

KLIMAGASSBEREGNING

UTVIDELSE OG OMBYGGING AV VOLDSMINDE BARNEHAGE - TRONDHEIM KOMMUNE

Oppdragsnavn	Voldsminde barnehage
Prosjekt nr.	378020782
Mottaker	Trondheim kommune
Dokument type	Rapport
Versjon	01
Dato	02.12.2024
Utført av	Andres Salazar
Kontrollert av	Vegard Selvåg Ulvan
Godkjent av	
Beskrivelse	Klimagassberegning for ombygging av Voldsminde barnehage - reguleringsplan

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	INNLEDNING	2
1.1	Eksisterendebygg:	2
1.2	Ombygning alternativ:	2
2.	FORUTSETNINGER	4
2.1	Systemgrenser	4
2.2	Metoden og inndata	4
2.2.1	Tilpasning av referansebygg	5
2.2.2	Beregningsverktøy	4
2.2.3	Materialvalg og mengde	6
2.2.4	Transportdistanser, kapp og svinn, brukstid og byggeplass	7
2.2.5	Energibruk	7
3.	RESULTATER	8
3.1	Resultater oversikt per livsløpstadier	8
3.2	Resultater oversikt per bygningsdel	9
3.3	Resultater oversikt per materialtype	9
4.	OPPSUMERING	10

1. INNLEDNING

Trondheim Kommune ved Eiendom utlyste i april 2023 en minikonkurranse blant rammeavtalepartnere for en mulighetsanalyse på Voldsminde barnehage og helsestasjon. Dette oppdraget ble tildelt Eggen Arkitekter AS og Løvetanna Landskap AS. Prosjektets innhold og program har endret seg underveis og har blitt til Voldsminde barnehage og nærmiljøsentert. Mulighetsstudien er utviklet og gjennomført fra mai 2023 til april 2024.¹

En tidligere mulighetsstudie vurderte to alternativer: ombygging og nybygg. Kommunen har valgt å gå videre med alternativ 1, ombygging. I denne rapporten presenteres klimagassberegninger for valgt alternativ: utvidelse og ombygging av Voldsminde barnehage - reguleringsplan Mellomveien 3 og 5 - Trondheim kommune. Klimagassberegning er utarbeidet iht. NS 3720:2018 *Metodikk for klimagassberegning for bygninger*.

1.1 Eksisterende bygg

Bygning er oppført i 1964 med bærende konstruksjoner av betong. Tilfluktsrommene i kjeller har tykke betongkonstruksjoner. Konstruksjoner over tilfluktsrom er betongsøyler/dragere og betongdekke. Yttertaket er utformet som et oppskalket luftet tretak over betongdekke. Avstivende veggskiver på kortveggene i yttervegg er i betong. Avstivende vegger innvendig spanner mellom søyler. Ytterveggene er en kombinasjon av isolerte trevegger med trekledning mot vest og nord, og teglforblending mot øst og sør, samt i øvre del av gymsal. Innvendige vegger er delvis mur eller tre/gips. Et bilde av eksisterende bygning vises i Figur 1.



Figur 1: Eksisterendebygg. Hentet fra Mulighetsanalyse for Trondheim Kommune 2023-2024.

1.2 Ombygningsalternativ

Utgangspunktet er å ombruke store deler av eksisterende bærekonstruksjoner og kjeller med tilfluktsrom. I ombyggingen må derfor arealbehovet løses ved å bygge på og bygge til eksisterende bygning. I tilstandsanalysen beskrives generell slitasje på utvendige og innvendige flater. Bygget har

