

Grønn VVS-veileder

En veileder til kutt i utslipp for
VVS-installasjoner i bygg

Versjon 1.0 publisert 15. januar 2025



Bildet viser VVS-anlegget i
BIM-modellen til Voldsløkka skole

Prosjektansvarlig:

Multiconsult

Samarbeidspartnere:



HÖEGH
EIENDOM.

Swegon

OSLOMET

PIPELIFE

KLP

Armaturljonsson

Referansegruppe:

FUTURE
BUILT

VKE VENTILASJON
KULDE
ENERGI

Hvorfor må klimagassutslippene knyttet til VVS reduseres?

For å sikre en trygg og bærekraftig tilværelse er det avgjørende at byggene vi oppholder oss i har løsninger som ivaretar menneskers behov uten å påvirke miljøet negativt. Dette inkluderer et godt inneklima med tilstrekkelig oppvarming om vinteren og kjøling på sommeren, gode sanitærløsninger og pålitelig brannsikring.

VVS-installasjoner spiller en sentral rolle i å gjøre byggene funksjonelle og tilpasset ulike bruksområder, enten det gjelder å huse mennesker, oppbevare varer, legge til rette for prosesser eller dekke andre formål.

I omstillingen til et bærekraftig samfunn får VVS-faget økende betydning. Både på grunn av materialene som inngår i installasjonene, men også fordi faget spiller en nøkkelrolle i å energieffektivisere og øke bruken av eksisterende bygningsmasse.

Klimagassberegninger for byggeprosjekter er en vanlig og viktig del av prosjekters overvåking av miljø- og klimafotavtrykk. Selv om VVS-anleggene er omfattende installasjoner og står for en betydelig andel av prosjektøkonomien, medtas ikke alltid VVS i klimagassberegninger. Forskningsprosjektet Grønn VVS har vist at VVS-installasjoner står for vesentlige klimagassutslipp og at optimaliseringspotensialet er stort. Derfor bør VVS medtas i klimagassberegninger og det bør gjøres tiltak for å redusere utslippene. Denne veilederen oppsummerer funnene fra forskningsprosjektet og hvilke tiltak som kan gjøres, uten at det forringer funksjonen til anleggene.



Støttet av
Forskningsrådet



Innhold

Hvorfor må klimagassutslippene knyttet til VVS reduseres?	2
Formål og avgrensninger	4
Hvor store klimagassutslipp står VVS for?	7
Beslutningshierarkiet for utslippskutt for VVS	10
Tidligfase prosjektutvikling	12
Ombruk	12
Konseptvalg	15
Klimatisering	15
Slokkeanlegg	18
Materiale	21
Ventilasjonskanaler	21
Rørkvaliteter	24
Ytterligere informasjon	27



Formål og avgrensninger

Hovedmål

Forskningsprosjektets hovedmål har vært å utvikle nye tjenester for prosjektering av VVS-installasjoner med vesentlig lavere miljøfotavtrykk enn dagens praksis. Gjennom FoU-prosjektet Grønn VVS har samarbeidspartnerne bestående av rådgivere, byggherrer, leverandører, entreprenør og akademia, oppnådd økt fokus på VVS-installasjoners miljøbelastning og kunnskap om gode løsninger. Deling av metodikk og forskningsresultater bidrar til å heve kompetansen i bransjen og til å realisere VVS-installasjoner med lavest mulig miljøpåvirkning.

Avgrensninger:

Grønn VVS-veilederen er basert på klimagassberegninger og resultater fra studier utført i forskningsprosjektet. Fokuset er på materialer, siden det er der behovet for ny kunnskap er størst. Energibruk har ikke vært hovedfokus

i Grønn VVS, men er blant annet inkludert for helhetlige vurderinger av klimatiseringsløsninger. Materialbruk knyttet til ulike energiforsyningsløsninger og spesialsystemer som gass, trykkluft og vannbehandling er ikke vurdert i veilederen, ei heller tilgrensende fag som bygningskropp, elektro og automasjon.

VVS-installasjoner

Begrepet benyttes som en samlebetegnelse for:

- Luftbehandling
- Varme
- Kjøling
- Sanitær
- Brannslukking

Energibruk i drift må alltid inkluderes i helhetlige vurderinger, for å unngå «suboptimaliseringer» der utslipp flyttes fra ett sted til et annet, uten at det samlede klimafotavtrykket reduseres.

Belyser kunnskapshull knyttet til materialbruk

Byggebransjen har historisk hatt stort fokus på å redusere energibruk, både gjennom å redusere varmetap fra bygningskroppen og mer energi-effektive VVS-installasjoner. Energikrav har blitt gradvis strammet inn i byggeforskrifter og det har i tillegg vært ulike frivillige ordninger som passivhus, nær-nullenergibygg, plusshus og nullutslippsbygg. Installasjonene er viktige for å oppnå godt inneklima og avgjørende for lavenergiløsninger noe som er viktig på veien mot nullutslipp. Samtidig inneholder installasjonene mye materialer som medfører høyt klimagassutslipp ved produksjon. Energibruk og materialer må derfor ses i sammenheng.

De siste 5-10 årene har fokuset skiftet fra energi til reduksjon av klimagassutslipp fra byggematerialer, blant annet gjennom krav til klimagassberegninger og utslippsreduksjon

i FutureBuilt og BREEAM. Ved installasjon oppstår bundne utslipp som hovedsakelig stammer fra produksjonen av materialer, mens utslipp knyttet til energibruk i driftsfasen er fremtidige og akkumuleres over tid. Over en analyseperiode på 50 år vil utslipp fra energibruk i drift utgjøre en betydelig andel av de totale utslippene, men det knytter seg større usikkerhet til forhold som påvirker fremtidige utslipp. Fra et klimagassperspektiv er det hensiktsmessig å prioritere materialbruk, ettersom utslipp fra denne kilden kan reduseres raskt og med stor sikkerhet.

Klimagassutslipp knyttet til materialbruk har vært et kunnskapshull for VVS-installasjoner og er derfor fokuset i denne veilederen.



Aggregater er typisk en av de tre VVS-komponentene som bidrar mest til bundne klimagassutslipp. Bildet viser Swegons konseptprodukt for fremtidige alternative materialer og er lagd i tre. Foto: Swegon Norge AS

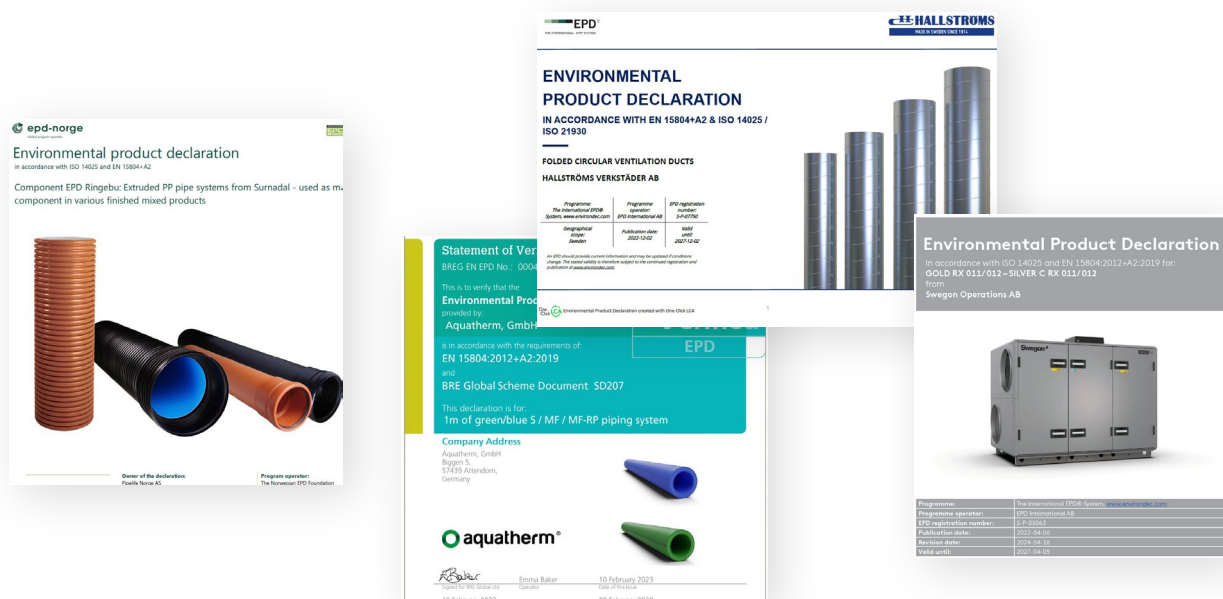
Klimagassmetodikk

Klimagassberegninger i prosjektet er basert på NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger. Livsløpsfasene som er brukt i klimagassberegningene i Grønn VVS er markert

i Tabell 1. Omfanget for beregningene er utvidet etter hvert som kunnskapen og verktøyet er utviklet i prosjektet. A1-A3 er alltid inkludert, mens for en del av studiene er omfanget utvidet til å inkludere A4, A5, B4, B6 og C2-C4.

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

Tabell 1 - Grønne celler markerer hvilke informasjonsmoduler som alltid er inkludert i klimagassberegningene, mens de orange cellene er inkludert i utvalgte studier.

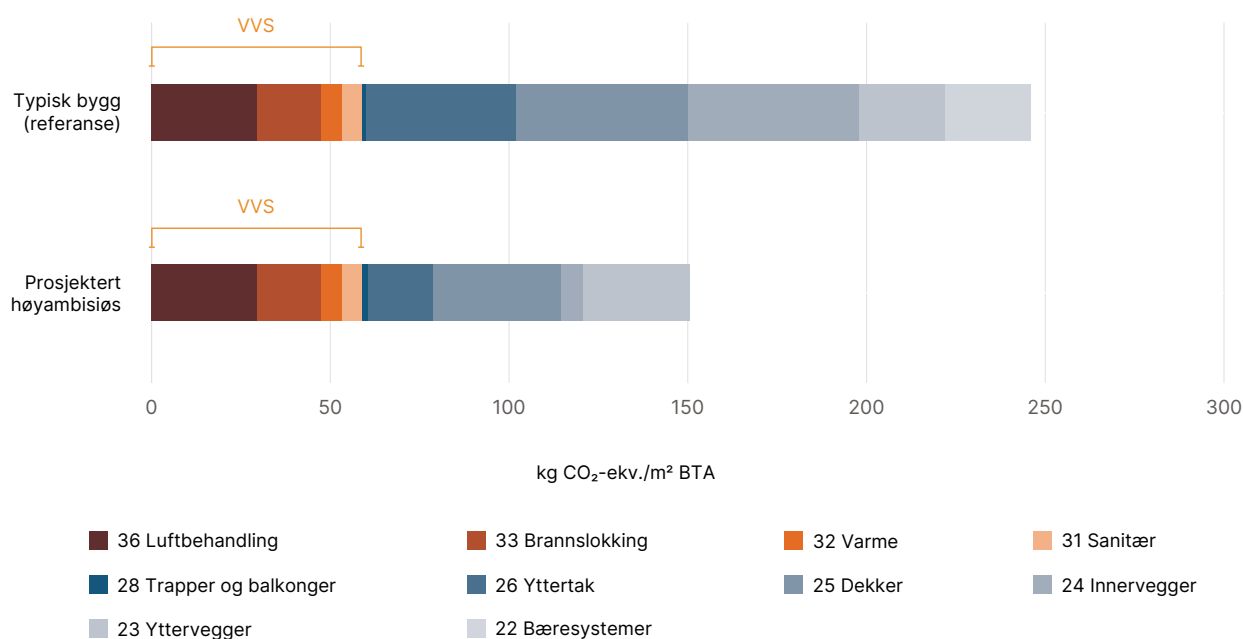


EPD-er er en forutsetning for å kunne gjøre klimagassvurderinger og optimalisere VVS-løsninger. Figuren viser et utvalg EPD-er for produkter fra Swegon, GK, Armaturjonsson og Pipelife. Vær oppmerksom på at EPD-er har en gyldighet og skal være tredjepartsverifiserte.

