



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES

Multiconsult



KLIMAGASSBELASTNING FOR VVS-INSTALLASJONER

Beregning av klimagassutslipp knyttet til VVS-installasjoner
i Ydalir skole og barnehage, i samarbeid med FoU Grønn VVS

ZEN REPORT No. 52 – 2023



Jonas Rydtun Winsvold, Anders Reinertsen Liaøy,
Christian Steneng, Håvard Bergsdal og Arnkell Jonas Petersen



Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES

ZEN Report No. 52

Jonas Rydtun Winsvold (Multiconsult), Anders Reinertsen Liaøy (Multiconsult), Christian Steneng (Multiconsult), Håvard Bergsdal (SINTEF Community) og Arnkell Jonas Petersen (Multiconsult & NMBU)

KLIMAGASSBELASTNING FOR VVS-INSTALLASJONER

– Beregning av klimagassutslipp knyttet til VVS-installasjoner i Ydalir skole og en barnehage, i samarbeid med FoU Grønn VVS

Nøkkelord: Klimagass, LCA, VVS, HVAC, Tekniske installasjoner, Ydalir, Elverum
ISBN 978-82-536-1814-2

Norwegian University of Science and Technology (NTNU) | www.ntnu.no
SINTEF Building and Infrastructure | www.sintef.no

<https://fmezen.no>

Preface

Acknowledgements

This report has been written within the Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities (FME ZEN), in collaboration with the Innovation Project Grønn VVS. The authors gratefully acknowledge the support from the Research Council of Norway, the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), SINTEF, the municipalities of Oslo, Bergen, Trondheim, Bodø, Bærum, Elverum and Steinkjer, Trøndelag county, Norwegian Directorate for Public Construction and Property Management, Norwegian Water Resources and Energy Directorate, Norwegian Building Authority, ByBo, Elverum Tomteselskap, TOBB, Snøhetta, AFRY, Asplan Viak, Multiconsult, Civitas, FutureBuilt, Heidelberg Materials, Skanska, GK, NTE, Smart Grid Services Cluster, Statkraft Varme, Fornøybar Norge, Norsk Fjernvarme and partners in Grønn VVS.

The Research Centre on Zero Emission Neighbourhoods (ZEN) in Smart Cities

The ZEN Research Centre develops solutions for future buildings and neighbourhoods with no greenhouse gas emissions and thereby contributes to a low carbon society.

Researchers, municipalities, industry and governmental organizations work together in the ZEN Research Centre in order to plan, develop and run neighbourhoods with zero greenhouse gas emissions. The ZEN Centre has nine pilot projects spread over all of Norway that encompass an area of more than 1 million m² and more than 30 000 inhabitants in total.

In order to achieve its high ambitions, the Centre will, together with its partners:

- Develop neighbourhood design and planning instruments while integrating science-based knowledge on greenhouse gas emissions;
- Create new business models, roles, and services that address the lack of flexibility towards markets and catalyze the development of innovations for a broader public use; This includes studies of political instruments and market design;
- Create cost effective and resource and energy efficient buildings by developing low carbon technologies and construction systems based on lifecycle design strategies;
- Develop technologies and solutions for the design and operation of energy flexible neighbourhoods;
- Develop a decision-support tool for optimizing local energy systems and their interaction with the larger system;
- Create and manage a series of neighbourhood-scale living labs, which will act as innovation hubs and a testing ground for the solutions developed in the ZEN Research Centre. The pilot projects are Furuset in Oslo, Fornebu in Bærum, Sluppen and Campus NTNU in Trondheim, an NRK-site in Steinkjer, Ydalir in Elverum, Campus Evenstad, NyBy Bodø, and Zero Village Bergen.

The ZEN Research Centre will last eight years (2017-2024), and the budget is approximately NOK 380 million, funded by the Research Council of Norway, the research partners NTNU and SINTEF, and the user partners from the private and public sector. The Norwegian University of Science and Technology (NTNU) is the host and leads the Centre together with SINTEF.



<https://fmezen.no>



@ZENcentre



FME ZEN (page)

Sammendrag | Klimagassbelastning for VVS-installasjoner

Bygg regnes for å være en «klimakjempe» globalt og nasjonalt, og tekniske systemer utgjør en betydelig andel av klimagassutslippene. Det er i dag ikke vanlig praksis å inkludere tekniske systemer i klimagassberegninger for bygg, eller å hensynta klimagass ved valg av løsninger og materialer for tekniske systemer. For å oppfylle nasjonale og internasjonale målsetninger for utslippsreduksjon, må miljø vektlegges også her. Denne rapporten er en første beregning av VVS-systemers effekt på global oppvarming, for hele casebygg, utført med Multiconsults egenutviklede klimagassverktøy for VVS.

Ydalir er et større utbyggingsområde i Elverum og et caseprosjekt i ZEN. Rapporten tar for seg de tekniske systemene i skolen og barnehagen, basert på «som bygget»-modeller, og sammenstilt med bygningskropp og energibruk. Det er varierende kvalitet på tilgjengelige klimagassdata for VVS-utstyr, som medfører en usikkerhet. På bakgrunn av manglende underlag er utslippsberegninger kun gjort for utvalgte systemkategorier, samt kun for komponentenes produksjonsfase. Generelt viser miljødeklarasjoner for tekniske komponenter at klimagassutslippene fra produksjonsfasen utgjør den desidert største andelen av utslipp gjennom produktens livsløp. Derfor er det rimelig å argumentere for at resultatet av klimagassberegningene er representative også for hele livsløpet.

Rapporten viser at utslipp knyttet til VVS kan beregnes effektivt, med høy dekningsgrad og at VVS står for en vesentlig andel av casebyggenes totale utslipp. Derfor bør VVS-installasjoners klimagassbelastning beregnes, og løsningene optimaliseres.

Klimagassutslippet tilknyttet produksjon og utskiftning av tekniske systemer på Ydalir skole er 380 tonn CO₂-e. som tilsvarer 59 kgCO₂-e./BTA. Totalt for bygget, inkludert energi, utgjør materialer i det tekniske anlegget ca. 16 % av utslippet. For materialer alene utgjør de tekniske systemene 27 %.

Klimagassutslippet tilknyttet produksjon og utskiftning for de tekniske systemene på Ydalir barnehage er 145 tonn CO₂-e. som tilsvarer 68 kgCO₂-e./BTA. Beregningen viste tilsvarende resultater som for skolen. Utskiftning utgjør over halvparten av de totale utslippene knyttet til materialer. Det samme gjør ventilasjon som bygningsdel med 36 kg CO₂e./BTA, mens sprinklerrør er den enkeltkomponenten som står for størst utslipp.

Resultatene viser en differanse i spesifikt utslipp for materialer for de to byggene, hvor barnehagen har 9 kgCO₂-e./BTA høyere utslipp enn skolen. Differansen er i all hovedsak knyttet til sprinkler- og ventilasjonssystemene. Forskjellen for sprinkler kan være knyttet til antall sprinklerhoder og rørlengder, korrelert til romstørrelser. Bygg med flere rom som ikke går opp i dekningsarealet vil ha flere sprinklerhoder og mer føringsrør. Videre antas det at forskjellen i ventilasjonssystemene korrelerer med luftmengdene i byggene, som er 10,7 m³/hm² for barnehagen og 8,0 m³/hm² for skolen

Rapporten er både en del av ZEN-case Ydalir og en case for FoU Grønn VVS, og arbeidet er gjort i samarbeid mellom disse forskningsmiljøene. Involverte partnere er Multiconsult, SINTEF og NTNU.

Rapporten viser at klimagassutslipp knyttet til VVS-installasjoner kan beregnes effektivt og med høy dekningsgrad. Resultatet viser at klimagassutslippet utgjør både en betydelig størrelse og en vesentlig andel av casebyggenes totale utslipp. I byggeprosjekter bør utslipp for VVS-installasjoner derfor beregnes, og potensialet for optimalisering av løsninger med hensyn på klimagass antas å være stort.

Summary | Greenhouse gas impact for HVAC installations

Buildings are considered to be a “climate giant” globally and nationally, and technical systems account for a significant proportion of the greenhouse gas emissions. Presently it is not common practice to include technical systems in GHG calculations for buildings, or to take GHG emissions into account when designing solutions. In order to meet national and international climate goals for emission reduction, the climate must be emphasized also for technical systems. This report is a first calculation of HVAC systems impact on global warming, for whole buildings, done with Multiconsult’s climate emission calculation tool for HVAC.

Ydalir is a major development area in Elverum and a ZEN case. The report deals with the technical systems in the school and the kindergarten, based on “as built”-model, and compared with lifetime emissions from the building body and energy usage. The quality of obtainable GHG data for HVAC equipment varies and leads to uncertainty. Due to lack of data, calculations have only been made for selected system categories, and for the components’ production phase. In general, for environmental product declarations (EPDs) for technical components, GHG emissions from the production phase constitute by far the largest proportion of emission throughout the product’s lifespan. Therefore, it is reasonable to argue that the results also are representative of the entire life cycle.

The report shows that emissions from HVAC can be calculated effectively, with high coverage ratio, and constitute a significant part of the case buildings’ total. Therefore, the emissions from HVAC-installation should be calculated, and the solutions optimized.

