

RAPPORT



KLIMAGASSVURDERING RØRKVALITETER ØKERN PORTAL

RAP-RIV-01 KLIMAGASSVURDERING RØRKVALITETER

Oppdragsgiver Armaturljønsson AS	Dato 12.03.2020
Oppdragsgivers kontaktperson Thorn Fredrik Hemsén	EH-oppragsnummer 14531
Utarbeidet Anders Reinertsen Liaøy Jonas Rydtun Winsvold	Dokumentnummer 01
Sidemannskontroll Joakim Borgen	EH Godkjenning Anna Marwig
Revisjonsnummer	Revisjonsdato

SAMMENDRAG

I denne rapporten vurderes klimagassutslipp knyttet til rørsystemer i prosjektet Økern Portal, der utslipp fra *Aquatherms* plastrør i polypropylen sammenlignes med konvensjonelle metallrør. Varierende kvalitet på tilgjengelige klimagassdata medfører usikkerheter og beregningene er kun gjort for produksjonsfasen for rørene. Beregningene gjort i denne rapporten er likevel det beste estimatet som er mulig med dagens underlag. Resultatene tyder på at det er vesentlig lavere klimagassutslipp knyttet til bruk av *Blue pipe* og *Green pipe* sammenlignet med metallrør.

I prosjektet er det valgt å bruke *Blue pipe* og *Green pipe* i deler av anlegget, som gir en estimert total besparelse på 17 %, tilsvarende 223 tonn CO₂-ekvivalenter. Dersom rørene hadde vært valgt for alle anleggsdeler anbefalt av *Armaturljønsson*, ville estimert besparelse blitt totalt 847 tonn CO₂-ekvivalenter, tilsvarende 65 %. Den desidert største andelen av klimagassutslippene er tilknyttet kjøleanlegget og følgelig også det største potensialet for utslippskutt.

Klamring er en faktor som kan bidra til å redusere utslippsbesparelsen, da dette utføres tettere for *Blue pipe* og *Green pipe*, enn for metallalternativene. Lang levetid for plastrørene kan virke positivt inn på klimagassutslippene ved valg av *Blue pipe* og *Green pipe*, men dette er ikke dokumentert i miljødeklarasjonen. For både plastrør og metallrør er det stor usikkerhet knyttet til hva som skjer med rørene ved avhending. Det er ikke kjent hvor stor andel som ombrukes i sin opprinnelige form, materialgjenvinnes, forbrennes eller deponeres. Resultater fra klimagassberegninger bør alltid inngå i en totalvurdering der det tas hensyn til øvrige miljøaspekter og faktorer som brann, montasje, kvalitet og pris.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 INNLEDNING	4
2 PROSJEKT VURDERT	4
3 BEGRENSNINGER	5
4 RØRTYPER OG EGENSKAPER	7
4.1 Aktuelle rørtyper	7
4.1.1 Blue Pipe	7
4.1.2 Green Pipe	7
4.1.3 Stålrør	7
4.1.4 Kobberrør	8
4.1.5 Alupex	8
4.2 Klamring av rør	8
4.3 Isolering av rør	8
4.4 Montasje	9
4.5 Valgte rørtyper	9
5 BEREGNINGSMETODE	12
5.1 Klimagassverktøy for VVS	13
6 INNDATA	14
6.1 Arealer	14
6.2 Dataunderlag klimagass	14
7 RESULTATER	16
7.1 Kontorlokaler plan 4	16
7.2 Energisentral og teknisk kulvert	18
7.3 Bygg A, B, C, energisentral og teknisk kulvert	19
8 DISKUSJON	20
9 FORSLAG TIL VIDERE ARBEID	21
10 KONKLUSJON	22

1 INNLEDNING

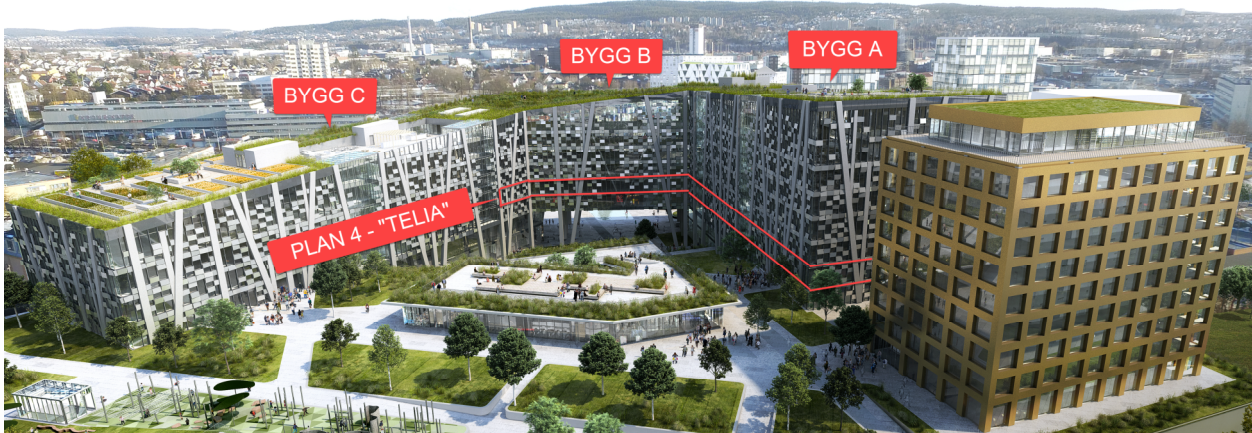
Klimagassutslipp for tekniske anlegg er blitt neglisjert i de fleste klimagassvurderingene som er utført opp til dags dato. Grunnet dette er klimagassreduserende tiltak ikke blitt vurdert for tekniske installasjoner i mange av dagens byggeprosjekter. Klimagassutslippene fra rørsystemer kan, grunnet bruk av produkter med høy andel jomfruelige metaller, ha stor påvirkning på det totale klimagassregnskapet for et bygg. Beregninger *Erichsen og Horgen AS* har gjort for et referansebygg viser at tekniske installasjoner totalt sett kan utgjøre 20 % av klimagassutslipp i nybygg og 40 % ved rehabilitering.

Formålet med denne rapporten er å vurdere klimagassutslippet knyttet til rørsystemer hvor *Armaturljønssons* plastrør fra *Aquatherm* er valgt, eller kunne vært valgt, som et miljøtiltak for å redusere utslipp.

Rapporten er utført på oppdrag for *Armaturljønsson* og omfatter systemer der deres produkter *Blue Pipe*, *Blue Pipe OT* og *Green Pipe* fra produsenten *Aquatherm* er aktuelle. Det er derfor gjort beregninger på anlegg for komfortkjøling, oppvarming og forbruksvann. Utslipp knyttet til produksjon av nevnte rørkvaliteter i plast sammenlignes med konvensjonelle rørkvaliteter i metall.

