

Rapport

Klimagassvurdering av slokkeanlegg

FORSKNING OG UTVIKLINGSPROSJEKT

Grønn VVS

EMNE

Klimagassvurdering av automatiske
slokkeanlegg i kontorbygg

DATO / REVISJON: 6.11.2024 / 00



Støttet av
Forskningsrådet

Multiconsult



Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.



Rapport

TITTEL	Klimagassvurdering av slokkeanlegg	TILGJENGELIGHET	Åpen
PROSJEKT	Grønn VVS, Innovasjonsprosjekt i næringslivet	OPPDRAGSLEDER	Anders Reinertsen Liaøy
ANSVARLIG ENHET	Bygg og eiendom	UTARBEIDET AV	Irmantas Talutis, Anders Liaøy, Kjell Audun Flåten, Øystein Rønneseth, Simon Utstøl (Multiconsult), Arnkell Jonas Petersen (NMBU)

SAMMENDRAG

Automatiske slokkeanlegg er i dag vanlig å bruke i de fleste bygningskategorier, med unntak av småhus. Rapportens formål er å belyse klimagasskonsekvenser av valg av slokkeløsning, slik at klimagass kan inngå som en faktor ved valg av løsning. I tillegg er det gjort noen enkle vurderinger av vannmengde, vekt og kostnad. Det er forutsatt i denne studien at de ulike løsningene har likeverdig slokkefunksjon i det beskrevne objektet.

Fire typologier for automatisk brannslukking er studert og sammenlignet for et typisk kontorbygg:

- Konvensjonell sprinkler (KS), sprinklerhoder plassert med konservativt dekningsareal og med beregninger basert på estimerte dimensjoner hentet fra tabeller for forhåndskalkulasjon. Typologien representerer en mye brukt designpraksis og anses som den historisk mest benyttede løsningen.
- Optimalisert sprinkler (OS), med færre sprinklerhoder med utvidet dekning, redusert rørnett og optimaliserte rørdimensjoner. Typologien representerer beste bransjepraksis for sprinkleranlegg.
- Lavtrykk vanntåke (LV), med optimalisert utnyttelse av dekningsarealer og rørdimensjoner. For LV benyttes en pumpeentral. Rørdimensjonene er mindre enn for KS og OS.
- Høytrykk vanntåke (HV), med optimalisert utnyttelse av dekningsarealer og rørdimensjoner. For HV benyttes en kraftigere pumpeentral enn for LV. Løsningen har de minste rørdimensjonene.

Materialvekten for KS er størst med 9,7 tonn, mens den for OS reduseres med 41 %, til 5,8 tonn. For vanntåke-løsningene er vekten vesentlig lavere med hhv. 1,3 og 1,7 tonn for LV og HV. HV har høyere materialbruk enn LV, grunnet større pumpeentral og større godstykkelser.

Klimagassberegningene viser at KS har de høyeste utslippene på 39 tonn CO₂-ekv. Dette utgjør 11,7 kg CO₂-ekv. pr. kvm kontor. Ved å optimalisere sprinkler (OS) oppnås 42 % utslippsreduksjon til 23 tonn CO₂-ekv. Klimagassutslipp for løsningen LV beregnes til 9 tonn CO₂-ekv. og oppnår dermed ytterligere 59 % reduksjon sammenlignet med OS. Klimagassutslippene for HV er estimert til 13 tonn CO₂-ekv. og gir 41 % reduksjon sammenlignet med OS, men er 43 % høyere enn LV.

Klimagassutslipp fra produksjon og utskifting av materialer (livsløpsfase A1-A3 og B4-B5) står for ca. 95 % av utslippene for alle alternativene. For å oppnå utslippsreduksjon bør tiltak knyttet til materialbruk og levetid prioriteres.

Kostnadsvurderingen viser at overgangen fra KS til OS medfører en reduksjon på 30 %. OS medfører økte kostnader til prosjektering, men av mindre størrelsesorden, slik at løsningen gir en netto kostnadsbesparelse. Vanntåkeløsningene medfører sammenlignet med KS en kostnadsøkning på 4 % for LV og 54 % for HV.

For å gjøre en helhetlig klimagassvurdering av slokkeanlegg bør også reduserte eller forhindrede utslipp fra bygningsbrann medregnes. Dette er en kompleks oppgave som inkluderer sannsynlighet for at brann inntreffer, tidspunkt for brann, samt utslipp med og uten brannslukkeanlegg. I denne rapporten er ikke dette vurdert, men det er sammenlignet ulike løsninger med forutsatt likeverdig slokkeeffekt, for å minske effekten av å utelate dette.

Valg av slokkeanlegg kan ikke gjøres på generisk grunnlag, da ikke alle systemløsninger har samme egenskaper og godkjenninger. Videre presenteres resultater her basert på et enkelt spesifikt objekt. Dermed er resultatene ikke generiske, men de gir en indikasjon på hvordan anleggene står seg i en sammenligning forutsatt de er alle sammen aktuelle i det konkrete tilfellet.

I rapporten presenteres hvordan klimagassutslipp fra materialer kan beregnes for å inngå som en faktor i en helhetsvurdering ved valg av slokkeløsning. Men det er viktig å presisere at det er sikkerhetsaspektet som skal være førende ved valg av slokkeløsning og egnethet må vurderes av fageksperter i hvert enkelt prosjekt.

00	6.11.2024	Rapport publisert første gang	IT, ARL, KAF, ØR, SU, AJP	ARL, IT, AJP, ØR, SU, AM, KAF	ARL
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Ordliste

Dimensjonerende vanntetthet

Minste vanntetthet i millimeter vann per minutt som et sprinkleranlegg er dimensjonert for, beregnet som utslippet i liter vann per minutt fra en bestemt gruppe sprinklere dividert med området i kvadratmeter som sprinklerne dekker.

DIOM

En produktspesifikk design-, installasjons-, drifts- og vedlikeholdshåndbok for vanntåke anlegg, (på engelsk kalt "Design, Installation, Operation, and Maintenance Manual").

EC sprinkler

Sprinklerhode med utvidet dekningsområde (extended coverage på engelsk).

Høytrykk vanntåke (HV)

Optimalisert mht. produktspesifikke forutsetninger

Kontrollventilsett

Sammensetning som består av en alarmventil, en stengeventil og alle tilhørende ventiler, og tilbehør som er nødvendig for at sprinkleranlegget skal fungere korrekt.

Konvensjonell sprinkler (KS)

Tabellberegnet, konservativ dekning med Standard sprinklerhoder, faste rør ned mot himling.

Lavtrykk vanntåke (LV)

Optimalisert mht. produktspesifikke forutsetninger

Oppheng

Enhet som sikrer at rørnett kan henge fra bygningsdeler

Optimalisert sprinkler (OS)

Fullstendig hydraulisk beregnet/balansert, benyttet tilgjengelig teknologi som EC sprinkler, prefabrikking ol., fleksible sprinklerslanger ned mot himling.

Sprinklerventil /Alarmventil

Tilbakeslagsventil som også utløser en hydraulisk alarmklokke når sprinkleranlegget utløses.

Trykkøkningpumpesett

Automatisk pumpe som forsyner et sprinklersystem med vann fra en høydetank eller fra den kommunale hovedledningen.

Utløsningsareal

Det største arealet og tilhørende antall sprinklerhoder eller vanntåkedyser definert under dimensjoneringen av anlegget, som forutsettes utløst i en brann.



INNHOLDSFORTEGNELSE

Ordliste.....	4
1 Innledning	6
1.1 Basis for vurdering av løsninger	6
1.2 Modellert typebygg	7
2 Prosjekteringsmetodikk	8
2.1 Vannforsyning.....	9
2.2 Bygningsmessige forutsetninger	9
2.3 Rørtyper	9
2.4 Hoder og dyser	11
2.5 Pumpesentraler	11
2.6 Grensesnitt andre fag	11
3 Slokketekniske løsninger	12
3.1 Konvensjonell sprinkler	12
3.2 Optimalisert sprinkler	12
3.3 Lavtrykk vanntåke	13
3.4 Høytrykk vanntåke	14
4 Vannmengder og trykk	14
5 Materialvekt	15
6 Kostnadsvurdering	17
7 Klimagassberegninger	18
7.1 Metodikk.....	18
7.2 Klimagassverktøy VVS	19
7.3 Dataunderlag klimagass	20
7.3.1 Materialer	20
7.3.2 Energibruk i drift, livsløpsfase B6	20
7.4 Forutsetninger	21
7.4.1 Funksjonell enhet og analyseperiode	21
7.4.2 Transport til byggeplass (A4)	21
7.4.3 Avfall fra byggeplassen (A5)	21
7.4.4 Utsifting (B4)	21
7.4.5 Avfallsbehandling (C2-C4)	22
7.5 Klimagassresultater	22
8 Diskusjon	24
9 Konklusjon	26
10 Forslag til videre arbeid	27
11 Referanser	28



1 Innledning

Arbeidet med denne rapporten er utført som en del av forskningsprosjektet Grønn VVS, et Innovasjonsprosjekt i Næringslivet, støttet av Forskningsrådet. Studien er et samarbeid med Multiconsults faggruppe for slokkeanlegg. Mer info om forskningen kan finnes på våre [nettsider](#). Studier utført i Grønn VVS (Liaøy, et al., 2024) (Winsvold, et al., 2023) viser at VVS-installasjoner står for 20-40 % av klimagassbelastningen knyttet til materialbruk i nybygg. De største bidragene i studiene kommer fra bygningsdelene ventilasjon og slokkeanlegg. Slokkeanlegg er i dag vanlig for de fleste bygningskategorier, med unntak av småhus. Derfor er det behov for økt kunnskap om slokkeanleggs klimapåvirkning og mulige tiltak for reduserte utslipp.

Formålet med denne rapporten er å gi leseren økt kunnskap om klimagasskonsekvenser ved valg slokkesystem og dimensjoneringsmåter av slokkeanlegg, opp mot ønsket fleksibilitet og LCC kostnader, og at gjøre det mulig for at klimagass skal inngå som en faktor ved valg av løsning. I studien sammenlignes fire ulike typologier for automatisk brannsløkking av typene sprinkler- og vanntåkesystemer. Det er sett på design, dimensjonering, vekt av komponenter, hydrauliske beregninger og en enkel kostnadsoppstilling, men hovedfokus er på klimagassutslipp. Ved å analysere faktorer som vanntrykk og dyse-, sprinklerhodestørrelser (K-faktorer), samt beregninger relatert til vannforbruk og dekningsområde, ønsker forfatterne å identifisere hvilke løsninger er mest miljøvennlige for samme brannsikkerhets nivå.