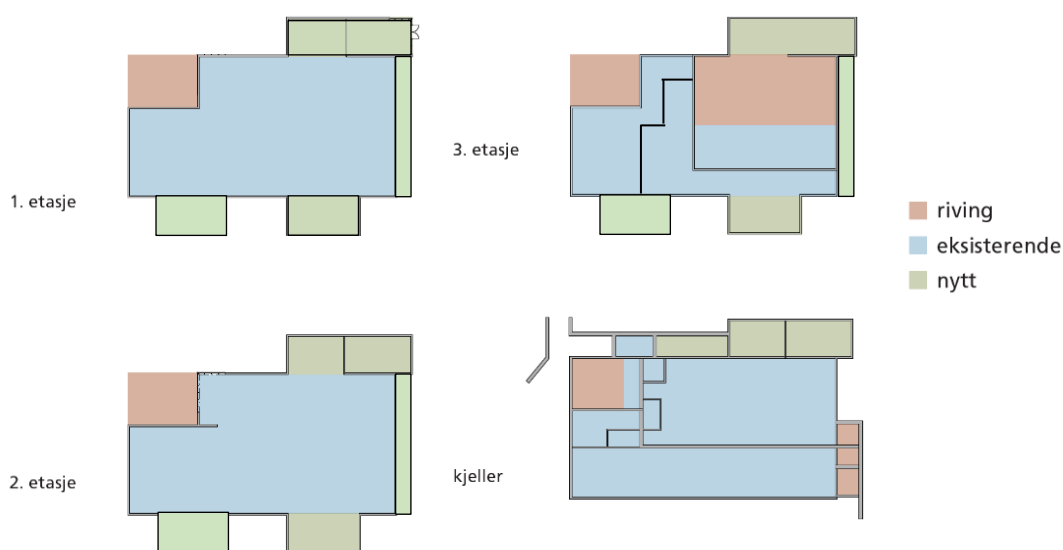
¹ Mulighetsanalyse for Trondheim Kommune 2023-2024.

gjentatte ganger hatt utfordringer med tett kloakk pga. gamle rørføringer med lite fall. Det fordrer utskifting av hele sanitæranlegget ved ombruk av bygningen.

Vinduer og dører nærmer seg slutten av sin levetid. Fuktskader omtales ikke. De fleste bygningsdeler er klassifisert i tilstandsgrad 1 og 2, dvs. fra mindre og moderate, på de fleste områder, men med vesentlige avvik på vinduer, dører og utvendige overflater på tak og vegg. Ved ombygging vil en måtte ta ned teglvegger for å etterisolere ytterskallet. Det kan være aktuelt å ombruke teglsteinen både om en velger ombygging eller nybygg. For å løse programmet for ny barnehage og nærmiljøsententer kreves det at det gjøres bygningsmessige inngrep i eksisterende bygning:

- Nord-østre del av bygningen rives for å gi plass til ny nord-sør gangforbindelse på Lademoen.
- Det etableres et nytt tilbygg med trapp og heis i sør-østre del av bygget, for å gi trinnfri tilgang til alle etasjer og avdelinger.
- Det etableres en ny 3. etasje (påbygg) som skal bidra til å dekke BFT og barnehagens samlede rombehov.
- Barnehagens baser legges i 1. og 2. etasje på vest- og nordsiden med utgang til utearealene.
- Nærmiljøsententer legges i 1. etasje på sør- og østsiden.
- Arbeidsplasser for barnehage og BFT, samt en familieavdeling legges i en ny 3. etasje.
- Det må legges ny drenering rundt hele bygget.
- Tak over gymsal må rives og det legges inn nytt dekke over 2. etasje.
- Yttervegger og innervegger må i stor grad rives, og det gjennomføres miljøsanering av skadelige stoffer. Bygget får helt nytt klimaskall.
- Det tas hull i dekker for å etablere nye trapp forbindelser.
- Gulv i deler av 1. etasje fores opp for å ligge i plan med resten av etasjen.
- Nye overflater i alle lokaler.
- Nye svalganger og utvendige trapper foran barnegruppene på vestsiden.
- Tekniske fag: Nytt sanitæranlegg, nytt ventilasjonsanlegg, ny heis og nytt elektrisk anlegg.
- Betongdekkene er relativt tynne, dvs. 12-15 cm og man må i det videre arbeid vurdere behov for forsterkninger og tiltak mtp. akustikk.

Planforslaget fra ARK med riving, eksisterende og nybygg tiltak er vist i Figur 2.



Figur 2: Planforslaget fra ARK. Hentet fra Mulighetsanalyse for Trondheim Kommune 2023-2024.

