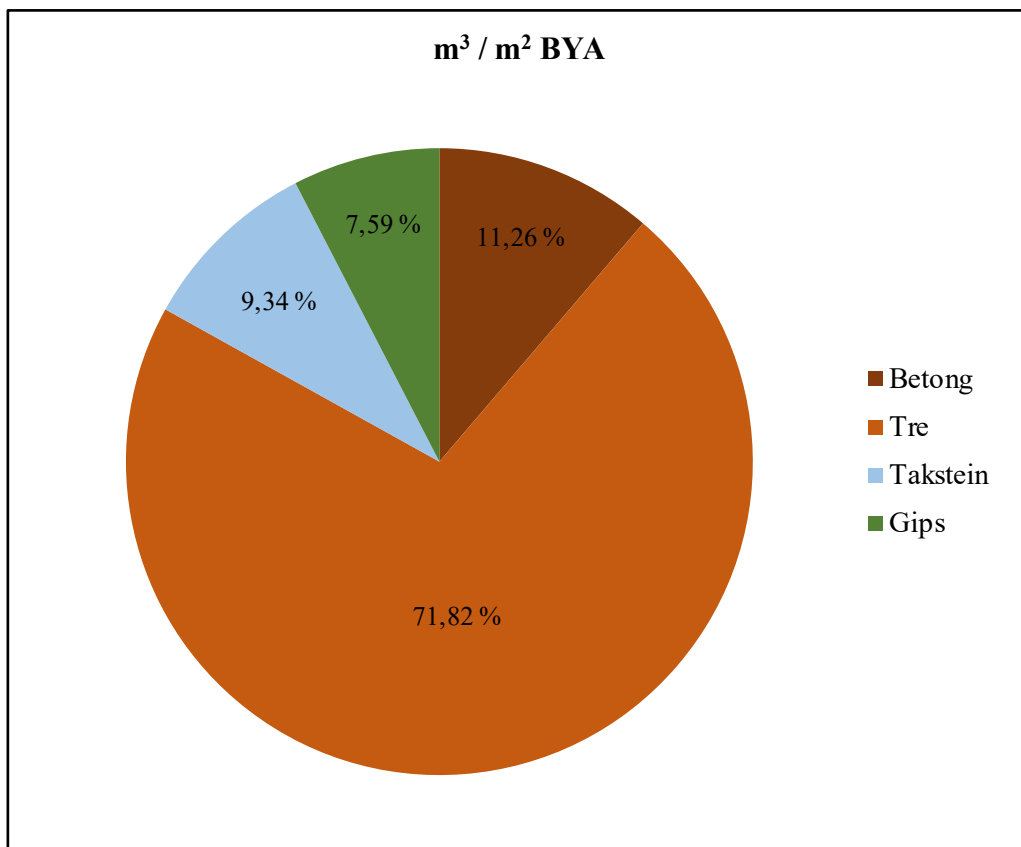
<b>Materiale</b>	<b>Volum [m<sup>3</sup>]</b>	<b>m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> BYA</b>
Betong	0,95	0,024
Tre	5,46	0,135
Undertak	0,09	0,002
Takstein	0,88	0,022
<b>SUM</b>	<b>7,38</b>	<b>0,183</b>



## Garasje X

<b>BRA [m<sup>2</sup>]</b>	27,5
<b>BYA [m<sup>2</sup>]</b>	47,3

<b>Materiale</b>	<b>Volum [m<sup>3</sup>]</b>	<b>m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> BYA</b>
Betong	1,29	0,027
Tre	8,23	0,174
Takstein	1,07	0,023
Gips	0,87	0,018
<b>SUM</b>	<b>11,46</b>	<b>0,242</b>





## **F. Malskjema for befaring**

## Malskjema for befaring

<b>Adresse:</b>				
<b>Byggeår:</b>				
<b>Tegninger:</b>				
<b>Ombygd:</b>				
	<b>Høyde:</b>	<b>Bredde:</b>	<b>Senteravstand:</b>	<b>Plassering:</b>
<b>Fundament:</b>				
<b>Stender (Husk antall pr vegg)</b>				
<b>Takstol/sperre:</b>				
<b>Bunn av bunnsvill til topp toppsvill:</b>				
<b>Bunnsvill:</b>				
<b>Toppsvill:</b>				
<b>Port:</b>				
<b>Møndedrager:</b>				
<b>Mønehøyde:</b>				
<b>Tak:</b>				
<b>Takutstikk:</b>				
<b>Bordkledning:</b>				
<b>Vinduer:</b>				
<b>Dør:</b>				