Automatiske slokkeanlegg benyttes for å sikre og verne menneskeliv og verdier mot brann, hindre nedbrenning, og i ytterste konsekvens hindre tap av menneskeliv. Resultatene fra studien vil bidra til kunnskap om hvordan slokkeanlegg kan utformes på en mer bærekraftig måte, samtidig som de opprettholder høy sikkerhetsstandard. Det er særlig viktig å bemerke at:

Studien omhandler klimagassutslipp. De ulike løsningenes slokkeegenskaper og anleggenes egnethet til forskjellig bruk er ikke vurdert.

Følgende systemer sammenlignes i studien:

- **Konvensjonell sprinkler (KS)** – Det er benyttet beregninger basert på estimerte dimensjoner hentet fra tabeller for forhåndskalkulasjon. , konservativ dekning med standard sprinklerhoder, faste rør ned mot himling.
- **Optimalisert sprinkler (OS)** – Fullstendig hydraulisk beregnet, optimalisert dimensjonering, og det er benyttet tilgjengelig teknologi som sprinklerhoder med utvidet dekning (Extended coverage) og fleksible sprinklerslanger ned mot himling.
- **Lavtrykk vanntåke (LV)** – Optimalisert mht. produktspesifikke forutsetninger
- **Høytrykk vanntåke (HV)** – Optimalisert mht. produktspesifikke forutsetninger

1.1 Basis for vurdering av løsninger

Vurderingsgrunnlag og målekriterier ved sammenligning av løsninger er:

- **Vannforbruk:** dimensjonerende vannmengde som kreves til å kontrollere/slokke brann.
- **Trykk:** trykket i et slokkeanlegg er avgjørende for dets evne til å distribuere vann effektivt over det beskyttede området. Vekt: vekten av hoved komponenter som rør, dyser, ventiler og pumpeutstyr uten oppheng.
- **Materialvekt:** Materialvekt for komponenter som inngår i installasjonene.

- **Kostnad:** Installasjonskostnad for anlegget, dvs. materialer og arbeid uten prosjekteringskostnader m.m.
- **Klimagassutslipp:** utslippene som kommer fra produksjon og utskiftning av ulike komponenter, rør og deler.

1.2 Modellert typebygg

I prosjektet er det utarbeidet og modellert typebygg, som underlag for utforskning av tematikken. Formålet med typebygget er å gjøre funnene fra prosjektet generaliserbare, med overføringsverdi til andre prosjekter. Typebygget og planløsningen er utarbeidet mht. at den tilsvarer et typisk norsk bygg. I prosjektet benyttes det som underlag for modellering og beregninger av ulike typer slokkeanlegg.

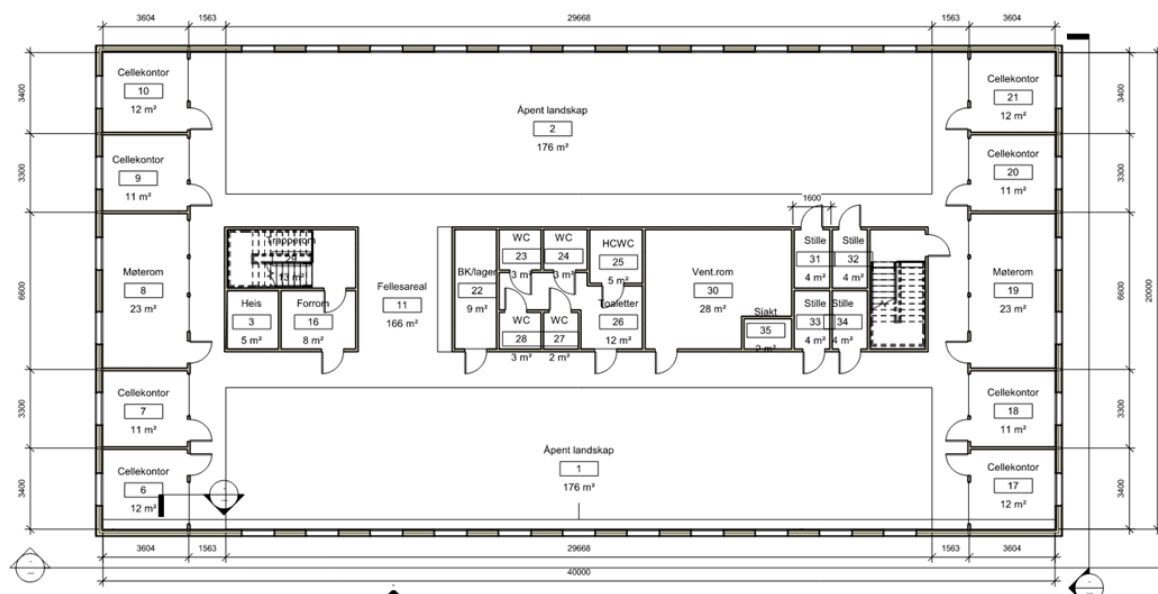
I dette prosjektet fokuseres det på kontorbygg. I samarbeid med forsknings- og utviklingspartnere har vi designet og modellert en plantegning som representerer en standard kontoretasje, denne er basert på faktiske nybygg på Østlandet. For å sikre et konsistent sammenligningsgrunnlag for evaluering av forskjellige slokkeanlegg, er plantegningen for etasjen fastsatt, se Figur 1. Bygningen antas å bestå av fire like etasjer konstruert i stål og betong, samt underetasje med sprinkler-, vanntåkesentral.

I prosjekteringen er det utelukkende fokusert på slokkeanlegg, planløsningen er generisk og hvert anlegg er optimalisert mht. ytelse, spesielt med hensyn til dyseplassering, dekningsareal osv. slik sikrer vi at løsningene er sammenlignbare, og resultatene fra arbeidet der pålitelige.

Kontor

Kontoretasjen er 836 m² BTA og består av cellekontor, kontorlandskap, møterom, stillerom, fellesareal/gangsoner/minikjøkken, trapp/heis, toaletter, bøttekott/lager og ventilasjonsrom.

Arealutnyttelse: Cellekontor = 12%, kontorlandskap = 45%, Møterom/stillerom = 8%, resterende (fellesareal, trapp/heis, BK/lager, toaletter, ventilasjonsrom) = 35%.





2 Prosjekteringsmetodikk

Det er benyttet et case-scenario med like forutsetninger for alle de ulike alternative løsningene. Forutsetninger er listet opp i eget punkt under.

- Slokkeanleggene er prosjektert iht. gjeldende lovverk og standarder:
 - For sprinkleranlegg er benyttet; *NS-EN 12845:2015+A1:2019 Faste brannslukkesystemer — Automatiske sprinklersystemer — Dimensjonering, installering og vedlikehold*. Tilhørende veiledning FG-930 er benyttet, pkt. 14.1 er lagt til grunn for bruk av EC sprinklere.
 - For vanntåkeanlegg er benyttet; *NS-EN 14972-1:2020 Faste brannslukkesystemer - Vanntåkesystemer - Del 1: Dimensjonering, installasjon, inspeksjon og vedlikehold*. Tilhørende testprotokoll er benyttet; *NS-EN 14972-3:2021 Fixed firefighting systems - Water mist systems - Part 3: Test protocol for office, school classrooms and hotel for automatic nozzle systems*. Veiledningen FG-950:3 for vanntåkesystemer er ikke tatt i betraktning i denne studiet.
- Kontoretasjene er klassifisert som ordinær fareklasse, gruppe 1 (OH1) i henhold til *NS-EN 12845-tabell A.2*. Den dimensjonerende vanntettheten er 5,0 mm/min pr. m², og utløsningsarealet utgjør 72 m². Teknisk rom på 10 m² skal i utgangspunktet klassifiseres som ordinær fareklasse, gruppe 3 (OH3), men rommet inneholder i denne studien kun sprinklersentral /vanntåkesentral. Fareklassen er derfor satt til OH1, siden forutsetningene gitt i FG 930 veiledning til *NS-EN 12845, tabell A.2* er tilfredsstilt.
- I optimalisert sprinkler (OS) er det i beregningene medtatt 6 stykk sprinklerhoder med utvidet deknning (EC) for å oppnå kravet til 72 m² utløsningsreal. I henhold til FG 930 veiledning til *NS-EN 12845* kreves minst 5 stykk EC-hoder aktivert i utløsningsarealet.
- For vanntåkeanlegget er prosjekteringsarealet satt til 72 m² tilsvarende til sprinkleranlegg (Cellekontorer og åpne kontorlandskap iht. *NS-EN 14972-1*). Minste dyseantall som skal løse ut er 6 stk.
- For vanntåkeanleggene (LV og HV) er det i tillegg lagt til grunn en representativ, spesifikk DIOM. Selv om denne er leverandøravhengig, er variasjonene av mindre betydning for klimagass og den ansees som representativ for typiske løsninger. Formålet i denne rapporten er å sammenligne tekniske løsninger og leverandørnavn er derfor utelatt.
- For konvensjonell sprinkler (KS) er det benyttet sprinklerhoder plassert med konservativt dekningsareal og med beregninger basert på estimerte dimensjoner hentet fra tabeller for forhåndskalkulasjon. for blant annet dyseplassering og rørdimensjoner. Denne tradisjonelle metoden brukes fortsatt av mange sprinklerprosjekterende for å spare tid. Som oftest fører dette til overdimensjonering.
- Optimalisert sprinkler (OS) er designet med hjelp av de tilgjengelige hjelpemidler som finnes for å få ned rørdimensjoner, antall dyser mv.
- Alle slokkeanleggene er prosjektert i Revit 2023.1.
- Hydrauliske beregninger er utført i MagiCAD for Revit 2024 UR-1.

Det er i forbindelse med dette studiet gjort en rekke forutsetninger for å skape en virkelighetsnær ramme, med like vilkår for de ulike løsningsforslagene. Disse er det redegjort for i de følgende avsnitt.



2.1 Vannforsyning

Vannforsyning inn i bygget 125 mm PE-100 SDR11 (DN100), avsluttet med flens ved gulv.

Vanninnlegg er sikret iht. NS1717 – væske Kat. 3. Det er prosjektert tilbakeslagsventil kategori 4. iht. NS-1717 på grunn av dimensjon på vannledning.

Det forutsettes at anlegget tilkobles en offentlig vannforsyning, dvs. en utømmelig vannkilde, en kommunal vannledning. Forutsatt tilgjengelig vannmengde og trykk ved kontrollventilsett etter kat. 4 ventil– trykktap iht. NS1717 tilbakeslagsventil kat. 4 er medtatt (0,8bar), fremgår av Tabell 1.

Tabell 1 - Forutsatt tilgjengelig vannmengde og trykk.