2 PROSJEKT VURDERT

Rapporten omfatter et spesifikt prosjekt, Økern Portal, som er et kombinert hotell, kontor- og næringsbygg på totalt 81.000 kvm, med planlagt ferdigstillelse i 2021. Byggherre og prosjekteier er Oslo Pensjonsforsikring. *Erichsen & Horgen AS* er rådgivende ingeniør for VVS-leveransen i prosjektet og har derfor oversikt over de tekniske systemene og BIM-modellen.



Figur 2-1: Oversiktsbilde som viser bygg A, B og C medtatt i rapporten, samt delen av plan 4 som er ferdig prosjektert.

3 BEGRENSNINGER

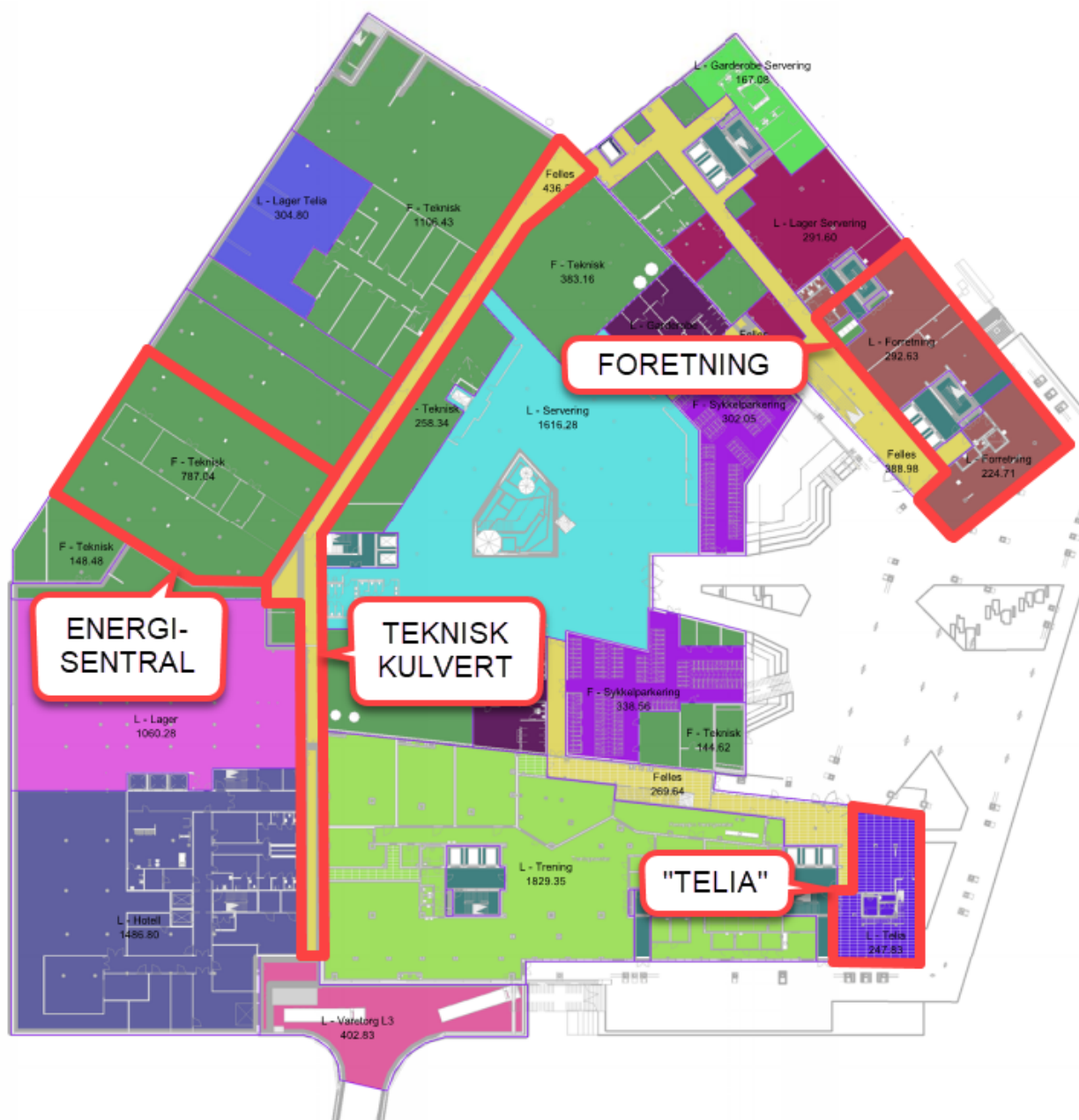
Rapporten er utført under prosjekteringsfasen for Økern Portal, simultant med at VVS-modellen er under arbeid. Deler av bygget er likevel ferdig prosjektert og rørkvaliteter er fastsatt. Beregningene omfatter kontor- og forretningslokaler i bygg A, B og C, samt energisentral og teknisk kulvert i plan 1. Deler av modellen er i liten grad ferdig prosjektert og er derfor ikke medtatt i rapporten. Ikke medtatt er hotellet, konferansedel, serveringslokaler, varetor, parkering og øvrige tekniske rom i plan 1 og 2.

Deler av plan 4 i bygg A og B er ferdig prosjektert og det foreligger arbeidstegninger. Det er derfor beregnet klimagassutslipp for denne delen, basert på materialuttak fra modellen, som videre er skalert opp for resterende kontor- og næringslokaler.



Figur 3-1: Oversikt over plan 4 som viser ferdig prosjektert areal, markert som "utleid lokale "Telia"".

For energisentralen, teknisk kulvert og hovedføringer til sjakter foreligger det ikke arbeidstegninger, men rørstrekk med riktige rørkvaliteter er i stor grad prosjektert ut i riktig omfang og dimensjoner. Det er derfor tatt ut materialliste og beregnet klimagassutslipp også for denne delen. Figur 3-2 viser nevnte deler av bygget i plan 1, samt forretningslokale og utleid arealer til "Telia" som er medtatt i rapporten. Utover markeringene er det også medtatt noen hovedrørføringer til sjakter.



Figur 3-2: Oversikt over plan 1 og medtatte arealer i rapporten.

4 RØRTYPER OG EGENSKAPER

I følgende delkapitler er de ulike aktuelle rørkvalitetene i prosjektet beskrevet kort, faktorer som klamring, isolering og montasje vurdert, og valgte rørkvaliteter i prosjektet presentert.

