

Energi- og materialkonsept

Ålgård bo- og aktivitetssenter



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Gjesdal Kommune

Tittel på rapport: Energi- og materialkonsept

Oppdragsnavn: Ålgård bo- og aktivitetssenter - Energi- og materialkonsept

Oppdragsnummer: 638964-01

Utarbeidet av: Elise Aga, Martin Grindheim Johannessen, Kristian Sæbø, Helene Paulsen, Thomas Fischer

Oppdragsleder: Magnar Berge

Tilgjengelighet: Åpen

05	28.feb. 2023	Oppdatert sammendrag og konklusjon	EA, MGJ
04	10.feb. 2023	Oppdatert rapport med sammendrag og konklusjon.	MGJ, KS, EA
03	06.jan. 2023	Oppdatert rapport	MGJ, HP, KS, TF, EA IH/KS
02	22.des. 2022	Oppdatert utkast Energi- og materialkonsept	EA
01	16. des. 2022	Utkast Energi- og materialkonsept	EA, MGJ, KS
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av KS

Sammendrag

Gjesdal kommune skal utvide Ålgård bo- og aktivitetssenter (ÅBOAS). I den forbindelse er Asplan Viak engasjert for å utarbeide et energi- og materialkonsept for prosjektet. Hensikten med rapporten er å synliggjøre potensiell energi- og klimagassreduksjon ved implementering av energieffektiviserende tiltak for bygningskroppen og det tekniske systemet, materialvalg og -løsninger, samt byggeplass drift og overvannshåndtering.

I tillegg til utarbeidelse av energi- og materialkonsept har Asplan Viak ombrukskartlagt eksisterende bygninger som skal rives i forbindelse med utbyggingen.

Anbefalte energi- og klimatiltak er vurdert både med hensyn til klimaeffekt og livssyklus kostnader. Følgende tiltak anbefales for prosjektet:

- Energistandard: Passivhusnivå iht. NS3701:2012 anbefales fremfor TEK17.
- Energiforsyning: Vannbårent varmesystem med væske/vann eller vann/vann varmepumpe og naturlig kjølemedium. Solceller etableres på tak.
- Klimasoner: Rom med tilsvarende temperatur-, fukt- og driftsforhold bør fortrinnsvis ligge samlet.
- Ventilasjonsstrategi: Kombinasjon mellom behovstilpasset og kontinuerlig drift. Passive tiltak anbefales fremfor mekaniske tiltak.
- Belysning: Optimalisere utnyttelse av dagslys for å redusere behov for kunstig belysning. Bruk av LED-belysning.
- Materialer: Minimum lavkarbonbetong klasse A og armeringsstål med 99% resirkulert skrapstål. Stålprofiler med høyest mulig andel resirkulert skrapstål. Massivtre/limtre fortrinnsvis fra norsk leverandør.
- Ombruk: Prefabrikkerte elementer fremfor plasstøpt, og mekaniske innfestninger fremfor ikke reversible. FutureBuilts kriterier for sirkulære bygg legges til grunn.
- Byggeplass: Minimum fossilfri.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	5
	1.1. Oppdragsbeskrivelse	5
	1.2. Prosjektplassering og prosjektforutsetninger	5
	1.3. Prosjekt mål	6
2.	Energikonsept	8
	2.1. Energibudsjett	8
	2.2. Utforming klimaskall	10
	2.3. Innvendige klimasoner	12
	2.4. Ventilasjonsstrategier	13
	2.5. Varmt forbruksvann	16
	2.6. Belysning	18
	2.7. Energiforsyning	19
	2.8. Energioppfølging og driftskontroll	27
	2.9. Solceller	28
3.	Materialkonsept	32
	3.1. Generelle føringer	32
	3.2. Materialvalg	34
	3.3. Ombruk	41
	3.4. Ombrukbarhet	46
4.	Byggeplass	49
	4.1. Fossilfri byggeplass	50
	4.2. Klimagassutslipp byggeplass	51
	4.3. Kostnader	52
5.	Overvannshåndtering	54
	5.1. Situasjonsoversikt	54
	5.2. Aktuelle tiltak	54
	5.3. Oppsummering overvannshåndtering	58

6. Oppsummering energi- og klimatiltak	59
7. Konklusjon	68
Referanser	70
Vedlegg A - Ombruksrapport	72

1. Innledning

1.1. Oppdragsbeskrivelse

Gjesdal kommune skal utvide Ålgård bo- og aktivitetssenter (ÅBOAS). I den forbindelse er Asplan Viak engasjert for å kartlegge mulige klimatiltak knyttet til energiløsninger, materialbruk, ombrukbarhet og andre energisparende tiltak.

Oppgaven for dette prosjektet er å utarbeide et energi- og materialkonsept for et klimavennlig og energieffektivt bo- og aktivitetssenter. Hensikten med energi- og materialkonseptet er å gi et grunnlag for valg av materialer og løsninger, energieffektiviserende tiltak og energiforsyningsløsning.

Anbefalte energi- og klimatiltak er vurdert både med hensyn til klimaeffekt og livssyklus kostnader. Der klimaeffekter og kostnader ikke kan tallfestes med tilstrekkelig sikkerhet, er det foretatt en kvalitativ vurdering basert på erfaringer fra tilsvarende prosjekt.

Det er forutsatt at det i den videre planlegging og oppføring av nybygget følger offentlige krav og etablerte prinsipp-løsninger. I denne rapporten fokuseres det på tiltak utover offentlige krav som gir klimaeffekt og lønnsomhet.

1.2. Prosjektplassering og prosjektforutsetninger

ÅBOAS-tomta består i dag av eksisterende ÅBOAS, åtte eldre eneboliger, to nyere modulbygg, barne- og avlastningsbolig, rusboliger og parkeringsplass, se Figur 1-1. Modulbyggene er planlagt flyttet i sin helhet, mens resterende arealer skal rives.

Prosjektet er i tidligfase og rapporten skal gi innspill til energi- og materialtiltak for å redusere byggets miljøpåvirkning over livsløpet. Det er planlagt å oppføre et nybygg på ca. 10 000 m² BRA¹. Plantegninger eller annet underlag foreligger ikke på nåværende tidspunkt. Alle vurderinger og estimater er derfor gjort med utgangspunkt i planlagt BRA.

¹ BRA hentet fra «Klimasats - Søknad om støtte til klimasatsning i kommunene - 2022»



Figur 1-1 Dagens situasjon på ÅBOAS-tomta.

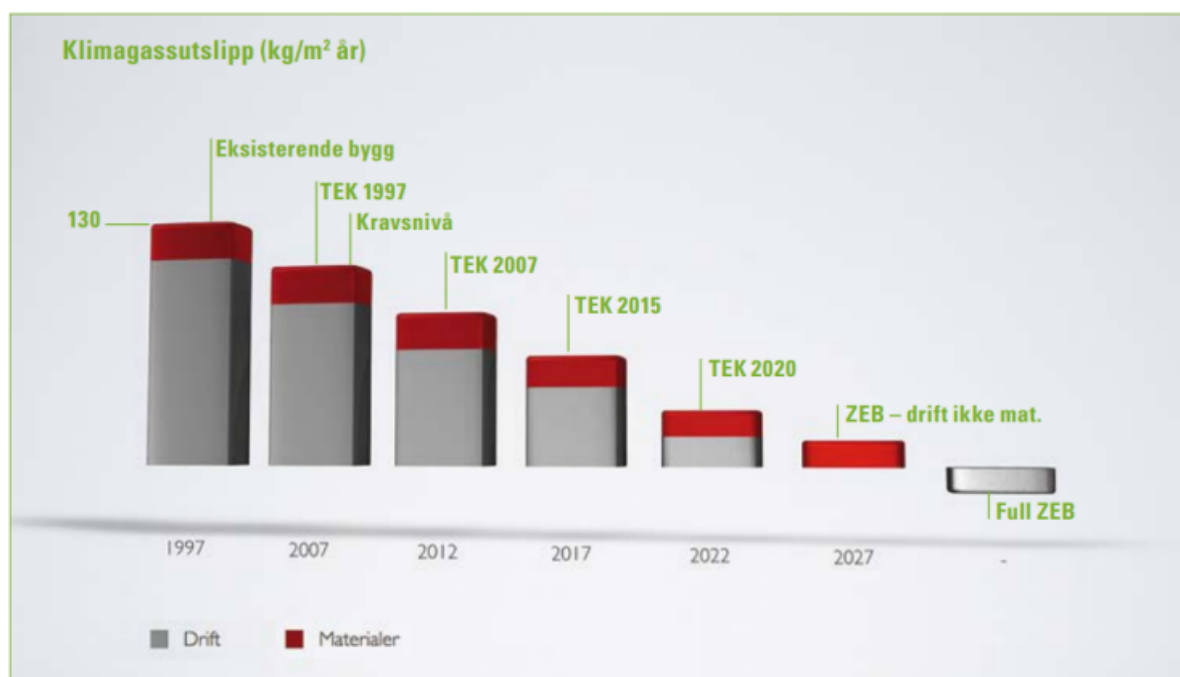
1.3. Prosjektmål

Når det gjelder ambisjonsnivå og prosjektmål legges blant annet Energi- og klimaplanen til Gjesdal kommune [1] til grunn, hvor det i 2011 ble definert tre overordnede mål for kommunes arbeid med energi- og miljøtiltak:

1. Klimagassutslippene i 2020 fra hele kommunen skal være maksimalt 59 800 tonn CO₂-ekvivalenter. Dette tilsvarer en reduksjon på ca. 15% i forhold til prognoser for utvikling mellom 2007 og 2020.
2. Veksten i totalt stasjonært energibruk skal begrenses
 - a. Totalt stasjonært energibruk i kommunen i 2020 skal være maksimalt 186 GWh (tilsvarer ca. 10% reduksjon).
 - b. Forbruk i kommunal bygningsmasse skal reduseres med minimum 10% ift. forbruk i 2009.
 - c. Energiforbruk til oppvarming skal i størst mulig grad over på andre fornybare energikilder enn strøm. Totalt i kommunen skal det være 1,5 GWh mer vannbåren varme i 2020 (ift. 2009).
3. Gjesdal kommune skal arbeide aktivt for at en større andel reisende benytter kollektivtrafikk.

Ifølge *Kunnskapsgrunnlag for kommunal planstrategi, Utviklingstrekk 2020* [2], var klimagassutslipp for Gjesdal kommune 91 000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2017. For å oppnå nasjonale utslippsmål, må Gjesdal kommune redusere klimagassutslippene med 30 000 tonn innen 2030.

Ved vurdering av energi- og klimatiltak, legges det til grunn en forventet fremtidig skjerping av offentlige krav når det gjelder energibruk og klimagassutslipp. Gjennom endring av Byggteknisk forskrift og implementering av EUs taksonomi forventes en gradvis utvikling mot nullutslippsbygg (ZEB), se Figur 1-2.



Figur 1-2 Forventet utvikling av krav til klimagassutslipp fra bygninger [3].

2. Energikonsept

2.1. Energibudsjett

Alle nye bygninger i Norge må tilfredsstillte teknisk forskrift, TEK17, som blant annet stiller krav til energieffektivitet. I henhold til §14-2 er rammekrav for bygningskategorien sykehjem 195 kWh/m² oppvarmet BRA.

Tabell 2-1 presenterer anslått fordeling av energibehov for et typisk modellbygg iht. TEK17.

Tabell 2-1 Energibehov iht. rammekrav for TEK17. Fordeling mellom termisk og elektrisk er anslått basert på energiberegning av typisk modellbygg.

Energibehov [kWh/m² oppvarmet BRA]	Sykehjem
Oppvarming	45
Ventilasjonsoppvarming	5
Tappevann	30
Vifter/pumper	29
Pumper	2
Belysning	36
Teknisk utstyr	23
Romkjøling	0
Ventilasjonskjøling	25
Totalt	195

Som energiltak anbefales passivhusnivå iht. NS3701:2012 fremfor TEK17.

Passivhusstandarden har følgende krav til oppvarming og kjøling:

- Energibehov til oppvarming: ≤ 20 kWh/m²år
- Energibehov til kjøling: ≤ 5 kWh/m²år

Krav til oppvarming og kjøling avhenger av bygningskategori, kjølebehovskoeffisient og dimensjonerende utetemperatur ved sommerforhold. I tillegg stilles blant annet minimumskrav til U-verdi for vindu og dører, normalisert kuldebroverdi og lekkasjetall.

Tabell 2-2 presenterer anslått fordeling av energibehov for et typisk modellbygg iht. NS3701.

Tabell 2-2 Anslått fordeling av energibehov for nybygg iht. NS3701. Fordeling mellom termisk og elektrisk energibehov er anslått basert på energiberegning av typisk modellbygg.

Energibehov [kWh/m ² oppvarmet BRA]	Sykehjem
Oppvarming	20
Ventilasjonsoppvarming	0
Tappevann	30
Vifter/pumper	19
Pumper	0
Belysning	29
Teknisk utstyr	23
Romkjøling	5
Ventilasjonskjøling	0
Totalt	126

Endelig energibehov må fastsettes basert på energiberegning med reelle temperaturforhold når nødvendig underlag foreligger.

For å ytterligere redusere byggets energibehov bør nær nullenergibygge vurderes som et energiltak. Nær nullenergibygge (nZEB) er bygninger med svært høy energiytelse hvor mengden energi som kreves i vesentlig grad dekkes med fornybare energikilder, inkludert fornybar energi produsert på eller i nærheten av eiendommen [4]. I tråd med FutureBuilt sin definisjon av nZEB skal energibruk være 70% lavere sammenlignet med TEK10-nivået, beregnet som vektet levert energi. Krav til vektet levert energi for sykehjem er 85 kWh/(m²år). Klimagassbesparelse og kostnader for tiltaket avhenger av energiforsyningsløsning. Endelig energibehov og behov for fornybare energikilder på eller i nærheten av tomten må fastsettes basert på energiberegning med reelle temperaturforhold når nødvendig underlag foreligger.

2.1.1. Utslipp og kostnader ved redusert energibehov

Redusert energibehov vil redusere både kostnader og klimagassutslipp fra energi i drift over byggets levetid. Tabell 2-3 presenterer estimert kostnads- og klimagassreduksjon ved prosjektering iht. passivhusnivå fremfor TEK17. Som en forenkling er det lagt til grunn elektrisk energiforsyning, strømpris på 2 kr/kWh og utslippsfaktor fra norsk-europeisk strømmiks. Det er forutsatt total BRA på 10 000 m². Eventuelle merkostnader og utslipp ifm. økt materialmengde er presentert i kap. 2.2.

Tabell 2-3 Kostnads- og utslippsestimat over 60 år for TEK17 sammenlignet med passivhus.

	Kostnad (MNOK over 60 år)	Klimagassutslipp (tonn CO₂e over 60 år)
TEK17	234	12 600
Passivhus	151	8 150
Besparelse	83	4 450

2.2. Utforming klimaskall

TEK17 angir minimumskrav til U-verdier for ulike bygningskomponenter. U-verdiene er presentert i Tabell 2-4 sammen med varmetap per m². Varmetap er forenklet beregnet over byggets levetid på 60 år ved å multiplisere U-verdi med temperaturdifferanse og antall timer per år. Som temperaturdifferanse er det forutsatt en innetemperatur på 21°C og en årsgjennomsnittlig utetemperatur for Gjesdal kommune på 7°C.

Tabell 2-4 Minimumskrav til U-verdier for nybygg iht. TEK17 med følgende varmetap over byggets levetid på 60 år.

Bygningsdel	U-verdi TEK17 (W/m²K)	Varmetap (kWh/m²)	Estimert isolasjonstykkelse
Yttervegg	0,22	1 619	200 mm
Tak	0,18	1 325	200 mm
Gulv på grunn	0,18	1 325	180 mm
Vindu/dør	1,2	8 830	-

Som energiltak for klimaskallet vurderes en bedre isolert bygningskropp iht. passivhusnivå. Det er lagt til grunn minimumskrav og typiske U-verdier for passivhus angitt i NS3701 (tabell 9 og tabell B.1). Tabell 2-5 presenterer U-verdier med følgende varmetap.

Tabell 2-5 Forutsatte U-verdier for nybygg iht. passivstandarden (NS3701).

Bygningsdel	U-verdi Passivhus (W/m²K)	Varmetap (kWh/m²)	Estimert isolasjonstykkelse
Yttervegg	0,12	883	350 mm
Tak	0,09	662	400 mm
Gulv på grunn	0,08	589	400 mm
Vindu/dør	0,80	5887	-

2.2.1. Utslipp ved reduserte U-verdier

Klimagassreduksjon fra redusert varmetap må vurderes i forhold til klimagassutslipp fra økt materialmengde. Tabell 2-6 gir et grovt estimat for klimagassutslipp fra varmetap over byggets levetid og utslipp fra økt isolasjonstykkelse for passivhusløsning i forhold til TEK17. Energibehov til varmetap forutsettes forenklet å dekket av direkte elektrisitet (norsk-europeisk strømmiks). Det forutsettes at utslipp fra produksjon av vindu ikke avhenger av U-verdi.

Tabell 2-6 Klimagassutslipp fra energi i drift over levetiden på 60 år og ekstra materialbruk til isolasjon for passivhusløsning i forhold til TEK17. Det er forutsatt direkte elektrisitet og norsk-europeisk strømmiks.

	Energi (varmetap) (kg CO₂e/m² over 60 år)	Materialer (ekstra isolasjon) (kg CO₂e/m² over 60 år)	Sum (kg CO₂e/m² over 60 år)
TEK17	1 415	0	1 415
Passivhus	866	20	886

Resultatet viser at klimagassutslipp fra økt isolasjonsmengde ikke går på bekostning av redusert energibehov. Potensielt kan bygget redusere klimagassutslipp fra materialer og energi i drift over levetiden med rundt 40% dersom en bedre isolert bygningskropp legges til grunn. Endelige klimagassutslipp vil avhenge av energiforsyning, løsningsvalg for bygningskomponenter og produktvalg.

2.2.2. Kostnader ved reduserte U-verdier

Kostnader knyttet til innkjøp av isolasjonsmaterialer er usikre og det er store variasjoner blant ulike produsenter og leverandører. Et eksempel på kostnader knyttet til innkjøp av ekstra isolasjonsmateriale er presentert i Tabell 2-7. Tabell 2-8 sammenligner merkostnader fra isolasjon med reduserte kostnader fra energi i drift (mindre varmetap). Det er forutsatt 100% elektrisk energiforsyning og en strømpris på 2 kr/kWh.

Tabell 2-7 Eksempel på kostnader for ulike isolasjonstyper.

Isolasjon	Tykkelse (m)	Pris	Enhet
RedAir Flex	0,1	398,9	NOK/m ²
Glava Proff 34	0,1	11,55	NOK/m ²
Rockwool Flexi A-plate	0,2	95,65	NOK/m ²
EPS markplater	0,2	243	NOK/m ²

Tabell 2-8 Eksempel på materialkostnader per m² overflate ved økt isolasjonstykkelse.

	Økt isolasjon (NOK/m ²)	Redusert varmetap (NOK/m ²)
Alt. 1 Yttervegger m/ RedAir	600	1 472
Alt. 2 Yttervegger med Glava Proff	17	1 472
Tak (Rockwool)	190	1 326
Gulv på grunn (EPS)	540	1 472
Sum alt. 1	1 330	4 270
Sum alt. 2	750	4 270

Eksempelen tar for seg to alternativer for yttervegger med betydelige kostnadsforskjeller. Vurderingen viser at kostnadsbesparelsen ved redusert varmetap er større enn merkostnaden ved økt isolasjonstykkelse, for begge alternativene.

Ytterligere tiltak for bygningskroppen:

- Optimalisere vindusareal med hensyn til energi, dagslys og termisk inn klima. Produksjon av vindu er energikrevende og har derav generelt høye utslipp. Bygget bør derfor ikke planlegges med større vindusareal enn nødvending for å redusere energibehov og klimagassutslipp.
- Lekkasje tall i henhold til passivhusstandard ($\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$) fremfor minimumsnivå i TEK17 ($\leq 1,5 \text{ h}^{-1}$).
- Prosjektere for kompakt utforming for å redusere energibruk og fotavtrykk, og derav redusert klimagassutslipp.

2.3. Innvendige klimasoner

Organisering av ulike soner vil kunne påvirke energibruken betydelig. Følgende anbefalinger gjelder ved planlegging av ulike klimasoner:

- Avklare temperatur-, fukt- og driftsforhold for ulike rom tidlig i prosessen.
- Rom med lik temperatur-/fuktforhold bør fortrinnsvis ligge samlet.
- Ventilasjonssoner bør korrespondere med temperatursoner.
- Ventilasjon i ulike soner bør være behovsstyrt.

2.4. Ventilasjonsstrategier

2.4.1. Prinsipløsning

Det legges ofte opp til en oppdeling i mindre enheter (gjerne 8-10 personer) ved planlegging av nyere institusjoner. Dette medfører at en kan plassere personer med tilnærmet like omsorgsbehov/lidelser i samme gruppe innen avdelingen. Det vil da være enklere å tilpasse pleie og interesse for den enkelte avdeling, og beboerne vil lettere bli kjent med hverandre. Det er et krav at beboere skal ha enerom, hvor det er anledning til å gjøre disse personlige, og at enerommene som minimum har separat bad/WC.

Et bo- og behandlingssenter deles opp i forskjellige avdelinger for:

- Beboere med behov for heldøgnspleie
- Administrasjon
- Service og terapi

Som følge av til dels motstridende ønsker for henholdsvis beboer og arbeidstaker i slike bygg, vil det være nødvendig å finne et kompromiss ift. klimakrav og ventilering. Som minimum må det legges til grunn at bygget er en arbeidsplass når en skal vurdere ventilasjonsløsninger.

Ulike rom og avdelinger vil også ha forskjellige krav til driftstider, og det er store områder som må påregnes døgnkontinuerlig ventilering. Det er derfor viktig å vurdere driftstid når arealprogrammet skal bestemmes, slik at rom med lik driftstid samles mest mulig gruppevis. De rommene som har krav til døgnkontinuerlig driftstid, krever følgelig et ventilasjonsanlegg med kontinuerlig drift. En kan dermed oppnå store fordeler ved å samle rom som kun skal brukes i deler av døgnet (f.eks. på dagtid) i egne avdelinger/områder i bygningen, for så å forsyne disse fra egne luftbehandlingsaggregater med individuelle driftstider. Dette omfatter f.eks. avdelingene for administrasjon, service- og terapitilbud.