Hvor store klimagassutslipp står VVS for?

I klimagassberegninger har det historisk vært et stort fokus på selve bygget, men liten eller ingen fokus på tekniske installasjoner. Mangel på kunnskap om VVS-anleggenes miljøbelastning og optimaliseringsmuligheter er et hinder for utvikling og endring. Dokumentasjon av faktiske utslipp fra ulike VVS-installasjoner er derfor en nødvendig start på arbeidet med reduksjon av utslippene. Dette forskningsprosjektet utgjør en begynnelse for arbeid med miljø i VVS-faget og oppbygning av nødvendig kompetanse. Prosjektet viser at utslippene fra VVS er betydelig.

I et typisk referansebygg står VVS for rundt 20 % av klimagassutslippet fra materialer, men for høyambisiøse bygg med reduserte utslipp fra andre bygningsdeler, vil VVS-andelen være betydelig større. Et eksempel på dette er ZEN-prosjektet *Ydalir skole*, der VVS står for 24 % av utslippet for et typisk referansebygg, men har økt til 39 % i det ferdige bygget grunnet høye miljøtiltak innen andre fag. I rehabiliteringsprosjekter kan utslippet fra VVS-installasjoner stå for en enda større andel, siden bæresystemet blir bevart.



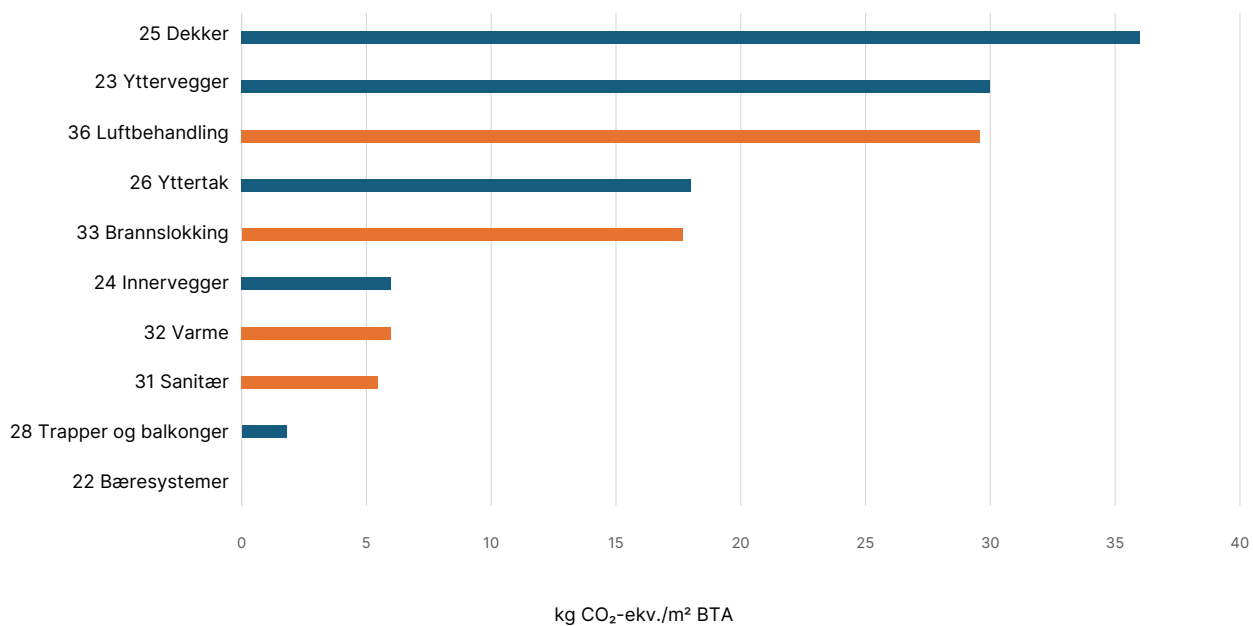
Figur 1 - Klimagassutslipp knyttet til materialbruk i typisk og høyambisiøst bygg. Bygningsdeler i VVS-faget i oransje nyanser, og i bygningskroppen i blånyanser (livsløpsfaser A1-A3 + B4).

VVS står for rundt 20 % av utslippet i bygg, men kan stå for opp mot 40 % av utslippet i høyambisiøse bygg og rehabiliteringer.

VVS-komponenter er på utslippstoppen i byggeprosjekter

De største utslippene varierer fra bygg til bygg, avhengig av bygningstype, system- og materialvalg. Men felles for alle resultater fra *Grønn VVS* er at bygningsdel 36 *Luftbehandling*

står for de største utslippene i VVS-anlegget, og er på topp 3 for alle bygningsdeler i et bygg. I bygg med automatisk slokkeanlegg står også bygningsdel 33 *Brannslukking* for en stor andel.

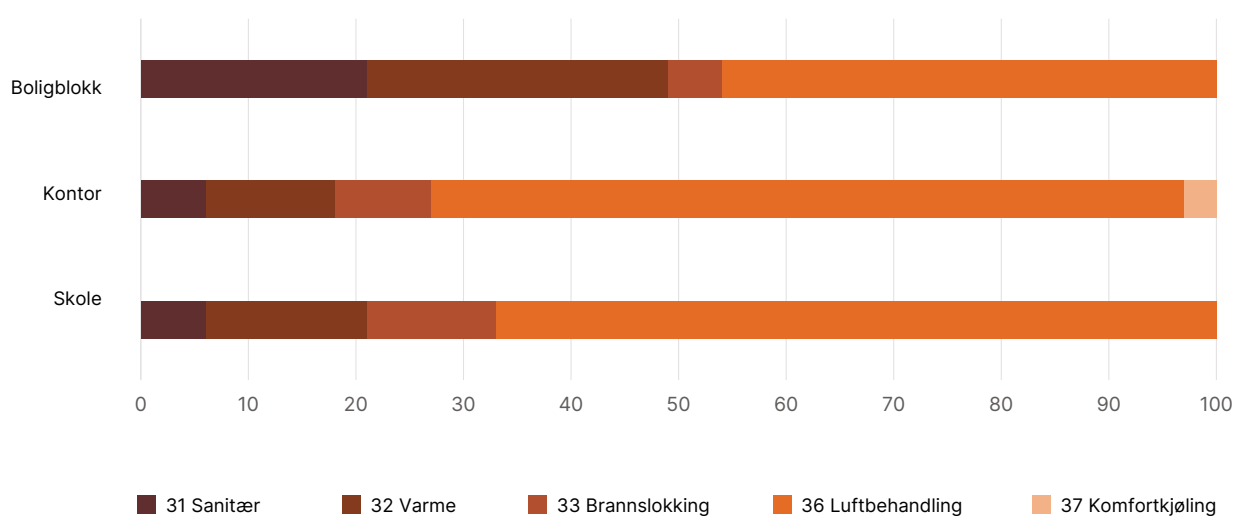


Figur 2 - Fordeling av utslipp per bygningsdel for bygning i blått og VVS i oransje (prosjektert høyambisiøs skole, livsløpsfaser A1-A3+B4).

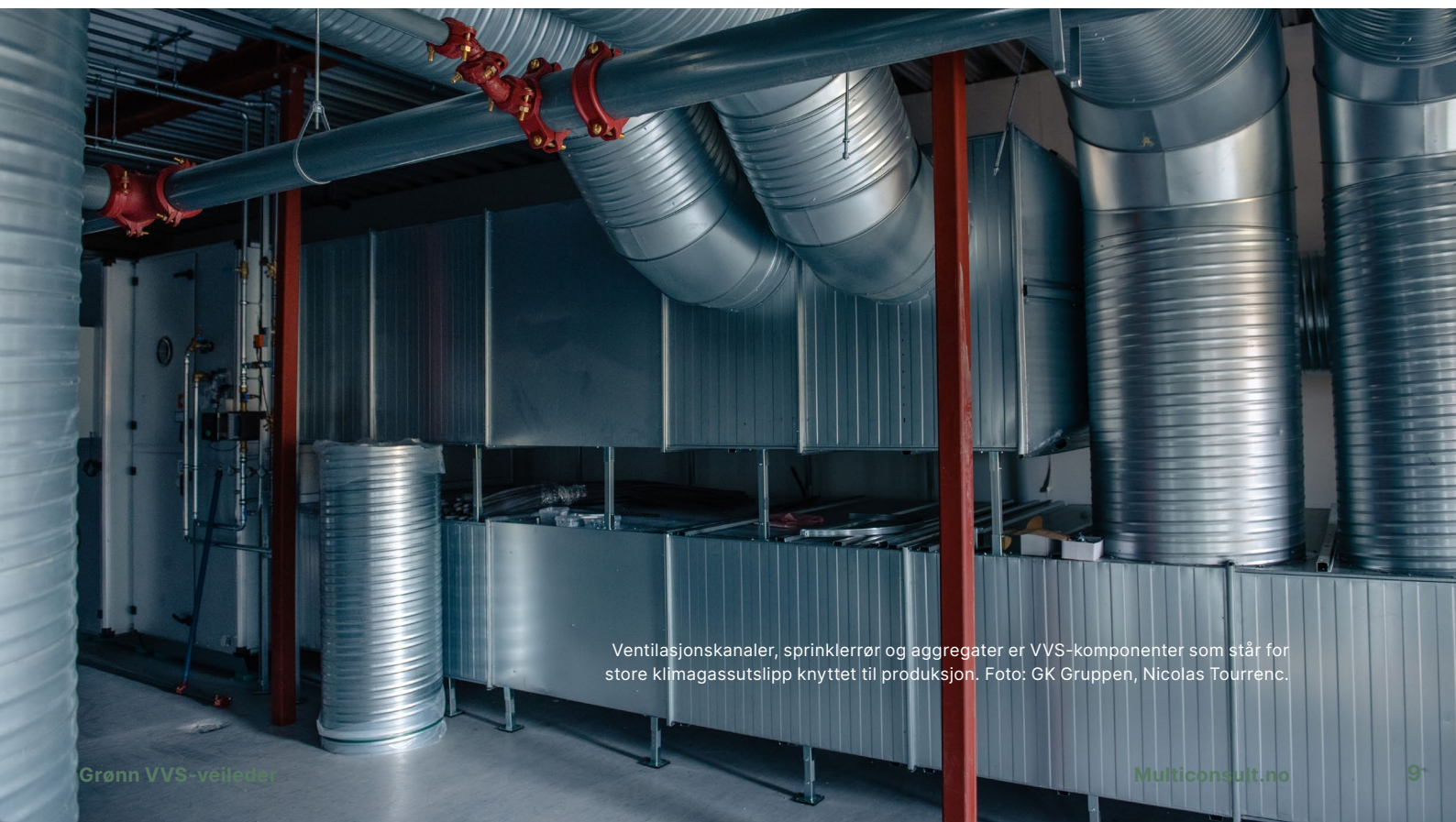
Fordeling av utslipp innen VVS

Fordelingen av klimagassutslipp mellom ulike VVS-fag varierer for ulike bygningskategorier. Felles for alle kategoriene er at bygningsdel 36 Luftbehandling står for de største utslippene. Spesielt boliger skiller seg ut med annerledes fordeling, grunnet mindre luftbehandlingsanlegg, ingen kjøleinstallasjoner og relativt mer sanitærutstyr.