4.1 Aktuelle rørtyper

4.1.1 Blue Pipe

Rørsystemet *Aquatherm Blue Pipe* er produsert i polypropylen (PP-R), og benyttes i komfortkjøling, dagligvarekjøling og oppvarming. Rørene er glassfiberforsterket, som begrenser lengdeutvidelsen ved temperaturendringer og gir ifølge *Armaturlonsson* ekspansjon tilnærmet likt metallrør. På grunn av veggtykkelse og varmeledningsevne er isolasjonsbehovet lavere enn for metallrør. *Blue Pipe* er lite korrosive, noe som virker positivt inn på levetiden. Levetiden er oppgitt til 50-100 år. Rørene har også et lavere lydnivå enn metallrør.

Rørsystemet *Blue Pipe* lages i to serier, med og uten oksygensperre med benevnelse OT. *Blue Pipe OT* benyttes i applikasjoner som krever oksygensperre, som varmeanlegg med høye temperaturer. *Armaturlonsson* oppgir at *Blue pipe* er godt egnet til bruk i varmeanlegg og kan benyttes i all utstrekning der det konvensjonelt ville vært brukt stålrør og alupex. For systemer med temperatur over 40 grader skal *Blue pipe OT* benyttes.

4.1.2 Green Pipe

Rørsystemet *Aquatherm Green Pipe* benyttes primært til forbruksvann. Rørene er produsert i polypropylen (PP-R), som ikke reagerer med vann. Dette hindrer lekkasje, korrosjon, utvidelse og erosjon. På grunn av veggtykkelse og varmeledningsevne er isolasjonsbehovet lavere enn for metallrør. *Green pipe* er lite korrosive, noe som virker positivt inn på levetiden. Levetiden er oppgitt til 50-100 år.

4.1.3 Stålrør

For stålrør finnes en rekke ulike kvaliteter og utførelser. Rustfrie og syrefaste stålrør er rør av stål som er tilsatt en legering for å oppnå nye egenskaper. Skjøtemetoder for begge er typisk pressfittings under 54mm og sveiste skjøter over 54mm, fra DN65 og oppover. Listen nedenfor viser noen typiske kvaliteter for stålrør.

- Stålrør er rør av karbonstål. Typiske skjøtemetoder er såkalte rilleskjøter og sveiseskjøter. Rørene er ikke rustfrie. Typisk bruksområde i bygg er varmeanlegg og sprinkler, samt kjøleanlegg med temperatur høyere enn duggpunkt (ikke kondenserende).
- Rustfrie stålrør av kvaliteten AISI 304 er også kjent som 18/8 på grunn av tilsetning av 18 % krom og 8 % nikkel. Slike rustfrie rør er ikke valgt i dette prosjektet.
- Syrefaste stålrør av kvaliteten AISI 316 inneholder krom og nikkel, samt molybden. Sammensetningen gjør den mer motstandsdyktig mot korrosjon enn AISI 304, men den er også mer kostbar. Syrefaste stålrør benyttes i næringsmiddelindustrien og anvendes også

på varmtvann sirkulasjon, varmtvann over DN50 og i tekniske rom for teknisk kjøling. For forbruksvann er det valgt sveiste syrefaste stålrør (AISI316) i teknisk rom.

4.1.4 Kobberrør

Kobberrør er egnet for alle ferskvannsapplikasjoner. Kobber gir allsidighet og er preget av god formbarhet så vel som gode prosesseringsegenskaper. Kobberrør finnes i mange dimensjoner, der de typiske for byggapplikasjoner i dag er diameter fra 10-12 mm og opp til 54 mm. Forkrommede kobberrør brukes gjerne ved synlig rørføring, men de kommer også som halvharde plastmantlede rør på kveil og som hele lengder i hard utgave. Skjøtemetodene varierer fra pressfittings og klemringskoblinger, til myklodding og hardloddning/slagloddning. Kobber er en begrenset ressurs og bruk av dette bør minimeres. Resirkulert kobber bør prioriteres.

4.1.5 Alupex

Flere leverandører tilbyr relativt like alupex-produkter med noen ulike egenskaper og innvendige rørdiametre. Rørene består av flere sjikt; aluminium (Al), polyetylen (PE) og krysslinket polyetylen (PEX). Den enkelte leverandør kan ha sin unike plastblanding i miksen. Rørene sammenkobles med diverse patentkoblinger og leveres som systemrør med tilhørende deler. Rørene er formbare opp til en viss dimensjon og har relativt lav egenvekt sammenlignet med rør av metall. Finnes på kveil og som hele lengder, preisolert og uten isolasjon.

4.2 Klamring av rør

Armaturjonssons produkter krever generelt sett mer klamring enn stål. I dette prosjektet er det for DN100 valgt en klammeravstand på 210 cm for *Blue pipe*, og 500 cm for stålrør. For lange rettstrekk medfører dette et 2,4 ganger større behov for klamring. På grunn av at kortstrekk og bend uansett må klamres, vil differansen totalt sett være er noe lavere. I prosjekt Økern Portal er det valgt isoklammer for stålrør og kombi/kruge med dempegummi for *Blue pipe*. Økt klamring vil medføre økte klimagassutslipp, men grunnet begrenset omfang av arbeidet er ikke dette medtatt i denne rapporten.

4.3 Isolering av rør

Green Pipe og *Blue Pipe* er lagd av plast og har lavere varmeledningsevne enn metallrør. Dette medfører at rørene kan isoleres med et tynnere lag isolasjon enn metallrør. Men *Blue pipe* har tykkere godstykkelser enn tilsvarende stålrør, som medfører at en større overflate må dekkes med isolasjon. Et eksempel på dette fremgår av Tabell 4-1, som viser at *Blue pipe* har 10,7 mm større diameter enn tilsvarende stålrør i DN100. Det er derfor ikke grunnlag for å avgjøre om *Blue pipe* medfører mer eller mindre isolasjon og klimagassutslipp enn alternativene, uten å gjøre en detaljert beregning av dette. Grunnet begrenset omfang av arbeidet er ikke dette medtatt i denne rapporten.

4.4 Montasje

Blue pipe og Green pipe har vesentlig lavere vekt enn de konvensjonelle alternativene. Dette gjør transport og montasje av rørene lettere. Noe av grunnen til at disse produkter er valgt er fordelene med montasjevennlighet. Tabellen nedenfor viser et eksempel for sømløse stålrør og *Blue pipe* i DN 100.

	Dim.	Utvendig diameter [mm]	Egenvekt [kg/lm]	Godstykkelse [mm]	Type
Blue pipe	DN100	125	4,13	11,4	SDR 11
Sømløse stålrør	DN100	114,3	12,1	4,5	Trykkklasse 4

Tabell 4-1: Rørdata for Blue pipe og sømløse stålrør i DN100

Eksemplet i Tabell 4-1 viser at egenvekten for *Blue pipe* i DN 100 kun utgjør 34 % av tilsvarende sømløse stålrør. Syrefaste stålrør er noe lettere enn Blue pipe og for DN 100 ligger disse på cirka 4 kg per løpemeter, men disse er også kostbare og vil derfor kun benyttes der det er behov for syrefaste rør.