Ved bruk av behovsstyring og frekvensstyrte viftemotorer, kan en i tillegg muliggjøre for behovstilpasset ventilasjon. Det er da anbefalt å benytte spjeldvinkeloptimalisering for å redusere trykkbehovet i kanalnettet mest mulig, og dermed utnytte de variable luftmengdebehovene på best mulig måte. Dette vil medføre en lavest mulig SFP for anlegget. Alle avdelinger med beboelsesrom må være for døgnkontinuerlig drift. Det er viktig at tilhørende rom som oppholdsrom, stue, avdelingskjøkken og skyllerom blir lagt til samme område. For å få dette til, må rom med samme driftstid samles.

2.4.2. Temperaturstyring

For å sikre mest mulig fleksibilitet i bruken av luftbehandlingssystemet, er det en fordel om luften tilføres rommene med en temperatur på 1-2 °C under ønskelig romtemperatur.

Dersom det er ønskelig/nødvendig med kjøling, er det aktuelt med undertemperaturer på 3-6 °C. Ved å ha individuell regulering av romtemperatur på varmeanlegget, vil en lettere kunne tilpasse temperaturer i f.eks. beboerrom, oppholdsrom og personalrom til ønskede nivåer.

Det kan være nødvendig å installere kjøleanlegg for å også kunne tilfredsstille krav til inneklima på sommerstid, både på grunn av krav i Byggteknisk forskrift og brukerkrav (mange eldre kan fort bli svært plaget dersom det blir for varmt). Ved å tilknytte kjølebatterier til luftbehandlingsanlegget, vil en få kontroll over tilluftstemperaturen - og dermed (ved å tilpasse luftmengde) kunne tilføre nok effekt for å opprettholde et godt inneklima. For rom med spesielt høye kjølebehov vil et kjøleanlegg muliggjøre installasjon av lokal kjøling. Det påpekes at en ved grunnvarmesystemer vil kunne få god effekt av frikjøling, som vil kunne medføre betydelige kostnadsbesparelser.

Passive tiltak anbefales fremfor mekaniske tiltak, og i så måte anbefales det installasjon av solskjerming uavhengig av løsning for ventilasjonsluft.

For å unngå utfordringer med trekk eller kalde luftstrømmer bør det velges tilluftsventiler med god innblanding.

2.4.3. Drift

Det bør etterstrebes luftbehandlingsaggregater med høyest mulig virkningsgrad på varmegjenvinner og lavest mulig SFP, noe som er spesielt viktig for aggregater med døgnkontinuerlig drift. Det bør gjøres en vurdering av hvorvidt luktsmitte gjennom varmegjenvinner vil kunne ha negativ innvirkning på rommene aggregatet forsyner, noe som kan påvirke valg av type gjenvinner.

Det anbefales at det er fokus på installasjon med lave trykkfall i kanaler og utstyr, noe som vil kunne ha stor innvirkning på både støy og energiforbruk. Videre er det anbefalt å bytte luftfiltre 1-2 ganger pr. år (eller iht. leverandørs spesifikasjoner), slik at de er rene og har lave trykkfall. Dette reduserer risiko for redusert luftmengde og unødvendig høye trykkfall i ventilasjonssystemet.

Renhold er vesentlig for god driftsøkonomi, og både varmegjenvinnere og varmebatterier vil overføre varme bedre når de ikke er dekket av støv og skitt.

Ved å benytte behovsstyrt ventilasjon, vil det kunne oppnås store besparelser utenfor driftstid. Et anlegg med behovsstyrt ventilasjon vil spare energi på:

- Vifter, ved at det er lavere luftmengde og lavere trykk i store deler av driftstiden.
- Ettervarme, ved at det er lavere luftmengde som skal varmes opp etter varmegjenvinner.
- Romoppvarming, ved at et rom ikke overventileres når belastningen er lav.

2.4.4. Styring

God drift av et teknisk anlegg er spesielt viktig ved døgnkontinuerlig drift. For overvåking av et teknisk anlegg vil et SD-anlegg være av stor betydning. Man bør da legge inn mulighet for:

- Optimalregulert anlegg ved at vifte i aggregat styres ved å summere luftmengdebehovet i systemet, eller ved å lese spjeldvinkel til alle spjeld og sikre at et spjeld til enhver tid er nesten helt åpent.
- Avlesning av lufttemperaturer på forskjellige steder i luftbehandlingsaggregatet.
- Avlesning og utskrift av romtemperaturen forskjellige steder i bygningen.
- Det gis signal når varmegjenvinner har stoppet.
- Ved montering av energimålere kan disse avleses sentralt, og driftsansvarlig vil lett kunne sammenligne avleste verdier fra en dag til en annen og dessuten sammenligne med tilsvarende tidsrom året forut.
- Energimålere vil gi god oversikt om noe av det tekniske anlegget skulle svikte.
- Tilluftstemperaturer for de forskjellige aggregatene kan avleses og justeres sentralt.
- Turvann ut fra kjeler og etter shuntventiler kan overvåkes.
- Nattsinking av romtemperaturer kan overvåkes.

2.4.5. Luftmengder og balansering

Tabell 2-9 Ventilasjonsprinsipp (A = Personbelastning, B = Materialbelastning. Avhenger av emisjonsnivå i bygget, nå forutsatt høyeste luftmengde iht. krav fra Arbeidstilsynet)

	Balanseringsprinsipp	Anbefalte luftmengder		Anbefalt avtrekksstrategi	Temperatur		Kommentar
		A	B		Dag	Natt	
Beboerrom	Balansert (basert på antall personer og materialvalg)	A	26 m ³ /h	Tilsvarende som for tilluft. Avtrekk plasseres med overstrømning til bad (evt. kjøkken)	Dag	22-24 °C	Luftmengde bør vurderes økt med 10-15 % pga. lukt
		B	7,2 m ³ /h/m ²		Natt	18 °C	
Oppholdsrom	Balansert (basert på antall	A	26 m ³ /h	Tilsvarende som for	Dag	22-24 °C	Personbelastnin

/stue/ fellesområder	personer og materialvalg)	B	7,2 m ³ /h/m ²	tilluft. Avtrekk plasseres ved uren sone	Natt	18 °C	g bestemmes av summen av pleiere og beboere på avdelingen
Oppholdsrom for personale	Balansert (basert på antall personer og materialvalg)	A	26 m ³ /h	Tilsvarende som for tilluft.	Dag	22 °C	Personbelastning og dimensjoneres ift. f.eks. vaktskifte
		B	7,2 m ³ /h/m ²		Natt	22 °C	
Avdelingskontor/ administrative rom	Balansert (basert på antall personer og materialvalg)	A	26 m ³ /h	Tilsvarende som for tilluft.	Dag	22 °C	
		B	7,2 m ³ /h/m ²		Natt	22 °C	
Korridorer/ transportarealer	Overtrykk (basert på materialvalg eller luftbehov til underordnede rom)	B	7,2 m ³ /h/m ² evt. korrigert for personbelastning	Overstrømning til underordnede rom (avhengig av brannstrategi og branncelleinndeling)	Dag	22 °C	
					Natt	22 °C	
Skyllerom	Undertrykk (basert på materialvalg og borttransport av lukt)	B	Avhenger av romstørrelse, estimert 6-7 luftvekslinger pr. time	Overstrømning fra korridor (avhengig av brannstrategi og branncelleinndeling)	Dag	20-22 °C	Det må overholdes et minimum undertrykk i rommet ift. tilstøtende rom
					Natt	18 °C	

2.5. Varmt forbruksvann

Det skal etableres inntil 100 nye heldøgns omsorgsplasser/sykehjemsplasser ved ÅBOAS. Varmt forbruksvann er en stor del av byggets totale energibehov, det er derfor viktig at man klarer dekke store deler av energitilførsel via fornybare energikilder.

Årlig energi behov:

Energibehov basert på Sintef rapport hvor antall leiligheter er tatt som utgangspunkt:

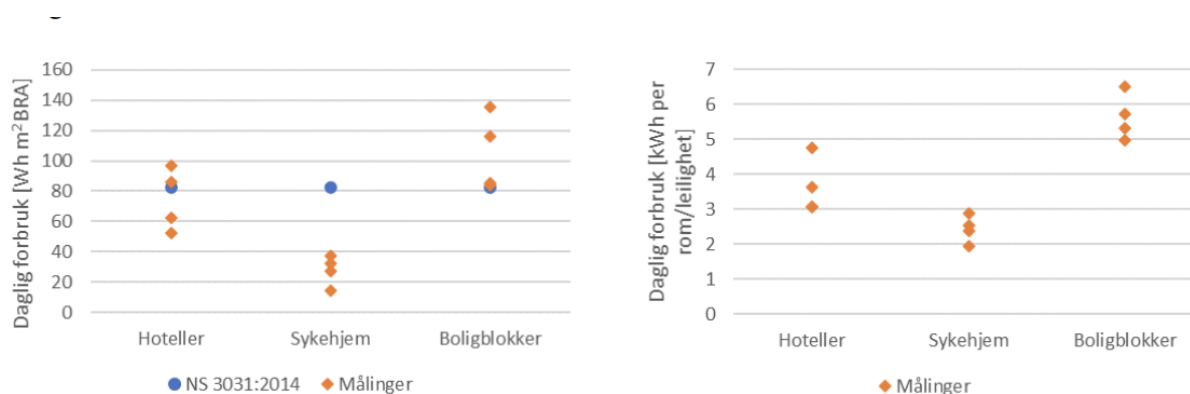
110 000 kWh årlig energibehov

Energibehov basert på NS 3031:

300 000 kWh årlig energibehov

Rapporten *Sintef - energibruk til varmt tappevann* tilsier at det ofte blir overdimensjonert varmtvannsanlegg når man i dag prosjekterer nye bygg.

Vi velger dermed videre å legge gjennomsnittet av resultatene til grunn for nødvendig energibehov, det vil si at nødvendig energibehov til varmt tappevann er ca. 205 000 kWh.



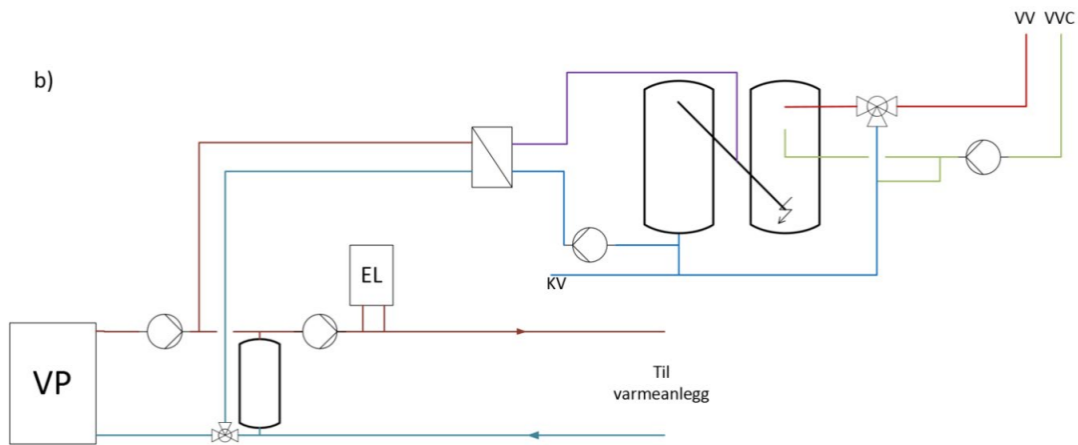
Figur 2-1 Sintef- Energibruk til varmt tappevann.

Reduksjon i netto energiforbruk til tappevann kan oppnås ved å redusere varmtvannsforbruk. Foruten bevissthet fra sluttbruker, kan dette i hovedsak oppnås med to metoder: vannbesparende armatur og redusert tappetap ved venting på varmtvann.

2.5.1. Utforming av system for foroppvarming

Det er viktig at varmesystemet optimaliseres for tappevannsproduksjon, i tillegg til oppvarmingsformål. I anlegg med varmepumper der varmepumpen er plassert samme sted som tappevannsproduksjonen, anbefales det å enten bruke vekselventil for tappevanssprioritering eller ved store varmtvannsbehov en egen CO₂ tappevannsvarmepumpe. Dette må vurderes i prosjekteringsfasen. Dette gjør det mulig å kombinere lave turtemperaturer for varmeanlegget, som gir høy COP, og høy dekningsgrad for varmepumpen ved tappevannsproduksjon.

Ved bruk av vekselventil vil man kunne bruke varmepumpen til å forvarme tappevannet til en fast høy temperatur, samtidig som man kan drifte et lavtemperatur varmeanlegg med høy effektfaktor (COP).



Figur 2-2 Forvarming med vekselventil.

Viktige punkter for å redusere energiforbruk

- God isolering av distribusjonssystemet for varmtvann er avgjørende for å minimere varmetapet. I henhold til TEK17 skal anlegg isoleres økonomisk optimalt. Det er viktig at krav til isolasjon følges opp gjennom hele byggeprosjektet, fra prosjektering til bygging og ferdigstillelse. Det må settes av tilstrekkelig plass i sjakter og himlinger til den nødvendige isolasjonen og det må sikres at den prosjekterte isolasjonen faktisk installeres før føringsveier lukkes.
- Riktig størrelse av varmtvannsirkulasjonspumpe, som går på optimalt innstilt turtall med riktig nødvendig dimensjonert vannmengde og trykkfall.
- Ved dimensjonering og utforming av sirkulasjonsanleggene er det også viktig å tenke gjennom hva som er gunstige føringsveier. Jo færre meter rør, jo mindre varmetap. Det samme gjelder for varmesentraler. Det er også en fordel om bygget utformes slik at rom som trenger varmt tappevann sentraliseres i bygget.

2.6. Belysning

For å redusere energibruk til belysning anbefales behovsstyrt belysning og optimalisert utnyttelse av dagslys for å redusere behovet for kunstig belysning. Passivhusnivå iht. NS3701 angir følgende minstekrav til belysning:

- Dynamisk dagslys- og konstant lysstyring: Minst 60% av installert effekt til belysning er underlagt styringssystemet.

- Dynamisk behovsstyring ved tilstedeværelse: Minst én styringszone per rom eller én styringszone per 30 m² i større rom.

Valg av LED vil gjøre belysning mer miljøvennlig, både ved redusert energibehov og redusert materialutslipp. LED belysning bruker under 1/3 av energibehovet til en tilsvarende glødelampe, noe som også reduserer eventuelt unødvendig kjølebehov [5].

2.7. Energiforsyning

Varme/energianlegget skal varme opp et areal på ca. 10 000 m². I tillegg til gulvarme, radiatorer/konvektorer og tappevann, skal energianlegget også forsyne nødvendig vannbåren varme til byggenes ventilasjonsanlegg og eventuelle andre varmeavgivere.

Energikilden til en varmepumpe kan være luft eller væske fra ulike varmekilder. Det er bestemt at varmeanlegget skal være vannbårent, noe som kan løses enten med væske/vann-varmepumpe eller en luft/vann-varmepumpe. Begge alternativene må ha tilleggs-varmekilde for reserve- og spisslast. Normalt velges her el-kjel for varmeanlegget og el-kolbe direkte i tappevannsberedere for spiss- og reserbelast.

Alle krav i Norsk Kulde- og Varmepumpenorm og NS-EN 378 til årsvarmefaktor, energidekningsgrad varmepumpe osv. skal oppfylles.

Det forutsettes naturlige kuldemedier. Av de vanligste og mest kjente nevnes propan eller CO₂. Det finnes både naturlige og syntetiske kuldemedier med GWP<10, men det er anbefalt at det benyttes naturlig kuldemedier.

2.7.1. Mulige energikilder

Ved installasjon av varmepumpe i dette prosjektet er følgende varmekilder i utgangspunktet aktuelle:

- Luft
- Tilknytting av ellevann og/eller grunnvann distribusjonsnett
- Fjell (grunnvarme/bergvarme)

Luft

Uteluft er en godt egnet energikilde til varmepumper og er alltid tilgjengelig. Ulempen med luft som varmekilde til varmepumper er at temperaturen på uteluften er som lavest når vi trenger varmen mest, noe som fører til lav virkningsgrad for luft/væske varmepumper de kaldeste månedene.

Tilknytting ellevann og/eller grunnvann distribusjonsnett

Det er planlagt å etablere et distribusjonsnett i Ålgård sentrum som skal supplere nærliggende bygg/soner med vann hentet fra elv og/eller grunnvann. Det settes så av energisentraler med en væske/vann varmpumpe i hvert bygg som skal tilknyttes distribusjonsnettet. Basert på rapport utarbeidet av AF Energi og Miljøteknikk vil levert vann ha en temperatur på anslagsvis mellom 5 - 12 °C avhengig av årstid.

Grunnvarme/fjell

Grunnvarme som energikilde ved bruk av energibrønner er også en veldig godt egnet varmekilde for væske/vann varmpumper.

2.7.2. Sammenligning av væske/vann-varmpumpe (med energibrønner) og væske/vann-varmpumpe (Ellevann og/eller grunnvarme distribusjonsnett)

Basert på vurderingene i de tidligere kapitlene vurderes ellevann/grunnvann og bergvarme/energibrønner som de mest aktuelle varmekildene i dette prosjektet. Disse to vil derfor bli sammenlignet og vurdert mot hverandre.

En oppsummerende sammenligning av ulike faktorer for varmekildene ellevann/grunnvann distribusjonsnett og fjell/berg er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 2-10. Sammenligning av faktorer for ellevann/grunnvann og fjell/berg som varmekilde

Varmekilde	Drifts-sikkerhet	Installasjons-kostnader	Drifts-kostnader	Vedlikehold	LCC-kostnader
Ellevann/grunnvann distribusjonsnett	Moderat/lav	Moderat (når man tar helhet til betraktning)	Moderat	Moderat	Lav
Fjell/berg	Høy	Moderat	Lav	Lav	Lav

Det legges til grunn at energisentralen vil inneholde tilnærmet like mye utstyr ved begge alternativ. Det vil si neglisjerbare forskjeller innbyrdes med hensyn til selve energisentralen. Krav til minimumsareal for teknisk energisentral skal oppfylles i henhold til gjeldende teknisk forskrift.

2.7.3. Ellevann/grunnvann distribusjonsnett

Det er blitt utarbeidet et forprosjekt Energiløsning Ålgård sentrum - Gjesdal kommune av AF Energi og Miljøteknikk AS. Her konkluderer de med at beste løsning vil være å opprette et distribusjonsnett med leveranse av ellevann og /eller grunnvann. Det er blitt

bekreftet av byggherre at det er blitt gjennomført testboring som har gitt positive svar på lokasjonens grunnforhold. Vi tar med dette videre utgangspunkt i at levert tur vanntemperatur vil kunne variere mellom 5-12 °C avhengig av årstid som beskrevet i forprosjekt.

Det er nødvendig med sirkulasjonspumpe som pumper vannet fra distribusjonsentral til de ulike byggene. Det noteres at det i dette prosjektet er tiltenkt et inntak som plasseres høyere enn utløp noe som vil redusere nødvendig pumpekraft.

Byggets energisentral trenger en væske/vann varmepumpe som vil dekke byggets energibehov til grunnlast. Som reserve og spisslast foreslås det etablert en el-kjel eller gasskjele. Om sommeren vil elvann/grunnvann kunne være kaldt nok til å benyttes direkte til kjøling, mens det ved større kjølebehov kan være nødvendig å reversere varmepumpen slik at man prioriterer leveranse av kjøling på sommertid.

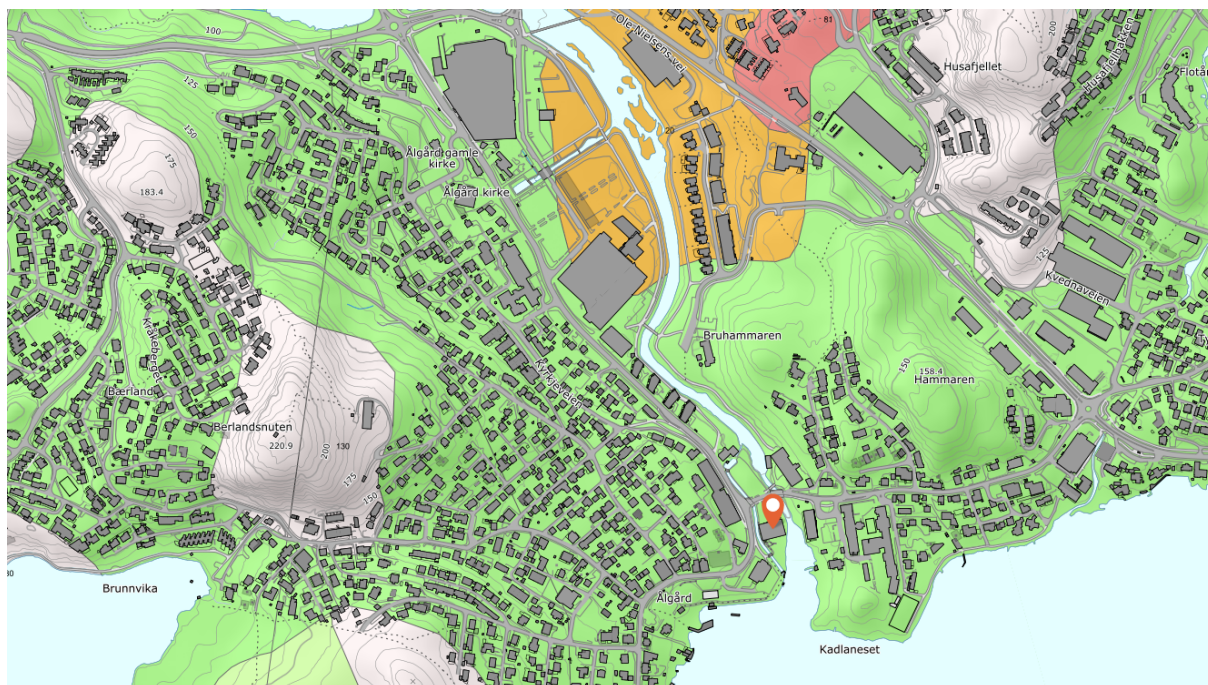
2.7.4. Energibrønner

Områdebeskrivelse

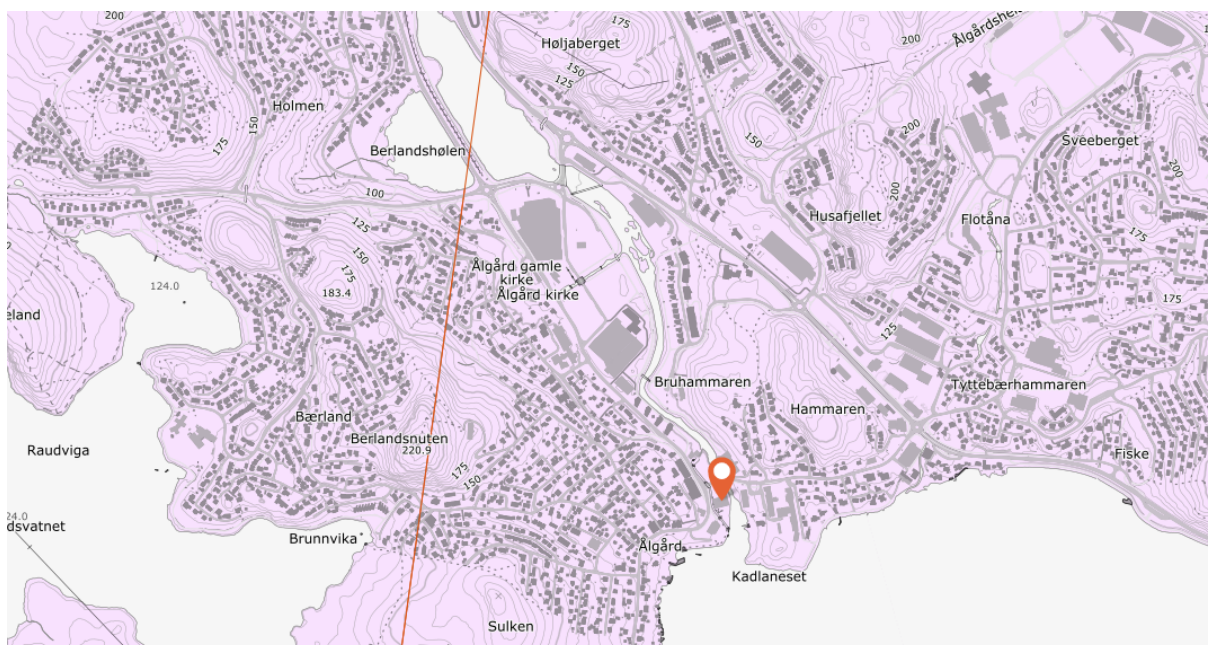
Løsmassene i området er kartlagt som morene (Figur 2-3). Nærliggende energibrønner viser begrenset dybde til fjell på mellom 5 til 16 m. Berggrunnen er kartlagt som migmatitt (Figur 2-4). Utelufttemperatur målt fra nærliggende målestasjoner viser gjennomsnittlig lufttemperatur målt siste året på 8,5 °C.