Videre i veilederen er det i hvert kapittel vist andelen den beskrevne installasjonen utgjør av det totale utslippet fra VVS, for å belyse mulighetene for total reduksjon ved tiltak i det enkelte temaet. Fordelingen er basert på typiske bygg innen bygningskategoriene skole, kontor og boligblokk med konvensjonelle VVS-løsninger (Figur 3).



Figur 3 - Prosentuell fordeling av utslipp per bygningsdel for ulike bygningskategorier.



Ventilasjonskanaler, sprinklerrør og aggregater er VVS-komponenter som står for store klimagassutslipp knyttet til produksjon. Foto: GK Gruppen, Nicolas Tournenc.

Beslutningshierarkiet for utslippskutt for VVS

Systematisk arbeid med klimagassberegninger gjør det mulig å identifisere de største driverne og følgelig potensialene for utslippskutt for hvert enkelt prosjekt.

Innholdet i denne veilederen er bygd opp etter et beslutningshierarki, for å skille på hva som bør være i fokus i ulike faser av prosjekter, og for å tydeliggjøre viktigheten av tidligfasevalg. Hierarkiet er inndelt i følgende fire kategorier:

Tidligfase prosjektutvikling

Mengden VVS-tekniske installasjoner i et bygg er i stor grad en konsekvens av beslutninger som tas i skisse- og forprosjektfasen. Overordnede strategier, grunnprinsipper og bygningsutforming kan ha større betydning på det endelige klimagassutslippet, enn eksempelvis valg av materialkvalitet i senere fase. Tidligfasevalg er ikke bare avgjørende for behovet for VVS-anlegg, men har også stor betydning for andre fag, blant annet på grunn av plassbehov til kanaler og utstyr. Tidligfase prosjektutvikling har ikke vært hovedfokus i Grønn VVS, med unntak av ombruk. Viktige momenter i denne fasen er derfor oppsummert under:



Bygningskropp, geometri og orientering har stor betydning for oppvarmingsbehovet og eventuelt behov for kjøling.

Eksempelvis er utforming av klimaskall (isolasjon og tetthet), plassering av og type vinduer samt solavskjerming viktig. Selve lokasjonen av bygget er selvsagt også av stor betydning. Siden mange bygg kjøles med luft, kan kjølebehovet være styrende dimensjoneringskriterium for ventilasjonsanleggene.



Tiltenkt bruk av bygget er bestemmende for hvilke ytelser VVS-anleggene må yte i den gitte bygningskroppen.

Faktorer som persontetthet, aktivitetsnivå, utstyr, prosesser og andre internlaste er styrende for hvor mye teknikk som må til for å sikre tilfredsstillende inneklima og VVS-tjenester. Bruken av bygg kan typisk endre seg over tid og spesielt er dette tilfelle for kontor- og næringsbygg. Endret bruk, behov og skifte av leietakere er blant hovedårsakene til at VVS-utstyr blir skiftet ut, før det har utlevd sin levetid. Endringsdyktighet i VVS-løsninger er en måte å redusere utskiftningsbehovet på, men kan samtidig medføre økt materialbruk. Dette er et tema som bør belyses og vurderes i alle prosjekter.



Ønsker og behov: Regelverk og føringer som Byggteknisk forskrift, kommunale føringer, standarder og veiledninger er

styrende for hvor mye VVS-utstyr som må inn for ulike typer bygg og bruk. Eksempelvis medfører bruk av teppegolv økt luftmengdebehov i henhold til Arbeidstilsynets veiledning om Inneklima og luftkvalitet på arbeidsplassen. I tillegg til regelverk ligger ofte ytterligere behov og ønsker til grunn i prosjektkontrakter. Dette kan være standardkrav eller spesifikke krav som kommer fra eksempelvis byggherre, entreprenør, eller brukere av bygg og leietakere. Kravene kan være i form av funksjonsbeskrivelser, inneklimatabeller og leietakerspesifikasjoner. Ovenpå dagens behov legges også ofte en reservekapasitet, som skal gjøre anlegget fleksibelt for endringer, men som også gjør installasjonene større.



Bærekraftsmål: Her kan mye av premissene for prosjektet legges. Ved å fastsette ambisiøse mål for sirkularitet

og klimagassreduksjon for VVS-løsninger i prosjektet, er det mulig å belyse og redusere klimagassutslippene vesentlig.

Den sterke korrelasjonen mellom tidligfasevalg og behovet for VVS-installasjoner impliserer at VVS-fagfolk bør være med tidlig i prosjekter som premissgivere, og tydeliggjøre effekten av valgene som tas.

Konseptvalg

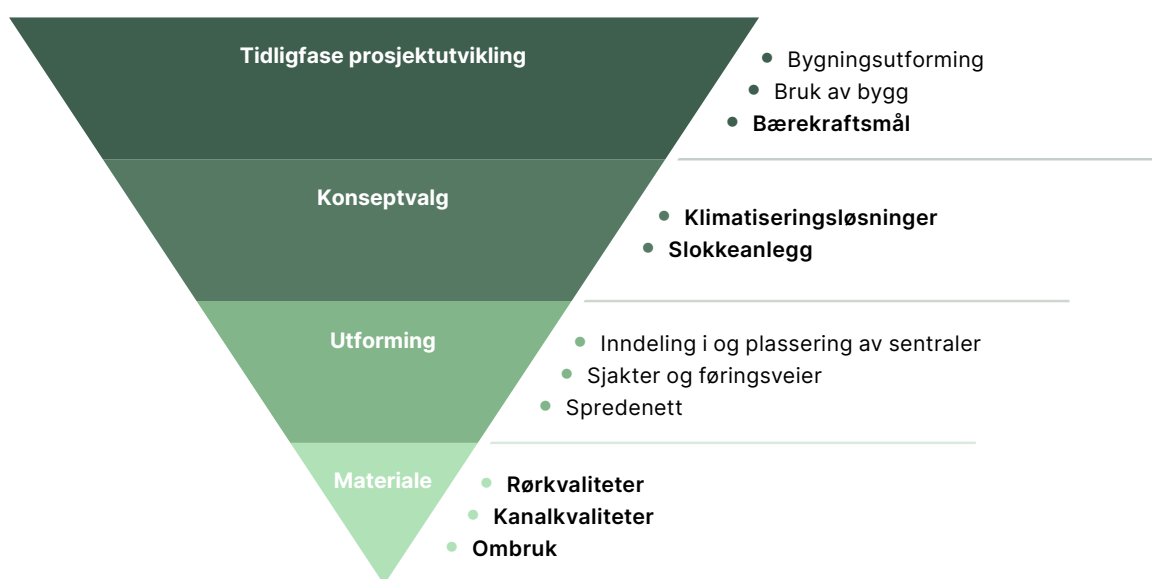
Konseptvalg innebærer valg av VVS-konsepter og løsninger. Valg av konsepter gjøres ofte delvis i skisseprosjekt, i stor grad i forprosjekt, men også i detaljfasen. Eksempler på konsepter som er studert i Grønn VVS er valg av klimatiseringsløsninger og løsninger for automatiske sløkkeanlegg. Endringsdyktighet er også en faktor som bør vurderes ved valg av løsninger. Konseptvalg for tekniske installasjoner kan betinge spesifikke bygningstekniske konsepter og omvendt. Det er derfor avgjørende at løsningene utformes og landes tidlig.

Utforming

Etter valg av konsept skal anleggene prosjekteres og utformes. Dette innebærer blant annet plassering av tekniske rom og sentraler, inndeling for hovedføringer, design av spredenett og dimensjonering. Bruk av sentralavtrekk er et eksempel på tiltak som reduserer materialbruken. Det er viktig å gjøre grundige vurderinger av fremtidige behov for reservekapasiteter i hvert enkelt prosjekt, for å unngå unødvendig overdimensjonering. Riktig utforming av VVS-anlegg reduserer materialbruken betydelig og ha stor effekt på klimagassbelastningen.

Materiale

Ved detaljering og valg av materialkvaliteter, samt vurdering av miljødokumentasjon (EPDer) og riktig valg av produsenter kan et prosjekt redusere klimagassutslippene ytterligere, selv om anleggene allerede er prosjektert. EPD-er (Environmental Product Declaration) angir størrelsen på et produkts fotavtrykk for ulike miljøindikatorer. Disse er i seg selv ikke et bevis på at et produkt er miljøvennlig, men kun en dokumentasjon av miljøpåvirkningen. Det er først når EPD-ene blir anvendt til å sammenligne og optimalisere produkter og løsninger at de gir en miljøeffekt. Bransjen besitter en innkjøpsmakt til å velge de produktene som har lavest miljøpåvirkning, og kan bidra til økt konkurranse innen produkter og løsninger med lavest mulig miljøbelastning.



Figur 4 - Beslutningshierarkiet for reduksjon av klimagassutslipp fra VVS-installasjoner. Temaene som er uthevet på høyre side har vært fokus i forskningsprosjektet og oppsummeres i de påfølgende kapitlene.

Ombruk



Foto: Line Røseth Karlsen, Høegh Eriendom

Ombruk har vist seg å være et av tiltakene som kan kutte mest utslipp for VVS. Spesielt om man velger ombruksprodukter med høyere kvalitet og lang restlevetid kan **klimagassutslippene reduseres med opp mot 100 %**.