Q [l/min]	P [bar]
0	4,3
750	4,0
900	3,7
1 100	2,9
1 400	1,5

2.2 Bygningsmessige forutsetninger

Plassering av sentral i 10 m² teknisk rom på plan 1. Plassbehovet vil i realiteten variere noe mellom løsningene, der spesielt høytrykks vanntåke er mer plasskrevende enn de tre andre løsningene. Slokkeanlegget prosjekteres i Plan 2. og multipliseres 4 ganger, slik at bygget kan sammenlignes med kontorbygg i 4 etasjer.

Det forutsettes:

- Systemhimling 600x600 (tilrettelagt for ideell dyseplassering).
- En hulromshøyde over himling på 0,67 m generelt, men 0,87 m i gangen over våtromssone. Ingen himling i BK/lagerrom og vent. rom.
- Ingen hindringer under/over himling.
- Dekning over himling i alle områder, unntatt enkelte WC/HCWC rom og stillerom.
- At installasjoner over himling er ideelt plassert ift. dekning for dyser og gunstig for prefabrikkert løsning.

2.3 Rørtyper

Rørtyper og kvaliteter for de automatiske slokkeløsningene fremgår av følgende tabeller.

Tabell 2 - Rørtyper for de forskjellige systemene.

System	Materiale	Dimensjon	Sammen - føyning	C-faktor
KS	Sorte stålrør - *Mellomserie	DN 25-100	Rille/gjenge	120
OS	Sorte stålrør - *Mellomserie	DN 25-100	Rille/gjenge	120
LV	Syrefast	DN 15-50	Pressfitting	150
HV	Syrefast	DN 10 – 50	Klemring	150

*Referanser "Mellomserie" angir godstykkelse iht. NS-ISO 4200 område D (se Tabell 3)



Tabell 3 - NS-ISO 4200 veggtykkelser for sprinklerrør (mellomserie) og rørdeler.

Utvendig diameter Outside diameter Serie 1 Series 1	Rekker av anbefalt veggtykkelse Ranges of preferred thickness						
	A	B	C	D	E	F	G
10,2	1,6	–	–	–	1,6	2,0	2,3
13,5	1,6	–	–	1,6	2,0	2,3	2,6
17,2	1,6	–	–	1,6	2,0	2,3	3,2
21,3	1,6	–	–	1,8	2,0	3,2	4,0
26,9	1,6	–	–	1,8	2,0	3,2	4,0
33,7	1,6	2,0	–	2,0	2,3	3,2	4,5
42,4	1,6	2,0	–	2,3	2,6	3,6	5,0
48,3	1,6	2,0	–	2,3	2,6	3,6	5,0
60,3	1,6	2,0	2,3	2,3	2,9	4,0	5,6
76,1	1,6	2,3	2,6	2,6	2,9	5,0	7,1
88,9	2,0	2,3	2,9	2,9	3,2	5,6	8,0
114,3	2,0	2,6	2,9	3,2	3,6	6,3	8,8
139,7	2,0	2,6	3,2	3,6	4,0	6,3	10
168,3	2,0	2,6	3,2	4,0	4,5	7,1	11
219,1	2,0	2,6	3,6	4,5	6,3	8,0	12,5

Tabell 4 Veggtykkelser for syrefaste stålrør (lavtrykk vanntåke)

Nominell diameter (DN)	Dimensjon d x s (mm)
10	12,0 x 1,0
12	15,0 x 1,0
15	18,0 x 1,0
20	22,0 x 1,2
25	28,0 x 1,2
32	35,0 x 1,5
40	42,0 x 1,5
50	54,0 x 1,5
65	76,1 x 2,0
80	88,9 x 2,0
100	108,0 x 2,0



Tabell 5 Veggtykkelser for syrefaste stålrør (høytrykk vanntåke)

General information		
All included tubes are welded tubes.		
Material	EN 1.4404 / ASTM 316L	
Length [mm]	5800	
Inside bead [mm]	max. 0.2	
	max. 0.5 (A01060)	
Maximum working pressure / Maximum testing pressure	200 / 300 bar (Ø12–16 tubes)	
	140 / 210 bar (Ø25–60.3 tubes)	
Standard products		
Product code	Ø[mm]	Thickness (t) [mm]
A01005	12	1.2
A01015	16	1.5
A01025	25	2.0
A01030	30	2.5
A01035	38	3.0
A01060	60.3	3.9

2.4 Hoder og dyser

For konvensjonell sprinkler er det benyttet standard sprinklerhoder, mens det er benyttet hoder med utvidet dekning til det optimaliserte sprinkleranlegget. For vanntåke er det benyttet tilhørende dyser til de to løsningene.

- Sprinklerhoder med standard dekning er det mest vanlige og brukes i en rekke applikasjoner. De er designet for å dekke inn til 12 m² pr. sprinklerhode.
- Sprinklerhoder med utvidet dekning (EC) er designet for å dekke større områder enn standard dekning sprinklerhoder. Dette betyr at færre sprinklerhoder er nødvendig.
- Vanntåkedyser utnytter høyere trykk for å produsere fine vanndråper som effektivt slukker brann ved minimalt vannforbruk. Vanntåkedyser har vanligvis høyere dekningsområdet enn standard sprinklerhoder, men noe mindre en (EC) sprinklerhoder. Lavtrykksvanntåkedyser fungerer på en lignende måte som høytrykksdysene, men ved lavere trykk.

2.5 Pumpesentraler

Optimalisert og konvensjonelt sprinkleranlegg forsynes direkte via kommunal vannledning, som leverer tilstrekkelig vannmengde og trykk, uten at det er behov for trykkøkingsanlegg.

Begge vanntåkeløsninger krever mer trykk enn stedlig vannforsyning kan levere og er prosjektert med pumper. LV opererer i trykksone opp mot 16 bar, mens HV krever vesentlig mer trykk for å sikre riktig funksjon. Pumpesett for HV er derfor kraftigere bygget, som gir utslag på materialvekt.

Det er i denne studien ikke medtatt materiell eller kostnader med signalanlegg og kraftforsyning til pumpeinstallasjoner. Vi har ikke tatt hensyn til varierende krav fra offentlige vannverk i de ulike kommunene i landet. Pumpene er forutsatt direkte tilknyttet den offentlige vannledningen uten at det er etablert vannreservoar eller basseng.

2.6 Grensesnitt andre fag

Grensesnitt mot elektro er satt til leveranse av utstyr – ingen tilkobling, lysarmatur etc. er medtatt i denne studien. Det er forutsatt en del kabler i 400V over himling som utløser krav til sprinkleranlegg over himling (se 2.2). Øvrige fag, som f.eks. ventilasjon er ikke med i vurderingen.

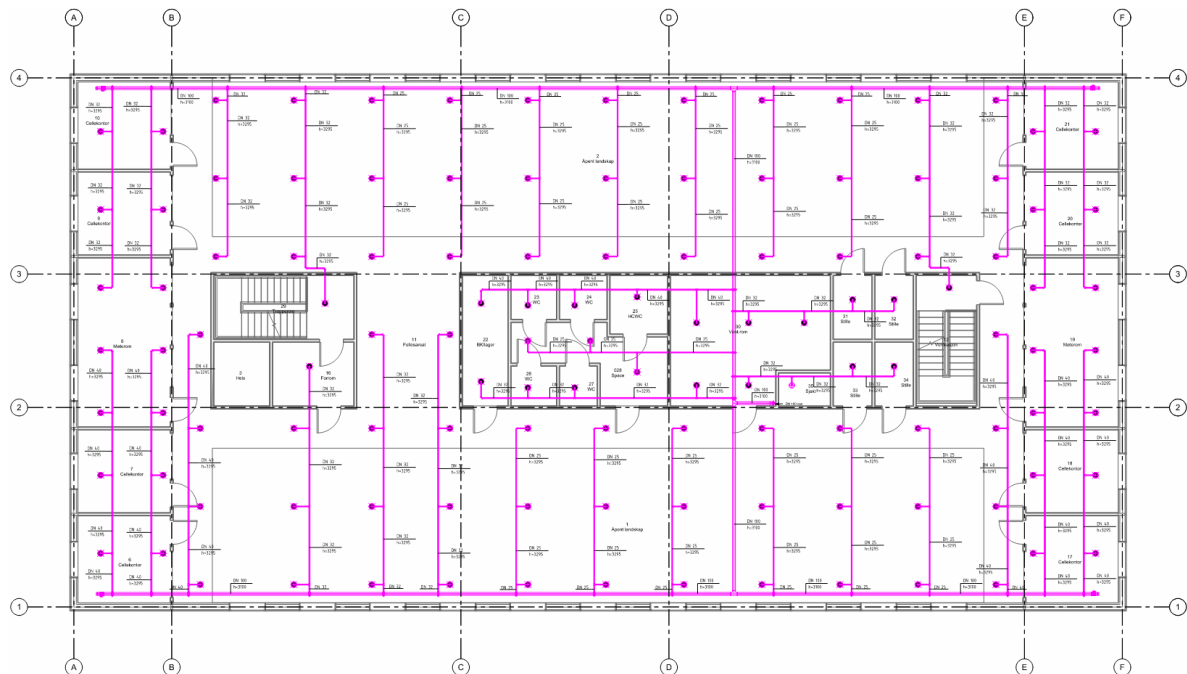
Kun slokkeanlegg med er inkludert i denne studien. Leveranser for øvrige fag er ikke medtatt. Eksempler på leveranser som kan tilkomme er: signalkabling, fundamenter, kabling til strømforsyning og instrumentering etc. ved pumpeinstallasjon. Disse leveransene vil påvirke både det totale klimaavtrykket og den totale kostnaden for de ulike løsningene.

Det er forutsatt ideell plassering av rørføring og dyseplassering for slokkeanlegg i forhold til rør, ventilasjon og elektrofanget.