For å få et stabilt borehull må løsmassene over fjelloverflaten stabiliseres med et fôringsrør i stål. Den delen av borehullet som er i fast berg er normalt stabilt uten behov for ekstra stabilisering. Boring i løsmasser er derfor 3-5 ganger dyrere enn boring i fast fjell. Dybde

til fjell har derfor betydning for investeringskostnadene ved etablering av bergvarme, men trenger ikke å være avgjørende.



Figur 2-3 Løsmasser i området er kartlagt som morene. Dybde til fjell er notert for nærliggende energibrønner i området (ngu.no).



Figur 2-4 Berggrunnen i området er kartlagt som migmatitt (www.ngu.no).

2.7.5. Vurdering av fordeler og ulemper med energibrønner og ellevann/grunnvann som varmekilde

Væske/vann med energibrønner

Fordelene med væske/vann, tross investeringskostnad, er for det første at denne gir en høy gjennomsnittlig årsvarmefaktor (SCOP). Minimum SCOP er rundt 3. Samtidig gir en væske/vann varmpumpe jevn varme hele året, også i fyringssesongen. Man oppnår en stabil varme ved minusgrader, som er da man virkelig behøver varme. I tillegg er systemet lukket som fører til driftssikkert anlegg med minimalt vedlikehold. Systemet er lukket med tilført frostvæske, noe som fører til at grøfter trenger ikke å graves dyrere enn 60-80 cm fra bakkenivå. Ved kjøling til ventilasjonsbatterier eller fan-coil kan energibrønnene benyttes til frikjøling når det er kjølebehov.

Væske/vann ellevann/grunnvann distribusjonsnett

Det vil være til fordel å kunne gradvis utbygge distribusjonsnettet etter hvilke prosjekter kommunen skulle ønske å utbygge. Det er beskrevet at man kan forvente 5-12 °C turtemperatur, noe som vil gi deg en stabil energitilførsel gjennom året. Det er også en mindre plasskrevende installasjon sett opp mot energibrønner. En utfordring med å utnytte grunnvann, er kapasiteten og innhold av mineraler som kalk, mangan, jern mm. Det er viktig at vannbehandling blir utført på en slik måte at varmpumper ikke blir påvirket. Det er en ulempe at man må fremlegge distribusjonsnettet på frostfri dybde, dette fører til dyre grøftearbeider og mulige kollisjoner med eksisterende infrastruktur.

2.7.6. Overslag investeringskostnader

Væske/vann med energibrønner

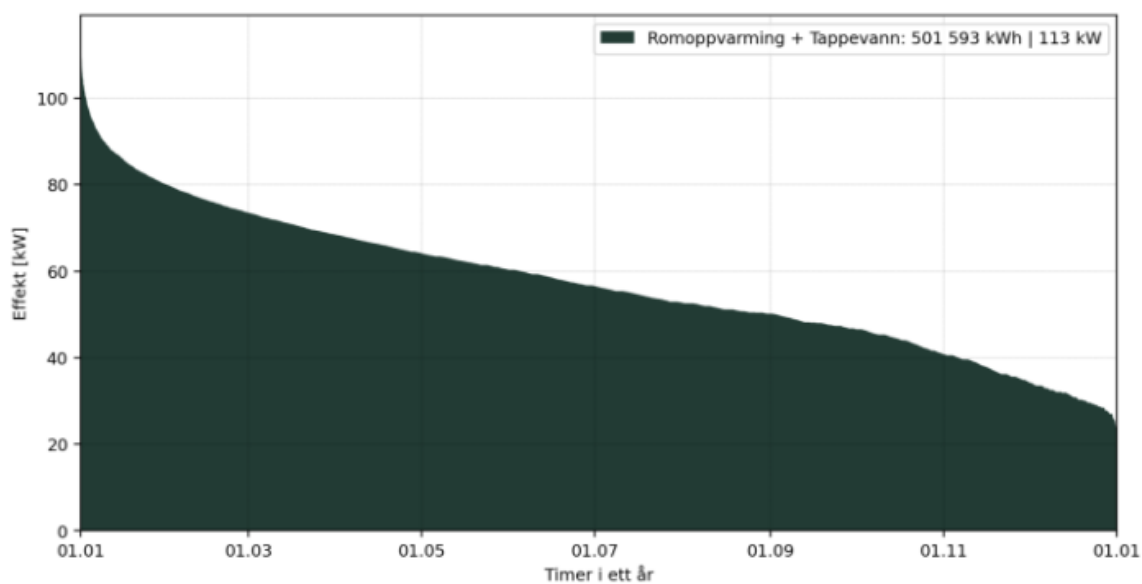
Hver brønn skal inneholde en enkel-U kollektor med frostsikker væske og en beskyttende brønntopp. Videre må det inkluderes sikring av området og oppsamling av kaks og løsmasser i containere som kjøres til deponi. For komplett leveranse av brønnpark regnes det ca. 600 kr per løpemeter borehull.

Det er estimert iht. NS3701 (passivhus) at byggets totale oppvarming + varmtvann energibehov vil bli ca. 500 000 kWh, men utforming av bygget vil kunne påvirke estimert energibehov. Varmepumpen vil normalt dimensjoneres til å kunne dekke ca. 90-95 % av totalt termisk energibehov, noe som tilsvarer 476 000 kWh. Vi tar utgangspunkt i varmpumpens SCOP på 3,5.

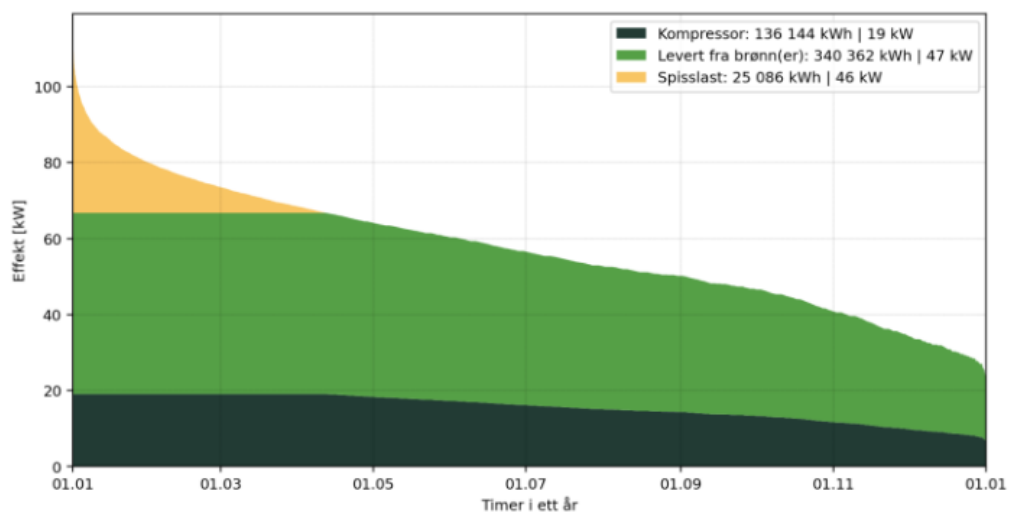
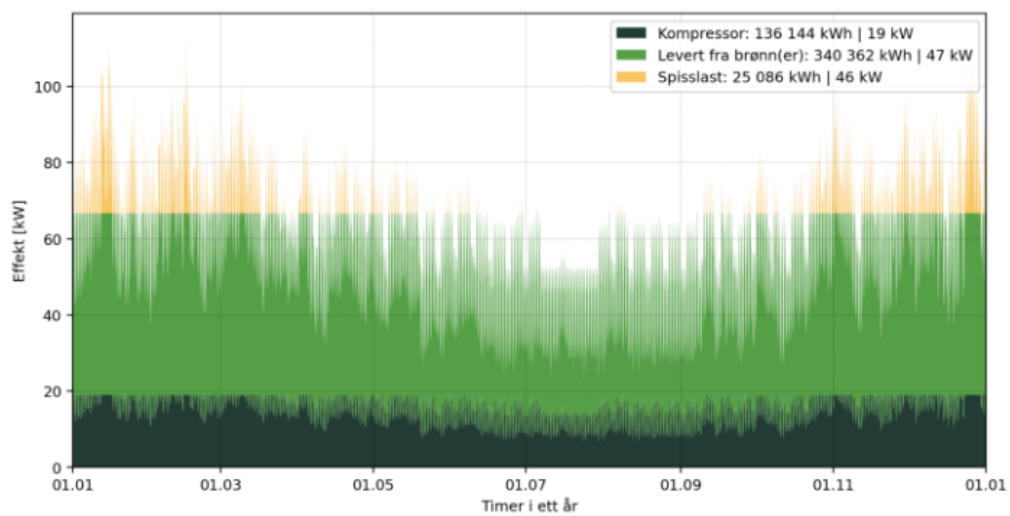
Vi kommer da frem til ca. 14 stk x 300 m energibrønner.

Tabell 2-11 Overslagskostnader for væske/vann med energibrønner.

Installasjon	Kostnad
Energibrønner (komplett)	2 520 000 kr
Væske/vann varmepumpe (komplett)	1 300 000 kr
Responstest	55 000 kr
Prosjektering (energibrønn)	50 000 kr
Total	3 925 000 kr



Figur 2-5 Effektvarighetskurve (hentet fra Asplan Viak Bergvarme simulering).



Figur 2-6 Effektvarighetskurve (hentet fra Asplan Viak Bergvarme simulering).

Tabell 2-12 Oppsummering av brønnpark.

Oppsummering brønnpark	
Totalt energibehov	501 594 kWh
Dekkes av grunnvarmeanlegget	476 507 kWh
- Kompressor	136 145 kWh
- Levert fra brønn(er)	340 362 kWh
Spisslast	25 086 kWh
Varmepumpestørrelse	67 kW
Estimert antall brønner	14 stk. a 300 meter

Væske/vann med ellevann/grunnvann

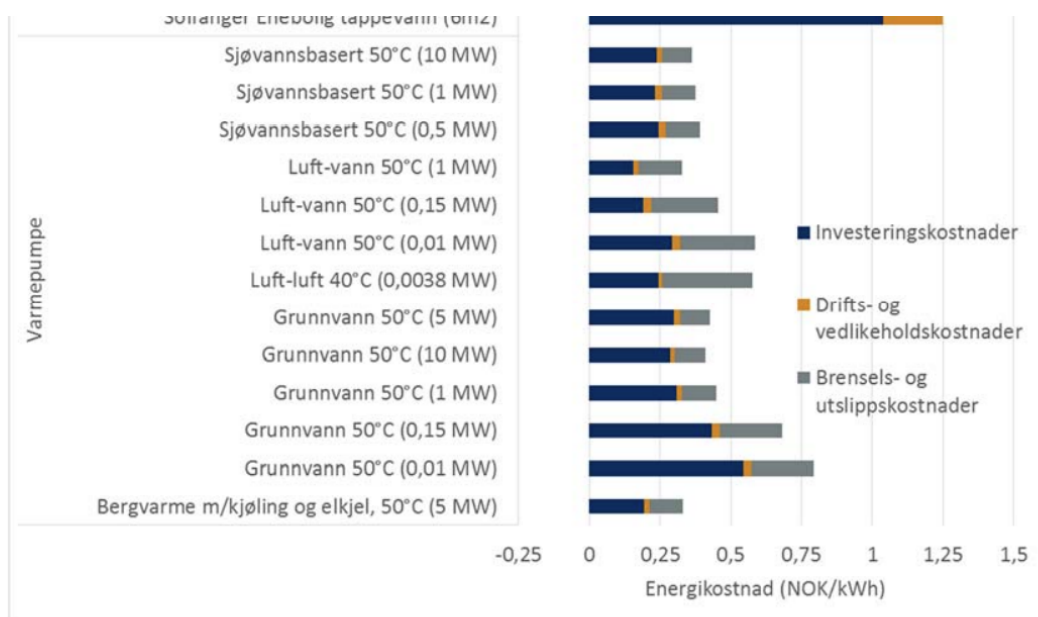
AF Energi og Miljøteknikk har estimert total investeringskostnad for tilkobling av kaldt nett i hovedsentral, fremføring av kaldt nett, varmepumpe ca. 200 kW, el. kjele, kjøleeksler, elektro, rør, automasjon inkl. prosjektering og prosjektledelse på **6,2 mill kr.**

Det er ikke mottatt noen oversikt som viser hva de forskjellige arbeider vil koste.

Det er et stort avvik mellom estimater i denne rapporten sammenlignet med tilsvarende tall i AF Energi og Miljøteknikk sitt forprosjekt. Dette gjelder både installert effekt, samt forventet energibehov for bygget.

2.7.7. Drift og vedlikehold kostnader

Siden turtemperatur til varmepumpen blir noenlunde lik uavhengig om man velger energibrønner eller ellevann/grunnvann, vil dette i utgangspunktet medføre at differansen på driftskostnader ikke skal være betydelig. Men om man ser på tall fra NVE Kostnader i energisektoren sin rapport viser det en liten differanse i favør energibrønner.



Figur 2-4 Energikostnad over levetiden (LCOE) i NOK/kWh for varmeverk som benyttes for å dekke grunnlast. Kostnadene er fordelt på investeringskostnader, drifts- og vedlikeholdskostnader samt brenselskostnader.

Figur 2-7 NVE Kostnader i energisektoren

Erfaringsmessig vil vedlikehold av et ellevann/grunnvann distribusjonsnett koste ca. 40-50% mer enn et lukket system med energibrønner.

2.8. Energioppfølging og driftskontroll

For å få en optimal drift og kontroll på de ulike tekniske anlegg, er man helt avhengig av at det etableres et godt system for energioppfølging (EOS) og sentral driftskontroll (SD-anlegg).

SD-anlegget skal ha grunnleggende EOS funksjonalitet for visning av målere:

- Visning av akkumulert forbruk for målere og energiblokker filtrert på time, måned og år.
- Akkumulert forbruk gjennom året sammenlignet med tidligere år.

Effektmålere skal vise:

- Produsert energi delt opp i:
 - o Varme
 - o Strøm
- Vannbåren varme samlet og delt opp i:
 - o Romoppvarming
 - o Tappevannsoppvarming
 - o Ventilasjonsvarme
- Elektrisk forbruk samlet og delt opp i:
 - o Belysning inne
 - o Belysning ute
 - o Tappevannsoppvarming (VVB)
 - o Romoppvarming
 - o Ventilasjonsvarme
 - o Vifter på ventilasjonsaggregat og pumper $\geq 1\text{kW}$
 - o Varmepumpe
 - o El-kjel

o Eksternt forbruk, som elbil-ladere og annet utendørs forbruk

I tillegg til energimåling, bør det etableres et måleopplegg for følgende parametere:

- Uteklime (temperatur og relativ fuktighet)
- Inneklime (temperatur og relativ fuktighet)
- CO₂ nivå i rom for varig opphold
- Tilstedeværelse, dersom det benyttes som styrende parameter
- Dagslys, dersom det benyttes som styrende parameter
- Ventilasjonsluftmengder (avtrekk, tilluft, omluft)
- Temperatur og relativ fuktighet på tilluft og avtrekk

2.9. Solceller

Det er planlagt å bygge til totalt ca. 10 000 m². Siden byggets utforming ikke er bestemt legges det til grunn at potensialet er ca. 4 000 m² flat takflate. Eksisterende takflater)

Tak	Åpent takareal [m ²]	Area solcelle [m ²]	Produksjonsanslag (Lav/høy)	
			110 kWh/m ²	160 kWh/m ²
Tenkt flatt tak	4 000	2 600	286 000	416 000

Tabell 2-13: Oversikt over takareal, tilgjengelig areal og estimert produksjon. Takarealet er ikke klart og arealer som er lagt til grunn er da ca. 4000 m². Produksjonsanslaget er basert på gjennomsnitt og tar ikke høyde for den faktiske plasseringen.

Tabellen over viser anslått produksjon. Anslått produksjon med solcelleinstallasjon i et ca. intervall på 286-416 MWh på tenkt takareal, noe som er en relativt stor installasjon.

Bruk	Estimert Investeringskost.	Produksjonsverdi, årlig	Tilbakebetalingstid
Tenkt flatt tak	4 100 000 kr	352 000 -512 000 kr	8 - 12 år

Tabell 2-14: Forventet investeringskost, Asplan Viak solcellekalkulator; med priseksempel: Ø/V 400 Wp (1,9m²) moduler. Anslått produksjonsverdi ved gjennomsnitt 1,3 kr/kWh innkjøp og 0,6 kr/kWh salg. Forutsatt 90% internforbruk og 10% salg. Summene er avrundet og der er knyttet stor usikkerhet til materialpriser og benyttet takareal.

Solcelleinstallasjoner har en forventet levetid ca. 30 år der produsenten av solcellemoduler som oftest garanterer en gitt ytelse i 20 til 25 år, Mens invertere har en lavere levetid og det bør forventes et invertereskift i løpet av levetiden.

Solceller vil redusere byggets behov for levert energi og derav også klimagassutslipp fra energi i drift. Klimagassbesparelsen må ses i sammenheng med økte materialutslipp til

solcelleproduksjon. Produksjonen er energikrevende og sterkt knyttet til valg av produsent. Produksjonsutslippene varierer fra rundt 100 kg CO₂e/m² (beste praksis) til rundt 250 kg CO₂e/m² (standard praksis).

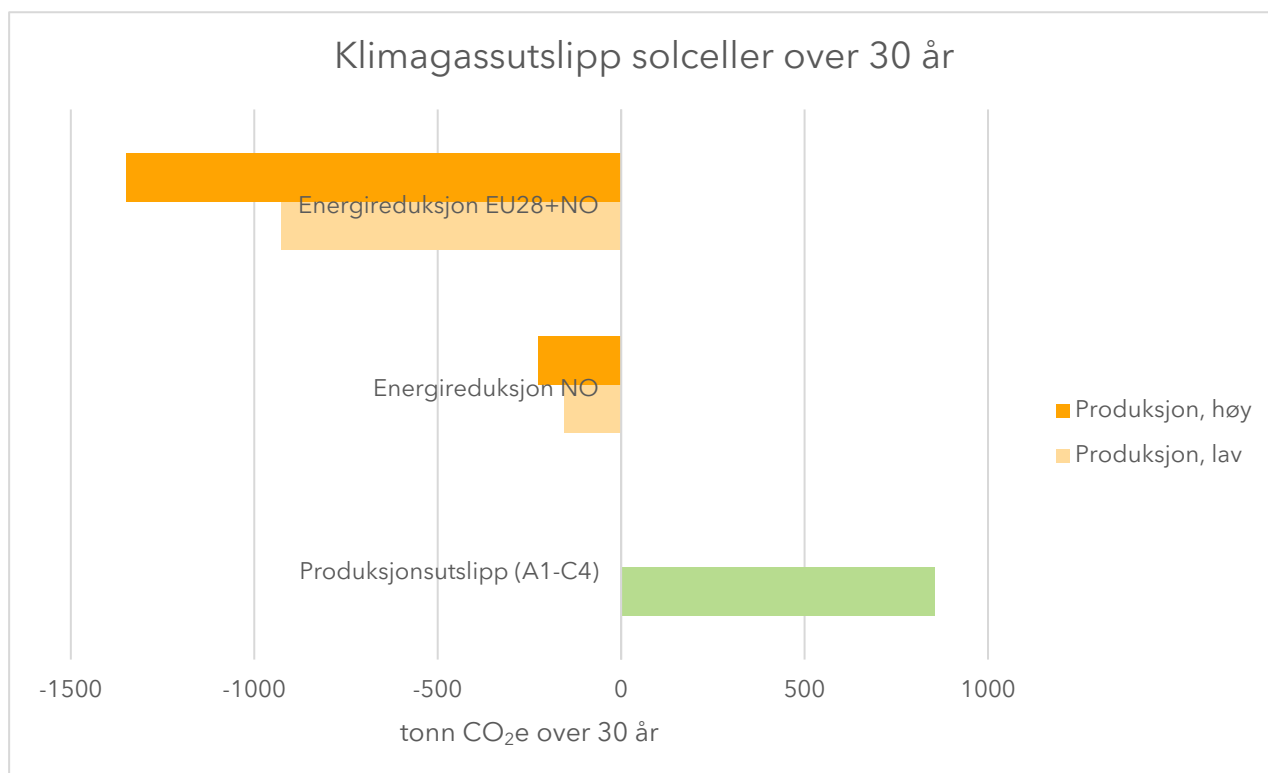
Økte materialutslipp for solcellepaneler inkl. monteringsystem er estimert basert på solcelleareal, produksjonsanslag og miljødeklarasjon (EPD) fra solcellepanel tilsvarende standard praksis. Det er lagt til grunn en levetid på 30 år og det er vanlig at solcelleprodusenter garanterer for produksjon i 25 år. Materialutslipp fra solceller om 30 år er svært usikre. Det er derfor valg å ikke inkludere fornyelse av solcelleanlegget ved endt levetid i beregningene.