Ombruk av VVS-installasjoner er særlig fordelaktig på grunn av at:

- Mange komponenter er passive og standardiserte, som gjør de mulig å ombruke uten store tilpasninger.
- Komponentene blir ofte demontert før de er utslitte. Derfor har de ofte lang restlevetid og er i god stand.

Størst total utslippsreduksjon oppnås ved å ombruke de VVS-komponentene som står for mest utslipp samlet sett, eller er mest utslippsintensive.

Ombruk av VVS-installasjoner reduserer behovet for bruk av ressurser og produksjon av nye varer, og støtter Norges nasjonale strategi for en mer bærekraftig og sirkulær økonomi. For å realisere høy grad av ombruk i byggeprosjekter er det essensielt med tydelige mål og ombruksambisjoner, og strukturerte ombruksprosesser. Og viktigst av alt; godt samarbeid og vilje fra alle parter om å finne sirkulære løsninger.

Forbildeprosjektet Glynitveien 33 i Grønn VVS har gitt mange gode erfaringer for hvordan ombruk kan gjennomføres i et reelt prosjekt. VVS-installasjoner som ble ombrukt i prosjektet var:

- Ventilasjonsaggregat
- Ventilasjonskanaler
- Tilluftsventiler
- VAV-spjeld
- Lydfeller
- Servanter og kjøkkenvask
- Toaletter
- Dusjkabinetter

Forbildeprosjektet hadde som mål å oppnå 100 prosent ombruk ved innvendig rehabilitering. Arbeidet resulterte i over 70 prosent sirkularitet (bevart, ombruk, overskudd og gjenvinning) for ventilasjonsleveransen og en klimagassreduksjon på nærmere 40 prosent i livsløpsfasen A1-A3.

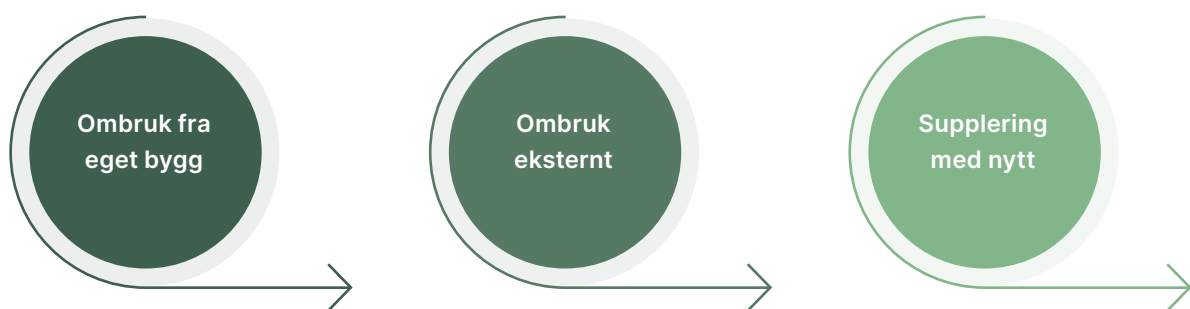
Anbefalinger for realisering av ombruk i prosjekt

Punktlisten under oppsummerer Grønn VVS sine anbefalinger for å lykkes med sirkularitet og ombruk i prosjekter. En trinnvis prosedyre for å oppnå mest mulig sirkularitet er også vist i Figur 5.

- Vurder løsninger for å bevare og oppgradere tekniske anlegg.
- Sett et målbart mål for ombruk og lag en ombruksstrategi tidlig i prosessen og godt forankret hos byggherren. Byggherrer bør bruke bestillermakten til å kreve ombruk, slik at det settes so, premiss allerede i tilbudsforespørselen. Dette gir entreprenøren forutsigbarhet for hva som forventes i prosjektet og hva de skal prise.
- Gjennomfør ombrukskartlegging tidlig og involver et tverrfaglig team for å vurdere hva som kan ombrukes fra eksisterende installasjoner. For aktive komponenter bør energieffektivitet også vurderes.
- Kartlegg behovet for materialer tidlig, for eksempel ved å sette opp modell og forenklet mengdeuttak, samt definere minimumskrav til komponentene som behøves. Det anbefales å vie spesielt fokus til ventilasjonsaggregater.
- Benytt ombruksportaler (f.eks. Ombygg, Finn.no, Tørn og Loopfront) og interne nettverk for å finne enkeltmaterialer og

donorbygg. Man finner ofte også overskuddsmaterialer som er like gode som nye.

- Prioriter ombruksprodukter med høy kvalitet og lang restlevetid. Ofte er det mulig å finne lavthengende frukter som også er økonomisk gunstig å ombruke. Litt ombruk er bedre enn ingen ombruk.
- Størst utslippsreduksjon oppnås ved å ombruke varer som det er mye av, eller som er de mest utslippsintensive.
- Etabler tillit og god dialog mellom totalentreprenør og byggherre for å håndtere økonomisk usikkerhet. Det er viktig med gode beslutningsprosesser, risikovurderinger og et generelt ønske fra alle parter om å finne sirkulære og kostnadseffektive løsninger, som bidrar til å understøtte prosjektets miljøambisjoner og økonomiske rammer.
- Systematiser ombruksprosessen ved å:
 - › Sette opp en tidslinje for når nye produkter eventuelt må bestilles, for å unngå forsinket fremdrift dersom man ikke får tak i ombruksmaterialer. Dette gir forutsigbarhet for beslutningsprosessene.
 - › Organisere alle ombruksmaterialene og tilgjengeliggjøre de for prosjektgruppen, for eksempel på en digital plattform eller i Excel.
- Kontroller mål og kvaliteter på ombruksmaterialer i god tid før installasjon for å unngå tidsforsinkelser.



- Tilpass prosjektet til eksisterende rammer
- Sett opp mål
- Utfør ombrukskartlegging og tilstandsvurdering

- Utfør en behovskartlegging
- Lag kravspesifikasjon for komponenter
- Bruk donorbygg og ombruksplattformer
- Lag fremdriftsplan med milepæler og frister

- Bruk resirkulerte produkter
- Bruk demonterbare produkter egnet for ombruk og resirkulering

Anbefalinger til ulike aktører

- For de ulike partene i bransjen har vi også følgende anbefalinger:
- **Tiltakshavere** kan starte med å kreve en ombruksandel og tenke nytt når det gjelder garanti- og reklamasjonsansvar. Dette vil gi ombruksprodukter større verdi og skape kommersielle rammebetingelser for ombruksaktører.
- **Byggeiere** kan demontere ombrukbare produkter, sørge for at mest mulig blir

brukt i egne prosjekter, og gjøre resten tilgjengelig på markedsarenaer for ombruk.

- **Rådgivere** kan beskrive ombruk og tidlig kartlegge behov.
- **Leverandører** kan vurdere kontroll, oppgradering og videresalg av ombrukte produkter som nye forretningsområder, fortrinnsvis som en integrert del av grossistenes vareflyt.
- **Tekniske entreprenører** kan tilby løsninger som helt eller delvis bruker ombrukte produkter.



Ombruksprodukter i prosjektet Glynitveien 33.
Foto: Line Røseth Karlsen, Höegh Eiendom.

Klimatisering

70-85 %
av utslippet fra VVS



Foto: Multiconsult, Thomas Haugersveen

Klimatiseringsløsninger står for en stor andel av klimagassutslippene for VVS, men forskningen indikerer at valg av konsept ikke er av så stor betydning. Studien er gjort av et enkelt teoretisk kontorbygg, i ett spesifikt klima, med et spesifikt sett av produkter. Resultatene bør brukes med aktsomhet for andre bygningskategorier eller klimasteder.

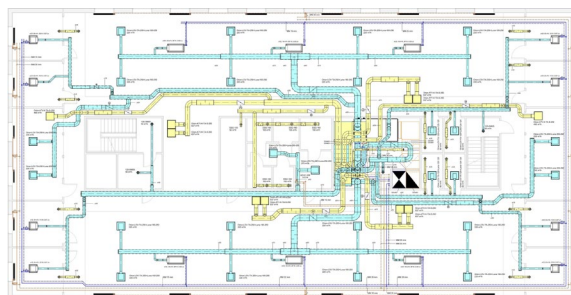
Det bør vurderes om klimatiseringsanlegg kan nedskaleres, men også gjøres vurderinger av endringsdyktighet og fremtidig bruk. Bruk av elektriske varmeavgivere gir økte totale utslipp inkludert energi og bør begrenses.

Studien viste følgende potensial for utslippsreduksjon for materialer:

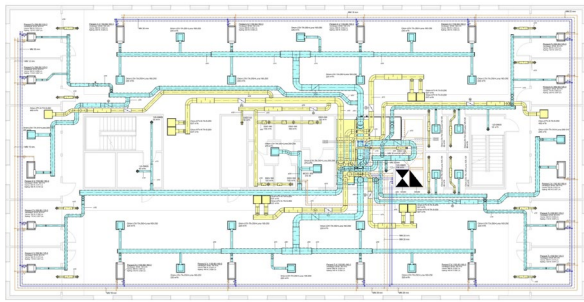
• Konvensjonell klimatisering (MEK 1):	Referanse
• Kontormaskin (MEK 2):	3,5 %
• Aktive ventiler med lokal el. (MEK 3):	3,6 %
• Aktive ventiler med gulvvarme og gulvsvale (MEK 4):	6,4 %
• Trimmet fortregning (TF):	32,4 %

Fem aktuelle typologier for et typisk kontorbygg er studert:

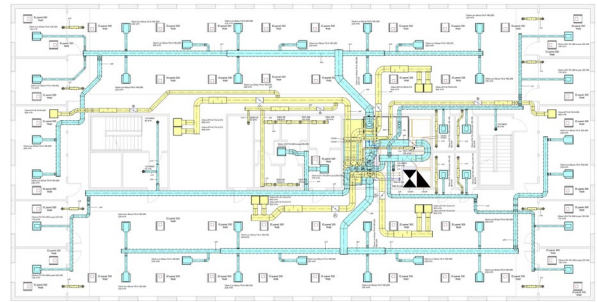
- **Mek1:** Konvensjonell klimatisering med 2-rørs kjøleabfler og radiatorer. En historisk mye brukt løsning, som benyttes som sammenligningsgrunnlag.
- **Mek2:** Kontormaskin, med 4-rørs kombiabfler til både kjøling og oppvarming.
- **Mek3:** Aktive ventiler med lokal el., med VAV innebygget i ventilene, oppvarming med elektriske strålepaneler og kjøling med ventilasjonsluft.
- **Mek4:** Aktive ventiler med gulvvarme og gulvsvale, med VAV innebygget i ventilene, lavtemperert gulvvarme og kjøling med høytemperert gulvsvale.
- **TF:** Trimmet fortregning med sentralt plasserte fortregningsventiler, lavtemperert gulvvarme og høytemperert gulvsvale.