The greenhouse gas emissions associated with production and replacement of the technical systems at Ydalir School are 380 tons of CO₂-e, equal to 59 kg CO₂-e./BTA. Of the total, including building body and energy, materials in technical installations account for approximately 16 % of emissions. For materials alone the technical system accounts for 27 %.

The greenhouse gas emissions associated with production and replacement for the technical systems at Ydalir Kindergarten are 145 tons CO₂-e, equal to 68 kg CO₂-e./BTA. The calculations showed similar results for the school. Replacement accounts for more than half of total emissions related to materials. The same applies to ventilation as a building part with 36 kg CO₂-e./BTA. The results also showed that sprinkler pipes are the single component category that represents the largest emissions.

The results show a difference in specific emissions for materials for the two buildings, where the kindergarten has 9 kg CO₂-e./BTA higher emissions than the school. The difference stems mainly from the sprinkler and ventilation systems. The difference for sprinklers seems to be related to the number of sprinkler heads and lengths of pipes, correlated to room size. Buildings with more rooms that do not go up into the coverage area will have more sprinkler heads and more guide pipes. Furthermore, it is assumed that the difference in the ventilation systems correlates with air volumes in the buildings, which are 10,7 m³/hm² for the kindergarten and 8,0 m³/hm² for the school.

The report is a case study for both ZEN and Grønn VVS, and the work has been done in collaboration between these research communities. Involved partners are Multiconsult, Sintef and NTNU.

The report shows that the greenhouse gas impact related with HVAC installations can be calculated, are of both a significant size and proportion of total emissions for the case buildings. It can therefore be argued that emissions associated with HVAC installations should be calculated. The potential for optimization of solutions regarding greenhouse gas emissions seems to be large.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-----------|
| PREFACE | 3 |
| SAMMENDRAG KLIMAGASSBELASTNING FOR VVS-INSTALLASJONER | 4 |
| SUMMARY GREENHOUSE GAS IMPACT FOR HVAC INSTALLATIONS | 5 |
| 1 INNLEDNING | 7 |
| 2 PROSJEKT VURDERT | 7 |
| 2.1 PROSJEKTERTE LØSNINGER..... | 8 |
| 2.2 FORUTSETNINGER FOR BEREGNINGEN | 8 |
| 3 KLIMAGASSBEREGNINGER | 8 |
| 3.1 METODE..... | 8 |
| 3.2 KLIMAGASSVERKTØY FOR VVS | 9 |
| 3.3 DATAUNDERLAG UTSLIPPSFAKTORER..... | 10 |
| 3.3.1 MATERIALER..... | 10 |
| 3.3.2 ENERGI..... | 10 |
| 3.3.3 TIDSHORISONT | 10 |
| 3.3.4 FUNKSJONELL EKVIVALENT | 10 |
| 3.3.5 LEVETIDER..... | 10 |
| 4 RESULTATER | 11 |
| 4.1 SKOLE | 11 |
| 4.1.1 TEKNISK SYSTEM..... | 11 |
| 4.1.2 TREFFPROSENT..... | 12 |
| 4.1.3 BYGGET TOTALT..... | 13 |
| 4.1.4 ENERGI..... | 13 |
| 4.1.5 TOTALT FOR SKOLE..... | 14 |
| 4.2 BARNEHAGE | 14 |
| 4.2.1 TEKNISK SYSTEM..... | 14 |
| 4.2.2 TREFFPROSENT..... | 16 |
| 4.2.3 ENERGI..... | 16 |
| 4.2.4 TOTALT FOR BARNEHAGE..... | 17 |
| 5 DISKUSJON | 18 |
| 6 KONKLUSJON | 19 |
| 7 FORSLAG TIL VIDERE ARBEID | 20 |
| VEDLEGG A – EPD-ER | 21 |
| VEDLEGG B - LEVETIDER | 23 |

1 Innledning

På verdensbasis står bygg- og anleggssektoren for omtrent 40% av energi- og prosessrelaterte utslipp, og denne andelen øker på grunn av befolkningsvekst. I Norge utgjør utslippene fra BAE-næringen omtrent 15 % av de nasjonale utslippene¹. En reduksjon i utslippene fra denne sektoren vil derfor være avgjørende for å oppnå de nasjonale målene om en 50% reduksjon av klimagassutslipp innen 2030 og 90-95% innen 2050.

Multiconsults analyser indikerer at VVS-anlegg utgjør mellom 20-40 % av klimagassbelastningen fra materialer i nybygg og opptil 80 % i rehabiliteringsprosjekter. Dette er grunnen til at Multiconsult har satt fokus på klimagassutslipp fra VVS-anlegg, både i et eget NFR støttet forskningsprosjekt Grønn VVS og i vår deltakelse i ZEN.

Denne rapporten er utarbeidet som en del av ZEN, men er også et caseprosjekt tilknyttet FoU Grønn VVS. Målet med samarbeidet har vært å dele kunnskap og skape synergier mellom de to forskningsprosjektene, hvilket det har gjort. Diskusjoner og deling av kunnskap har vært nyttig for begge parter og resultatene i denne rapporten viser viktigheten av et fokus på VVS-installasjoner for begge parter. I rapporten er det tekniske systemet i to nybygg vurdert, Ydalir skole og barnehage, som ble ferdigstilt i 2018. Rapporten beregner det faktiske systemet med "som bygget"-verdier for materialbruk basert på prosjekterte mengder fra modeller utarbeidet av Exigo VVS. For energibruk benyttes målte verdier for levert energi til byggene.

2 Prosjekt vurdert

Ydalir er et pilotprosjekt i ZEN, hvor nullutslipp-løsninger testes ut i praksis. Både skole og barnehage har svært lavt energiforbruk hvor begge oppnår energimerke mørkegrønn B i respektive bygningskategorier. Skolen er bygget etter passivhus-standarden og barnehagen med flere energibesparende tiltak. I det etterfølgende beskrives nødvendig underlagsdata for analyse av klimagassutslipp, og det henvises til premissrapporter for energi for ytterligere detaljer om løsninger i byggene.



Figur 1: Ydalir skole med Ydalir barnehage i bakgrunnen (kilde: Elverum kommune)

¹ Asplan Viak. Bygg- og anleggssektorens klimagassutslipp, 2019

Tabell 1: Arealoversikt for de to byggene Ydalir skole og barnehage

| Bygg | BRA [m ²] | BTA [m ²] |
|-----------|--------------------------|--------------------------|
| Skole | 6 007 | 6 474 |
| Barnehage | 1 732 | 2 140 |

2.1 Prosjekterte løsninger

Begge byggene benytter fjernvarme til oppvarming og konvensjonell sprinkler for brannsikkerhet. Ventilasjonssystemet for begge byggene er basert på omrøring med sentralavtrekk. Imidlertid har byggene ulike løsninger når det kommer til oppvarming og kjøling. Barnehagen har kun vannbåren gulvvarme for oppvarming og fem ventilasjonsaggregater uten kjøling. Skolen bruker hovedsakelig radiatorer for oppvarming, mens idrettshallen varmes opp via ventilasjonsanlegget. Garderobene på skolen bruker vannbåren gulvvarme for oppvarming. Skolen har også fem ventilasjonsaggregater uten kjøling.

2.2 Forutsetninger for beregningen

De tekniske systemene som vurderes i denne rapporten består av bygningsdelene 31, 32, 33 og 36, altså sanitær, varme, kjøling, brann og ventilasjon. Dette omtales ofte som VVS-anlegg og er videre definert som det tekniske systemet.

Prosjekterte mengder fra modeller utarbeidet av Exigo VVS har blitt brukt som underlag for beregningene.

For å kunne utføre beregningen er noen forenklinger gjort:

- Rørdeler er beregnet ved regresjon for hver deltype. Det er benyttet et utvalg rørdimensjoner mot kg per stykk rørdel som regresjonsdata.
- Tilleggsutstyr som ventiler, sluk, vifter o.l. er ikke medregnet.
- Gulvvarme er ikke modellert i modell og er derfor beregnet manuelt basert på soneplan/sløyfetegninger med en antatt rørdimensjon på 15 mm.
- Aggregater er ikke modellert i modell og er derfor beregnet manuelt basert på systemoversikt for luftbehandling.

Forenklingene medvirker til å øke usikkerheten. Dersom beregningene hadde vært utvidet, er det rimelig å anta at klimagassutslippene i varierende grad vil øke.

3 Klimagassberegninger

Livsløpsanalyser (LCA) er en metodikk for å systematisk vurdere alle prosesser som følger et produkt fra utvinning av råstoffer til endelig avhending av avfall. Dette omtales også gjerne som vugge-til-grav. En slik analyse kan vurdere ulike typer miljøpåvirkning, men brukes typisk til å vurdere klimagassutslippene for et produkt/materiale knyttet til hele materialets livsløp.

3.1 Metode

NS 3720, Metode for klimagassberegninger for bygninger, angir retningslinjene for utarbeidelse av klimagassberegninger for bygninger og bygningsdeler. Klimagassutslippene gjennom livsløpet er lineært organisert i moduler fra A til D (Tabell 2). Klimagassberegningens systemgrense definerer hvilke moduler (deler av livsløpet) som er inkludert i den enkelte beregningen, og er knyttet til

hensikten med beregningen. Der hensikten er å danne grunnlag for vurdering for ulike valg av materialer, bør modulene A1-A5, B1-B5 og C1-C4 og ev. D inkluderes, dersom informasjonen er tilgjengelig.