Green og *Blue pipe* i dimensjoner fra 20 mm til og med 125 mm kan sammenføres med fusjonssveising. Rørsystemet kan også sveises med elektromuffer i dimensjoner opp til og med 250 mm for *Blue pipe* og 125 mm for *Blue pipe OT*. Dimensjoner fra 160 mm og oppover kan sveises med buttsveisemaskin.

For Aquatherm-rørene leveres i kortere lengder enn metallrør, som medfører en ekstra mengde kapp. Det antas at økt kapp utgjør en liten andel av den totale mengden i forhold til metallrør. Forskjellene i mengde kapp er derfor valgt å neglisjeres.

4.5 Valgte rørtyper

I prosjekt Økern Portal er det valgt å benytte *Blue pipe* i deler av kjøleanlegget, som består av kurs for komfortkjøling med kjølebafler og kurs for teknisk kjøling med fancoiler. I store deler av anlegget for forbruksvann er det valgt å bruke *Green pipe*. Rørkvalitetene er brukt opp til og med dimensjon Ø125.

Potensielt kunne *Blue pipe* og *Green pipe* vært brukt i større deler av kjøle- og forbruksvannsanlegget. *Blue pipe* kunne også vært brukt i oppvarmingsanlegget, som består av radiatorkurs, kurs for varmluftsporter og gulvvarme og kurs for varmebatterier i ventilasjonsaggregater.

Tabell 4-2 til Tabell 4-6 nedenfor viser hvilke rørkvaliteter som er valgt for henholdsvis komfortkjøling, teknisk kjøling, forbruksvann, oppvarming gulvvarme og øvrig oppvarming. Tabellene viser også eventuelle konvensjonelle alternativer i metall og i plast fra *Aquatherm*. For komfortkjøling og teknisk kjøling er fordelingsnettene i etasjene definert som rørføringer fra

sjakt, frem til siste avgrening før utstyr. Tilkobling til kjølebafler er utført i PEX. For forbruksvann er fordelingsnett i etasjene definert som rørføringer fra sjakt til magnetventil før fordelerskap.

Noen av materialvalgene som er gjort skyldes ulike tur- og returtemperaturer for de ulike systemene. For høye temperaturer må materialet være varmebestandig og plastrør må ha en oksygensperre. For lave temperaturer må det tas hensyn til kondensproblematikk, både ved valg av rørkvalitet og tilhørende isolasjon. Teknisk kjøling og ventilasjonskursen har en tur-/returtemperatur på 10/17 °C, som er lavere enn for komfortkjøling med 15/18 °C for kjølebafler. For oppvarming har gulvvarme en tur-/returtemperatur på 35/30 °C. Ventilasjonsvarme, luftporter og radiatorer har alle en turtemperatur på 50 °C og en returtemperatur på 30 eller 40 °C. I varmesentralen antas det at medietemperaturen maksimalt vil være 55 °C.

Tabell 4-2: Komfortkjøling (bafler) - aktuelle rørkvaliteter

Anleggsdel	Valgt rørkvalitet	Konvensjonelt alternativ	Aquatherm alternativ
Fordelingsnett i etasjer	Blue pipe	Stålrør eller rustfritt og syrefast stål	
Hovedføringer og stigerør	Stålrør for baffel-kurs Syrefast for ventilasjons-kurs		Blue pipe
Teknisk rom	Syrefast stål		Blue pipe

Tabell 4-3: Teknisk kjøling (fancoiler) – aktuelle rørkvaliteter

Anleggsdel	Rørkvalitet anvendt	Evt. konvensjonelt alt.	Evt. Aquatherm alt.
Fordelingsnett i etasjer	Blue pipe	Syrefast stål	
Hovedføringer og stigerør	Blue pipe	Syrefast stål	
Teknisk rom	Syrefast stål		Blue pipe

Tabell 4-4: Forbruksvann (varmtvann, kaldtvann og sirkulasjon) – aktuelle rørkvaliteter

Anleggsdel	Rørkvalitet anvendt	Evt. konvensjonelt alt.	Evt. Aquatherm alt.
Fordelingsnett i etasjer	Green pipe	Kobberrør	
Synlige rør	Kobberrør		Green pipe
Hovedføringer og stigerør	Green pipe	Kobberrør	
Teknisk rom	Syrefast stål		Green pipe

Tabell 4-5: Oppvarming (gulvvarme) – aktuelle rørkvaliteter

Anleggsdel	Rørkvalitet anvendt	Evt. konvensjonelt alt.	Evt. Aquatherm alt.
Fordelingsnett i etasjer	Alupex		Blue pipe
Hovedføringer og stigerør	Sømløse stålrør		Blue pipe
Teknisk rom	Sømløse stålrør		Blue pipe

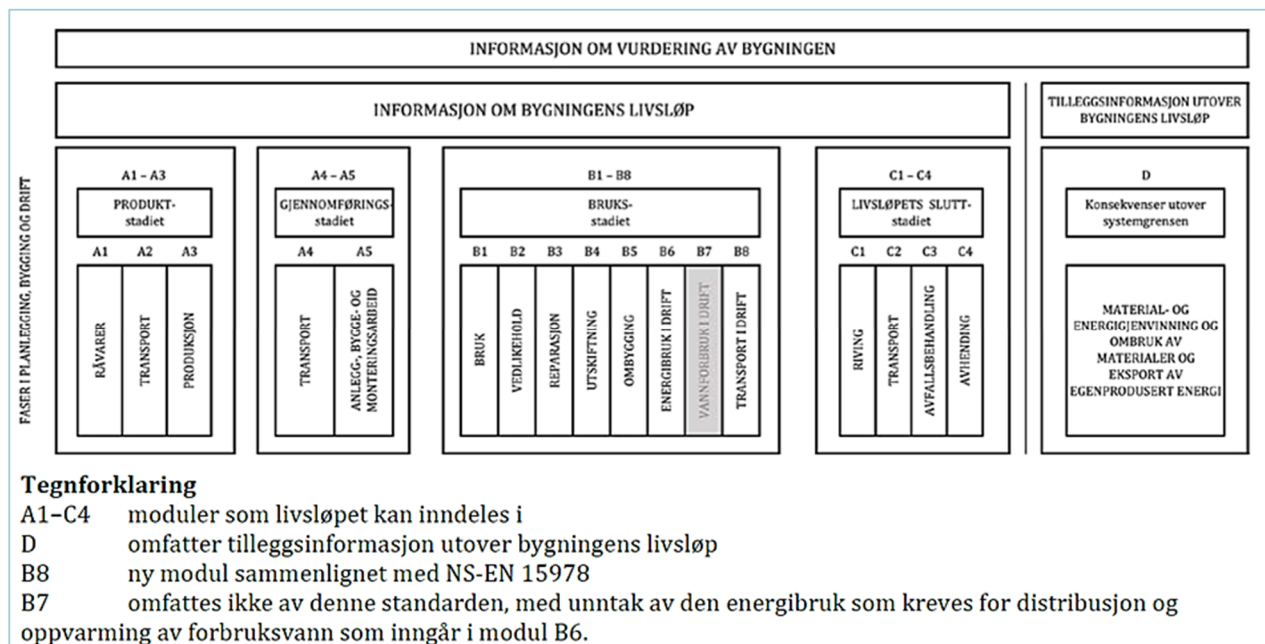
Tabell 4-6: Oppvarming (radiatorer, varmluftsporter, ventilasjon og energisentral) – aktuelle rørkvaliteter