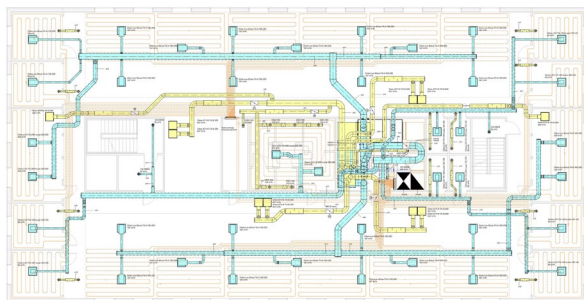
Figur 1 - Konvensjonell klimatisering, med 2-rørs kjøleabfler til kjøling og radiatorer under vinduer. En historisk mye brukt løsning, som benyttes som sammenligningsgrunnlag mot andre løsninger.



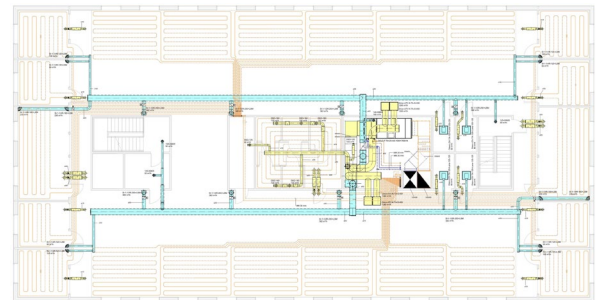
Figur 2 - Kontormaskin, dvs. 4-rørs kombibafler til både kjøling og oppvarming.



Figur 3 - Aktive ventiler med VAV innebygget i ventilene, oppvarming med elektriske strålepaneler og kjøling med ventilasjonsluft.



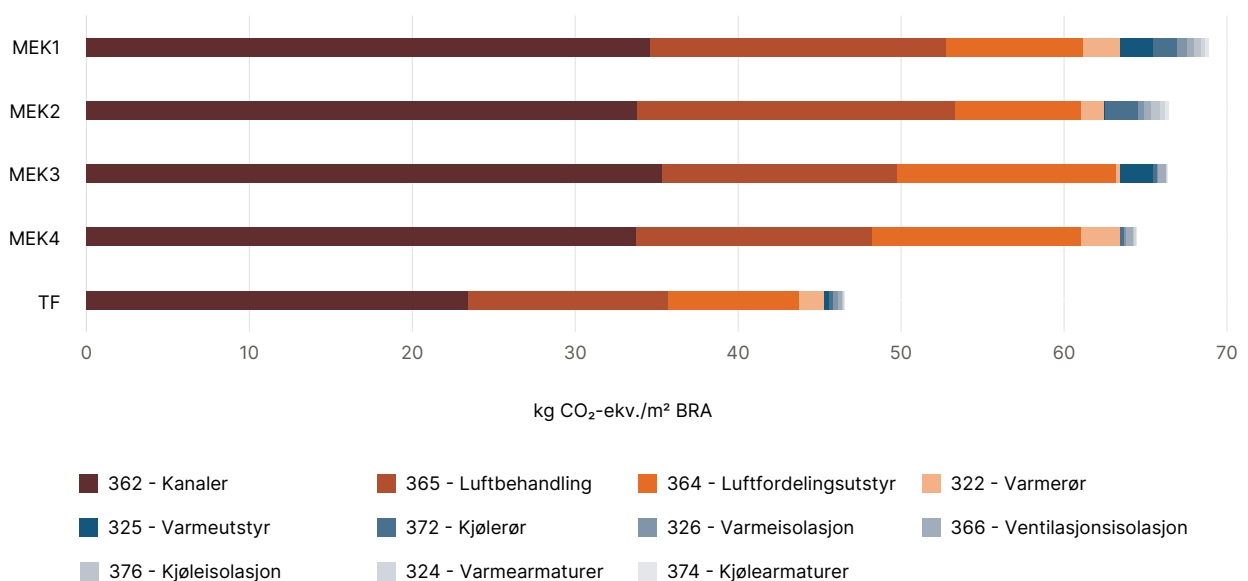
Figur 4 - Aktive ventiler med VAV innebygget i ventilene, lavtemperert gulvvarme og kjøling med høytemperert gulvsvale.



Figur 5 - Trimmet foretrensingsløsning med sentralt plasserte foretrensingsventiler, lavtemperert gulvvarme og kjøling med høytemperert gulvsvale.

Klimagassutslipp fra materialer for løsningene fremgår av Figur 7, hvor det fremgår at MEK1-4 har utslipp av samme størrelsesorden, mens TF har omtrent 30 % lavere utslipp enn MEK1. Dette indikerer at forskjellene i bundne

utslipp fra materialer er liten for de vanligere mekaniske løsningene. Ved å optimalisere installerte kapasiteter i anleggene, slik som i TF-scenariet, kan det oppnås betydelige utslippsreduksjoner.



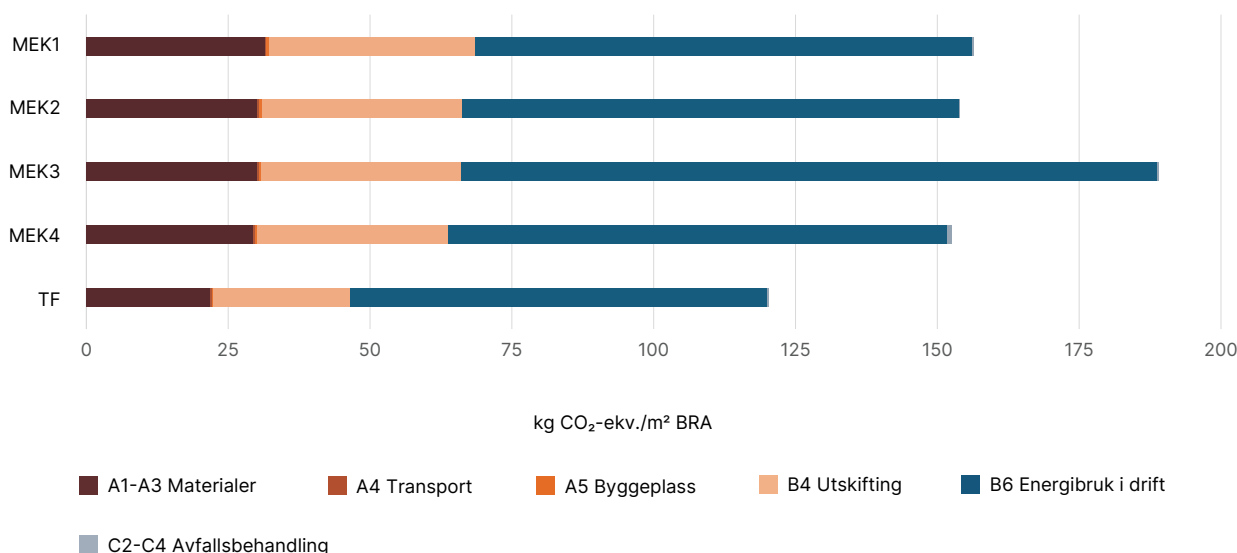
Figur 7 - Klimagassutslipp tilknyttet materialbruk (livsløpsfaser A1-A5, B4 og C2-C4) for klimatiseringsløsninger angitt på 3-siffernivå iht. bygningsdelstabellen.

Trendene for alle løsninger er at bygningsdel 36 Luftbehandling *samlet* står for 90-95 prosent av de *bundne* utslippene, mens 362 Kanaler alene står for omtrent 50 prosent. Deretter kommer 365 Luftbehandling (aggregater) og 364 Luftfordelingsutstyr (ventiler og bafler) med betydelige bidrag. Radiatorer og separate oppvarmingssystemer gir ikke så store utslag i denne studien.

Selv om redusert materialbruk er viktig i dag, så må et mer helhetlig livsløpsperspektiv vurderes. Klimagassutslipp for materialer og energi fremgår av Figur 8. Resultatet viser at MEK1, 2 og 4 er av samme størrelsesorden, mens MEK3 har et betydelig høyere utslipp grunnet bruk av direktevirkende elektrisitet til oppvarming. TF medfører en reduksjon på 23 % av totale klimagassutslipp sammenlignet med MEK1. Hovedfunnene med energibruk i drift

inkludert, er at økt bruk av elektrisk oppvarming gir betydelig økte utslipp, og at nedskalering av løsning gir betydelig reduksjon. Det at reduksjon av utslipp haster er et godt argument for å bruke nedskalerte løsninger. Samtidig er det for liten kunnskap knyttet til fremtidige endringer og utskiftninger. Valg av klimatiseringsløsning har ellers liten betydning.

Forskningsmiljøene Grønn VVS og Hybridene har samarbeidet om en helhetlig studie av ulike klimatiseringsløsninger, som inkluderer klimagassutslipp fra materialer og energibruk. Aktuelle typologier for et typisk kontorbygg er modellert og simulert for å sikre tilsvarende oppnådd inneklime. I denne veilederen er deler av hovedfunnene for kontor presentert. Arbeidene i sin helhet vil komme i en egen rapport i 2025, og også inkludere en typisk skole og hybrid ventilasjon.



Figur 8 - Klimagassutslipp inkludert bundne utslipp og utslipp knyttet til energibruk i drift, inndelt i livsløpsmoduler.

Slokkeanlegg

5-15 %
av utslippet fra VVS



Foto: GK Gruppen, Nicolas Tourenc

Slokkeanlegg står for en stor andel av klimagassutslippene for VVS, og sprinklerrørene er et av de største enkeltbidragene. En studie av ulike løsninger for et kontorbygg viser følgende potensialer for klimagassreduksjon, sammenlignet med konvensjonell sprinkler:

- Optimalisert sprinkler: 42 %
- Lavtrykk vanntåke: 76 %
- Høytrykk vanntåke: 66 %

Sprinkleranlegg bør optimaliseres når det er mulig, og vanntåke bør vurderes i flere prosjekter. Husk at sikkerhetsaspektet alltid skal være førende ved valg av løsninger og at egnethet bør vurderes av fagekspert i hvert enkelt prosjekt.