Klimagassberegninger for materialer gjøres med utgangspunkt i materialenes tredjepartssertifiserte miljødeklarasjoner (EPDer), eller dersom slike ikke er tilgjengelig – ved bruk av generiske data, gjennomsnittsdata eller på andre måter representative data.

Alle beregningene er utarbeidet som CO₂-ekvivalenter (GWP) per kg rør og per stykk for andre komponenter. Grunnet begrenset data for tekniske systemer er klimagassberegningen begrenset til produksjonsfasen og utskifting for rørkvalitetene som inngår i rapporten, såkalt «vugge-til-port» (A1-A3) og utskifting (B4).

Tabell 2: Faser i bygningens livsløp inndelt i moduler. Kilde: NS 3720

| Produktstadiet | | | Gjennomføringsstadiet | | Bruksstadiet | | | | | | | | Livsløpets slutt | | | | Konsekvenser utover systemgrensen |
|----------------|-------------------|------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------|-------------|------------|------------|-----------|--------------------|--|-------------------|------------------|-----------|-------------------|-----------|---|
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | C1 | C2 | C3 | C4 | D |
| Råvarer | Transport råvarer | Produksjon | Transport til byggeplass | Anleggs- bygge- og monteringsarbeid | Bruk | Vedlikehold | Reparasjon | Utskifting | Ombygging | Energibruk i drift | Vannforbruk i drift (ikke inkludert i NS 3720) | Transport i drift | Riving | Transport | Avfallsbehandling | Avhending | Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer og eksport av egenprodusert energi |
| X | X | X | | | | | | X | | | | | | | | | |

Rørssystemer omfatter mer enn selve rørene, som bend, T-stykker, overganger, klamring, tettemasser og lim. Derfor skal det i en EPD inkluderes tillegg som vil være nødvendig for et fullstendig rørsystem. Disse delene er i varierende grad medtatt for alle miljødeklarasjoner inkludert i dette data-grunnlaget, se kapittel 3.3.

Ettersom miljødeklarasjonene kun spesifiserer rørstrekk, er bend og rørdeler omregnet til lengdemeter. Denne omregningen medfører noe usikkerhet, men dette vil gjelde for alle rørkvaliteter som sammenliknes i denne rapporten.

3.2 Klimagassverktøy for VVS

Klimagassberegningene er utført med Multiconsult sitt internt utviklede beregningsverktøy for klimagassutslipp forbundet med VVS-tekniske installasjoner. Verktøyet er en «add-on» for Revit og er avhengig av at det tekniske systemet er modellert i Revit. Basert på miljødeklarasjoner og andre tilgjengelige utslippstall, beregnes klimagassutslippene for de ulike anleggsdelene. Videre benyttes utslippsfaktorene direkte i modellen hvor de kombineres med volum og mengdeberegninger for hver komponent. Resultater for klimagassutslipp knyttet til materialbruk i det tekniske systemet kan så hentes ut og behandles videre.

3.3 Dataunderlag utslippsfaktorer

3.3.1 Materialer

Det foreligger generelt i varierende, liten grad miljødeklarasjoner (EPDer) for tekniske systemer. For komponentene i anleggene vurdert her er det ikke benyttet prosjektspesifikke EPD. Det er benyttet produktspesifikke EPD'er for representative produkter. En oversikt over EPD'er som ligger til grunn for databasen er presentert i Vedlegg A.

3.3.2 Energi

Klimagass knyttet til energi er beregnet for målt levert energi. Dataene for den målte energibruken er hentet ut fra byggets SD-anlegg og er mottatt fra driftspersonell. Beregningene er gjort basert på forbruket i år 2021.

Både skolen og barnehagen får levert energi i form av fjernvarme og elektrisitet. Fjernvarmen leveres av Eidsiva Bioenergi sitt anlegg på Elverum. Anlegget benytter i hovedsak returtre (RT-flis) med fossil olje som spisslast. Det er benyttet en utslippsfaktor på 13,11 gCO_{2e}/kWh i samsvar med ZEN-rapport nummer 43².

Utslippsfaktoren for elektrisitet er hentet fra ovenfornevnte ZEN-rapport nummer 43, og er i samsvar med NS 3720:2018. Utslippsfaktoren EU28+NO (5) er basert på Europeisk forbruksmiks og er et gjennomsnitt for perioden 2015 til 2075. Faktoren er beregnet på bakgrunn av Eurostat og EUs Roadmap2050 til 136 gCO_{2e}/kWh/år.

3.3.3 Tidshorisont

Tidshorisonten for beregningen er satt til standard levetid for bygg på 60 år, iht. NS 3720.

3.3.4 Funksjonell ekvivalent

Klimagassberegningen er utarbeidet for klimatisering av 1 m² av bygningstypene skole og barnehage, over byggets levetid på 60 år.

3.3.5 Levetider

Forutsatte levetider for de modellerte komponentene er basert på standarden EN 15459-1, Annex D. For aggregater er det forutsatt en levetid på 20 år. En fullstendig oversikt er presentert i Vedlegg B. Generelt finnes det lite dokumentasjon, forskning og data på VVS-komponenters levetider, og det er derfor knyttet stor usikkerhet til forutsatte levetider.

² TEORI MØTER PRAKSIS – ER MILJØRIKTIGE BYGG ØKONOMISK GJENNOMFØRBARE?
Scenarioanalyse av konstruksjonsvalg på Ydalir

4 Resultater

I dette kapitlet presenteres beregnede klimagassutslipp for materialer i de tekniske systemene og den tilhørende energibruken.

4.1 Skole

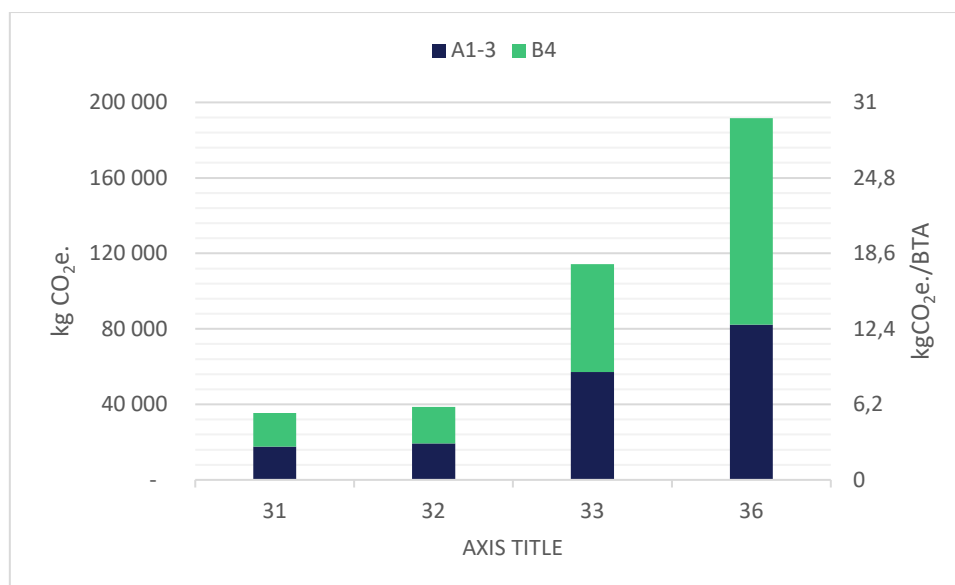
4.1.1 Teknisk system

Klimagassberegningen viser at klimagassutslippet fra produksjon og utskifting av det tekniske systemet på Ydalir skole er 379 992 kg CO₂-e. som tilsvarer 59 kgCO₂-e./BTA. Størrelsene og fordelingen mellom bygg og tekniske anlegg er illustrert i figur 5.

Fordelingen per modul og system fremgår av figur og tabell under. Den demonstrerer tydelig at utskifting har stor påvirkning på det totale utslippet for det tekniske anlegget over byggets levetid og utgjør her over halvparten av det totale utslippet knyttet til materialer. Klimagassutslippet ble også beregnet for hver bygningsdel, hhv. 31 Sanitær, 32 Varme, 33 Brannslukking og 36 Luftbehandling. Resultatet viser at ventilasjon utgjør den største andelen av utslippet med 191 624 kg CO₂e. (30 kgCO₂-e./BTA) som tilsvarer omlag halvparten av det totale utslippet.