3 Slokketekniske løsninger

3.1 Konvensjonell sprinkler

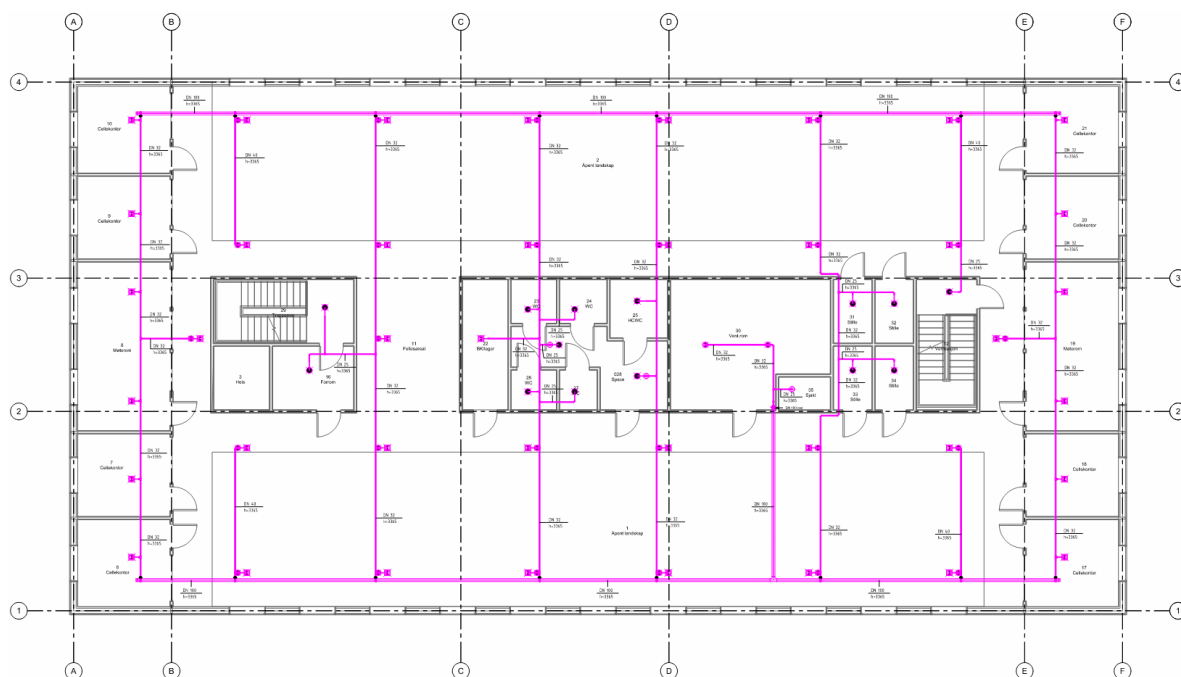
Konvensjonell sprinkler (KS) er et utbredt anlegg, som har bevist sin pålitelighet. Dimensjoneringen utføres ofte ved tabelldimensjonering, som gir betydelig sikkerhetsmargin på rørstørrelser og hvor dekningen per sprinklerhode ikke er optimalisert. Anlegget har en ensidig grenrørsstruktur, med standard sprinklerhoder plassert i rutenett. Erfaringsmessig er KS, med sin konservative dekning, en mer endringsdyktig løsning ved ombygginger.



Figur 2 - Plantegning av et konvensjonelt sprinkleranlegg for kontor hvor anlegget er fargelagt rosa, med dyser som sirkler og rørstrekke som linjer.

3.2 Optimalisert sprinkler

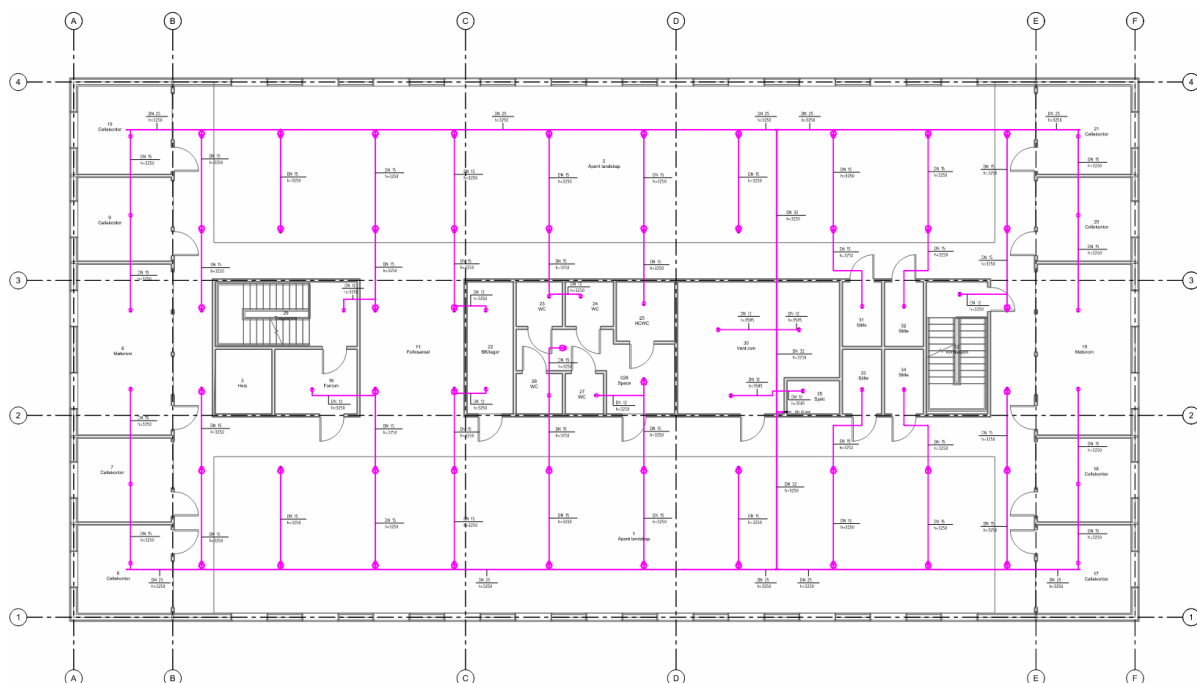
Optimalisert sprinkler (OS) er prosjektert for å oppnå høyere effektivitet sammenlignet med det konvensjonelle sprinkleranlegget. Det benytter nyere teknologi, der sprinklerhodene har en større dekningsgrad. Videre er det benyttet rørgeometri i grid, som gir en mer hydraulisk gunstig distribusjon. Rørdimensjonene er nøye optimalisert i henhold til vannbehov og trykkforhold, samt til tilgjengelig vannmengde og trykk via kommunal vannledning.



Figur 3 - Plantegning av et optimalisert sprinkleranlegg for kontor hvor anlegget er fargelagt rosa, med dyser som sirkler og rørstrekking som linjer.

3.3 Lavtrykk vanntåke

Lavtrykk vanntåke (LV) bruker små vanddråper for å slukke/kontrollere brann. Den lave vekten skyldes mindre vannmengde enn tradisjonelt sprinkleranlegg og trykkforhold overstiger vanligvis ikke 16 bar. Rør- og komponenter har den laveste vekten sammenlignet med de tre andre sløkkeanleggene.

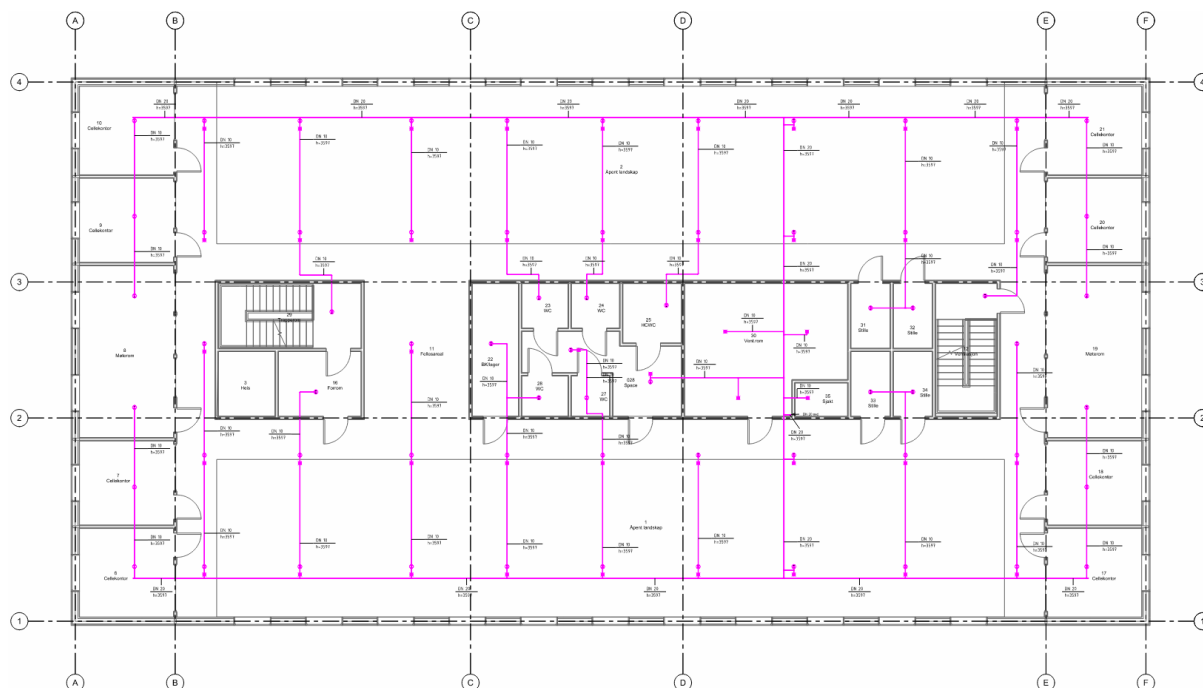


Figur 4 - Plantegning av et lavtrykk vanntåkeanlegg for kontor hvor anlegget er fargelagt rosa, med dyser som sirkler og rørstrekking som linjer.



3.4 Høytrykk vanntåke

Høytrykk vanntåke (HV) bruker høyere trykk for å skape finere vandrdåper (130-150 bar), men krever mer robuste rørledninger, rørdeler og kraftigere pumper, noe som bidrar til den økte vekten sammenlignet med lavtrykk vanntåke.



Figur 5 - Plantegning av et høytrykks vanntåkeanlegg for kontor hvor anlegget er fargelagt rosa, med dyser som sirkler og rørstrekk som linjer.