Slokkeanlegg er i dag vanlig for de fleste bygningskategorier, med unntak av småhus. Sprinkleranlegg er den mest benyttede løsningen, men det finnes flere ulike systemtyper som kan anvendes til å løse mange av bruksområdene. I studien er det sammenlignet klimagassutslipp, kostnader og vekt for fire slokkeløsninger i et typisk kontorbygg:

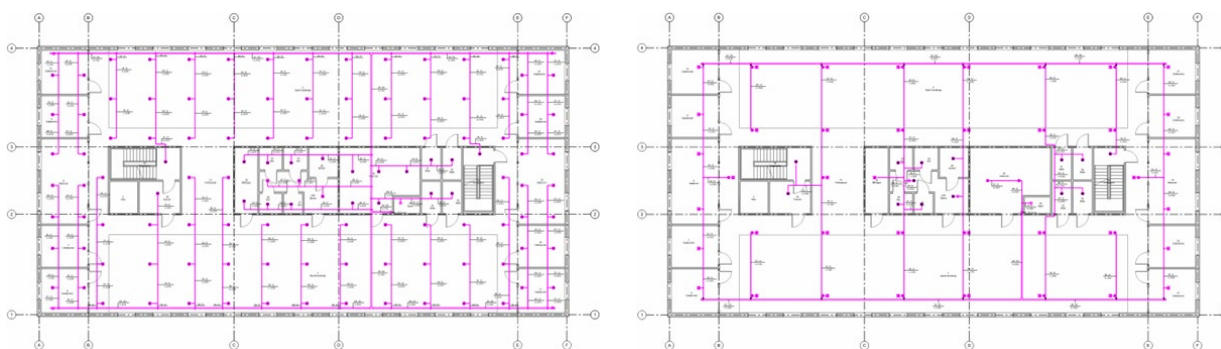
- Konvensjonell sprinkler (KS), sprinklerhoder plassert med konservativt dekningsareal og med beregninger basert på estimerte dimensjoner hentet fra tabeller for forhåndskalkulasjon. Typologien representerer en mye brukt designpraksis og anses som den historisk mest benyttede løsningen.
- Optimalisert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

Det er forutsatt sorte stålrør for sprinkleranleggene, mens vanntåkeanleggene krever syrefast stål. Kabling og instrumentering er ikke inkludert. Den optimaliserte sprinklerløsningen har sammenlignet med KS færre sprinklerhoder, redusert røرنett og optimaliserte rørdimensjoner. Dette gir betydelig redusert materialmengde, som visualisert i tegningene i Figur 9.

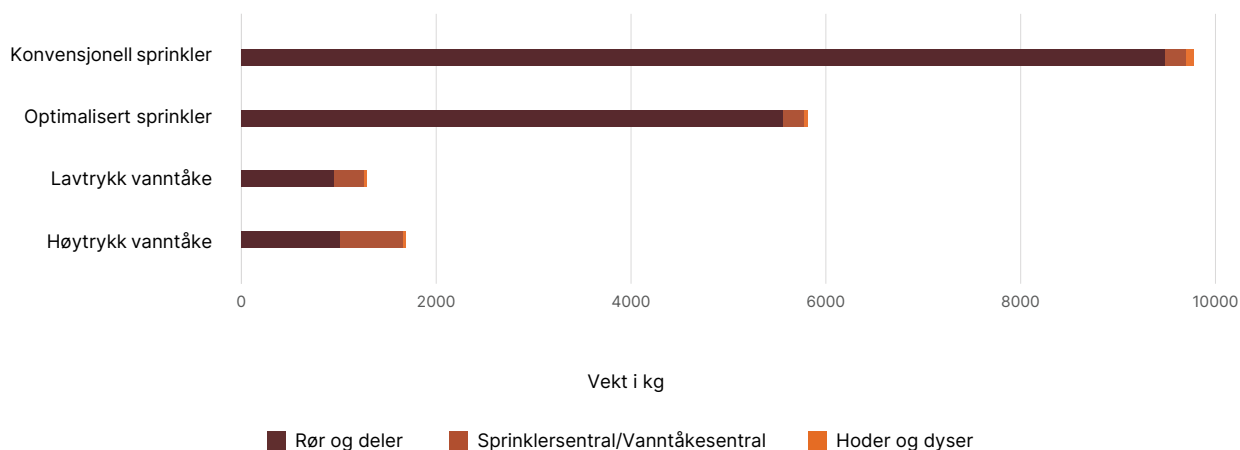
Hvorfor har vi slokkeanlegg:
Automatiske slokkeanlegg (sprinkler- eller vanntåkeanlegg) benyttes for å verne verdier mot brann, og i ytterste konsekvens hindre tap av menneskeliv.

Konvensjonell sprinkler (KS)

Optimalisert sprinkler (OS)



Figur 9 - Tegninger av konvensjonelt og optimalisert sprinkleranlegg for samme etasje.



Figur 10 - Tegninger av konvensjonelt og optimalisert sprinkleranlegg for samme etasje.

Klimagassutslippene kan reduseres vesentlig

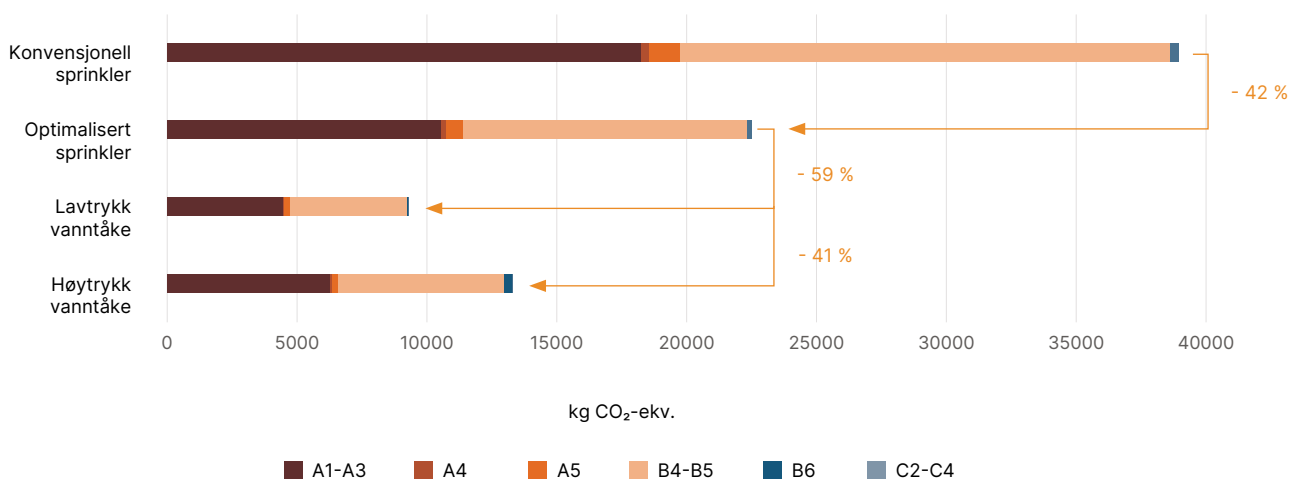
Klimagassberegningene viser at KS har de høyeste utslippene på 39 tonn CO₂-ekv. Ved å optimalisere sprinkler oppnås 42 prosent utslippsreduksjon. De mest sammenlignbare løsningene er OS, LV og HV, fordi de alle er optimaliserte. Ved å velge LV kan det oppnås ytterligere 59 prosent reduksjon, sammenlignet med OS. HV gir 41 prosent reduksjon sammenlignet med OS, men er 43 prosent høyere enn LV. Typologiene har ulike bruksegenskaper og derfor må overføringsverdien av resultatene herfra vurderes særskilt i hvert enkelt prosjekttilfelle.

For sprinklerløsningene stammer ~85 % av klimagassutslippene fra rør. For vanntåkeløsningene utgjør rør hhv. 74 % og 52 % for LV og HV, mens utstyr i pumpecentralen står for hhv.

15 % og 44 %. For alle de fire løsningene står materialproduksjon og utskifting (livsløpsfase A1-A3 og B4) for ca. 95 % av klimagassutslippene. For å oppnå utslippsreduksjon bør derfor størst fokus rettes mot tiltak som ombruk, redusert materialbruk og økt levetid.

Materialvekten for KS er størst med 9,7 tonn, mens den for OS reduseres med 41 % til 5,8 tonn. For vanntåkeløsningene er vekten vesentlig lavere med hhv. 1,3 og 1,7 tonn for LV og HV. HV har høyere materialbruk enn LV, grunnet større pumpecentral, og liten besparelse for mindre rørdimensjoner med tykkere gods. Kostnadsvurderinger viser at optimalisering av sprinkler reduserer material- og installasjonskostnadene med 30 %. Vanntåkeløsningene medfører sammenlignet med OS en kostnadsøkning på 49 % for LV og 120 % for HV.

Utslipp per slokkeløsning og livsløpsfase



Figur 11 - Figuren viser totale klimagassutslipp for hvert alternativ, fordelt på livsløpsfaser: A1-A3 Produktstadiet, A4-A5 Transport og byggeplass, B4 Utskifting, B6 Energibruk i drift og C2-C4 Livsløpets sluttstadium.

Ventilasjonskanaler

20-50 %
av utslippet fra VVS



Foto: GK Gruppen, Nicolas Tourenc

Ventilasjonskanaler står typisk for ett av de tre største enkeltbidragene fra VVS, sammen med ventilasjonsaggregater og sprinklerrør. Behovet for kanaler avgjøres i stor grad i tidlig fase, men kan også begrenses gjennom løsningsvalg og utforming.

Bevaring og ombruk reduserer effektivt utslippene fra kanaler. Utslppsreduksjoner kan også oppnås ved å velge mindre utslppsintensive stålkkanaler. Stålkkanaler er mest benyttet, spesielt på grunn av brannkrav, men i et miljøperspektiv bør også alternative materialer vurderes.

Utslppsreduksjoner kan oppnås med alternativer til de mest utslppsintensive galvaniserte stålkkanalene:

- Ombruk av galv. stålkkanaler: 99,8 %
- 100 % resirkulert stål: 75 %
- Isolasjonskanaler: 67-81 %
- Galv. stål med lavere utslipp: 22-43 %

Sammenligning av alternative kanalkvaliteter

Aktuelle sirkulære og rektangulære kanalkvaliteter for bruk i Norge er sammenlignet i Figur 12 og Figur 13 på neste side. Det er kun inkludert produkter med tilgjengelige og gyldige EPD-er. Diagrammene viser klimagassutslipp knyttet til utvinning og produksjon av materialer (livsløpsfase A1-A3). For kanaler i galvanisert stål finnes det flere produkter med ulik klimagassbelastning, som er illustrert med søyler for lavest (min) og høyest (maks) utslippsnivå. Produsentnavn er utelatt, siden fokuset er på materialkvaliteter.