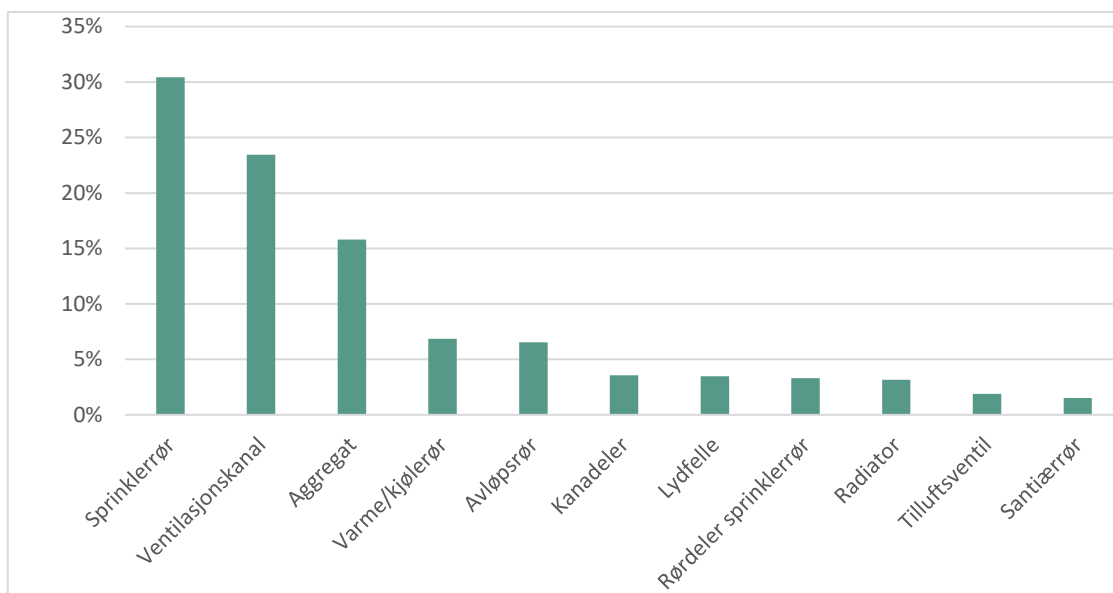
Tabell 3: Klimagassutslipp for Ydalir skoles tekniske system fordelt på livsløpsmodul og bygningsdel.

| Bygningsdel | A1-3 | B4 | Totalt | Tot [kgCO ₂ e./BTA] |
|---------------|---------|---------|---------|-----------------------------------|
| 31 | 17 688 | 17 688 | 35 376 | 5 |
| 32 | 19 326 | 19 326 | 38 653 | 6 |
| 33 | 57 170 | 57 170 | 114 339 | 18 |
| 36 | 82 272 | 109 352 | 191 624 | 30 |
| Total Teknisk | 176 456 | 203 536 | 379 992 | 59 |



Figur 2: Klimagassutslipp for Ydalir skoles tekniske system fordelt på livsløpsmodul og bygningsdel.

Videre er det gjort en beregning av andelen hver komponent utgjør av det totale utslippet for det tekniske systemet. Resultatene i figuren under presenterer kun komponenter som utgjør mer 1 % av det totale utslippet.



Figur 3: Prosentvis bidrag til det totale klimagassutslippet for det tekniske anlegget fordelt på enkeltkomponenter. Alle komponenter som utgjør under 1 % er ekskludert.

Sprinklerør utgjør det største enkeltposten for komponenter i anlegget, etterfulgt av ventilasjonskanaler og ventilasjonsaggregat. Når det gjelder rør- og kanaldeler utgjør kanaldeler 3,4 % av totalen, mens rørdeler for sprinkler utgjør 3,15 %. Rørdeler for øvrige rørsystemer som varme, kjøling, sanitær o.l. utgjør under 1 %.

4.1.2 Treffprosent

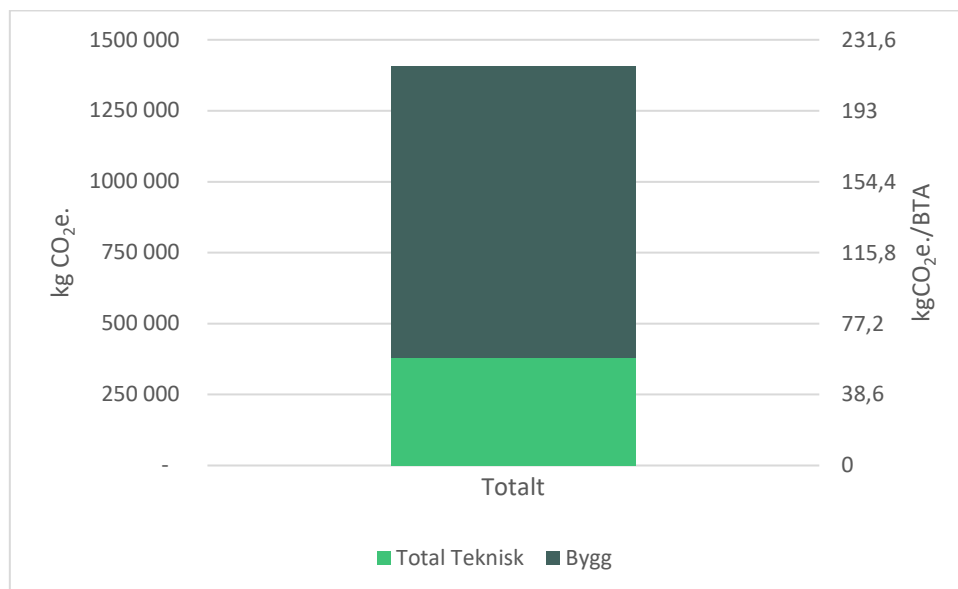
Det er gjort en analyse av andel VVS-komponenter i modellen som er beregnet. Resultatet er fordelt på meter og stykk fordi det ikke er sammenliknbart, ettersom antall meter er beregnet basert på masse, mens stykk baseres på antall. Dette gir ikke et fullstendig bilde på treffsikkerheten til verktøyet, men gir en indikasjon på omfanget. Alle komponenter som ikke er beregnet er gjennomgått og ansees å være neglisjerbare.

Tabell 4: En oversikt over treffprosent for beregningsverktøyet demonstrert som %-andel datapunkter i modellen som er inkludert i klimagassberegningen.

| Bygningsdel | [m] | [stk] |
|---------------|-------|-------|
| 31 | 100 % | 90 % |
| 32 | 100 % | 83 % |
| 33 | 100 % | 87 % |
| 36 | 99 % | 83 % |
| Total Teknisk | 100 % | 86 % |

4.1.3 Bygget totalt

Klimagassutslipp for hele bygget er hentet fra beregningen som ble gjort i byggeprosjektet for dokumentasjon av BREEAM-krav, «Ydalir skole Klimagassregnskap med vedlegg». I påfølgende figur er klimagassutslippet for det tekniske anlegget sammenstilt med resultatene for hele bygget, for å finne andelen av totalen som det tekniske systemet utgjør. Resultatet viser at for produksjon av materialer og utskiftning utgjør det tekniske systemet ca. 27 %.



Figur 4: Klimagassutslipp for Ydalir skole, fra produksjon og utskiftning [A1-A3 og B4] for bygget og det tekniske systemet stablet. Høyre akse viser spesifikt utslipp pr. areal.

Tabell 5: Klimagassutslippet fra produksjon og utskiftning [A1-A3 og B4] for bygget og det tekniske systemet samlet.

| | A1-3 | B4 | Totalt | Tot [kgCO ₂ e./BTA] |
|---------------|---------|---------|-----------|-----------------------------------|
| Total Teknisk | 176 456 | 203 536 | 379 992 | 59 |
| Bygg | 986 700 | 42 215 | 1 028 915 | 159 |
| Totalt | 176 456 | 203 536 | 1 408 907 | 218 |

4.1.4 Energi

Klimagassutslipp for Ydalir Skole knyttet til målt energiforbruk er presentert i tabellen under. Resultatet er oppgitt for hver energibærer og samlet.

Tabell 6: Energiforbruk og tilhørende klimagassutslipp basert på målte data fra 2022 for Ydalir Skole.

| Område | FV | EI | kg CO ₂ /år | kgCO ₂ | Tot [kgCO ₂ e./BTA] |
|------------------|---------|---------|------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Ventilasjon | 22 839 | 25 438 | 3 759 | 225 536 | 35 |
| Varme og kjøling | 80 304 | 3 114 | 2 787 | 167 218 | 26 |
| Teknisk totalt | 203 143 | 28 552 | 6 546 | 392 753 | 61 |
| Bygg generelt | 0 | 111 375 | 15 147 | 908 823 | 140 |
| Totalt levert | 194 155 | 139 928 | 28 239 | 1 301 576 | 201 |

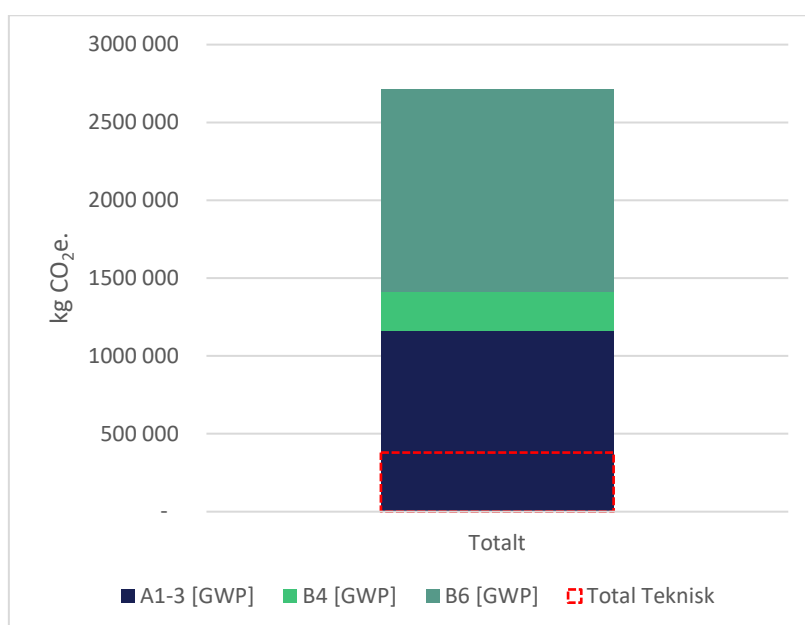
Energibruken i de tekniske systemene er i hovedsak oppvarming hvor det benyttes fjernvarme (FV). Selv om energiforbruket her er dobbelt så stort som for bygget for øvrig, har fjernvarmen nesten en tiendedel av klimagassutslippet. Derfor utgjør ikke de tekniske systemene den største andelen av klimagassutslippet fra energiforbruk for Ydalir Skole totalt sett.