4 Vannmengder og trykk

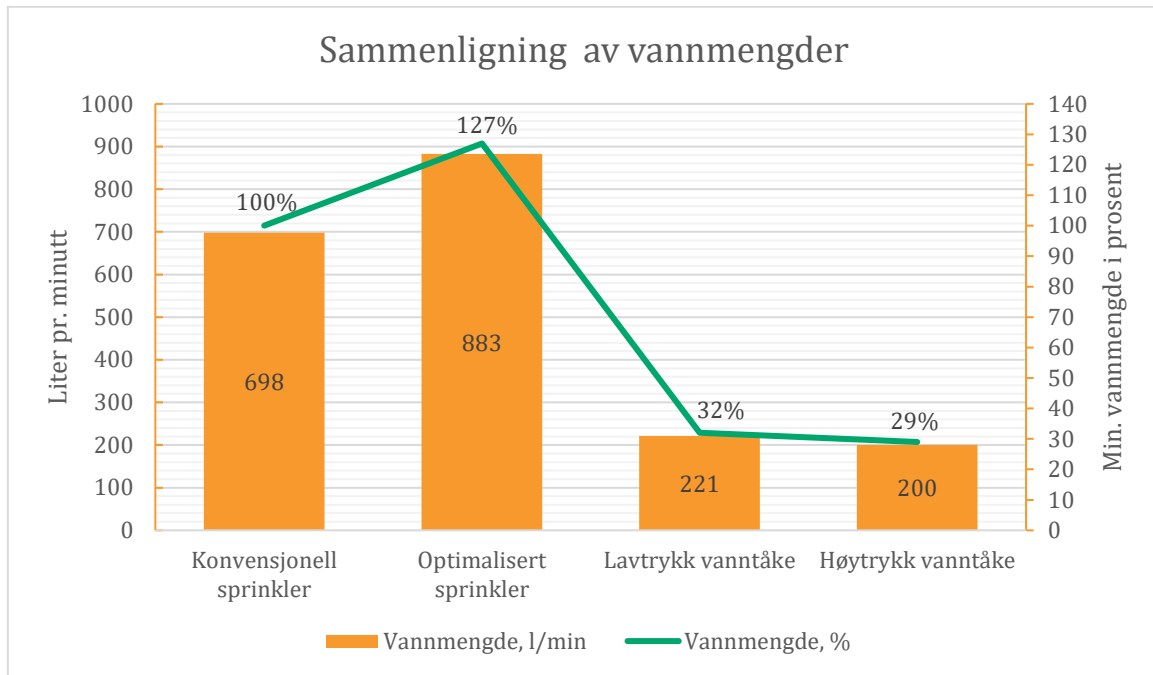
Designet løsning for de fire ulike typografiene oppsummeres i tabell og figur under.

Dimensjonerende kriterier for slokkeanlegg er vannkrav og resttrykkskrav ved tilkoblingspunkt. Disse kravene kommer som resultater fra hydrauliske beregninger utført i MagiCAD programvare (KS, OS, LV og HV).

Tabell 6 - Vannmengde og trykk for prosjekterte slokkeløsninger

Slokkeløsning	Vannmengde [l/min]	Trykk [bar]
Konvensjonelt sprinkleranlegg	698	2,0
Optimalisert sprinkleranlegg	883	3,7
Lavtrykk vanntåke	221	15,8
Høytrykk vanntåke	200	136,9

Sammenligning av vannmengder for slokkeløsninger, basert på hydrauliske krav, fremgår av Figur 6.



Figur 6 - Sammenligning av vannmengder for slokkeløsninger, basert på hydrauliske krav

Tabellen viser dimensjonerende vannmengde og resttrykk for slokkeanleggene. Løsning for OS har høyere vannkrav enn løsning med KS. Dette fordi løsning med OS er optimalisert med tanke på lavest mulig materialforbruk. Det er designet en løsning med færre sprinklerhoder i utløsningsarealet, noe større rørdimensjoner og vesentlig færre lengdemeter rør. Dette resulterer i et økt trykktap i rørnettet og et høyere resttrykkskrav på sprinklerhodet. Dette gir høyere vannkrav for løsningen. Verdien er innenfor vannforsyningskurven som er vist for dette tilfellet, og det har derfor ingen praktisk betydning for funksjon.

For vanntåkeanleggene ligger vannkravet vesentlig lavere enn for sprinkleranlegg. Dette gjør at tilførselsledningen mellom tilkoblingspunkt på offentlig ledning og sentral kan utføres med mindre dimensjon.

For vannmengde og trykkforhold for de fire ulike typologiene er det viktig å presisere at dette angir dimensjonerende krav. Vannkravet beskriver kapasitetsbehov ved fullstendig utløst slokkeanlegg (maksimalt teoretisk forbruk). Alle de fire ulike anleggene har sprinklerhoder/dyser med termiske elementer som løser ut individuelt ved varmepåvirkning. Vannkravet representerer ikke forbruk, annet enn ved branntilløp.

5 Materialvekt

Tidligere utført forskning i Grønn VVS har vist at klimagassutslipp sterkt korrelert med vekten av VVS-tekniske anlegg. Dette skyldes delvis at de største bidragene til klimagassutslipp i VVS-anlegg stammer fra metall. Vekt er også relevant med hensyn til å vurdere montasjetid, HMS og kostnader. Vekt som mål på materialmengder er derfor en viktig og enkel måte å få innblikk i forskjellen på ulike slokkeløsninger.

Det er beregnet totalvekt for ulike komponentgrupper som sentral, rør, deler og hoder/dyser, for å dekke alle 4 etasjer i det typiske kontorbygget. Beregningene er basert på datablader for representative produkter. Oppheng er ikke inkludert. Materialvektene fremgår av Tabell 7 -Tabell 10.



Tabell 7 - Materialvekt for konvensjonelt sprinkleranlegg

Komponent	Materiale	Mengde [kg]
Sprinklersentral	Støpejern	221
Rør	Sorte stålrør	8 748
Rørdeeler	Støpejern	728
Sprinklerhoder	Messing	80
SUM:		9 777

For konvensjonell sprinkler står rør og rørdeler for 97 % av materialvekten.

Tabell 8 - Materialvekt for optimalisert sprinkleranlegg

Komponent	Materiale	Mengde [kg]
Sprinklersentral	Støpejern	221
Rør	Sorte stålrør	4 900
Fleksible sprinklerslanger	Rustfritt stål	380
Rørdeeler	Støpejern	276
Sprinklerhoder	Messing	36
SUM:		5 813

For optimalisert sprinkler står rør og rørdeler for 91 % av materialvekten.

Tabell 9 - Materialvekt for lavtrykk vanntåke

Komponent	Materiale	Mengde [kg]
Vanntåkesentral (pumpesett)	Støpejern/rustfritt	300
Rør	Rustfritt (AISI 316L)	800
Rørdeeler	Rustfritt (AISI 316)	152
Dyser	Messing	36
SUM:		1 288

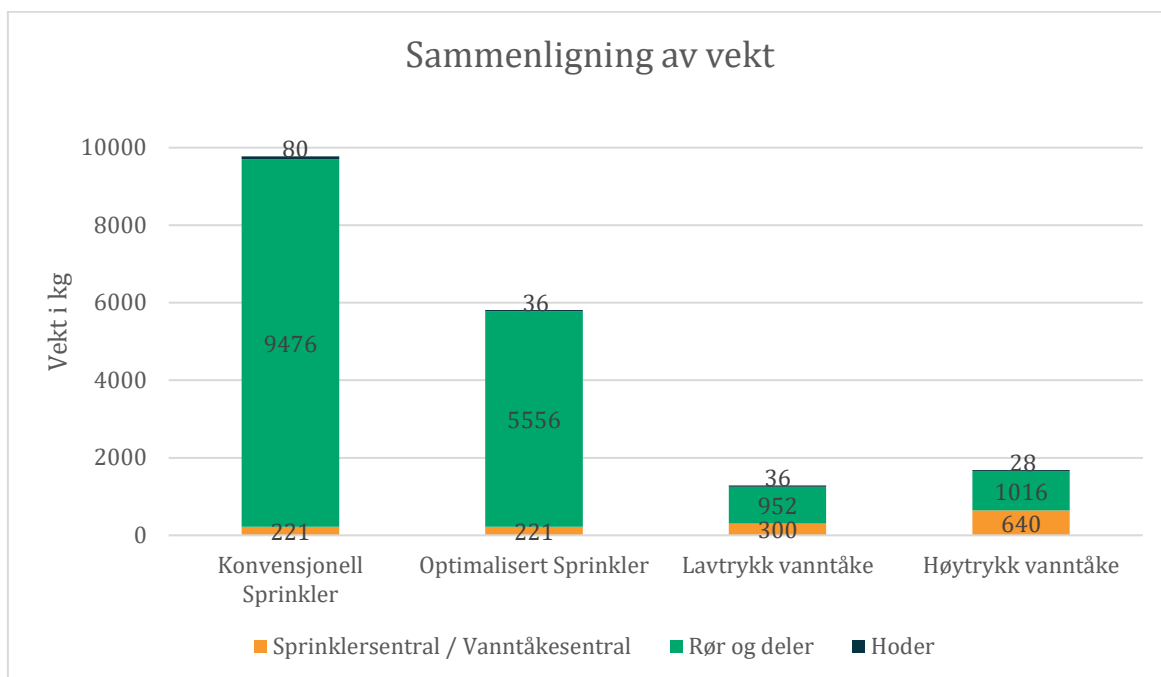
For lavtrykk vanntåke står rør og rørdeler for 73 %, og vanntåkesentralen for 23 % av materialvekten.

Tabell 10 - Materialvekt for høytrykk vanntåkeanlegg

Komponent	Materiale	Mengde [kg]
Vanntåkesentral (pumpesett)	Støpejern/rustfritt	640
Rør og rørdeler	Rustfritt (ASTM 316L/316)	1016
Dyser	Rustfritt	28
SUM:		1 684

For høytrykk vanntåke står rør og rørdeler for 60 %, og vanntåkesentralen for 38 % av materialvekten.

Materialvektene for de fire ulike slokkeløsningene er sammenstilt for visuell sammenligning i Figur 7.



Figur 7 - Vekt for materialer for de forskjellige anlegg, uten oppheng.

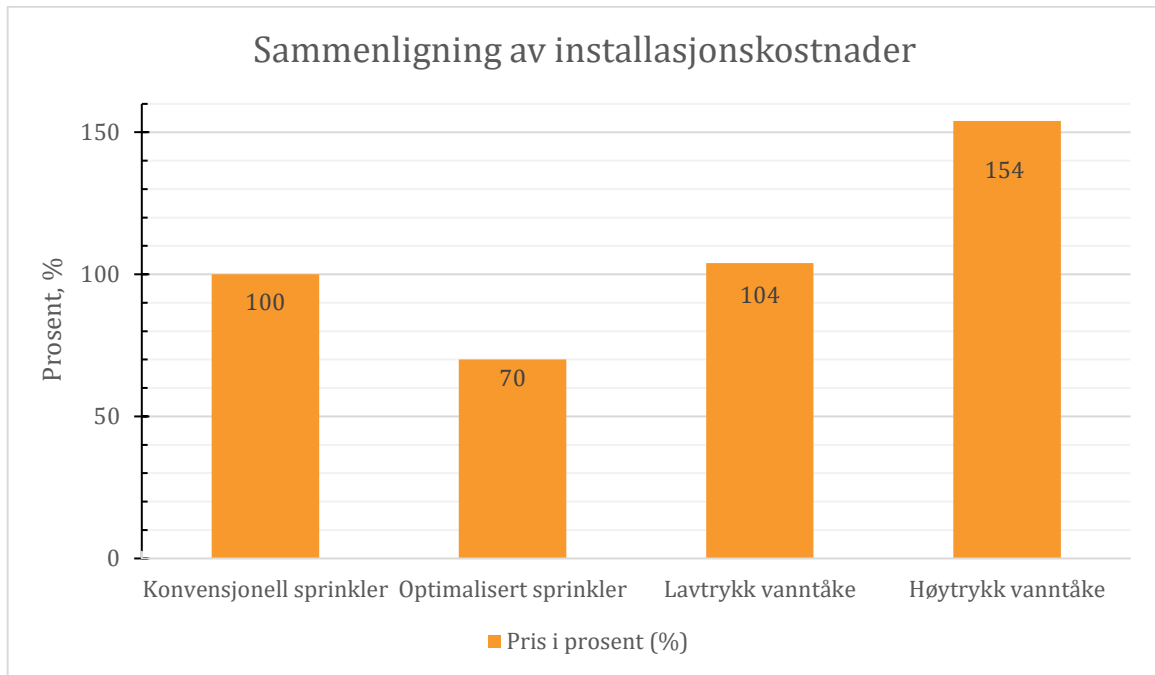
Materialvekten for konvensjonell sprinkler er desidert størst med 9,8 tonn. Ved optimalisering kan vekten reduseres med 41 %, til i 5,8 tonn. Vanntåkeløsningene bruker vesentlig mindre materialer sammenlignet med KS, henholdsvis 87 % og 83 % lavere med 12,9 og 16,8 tonn. For sprinkleranleggene står rør og rørdeler for majoriteten av materialvekten med 97 % for KS og 91 % for OS. For vanntåkeanleggene står sentralene for en mye større andel, med 23 % for LV og 38 % for HV.