Dagens bransjestandard og regelverk for brannsikring legger en del begrensninger på

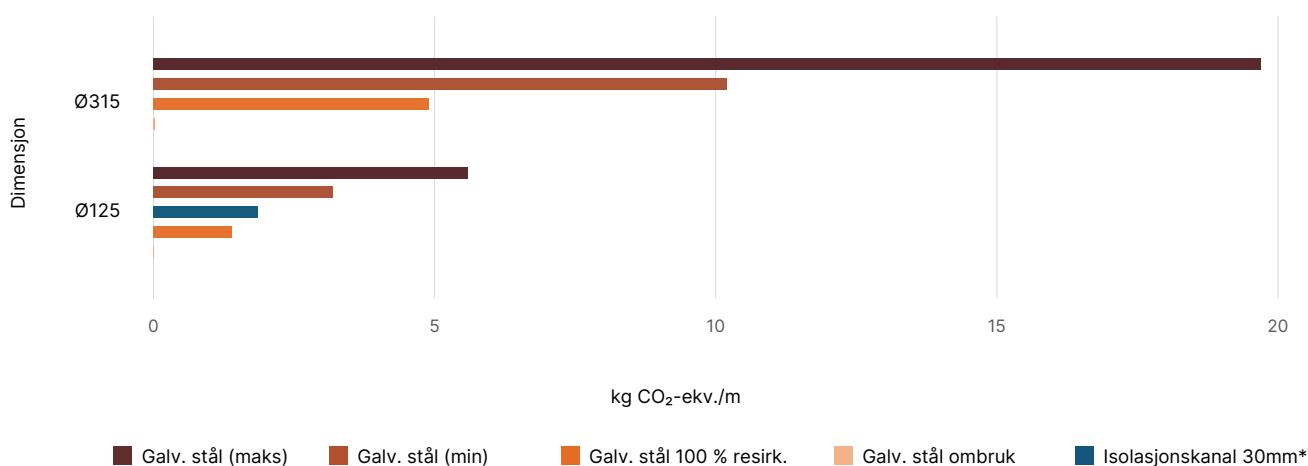
valgmuligheter. Forskjellen i brannsikring mellom ulike typer kanaler er krav til ytterligere sikring ved gjennomføring i branncellebegrensende konstruksjoner.

Tekstilkkanaler er ikke inkludert siden de i liten grad benyttes som tilførselskanaler i bygg og er mer sammenlignbare med tilluftsventiler og plenumkamre. Tekstilkkanaler er dog laget av lette organiske materialer og kan i miljøperspektiv være interessante til sitt bruk. **Plastkanaler** kan også være et alternativ, men det ble ikke funnet EPD-er for større dimensjoner. Store plastkanaler er lite brukt og vesentlig dyrere enn sirkulære stålkkanaler, men det finnes løsninger med små dimensjoner som brukes i noen boligprosjekter.

Sandwichkanaler er ikke inkludert i mangel på gyldig EPD, men overslagsberegninger indikerer at de har et noe høyere utslipp enn galvaniserte stålkkanaler. Siden produktet er ferdig isolert, har den imidlertid en ekstra funksjon.

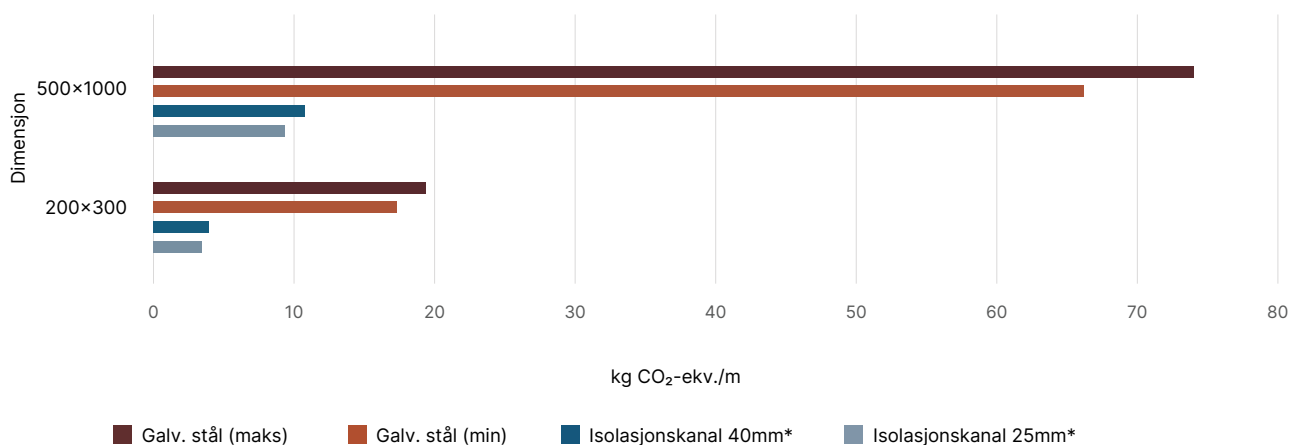
* EPD-er utarbeides iht. standard EN 15804. I 2019 ble det gjort betydelige endringer som tredde i kraft juli 2022. Det er mest riktig å sammenligne kun EPD-er utarbeidet iht. samme versjon, men siden det er begrenset utvalg av EPD-er er EPD-er iht. begge versjoner inkludert. De som er etter gammel standard (EN 15804+A1) er markert med stjerne.

Sirkulære kanaler



Figur 12 - Klimagassutslipp for materialproduksjon (livsløpsfase A1-A3) for sirkulære kanaler. EPD-en for sirkulær isolasjonskanal hadde for lite informasjon til å skaleres og er kun medtatt for Ø125.

Rektangulære kanaler



Figur 13 - Klimagassutslipp for materialproduksjon (livsløpsfase A1-A3) for rektangulære kanaler.

Isolasjonskanaler består av mineralull med aluminiumsfolie på sidene. Disse har lav materialvekt og vesentlig lavere utslipp knyttet til materialer enn de tradisjonelle spirokanalene, samt bedre lyddempingsegenskaper. Kanalene er i dag lite brukt, men fremstår fra et miljøperspektiv som et interessant alternativt. Isolasjonskanaler kan også leveres flatklemte som gir enklere transport og logistikk, men forventes å tåle mindre ytre påkjenninger enn stålskanaler, samt at stålskanaler vil være mer egnet for demontering og rengjøring med tanke på ombruk.

I tillegg til reduksjonspotensial knyttet til materialvalg, viser grafene også at kanaldimensjon har stor betydning for klimagassutslipp. Utslippene øker naturligvis for større kanaler og det kan spares mye ressurser på optimal dimensjonering.

Anbefalte tiltak for reduserte klimagassutslipp fra kanaler:

- VVS-fagfolk bør bidra tidlig i prosjekter som premissgivere. Ved å synliggjøre konsekvenser av tidligfasevalg og foreslå optimale løsninger, kan behovet for kanaler optimaliseres og begrenses betydelig.
- Ved ombygging og rehabilitering: Vurder muligheten for bevaring av kanaler og oppgradering av anlegg.
- Løs inndeling i og plassering av teknisk rom, sjakter og hovedføringsveier optimalt, slik at unødvendig lange føringsveier unngås, spesielt til der det er størst luftmengdebehov.
- Endringsdyktighet, behov for reservekapasiteter og realistiske fremtidige scenarioer bør vurderes grundig i hvert enkelt prosjekt i samråd med byggherre og sentrale aktører i prosjektet. Vurder reelt behov for reservekapasitet i ulike deler av anlegget og bygget. Gjøres dette riktig kan tilstrekkelig endringsdyktighet oppnås samtidig som energibruk i drift holdes lavt og materialbruken begrenses.
- Optimaliser kanalnett og dimensjoner slik at de ikke er unødvendig store, uten at det har en reell funksjon eller gir en ønsket endringsdyktighet. Optimaliseringer bør både ta hensyn til materialer og energibruk i drift grunnet trykktap og vifteenergi.
- I et klimagassperspektiv bør det vurderes bruk av diagonale føringsveier gjennom aksenetten, med 45-graders bend og nedtrapping av lange kanalstrekk.
- Sentralavtrekk og overstrømningsventiler bør vurderes benyttet, fremfor avtrekkskanaler helt frem til rom.
- Bruk galvanisert stålskanaler med lavere utslipp. Ombruksvarer bør benyttes når dette er mulig. Produkter med resirkulert stål, eller fossilfri produksjon gir også betydelige reduksjoner.
- Begrens bruken av rektangulære kanaler grunnet høyere materialbruk, trykkfall og risiko for støy enn sirkulære kanaler.
- Utforsk alternative kanalkvaliteter som isolasjonskanaler, men vær obs på brannkrav.

Rørkvaliteter

5-15 %
av utslippet fra VVS



Foto: GK Gruppen, Thomas Ekström

Store mengder rør inngår i byggeprosjekter, til blant annet sanitær, oppvarming og kjøling. Det er ofte mulig å velge rørkvaliteter med lav klimagassbelastning. Selv om egenskapene varierer noe, kan samme funksjoner og ytelser oppnås med relativt små konsekvenser.

Materialbruken i rørsystemer bør begrenses så langt det lar seg gjøre. Bevaring av eksisterende anlegg og ombruk er effektive tiltak. Nye rør bør de være av et materiale med lavest mulig negativ miljøpåvirkning over levetiden. Tilgjengelig dokumentasjon og forskning tilsier at dette rørmaterialet bør være laget av plast.

Ved å velge alternativer til de mest utslippsintensive rørproduktene, er følgende utslippsreduksjoner mulig:

- | | |
|-----------------|---------|
| • Varmerør: | 44-84 % |
| • Kjølerør: | 9-73 % |
| • Forbruksvann: | 18-78 % |
| • Avløpsrør: | 24-81 % |

Klimagassutslipp knyttet til produksjon av ulike rørkvaliteter er sammenlignet i Figur 14-Figur 17, for fire ulike bruksområder basert på tilgjengelige EPD-er. I hvert tilfelle er det valgt en mye brukt dimensjon og sammenlignet utslipp for utvinning og produksjon av en lengdemeter rør. Forholdene mellom søylene er noe annerledes for andre dimensjoner, men rangeringen er lik. Generelt er det en tydelig sammenheng mellom utslipp og vekt, der metallrør er tyngre og står for større klimagassutslipp enn de lettere plastrørene. Merk at utvalget er basert på typiske produkter innenfor hver kategori, men at EPD-en med høyest utslipp ikke nødvendigvis representerer bransjestandard. Slokleanlegg inneholder også rør, men disse er ikke inkludert i dette kapitlet.

For varme- og kjøleanlegg har plastrør vesentlig lavere klimagassutslipp enn alupex og stålrør. For forbruksvann og avløpsrør er også trenden at plastmaterialene har lavere klimagassutslipp enn alupex og metallrør. For forbruksvann er kobberør det mest utslippsintensive alternativet. For avløpsrør kommer støpejern dårligst ut, men det er også store forskjeller mellom ulike plastmaterialer og mellom ulike produkter av PP.

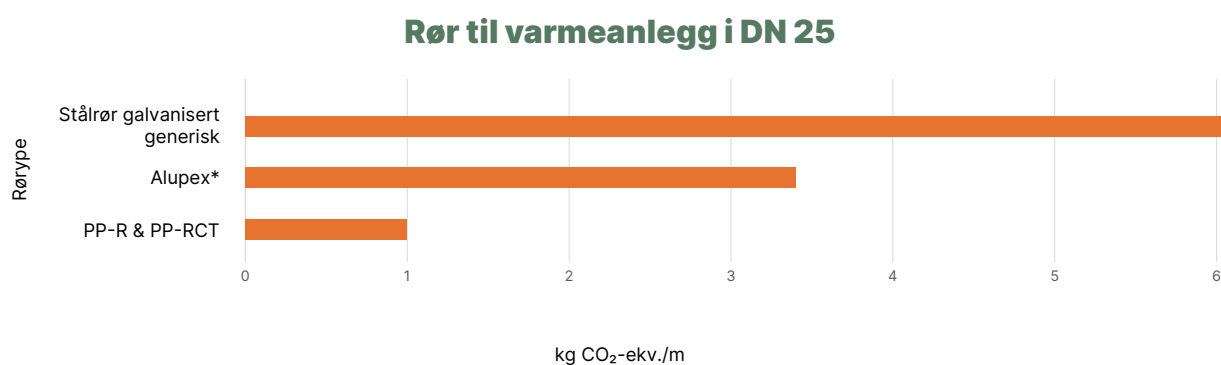
For avløpsrør i polypropylen (PP) finnes det EPD-er for flere produkter med varierende klimagassbelastning, som er illustrert med søyler for lavest (min) og høyest (maks) utslippsnivå. For de andre materialkvalitetene finnes det få EPD-er og hver søyle representerer én enkelt EPD. Det er brukt produktspesifikke EPD-er, med to unntak.