4.1.5 Totalt for skole

Klimagassutslippet fra materialer i det tekniske anlegget er beregnet til å være 16 % av det totale utslippet til bygget, inkludert bygningskropp og energiforbruk.

Tabell 7: Klimagassutslippet for bygget og det tekniske systemet samlet, inkludert energiforbruk.

| Bygningsdel | A1-3 [GWP] | B4 [GWP] | B6 [GWP] | Tot [GWP] | Tot [kgCO ₂ e./BTA] |
|---------------|------------|----------|-----------|-----------|--------------------------------|
| Andel teknisk | 15 % | 83 % | 30 % | 16 % | 16 % |
| Totalt | 1 163 156 | 245 751 | 1 301 637 | 2 710 483 | 419 |

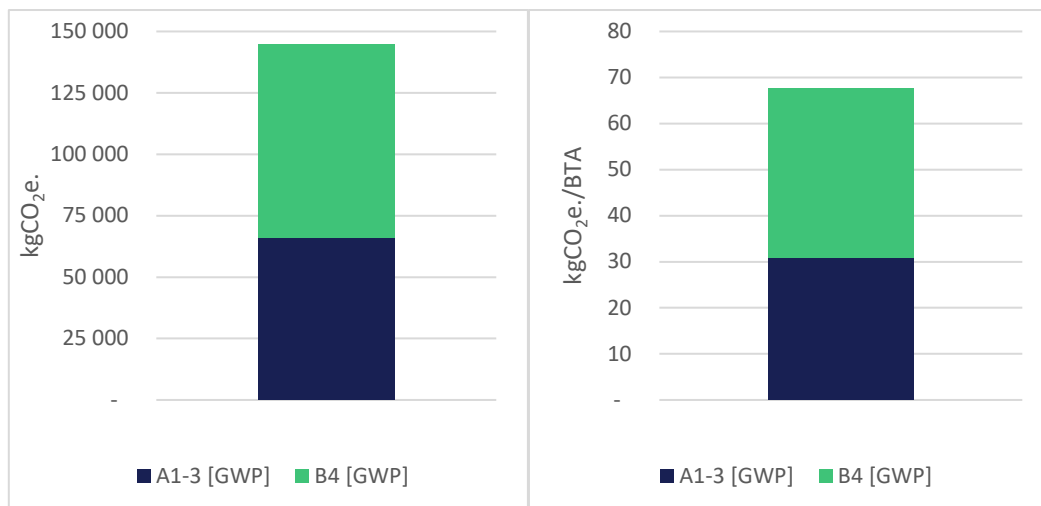


Figur 5: Klimagassutslippet totalt for materialer i bygget og det tekniske systemet samlet, inkludert energiforbruk. Andelen fra det tekniske systemet er indikert med rødstiplet linje.

4.2 Barnehage

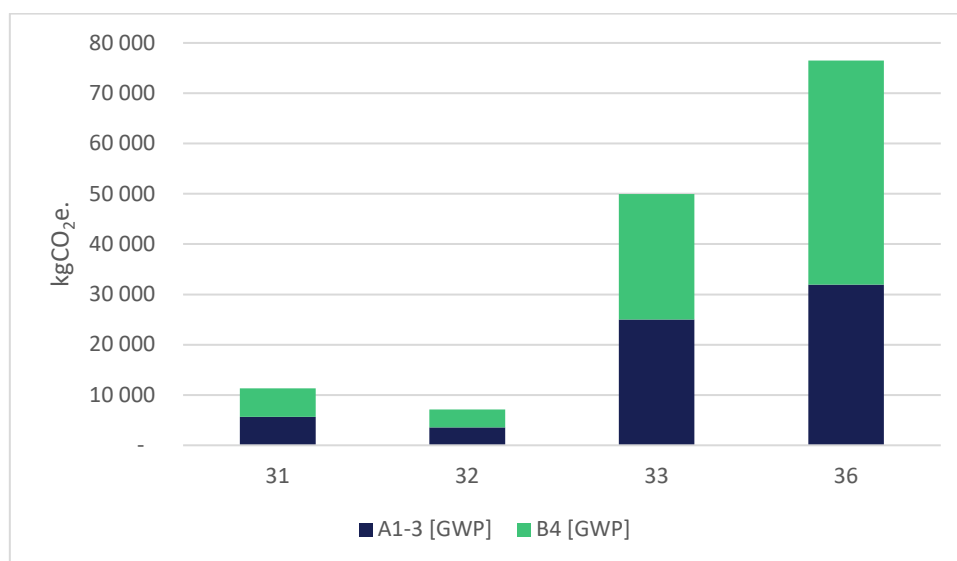
4.2.1 Teknisk system

Klimagassberegningen viser at klimagassutslippet fra produksjon og utskifting av det tekniske systemet på Ydalir barnehage er 144 928 kg CO₂-e., som tilsvarer 68 kgCO₂-e./BTA. Fordelingen er vist i figuren under. Den demonstrerer tydelig at utskifting har stor påvirkning på det totale utslippet over byggets levetid og utgjør her over halvparten av totalen.



Figur 6: Klimagassutslippet for det tekniske systemet på Ydalir barnehage fordelt på livsløpsmodul. Til venstre: totalt for hele anlegget. Til høyre: spesifikt utslipp pr areal.

Klimagassutslippet ble også beregnet for hver bygningsdel, hhv. 31 sanitær, 32 varme, 33 brann og 36 ventilasjon. Resultatet viser at ventilasjon utgjør det største andelen av utslippet med 76 527 kg CO₂e (36 kgCO₂-e./BTA) som tilsvarer ca. halvparten av det totale utslippet. Fordelingen per system er demonstrert i figur og tabell under.

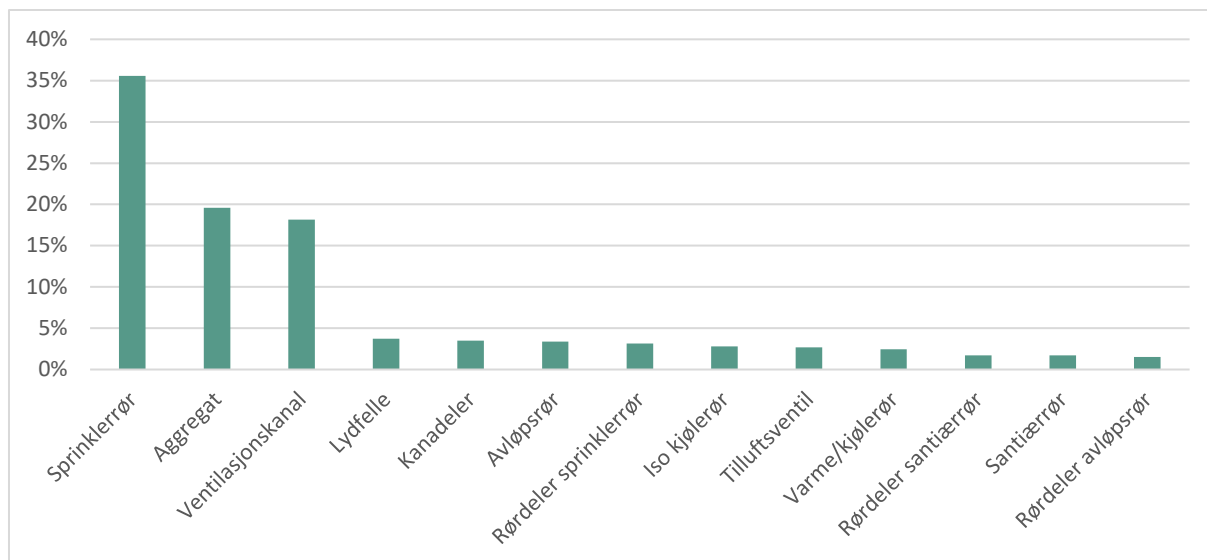


Figur 7: Klimagassutslippet for tekniske systemer på Ydalir barnehage, fordelt på livsløpsmodul og bygningsdel.