Anleggsdel	Rørkvalitet anvendt	Evt. konvensjonelt alt.	Evt. Aquatherm alt.
Fordelingsnett i etasjer	Alupex		Blue pipe OT
Hovedføringer og stigerør	Sømløse stålrør		Blue pipe OT
Teknisk rom	Sømløse stålrør		Blue pipe OT

5 BEREGNINGSMETODE

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.

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 (Figur 5-1). 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 skal modulene A1-A5, B1-B5 og C1-C4 og ev. D inkluderes.



Figur 5-1: Faser i bygningens livsløp inndelt i moduler. Kilde: NS 3720.

Klimagassberegninger for materialer gjøres med utgangspunkt i materialenes tredjepartssertifiserte miljødeklarasjoner (EPD'er), 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 løpemeter rør. Grunnet begrenset data for tekniske anlegg er klimagassberegningen begrenset til produksjonsfasen for rørkvalitetene som inngår i rapporten, såkalt "vugge-til-port" (A1-A3).

Rørsystemer omfatter mer enn selve rørene, som bønder, 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 datagrunnlaget, se kapittel 0

Ettersom miljødeklarasjonene kun spesifiserer rørstrekk, er bend og deler omregnet til lengdemeter i henhold til norske måleregler. Det antas at energiforbruk og klimagassutslipp knyttet til tillaging av bend og deler er større enn hva den masse-ekvivalente rørlengden tilsvarer. Denne omregningen medfører noe usikkerhet, men dette vil gjelde for alle rørkvaliteter som sammenliknes i denne rapporten.

5.1 Klimagassverktøy for VVS

Klimagassberegningene er utført med *Erichsen & Horgens* internt utviklet beregningsverktøy for klimagasser forbundet med VVS-tekniske installasjoner. Input i verktøyet er materialuttak fra Revit. Basert på Miljødeklarasjoner og andre tilgjengelige utslippstall, beregnes klimagassutslippene for de ulike anleggsdelene. I verktøyet brukes GWP-verdier per løpemeter rør. Verdien er tilpasset ulike rørdimensjoner, så den gir riktige beregninger for ulike godstykkelser.

6 INNDATA

6.1 Arealer

Tabellen under viser arealer for samtlige bygg delt inn etter respektive plan. Klimagassutslipp for kontor- og forretningslokaler i bygg A, B og C er beregnet basert på en skalering av utslipp per bruttoareal i Telias lokaler i plan 4. For alle øvrige arealer enn Telias arealer, trekkes det fra en tredjedel av *Blue pipe* 25mm rør. Dette fordi det er forberedt for flere kjølebafler i Telias lokaler, som medfører flere rørføringer av denne dimensjonen.

For plan 1 og 2 er det under "ikke utleid areal" medtatt arealer med navn "L - Forretning". For utleide arealer i plan 6 er arealet "Telia opsjon" medtatt.

Tabell 6-1: Bruttoarealer for kontor- og næringslokaler [m²]

Etasje	Ikke utleid areal	Utleid areal (Telia)
01	518	248
02	784	1113
03	2019	3998
04	1710	4007
05	1751	3997
06	2002	3997
07	4937	-
08	3651	-
09	2250	-
10	687	-

6.2 Dataunderlag klimagass

Det foreligger i varierende grad miljødeklarasjoner (EPDer) for rørkvalitetene som er medtatt i denne rapporten. I følgende avsnitt er det redegjort for hvilket dataunderlag som er brukt i beregningene for de ulike rørkvalitetene.

Alle miljødokumentasjonene, unntatt *Aquatherm*, inkluderer større deler av livsløpet til produktene. På grunn av at *Aquatherms* EPD er begrenset til A1-A3, er dette satt som systemgrense også for metallrørene.

EPDer for stålør og kobber er hentet fra hhv *EPD-Norge* og *IBU-EPD* som begge er sertifiserte og anerkjente systemoperatører. De øvrige miljødeklarasjonene er mottatt på forespørsel fra respektive eier.

Plastrør fra Aquatherm

For *Aquatherm* er det lagt til grunn en felles samle-EPD for fem forskjellige rørkvaliteter. Denne inkluderer produktene *Green, Blue, Lilac, Red* og *Black Pipe*. Disse er alle laget av PP-R-plast, men med forskjellig sammensetning og dimensjoner for å oppnå ønskede egenskaper. Klimagassdataene i denne EPDen er altså et gjennomsnitt for samtlige kvaliteter. Deklarasjonen inkluderer modulene A1-A3 (vugge til port) og derfor har disse tre modulene blitt valgt til systemgrenser for hele denne analysen.

Stålrør

For metallrør generelt finnes det i utgangspunktet marginalt med miljødokumentasjon. Derfor er det av hensyn til datakvalitet valgt å ta utgangspunkt i FeRROMETALL sin EPD for ubehandlede stålrør. Det er viktig å påpeke at ettersom denne EPDen ikke er spesifikt for bygningsrør vil den ikke inkludere tilleggsmaterialer og deler som er nødvendig i et rørsystem i bygg. Verdiene for klimagassutslipp er kvalitetssikret opp mot tall for rustfrie stålrør i verktøyet *Oneclick LCA*. Tallene korrelerer i størrelsesorden og indikerer at de bygger på et representativt datagrunnlag.

Kobberrør

For kobberrør er *Weiland Werke AG* sin EPD for kobberrør lagt til grunn. Dette er en produktspesifikk EPD for kobberrør til bygningsformål og inkluderer tilleggsmaterialer og klamringer.

Alupex

For multilags rørsystemer av polymer og aluminium (alupex) er det valgt å ta utgangspunkt i *Teppfa* sin generiske LCA-deklarasjon. Denne sammenlikner miljøpåvirkning av alupex og kobber.

7 RESULTATER

I dette kapitlet presenteres beregnede klimagassutslipp for rør i prosjektet Økern Portal. De tre delkapitlene 7.1, 7.2 og 7.3 inneholder resultater for henholdsvis plan 4, for energisentral og kulvert, og totalt for en større del av bygget.