For galvaniserte stålrør og kobberør er det i mangel på dette brukt generiske EPD-er. Fokuset er på materialkvaliteter og produsentnavn er derfor utelatt. I EPD-en for avløpsrør av støpejern (bedre kjent som MA, muffeløse avløpsrør) er også rørdeler og oppheng inkludert, som i noen grad bidrar til et høyere utslipp i sammenligningen. For avløpsrør av plast kan det være behov for ekstra lyddemping. Dette er ikke hensyntatt i sammenligningen og utgjør noe usikkerhet, men foreløpige beregninger tyder på at det er av mindre betydning. Termisk isolasjon og kondensisolasjon er ikke medtatt og må vurderes prosjektspesifikt, men har lav egenvekt og utgjør typisk lite sammenlignet med selve rørene. Klamring kan påvirke de totale utslippene noe, men foreløpige beregninger tyder på at det ikke ville endret størrelsesforhold og rangering, dersom det hadde vært medtatt.

Studiet indikerer at plastrør bør anbefales, men noen forhold krever fortsatt mer forskning. Ulike rør er i ulik grad egnet for materialgjenvinning

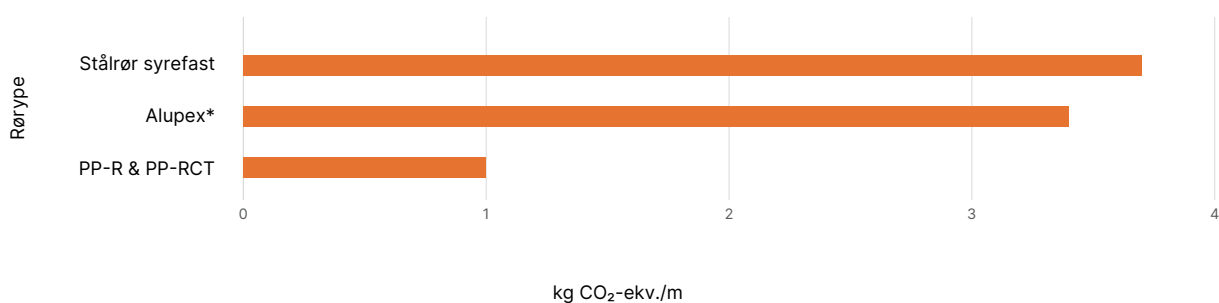
ved at materialene kan skilles ut ved endt levetid. Eksempelvis kan det argumenteres for at det ikke finnes gode nok løsninger for avfallshåndtering av innstøpte plastrør i golvvarmeløsninger i dag. Plast har også andre miljøutfordringer som ikke er utredet i Grønn VVS. Merk at det alltid bør gjøres en teknisk og faglig helhetsvurdering av hvilke rørkvaliteter som er egnet for hver enkelt installasjon og det er ikke alltid at alle rørkvaliteter er aktuelle.

* EPD-er utarbeides iht. standard EN 15804. I 2019 ble det gjort betydelige endringer som tredde i kraft juli 2022. Det er mest riktig å sammenligne kun EPD-er utarbeidet iht. samme versjon, men siden det er begrenset utvalg av EPD-er er EPD-er iht. begge versjoner inkludert. De som er etter gammel standard (EN 15804+A1) er markert med stjerne.



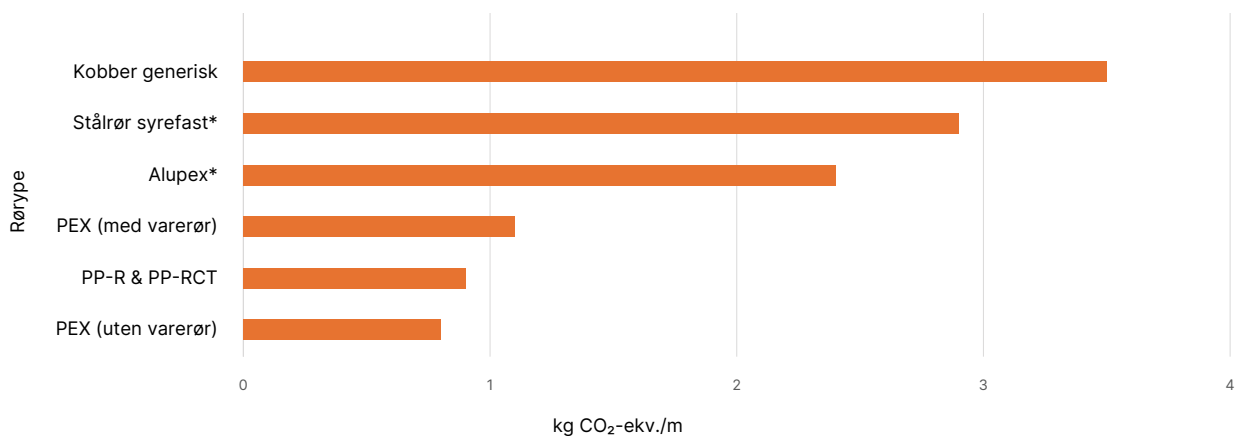
Figur 14 - Klimagassutslipp knyttet til materialbruk (livsløpsfase A1-A3) pr. lengdemeter for ulike rørtyper.

Rør til kjøleanlegg i DN 25



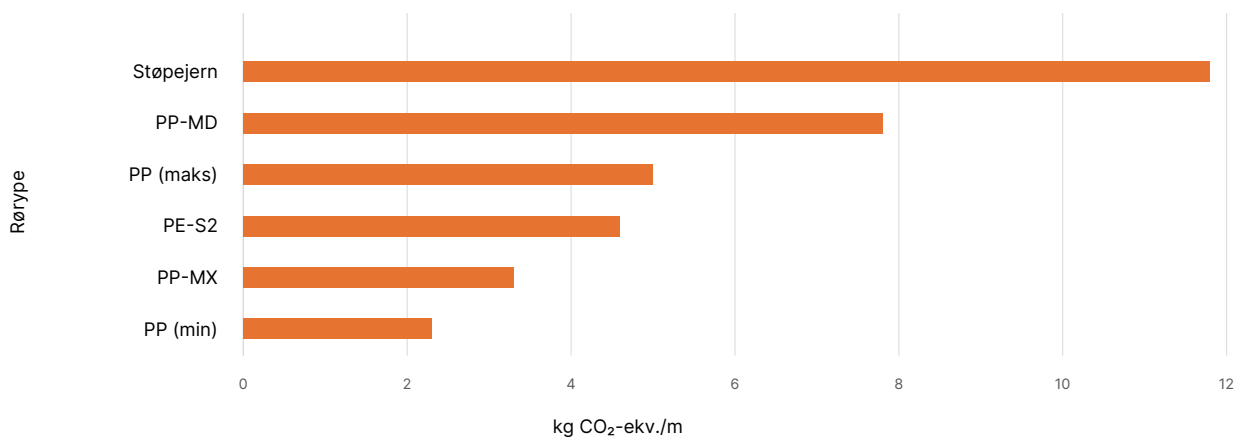
Figur 15 - Klimagassutslipp knyttet til materialbruk (livsløpsfase A1-A3) pr. lengdemeter for ulike rørtyper.

Rør til forbruksvann i DN20



Figur 16 - Klimagassutslipp knyttet til materialbruk (livsløpsfase A1-A3) pr. lengdemeter for ulike rørtyper.

Avløpsrør i bygninger i DN 100



Figur 17 - Klimagassutslipp knyttet til materialbruk (livsløpsfase A1-A3) pr. lengdemeter for ulike rørtyper.

Ytterligere informasjon

Grønn VVS er et Innovasjonsprosjekt i næringslivet, støttet av Norges forskningsråd. Prosjektet ble gjennomført i perioden september 2021 til mars 2025.

Prosjektansvarlig er Multiconsult. Samarbeidspartnere i prosjektet er Höegh Eiendom, GK, Armaturjonsson, Swegon, KLP Eiendom og Pipelife. FoU-leverandør er OsloMet. Referansegruppen består av VKE og FutureBuilt.

Forskningsprosjektets artikkelserie for deling av kunnskap

Grønn VVS-veilederen oppsummerer funnene og anbefalingene fra forskningsprosjektet, men mer detaljer kan finnes i publikasjonene under.

- [1. Hvorfor vi må kutte utslippene fra VVS raskt](#)
- [2. Plastrør er bedre for klima enn metallrør](#)
- [3. Hvordan få til et ombruksprosjekt? – Erfaringer fra et byggherreperspektiv](#)
- [4. Ombruk av VVS er mulig – den som vil, får det til!](#)
- [5. Stikker klimagassmetodikken kjepper i hjulene for ombruk](#)
- [6. Valg av slokkeanlegg påvirker klimagassutslipp!](#)
- [7. Klimatisering for klimaets skyld?](#)
- [8. Kanaler er på utslippstoppen – hvorfor og hva kan gjøres?](#)

Publisert forskning om FoU-prosjektet Grønn VVS

- [1. Klimagassbelastning for VVS-installasjoner – Beregning av klimagassutslipp knyttet til VVS-installasjoner i Ydalir skole og en barnehage, i samarbeid med FoU Grønn VVS](#)
- [2. A BIM-based Framework for Quantifying Embodied Emissions from MEP Systems in Building Life Cycle Assessments](#)
- [3. Hybrid Ventilation Systems for Reduced Lifetime Emissions in Cold Climates](#)
- [4. Grønn VVS rapport: Klimagassvurdering av slokkeanlegg](#)

Resultatene i Grønn VVS har resultert i et arbeid for å implementere krav om klimagassberegninger for VVS i Futurebuilt Zero Bygg. Planlagt publisering vår 2025. Kriteriesett kan leses på Futurebuilt sine hjemmesider [FutureBuilt kvalitetskriterier](#).

Trenger du hjelp til ditt neste VVS-prosjekt, ta gjerne kontakt med Multiconsult eller noen av de andre involverte partnerne. Kontaktinformasjon og mer informasjon finnes på prosjektets hjemmeside.

[Prosjektets hjemmeside](#)

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.