Tabell 8: Klimagassutslipp for tekniske systemer på Ydalir barnehage, fordelt på livsløpsmodul og bygningsdel.

| Bygningsdel | A1-3 [GWP] | B4 [GWP] | Tot [GWP] | Tot [kgCO ₂ e./BTA] |
|-----------------------|---------------|---------------|----------------|--------------------------------|
| 31 | 5 656 | 5 656 | 11 313 | 5 |
| 32 | 3 551 | 3 551 | 7 102 | 3 |
| 33 | 24 993 | 24 993 | 49 985 | 23 |
| 36 | 31 931 | 44 596 | 76 527 | 36 |
| Teknisk totalt | 66 131 | 78 796 | 144 928 | 68 |

Videre er det gjort en beregning av andelen hver komponent utgjør av det totale utslippet for det tekniske anlegget. Resultatene i figuren under presenterer kun komponenter som utgjør mer 1 % av det totale utslippet.



Figur 8: Prosentvis bidrag til det totale klimagassutslippet for det tekniske anlegget i Ydalir skole, fordelt på enkelt-komponenter. Alle komponenter som utgjør under 1 % er ekskludert.

Sprinklerrør utgjør det største enkeltposten for komponenter i anlegget, etterfulgt av ventilasjonsaggregat og ventilasjonsskanaler. Når det gjelder rør- og kanaldeler utgjør kanaldeler 3,4 % av totalen, mens rørdeler for sprinkler utgjør 3,15 %. Rørdeler for øvrige rørsystemer som varme, kjøling, sanitær o.l. utgjør under 1 %.

4.2.2 Treffprosent

Det er gjort en analyse av andel VVS-komponenter i modellen som er beregnet. Resultatet er fordelt på meter og stykk fordi det ikke er sammenliknbart, ettersom antall meter er beregnet basert på masse, mens stykk baseres på antall. Dette gir ikke et fullstendig bilde på treffsikkerheten til verktøyet, men gir en indikasjon på omfanget. Alle komponenter som ikke er beregnet er gjennomgått og ansees å være neglisjerbare.

Tabell 9: En oversikt over treffprosent for beregningsverktøyet demonstrert som %-andel datapunkter i modellen som er inkludert i klimagassberegningen.

| Bygningsdel | m | stk |
|---------------|-------|-------|
| 31 | 100 % | 96 % |
| 32 | 100 % | 100 % |
| 33 | 100 % | 86 % |
| 36 | 100 % | 95 % |
| Total Teknisk | 100 % | 91 % |

4.2.3 Energi

Klimagassutslipp knyttet til målt og beregnet energiforbruk er presentert i tabellen under. Resultatet er oppgitt for hver energibærer og samlet.

Tabell 10: Energiforbruk og tilhørende klimagassutslipp basert på målte data fra 2022 for Ydalir Barnehage.

| Område | FV | El | kg CO ₂ /år | kgCO ₂ | Tot [kgCO _{2e} /BTA] |
|------------------|---------|--------|------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Ventilasjon | 34 132 | 3 088 | 867 | 52 045.48 | 24 |
| Varme og kjøling | 92 093 | 27 952 | 5 009 | 300 516.73 | 140 |
| Teknisk totalt | 126 225 | 31 040 | 5 876 | 352 562 | 165 |
| Bygg generelt | 0 | 49 619 | 6 748 | 404 893 | 189 |
| Totalt levert | 126 225 | 80 659 | 18 500 | 757 455 | 354 |

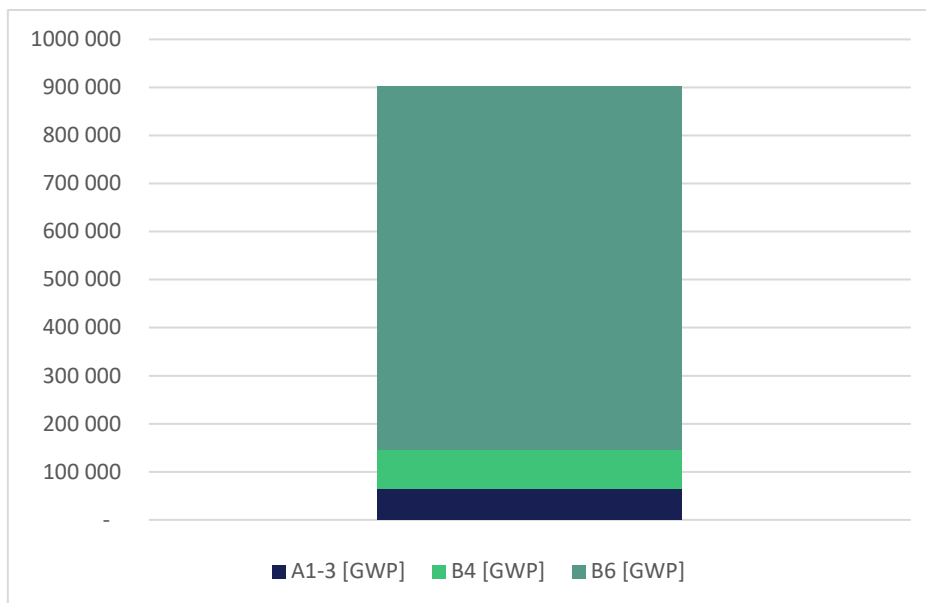
Energibruken i de tekniske systemene er i hovedsak oppvarming hvor det benyttes fjernvarme (FV). Selv om energiforbruket her er dobbelt så stort som for bygget for øvrig, har fjernvarmen nesten en tiendedel av klimagassutslippet til elektrisitet. Derfor utgjør ikke de tekniske systemene den største andelen av klimagassutslippet fra energiforbruk for Ydalir Barnehage totalt sett.

4.2.4 Totalt for barnehage

Klimagassutslipp for den øvrige bygningskroppen var ikke mulig å harmonisere med resultatene for de tekniske anleggene utarbeidet her. Mottatte LCA-resultater for barnehagen inneholder en totalsum for materialer og energi, der det ikke var mulig å skille ut de to delene. Det var derfor ikke mulig å vurdere hvor stor andel av de totale utslippene, som de tekniske systemene står for. I tabellen og figuren under er kun tilgjengelige data for energi og materialutslippene for tekniske anlegg sammenstilt.

Tabell 11: Klimagassutslipp for det tekniske systemet og for energiforbruket for hele bygget.

| Bygningsdel | A1-3 [GWP] | B4 [GWP] | B6 [GWP] | Tot [GWP] | Tot [kgCO _{2e} /BTA] |
|---------------|------------|----------|----------|-----------|-------------------------------|
| Total Teknisk | 66 131 | 78 796 | 0 | 144 928 | 68 |
| Energi | | | 757 455 | 757 455 | 354 |



Figur 9: Totalt klimagassutslipp for det tekniske anlegget og energiforbruk for hele bygget. Utslipp knyttet til materialforbruk i bygningskroppen er ikke inkludert.

5 Diskusjon

Klimagassberegningene er begrenset til produksjonsfasen (A1–A3) og utskifting (B4). Dette fordi flere av miljødeklarasjonene er begrenset til kun produksjonsfasen. Utskifting er beregnet med forutsatte levetider og gir en indikasjon på bidraget fra denne modulen. Gjenvinningsgrad og monteringsarbeid er ikke inkludert. Generelt viser miljødeklarasjoner for ulike komponenter at klimagassutslippene fra produksjonsfasen utgjør majoriteten av utslipp gjennom produktenes livsløp. Dette skyldes energikrevende råvareutvinning og foredling. Derfor er det rimelig å argumentere for at resultatet av klimagassberegningene er representative også for hele livsløpet. Dersom beregningene hadde vært utvidet er det rimelig å anta at klimagassutslippene i varierende grad vil økt.

Variierende kvalitet på miljødeklarasjoner og klimagassdokumentasjon medfører en usikkerhet. Generelt for VVS-komponenter er ofte generiske utslippstall høyere enn hva som er oppgitt i produktspesifikke EPDer. Utskifting utgjør den største livsløpsmodulen i disse beregningen. Dette er svært avhengig av levetiden som forutsettes. Her foreligger det lite informasjon og det er derfor stor usikkerhet knyttet til dette utslippet.

De tekniske systemene krever mye energi i drift, men dette er forårsaket av de funksjonene som anleggene yter. Det er i denne sammenheng verdt å bemerke at disse konkrete byggene er svært optimaliserte med hensyn på å redusere energibehov, sammenlignet med bransjestandard. Andre energiforsynings-, -distribusjons og -avgivere vil kunne påvirke både størrelser og fordeling mellom energiposter i betydelig grad.

Utslipp for rørdeler er beregnet manuelt ved ekstrapolering, som beskrevet i Kapittel 2.2. Andelen hver komponent utgjør av materialutslippene er vist i Figur 4 og Figur 9, og viser at rørdeler for sprinkler utgjør 3,15 %. Rørdeler for øvrig rørsystemer som varme, kjøling, sanitær utgjør under 1 %. Rørdeler utgjør en liten andel av totale utslipp og usikkerheten har derfor liten påvirkning på totalen.

Barnehagen har et større energiforbruk enn skolen, med et spesifikt utslipp på 354 kgCO₂e./BTA fra energi. Til sammenlikning har skolen et utslipp på 201 kgCO₂e./BTA fra energi. Differansen er som forventet ettersom barnehager generelt har høyere spesifikt energiforbruk enn skoler, og som gjenspeiles i energirammen i TEK17. Det er ikke mulig å sammenlikne energiforbruket for de tekniske installasjonene i de to byggene, fordi de tilhører to ulike bygningskategorier.