2. FORUTSETNINGER

2.1 Systemgrenser

Klimagassberegning utarbeides iht. NS 3720:2018 *Metodikk for klimagassberegning for bygninger* og Miljødirektoratets veileder M-1941. Livsløpsstadiene inkluderte i beregningen er A1-D, se Tabell 1.

Tabell 1. Livsløpsstadier inkludert i klimagassberegning.

		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D
	Levetid (år)	Råvarer	Transport råvarer	Produksjon	Transport til byggeplass	Bygge- og monteringsarbeid	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utsifting	Ombygging	Energibruk i drift	Vannforbruk i drift	Transport i drift	Riving	Transport	Avfallsbehandling	Avhending	Utover systemgrenser*
NS 3720:2018	60	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	

* Presenteres separat. Omfatter utslipp utover bygningens livsløp.

Klimagassberegningen omfatter følgende poster:

- Byggeplass
- Materialer
- Energi i drift

Bygningsdelene som er inkludert i beregningen i henhold til NS 3720:2018 (basis-uten lokalisering) er bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451.

- 21 Grunn og fundamenter
- 22 Bærende konstruksjoner
- 23 Yttervegger
- 24 Innervegger
- 25 Dekker
- 26 Yttertak
- 27 Fast inventar (vanligvis ikke beregnet)
- 28 Trapper, balkonger og verandaer

2.2 Metoden og inndata

2.2.1 Beregningsverktøy

Klimagassberegning er utført i Excel og One Click LCA. One Click LCA er et verktøy for å analysere og kommunisere utslippskonsekvenser ved planlegging og prosjektering av bygg. Verktøyet følger Norsk Standard for klimagassberegninger (NS 3720:2018) og DFØ.

One Click LCA inkluderer et internt verktøy kalt *Carbon Designer* som genererer referansebygg basert på bygningstype, størrelse og grunnforhold. Referansebygget fungerer som et utgangspunkt, eller en 'baseline,' som det prosjekterte bygget kan sammenlignes med i senere faser.

Referansebyggets energibruk i drift, materialbruk og mengder blir generert i programvaren basert på data vist i Tabell 2.

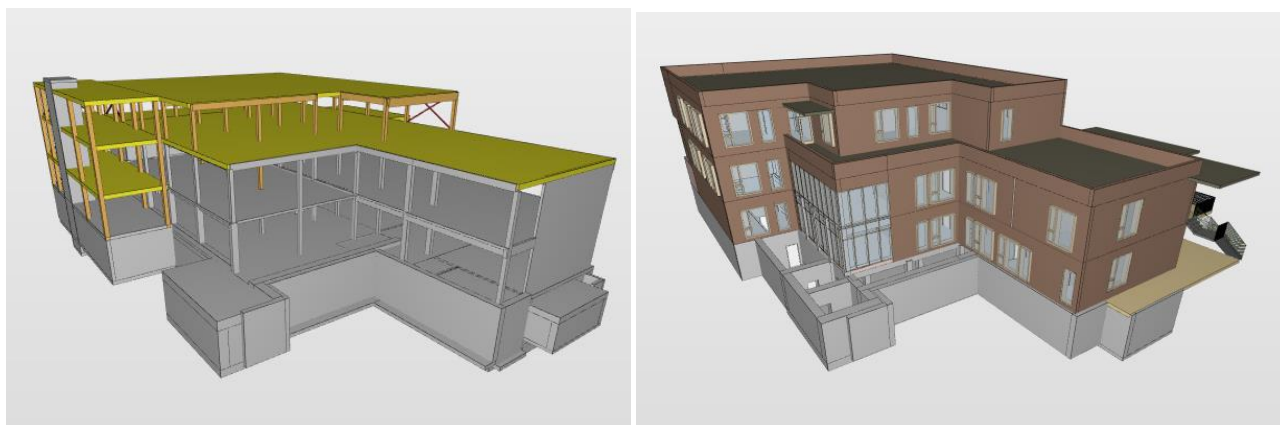
Tabell 2: Inndata.