## **G. Glass- og vindusspesifikasjoner**

## Energispareglass

Produktnavn Produktkode se side 5+9	Type	Ytelseskode U/LT/g	Termiske data		Optiske data				Solenergi		Lydreduksjon		Vekt kg/m <sup>2</sup>
			U-verdi U <sub>g</sub> W/m <sup>2</sup> K	T overfl. -10/+20 °C	UV T <sub>UV</sub> %	Dagslys LT %	LR <sub>ut</sub> %	R <sub>a</sub> indeks	ST %	g %	R <sub>w</sub> dB	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> dB	
			ε = 0,16		T: 3, 4, og 6 mm								
<b>Pilkington K Glass™</b>													
4K	1	3,7/82/74	3,7	6,1	45	82	11	99	71	74	29	26	10
4+40+K4	1+1	1,8/75/74	1,8	13,3	36	75	18	99	62	74	36	30	20
4+40+K6,8Lp	1+1	1,8/74/72	1,8	13,3	0	74	18	98	56	72	39	34	26
4-10Kr-K4	2	1,4/75/74	1,4	14,8	36	75	18	99	62	74	31	28	20
4-12Ar-K4	2	1,6/75/74	1,6	14,0	36	75	18	99	62	74	31	28	20
4-16Ar-K4	2	1,5/75/74	1,5	14,4	36	75	18	99	62	74	31	28	20
4-16Ar-4-16Ar-K4	3	1,1/69/67	1,1	15,9	30	69	23	98	54	67	32	27	30
4K-16Ar-4-16Ar-K4	3	0,8/63/58	0,8	16,9	22	63	23	98	47	58	32	27	30
<b>Pilkington Optitherm™ S3</b>													
ε = 0,037													
T: 4, 6, 8 og 10 mm													
4-10Kr-S(3)4	2	1,0/80/63	1,0	16,3	27	80	13	98	56	63	31	28	20
4-12Ar-S(3)4	2	1,3/80/63	1,3	15,1	27	80	13	98	56	63	31	28	20
4-16Ar-S(3)4	2	1,1/80/63	1,1	15,9	27	80	13	98	56	63	31	28	20
6-16Ar-S(3)4	2	1,1/79/59	1,1	15,9	24	79	13	97	53	59	32	28	25
6-16Ar-S(3)6,4L	2	1,1/77/59	1,1	15,9	2	77	12	96	47	59	33	28	30
4+30+4-16Ar-S(3)4	1+2	0,9/73/57	0,9	16,8	23	73	19	97	50	57	37	31	30
4-12Ar-4-12Ar-S(3)4	3	1,0/73/57	1,0	16,3	23	73	19	97	50	57	32	27	30
4-16Ar-4-16Ar-S(3)4	3	0,9/73/57	0,9	16,8	23	73	19	97	50	57	32	27	30
4-9Ar-4-15Ar-S(3)4	3	0,9/73/57	0,9	16,6	23	73	19	97	50	57	32	27	30
4-16Ar-4-16Ar-S(3)6,4L	3	0,9/72/57	0,9	16,8	2	72	19	96	45	57	35	29	36
6-16Ar-4-16Ar-S(3)4	3	0,9/72/54	0,9	16,8	21	72	18	96	47	54	36	30	35
4S(3)-12Ar-4-12Ar-S(3)4	3	0,7/72/51	0,7	17,3	13	72	18	96	44	51	32	27	30
4S(3)-16Ar-4-16Ar-S(3)4	3	0,6/72/51	0,6	17,8	13	72	18	96	44	51	32	27	30
4S(3)-18Ar-4-18Ar-S(3)4	3	0,5/72/51	0,5	18,0	13	72	18	96	44	51	32	27	30
<b>Pilkington Optitherm™ S1</b>													
ε = 0,013													
T: 4 og 6 mm													
4-10Kr-S(1)4	2	1,0/71/49	1,0	16,3	31	71	21	97	43	49	31	28	20
4-12Ar-S(1)4	2	1,2/71/49	1,2	15,5	31	71	21	97	43	49	31	28	20
4-16Ar-S(1)4	2	1,0/71/49	1,0	16,3	31	71	23	97	43	49	31	28	20
6-16Ar-S(1)6,4L	2	1,0/68/46	1,0	16,3	2	68	21	95	38	46	33	28	30
4+30+4-16Ar-S(1)4	1+2	0,8/65/46	0,8	17,0	26	65	26	96	39	46	37	31	30
4-12Ar-4-12Ar-S(1)4	3	1,0/65/46	1,0	16,3	26	65	26	96	39	46	32	27	30
4-16Ar-4-16Ar-S(1)4	3	0,8/65/46	0,8	17,0	26	65	26	96	39	46	32	27	30
4-16Ar-4-16Ar-S(1)6,4L	3	0,8/64/46	0,8	17,0	2	64	26	95	36	46	35	29	36
4S(1)-16Ar-4-16Ar-S(1)4	3	0,5/57/36	0,5	18,0	18	57	31	95	30	36	32	27	30
<b>Pilkington K Glass™ og Pilkington Optitherm™ S3</b>													
4K+30+4-16Ar-S(3)4	1+2	0,7/67/52	0,7	17,4	17	67	20	98	44	52	37	31	30
4+30+K4-16Ar-S(3)4	1+2	0,7/67/56	0,7	17,4	17	67	21	98	44	56	37	31	30
<b>Pilkington Optifloat™ Clear (klart floatglass)</b>													
4	1	5,8/90/87	5,8	-1,8	65	90	8	99	85	87	29	26	10
4-16Ar-4	2	2,6/82/78	2,6	10,3	50	82	15	97	74	78	31	28	20
4-12Ar-4-12Ar-4	3	1,8/75/71	1,8	13,3	40	75	20	97	64	71	32	27	30