Totale utslipp fra produksjon, transport og avhending av 2 600 m² med solcellepanel inkl. monteringsystem er estimert til 855 tonn CO₂e over en periode på 30 år. Endelige utslipp vil avhenge av solcelleareal, prosjektspesifikt produkt, levetid og transportavstand.

Klimagassbesparelse fra energi i drift beregnes for 2 scenarier for utslipp fra elektrisitet iht. NS3720: en norsk-europeisk miks (NO+EU28) og en helnorsk miks (NO). Følgende utslippsfaktorer er lagt til grunn:

	kg CO ₂ e/kWh
NO	0,02
EU28+NO	0,18

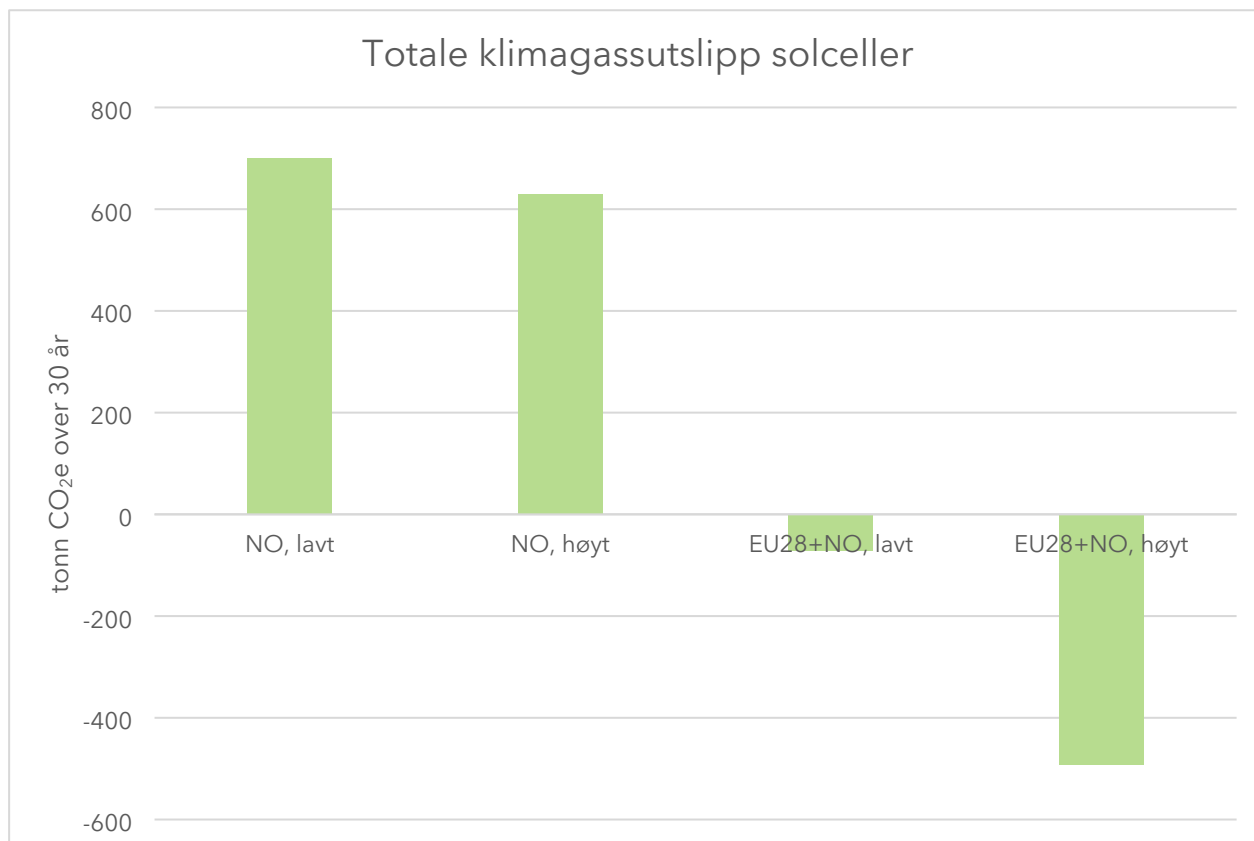
Potensiell klimagassbesparelse grunnet redusert energibehov er estimert til rundt 150-225 tonn CO₂e for norsk strømmiks og 930-1350 tonn CO₂e for norsk-europeisk strømmiks for henholdsvis lavt og høyt produksjonsanslag. Resultatet er presentert Figur 2-8.



Figur 2-8 Klimagassutslipp fra solcelleproduksjon og klimagassreduksjon fra redusert energiforbruk.

Det anbefales å legge til grunn norsk-europeisk strømmiks som hovedscenario fremfor den rent norske strømmiksen grunnet Norges del i et integrert kraftmarked hvor vi utveksler strøm med resten av Europa. Framskriving av utslippsfaktor i tråd med EUs målsetting om nullutslipp fra kraftproduksjon i 2050 betinger et stadig mer integrert kraftmarked for å kunne utnytte fornybare energikilder som vind, sol og vann mest mulig optimalt. Norsk-europeisk strømmiks vil derfor gi et mer riktig bilde av situasjonen.

Figur 2-9 presenterer totale klimagassutslipp for solceller (materialer + energi) for begge scenario (norsk og norsk-europeisk strømmiks) for både høyt og lavt produksjonsanslag. For norsk-europeisk strømmiks (hovedscenario) vil en klimagassbesparelse oppnås.



Figur 2-9 Totale klimagassutslipp/klimagassreduksjon for fire scenario; norsk og norsk-europeisk strømmiks med høyt og lavt produksjonsanslag.

3. Materialkonsept

3.1. Generelle føringer

Ved valg av konstruksjonsprinsipper og materialer er det viktig å vurdere miljøpåvirkning fra tidlig prosjektfase. Miljøpåvirkning er ikke bare klimagassutslipp, men også ressursgrunnlag, sirkulærøkonomi, miljøgifter og inn klima. Et godt verktøy for overordnet miljøvurdering er Grønn materialguide². Tabell 3-1 gjengir generelle føringer.

Tabell 3-1 Generelle føringer for materialvalg.

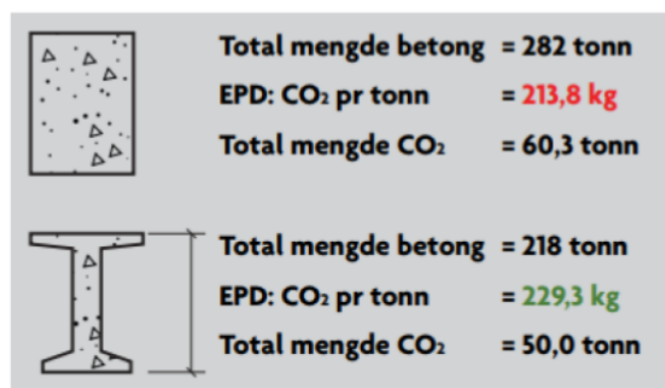
Produktgruppe	Anbefalte produkter	Produkter som bør unngås/begrenses
Bygningsplater	Gipsplater Kryssfiner	Pressede trefiberplater MDF-plater OSB-plater
Konstruktive materialer	Konstruksjonstrevirke Massivtre Limtre	Betong Stål
Gulvbelegg	Epoxy Heltregulv Naturstein Parkett Slipt betong Linoleum	Gummi Vinyl Gulvteppe Keramisk flis
Utvendige kledninger	Ubehandlet trevirke Modifisert trevirke Fibersementplater Kobberplater Naturstein Keramisk flis Pussystemer	Glass Keramiske fasadesystemer Komposittplater Aluminiumsplater Polykarbonat Sink Teglstein
Isolasjon	Cellulose EPS Glassull Steinull Trefiber	Skumglass Translucent isolasjon Vakuumisolasjon XPS
Taktekking	Asfalt takbelegg Ett-lags membran	Takstein, tegl

² Tilgjengelig her: [Grønn materialguide](#)

	Grønne tak Skifer Ubehandlet tre	
Utvendige dekker	Betong (lavkarbon) Kompositt terrassebord Modifisert trevirke Naturstein Ubehandlet trevirke	Gummidekker Limtre dekker Værbestandig stål

Klimagassutslipp fra materialbruk forårsakes av produksjon, transport, behovet for vedlikehold og utskiftning, og avhending. Klimapåvirkning fra materialbruk må vurderes med hensyn til flere aspekter og på bakgrunn av ulike forutsetninger. For å redusere klimagassutslipp fra materialbruk er både materialeffektivitet og det å velge materialer med lave klimagassutslipp over livsløpet essensielt. Materialeffektivitet innebærer optimalisering av materialmengder i tillegg til sambruk og flerbruk. Videre vil også bruk av lokale og robuste materialer med lang levetid være viktig. Dette gir henholdsvis mindre utslipp fra transport og et mindre behov for utskiftning og dermed et lavere materialbehov over levetiden.

Valg av materialer med lav utslippsfaktor kan redusere klimagassutslipp, men det er ikke nødvendigvis slik at alle konstruksjoner i eksempelvis lavkarbonbetong har lavere klimagassutslipp enn de som er produsert etter bransjestandarden. Dette avhenger blant annet av materialeffektiviteten til konstruksjonen. Samspillet mellom materialeffektivitet og materialvalg kan illustreres som vist i Figur 3-1. Her er klimagassutslipp fra en betongbjelke med lave utslipp per tonn materiale og høyere totale utslipp, sammenlignet med en slankere konstruksjon med høyere utslipp per tonn materialer og lavere totale utslipp.



Figur 3-1 Sammenligning av klimagassutslipp for ulike betongbjelker (Illustrasjon: Norsk betongforening).

Valg i tidligfase vil være avgjørende for hvor stor utslippsreduksjon fra materialbruk som kan oppnås sammenlignet med et standard bygg. Konsept- og designvalg legger føringer for materialmengder som kreves. I senere prosjektering vil det fortsatt være rom for å gjøre gode materialvalg og velge leverandører av mer klimavennlige materialer, men klimagassbesparelsene vil være mindre enn den som kan oppnås på et tidligere stadium. Viktige overordnede faktorer for materialeffektivitet og materialbruk er:

- **Geometri og utforming:** Vesentlig for å redusere klimagassutslipp er en nøktern utforming, og unngå kompliserte geometriske former som krever økt materialmengde og spesifikke materialtyper for å bygges.
- **Tidlige vurderinger av konsept for viktige bygningsdeler:** Optimalisering av bæresystem, grunn og fundamenter, og fasader, både i form av materialmengder og -valg, vil være vesentlig for de samlede klimagassutslippene. Helhetlig alternativvurdering for klimagassutslipp ved ulike løsninger bør gjennomføres tidlig i prosjekteringen.
- **Fleksibilitet og endringsdyktighet:** Innebærer at bygget prosjekteres med hensyn til muligheten for funksjonsendring uten å endre bygningskropp, endringer innenfor eksisterende bygningskropp og mulighet for påbygg, etc.
- **Ombrukbarhet:** Materialer, komponenter og knutepunkt bør i størst mulig grad være utformet med tanke på de- og remontering, ombruk og gjenvinning. Ombrukbare bygningskomponenter betyr: robuste materialvalg, fleksible forbindelser og tilgjengelig informasjon om bygningskomponenter (alle produkter må ha dokumentert fravær av helse og miljøfarlige stoffer, inkludert stoffer som er prioritert for utfasing).

3.2. Materialvalg

For å oppnå lave klimagassutslipp, bør det legges føringer for materialvalg tidlig i prosjektet. Viktige krav for hovedmaterialgruppene presenteres her.

3.2.1. Betongkonstruksjoner

Betong bidrar vanligvis til rundt 34-40% av totale klimagassutslipp, avhengig av bygningskategori. Det betyr at redusert betongbruk og valg av betong med lavt enhetsutslipp vil være et viktig tiltak for å redusere totale utslipp fra materialbruk i bygg. Norsk betongforening har i sin publikasjon nr. 37 definert verdier for maksimalt tillatt klimagassutslipp for ulike betongklasser, se Figur 3-2. Som det fremgår av tabellen, avhenger utslipp både av lavkarbonklasse og fasthetsklasse. Det vil si at

klimagassgevinsten kan være tilnærmet lik ved bruk av korrekt fasthetsklasse for ulike konstruksjonsdeler, som å endre til bedre lavkarbonklasse. Av den grunn er det også viktig å unngå overdimensjonering.

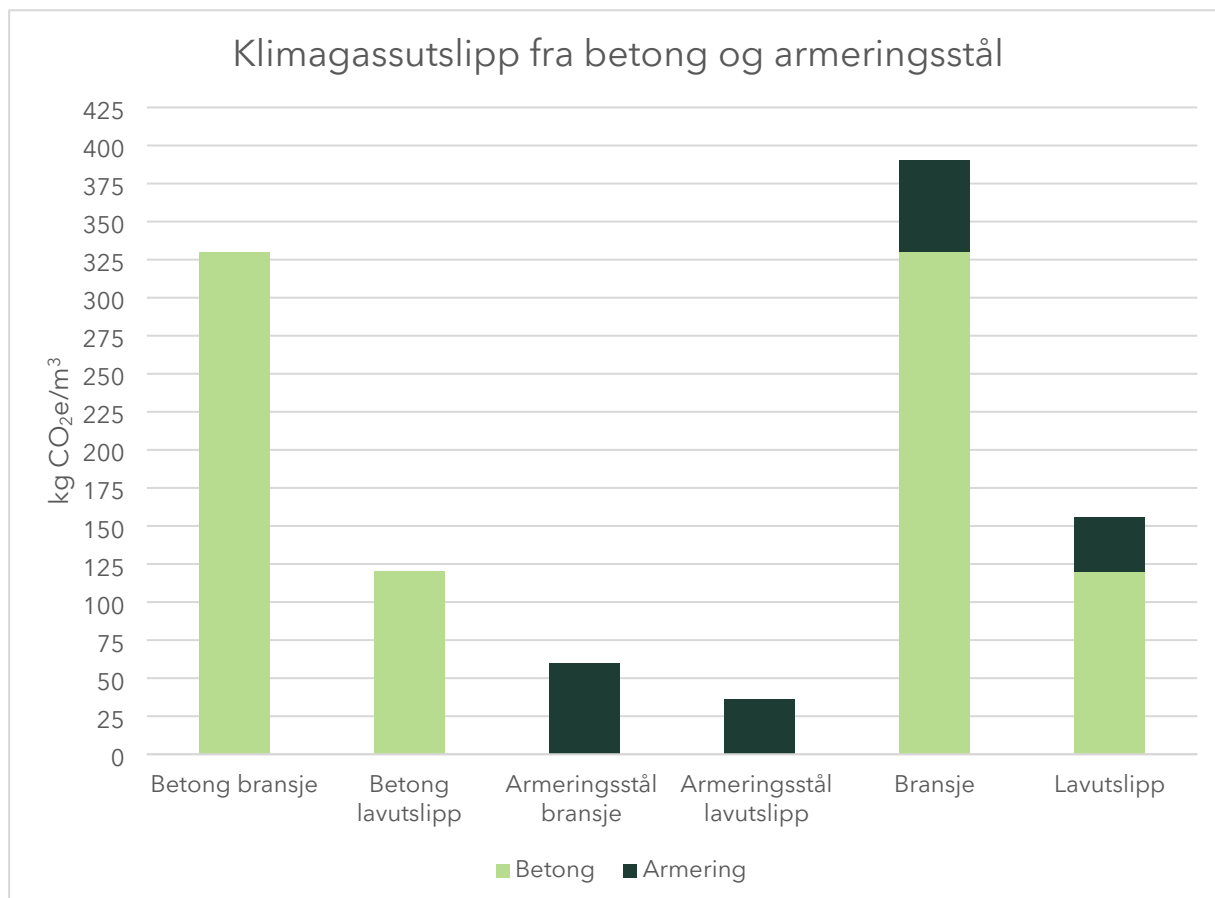
Fasthetsklasse ¹⁾ og lavkarbonklasse	B20	B25	B30	B35	B45	B55	B65
Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO₂-ekv. pr m³ betong]							
Bransjereferanse	240	260	280	330	360	370	380
Lavkarbon B	190	210	230	280	290	300	310
Lavkarbon A	170	180	200	210	220	230	240
Lavkarbon Pluss ²⁾			150	160	170	180	190
Lavkarbon Ekstrem ²⁾			110	120	130	140	150

Figur 3-2 Utslippsnivåer for betongklasser hentet fra Norsk Betongforenings Publikasjon 37.

Figur 3-3 illustrerer ytterpunktene for utslipp fra betong inkl. armeringsstål. Ved bruk av produkter basert på markedets beste teknologi med hensyn til klimagassutslipp, er det potensielt mulig å redusere utslipp fra betongkonstruksjoner med 60% (betong + armeringsstål) sammenlignet med materialer som ligger til grunn for bransjestandard [6]. Det illustrerer viktigheten ved valg av produkter med lav utslippsfaktor gjennom livsløpet.

Følgende anbefales å legges til grunn som krav til betongkonstruksjoner:

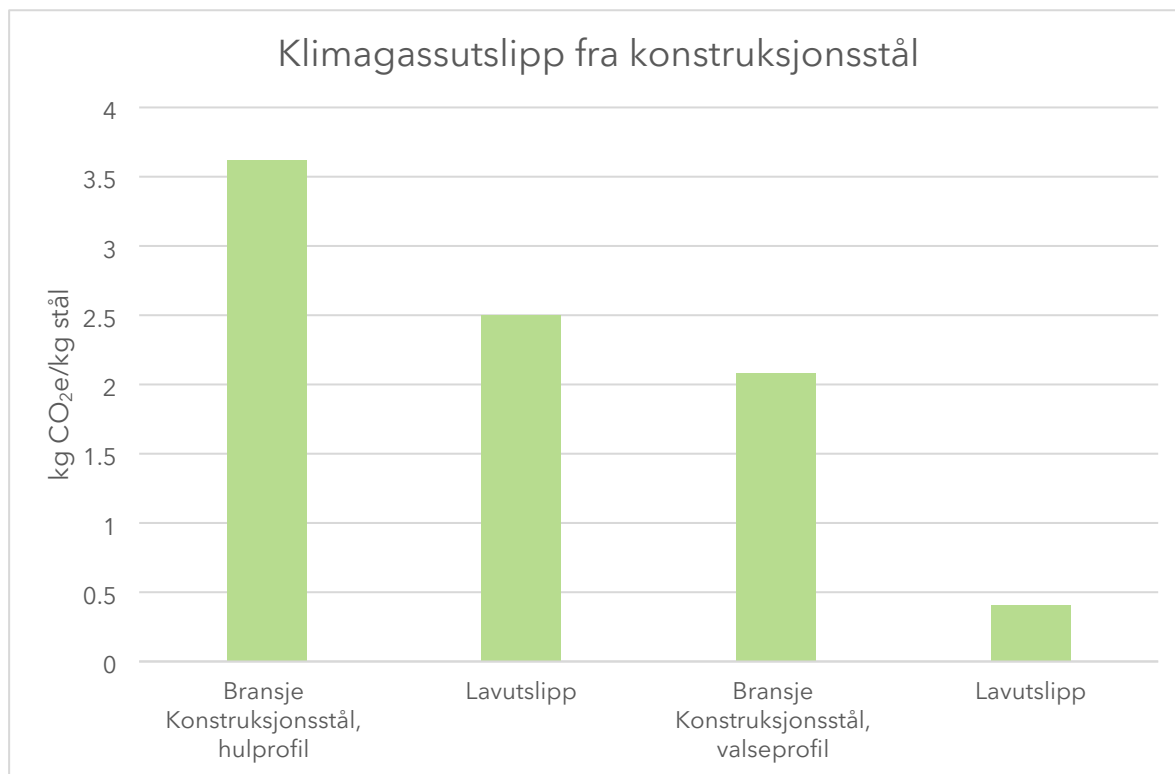
- Det bør minimum brukes lavkarbonbetongklasse A.
- Armeringsstål bør inneholde >99% resirkulert stål, innkjøpt fra norsk eller nordisk leverandør.
- Lavest mulig fasthetsklasse og armeringstetthet bør benyttes, samtidig som krav overholdes.
- Prefabrikkerte betongelementer bør velges fremfor plaststøpt hvor det er mulig, for å bedre tilrettelegge for fremtidig ombruk.



Figur 3-3 Ytterpunkt for utslipp fra betong og armeringsstål. En betongkonstruksjon med materialer tilsvarende bransjenivå er sammenlignet med materialer med utslippsfaktorer tilsvarende markedets beste (lavkarbon ekstrem og armeringsstål med høy andel resirkulert skrapstål fra norsk leverandør).

3.2.2. Stål

Produksjon av jomfruelig stål er energikrevende, men det er betydelig potensiale for å redusere utslippene per vektenhet ved å benytte produkter som har høy andel resirkulert råstoff. Hulprofiler har typisk lavere andel skrapstål enn valseprofiler. Valseprofiler bør derfor i størst mulig grad velges. For konstruksjonsstålprodukter varierer innholdet av skrapstål med produkttype, og dermed også enhetsutslippet. Figur 3-4 presenterer ytterpunktene for utslipp fra konstruksjonsstål. Ved valg av produkter med høy andel resirkulert stål produsert med høy grad av fornybar energi er det potensielt mulig å redusere utslipp fra hulprofiler og valseprofiler med henholdsvis 30% og 80%.