Ser man på materialbruk isolert har barnehagen et større spesifikt utslipp på 68 kgCO₂e./BTA, sammenliknet med skolen på 59 kgCO₂e./BTA. Det fremgår av Tabell 3 og Tabell 8 at systemene 33 Sprinkler og 36 Ventilasjon er driverne bak denne forskjellen. Ved å sammenlikne Figur 4 og Figur 9 er det aggregater som utgjør den største forskjellen i bidrag til utslipp for de to byggene. Det antas at dette korrelerer med luftmengder i byggene, ettersom prosjektert luftmengde er 10,7 m³/hm² for barnehagen, mot 8,0 m³/hm² for skolen.

Forskjellen i utslipp knyttet til sprinkler, mellom skole og barnehage, antas relatert til en relativ forskjell i antall sprinklerhoder og lengde rør. Antallet hoder som er nødvendige er avhengig av hvor godt størrelsen på rommene går opp i dekningsarealet per hode. Bygg med flere rom som ikke går opp i dekningsarealet, vil ha flere sprinklerholder, samt at flere rom krever mer fordelingsrør og føringsrør.

Det er også gjort en overordnet kvalitativ vurdering av det modellert sprinkleranlegget for begge byggene, hvor det ble vurdert at det er et vesentlig optimaliseringspotensial for materialbruk. Sprinkleranlegget er konservativt prosjektert og dimensjonert, som medfører at det er brukt flere hoder, større rør og mer materialer enn hva minimumskrav tilsier. Med hensyn på miljø synes det å være stort optimaliseringspotensiale her, blant annet ved å optimalisere dekningsområde, dimensjoner og nedtrapping av dimensjoner.

6 Konklusjon

Dokumentasjon av klimagassutslipp er relativt nytt i VVS-bransjen og kvaliteten på tilgjengelige miljødeklarasjoner og utslippsdata er svært varierende. Beregningene i denne rapporten er kun gjort for produksjonsfasen og utskiftning av det tekniske systemet, men dette er også den fasen hvor utslippene generelt er størst. Det er derfor rimelig å anta at utslippenes størrelsesorden er overførbart til fullt livsløp. Beregningene gjort i denne rapporten er det beste som er mulig med dagens underlag, inntil bedre dokumentasjon foreligger. Bedre tilgang på produktspesifikke EPDer kan medføre en reduksjon i klimagassutslipp, mens en enda grundigere beregning av flere systemer og komponenter kan medføre en økning.

Klimagassberegningene i denne rapporten tyder på at ventilasjonsanlegget står for det største bidraget til klimagassutslipp fra materialbruk i det tekniske systemet. Dette gjelder begge byggene analysert her, både for oppvarming med radiator og med gulvvarme. Sprinklerrør er enkeltkomponenten med størst utslipp uavhengig av system.

Energibruk utgjør en vesentlig andel av utslippet over 60 år og er svært avhengig av utslippsfaktor for energivaren. Det tekniske systemet i de to byggene står for det største forbruket av energi, men benytter i hovedsak fjernvarme med lavt klimagassutslipp. Derfor står klimagassutslippet fra energibruk i det tekniske systemet for et mindre utslipp energiforbruket i bygget for øvrig.

Klimagassutslippet knyttet til produksjon og utskiftning av tekniske systemer på Ydalir Skole er 379 992 kg CO₂-e. som tilsvarer 59 kgCO₂-e./BTA. Beregningen viste at utskiftning står for over halvparten av dette utslippet, hvor antatte levetider har stor påvirkning på resultatet. Videre viste beregningene at ventilasjon står for de største utslippene av bygningsdelene på to-siffernivå for VVS. Resultatet viser at ventilasjon utgjør 30 kg CO₂e./BTA, i hovedsak kanaler og aggregater, som tilsvarer ca. halvparten av det totale utslippet. Resultatet viste også at sprinklerrør er den enkeltkomponenten som står for størst utslipp. Resultatet fra beregningen ble også sammenstilt med utslippet for hele bygget. Totalt sett for bygget, inkludert energi, utgjør det tekniske anlegget ca. 16 % av utslippet. Ser man kun på materialer utgjør det tekniske systemet 27 %.

Klimagassutslippet tilknyttet produksjon og utskiftning for det tekniske systemet på Ydalir barnehage er 144 928 CO₂-e. som tilsvarer 68 kgCO₂-e./BTA. Beregningen viste tilsvarende resultater som for skolen. Utskiftning utgjør over halvparten av de totale utslippene knyttet til materialer. Det samme gjør ventilasjon som bygningsdel med 36 kg CO₂e./BTA. Resultatene for skolen viste at sprinklerrør utgjør den største enkel posten.

Rapporten viser at klimagassbelastningen knyttet til VVS-installasjoner kan beregnes med dagens tilgjengelige produktspesifikke miljøvaredeklarasjoner (EPD-er), dersom det benyttes representative EPDer for tilsvarende produkter som de som er valgt. Med Multiconsults egenutviklede klimagassverktøy for VVS, kan dette gjøres effektivt, basert på modeller. Utslippene knyttet til VVS-installasjoner i de to casebyggene er av betydelige størrelser og utgjør vesentlige andeler av de totale utslippene for byggene. På bakgrunn av rapporten ansees det som mulig og viktig å beregne klimagassutslipp knyttet til VVS i alle prosjekter, der dette er relevant. Videre bør klimagass hensyntas ved valg av løsninger og materialer i VVS-installasjoner.

7 Forslag til videre arbeid

Klimagassdokumentasjon for produkter og levetider antas å være de to største kildene til usikkerhet i klimagassberegningene som er utført. Det må derfor jobbes videre med å styrke og utvide underlaget av miljøvaredeklarasjoner (EPDer). Samtidig bør muligheten for å utforske større deler av livsløpet vurderes.

Utskiftning utgjør den største utslippsposten over 60 år. Dette er svært avhengig av levetiden som forutsettes. Her foreligger det lite informasjon og det bør arbeides med å utvide dokumentasjonene av forventede levetider. I tillegg bør det arbeides med tiltak for å forlenge levetider for å redusere klimagassutslipp.

Tidligere studier har indikert at radiatorer står for en stor del av utslippet, noe som ikke samsvarer med resultatet her. Dette kan være et resultat av type radiatorer som er valgt. Denne diskrepans indikerer at dette bør studeres nærmere.

Vedlegg A – EPD-er

| EPD nr | Navn | Leverandør |
|----------------------------------|--|--------------------------------|
| NEPD-2144-971-NO | Sirkulære ventilasjonskanaler | Ventistål |
| NEPD-2989-1669-EN | Circular ventilation duct, folded | Lindab |
| NEPD-1696-683-NO | Glava glassull | Glava |
| NEPD-2055-925-EN | ROCKWOOL stone wool thermal insulation | Rockwool |
| NEPD-1815-769-EN | CLIMPIPE Section Alu2 | Isover |
| EPD-GLV-20190093-IBC1-EN | Glavaflex | Glava |
| EPD-ARM-20180012-IBB1-DE | Armaflex Ultima insulation for building equipment and industrial installations | Armacell |
| S-P-03680 | Swegon Ceiling Diffuser 600 | Swegon |
| S-P-03263 | Swegon CLA-A-125-500 | Swegon |
| S-P-03574 | Swegon Comfort module PARASOL 1200 | Swegon |
| S-P-03681 | Swegon Ceiling Plenum Box ALS | Swegon |
| SCGA-00084-V01.01-FR, 27483 | Radiant heating panel, 5.36 kg/unit, EMOTION 4 - 423886 (Groupe Atlantic) | Groupe Atlantic |
| DDTH-00004-V01.01-FR | Hot water radiator, horizontal panel, for wall mounting | Thermor |
| SCGA-00078-V01.02-FR | Hot water radiator, 12.92 kg/unit | Thermor |
| INIES_DSPR20201130_194806, 24490 | Fire sprinkler, 0.072 kg/unit, DONNEE PAR DEFAULT (DED) Hot-dip galvanized steel sheets, recommended sheet steel thickness range: 0.4-3.0 mm (0.015-0.12 in), zinc coating: 20 µm (787.4 µin) (0.28kg/m ² / 0.057 lbs/ft ² sheet steel) | DED |
| One Click LCA | | One Click LCA |
| INIES_DROB20200320_180515, 16291 | Cast iron globe valves, DN = 50 mm, 15kg, DONNEE PAR DEFAULT (DED) | DED |
| INIES_DVAN20190903_095833, 12223 | Balancing brass valve, 2.3 kg/unit, DONNEE PAR DEFAULT (DED) | DED |
| INIES_DROB20180223_160531, 7986 | Thermostatic radiator valve (MDEGD) | MDEGD |
| INIES_DTUB20200414_112555, 16400 | Steel pipes for heating and cooling system, DN=32mm, 3.17 kg/m, DONNEE PAR DEFAULT (DED) | DED |
| One Click LCA | Pipesystem, hot and cold water supply, PEX, per m ² GFA, 0.13 kg/m ² | One Click LCA |
| S-P-01646 | Rifeng PEX pipes | Reifeng Weiland Werke AG |
| EPD-WIE-20150210-IBE1-DE | Kobberrør | Saint-Gobain PAM |
| S-P-02014 | SMU PLUS støpejernsrør | |
| EPD10069 | Polpropylene (PP-R) Pressure Piping Systems | aquathermGmbH |
| GEB_EPД_6178687499 | Geberit Silent-db20 pipes | Geberit |
| GEB_EPД_6178737163 | Geberit Silent-PP | Geberit |
| GEB-EPD-6178761227 | Geberit Silent-Pro | Geberit |
| GEB_EPД_6178683915 | Geberit PE | Geberit |
| INIES_DSPR20201130_194806, 24490 | Fire sprinkler, 0.072 kg/unit | DED |
| One Click LCA | Air exchanger+heat recovery, 190 liters / s | One Click LCA |
| One Click LCA | Air exchanger+heat recovery, 190 liters / s | One Click LCA |
| VIMP-00005-V01.01-FR, 27764 | Air handling unit (AHU), air input/extraction only, 38 kg/unit, 1170 m ³ /h, KMDT | VIM |
| NIES_DCAR20191220_143818, 13717 | ECOWATT 12 DB Référence: 250231 (VIM) Butterfly valve, fire suppressing, Diam.=100mm | DED |
| egendefinert | Sprinklerhode rustfritt stål | PrevPex Grundfos Holding |
| EPD-GRU-20180144-CCC1-EN | MAGNA3 25-40 (Cast iron) | Grundfos Holding |
| EPD-GRU-20180144-CCC1-EN | MAGNA3 25-60 (Cast iron) | Grundfos Holding |
| EPD-GRU-20180144-CCC1-EN | MAGNA3 25-80 (Cast iron) | Grundfos Holding |