Input nøkkeldata	
Bygningskategori i verktøyet	61 - Skole
BTA *	3 413 m ²
BRA	3 216 m ²
BRA – oppvarmet	2 412 m ²
Etasjer over bakken	3 etasjer
Underjordiske etasjer	1 etasjer (eksisterende)
Analyseperiode NS 3720	60 år

* BTA helt bygg, målet fra 3D-modellen.

2.2.2 Tilpasning av referansebygg

For å øke kvaliteten på beregningene og lage et referansebygg mer nøyaktig tilpasset til prosjektet, ble 3D-modellene fra ARK (*IFC Standard eksport.ifc* med dato 24.11.24) og RIB (*Voldsminde-barnehage_skisse_RIB.ifc* med dato 24.11.24) brukt til å måle byggets dimensjoner. 3D-modellene vises i Figur 3 nedenfor.



Figur 3: ARK- og RIB modell.

Geometridimensjonene ble lagt inn i verktøyet for å erstatte noen av de standarddimensjonene som verktøyet bruker for å beregne materialmengdene. Dette er spesielt viktig siden prosjektet er en rehabilitering, der mange eksisterende deler planlegges for ombruk.

Blant annet ble gulv på grunn, fundamenter og den eksisterende bærende konstruksjonen ekskludert fra beregningen, da det planlegges å ombrukes. Standarddimensjoner/-arealer for de nye bygge-delene ble justert til det faktiske tall: yttervegger, dekker, søyler, bjelker, balkonger, trapp og heis, vinduer, takdekke, blant andre. (se Tabell 3).

Derimot ble noen andre arealer, som himling og gulv, beholdt, siden det nye prosjektet inkluderer renovering av alle innvendige overflater.

En fullstendig oversikt over tilpasset- byggets dimensjoner finnes i Tabell 3 nedenfor:

Tabell 3: Tilpasning av referansebygg.

	Standard bygningsdimensjoner basert på BTA	Tilpassede bygningsdimensjoner	Enhet
Fundament			
Fundament	3 413	0	m2
Frostisolering	140	0	m
Gulv på grunn			
Gulv på grunn	853	0	m2
Struktur			
Dekke	2 560	923	m2
Søyler	319	289	m
Bjelker	504	353	m
Lastbærende innervegg	0	0	m2
Balkonger	0	32	m2
Trapp og heissjakt	15	75	m
Klimaskall			
Underjordiske vegger	533	533	m2
Yttervegger	1 070	1 077	m2
Kledning	1 070	1 077	m2
Vinduer	512	383	m2
Ytterdører	17	39	m2
Takdekke	853	925	m2
Tak	853	925	m2
Interiørmaterialer			
Innervegger	1 919	1 919	m2
Gulv	2 412	2 412	m2
Himling	2 412	2 412	m2

2.2.3 Materialvalg og mengde

Materialvalget kommer fra verktøyet basert på bygningstype og stedprofil (Norden). Materialmengden kommer fra bygningsdimensjonene som ble tilpasset (se kapittel 2.2.2).

Noen hovedmaterialer ble tilpasset prosjektet basert på det som er skrevet i dokumentet *Voldsminde mulighetsanalyse.pdf*. Øvrig miljødata og EPD-er benyttet er standard i verktøyet.

Kort oppsummering av materialene som er inkludert i beregningen er: Trebjelkelagsdekke, tresøyler, en blanding av trebjelker og stålbjelker, trebalkonger, trapp- og heissjakt i betong, bindingsverks-ytterveggsystem i tre, trekledning og murstein (fra eksisterende bygg), vinduer med tre-aluminiumskledning, tretaksystem, samt innvendige vegger med en blanding av bindingsverk med tre- og stålstendere.

Lokaliseringsmetode for materialproduksjon er deaktivert. Dette justerer materialproduksjonsprosessens utslipp for net-elektrisitet og energieffektivitet på prosjektstedet. Dette påvirker ikke materialer produsert i samme land.²

2.2.4 Transportdistanser, kapp og svinn, brukstid og byggeplass

Transportdistanser av materialer, kapp og svinn og brukstid er basert på DFØ profil, fastsatt av One Click LCA. Utslipp fra byggefasen er beregnet per bruttoareal med standardverdien for Norden i One Click LCA.