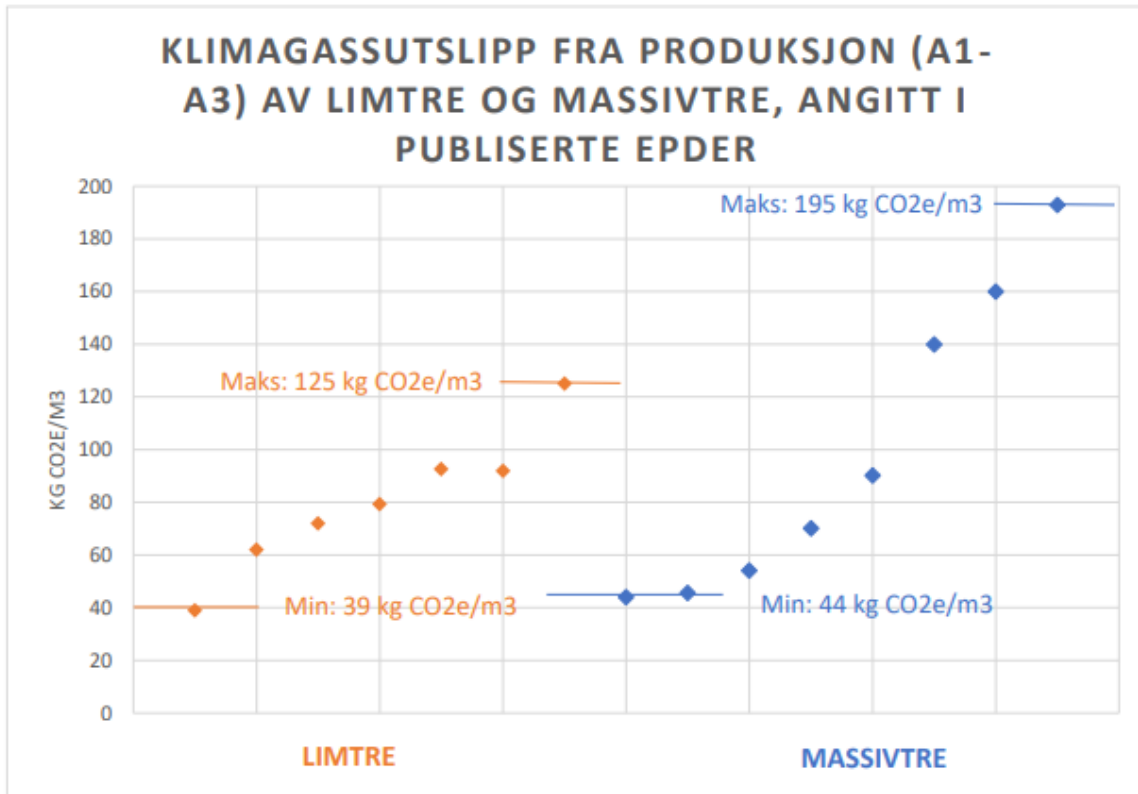
Figur 3-4 Sammenligning av utslipp fra konstruksjonsstål basert på bransje- og lavutslippsmaterialer.

Følgende anbefales å legge til grunn som krav til stålkonstruksjoner:

- HEA, HEB, IPE, osv. bør inneholde >85% resirkulert stål.
- Hulprofiler bør inneholde >13% resirkulert stål.
- HSQ bør inneholde ≥11% resirkulert stål.
- Det anbefales å i størst mulig grad gjenbruke konstruksjonsstål. Der hvor nytt stål benyttes anbefales standard dimensjoner og mekaniske innfestninger for å tilrettelegge for fremtidig ombruk.

3.2.3. Tre

Massivtre og limtre har høyere klimafotavtrykk enn standard konstruksjonstrevirke grunnet innhold av lim og høyere energibehov for å sammenføre materialene. Massivtre bør derfor kun benyttes der det har bærende og/eller avstivende funksjoner. Bruk av massivtre elementer produsert på fabrikker kan bidra til mindre avfall på byggeplass, samt at restvirke kan samles lokalt for gjenbruk eller energigjenvinning. Produksjonsutslipp varierer stor mellom ulike produsenter av massivtre og limtre, se Figur 3-5.



Figur 3-5 Verdier for klimagassutslipp fra produksjonsfasen (A1-A3) fra publiserte EPDer for limtre og massivtre [6].

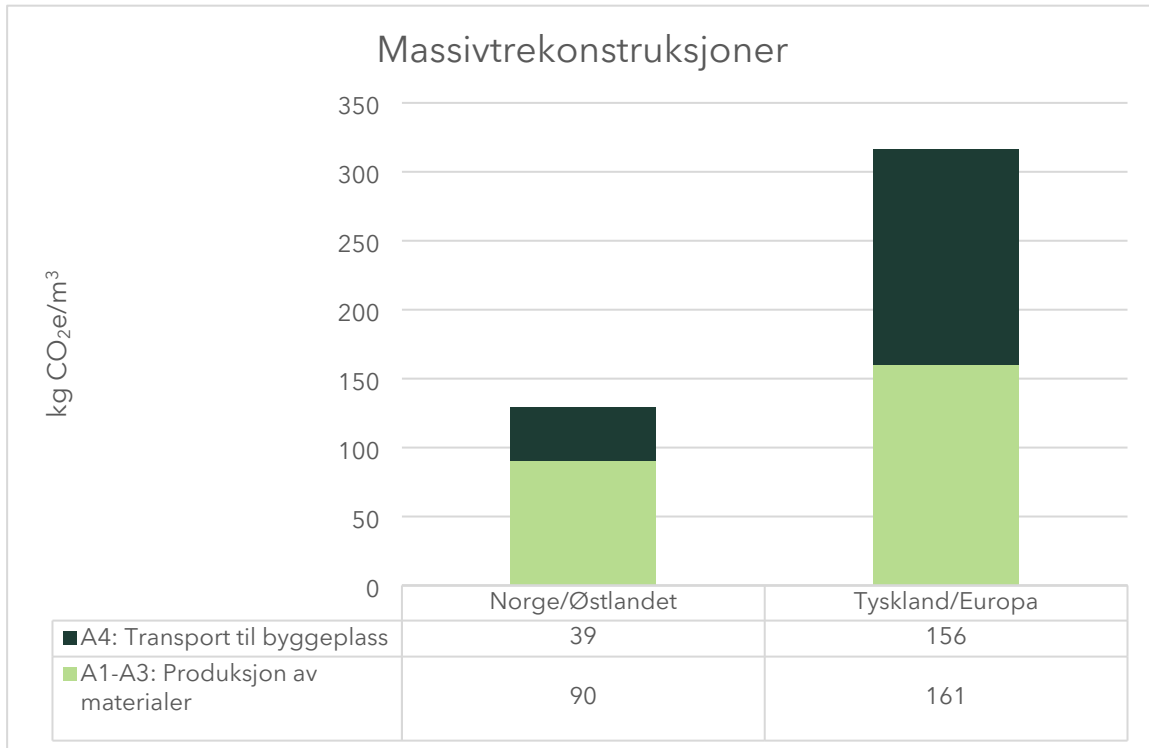
I de senere år har det vært vanlig å importere massivtre fra Øst-Europa grunnet begrensninger på lokalt produsert materialer. Grunnet relativ høy egenvekt medfører det høye utslipp for transport fra produsent til byggeplass. Figur 3-6 illustrerer forskjell i utslipp fra massivtre produsert og transport fra Sentral-Europa og massivtre fra norsk trevirke produsert og transportert fra Østlandet.

Transportutslipp utgjør den største utslippsforskjellene mellom de to alternativene. Det understreker viktigheten ved valg av lokal leverandør. I tillegg har massivtre fra Sentral-Europa høyere produksjonsutslipp grunnet høyere klimagassutslipp fra europeisk energi benyttet i produksjonsfasen sammenlignet med norsk strømmiks.

Følgende anbefales å legge til grunn som krav til trekonstruksjoner:

- Trestendervegger benyttes fremfor stålstendervegger.
- Massivtrevegger benyttes kun hvor nødvendig, dvs. ved bærende/avstivende funksjon, og ikke fremfor ikke-bærende innervegger.

- Massivtre velges fra norsk/nordisk leverandør
- Reversible innfestninger (skruer, bolter, e.l.) fremfor ikke reversible (spiker og lim).



Figur 3-6 Sammenligning av utslipp fra massivtre produsert og transportert fra Europa (Tyskland) og massivtre fra norsk trevirke produsert og transportert fra Østlandet.

3.2.4. Fundamentering

Fundamentering har generelt høye bidrag til byggets totale klimagassutslipp. Behov for materialer og fundamenteringsløsning er sterk avhengig av grunnforhold og inkluderes derfor ikke i utslippsrammer fra for eksempel DFØ eller i ny BREEAM-manual (v6.0). Det bør likevel være stort fokus på materialbruk for fundamenteringsløsninger for å redusere byggets klimagassutslipp.

Direkte fundamentering krever både mindre materialer og mindre byggeplassarbeid sammenlignet med pelefundamentering. Det gjør direkte fundamentering til et mer klimavennelig fundamenteringsprinsipp. Da fundamenteringsløsning avhenger av grunnforhold, vil det ikke være riktig å sammenligne direkte fundamentering med pelefundament. I stedet er det gjort en sammenligning av ulike typer peler. For direkte

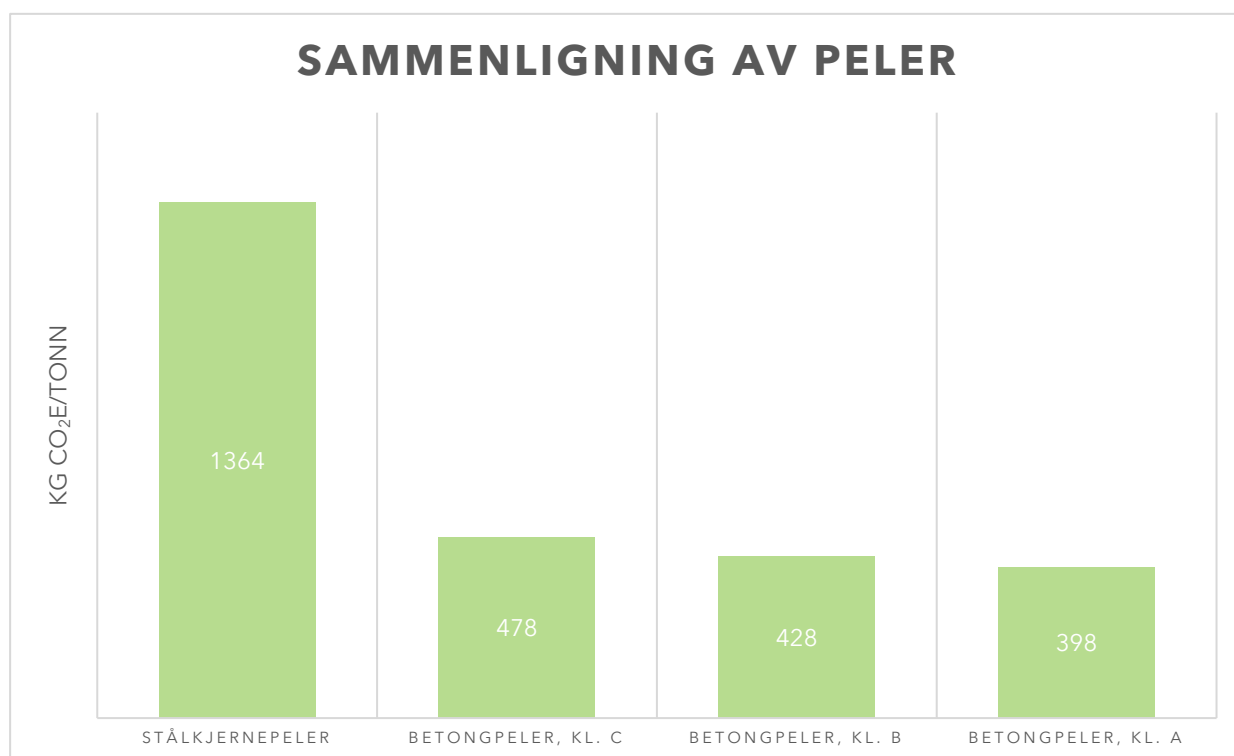
fundamentering gjelder samme prinsipper som presentert under kap. 3.2.1: lavest mulig fasthetsklasse og armeringstetthet, og minimum lavkarbonbetong klasse A.

Følgende pelere er vurdert:

- Betongpeler (lavkarbonbetong A, B og C)
- Stålkjernepeler

Figur 3-7 presenterer resultatet. Det er medregnet utslipp fra produksjon (A1-A3), transport (A4) og byggeplass (A5) grunnet omfattende arbeid med å montere pelene. Vurderingen er gjort for lavkarbonbetong klasse A, B og C. For stålkjernepeler er det mangel på EPD'er og referansetall og det er av den grunn bare sett på ett alternativ.

Resultatet viser at utslipp per tonn materialer er lavest for betongpeler (65-70% lavere enn stålkjernepeler). Resultatet vil være avhengig av spesifikt produkt, dvs. faktisk lavkarbonbetongklasse eller andel resirkulert skrapstål. I tillegg vil mengder (tonn) ved ulike løsninger påvirke resultatet da 1 tonn betongpeler ikke nødvendigvis kan erstatte 1 tonn stålkjernepeler. En nærmere vurdering bør derfor gjøres.



Figur 3-7 Sammenligning av betong- og stålkjernepeler. For betong er det lagt til grunn lavkarbonklasse A, B og C.

3.3. Ombruk

Ombruk av eksisterende komponenter bidrar til redusert klimagassutslipp. Dersom materialene er direkte ombrukbare og ikke krever bearbeiding, er det heller ikke utslipp forbundet med komponenten. Dersom det er behov for transport til mellomagring, bearbeiding, testing og/eller dokumentasjon av materialene vil utslippene øke, men fortsatt være lavere enn for nytt materialer.

En ombrukskartlegging av eksisterende bygninger på tomten er gjennomført 24.11.2022 med to representanter fra Asplan Viak, Martin Grindheim Johannessen og Elise Aga, og en representant fra Gjesdal kommune, Jarle Ims. Ombrukskartleggingen omfatter kommunens eiendommer som skal rives. På befaringstidspunktet var det ikke mulig å befare alle eneboligene innvendig. Jarle Ims har derfor ettersendt bildedokumentasjon til Asplan Viak for gjeldene boliger. Følgende eiendommer inngår i ombrukskartleggingen:

- Kyrkjeveien 9
- Kyrkjeveien 11
- Kyrkjeveien 13 (kun utvendig befart av Asplan Viak)
- Kyrkjeveien 15
- Kyrkjeveien 17B (kun utvendig befart av Asplan Viak)
- Ole Nielsens vei 24
- Ole Nielsens vei 26 (kun utvendig befart av Asplan Viak)
- Turnhallveien 2
- Turnhallveien 4
- Turnhallveien 8 (kun utvendig befart av Asplan Viak)

Kartleggingen har fokusert på bygningsmessige elementer og tekniske installasjoner. Løsører og inventar er ikke kartlagt da dette tilhører eier/leietaker av bygget.

Databaseløsningen AV Ombruk med mobilapp er benyttet som verktøy for å samle info og bilder av elementene. Registreringene kan senere detaljeres, og eventuelt utvides og suppleres med mer utfyllende informasjon.

Eneboligene av eldre stand er preget av lite vedlikehold og oppgraderinger. Bygningsdelene antas å ha lavere restlevetid. Rusboligene fra 2017 og barne- og avlastningsboligene fra 2010 har stort potensiale for ombruk. Det bør derfor tilstrebes å ombruke internt eller selge en stor del av bygningskomponenter og tekniske installasjoner, særlig på grunn av byggenes lave alder og komponentenes høye

restlevetid. Fullstendig rapport fra ombrukskartleggingen finnes i Vedlegg A - Ombruksrapport.

Tabell 3-2 oppsummerer ombrukspotensial og potensiell klimagevinst ved ombruk. Ombrukspotensialet er angitt som en total score basert på vurdering gjort i AV Ombruk og fargekoordinert med følgende betydning:

Godt egnet for ombruk	Over 18 poeng
Mulighet for ombruk	16-17 poeng
Lite egnet for ombruk	0-15 poeng

Utslippsfaktorene er angitt per enhet og tilsvarer typisk utslipp for materialkategorien. Utslippene er grove estimater og svært produktavhengig. Potensiell klimagassbesparelse ved ombruk må vurderes med hensyn til nødvendig bearbeiding, testing, dokumentering og transport av elementene. En mer detaljert vurdering bør gjøres på et senere tidspunkt.

Tabell 3-2 Oppsummering av ombrukspotensial og potensiell klimagevinst fordelt på de ulike byggene som ble befart.

Spesifikasjon	Total score ombruk	Estimert klimagassbesparelse ved ombruk	Enhet
Turnhallveien 2			
Automatisk kjøreport	16	-	-
Baderomspanel	14	21	kg CO ₂ e/m ²
Balkongdør	18	237	kg CO ₂ e/stk
Betongheller	17	29	kg CO ₂ e/m ²
Betongplate og fundament	15	320	kg CO ₂ e/m ³
Brannskap	17	8	kg CO ₂ e/stk
Kledning, tre, kebony	16	328	kg CO ₂ e/m ³
Fibersementplater	18	12	kg CO ₂ e/m ²
Flettverksgjerde	15	-	-
Garderobeskap	15	139	kg CO ₂ e/stk
Gummibelegg gulv	12	6	kg CO ₂ e/m ²
Heltrebjelker, etasjeskiller	15	1	kg CO ₂ e/m ²
Innerdører	16	50	kg CO ₂ e/stk
Isolasjon	17	5	kg CO ₂ e/m ²
Kjøkken	18	237	kg CO ₂ e/stk
Kjøleskap	19	182	kg CO ₂ e/stk
Komfyr + platetopp	19	143	kg CO ₂ e/stk
Kryssfiner plate	19	4	kg CO ₂ e/m ²
Lyktestolper	14	136	kg CO ₂ e/stk

Spesifikasjon	Total score ombruk	Estimert klimagassbesparelse ved ombruk	Enhet
Oppvaskmaskin	19	132	kg CO ₂ e/stk
Pex rør og ventiler	17	6	kg CO ₂ e/m
Sprinkler	18	0,2	kg CO ₂ e/m ²
Sprinkler hodet	16	4	kg CO ₂ e/stk
Stender	16	1	kg CO ₂ e/m ²
Ståltrapp med rekkverk	16	1494	kg CO ₂ e/stk
Taklamper (LED)	19	11	kg CO ₂ e/stk
Terrassebord	13	3	kg CO ₂ e/m ²
Trefiber takplate	15	4	kg CO ₂ e/m ²
Tre gjerde og pergola	16	201	kg CO ₂ e/m ³
Varmepumpe	19	182	kg CO ₂ e/stk
Veggplater MDF	16	1	kg CO ₂ e/m ²
Ventilasjon, tilluftsventiler	17	2,41	kg CO ₂ e/stk
Ventilasjons aggregat	17	0,48	kg CO ₂ e/m ³ /h
Ventilator	16	42	kg CO ₂ e/stk
Vindu	19	129	kg CO ₂ e/m ²
VVB, ekspansjonskar	17	-	-
W-takstol	16	10	kg CO ₂ e/m
Ytterdører	17	37	kg CO ₂ e/stk
Turnhallveien 4			
Balkongdør	17	237	kg CO ₂ e/stk
Brannsentral	16	81	kg CO ₂ e/stk
Brannskap	16	8	kg CO ₂ e/stk
Dusjdører	17	78	kg CO ₂ e/stk
El skap	17	81	kg CO ₂ e/stk
Gulvbelegg	12	6	kg CO ₂ e/m ²
Gulvvarme	16	1	kg CO ₂ e/m ²
Innvendig skyvedør	15	34	kg CO ₂ e/stk
Innvendige branndører	17	34 ³	kg CO ₂ e/stk
Innvendige dører	15	34	kg CO ₂ e/stk
Isolasjon	17	5	kg CO ₂ e/m ²
Kjøkken	17	237	kg CO ₂ e/stk
Komfyr	18	143	kg CO ₂ e/stk
Oppvaskmaskin	18	132	kg CO ₂ e/stk
Servantskap	16	13	kg CO ₂ e/stk
Sikringskap	15	-	-

³ Branndører: er lagt til grunn utslippsfaktor for standard innerdører. Branndør vil ha høyere utslippsfaktor.