6 Kostnadsvurdering

Kostnadseffektivitet er viktig faktor i prosjektering og utførelsen av slokkeanlegg. Partner i Grønn VVS GK Norge AS har bistått med prising av materialer og montasjetid for løsningene. Kostnaden er markedspris og inkluderer installasjons- og materialkostnad, men andre kostnader som prosjektering og prosjektledelse inngår ikke.

Tabell 11 - Kostnader for materialer og installasjon

Slokkeløsning	Kostnad materialer og installasjon [NOK]
Konvensjonell sprinkler	1.654.000,-
Optimalisert sprinkler	1.152.000,-
Lavtrykk vanntåke	1.715.000,-
Høytrykk vanntåke	2.550.000,-



Figur 8 - Relative kostnader for materialer og installasjon, ikke inkludert prosjektering og prosjektledelse

Kostnadsvurderingen viser at overgangen fra KS til OS medfører en reduksjon på 30 %. OS medfører økte kostnader til prosjektering, men av mindre størrelsesorden, slik at løsningen gir en netto kostnadsbesparelse.

Vanntåkeløsningene medfører sammenlignet med KS en kostnadsøkning på 4 % for LV og 54 % for HV. Sammenligner man for øvrig kun de optimaliserte løsningene, med OS som referanse, er LV 49 % dyrere og HV 120 % dyrere.

Ettersom sprinkler er den mest benyttede løsningen for automatisk brannslukking i dag mens vanntåke er uvanlig, kan en tenke seg at vanntåke kan innhente noe av kostnadsforskjellen ved eventuelt større volum gjennom økt salg. Potensialet for kostnadsreduksjon på sikt kan synes å være substansielt, uten at det kan kvantifiseres i dag.

For vanntåkeløsningene utgjør pumpesentralen en viktig del av kostanden, slik at for større anlegg vil antagelig anlegget bli mer prisgunstig. Spesielt gjelder dette for høytrykks vanntåke, som har den kraftigste pumpen.

Kostnader inkluderer kun slokkeanlegg. Det er ikke medtatt kostnader for signalføring kraftforsyning til pumpesystemer eller andre bygningstekniske forhold.

7 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. En slik analyse kan vurdere ulike typer miljøpåvirkning, men brukes typisk til å vurdere klimagassutslippene for et produkt/materiale knyttet til hele materialets livsløp.

7.1 Metodikk

NS 3720:2018 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 12). 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-B6 og C1-C4 inkluderes. Livsløpsfase D blir vanligvis ikke inkludert i totalresultatet, men synliggjort separat.

Klimagassberegninger for materialer gjøres med utgangspunkt i materialenes tredjepartssertifiserte miljø-deklarasjoner (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 kg rør og per stykk for andre komponenter.

Oransje celler i Tabell 12 markerer hvilke informasjonsmoduler eller livsløpsfaser klimagassberegningene omfatter.

Tabell 12 - Oransje celler markerer hvilke informasjonsmoduler klimagassberegningene omfatter.

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet								Livsløpets sluttstadium				Konsekvenser utover systemgrensen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7*	B8	C1	C2	C3	C4	D
Råvarer	Transport	Produksjon	Transport	Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Ombygging	Energibruk i drift	Vannforbruk i drift	Transport i drift	Riving	Transport	Avfallsbehandling	Avhending	Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer og eksport av egenprodusert energi

*B7 inngår ikke i NS 3720:2018.

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 rørssystem. Disse delene er i varierende grad medtatt for alle miljødeklarasjoner inkludert i dette datagrunnlaget, se kapittel 7.3.

Ettersom miljødeklarasjonene kun spesifiserer rørstrekk, kobles utslippsfaktoren for rette rørstrekk til tilgrensende bend og rördeler som klimagassverktøyet beregner volum for og omregner til masse via tettheten. Denne omregningen medfører noe usikkerhet, men dette vil gjelde for alle rørkvaliteter som sammenliknes i denne rapporten.

7.2 Klimagassverktøy VVS

Klimagassberegningene er utført med Multiconsult sitt internt utviklede beregningsverktøy for klimagasser forbundet med VVS-tekniske installasjoner. Verktøyet er en «add-in» 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 inn i verktøyet, hvor de kombineres med volum og mengdeberegninger for hver komponent og fremstilles for brukeren. Resultater for klimagassutslipp knyttet til materialbruk i det tekniske systemet kan så hentes ut og behandles videre. Grønn VVS har publisert en vitenskapelig artikkel om metodikken (Petersen, et al., 2024). I tillegg til klimagassverktøyet er One Click LCA benyttet for å finne utslippsfaktorer, samt for å beregne utslipp for livsløpsfasene A4, A5 og C2-C4.



7.3 Dataunderlag klimagass

7.3.1 Materialer

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. Det er i hovedsak benyttet datakvalitet på nivå 2 iht. NS 3720:2018.

Rør og rørdeler

Utslipp for sorte stålrør er basert på en generisk EPD fra databasen i One Click LCA¹. Vanntåkeanlegg har rustfritt stål og der er det forutsatt en produktspesifikk EPD fra Geberit. Grunnet stort antall ulike rørdeler med ulik navngiving er klimagassverktøyet programmert til å beregne volum av rørdeler og beregne utslipp basert på utslippsfaktoren for tilknyttet rør. Det er derfor ikke benyttet egne EPDer for rørdeler.

Miljødeklarasjonene spesifiserer kun rørstrekk. 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.

Hoder og dyser

Sprinklerhoder og dyser er standard hovedsakelig i messing og i mangel på EPDer er det benyttet samme generiske franske EPD på både sprinklerhoder og dyser. Mengder er justert etter vekt.

Pumper

For pumper til lavtrykk vanntåke er det forutsatt at en 200 kg pumpe består av 65 % støpejern og 35 % rustfritt stål, mens for en 25 kg trykkvedlikeholdspumpe er det benyttet en produktspesifikk EPD fra Grundfos. For høytrykk vanntåke er det gjort samme antakelse om 65 % støpejern og 35 % rustfritt stål for et pumpesett (3 stykk) på totalt 535 kg. Det er også et styreskap på 105 kg, der det er brukt en produktspesifikk EPD fra Hager SE på 119 kg.

7.3.2 Energibruk i drift, livsløpsfase B6

For sprinkler- og vanntåkeanlegg er det krav til regelmessig testing. Det er beregnet energibruk til pumpedrift for de ulike anleggene, se Tabell 13, for å undersøke betydningen av livsløpsfase B6 for de ulike systemene.

Utslippsfaktoren for elektrisitet er hentet fra One Click LCA. Utslippsfaktoren er basert på forventet europeisk forbruksmiks (EU28+NO) over 60 år projisert fra gjennomsnittet i perioden 2019-2021 og er oppgitt til 90,6 g CO₂-ekv./kWh.

Konvensjonelt og optimalisert sprinkleranlegg er uten pumper og testes basert på vanntrykk via kommunal vannledning. Det er ikke medtatt energibruk for disse systemene og dermed heller ikke utslipp i livsløpsfase B6.

For elektriske pumper er det krav til prøving av pumpestart iht. *NS-EN 12845*. For vanntåkeanlegg (både lavtrykk og høytrykk) er det forutsatt elektriske pumper og at motoren ukentlig skal gå i ca. 30 sekunder (automatisk pumpestart), vanligvis mot stengt ventil. Ved evt. årlig kapasitetsmåling (om det er tillatt av kommunen) vil pumpene i tillegg gå i to-tre minutter. Dette er ikke inkludert i beregningen, da kapasiteten til kommunal vannledning vanligvis verifiseres ved hjelp av vannmengdemålerutstyr som monteres med bypass rundt pumpene. Det leveres i tillegg trykkløse pumper (også kalt jokerpumper) som vanligvis har kapasitet 1-3 kW, men som også er neglisjert i beregningen.

¹ EPD-navn: Steel pipes, STD, DN 20 mm, (3/4 in), 1.69 kg/m, veggtykkelse: 2.87 mm (One Click LCA)



Effekter på pumper i beregningen:

- Lavtrykk vanntåke 16 kW
- Høytrykk vanntåke 174 kW

Det er forutsatt at pumper kjøres i 90 % av full kapasitet.

Tabell 13 - Beregnet energibruk per år til hovedpumpedrift og klimagassutslipp for energibruk i driftsfasen.

Løsning	Energibruk per år [kWh/år]	Energibruk 50 år [kWh]	B6 Energibruk i drift [kg CO ₂ -ekv.]
Alt 1 – Konvensjonell sprinkler	-	-	-
Alt 2 – Optimalisert sprinkler	-	-	-
Alt 3 – Lavtrykk vanntåke	6	300	27
Alt 4 – Høytrykk vanntåke	68	3 400	308

7.4 Forutsetninger

7.4.1 Funksjonell enhet og analyseperiode

Beregningsperioden er satt til 50 år. Det gjøres oppmerksom på at det har vært vanlig å bruke 60 år i Norge, men at bransjen nå beveger seg mot 50 år som følge av krav i TEK og EU-taksonomien.

Klimagassberegningens funksjonelle enhet er 1 m² BTA.

7.4.2 Transport til byggeplass (A4)

Utslipp for transportmodulen er beregnet basert på innebygde verdier i One Click LCA, som er et anerkjent verktøy for livsløpsanalyser. Transportavstander for materialer til byggeplass er satt til 300 km med utslippsfaktor 0,13 kg CO₂-ekv./tonn.