For alle tre delkapitlene er det beregnet klimagassutslipp for tre scenarier:

- **"Konvensjonelt"**: Klimagassutslipp dersom prosjekterte Blue pipe- og Green pipe-rør byttes ut med konvensjonelle rørkvaliteter i metall.
- **"Valgt"**: Klimagassutslipp for rørkvaliteter som er valgt i prosjektet og prosjektert i modellen.
- **"Utvidet"**: Klimagassutslipp dersom Blue pipe og Green pipe benyttes i alle anleggsdeler hvor Armaturjonsson oppgir at de er egnet.

7.1 Kontorlokaler plan 4

I dette delkapitlet presenteres klimagassutslipp for rør i den ferdige prosjekterte delen av plan 4. Resultatene er presentert i påfølgende tabeller og figur.

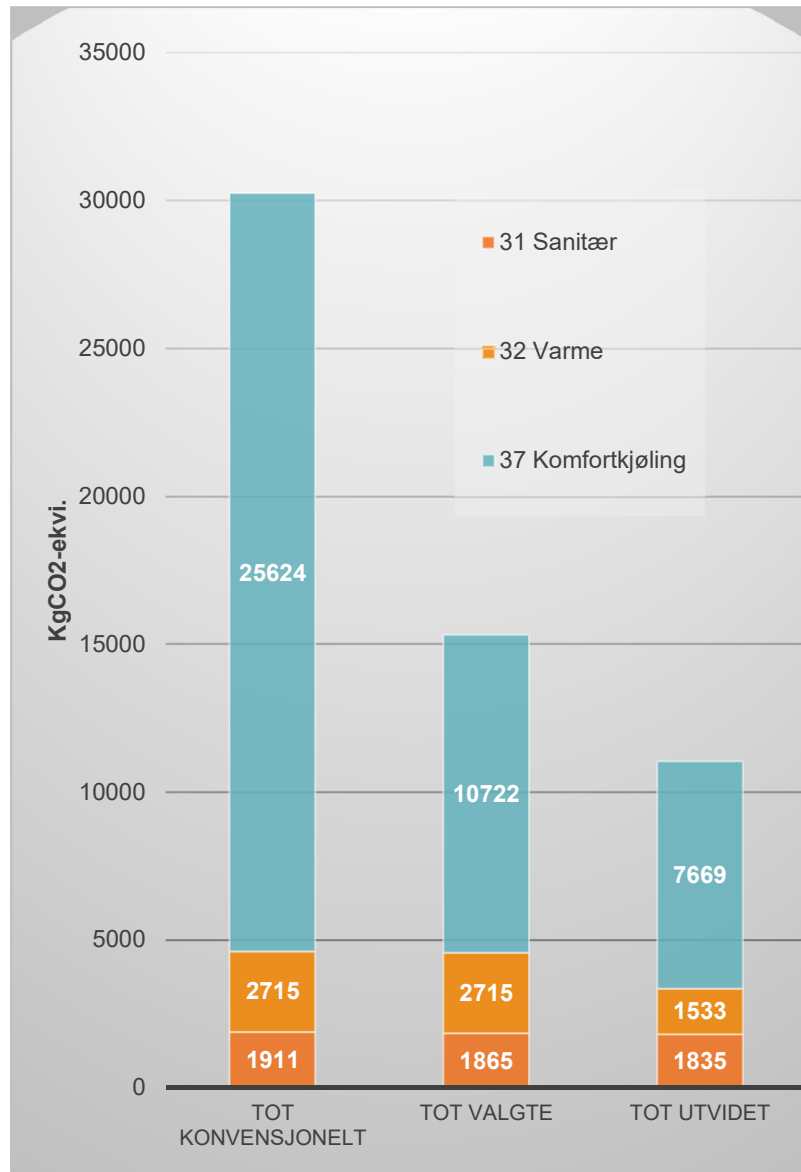
Tabell 7-1: Klimagassutslipp for plan 4, bygg A og B, fordelt på bygningsdel og scenario

Klimagassutslipp [tonn CO ₂ -ekv.]					
Bygningsdel	Konvensjonelt	Valgt		Utvidet	
	Utslipp	Utslipp	Reduksjon	Utslipp	Reduksjon
31 Sanitær	1,9	1,9	2 %	1,8	4 %
32 Varme	2,7	2,7	0 %	1,5	44 %
37 Komfortkjøling	25,6	10,7	58 %	7,7	70 %
Totalt	30,3	15,3	49 %	11,0	64 %

Klimagassutslippene knyttet til komfortkjøling er vesentlig høyere enn for sanitær og varme, og utgjør 70 % av de totale utslippene for plan 4. Hovedårsaken til dette er at rørdimensjonene for forbruksvann og varme er vesentlige mindre enn for kjølebaffelkursene. Dette skyldes at væsken i kjølebaffelkursen har en lav temperaturdifferanse både for tur/returtemperatur og sammenlignet med romtemperatur, som gjør at det må en relativt stor væskemengde til å for å oppnå ønsket kjøleeffekt.

Figur 7-1 viser en grafisk fremstilling av resultatene for kontorlokalene i plan 4.

Tabellen nedenfor viser klimagassutslipp som et forholdstall per areal. Disse tallene er tiltenkt eventuell fremtidig sammenligning med andre prosjekter og andre valg av rørkvaliteter.



Figur 7-1: Klimagassutslipp for plan 4, bygg A og B, fordelt på bygningsdel og scenario

Tabell 7-2: Klimagassutslipp for plan 4, bygg A og B, fordelt på bygningsdel og scenario

Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv./m ²]		
Konvensjonelt	Valgte	Utvidet
5,3	2,7	1,9