2.2.5 Energibruk

Levert energi er beregnet fra verktøyet basert på lokalisering, bygningstype og BRA-oppvarmet areal. I henhold til NS 3720 kreves det å utføre beregningen med to elektrisitet scenarioer for energiforbruk under drift. Utgangspunktet skal være gjennomsnittet av den norske forbruksmiksen de siste 3 år. For objektets levetid beregnes faktoren ved en lineær funksjon. Miljøprofilene fra Verktøyet ble brukt:

- Utslippsfaktoren for energi scenario 1 «*Electricity, Norway, 60 years forecasted average (IEA/NS3720 energy mix, projection from 2019-2021 average)*» er 0,0054 kgCO₂e/kWh.
- Utslippsfaktoren for energi scenario 2 «*Electricity, EU28 + Norway, 60 years forecasted average (IEA/NS3720 energy mix, projection from 2019-2021 average)*» er 0,0906 kgCO₂e/kWh.

Total beregnet levertenergi fra One Click LCA er 213 558 kWh/år.

² <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360014865559-Using-Materials-Manufacturing-Localisation>

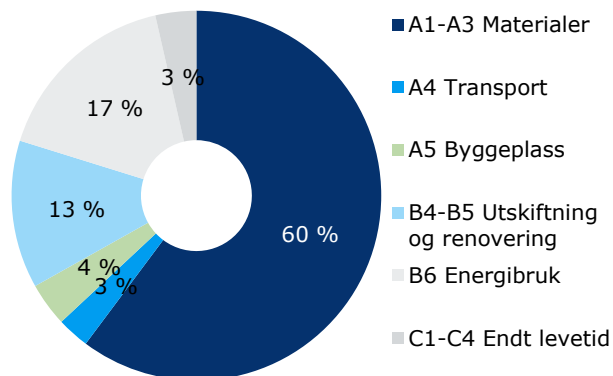
3. RESULTATER

3.1 Resultater oversikt per livsløpsstadier

Resultatene fra beregningen gitt fordeling på de ulike livsløpsstadiene i GWP (KgCO₂-e). Beregningene viser **413 588** KgCO₂-e totalt i Tabell 4.

Tabell 4: Resultater per livsløpsstadier (energiscenario 1 - Norge)

Livsløpsstadier	GWP KgCO ₂ -e
A1-A3 Materialer	249 042
A4 Transport	11 681
A5 Byggeplass	15 827
B4-B5 Utskiftning og renovering	53 502
B6 Energibruk	68 768
C1-C4 Endt levetid	14 768
D Utover livsløp	-68 306
Totalt (uten D)	413 588
Per BTA	121,2
Per BTA per år	2,0



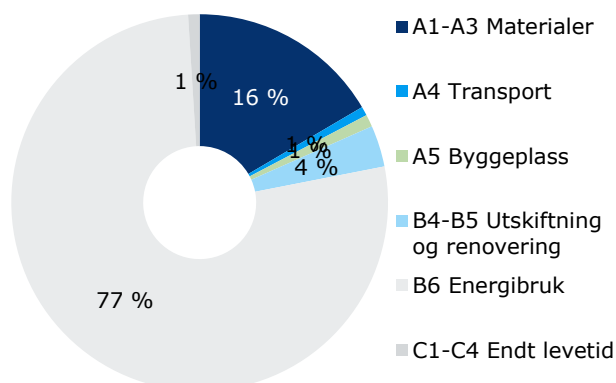
Figur 4: Resultater per livsløpsstadier (energiscenario 1- Norge)

Figur 4 viser at utslippene knyttes til Materialer stadiet (A1-A3) har de høyeste utslipp med ca. **60 %** av det totale i energiscenario 1 – Norge.

Resultatene fra beregningen for energiscenario 2 – Norge + EU28 viser **1 505 627** KgCO₂-e totalt i Tabell 5. Figur 5 viser at utslippene knyttes til energibruk (B6) har de høyeste utslipp med ca. **77 %** av det totale i energiscenario 2 – Norge + EU28. Grunnen er at miljøprofilen for Norge + EU28 har høyere utslipp per kWh enn Norge-profil, og dette akkumuleres gjennom byggets levetid.