7.4.3 Avfall fra byggeplassen (A5)

Det er benyttet innebygde verdier for andel kapp og svinn i One Click LCA.

7.4.4 Utskifting (B4)

Forutsatte levetider for de modellerte komponentene er basert på standarden EN 15459-1 Annex D sammen med analysen «NOU 2012: 4 Trygg hjemme— Brannsikkerhet for utsatte grupper» og presentert i Tabell 14 under.

For pumper er det valgt levetid 30 år, da disse erfaringsvis har like lang levetid som slokkeanlegget. Pumper til slokkeanlegg har strengere krav til vedlikehold og som vist i energiberegninger i kapittel 7.3.2 svært lav driftstid og dermed mindre slitasje.

Generelt finnes det lite dokumentasjon, forskning og data på VVS-komponenters levetider, og det er derfor knyttet stor usikkerhet til forutsatte levetider. De forutsatte levetidene vurderes som konservative, se diskusjon i kapittel 0. Multiconsult bidrar til nytt levetidssett for VVS-komponenter i vedlegg til NS 3720, men dette var ikke klart for bruk under arbeidet med denne rapporten.

Vanntåkeanlegg har rustfrie rør og dermed høyere kvalitet enn sprinkleranleggene som har sorte rør. Med levetidsforlengende tiltak er det forventet at sorte stålrør vil ha like lang levetid som rustfrie.



Tabell 14 - Oversikt over forutsatte levetider for de forskjellige komponentene.

Komponent	Levetid [år]
Rør, rørdeler og ventiler	30
Sprinklerhoder/dyser	30
Pumpe	30
Styreskap (høytrykksvanntåke)	30

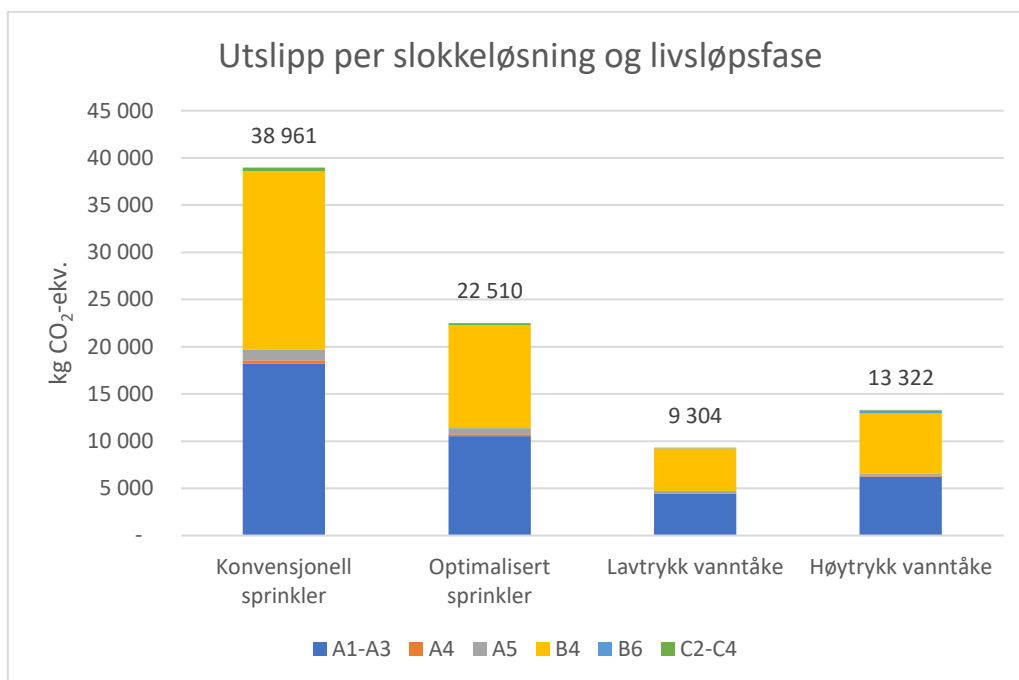
7.4.5 Avfallsbehandling (C2-C4)

Avfallsbehandling (for eksempel forbrenning med energiutnyttelse eller materialgjenvinning) er satt til typiske verdier for de ulike produkttypene iht. One Click LCA.

7.5 Klimagassresultater

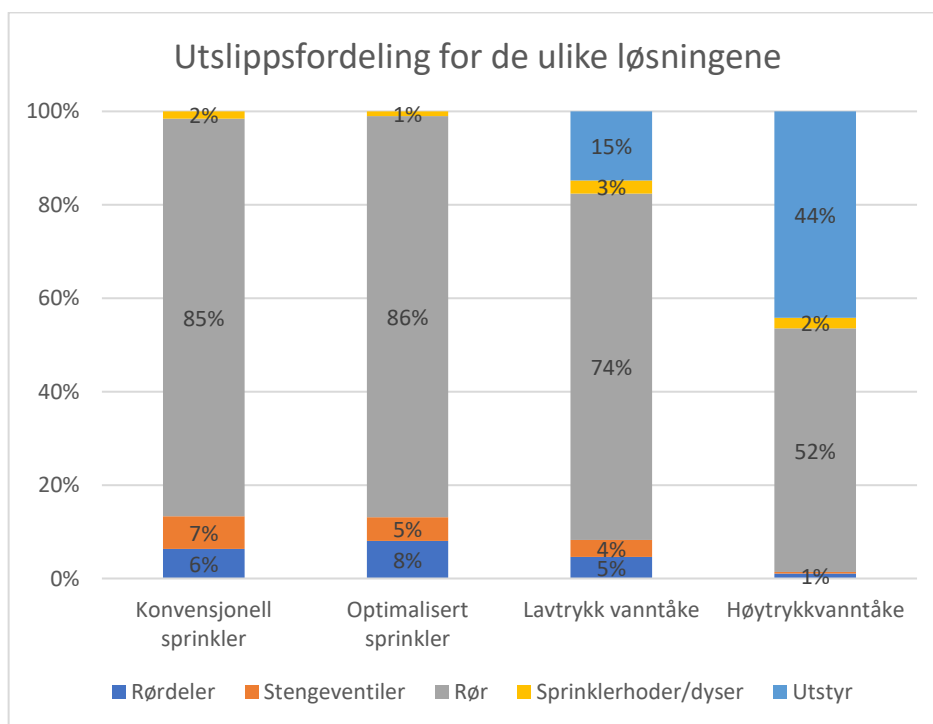
Totale utslipp for livsløpsfasene A1-A5, B4, B6 og C2-C4 er presentert i Tabell , samt i Figur 9. Man kan se at konvensjonell sprinkler har de høyeste utslippene. Det optimaliserte sprinkleranlegget har 942 % lavere utslipp, mens lavtrykk vanntåke og høytrykk vanntåke oppnår reduksjon på hhv. 76 % og 66 %. Det forutsatte kontorbygget med fire etasjer har et totalt areal på 3 346 m² BTA. Figuren viser at produksjon og utskifting av materialer, altså fasene A1-A3 og B4-B5 står for mesteparten av utslippene, ca. 95 % for alle alternativene. Tabell - Utslipp per livsløpsfase for hvert av alternativene. Alle tall i kg CO₂-ekvivalenter.

Alternativ	A1-A3	A4	A5	B4-B5	B6	C2-C4	Totalt	Totalt per m ² BTA
Konvensjonell sprinkler	18 214	332	1 170	18 890	-	355	38 961	11,6
Optimalisert sprinkler	10 520	194	673	10 916	-	207	22 510	6,7
Lavtrykk vanntåke	4 438	40	237	4 520	27	42	9 304	2,8
Høytrykk vanntåke	6 262	62	237	6 387	308	66	13 322	4,0



Figur 9 - Totale klimagassutslipp for hvert alternativ og livsløpsfase. Livsløpsfaser: A1-A3 Produktstadiet, A4-A5 Transport og byggeplass, B4 Utskifting, B6 Energibruk i drift og C2-C4 Livsløpets sluttstadium.

Figur 10 viser utslippsfordelingen for hver materialtype for de ulike alternativene. For sprinkleranleggene kan man se at rør tydelig dominerer med 85-86 % andel. Dette er også tilfelle for lavtrykk vanntåke med noe lavere andel, 74 %. Lavtrykk vanntåke inkluderer også noe teknisk utstyr, eksempelvis pumper som utgjør 15 % av utslippene. Høytrykk vanntåke har tunge pumpesett og et styreskap som bidrar til at teknisk utstyr utgjør 44 % av de totale utslippene, men rør utgjør 52 %.



Figur 10 - Utslippsfordeling for de ulike løsningene. Moduler: A1-A5, B4, C2-C4.



8 Diskusjon

Slokkeeffekt

Det er i denne studien benyttet løsninger som er dokumentert gjennom standarder og tilhørende DIOM-er for prosjektering. Det er ikke gjort noen videre vurderinger av slokkeanleggenes egnethet, annet enn for denne spesifikke planløsningen.

Det er viktig å presisere at funn i denne studien ikke kan direkte overføres til andre bygningstyper, annen bruk eller andre forhold. Ved valg av slokkesystem i et prosjekt må alltid systemets egnethet være premissgivende. Det vil si at systemet må være testet og godkjent for bruk i den spesifikke bygningstypen og bruken av bygget.

Sprinkleranlegg er den mest benyttede løsningen for automatiske slokkeanlegg i markedet i dag. Sprinkleranlegg er fleksible, og komponenter fra ulike leverandører med generiske egenskaper kan benyttes.

Vanntåkeanlegg prosjekteres, leveres og installeres iht. leverandørspesifikt DIOM, i tillegg til standardene som er lagt til grunn. Eventuelle endringer på systemet må utføres og leveres iht. leverandørens DIOM. Eventuelle konsekvenser av en slik systemknytning må vurderes av kunde i hvert enkelt tilfelle.

Levetid

Definert levetid har stor betydning for livsløpsfase B4 Utskifting i klimagassberegninger. I denne beregningen er det forutsatt 50 års beregningsperiode og 30 års levetid på alle komponenter, noe som medfører én utskifting av alle komponenter.

Multiconsult og Grønn VVS bidrar til komité SN/K 356 med å definere levetider for VVS-komponenter i et nytt vedlegg til NS 3720 Klimagassberegninger for bygg. I dette arbeidet foreslår Multiconsult å differensiere på komponenter sentralt, og ute i spredenett. En slik differensiering vil bidra til lavere klimagassutslipp fra utskiftning (B4). Siden de nye levetidene ikke var ferdige under arbeidet med rapporten, er de ikke benyttet. Det forventes at teknisk levetid for komponenter i sprinkleranlegg vil være høyere enn det som forutsettes i standarden EN 15459-1, spesielt for rustfritt stål. Det kan også iverksettes levetidsforlengende tiltak ifm. slokkeanlegg med sorte stålrør.