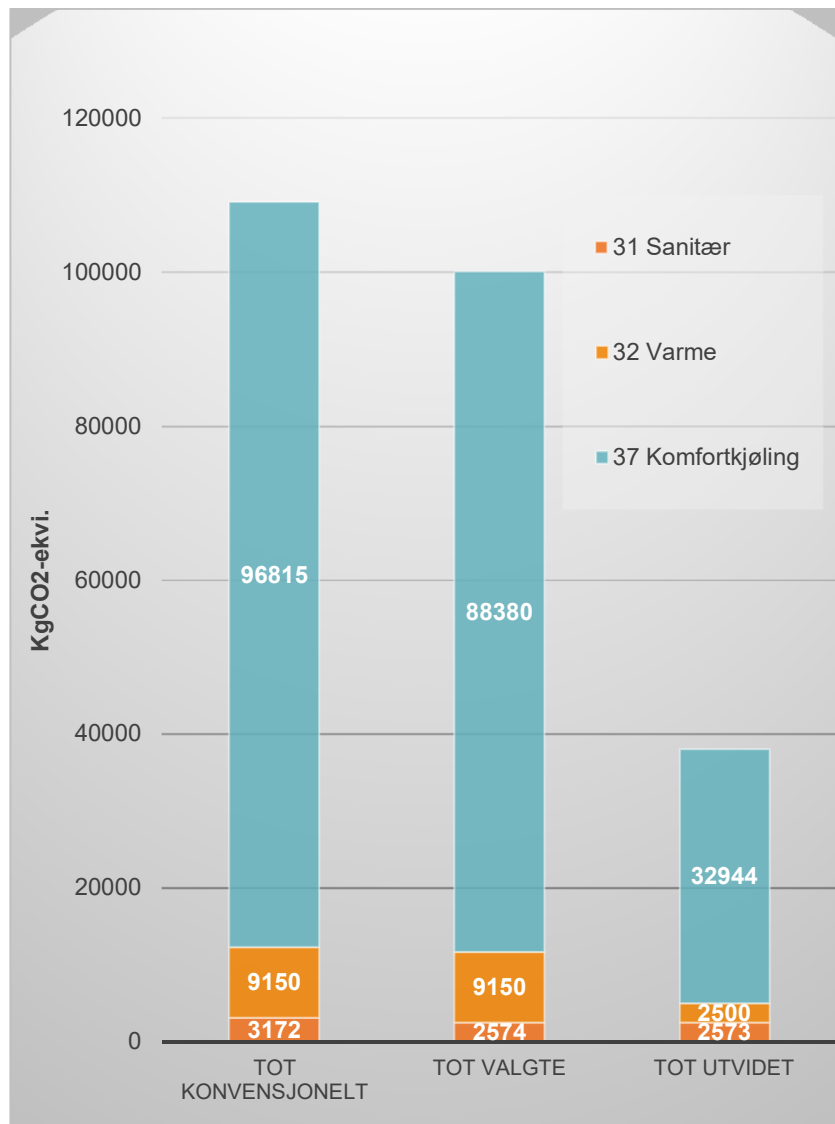
7.2 Energisentral og teknisk kulvert

I dette delkapitlet presenteres klimagassutslipp for rør i energisentral og teknisk kulvert, basert på materialuttak fra Revit-modellen.

Tabell 7-3: Klimagassutslipp for energisentral og teknisk kulvert, fordelt på bygningsdel og scenario

Klimagassutslipp [tonn CO ₂ -ekv.]					
Bygningsdel	Konvensjonelt	Valgt		Utvidet	
	Utslipp	Utslipp	Reduksjon	Utslipp	Reduksjon
31 Sanitær	3,2	2,6	19 %	2,6	19 %
32 Varme	9,2	9,2	0 %	2,5	73 %
37 Komfortkjøling	96,8	88,4	9 %	32,9	66 %
Totalt	109,1	100,1	8 %	38,0	65 %

Figur 7-2: Klimagassutslipp for energisentral og teknisk kulvert, fordelt på bygningsdel og scenario



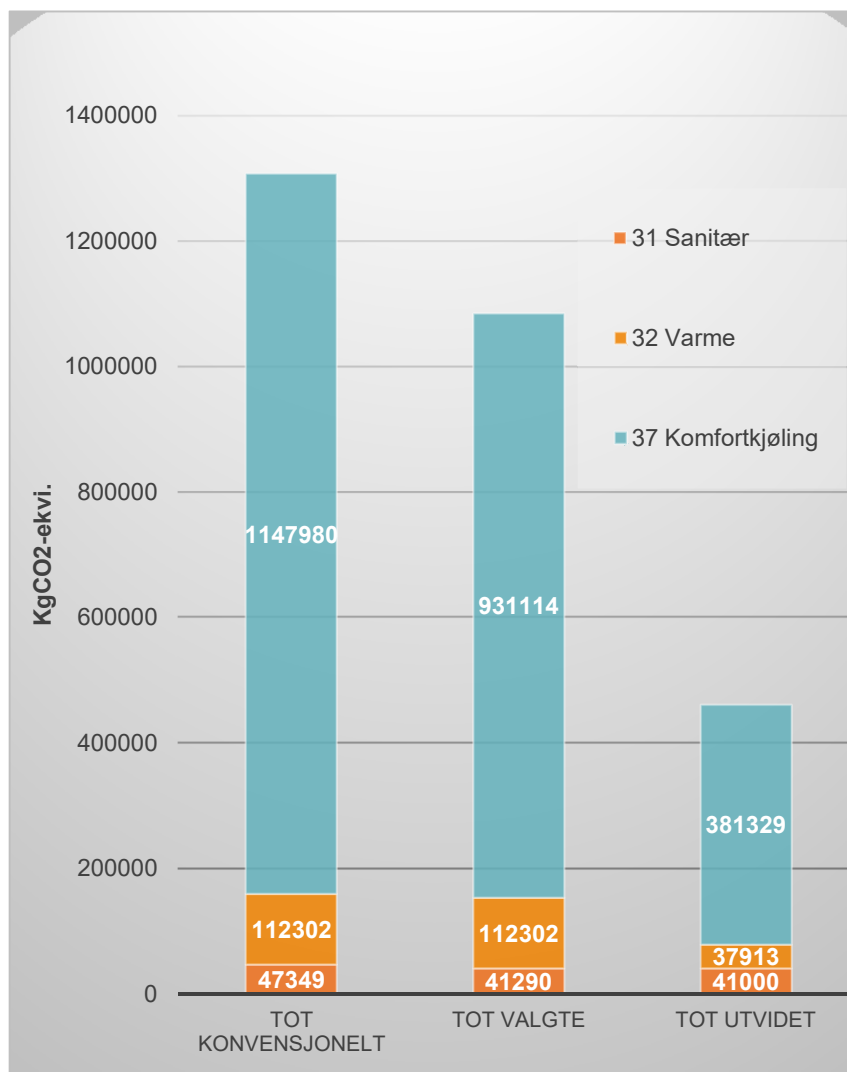
7.3 Bygg A, B, C, energisentral og teknisk kulvert

I dette delkapitlet presenteres totalt klimagassutslipp for alle medtatte arealer. Utslippene for plan 4 er skalert opp for bygg A-C, og summert med utslipp for energisentral og teknisk kulvert.