Forklaringer til tabellrubrikkene finnes på side 10-11.

Ytterligere data og egenskaper for andre produktkombinasjoner finner du i Pilkington Spectrum.

# Horisontalt glidehengslet utadslående

3-lags energiglass med varmkant spacer.

U-verdi 1.0. Hvitbeiset begge sider (NCS S0502Y).

HGU

1.0	Høyde											Bredde	
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16
	485 mm	585 mm	685 mm	785 mm	885 mm	985 mm	1085 mm	1185 mm	1285 mm	1385 mm	1485 mm	1585 mm	
5	5.406,- 45114614	5.536,- 45114625	5.976,- 45114633	6.165,- 45114644	6.336,- 45114652	6.575,- 45114663	6.755,- 45114678	6.942,- 45114682	7.126,- 45114697	7.596,- 45114701	7.918,- 45114716	8.178,- 45114720	
6	5.544,- 45114735	5.677,- 45114746	6.116,- 45114754	6.305,- 45114765	6.482,- 45114773	6.717,- 45114784	6.896,- 45114792	7.082,- 45114803	7.372,- 45114818	7.969,- 45114822	8.413,- 45114837	8.743,- 45114841	
7	5.691,- 45114856	5.826,- 45114860	6.263,- 45114875	6.453,- 45114886	6.633,- 45114894	6.869,- 45114905	7.179,- 45114913	7.518,- 45114924	7.857,- 45114932	8.483,- 45114943	8.956,- 45114958	9.316,- 45114962	
8	5.845,- 45114977	5.978,- 45114981	6.414,- 45114996	6.605,- 45115000	6.819,- 45115015	7.242,- 45115026	7.605,- 45115034	7.973,- 45115045	8.343,- 45115053	8.996,- 45115064	9.503,- 45115072	9.904,- 45115083	
9	6.028,- 45115098	6.161,- 45115102	6.600,- 45115117	6.828,- 45115121	7.213,- 45115136	7.666,- 45115140	8.059,- 45115155	8.459,- 45115166	8.859,- 45115174	9.555,- 45115185	10.107,- 45115193	10.551,- 45115204	
10	6.198,- 45115212	6.330,- 45115223	6.767,- 45115238	7.179,- 45115242	7.596,- 45115257	8.078,- 45115261	8.507,- 45115276	8.931,- 45115280	9.375,- 45115295	10.120,- 45115306	10.711,- 45115314	11.195,- 45115325	
11	6.404,- 45115333	6.536,- 45115344	7.108,- 45115352	7.568,- 45115363	8.021,- 45115378	8.532,- 45115382	8.982,- 45115397	9.464,- 45115401	9.951,- 45115416	10.731,- 45115420	11.361,- 45115435	11.882,- 45115446	
12	6.599,- 45115454	6.731,- 45115465	7.458,- 45115473	7.949,- 45115484	8.428,- 45115492	8.972,- 45115503	9.477,- 45115518	9.996,- 45115522	10.518,- 45115537	11.338,- 45115541	12.005,- 45115556	12.559,- 45115560	