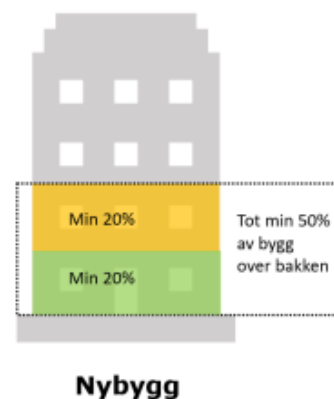
Spesifikasjon	Total score ombruk	Estimert klimagassbesparelse ved ombruk	Enhet
Sprinkler	16	4	kg CO ₂ e/stk
Stender	16	1	kg CO ₂ e/m ²
Taklamper	17	11	kg CO ₂ e/stk
Takstein	19	11	kg CO ₂ e/m ²
Tre kledning	15	3	kg CO ₂ e/m ²
Vindu	19	129	kg CO ₂ e/m ²
VVB og rør	15	-	-
W-takstoler	17	10	kg CO ₂ e/m
Turnhallveien 8			
Brannstige	16	-	-
Varmepumpe	17	182	kg CO ₂ e/stk
Vindu	13	129	kg CO ₂ e/m ²
Ole Nielsens vei 26			
Gulvvarme	16	1	kg CO ₂ e/m ²
Sikringsskap	14	24	kg CO ₂ e/m ²
Skifertak	17	24	kg CO ₂ e/m ²
Varmepumpe	16	182	kg CO ₂ e/stk
Vindu	12	129	kg CO ₂ e/m ²
Ytterdør	17	37	kg CO ₂ e/stk
Ole Nielsens vei 24			
Balkongdører	18	237	kg CO ₂ e/stk
Tegl	16	70	kg CO ₂ e/m ²
VVB	15	-	-
Kyrkjeveien 9			
Badekar	15	13	kg CO ₂ e/stk
Dusjvegger	15	78	kg CO ₂ e/stk
Servant	15	13	kg CO ₂ e/stk
Toalett	15	13	kg CO ₂ e/stk
Balkongdør	18	237	kg CO ₂ e/stk
Branndører	15	37	kg CO ₂ e/stk
El. Ovn	17	-	-
Kjøkkeninnredning	15	237	kg CO ₂ e/stk
Panel	11	1	kg CO ₂ e/m ²
Peis	10	65	kg CO ₂ e/stk
Taklamper	14	11	kg CO ₂ e/stk
Tegl	16	70	kg CO ₂ e/m ²
Varmepumpe	16	182	kg CO ₂ e/stk
Ventilasjon	16	-	-
Vindu	17	129	kg CO ₂ e/m ²

Spesifikasjon	Total score ombruk	Estimert klimagassbesparelse ved ombruk	Enhet
Kyrkjeveien 11			
Ventilasjon	14	-	-
Kyrkjeveien 13			
Kjeller, betong	13	280	kg CO ₂ e/m ³
Kjøkkeninnredning	16	237	kg CO ₂ e/stk
Kledning	16	2	kg CO ₂ e/m ²
Servant	17	13	kg CO ₂ e/stk
Skifer	15	24	kg CO ₂ e/m ²
Toalett	17	13	kg CO ₂ e/stk
Varmepumpe	18	182	kg CO ₂ e/stk
Kyrkjeveien 15			
Dusj, toalett og servant	15	13	kg CO ₂ e/stk
Servant + toalett	15	13	kg CO ₂ e/stk
Balkongdør	16	237	kg CO ₂ e/stk
Kjeller, betong	14	280	kg CO ₂ e/m ³
Kjøkkeninnredning	15	237	kg CO ₂ e/stk
Kledning	16	2	kg CO ₂ e/m ²
Komfyr	15	143	kg CO ₂ e/stk
Takstein	17	11	kg CO ₂ e/m ²
Tegl	16	70	kg CO ₂ e/m ²
Varmepumpe	14	182	kg CO ₂ e/stk
VVB	14	-	-
Kyrkjeveien 17B			
Skifertak	18	24	kg CO ₂ e/m ²
Terrassebord, royalimpregnert	16	3	kg CO ₂ e/m ²
Servant	17	13	kg CO ₂ e/stk
Toalett	17	13	kg CO ₂ e/stk
Dusjvegg (glass)	18	78	kg CO ₂ e/stk
Innerdører	18	50	kg CO ₂ e/stk
Panel	12	1	kg CO ₂ e/m ²
Kjøkkeninnredning	15	237	kg CO ₂ e/stk
Vindu og balkongdører	16	129	kg CO ₂ e/stk
Komfyr	17	143	kg CO ₂ e/stk
Sikringsskap	16	-	-
Vannfordelingsskap	17	-	-

3.4. Ombrukbarhet

De enkleste byggene å ombruke er dem som er planlagt for fremtidig demontering. Fremtidig ombruk bidrar til å forlenge materialressursenes levetid og redusere behov for nye materialressurser. Det anbefales å legge til grunn FutureBuilts kriterier for sirkulære bygg [7]:

- Til sammen skal minst 50% av komponentene i prosjektet (regnet etter vekt, eks. grunn og fundament) være ombrukte eller ombrukbare.
- I nybygg skal minst 20% av komponentene (regnet etter vekt, eks. grunn og fundament) være ombrukte, og ombruk skal gjennomføres for minst 10 komponenttyper definert som ulike bygningsdeler iht. bygningsdelstabellen, 2-sifret nivå.



FutureBuilts strategier og tiltak som kan bidra til å gjøre en komponent ombrukbar er gjengitt i tabellen.

Strategi	Løsning/tiltak
Robust materialvalg	Minimere antall ulike materialer og komponenter
	Velg homogene materialer (monomaterialer), der alle bestanddeler består av samme materiale
	Benytt bestandige materialer og komponenter som kan ombrukes i flere generasjoner bygg.
	Unngå bruk av helse- og miljøskadelige stoffer (selv om mengden stoffer er innenfor tillatte grenseverdier), og unngå overflatebehandlinger der dette ikke er nødvendig for å redusere slitasje eller nedbrytning av materialene.
Fleksible forbindelser	Benytt reversible forbindelser mellom komponenter og mellom bygningsdeler, f.eks. skruer og bolter. Unngå sveising, lim, sparkel og fugemasser/skum. Bruk (svak) kalkmørtel fremfor sementmørtel ved muring.
	Minimer antall ulike forbindelsesmidler, og planlegg for bruk av vanlig verktøy.

	Benytt komponenter og bygningsdeler med tilpassede toleranser for gjentatt demontering og remontering.
	Prosjekter de konstruktive lagene som uavhengige systemer, og arranger lagene i henhold til forventet levetid for komponentene.
Tilgjengelig informasjon	Merk materialer og komponenttyper
	Merk festepunkter og sørg for at disse er synlige og tilgjengelige.
	Materialpass (informasjon om produkter og materialer, bl.a. EPD, vedlikeholdsråd og informasjon om byggesystem med demonteringsanvisning), samt ytelseserklæring og annen dokumentasjon som er nødvendig for å vise samsvar med TEK17 og byggeveredirektivet (DOK), utarbeidet som del av FDV dokumentasjonen som arkiveres sentralt og oppdateres ved ombygginger
	Byggets geometri dokumenteres gjennom åpen BIM, som kan fungere som en digital tvilling til bygget med tilhørende tilstrekkelig dokumentasjon.
Produsentavtaler o.l.	Leasing-avtaler med produsent/leverandør istedenfor innkjøp
	Tilbaketaksordninger med produsent/leverandør
	Midlertidig bruk av komponenter før ordinær anvendelse (presirkulering)

Ombruk av betong er hovedsakelig aktuelt for prefabrikkerte betongelementer som veggelementer og hulldekker. Per i dag er ombrukte hulldekker mer kostbar en nye hulldekker. Ved god prosjektering og planlegging vil kostandene til arbeidskraft og prosjektering reduseres. Hulldekker kan for eksempel boltes til bjelkene fremfor å støpes for å øke demonterbarheten, samt at relevant dokumentasjon må foreligge for å redusere testing og dokumentering ved fremtidig ombruk. Plasstøpt konstruksjoner blir ofte knust og ombrukt som tilslag i ny betong eller som fyllmasse dersom konstruksjonene ikke inneholder farlig avfall, og armeringsstålet sorteres ut og smeltes om. Ombruk er også mulig, og vil gi en langt større miljøgevinst sammenlignet med materialgjenvinning. For eksempel kan plaststøpt elementer skjæres ut og ombrukes som betongheller eller utvendig inventar. Potensialet er stort for kreative og nyskapende løsninger.

I likhet med betong blir mye stål og andre metaller materialgjenvunnet. Ifølge rapporten *Ombruk av stål og tilhørende byggematerialer* [8] vil klimagevinsten ved å ombruke stål være omtrent 80% sammenlignet med gjenvinning. Potensialet for ombruk avhenger ofte av innfestningsmetode hvor sveiste komponenter er vanskeligere å ombruke sammenlignet med mekanisk festet. Ifølge en finsk rapport om bruk av konstruktive

materialer [9] har stål og andre metaller en styrke-vekt-ratio som gjør materialet gunstig for lange transportavstander sammenlignet med andre materialer (f.eks. tilslag til betong, murstein og tømmer). Det forsvarer at stål kan fraktes relativt langt før det gir utslag som negativ miljøpåvirkning. For å lette fremtidig ombruk bør det benyttes standarddimensjoner og prefabrikasjon så langt det er mulig. Det minsker avfall og reduserer tilpasninger i fremtiden.

Massivtre er godt egnet til ombruk, spesielt siden elementene kan bearbeides med enkle verktøy etter demontering. Også for tre er det enklere å gjenbruke elementer som er mekanisk bundet sammen, for eksempel ved hjelp av skruer som tåler gjentatt demontering/remontering sammenlignet med spiker og lim. Original dokumentasjon vil også lette bearbeiding, testing og dokumentering. Massivtre- og limtreelementer er tunge konstruksjoner som vil bidra til høye transportutslipp ved lange transportavstander. Av den grunn anbefales det å bruke ombrukte elementer fra eventuelle eksisterende bygningsmasse eller bygninger i nærheten.

Klimaeffekt og kostnader for ombrukbarhet er vanskelig å kvantifisere. Desto bedre bygget er prosjektert for demonterbarhet, desto mindre demonteringsarbeid, bearbeiding og testing medgår ved ombruk. Det vil si at tilnærmet hele utslippet ved produksjon av nytt materialet kan spares og kostnadene reduseres betydelig. Klimagassbesparelsen synker og kostnadene øker ved behov for bearbeiding, testing, dokumentering og ved lange transportdistanser. Helse- og miljøskadelige stoffer i produkter, f.eks. maling, fordyrer også ombruk fordi det må fjernes. Kostnaden til demontering er i dag høyere enn ved konvensjonell riving. Demontering gir imidlertid materialene merverdi og økte arbeidsplasser. Ved å planlegge og prosjektere for fremtidig ombruk vil både klimagassutslipp og kostnader reduseres.

4. Byggeplass

Norske byggeplasser slipper årlig ut rundt 340.000 tonn CO₂e ifølge Statistisk sentralbyrå [10]. Kun 21% av norske kommuner stiller krav om at pågående bygge- og anleggsprosjekter skal være helt eller delvis fossilfrie ifølge EBA. Bygg- og anleggsbransjen står også for 29% av alt avfall i Norge noe som gjøre bransje til den største enkeltkilden til avfall i landet [11]. Byggeplassutslipp er utslipp som skjer over en kort periode sammenlignet med utslipp som foregår over byggets levetid. Desto mer klimaeffektive byggene blir, desto større blir utslipp fra byggeplass. Reduksjon av utslipp fra byggeplass bør derfor stå sentralt i prosjektet.

Byggeplass omfatter drift av anleggsmaskiner i byggefasen og transport av masser, avfall og personell til og fra byggeplassen. Det skilles mellom fossil, fossilfri og utslippsfri byggeplass. Fossilfri byggeplass stiller krav til at fossilt brensel på byggeplass skal unngås [10]. DFØ angir eksempler for hvordan fossilfritt brensel kan unngås med krav om:

- Fossilfrie løsninger til anleggsmaskiner, byggvarme, byggestrøm og transport, både til og fra byggeplass og på selve byggeplassen.
- Biodrivstoff skal tilfredstille den europeiske dieselnormen, EN 15940, og skal være avansert iht. produktforskriften kapittel 3 vedlegg V, eller ikke være laget av råstoffer som har høy risiko for indirekte arealbruksendring (ILUC) i tråd med kravene i EU-forordningen (EU) 2019/807.

Utslippsfri byggeplass betyr at alle prosesser på bygge- og anleggsplassen er utslippsfrie. Dette krever fremtidsrettede og klimavennlige løsninger [10]. DFØ angir eksempler på løsninger som kan gi utslippsfrie byggeplasser:

- Nullutslippsløsninger til anleggsmaskiner og byggestrøm. For eksempel at anleggsmaskiner er elektriske, batteridrevne eller hydrogendrevne.
- Nullutslippsløsninger til byggvarme og tørking, for eksempel strøm eller fjernvarme.
- Nullutslipp for transport til og fra byggeplass og på selve byggeplassen. Det kan gjelde transport av byggematerialer, anleggsmaskiner, avfall eller personell.

Fossilfri byggeplass reduserer klimagassutslipp, men også lokale utslipp. Det vil si reduksjon av NO_x, SO_x, PM og støy som fører til bedre arbeidsmiljø på byggeplassen.

4.1. Fossilfri byggeplass

Som klimatiltak anbefales det å minimum legge til grunn fossilfri byggeplass. For å redusere klimagassutslipp fra byggeplass foreslås følgende tiltak:

Byggeplassdrift:

- Tilrettelegging for infrastruktur, f.eks. byggestrøm, valg av fjernvarme og varmpumper for oppvarming eller tørking av bygg.
- Redusere behovet for oppvarming på byggeplassen.
- Minimere behov for tørking av bygg.
- Prioritere elektrisitet, hydrogen eller andre generasjons biodrivstoff eller biogass fremfor diesel for anleggsmaskiner.
- Bruke strøm eller fjernvarme fremfor diesel i uttørking av bygg.
- Optimalisere driften på byggeplass, f.eks. ved å redusere eller forby tomgangskjøring eller bedre tilpassing av maskinparken til oppdraget.
- Optimalisere logistikken på byggeplass - redusere transport på byggeplass.

Masse- og avfallstransport:

- Redusere mengden utgravde masser og generert avfall, og derav behov for masse- og avfallstransport.
- Gjenbruke masser lokalt på tomten eller levere til nærliggende tomt for å redusere transportavstand.
- Leverer nødvendige masser og avfall til nærmeste deponi for å unngå unødvendig transport.

Avfallsmengde:

For å redusere avfallstransport må mengden avfall fra byggeplass reduseres. Det kan gjøres ved å bruke prefabrikkerte elementer (f.eks. betongelementer, massivtre eller modulvegger) fremfor elementer som må tilpasses på byggeplass (plasztøpt betong). God planlegging og tilrettelegging vil også medføre at unødvendige materialressurser går tapt.

Videre bør materialgjenvinning prioriteres fremfor deponi. Det vil redusere mengde avfall som går til deponi og erstatte utvinning og transport av nye råmaterialer. For eksempel har Rockwool lansert et resirkuleringsprogram for Steinull, Rockcycle, som tar tilbake gammel og gjenværende isolasjon fra prosjekter [11]. Steinull blir videre sortert, kontrollert og brukt i produksjon av ny steinull - uten at kvaliteten eller ytelsen svekkes.

Ulempen er at resirkulering av materialer ofte har høyere kostnader til frakt og sortering, noe som gjøre løsningen mer kostbar enn å levere til lokalt deponi.

Videre er det viktig at bygge- og anleggsfasen følges opp ved at leverandøren(e) dokumenterer leveranse iht. kontrakt, f.eks. ved å dokumentere energibruk, timebruk og tilhørende energibærer.

4.2. Klimagassutslipp byggeplass

Erfaringstall fra tidligere prosjekter i Asplan Viak er lagt til grunn for å estimere klimagassutslipp fra byggeplass. Erfaringstallene omfatter byggeplassdrift (anleggsmaskiner, byggvarme, tørking og strøm) og ikke transport til og fra byggeplass (masser, avfall eller personell). Erfaring viser imidlertid at transportutslippene er lave sammenlignet med utslipp fra byggeplassdrift.

Erfaringstallene er basert på dokumentert utslipp fra fem ulike nybygg med ordinær byggeplassdrift (strøm og diesel). Totale utslipp (kWh/m²) varierer fra rundt 30 kWh/m² til rundt 60 kWh/m². Et gjennomsnitt er lagt til grunn for beregningen. Utslippene er sammenlignet med et eksempel på fossilfri byggeplass ved bruk av strøm og biodiesel. Tabell 4-1 presenterer estimert energiforbruk for byggeplassdrift.

Tabell 4-1 Erfaringstall for byggeplassdrift. Strøm er angitt som kWh/m² mens diesel som liter/m².

	Strøm (kWh/m²)	Fjernvarme (kWh/m²)	Diesel (liter/m²)	Biodiesel, HVO100 (liter/m²)	Propan (kg/m²)
Fossil byggeplass	5	0	4,3	0	0
Fossilfri byggeplass	11	0	0	3	0

For diesel og biodiesel er det benyttet utslippsfaktor fastsatt i Tabell 1 i NS-EN 16258:2012 *Metode for beregning og deklarerer av energiforbruk og klimagassutslipp fra transporttjenester*. For strøm er det lagt til grunn norsk-europeisk strømmiks iht. NS3720 *Metode for klimagassberegninger for bygninger*. Gjennomsnitt for de siste tre år er benyttet (2020-2022). Utslippsfaktorer er gitt i Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Utslippsfaktorer lagt til grunn for beregningen.

Energibærer	Indirekte utslippsfaktor	Direkte utslippsfaktor	Total utslippsfaktor	Referanse
Diesel (kg CO ₂ e/l)	0,6	2,7	3,2	NS-EN 16258
Strøm (NO+EU28) (kg CO ₂ e/kWh)	0,39	0	0,39	NS3720
Biodiesel, HVO100 (kg CO ₂ e/l)	0,97	0	0,97	NS-EN 16258

Erfaringstallene viser at fossilfri byggeplass kan redusere utslippene med rundt 50% sammenlignet med fossil byggeplass. Det tilsvarer 64 tonn CO₂e i byggefasen for et nybygg på 10 000 m² BRA.

4.3. Kostnader

Basert på eksempelet i Tabell 4-1 er det beregnet driftskostnader for alternativene. Pris per enhet energibærer er presentert i Tabell 4-3. Det presiseres at kostnadsestimatet vil være svært avhengig av hvilken fordeling av energibærer som gjøres for de ulike scenarioene og hvilken energipris som legges til grunn.

Eksempelet viser at merkostnader til drift av fossilfri byggeplass er rundt 55-90%.

Tabell 4-3 Estimert kostnad per enhet energibærer.

Energibærer	Kostnad (eks. mva.)
Anleggsdiesel	9,9 kr/l
Biodiesel HVO100	14,5-19,5 kr/l
Strøm	2 kr/kWh

Tabell 4-4 Estimerte driftskostnader.

	Driftskostnader (NOK eks. mva.)
Fossil byggeplass	620 000
Fossilfri byggeplass	1 060 000

Elektriske maskiner er per i dag dyrere i innkjøp enn maskiner med fossilt drivstoff. Kostnadene for en elektrisk gravemaskin og hjullaster anslås å være tre ganger høyere enn dieselalternativet [12]. Samtidig er det store variasjoner i kostnader for ulike utslippsfrie

anleggsmaskiner, og det forventes at ved økt volum av utslippsfrie anleggsmaskiner vil kostandene over livsløpet nærme seg konvensjonelle anleggsmaskiner [13].

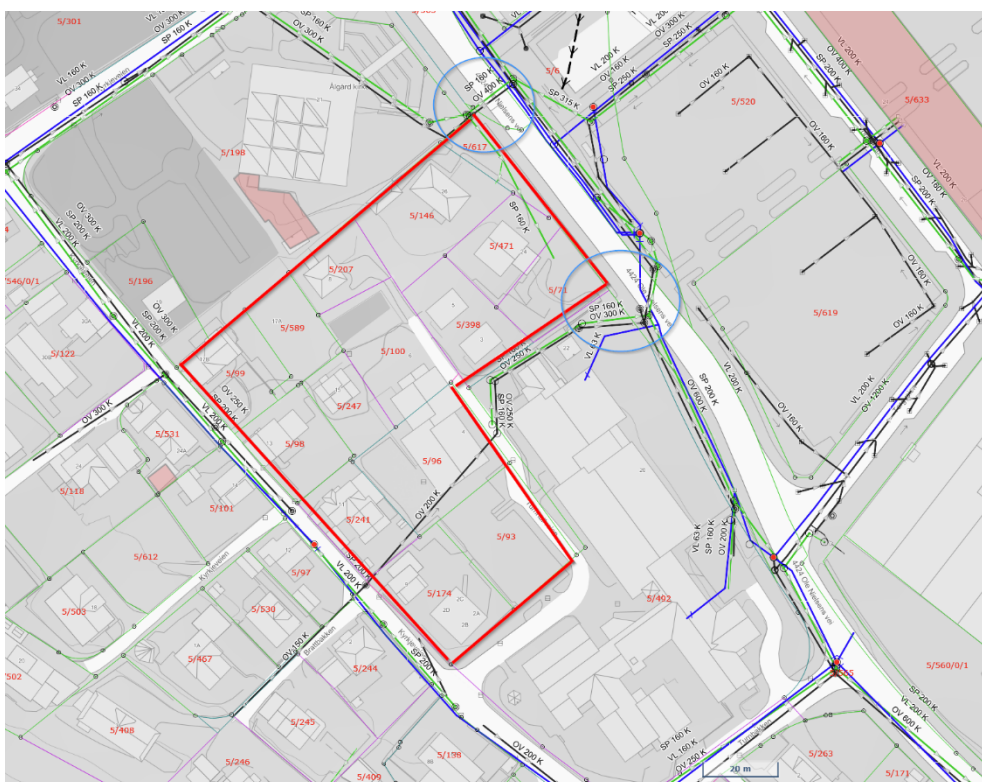
Eksempelvis henviser Regjeringens handlingsplan for *fossilfrie anleggsplasser innen transportsektoren* til at en 32-38 tonns gravemaskin med fossilt drivstoff koster 2 - 2,3 MNOK. Det rimeligste alternativet for en tilsvarende elektrisk maskin direkte tilkoblet til strøm vil kost i størrelsesorden 3 - 3,3 MNOK [13]. Kostnader vil imidlertid være stigende ved å inkludere Plug-in batteri, brenselcelle-batteri, Plug-in brenselcelle batteri og til det dyreste konseptet som er ren batterielektrisk maskin.

Investeringskostnader for maskinpark og eventuell mertid på byggeplass ved bruk av elektriske maskiner fremfor fossildrevne er ikke vurdert i dette notatet.

5. Overvannshåndtering

5.1. Situasjonsoversikt

Når det skal utbygges et nytt større bygg i tettbebygd område er det viktig at man i tidlig fase utarbeider en plan for overvannshåndtering. I Figur 5-1 er plasseringen og omkretsen av det nye bygget vist med røde streker.



Figur 5-1: Plassering av det nye bygget (vist med røde streker), vann- og avløpsledninger (blå og grønne streker).

5.2. Aktuelle tiltak

Det finnes flere ulike tiltak for å unngå unødvendig belastning på overvannsledningene. De mest aktuelle for dette prosjektet beskrives under.

Overvann er vann som renner av på overflaten av f.eks. et bygg som følge av regn og smeltevann. I dette tilfellet omhandler det vann som samler seg på overflater på bygget, hovedsakelig taket. Overvann må ledes vekk slik at det ikke samler seg opp og fører til

skader på bygninger eller natur. Slike skader oppstår når overvann renner ukontrollert på overflaten til og gjennom bebygde områder. Dette oppstår f.eks. etter nedbør og snøsmelting, og kan oppstå når terrenget, vassdraget og vanninfrastrukturen ikke har tilstrekkelig kapasitet til å infiltrere, fordrøye og lede all nedbøren trygt gjennom området.

Uønskede skader på grunn av overvann øker generelt i samfunnet pga. blant annet:

- Urbanisering: økt avrenning som følge av fortetting og transformasjon fra natur til annen arealbruk
- Klimaendringer som fører til økende nedbørsmengder og nedbørsintensitet
- Underdimensjonerte overvannstiltak og avløpsanlegg i forhold til den økende avrenningen

Forebyggende tiltak for å redusere den økte overbelastningen på ledningsnettene under bakken kan være følgende:

- Grønne tak
- Underjordisk fordrøyningsmagasin
- Regnbed

5.2.1. Grønne tak

Grønne tak er en teknologi som har eksistert lenge i Norge og begynte for hundrevis av år tilbake i form av taktekking med torv og gress. Grønne tak holder vannet tilbake i større grad enn et vanlig tak, og kan erstatte noe av den tapte infiltrasjonen til grunnen som oppstår når det lages nye bygg. Slik reduseres maksbelastningen på overvannsledningsnettene.