| | | |
|--------------------------|---|-------------------|
| EPD-GRU-20180144-CCC1-EN | MAGNA3 25-100 (Cast iron) | Grundfos Holding |
| EPD-GRU-20180144-CCC1-EN | MAGNA3 25-120 (Cast iron) | Grundfos Holding |
| GEB EPD 8914345227 | Mapress | Geberit |
| egendefinert | STEEL PIPE AND FIRE SPRINKLER PIPE | Wheatland tube |
| NEPD-1506-513-NO | Grunnavløps- og overvannsrør med homogen rørvegg i PVC | Pipelife Norge AS |
| NEPD-3265-1906-NO | PE 100 Robustline RC trykkrør | Pipelife Norge AS |
| NEPD-15050-513-NO | Grunnavløps- og overvannsrør med homogen rørvegg i PP | Pipelife Norge AS |
| NEPD-2145-971-NO | Rektangulære ventilasjonskanaler | Ventistål |
| NEPD-2147-970-EN | Product-specific Type III EPD of Cimberio valves | Cimberio valves |
| S-P-05388 | Swegon CASA W3xs (288 m ³ /h) | Swegon |
| S-P-05389 | Swegon CASA W5 (468 m ³ /h) | Swegon |
| S-P-05390 | Swegon CASA R2 (216 m ³ /h) | Swegon |
| S-P-05391 | Swegon CASA R3 (288 m ³ /h) | Swegon |
| S-P-05391 | Swegon CASA R3 (288 m ³ /h) | Swegon |
| S-P-05391 | Swegon CASA R5 (432 m ³ /h) | Swegon |
| S-P-05391 | Swegon CASA R5H (432 m ³ /h) | Swegon |
| S-P-05392 | Swegon CASA R15v (1710 m ³ /h) | Swegon |
| S-P-05393 | Swegon CASA R9V (871 m ³ /h) | Swegon |
| S-P-05063 | Swegon GOLD RX 12 (720 m ³ /h - 5040 m ³ /h) | Swegon |
| OCLCA | Circular duct fan R-100, galvanized steel (RUUKKI) (240 m ³ /h) | - |
| CLCA | Circular duct fan R-315, galvanized steel (RUUKKI) (1735 m ³ /h) | - |

Vedlegg B - Levetider

| Component (English name) | Komponent (Norwegian name) | Life span (Min- Max) [years] | Levetid snitt |
|---|---|------------------------------------|------------------|
| Duct system | Kanalsystem | 30 | 30 |
| Pipes, copper, Piping systems, Pipes, steel in closed system, Pipes, stainless steel | Rørsystemer, kobberør, stålrør, rustfritt | 30 | 30 |
| Pipes, plastic | Plastrør | 50 | 50 |
| Pipes, steel in open system | Åpent rørsystem stål (mindre vanlig) | 15 | 15 |
| Diffusers and Extract air terminals | Tillufts- og avtrekksventil | 20 | 20 |
| Sound traps / Attenuator | Lyddemper/lydfelle (ventilasjon) | 30 | 30 |
| Dampers, manual | Spjeld, manuelt | 20 | 20 |
| Dampers with control motors | Spjeld, motorisert | 15 | 15 |
| Fire dampers | Brannspjeld | 15 | 15 |
| Control valves, automatic, Shut-off valves, automatic | Reguleringsventil/stengeventil automatisk (rør) | 15 | 15 |
| Control valves, manual, Shut-off valves, manual | Innreguleringsventil/stengeventil manuell (rør) | 30 | 30 |
| Thermostats for radiators (15), Valve, thermostatic (20) | Termostatisk ventil / radiatorventil (TRV) | 15-20 | 17 |
| Radiators, water | Radiator vannbåren | 30-40 | 35 |
| Convectors | Konvektor (vann) | 21 | 21 |
| Electric heating, convector | Konvektor (EL) | 25 | 25 |
| Water floor heating | Gulvvarme vannbåren | 50 | 50 |
| Electric floor heating | Golvvarme EL | 25-50 | 38 |
| Air conditioning units | Kjøleenhet, DX-unit, fancoil, klimaanlegg | 15 | 15 |
| Cooling panels and ceilings | Kjølepanel og kjøletak | 30 | 30 |
| Pumps, circulation | Pumpe, konstant pådrag, sirkulasjonspumper | 10-20 | 15 |
| Pumps, regulated | Pumpe, trykkstyrt | 10-15 | 13 |
| Fans | Vifte konstant mengde | 20 | 20 |
| Fans with variable flow | Vifte variabel mengde (turtallstyring) | 15 | 15 |
| Meters | Energimåler | 10 | 10 |
| Thermostats for radiators | TRV - Termostatisk radiatorventil | 15 | 15 |
| Heat pumps / Chillers | Varmepumpe / Kjølemaskin | 15-20 | 18 |
| Filter material to be exchanged | Luftfilter | 1 | 1 |
| Filter frames | Luftfilter-ramme/modul | 15 | 15 |
| Air coolers | Kjølebatteri | 20 | 20 |
| Air heaters, steam / water | Varmebatteri vann/damp | 15-20 | 18 |
| Air heaters, electric | Varmebatteri EL | 15-25 | 20 |
| Burners, oil and gas | Kjel olje/gass | 10 | 10 |
| Tank, storage for domestic hot water, Boiler, condensing | Varmtvannstank / bereder / kondenserende kjel | 20 | 20 |
| Heat recovery units, cyclic | Roterende varmegjenvinner | 15 | 15 |
| Heat recovery units, static | Platevarmeveksler ventilasjon | 20 | 20 |
| Humidifiers, steam | Befukter, damp | 4 | 4 |
| Humidifiers, water | Befukter, vannåke | 10 | 10 |
| Motors, electric | Motor, elektrisk | 20 | 20 |
| Motors, diesel | Motor, diesel | 10 | 10 |
| V-belt drive | Beltedrev til vifte/pumpe | 10 | 10 |
| Control equipment | Automatikkutstyr, sentral, romregulator | 15-25 | 20 |

| | | | |
|-----------------------------------|--|-------|----|
| Condensers | Kondensator | 20 | 20 |
| Evaporators | Fordamper | 20 | 20 |
| Cooling compressors | Kjølekompressor | 15 | 15 |
| Wiring | Kabling | 30 | 30 |
| Electric wiring | El-forsyning, kabling | 50 | 50 |
| Radiators, paint finish | Radiator, selve overflatemalingen | 20-30 | 25 |
| Expansion vessels, membrane | Ekspansjonskar m. membran | 15 | 15 |
| Expansion vessels with pad | Ekspansjonskar m. luftbelg | 25 | 25 |
| Expansion vessels, stainless | Ekspansjonskar rustfritt | 30 | 30 |
| Expansion vessels, steel | Ekspansjonskar stål | 15 | 15 |
| Fuel and gas tank | Tank, olje/gass | 30 | 30 |
| Solar collector (vacuum or plate) | Solfanger (plan eller vakuumrør) | 15-25 | 20 |
| Valve, Valve with auxiliary power | BRUKES IKKE Ventil og ventil m. strømforsyning | 10 | 10 |
| | Ukjent | | 30 |
| | Aggregat | | 20 |



VISION:

**«Sustainable
neighbourhoods
with zero
greenhouse gas
emissions»**

Z E N

Research Centre on
ZERO EMISSION
NEIGHBOURHOODS
IN SMART CITIES



<https://fmezen.no>