13	6.798,- 45115575	7.035,- 45115586	7.808,- 45115594	8.331,- 45115605	8.842,- 45115613	9.432,- 45115624	9.972,- 45115632	10.535,- 45115643	11.098,- 45115658	11.951,- 45115662	12.651,- 45115677	—	
14	6.993,- 45115681	7.355,- 45115696	8.157,- 45115700	8.708,- 45115715	9.254,- 45115726	9.893,- 45115734	10.476,- 45115745	11.072,- 45115753	11.671,- 45115764	12.559,- 45115772	13.288,- 45115783	—	
15	7.184,- 45115798	7.671,- 45115802	8.507,- 45115817	9.088,- 45115821	9.683,- 45115836	10.354,- 45115840	10.980,- 45115855	11.611,- 45115866	12.244,- 45115874	13.162,- 45115885	—	—	
16	7.453,- 45115893	8.010,- 45115904	8.871,- 45115912	9.494,- 45115923	10.136,- 45115938	10.849,- 45115942	11.508,- 45115957	12.173,- 45115961	12.841,- 45115976	13.791,- —	—	—	
17	7.792,- 45115980	8.381,- 45115995	9.274,- 45116006	9.946,- 45116014	10.623,- 45116025	11.372,- 45116033	12.069,- 45116044	12.764,- 45116052	13.464,- 45116063	14.456,- —	—	—	
18	8.078,- 45116078	8.697,- 45116082	9.625,- 45116097	10.348,- 45116101	11.060,- 45116116	11.844,- 45116120	12.571,- 45116135	13.305,- 45116146	14.041,- —	15.095,- —	—	—	
19	8.367,- 45116154	9.015,- 45116165	9.991,- 45116173	10.745,- 45116184	11.504,- 45116192	12.319,- 45116203	13.081,- 45116218	13.849,- —	14.638,- —	—	—	—	

Priser på hvit bakgrunn uten mva, på beige bakgrunn inkl. mva. NOBB-nummer nederst.

Prisene er veiledende. Blå bakgrunn viser godkjent rømningsvei.

Vi kan også levere spesialutførelser og mellomliggende mål på forespørsel. Norgesvinduet lagerfører de mest solgte størrelsene i matrisen. Kan leveres med sikkerhetsglass iht. TEK 10. U-verdi er beregnet etter EN ISO 10077-1 og EN ISO 10077-2 med en referansestørrelse 1230x1480mm

**Oppdaterte lagerlister på [www.norgesvinduet.no](http://www.norgesvinduet.no)**



- ✓ Laminert og fingerskjøtt furu med ytterste lamell i kerneved.
- ✓ Rammen kan snus rundt slik at utsiden vaskes fra innsiden.
- ✓ Kan leveres med alle glassvarianter.
- ✓ Kan leveres med ulike typer sprosser (utenpåliggende, pålimte eller gjennomgående)
- ✓ Kan leveres med aluminiumskledning i valgfri RAL-farge
- ✓ Luftesperre og åpningsbegrensning leveres som standard. Kan tilby både låsbar vrider og innbruddsforsterkning.
- ✓ Låsbar vrider .....kr: 502,- 628,-
- ✓ Innbruddsforsterkning kr: 812,- 1015,-
- ✓ Ventil kan leveres som tilvalg.