Tabell 5: Resultater per livsløpsstadier (energiscenario 2 – Norge + EU28)

Livsløpsstadier	GWP KgCO ₂ -e
A1-A3 Materialer	249 042
A4 Transport	11 681
A5 Byggeplass	15 827
B4-B5 Utskiftning og renovering	53 502
B6 Energibruk	1 160 807
C1-C4 Endt levetid	14 768
D Utover livsløp	-68 306
Totalt (uten D)	1 505 627
Per BTA	441,1
Per BTA per år	7,4

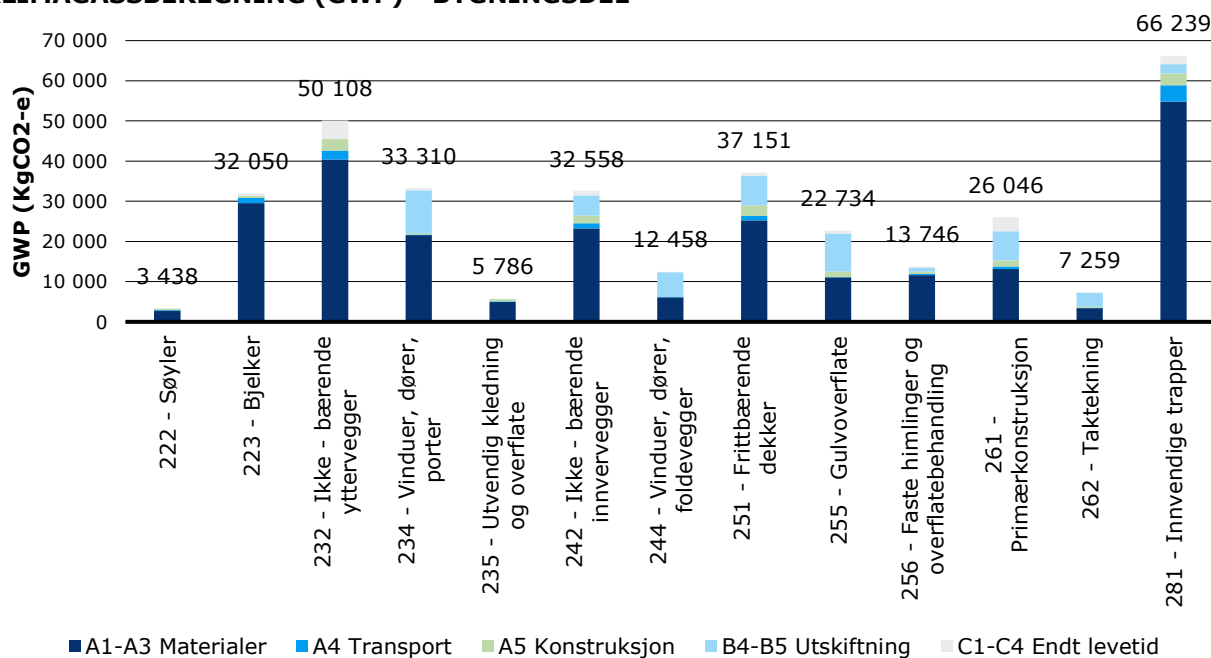


Figur 5: Resultater per livsløpsstadier (energiscenario 2 – Norge + EU28)

3.2 Resultater oversikt per bygningsdel

Figur 6 under viser klimagassutslipp per bygningsdel (for fasene A1-A5, B4-B5, C1-C4), energibruk i drift (B6) er ekskludert for å sammenligne de andre deler. Innvendige trapper og heissjakt (281) står for de høyeste utslippene, ettersom de er laget av betong og armering, som er materialer med høy klimagassintensitet. Nest størst utslipp er fra ikke bærende-yttervegger (232). Grunnen er hovedsakelig at det planlegges å bygge helt nytt klimaskall med stort areal.