I dag deler man ofte grønne vegetasjonsdekkede tak i tre hovedgrupper:

- Ekstensiv tak: ofte dominert av sedumarter som tåler mye tørke og næringsfattig jord/vekstmedium. Vekten varierer fra 40-130 kg/m². Lite vedlikehold: 1-3 ettersyn årlig.
- Intensiv tak: også kalt takhager. Kan inneholde de fleste arter og krever mye stell. Vekten varierer fra 240-900 kg/m², avhengig av om busker og trær benyttes.
- Semiintensiv tak: En mellomting mellom ekstensiv og intensiv tak. Tykkelsen på vekstmediet er ofte 10-20 cm, og artsmangfoldet er større enn på ekstensiv tak. Torvtak tilhører denne gruppen.

I prinsippet kan grønne tak anlegges på alle takvinkler, men kostnadene øker betydelig når takvinkelen overstiger 30 grader.

Foreløpige erfaringer fra andre land viser at levetiden til taket kan økes med grønne tak pga. beskyttelse mot UV-stråler og intens varme.

Det kan bli behov for vanning av takene hvis vinkelen er så stor at vannet dreneres for raskt. Grunnen til dette er det estetiske for selve taket, og at fordamping skal virke kjøleende på bygget.

Erfaringer fra testbygg i Oslo viser at grønne tak kan redusere avrenningsintensiteten betraktelig (40-50 %), men at kun en mindre del av nedbøren blir holdt tilbake.

Oppsummert bidrar grønne tak til flomdemping, dvs. at den lille nedbøren holdes helt tilbake, mens større hendelser dempes. En studie fra England har vist at man kan redusere behovet for underjordisk overvannsmagasin under nybygg med ca. 70 % om grønne tak ble benyttet.

Under er fordeler og ulemper med grønne tak listet opp.

Fordeler:

- Vannmengden reduseres og intensiteten på avrenningen til avløpsnettet dempes, også når substratet er vannmettet. Forurensninger som går i overløp når avløpsnettet er overbelastet reduseres.
- Bymiljøet blir grønnere, og oppleves bedre for innbyggerne.
- Vegetasjonen kjøler bygninger på varme dager, og kan isolere litt på kalde dager.
- Svevestøv kan fanges inn.
- Støy ovenfra dempes, myke flater fanger lyd, og reduserer støy.
- Det biologiske mangfoldet øker vegetasjonen innbyr til levested for sommerfugler og fugler, og kan tilrettelegges som levested for «rødlistearter».
- Inngår ofte som komponent i miljø-sertifisering av bygg.
- Takets levetid øker vanligvis betydelig.
- Vegetasjonen skaper friksjon som gir mindre snørasfare.

Ulemper:

- Anleggskostnadene er ofte større enn ved bruk av takpapp/shingel.
- Ettersyn/oppfølging er nødvendig. Et hvert grøntanlegg trenger skjøtsel. Sluk på tak må holdes åpne.
- Hvis lekkasje oppstår på taket, er det mer krevende å finne skaden.
- Sedumarter på «svartelisten» kan spre seg til norsk natur, hvis arten finnes på taket.
- Hvis dreneringen av taket feiler, kan vegetasjonen dø.

- Dårlig håndverk ved montering og upresis bestilling kan gi tak som krever mye oppfølging. Standard Norge om ekstensive, grønne tak anbefales brukt.

5.2.2. Underjordisk fordrøyningsmagasin

Tradisjonelt har fordrøyningsmagasin blitt benyttet som ekstrakapasitet før overvann har blitt sluppet videre på kommunalt overvannsnett. Ved kraftig nedbør og avrenning fylles fordrøyningsmagasinet opp med overvann fra et bestemt område (f.eks. tak) og lagres i magasinet til kapasiteten i overvannsnettet er tilstrekkelig igjen.

Magasinet bidrar kun til fordrøyning av vannet, det forsinker ikke nedbøren eller bidrar til infiltrasjon.

Fordeler:

- Kan dimensjoneres iht. ønsket behov
- Kan gjemmes under bakken
- Opptar ikke areal i dagen
- Lang levetid

Ulemper:

- Krever plass under bakken
- Krever vedlikehold og kan slutte å fungere om det ikke blir driftet og vedlikehold korrekt
- Utfordrende installering og dimensjonering
- Må tilpasses lokale forhold som f.eks. grunnvannshøyde
- Sensitive for feilkoblinger

5.2.3. Regnbed

Regnbed består som regel av en beplantet forsenking i terrenget der vann lagres på overflaten og infiltrerer til grunnen eller overvannsnettet. Gjennom fordrøyning og reduksjon av avrenningen reduseres faren for skadelig oversvømmelse. Hensikten er å holde overvann tilbake helt eller midlertidig. I tillegg til tak på bygninger kan overvannet komme fra gårdsplasser, P-areal og veier.

Fordeler:

- God evne til å redusere flomtoppbelastningen i et aldrende avløpssystem
- Tilbakeholder vannet lokalt og etterfyller grunnvannet.
- Lar seg ettermontere i nedbørfelt med overvannsutfordringer.

- Bevarer vann i det urbane miljøet.
- Kan rense forurenset overvann.
- Forsterker grønnstrukturen og øker biodiversiteten i byene.
- Involverer befolkningen i løsningsrettet adferd

Ulemper:

- Anleggene krever overflateareal (ofte ca 5 % av aktuelt nedbørfelt).
- Ved tette masser (leirholdig grunn), må disse skiftes og regnbedet dreneres, det vil si kostnadene øker.
- Lite utprøvd i norsk klima (4 norske test/ anlegg har imidlertid fungert fra godt til meget godt og erfaringer fra Minnesota, USA, er også gode).
- Krever (som andre tiltak) vedlikehold.

5.3. Oppsummering overvannshåndtering

De ulike tiltakene for å håndtere overvannet har ulike fordeler og ulemper. Videre er det ulike typer løsningen innenfor de tre beskrevne tiltakene. Fordrøyning som kombineres med infiltrasjon kan optimalisere overvannshåndteringen ytterligere, sammenlignet med å kun benytte én metode.

6. Oppsummering energi- og klimatiltak

Klimaeffekt inngår som del av en LCA (Life Cycle Assessment), som er en metode for å beregne miljøbelastningen av produkter og tjenester. Med LCA evalueres inngangsfaktorer (f.eks. energi) opp mot utgangsfaktorer (f.eks. klimagassutslipp) og de potensielle miljøpåvirkningene (som global oppvarming) for et produkt eller en tjeneste gjennom hele dets livssyklus. LCA kan dermed si noe om netto klimaeffekt for ulike tiltak, med hele livsløpet (både produksjon og drift) tatt i betraktning.

Investerings-, drifts- og vedlikeholdskostnader danner grunnlaget for en LCC-analyse (Life Cycle Cost) som bør være en del av beslutningsgrunnlaget ifm. valg av klimatiltak. En full LCC inkluderer kostnader som oppstår gjennom hele produktet eller tjenestens livssyklus og bør også inkludere miljøkostnader og avhendingskostnader.

Energiltak medfører generelt reduserte energikostnader og er ofte økonomisk lønnsomme, mens andre klimatiltak ikke nødvendigvis medfører direkte reduserte driftskostnader, f.eks. materialvalg. En LCC-vurdering alene er derfor ikke tilstrekkelig som beslutningsgrunnlag for valg av klimatiltak. Det bør derfor også gjennomføres en analyse av kostnader opp mot klimaeffekt som synliggjør kostnader per reduserte tonn CO₂-ekvivalenter.

Tabellen under gir en oversikt over anbefalte energi- og klimatiltak for nye Ålgård bo- og aktivitetssenter med vurdering av fordeler og ulemper. Vurderingen er basert på grunnlag presentert i denne rapporten, samt erfaring fra andre prosjekter der hvor tilstrekkelig underlag ikke foreligger per nå.

Pkt.	Tiltak	Fordeler	Ulemper
A	Energibehov		
A.1	Passivhusnivå fremfor TEK17	<ul style="list-style-type: none"> - Betydelig redusert energibehov og derav redusert klimagassutslipp for energi i drift. - Kostnader for energibesparelser gjennom byggets levetid vil gjøre tiltaket lønnsomt. Se «Klimaskall B.1». 	<ul style="list-style-type: none"> - Økt materialbruk til bygningskroppen medfører økte materialutslipp. - Ekstra isolasjonsmateriale vil ha en merkostnad på anslagsvis 5%.

Pkt.	Tiltak	Fordeler	Ulemper
		Isolasjonsnivå (U-verdier og kuldebroverdier) må fastsettes basert på varmetapsberegning med reelle temperaturforhold og tilhørende LCA.	
B	Klimaskall		
B.1	Økt isolasjonsnivå tilsvarende passivhus	<ul style="list-style-type: none"> - Betydelig redusert energibehov til oppvarming og derav redusert klimagassutslipp for energi i drift. - Vurdering viser at materialutslipp for ekstra isolasjon er marginale sammenlignet med reduserte utslipp fra energibruk i drift. Effekten påvirkes imidlertid av endelig energiforsyning. 	<ul style="list-style-type: none"> - Økt materialbruk til bygningskroppen medfører økte materialutslipp. - Ekstra isolasjonsmateriale vil ha en merkostnad på anslagsvis 5%.
B.2	Optimalisere Vindusareal	<ul style="list-style-type: none"> - Redusert energibehov. Varmetapet gjennom et vindu er typisk 5-6 ganger så høyt som varmetapet gjennom en yttervegg. - Reduserer klimagassutslipp både som følge av redusert vindusareal og redusert energibruk til oppvarming. - Reduserte investeringskostnader. Vinduer koster anslagsvis 30% mer per m² enn yttervegg. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan medføre økte kostnader ifm. prosjektering. - Kan gå på bekostning av arkitektoniske utforminger.
B.3	Redusert luftlekkasjetall	<ul style="list-style-type: none"> - Reduserer klimagassutslipp som følge av redusert energibruk. - Investeringskostnader vil være lite påvirket. 	<ul style="list-style-type: none"> - Økt fokus på byggdetaljer kan medføre noe lengre byggetid.

Pkt.	Tiltak	Fordeler	Ulemper
B.4	Kompakt utforming	<ul style="list-style-type: none"> - Redusert energibruk og redusert fotavtrykk gir reduserte klimagassutslipp. - Mulighet for reduserte investeringskostnader. - Redusert risiko for byggefeil gjennom enkle og robuste detaljer. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kompakt utforming kan gi begrensninger på arkitektoniske løsninger/utforminger.
C	Innvendige klimasoner		
C.1	Optimalisert organisering av ulike klimasoner	<ul style="list-style-type: none"> - Vil redusere energibehov og derav klimagassutslipp og energikostnader. - Potensielt reduserte investeringskostnader gjennom optimaliserte føringsveier for rør, ventilasjon og elektroinstallasjon. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan kreve ekstra planlegging og prosjektering
D	Ventilasjon		
D.1	Tilrettelegge for behovsstyring av luftmengder	<ul style="list-style-type: none"> - Vil redusere energibehov og derav klimagassutslipp. Et anlegg med behovsstyrt ventilasjon vil spare energi på: <ul style="list-style-type: none"> • Vifter, ved at det er lavere luftmengde og lavere trykk i store deler av driftstiden. • Ettervarme, ved at det er lavere luftmengde som skal varmes opp etter varmegjenvinner. • Romoppvarming, ved at et rom ikke overventileres når belastningen er lav. 	<ul style="list-style-type: none"> - Noen merkostnader som følge av at deler av bygget vil ha kontinuerlig bruk over døgnet (f.eks. beboerrom), og det være begrensede områder hvor det er aktuelt med behovsstyring. Dersom en hensyntar dette tidlig i prosjekteringen vil det være mulig å designe et anlegg hvor merkostnaden ikke blir veldig stor, da en uansett vil måtte ha spjeld som fungerer som CAV i samme område.

Pkt.	Tiltak	Fordeler	Ulemper
D.2	Styringsprinsipp og drift	<ul style="list-style-type: none"> - Et godt styringsprinsipp og gode driftsforhold vil redusere energibehov og derav klimagassutslipp. - Et anlegg med gode forhold for god drift vil spare energi ved å legge inn mulighet for: <ul style="list-style-type: none"> • Optimalregulert anlegg • Logging av temperaturer i ventilasjonsanlegget • Logging av romtemperaturer • Alarm ved unormal drift på varmegjenvinner • Energimålere på strategiske steder i anlegget • Nattsinking av romtemperaturer 	<ul style="list-style-type: none"> - Ved spjeldvinkeloptimalisering vil en måtte påregne noe ekstra kostnad til programmering (evt. egen modul for dette). Øvrige komponenter er ofte del av en standardleveranse for et ventilasjonsanlegg, og det er først og fremst bruken av data som kan medføre besparelser.
D.3	Gunstige plassering av luftinntak	<ul style="list-style-type: none"> - Vil redusere energibehov og derav klimagassutslipp. - Ved å plassere luftinntaket på gunstig sted vil en f.eks. kunne unngå unødvendig kjøling av ventilasjonsluft. - I utgangspunktet ingen merkostnad dersom dette hensyntas fra tidlig fase mht. plassering av tekniske rom, føringsveier etc. 	
D.4	Korte føringsveier og lave hastigheter i kanalnett	<ul style="list-style-type: none"> - Ved å designe et anlegg med sentralt plasserte tekniske rom, kortest mulig føringsveier og lave hastigheter vil en redusere trykkbehovet på viftene, og dermed redusere energibehovet. 	<ul style="list-style-type: none"> - I utgangspunktet lav merkostnad dersom dette hensyntas fra tidlig fase mht. plassering av tekniske rom, føringsveier etc. Noe ekstra kostnad vil måtte påregnes ved økte kanaldimensjoner.

Pkt.	Tiltak	Fordeler	Ulemper
		<ul style="list-style-type: none"> - Redusert energibehov gir redusert klimagassutslipp. 	
E	Varmt bruksvann		
E.1	Foroppvarming av tappevann med termisk energitilførsel fra væske/vann varmepumpe	<ul style="list-style-type: none"> - Redusere andel tilført elektrisk energi betraktelig som følge at væske/vann varmepumpen SCOP vil normalt være rundt 3,5. - Redusert energibehov gir redusert klimagassutslipp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Høyere investeringskostnad
F	Belysning		
F.1	Bruk av LED	<ul style="list-style-type: none"> - Gir redusert energibruk og derav redusert klimagassutslipp. - Noe høyere investeringskostnad sammenlignet med andre lyskilder, men har lengre levetid og lavere kostnader gjennom livet. Generelt lønnsomt. 	
F.2	Behovsstyrt belysning, basert på tilstedeværelse og dagslystilgang	<ul style="list-style-type: none"> - Gir redusert energibruk og derav reduserte klimagassutslipp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Noe høyere investeringskostnad til styringssystem sammenlignet med forenklet system, men lavere energikostnader på sikt.
F.3	Optimalisert utnyttelse av dagslys	<ul style="list-style-type: none"> - Redusert behov for elektrisk belysning gir lavere energikostnader. - Lavere energibehov gir reduserte klimagassutslipp. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan medføre økte kostnader ifm. prosjektering
G	Energiforsyning		
G.1	Væske/ vann varmepumpe	<ul style="list-style-type: none"> - Reduserer byggets behov for elektrisk energiforbruk betraktelig som følge av at væske/vann 	<ul style="list-style-type: none"> - Høy investeringskostnad

Pkt.	Tiltak	Fordeler	Ulemper
		varmepumpens SCOP ligger på 3,5. - Redusert energibehov gir redusert klimagassutslipp.	
G.2	Solcelleinstallasjon	- Gir redusert innkjøpt energi og derav redusert klimagassutslipp i driftsfasen.	- Høyere investeringskostnader. - Høye klimagassutslipp ifm. solcelleproduksjon.
H	Energioppfølging og driftskontroll		
H.1	Energioppfølging (EOS) og sentral driftskontroll (SD-anlegg).	- Optimal drift og kontroll på de ulike tekniske anlegg medfører redusert energiforbruk.	- Økt investeringskostnader
I	Materialbruk		
I.1	Bruk av nye lavutslipps-materialer (lavkarbonbetong, resirkulert stål og tre).	- Forutsatt referansebygg i betong og stål, kan 30% klimagassreduksjon oppnås ved å benytte lavutslippsmaterialer fremfor standard praksis. - Materialkostnader blir høyere ved massivtre, mens byggetiden blir kortere. Erfaring viser at kostnadmessig vil prosjekter med betong og massivtre være tilnærmet lik.	- Merkostnad for lavkarbonbetong klasse A og Ekstrem er henholdsvis 5% og 10% sammenlignet med standard betong.
I.2	Optimalisere betongfasthet	- Redusert sementbruk gir reduserte klimagassutslipp. - Lavere fasthetsklasser reduserer materialkostnader.	
I.3	Ombrukte materialer	- Reduserer materialbruk og derav klimagassutslipp. Besparelsen avhenger av nødvendig bearbeiding for eksisterende materialer.	- Materialer som ikke kan direkte ombrukes og/eller som krever bearbeiding, testing eller dokumentasjon vil økte

Pkt.	Tiltak	Fordeler	Ulemper
		<ul style="list-style-type: none"> - Materialer som kan direkte ombrukes vil ha betydelige reduserte merkostnader eller ingen merkostnad. 	<p>kostander og utslipp. F.eks. hulldekker har per i dag en merkostnad på 50%.</p>
I.4	Planlegge for fremtidig ombruk	<ul style="list-style-type: none"> - Vil medfører betydelig klimagassreduksjon og redusere ressursbehovet i fremtiden. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostander avhenger av tiltak. Sannsynligvis noen merkostnader ifm. prosjektering og tilrettelegging.
J	Byggeplass		
J.1	Fossilfri byggeplass	<ul style="list-style-type: none"> - Reduserer klimagassutslipp med rundt 50-90%. Avhenger av fordeling mellom fossilfrie energibærere. 	<ul style="list-style-type: none"> - Merkostnad til fossilfri byggeplass skyldes i hovedsak høyere drivstoffpriser for biodiesel. - Investeringskostnader og eventuelt merkostnader i forbindelse med lengre byggetid for elektriske maskiner (lading) er ikke vurdert.
J.2	Redusere utgravde masser.	<ul style="list-style-type: none"> - Mindre utgravde masser reduserer gravearbeid og transport, og derav energibruk og klimagassutslipp. - Transport til nærliggende tomter bidrar til redusert transport, og derav energibruk og klimagassutslipp. - Mindre anleggs- og transportarbeid gir kortere byggetid og lavere energiforbruk. Reduserer kostander. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan medføre økte planlegging og tilrettelegging.
J.3	Redusere nødvendig avfall	<ul style="list-style-type: none"> - Mindre avfall reduserer avfallstransport og derav 	<ul style="list-style-type: none"> - Eventuelle merkostnader avhenger av om avfallet leveres til

Pkt.	Tiltak	Fordeler	Ulemper
		<p>også energibruk og klimagassutslipp.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Levering til nærmeste deponi reduserer transportavstand, og derav energibruk og klimagassutslipp. - Materialgjenvinning fremfor deponi redusere behovet for nye materiellressurser. 	<p>materialgjenvinning eller deponi. Merkostnad ved materialgjenvinning i forbindelse med frakt, kontroll og sortering.</p>
K	Overvannshåndtering		
K.1	Grønne tak	<ul style="list-style-type: none"> - Vannmengden reduseres og intensiteten på avrenningen til avløpsnettet dempes, også når substratet er vannmettet. - Forurensninger som går i overløp når avløpsnettet er overbelastet, reduseres. - Bymiljøet blir grønnere, og oppleves bedre for innbyggerne. - Vegetasjonen kjøler bygninger på varme dager, og kan isolere litt på kalde dager. - Svevestøv kan fanges inn. - Støy ovenfra dempes, myke flater fanger lyd, og reduserer støy. - Takets levetid øker vanligvis betydelig. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anleggskostnadene er ofte større enn ved bruk av takpapp/shingel. - Hvis lekkasje oppstår på taket, er det mer krevende å finne skaden. - Sedum-arter på «svartelisten» kan spre seg til norsk natur, hvis arten finnes på taket. - Hvis dreneringen av taket feiler, kan vegetasjonen dø. - Ettersyn/oppfølging er nødvendig. Et hvert grøntanlegg trenger skjøtsel. Sluk på tak må holdes åpne.
K.2	Underjordisk fordrøyningsmagasin	<ul style="list-style-type: none"> - Kan dimensjoneres iht. ønsket behov - Kan gjemmes under bakken - Opptar ikke areal i dagen 	<ul style="list-style-type: none"> - Krever plass under bakken - Krever vedlikehold og kan slutte å fungere om det

Pkt.	Tiltak	Fordeler	Ulemper
		<ul style="list-style-type: none"> - Lang levetid 	<ul style="list-style-type: none"> ikke blir driftet og vedlikehold korrekt - Utfordrende installering og dimensjonering - Må tilpasses lokale forhold som f.eks. grunnvannshøyde - Sensitive for feilkoblinger
K.3	Regnbed	<ul style="list-style-type: none"> - God evne til å redusere flomtoppbelastningen i et aldrende avløpssystem - Tilbakeholder vannet lokalt og etterfyller grunnvannet. - Lar seg ettermontere i nedbørfelt med overvannsutfordringer. - Bevarer vann i det urbane miljøet. - Kan rense forurenset overvann. - Forsterker grønnstrukturen og øker biodiversiteten i byene. - Involverer befolkningen i løsningsrettet adferd 	<ul style="list-style-type: none"> - Anleggene krever overflateareal (ofte ca. 5 % av aktuelt nedbørfelt). - Ved tette masser (leirholdig grunn), må disse skiftes og regnbedet dreneres, det vil si kostnadene øker. - Lite utprøvd i norsk klima - Krever (som andre tiltak) vedlikehold.

7. Konklusjon

Denne rapporten presenterer ulike energi- og klimatiltak som er vurdert med hensyn til klimaeffekt og livssyklus kostnader. Følgende anbefalinger kan trekkes ut fra rapporten:

Passivhusnivå iht. NS3701:2012 anbefales fremfor TEK17. Det innebærer økt isolasjonsgrad og tetter bygningskropp, samt redusert energibehov til bl.a. oppvarming og kjøling. Bruk av vannbårent varmesystem med energiforsyning fra væske/vann eller vann/vann varmepumpe og naturlig kjølemedium. Solceller bør etableres på tak for å redusere behov for levert energi. Valg av solcellemoduler bør imidlertid gjøres basert på klimagassvurderinger da det er stor forskjell mellom beste- og standard praksis. Utnytte dagslys i størst mulig grad for å redusere behov for kunstig belysning. Der hvor behovet likevel oppstår, bør LED-belysning benyttes.