Tabell 7-4: Klimagassutslipp for bygg A, B, C, energisentral og teknisk kulvert, fordelt på bygningsdel og scenario

Klimagassutslipp [tonn CO ₂ -ekv.]					
Bygningsdel	Konvensjonelt	Valgt		Utvidet	
	Utslipp	Utslipp	Reduksjon	Utslipp	Reduksjon
31 Sanitær	47,3	41,3	13 %	41,0	13 %
32 Varme	112,3	112,3	0 %	37,9	66 %
37 Komfortkjøling	1148,0	931,1	19 %	381,3	67 %
Totalt	1307,6	1084,7	17 %	460,2	65 %

Figur 7-3: Klimagassutslipp for bygg A, B, C, energisentral og teknisk kulvert, fordelt på bygningsdel og scenario



8 DISKUSJON

Klimagassberegningene er begrenset til produksjonsfasen A1-A3. Dette er gjort fordi *Aquatherms* miljødokumentasjon er begrenset til nevnte moduler. Dette medfører at faktorer som levetid, gjenvinningsgrad og monteringstillegg som klamringer ikke er inkludert. Generelt viser miljødeklarasjoner for ulike rørtyper at klimagassutslippene fra produksjonsfasen utgjør den desidert største andelen av utslipp gjennom produktenes livsløp. Dette skyldes energikrevende råvareutvinning og foredling. Derfor er det rimelig å argumentere for at resultatet av klimagassberegningene og størrelsesforholdene mellom utslippene fra de ulike rørkvalitetene er representative også for hele livsløpet. Dersom beregningene hadde vært utvidet er det rimelig å anta at klimagassutslippene i varierende grad vil øke, men at dette ikke vil ha et stort utslag på totalen.

Armaturlonsson oppgir at *Blue Pipe* og *Green pipe* har en lang levetid grunnet lav korrosivitet. Det er ikke vurdert i denne rapporten hvor vidt oppgitt levetid er riktig, men det er grunnlag for å anta en lengre levetid for plastrørene, enn for metallrør generelt. Levetid er derfor en faktor som kan virke positivt inn på klimagassutslipp for *Blue pipe* og *Green pipe*, men dette er ikke dokumentert i foreliggende miljødeklarasjon fra *Aquatherm* og kan derfor ikke medregnes.

Det er stor usikkerhet knyttet til hva som skjer ved avhending både for plastrør og metallrør. Det er ikke kjent hvor stor andel som ombrukes i andre prosjekter, materialgjenvinnes, forbrennes eller deponeres. Den største utfordringen synes å være knyttet til manglende returordninger og muligheter for materialgjenvinning i Norge. Av miljøhensyn bør tilrettelegging for ombruk og gjenvinning tillegges et større fokus av bransjen og myndigheter.

Klamringer utføres tettere for *Blue pipe* og *Green pipe*, enn det gjøres for alternativene i metall. Dette er en faktor som vil bidra til å øke klimagassutslippene ved bruk av plastrørene, og redusere differansen til metallalternativer. Det antas at egenvekten og klimagassutslippene knyttet til tettere klamring er mindre enn hva rørene i seg selv utgjør og at dette derfor ikke påvirker konklusjonen om lavere utslipp for plastrørene.

Varierende kvalitet på miljødeklarasjoner og klimagassdokumentasjon medfører en usikkerhet. Generelt ser man at generiske utslippstall ofte er høyere enn hva som er oppgitt i produktspesifikke EPDer. Dette kan bety at differansen i utslipp mellom plastrør og stålrør kan være mindre, men inntil bedre dokumentasjon fra bransjen foreligger må resultatene i denne rapporten legges til grunn.

9 FORSLAG TIL VIDERE ARBEID

- Klimagassberegning for rør i hele bygget når det er ferdig prosjektert
- Totalvurdering av klimagassutslipp som inkluderer isolasjon, klamring og kapp
- Utvidet beregning av klimagassutslipp ved oppgitt levetid
- Vurdering av i hvilken grad rør blir ombrukt, materialgjenvunnet, sendt til forbrenningsanlegg eller deponert, samt hvilke muligheter og potensialer finnes.
- Utnyttelse av kapp

10 KONKLUSJON

Dokumentasjon av klimagassutslipp er relativt nytt for VVS-bransjen. Kvaliteten på tilgjengelige miljødeklarasjoner og utslippsdata er svært varierende. Beregningene i denne rapporten er kun gjort for produksjonsfasen for rørene, men dette er også den fasen hvor utslippene generelt er størst. Det er derfor rimelig å anta at størrelsesorden på differanser i utslipp er overførbare til fullt livsløp. Beregningene gjort i denne rapporten er det beste estimatet som er mulig med dagens underlag, inntil bedre dokumentasjonen fremskaffes.

Klimagassberegningene tyder på at det er vesentlig lavere klimagassutslipp for *Blue pipe* og *Green pipe*, sammenlignet med konvensjonelle rørkvaliteter i metall. For prosjekt Økern Portal er *Blue* og *Green pipe* valgt for deler av anlegget, som gir en estimert total besparelse på 17 %, tilsvarende 223 tonn CO₂-ekvivalenter. Differansen er størst for kontor og næringslokalene hvor reduksjonen er på 49 %, sammenlignet med om det hadde vært valgt konvensjonelle rørkvaliteter i metall. For energisentral og kulvert er besparelsen på 8 %. Hovedårsaken til dette er at *Blue* og *Green pipe* i størst grad er valgt for små dimensjoner i etasjene.

Potensielt kunne det i prosjektet vært spart 847 tonn CO₂-ekvivalenter, sammenlignet med bruk av konvensjonelle rørkvaliteter. Besparelsen tilsvarer et utslippskutt på 65 % og forutsetter at *Blue pipe* og *Green pipe* velges for alle anleggsdeler hvor leverandøren oppgir at de er egnet. Potensialet for besparelser er tilnærmet likt for kontor- og næringsdelen og for energisentral og kulvert.

Klimagassutslippene for kjølerør utgjør den desidert største andelen av totalen, og følgelig også det største potensialet for besparelser i klimagassutslipp. For konvensjonelle rørkvaliteter utgjør kjøling 88 % av utslippene. Hovedårsakene til dette er at det er valgt lokal kjøling i leietakerarealene og at lav temperaturdifferanse medfører store rørdimensjoner. For Økern Portal og andre prosjekter med lignende kjøleløsninger vil det derfor være et spesielt effektivt miljøtiltak å velge rørkvaliteter med lave klimagassutslipp for komfortkjøling.

Klamringer utføres tettere for *Blue pipe* og *Green pipe*, enn det gjøres for alternativene i metall. Dette er en faktor som vil bidra til å øke klimagassutslippene ved bruk av plastrørene, og redusere differansen til metallalternativer. Levetid er en faktor som kan virke positivt inn på klimagassutslipp for *Blue pipe* og *Green pipe*, men dette er ikke dokumentert i *Aquatherms* miljødeklarasjon.

Det er viktig å påpeke at resultatene fra klimagassberegningene bør inngå som en del av en totalvurdering med andre miljøhensyn og faktorer som brann, montasje, kvalitet og pris. Det er stor usikkerhet knyttet til hva som skjer med rørene ved avhending, både for plastrør og metallrør. Det er ikke kjent hvor stor andel som ombrukes i andre prosjekter, materialgjenvinnes, forbrennes eller deponeres.