KLIMAGASSBEREGNING (GWP) - BYGNINGSDEL

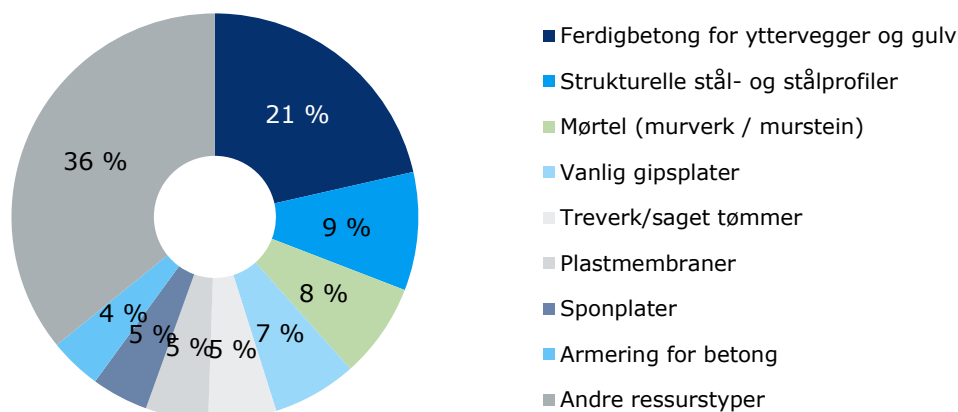


Figur 6: Resultater per bygningsdel

3.3 Resultater oversikt per materialtype

Når det gjelder materialer, viser Figur 7 viser at ferdigbetong har de høyeste utslippene med **21 %** av totalen. Årsaken er at det er et karbonintensivt materiale og at det er benyttet lavkarbonklasse C.

KLIMAGASSBEREGNING (GWP) - MATERIALER



Figur 7: Resultater per materialtype

Strukturelle stål- og stålprofiler har nest størst utslipp og gjelder den diagonale stålprofiler. Det ble antatt standard 60 % resirkulert innhold i stålet.

I kategorien "andre ressurstyper" finnes materialer som EPS, asfaltmembran, isolasjon, glass, blant annet.

4. OPPSUMERING

Det er i denne rapporten utarbeidet en klimagassberegning for ombygging av Voldsminde barnehage - reguleringsplan. Klimagassberegningen er utarbeidet iht. NS 3720:2018 *Metodikk for klimagassberegning for bygninger*.

Klimagassberegningen er estimert til **121** KgCO_{2e} /m² BTA for energi scenario 1 - norsk forbruksmix for elektrisitet for livsløpsfasene A1-A5, B4-B5, B6 og C1-C4. Når det sammenlignes utslipp på tvers av ulike livssyklusstadier, er det tydelig at materialfasen står for den største andelen. Bygningsdelene Innvendige trapper og heissjakt har de høyeste utslippene, hovedsakelig på grunn av bruken av betong og stål, som er materialer med høy karbonintensitet. Når resultatet sammenlignes med DFØs referanseverdier for nybygg, er resultatet lavere enn referanseverdien, hovedsakelig fordi Voldsminde barnehagen er et rehabiliteringsprosjekt og den bærende konstruksjonen og fundamentene ikke er inkludert. DFØ har en referanseverdi for skolebygg på **6,03** KgCO_{2e} /m²/50år, mens det er estimert **2,4** KgCO_{2e} /m²/50år for Voldsminde barnehage.

Når det gjelder energi scenario 2, er klimagassberegningen estimert til **441** KgCO_{2e} /m² BTA.

Det kan utarbeides ytterligere beregninger for å vurdere mulige tiltak som kan redusere klimagassutslippene liksom å bruke betong med lavere karbonintensitet (lavkarbonklass A/+ /Ekstrem), øke resirkulert innhold i stålkonstruksjonene og armering (til over 90 %), og erstatte trappene med tretrapper.

Prosjektet ombruker allerede mesteparten av det eksisterende bygget, noe som gir betydelige klimagassbesparelser. Muligheten for å ombruke enkelte elementer fra det eksisterende bygget, som tegl på fasadene, vil også bidra til ytterligere reduksjoner i karbonutslippene.