I praksis blir dessverre VVS-utstyr i kontorbygg ofte utskiftet før teknisk levetid er oppnådd som følge av hyppige ombyggingsarbeider for nye leietagere. Multiconsult ønsker å bidra til økt kunnskap og fokus på bærekraft og ombruk (Marwig, et al., 2024) (Mysen, et al., 2024) (Karlsen, et al., 2024), slik at disse miljøbelastningene kan reduseres.

Oppheng

Oppheng er ikke inkludert i beregningene. Det er rimelig å anta at oppheng vil utgjøre størst utslag for konvensjonell sprinkler, da behovet følger antall meter rør. For vanntåkeløsningene benyttes noe mer robuste oppheng, men konsekvens for materialmengder og klimagass er ikke studert. Det antas at å inkludere oppheng i klimagassberegningene, i denne studien av et typisk kontorbygg, i liten grad ville endret forskjellene mellom de ulike systemtypene.

Vannskader

Systemer med lavere vannmengder medfører at ved utløst slokkeanlegg dekkes overflater med mindre vannmengder. Hovedformålet med slokkeanlegg er å slokke brann og vannskader fra utløst slokkeanlegg er derfor sekundært. Det kan være naturlig å resonere at lavere vannmengde også medfører mindre skader på bygningskropp og interiør. Vannmengde og trykkforhold brukt i denne rapporten angir dimensjonerende krav og representerer ikke forbruk, annet enn ved branntilløp.



Ulike dimensjoneringsforhold mellom hovedføringer og avgreninger gjør at faktiske vannmengder ved brann kan bli annerledes. Alle løsningene vil tilføre vann til lokalene og kan medføre vannskader. Det er ikke vurdert i hvilken grad mengden vann påvirker skadeomfang ved utløst slokkeanlegg i denne rapporten.



9 Konklusjon

Brannsikkerhet er en kritisk faktor i ethvert prosjekt, og valg av riktig brannslukkesystem kan ha stor innvirkning på sikkerhet, økonomi og miljø. Våre undersøkelser er gjort med hovedfokus på klimagassutslipp. Arbeider har avdekket noen hovedtrekk og resultater for de forskjellige systemløsningene, som oppsummeres kortfattet heretter:

Konvensjonell sprinkler med hoder plassert i rutenett og tabelldimensjonerte rør er svært materialkrevende, og medfører unødvendig høye kostnader og klimagassutslipp. Løsningen medfører flere dyser, flere grenrør og større dimensjoner på rørføring som resulterer i høyere klimagassutslipp, enn de andre løsningene. Design av slike anlegg er mindre krevende for prosjekterende. Studien for dette kontorbygget viste at konvensjonell sprinkler har de høyeste klimagassutslippene med 39 tonn CO₂-ekv. Dette utgjør 11,7 kg CO₂-ekv. pr. kvm kontor. Systemet krever få og enkle grensesnitt mot øvrig teknikk for å sikre rett funksjon.

Optimalisert sprinkler scorer nest best i vår studie når det gjelder klimagassavtrykk med 42 % reduksjon mot konvensjonell sprinkler. Ved å optimalisere sprinkleranlegget til byggets behov og utforming, kan man oppnå god brannsikkerhet med redusert materialbruk. Optimalisering av sprinkleranlegget medfører noe mer tidsbruk for prosjekterende, men er totalt sett en lønnsom investering som slår positivt ut både økonomisk og for miljøet. Det forventes at optimalisering av sprinkleranlegg på generell basis vil medføre reduksjon i både klimagassutslipp og kostnader. Systemet krever få og enkle grensesnitt mot øvrig teknikk for å sikre rett funksjon.

Lavtrykk vanntåke har lavest vekt, nest lavest vannforbruk og gir en effektiv brannslukkeeffekt i det studerte typiske kontorbygget. Løsningen er et godt alternativ til tradisjonelt sprinkleranlegg, med noe høyere pris på materiell, samt et pumpesett som må driftes, testes og vedlikeholdes. Det må også avses plass til installasjonen i teknisk areal. Systemtypen prosjekteres og installeres iht. leverandørspesifikk DIOM. Denne må følges også i driftsfasen og ved eventuelle endringer og ombygginger. Det oppnås 59 % reduksjon i klimagassutslipp i forhold til optimalisert sprinkler, som er den mest sammenlignbare av sprinklerløsningene. Sammenlignet med konvensjonell sprinkler er reduksjonen 76 %.

Høytrykk vanntåke er et godt alternativ med henseende på parametere som vannmengde og fleksibilitet i forbindelse med trykk, spesielt for eksempelvis høye bygg og store avstander. Løsningen krever et høytrykkspumpesett som må driftes, testes og vedlikeholdes. Det må også avses plass til installasjonen i teknisk areal. Systemtypen prosjekteres og installeres iht. leverandørspesifikk DIOM. Denne må følges også i driftsfasen og ved eventuelle endringer/ombygginger i bygning. Dette er den dyreste løsningen, med 54 % høyere kostnader for materialer og montasje enn for konvensjonell sprinkler. Det oppnås 41 % reduksjon i klimagassutslipp i forhold til optimalisert sprinkler. Sammenlignet med konvensjonell sprinkler er reduksjonen 66 %. Og sammenlignet med lavtrykkvanntåke er utslippene 43 % høyere.

Generelt

Under den forutsetning at alle krav til sikkerhet er ivaretatt, er det mulig å utforske ulike tiltak for å redusere klimagassutslippene for slokkeanlegg. Studien viser at det kan ligge store klimagassgevinster i å velge løsninger som gir lavere materialforbruk. Dette kan i størst grad påvirkes i prosjekterings- og designfasen i prosjekter. Store økonomiske besparelser kan også oppnås gjennom god prosjektering.



10 Forslag til videre arbeid

Arbeidet med rapporten er utført under en begrenset tidsperiode, med begrensede ressurser og innenfor et tema som i svært liten grad er utforsket tidligere, og er derfor per definisjon aldri helt ferdig. Forfatterne kjenner til følgende tema som kan utforskes videre for å supplere arbeidet:

- **Levetider:** Materialbruk, ved første installasjon og ved utskiftning, er den største driveren for klimagassutslipp. Kunnskapsgrunnlaget for virkelige levetider for slike anlegg er svært begrenset. Dette gjelder altså ikke bare såkalt teknisk levetid til komponentene er utslitt, men også funksjonell/kommersiell/estetisk levetid og hvor hyppig utskiftninger skjer i praksis bla. i forbindelse med skifte av leietaker/bruker av bygg og ombygginger.
- **Endringsdyktighet:** Erfaringsmessig er konvensjonell sprinkler, med sin konservative dekning, en mer endringsdyktig løsning ved ombygginger. Det er behov for å nærmere studere dette for ulike løsninger og prosjekteringsvalg opp imot levetid og sannsynlig utnyttelse av installert endringsdyktighet i et klimagassperspektiv.
- **Bedre klimagassdata:** Revidere beregningen i fremtiden da det foreligger flere relevante EPDer. Sløkkeanlegg består av sammensatte produkter og i mangel på produktspesifikke EPDer er det gjort noen forenklinger for å estimere klimagassutslipp.
- **Avhending og ombruk:** Diskutere hvordan det kan tilrettelegges for gunstige vilkår etter endt analyseperiode (livsløpsfase D). Eksempelvis ulike materials egnethet for material- og energigjenvinning, ombruk, eksport av egenprodusert energi og tidsvekting av utslipp.
- **Andre miljøpåvirkninger:** En helhetlig LCA-analyse og en installasjons samlede miljøpåvirkning består av mye mer enn klimagass. Det er et stort kunnskapshull generelt i byggebransjen for hvordan våre bygg og installasjoner påvirker andre miljøindikatorer, eksempelvis innvirkning på biologisk mangfold, arealbruk og spredning av kjemikalier.
- **Utslipp fra brann:** Inkludere klimagassberegning av brann, med eller uten automatisk sløkkeanlegg, sannsynlighet for at brann inntreffer, tidspunkt for brann og tidsvekting av utslipp.
- **Andre bygningstyper og bygningsutforminger:** Regne på andre bygningstyper, eventuelt bygningsutforminger og størrelser for å se om forholdet mellom løsningene blir uforandret. Studien gjelder et spesifikt kontorbygg og det bør utføres flere beregninger for å kunne generalisere og konkludere.
- **Prefabrikkering:** Regne på effekt ved bruk av prefabrikkerte røranlegg for sløkkesystemer. Bruk av prefabrikkering vil kutte drastisk i kapp og svinn samt at behovet for transport/ leveranser til byggeplass sannsynligvis vil kunne reduseres.
- **Rørkvaliteter:** Studere bruk av andre rørmaterialer og spesielt plastalternativer med lavere klimagassbelastning (Liaøy, et al., 2024), som vil utfordre leverandører, regelverk, testing og godkjenning.



11 Referanser

Karlsen, L. et al., 2024. *bygg.no*. [Internett]

Available at: <https://www.bygg.no/innlegg-hvordan-fa-til-et-ombruksprosjekt-erfaringer-fra-et-byggherreperspektiv/2581541>

Liaøy, A. et al., 2024. *NemiTek*. [Internett]

Available at: <https://www.nemitek.no/byggenaeringen-baerekraft-den-skjulte-klimakjempen/plastror-er-bedre-for-klima-enn-metallror/387836>

Liaøy, A. et al., 2024. *NemiTek*. [Internett]

Available at: <https://www.nemitek.no/armaturjonsson-byggenaeringen-baerekraft/hvorfor-vi-ma-kutte-utslippene-fra-vvs-raskt/384927>

Marwig, A. et al., 2024. *bygg.no*. [Internett]

Available at: <https://www.bygg.no/innlegg-stikker-klimagassmetodikken-kjepper-i-hjulene-for-ombruk/2694862>

Mysen, M. et al., 2024. *NemiTek*. [Internett]

Available at: <https://www.nemitek.no/byggenaeringen-baerekraft-den-skjulte-klimakjempen/ombruk-av-vvs-er-mulig-den-som-vil-far-det-til/395238>

Petersen, A., Steneng, C., Utstøl, S. & Liaøy, A. R., 2024. *A BIM-based Framework for Quantifying Embodied Emissions from MEP Systems in Building Life Cycle Assessments*. s.l., s.n.

Winsvold, J. R. et al., 2023. *Klimagassbelastning for VVS-installasjoner - Beregning av klimagassutslipp knyttet til VVS-installasjoner i Ydalir skole og en barnehage, i samarbeid med FoU Grønn VVS, s.l.: SINTEF*.