Rom med tilsvarende temperatur-, fukt- og driftsforhold bør fortrinnsvis ligge samlet. Rom som kun skal brukes deler av døgnet (f.eks. på dagstid) bør tilrettelegges for behovstilpasset ventilasjon, mens beboelsesrom bør legges til rette for et ventilasjonsanlegg med kontinuerlig drift. Temperaturstyring bør legges til rette for individuell regulering. Passive tiltak anbefales fremfor mekaniske tiltak, og i så måte anbefales det installasjon av solskjerming uavhengig av løsning for ventilasjonsluft.

For materialer bør minimum lavkarbonbetong klasse A med lavest mulig fasthetsklasse benyttes sammen med armeringsstål med 99% resirkulert skrapstål fra norsk eller nordisk leverandør. Stålprofiler med høy andel resirkulert skrapstål:

- HEA, HEB, IPE, osv. bør inneholde >85% resirkulert stål,
- Hulprofiler bør inneholde >13% resirkulert stål.
- HSQ bør inneholde \geq 11% resirkulert stål.

Massivtrevegger benyttes kun ved bærende/avstivende funksjon og kjøpes fortrinnsvis fra norsk leverandør. Trestender benyttes fremfor stål.

FutureBuilts kriterier for sirkulære bygg legges til grunn. Det innebærer stort fokus på gjenbruk av eksisterende materialer på tomten, samt tilrettelegging for fremtidig ombruk ved bl.a. bruk av prefabrikkerte elementer og bruk av stål med standard dimensjoner og reversible innfestninger fremfor ikke reversible.

Byggeplass bør minimum være fossilfri.

Ettersom prosjektet fortsatt er i en tidligfase hvor flere faktorer ikke er bestemt, er det ikke gjennomført en fullstendig LCC vurdering i denne rapporten. En vurdering av klimaeffekt, energibesparelse og merkostnader er likevel estimert basert på grunnlag og beregninger presentert i denne rapporten, samt erfaringstall fra andre prosjekter hvor tilstrekkelig underlag ikke foreligger per nå. Klimaeffekt og kostnader for ombrukbarhet er vanskelig å kvantifisere og er derav ikke inkludert i vurderingen. Vurderingen er presentert i Tabell 7-1.

Tabell 7-1 Estimerte klimaeffekter, energibesparelser og merkostnader.

Tiltak	Klimaeffekt (tCO ₂ e/år)	Klimaeffekt 60 år (tCO ₂ e)	Energi-besparelse (MWh/år)	Energi-besparelse 60 år (MWh)	Merkostnad (%)
Energibudsjett (2.1)	74	4 450	690	41 400	5%
Klimaskall (2.2)	82	4 892	786	47 146	5%
Ventilasjonsstrategi (2.4)	14	849	131 ⁴	7 840 ⁷	10-30%
Varmt forbruksvann (2.5)	10,8	648	100	6 800	5-15%
Belysning (2.6)	19	1 135	175	10 512	1-2%
Energiforsyning (2.7)	36	2 205	340	20 421	80-90%
Solceller (2.9) (Levetid 30 år)	1 - 8	70 - 500	286 - 416	8 580 - 12 480	100%
Materialvalg (3.2)	24	1 422	-	-	5-10%
Ombruk (3.3)	1,5 ¹	85	-	-	5-20% ²
Ombrukbarhet ³ (3.4)	-	-	-	-	-
Fossilfri byggeplass (4.1)	1,1	64	-	-	50%
Grønne tak (5.2.1)	Tiltak vil redusere nødvendig avrenningskapasitet på eksisterende overvannsanlegg.				30%
Underjordisk fordrøyningsmagasin (5.2.1)	Tiltak vil redusere nødvendig avrenningskapasitet på eksisterende overvannsanlegg.				15%
Regnbed (5.2.3)	Tiltak vil redusere nødvendig avrenningskapasitet på eksisterende overvannsanlegg.				30%
Sum	263 - 270	15 820 - 16 250	2 508 - 2 638	142 699 - 146 599	

¹ Forutsatt direkte ombrukbare komponenter fra ombrukskartlegging fremfor nye produkter.

² Vanskelig å anslå merkostnader i forbindelse med ombruk av eksisterende bygningskomponenter og tekniske installasjoner da kostnader er svært avhengig av nødvendig bearbeiding, testing, dokumentasjon og transport til mellomlagring, samt ekstra prosjektering.

³ Klimaeffekt og kostnader for ombrukbarhet er vanskelig å kvantifiseres, dvs. hvor mye materialutslipp som kan spares ved tilrettelegging for fremtidig ombruk og kostnader ved dette. Per i dag vil ombrukbare materialer telle positivt i klimagassregnskap for bygget det ombrukes i, mens ombrukbarhet ikke vurderes i klimagassregnskapet til bygget som tilrettelegger og planlegger for ombrukbarhet.

⁴ Det er vanskelig å anslå energibesparelse, da det er avhengig av anleggets oppbygning, belastning, om VAV-systemet fungerer som forventet (inkl. variasjon i systemet), hvilke sensorer som styrer anlegget, krav til temperaturer m.m. Det er vanskelig å bestemme merkostnad, da dette i stor grad vil avhenge av anleggets design og byggets utforming. Merkostnaden er basert på estimat fra Holte.

Referanser

- [1] Gjesdal kommune, «Energi og klimaplan,» 2011.
- [2] Gjesdal kommune, «Utviklingstrekk 2020, Kunnskapsgrunnlag for kommunal plastrategi,» 2020.
- [3] A. Førland-Larsen, K. T. Bramselv og E. A. Hammer, «Nullutslippsbygg - er det mulig?,» Grønn Byggallianse.
- [4] M. Killingland, A. F. Lånke, M. M. Ragnøy, P. Aga, F. Smits, I. Andersen, K. Elvebakken og F. Holthe, «Nesten Nullenergibygge - forslag til nasjonal definisjon,» Rambøll, 2013.
- [5] M. J. Scholand og H. E. Dillon, «Life-cycle Assessment of energy and environmental impacts of LED lighting products, Part 2,» U.S. Department of energy, 2012.
- [6] M. Fuglseth, H. Haanes, O. D. Andvik og A. S. Nordby, «Klimavennlige byggematerialer - Potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk,» Enova SF, 2020.
- [7] FutureBuilt, «FutureBuilts kriterier for sirkulære bygg,» FutureBuilt, 2020.
- [8] E. Widenoja, K. Myhre og L. Kilvær, «DIP15 Ombruk av konstruksjonsstål og tilhørende byggematerialer,» Norsk Stålforbund, 2017.
- [9] P. Hradil, A. Talja, M. Wahlström, S. Huuhka, J. Lahdensivu og J. Pikkuvirta, «Re-use of structural elements - Environmentally efficient recovery of building components,» VTT Technology 2000, 2014.
- [10] Direktoratet for forvaltning og økonomistyring, «Utslippsfrie bygge- og anleggsplasser,» Anskaffelsen.no, 2022.
- [11] S. M. Engen, «Innlegg: Deponi mer lønnsomt enn gjenbruk,» Bygg.no, 2022.
- [12] ENOVA m.fl., «Klimakur 2030,» Miljødirektoratet, 2020.
- [13] Samferdselsdepartementet, «Handlingsplan for fossilfrie anleggsplasser innen transportsektoren,» Regjeringen, 2021.
- [14] Å. L. S. o. K. S. Harald Taxt Walnum, «Energibruk til varmt tappevann,» Sintef.

Vedlegg A - Ombruksrapport

Oppdragsgiver:	Gjesdal kommune
Oppdragsnavn:	Ålgård bo- og aktivitetssenter - Energi- og materialkonsept
Oppdragsnummer:	638964-01
Utarbeidet av:	Elise Aga
Oppdragsleder:	Magnar Berge
Dato:	16.12.2022
Tilgjengelighet:	Åpent

Notat Ombrukskartlegging

Sammendrag

Det er utarbeidet en overordnet ombrukskartlegging av bygningsmaterialer og fast inventar for Gjesdal kommune i forbindelse med nye Ålgård bo- og aktivitetssenter. Ombrukskartleggingen omfatter kommunens eiendommer som skal rives. Følgende eiendommer er vurdert:

- Kyrkjeveien 9
- Kyrkjeveien 11
- Kyrkjeveien 13
- Kyrkjeveien 15
- Kyrkjeveien 17B
- Ole Nielsens vei 24
- Ole Nielsens vei 26
- Turnhallveien 2
- Turnhallveien 4
- Turnhallveien 8

Notatet viser kartlagte bygningsmaterialer og en vurdering av ombrukbarhet. De kartlagte elementene må sees i sammenheng med nybygget for å vurdere hvilke som kan ombrukes før det gjennomføres en detaljert kartlegging.

Notatet viser også estimert klimagassbesparelse for de ulike bygningsdelene.

Sammendrag

1. Om oppdraget

- 1.1. Bakgrunn
- 1.2. Byggenes historie
- 1.3. Byggets tekniske installasjoner
- 1.4. Byggets tekniske tilstand
- 1.5. Eksisterende dokumentasjon
 - 1.5.1. Relevante rapporter

2. Funn

- 2.1. Vurdering av ombrukspotensiale
- 2.2. Klimagasseffekt
- 2.3. Oppsummering og videre anbefalinger

3. Videre prosess og logistikk

- 3.1. Demontering
- 3.2. Salgs-prosess
- 3.3. Anskaffelse

Versjonslogg:




01	25.11.22	Nytt dokument	EA	
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS


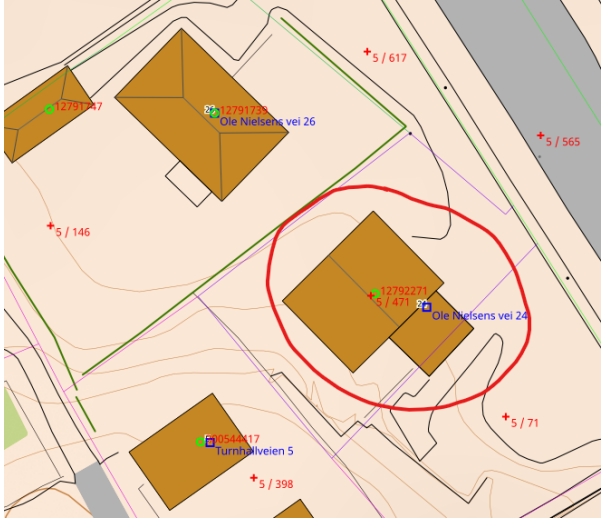
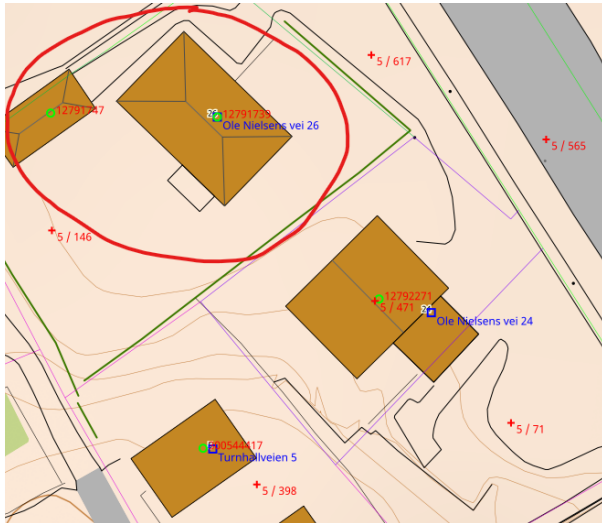
1. Om oppdraget



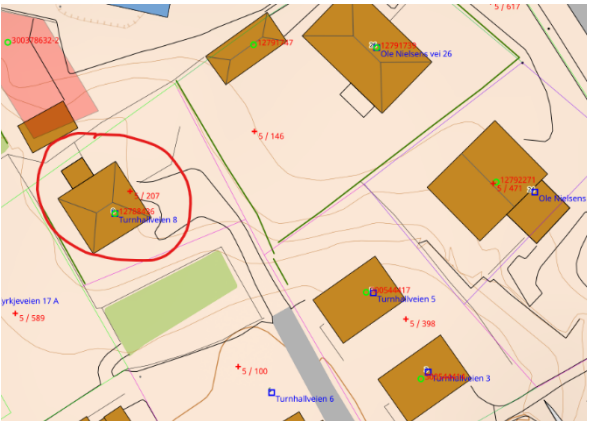
1.1. Bakgrunn

I forbindelse med tilrettelegging for nye Ålgård bo- og aktivitetssenter skal kommunens eiendommer på tomten rives. Ombrukskartleggingen har tatt for seg bygningsmaterialer, tekniske installasjoner og fast inventar. Løst inventar tilhører eier/leietakere og er ikke kartlagt.

Om kartlegging		
Byggeier / Oppdragsgiver	Gjesdal Kommune	
Kontaktperson	Jarle Ims	
Prosjektnavn	Ålgård bo- og aktivitetssenter	
Prosjektadresser (gårdsnr./bruksnr.)	Kyrkjeveien 9 (5/174) Kyrkjeveien 11 (5/241) Kyrkjeveien 13 (5/98) Kyrkjeveien 15 (5/247) Kyrkjeveien 17B (5/99) Ole Nielsens vei 24 (5/471) Ole Nielsens vei 26 (5/146) Turnhallveien 2 (5/174) Turnhallveien 4 (5/96) Turnhallveien 8 (5/207)	
Ombruksrådgiver / kartlegger	Asplan Viak AS	
Kartlegging utført av	Martin Grindheim Johannessen og Elise Aga	
Dato for kartleggingen	24.11.2022	
Om byggene		
Kyrkjeveien 9 	Areal (BTA)	Ca. 97 m ²
	Antall etasjer	2 etasjer + kjeller og loft
	Byggeår Påbygnings-/rehab?	Byggeår 1973. Tilbygg i 2006. Div. ombygginger i 2018.
	Hovedmaterialbruk	Grunnmur i betong. Øvrige materialer i tre.

<p>Kyrkjeveien 11</p> 	<p>Areal (BTA)</p>	<p>Ca. 177 m²</p>
	<p>Antall etasjer</p>	<p>2 etasjer + kjeller</p>
<p>Byggeår Påbygnings-/rehab?</p>		<p>Byggeår 1949. Ombygget i 1988.</p>
	<p>Hovedmaterialbruk</p>	<p>Grunnmur i betong. Øvrige materialer i tre.</p>
<p>Kyrkjeveien 13</p> 	<p>Areal (BTA)</p>	<p>Ca. 124 m²</p>
	<p>Antall etasjer</p>	<p>2 etasjer + kjeller og loft</p>
<p>Byggeår Påbygnings-/rehab?</p>		<p>Byggeår 1961. Ombygget til midlertidig barnehage i ca. 2010.</p>
	<p>Hovedmaterialbruk</p>	<p>Grunnmur i betong. Øvrige materialer i tre.</p>
<p>Kyrkjeveien 15</p> 	<p>Areal (BTA)</p>	<p>Ca. 90 m²</p>
	<p>Antall etasjer</p>	<p>2 etasjer + kjeller</p>
<p>Byggeår Påbygnings-/rehab?</p>		<p>Byggeår 1970.</p>
	<p>Hovedmaterialbruk</p>	<p>Grunnmur i betong. Øvrige materialer i tre.</p>

<p>Kyrkjeveien 17B</p> 	<p>Areal (BTA)</p>	<p>Ca. 190 m²</p>
	<p>Antall etasjer</p>	<p>2 etasjer + kjeller</p>
	<p>Byggeår Påbygnings-/rehab?</p>	<p>Byggeår 1940. Rehabilitert i ca. 1980 og ombygget til midlertidig barnehage i ca. 2010.</p>
	<p>Hovedmaterialbruk</p>	<p>Grunnmur i betong. Øvrige materialer i tre.</p>
<p>Ole Nielsens vei 24</p> 	<p>Areal (BTA)</p>	<p>Ca. 100 m²</p>
	<p>Antall etasjer</p>	<p>2 etasjer + loft</p>
	<p>Byggeår Påbygnings-/rehab?</p>	<p>Byggeår 1974.</p>
	<p>Hovedmaterialbruk</p>	<p>Grunnmur i betong. Øvrige materialer i tre.</p>
<p>Ole Nielsens vei 26</p> 	<p>Areal (BTA)</p>	<p>Ca. 260 m²</p>
	<p>Antall etasjer</p>	<p>2 etasjer + kjeller og loft</p>
	<p>Byggeår Påbygnings-/rehab?</p>	<p>Byggeår 1953.</p>
	<p>Hovedmaterialbruk</p>	<p>Grunnmur i betong. Øvrige materialer i tre.</p>

<p>Turnhallveien 2</p> 	<p>Areal (BTA)</p>	<p>Ca. 160 m²</p>
	<p>Antall etasjer</p>	<p>2</p>
	<p>Byggeår Påbygnings-/rehab?</p>	<p>Byggeår 2017.</p>
	<p>Hovedmaterialbruk</p>	<p>Grunnmur i betong. Øvrige materialer i tre.</p>
<p>Turnhallveien 4</p> 	<p>Areal (BTA)</p>	<p>Ca. 365 m²</p>
	<p>Antall etasjer</p>	<p>1 etasje + loft</p>
	<p>Byggeår Påbygnings-/rehab?</p>	<p>Byggeår 2011.</p>
	<p>Hovedmaterialbruk</p>	<p>Grunnmur i betong. Øvrige materialer i tre.</p>
<p>Turnhallveien 8</p> 	<p>Areal (BTA)</p>	<p>Ca. 137 m²</p>
	<p>Antall etasjer</p>	<p>2 etasjer + kjeller og loft</p>
	<p>Byggeår Påbygnings-/rehab?</p>	<p>Byggeår 1940. Mindre ombygging/oppgradering i 2017/2018 ifm. bruksendring.</p>
	<p>Hovedmaterialbruk</p>	<p>Grunnmur i betong. Øvrige materialer i tre.</p>

1.2. Byggenes historie

Eneboligene er fra perioden 1940-1974 og er generelt av dårlig stand. Byggene benyttes i dag som kommunale boliger og minimalt med vedlikehold er planlagt ifm. at byggene skal rives. To bygninger er av nyere alder, rusboligene i Turnhallveien 2 fra 2017 og bo- og avlastningsboligene i Turnhallveien 4 fra 2010.

1.3. Byggets tekniske installasjoner

Samtlige eneboliger og rusboligene har installert varmepumpe. Bo- og avlastningsboligene har elkjel.

1.4. Byggets tekniske tilstand

Kyrkjeveien 13 og 17B ble i 2010 ombygget til midlertidige barnehager. Noen bygningsdeler er i den forbindelse oppgradert.

Resterende eneboliger har gjennomgått minimalt med oppgraderinger. Enkelte vinduer er skiftet ut ved behov. Restlevetiden for bygningsdeler er derfor generelt lav.

Rusboligene og barne- og avlastningsboliger er av nyere stand. Bygningsdeler har liten slitasje og de fleste materialer har god restlevetid.

1.5. Eksisterende dokumentasjon

Det finnes diverse plan- og branntegninger for byggene, for utenom eneboligen i Turnhallveien 8. Rusboligene og barne- og avlastningsboliger har i tillegg FDV-dokumentasjon.

1.5.1. Relevante rapporter

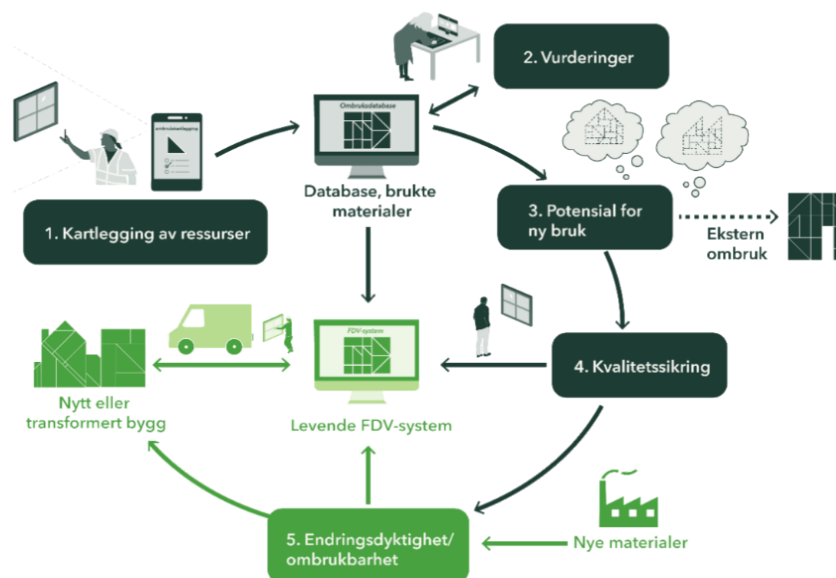
Multiconsult har foretatt asbestkartlegging av byggene. Det er ikke gjennomført en fullstendig miljøkartlegging eller tilstandsvurdering.

2. Funn

2.1. Vurdering av ombrukspotensiale

Kartleggingen har fokusert på bygningsmessige elementer og tekniske installasjoner. Løsøre og inventar er ikke kartlagt da dette tilhører eier/leietaker av bygget.

Databaseløsningen AV Ombruk med mobilapp er benyttet som verktøy for å samle info og bilder av elementene på byggeplass. Registreringene kan senere detaljeres, og eventuelt utvides og suppleres med mer utfyllende informasjon.



Figur 1 Trinnene i et ombruksprosjekt, med en databaseløsning som ivaretar informasjonsflyt i de ulike trinnene.

Kartlegging av ressurser (ombrukskartlegging) regnes som første trinn i et ombruksprosjekt. Trinn 2: *Vurderinger* knyttes til et utvalg komponenter og materialtyper som vi regner som representative for byggene og der det er et visst volum. Ombrukspotensiale vurderes etter følgende momenter;

- **Unngå farlig avfall:** Elementer med helse- og miljøfarlige stoffer skal ut av kretsløpet, og bør ikke brukes om igjen.
- **Demonterbarhet:** Elementer som er enkle å demontere og reparere.
- **Kvalitet / Restlevetid:** Elementer med god teknisk kvalitet og lang restlevetid.

- **Volum:** Elementer som det er mange av. Det øker sjansene for ombruk, internt i prosjekt eller eksternt, når det er større partier av samme type elementer.
- **Etterspørsel:** Spesielle elementer som det er etterspørsel etter, eller som generelt har kulturhistorisk verdi, lokal identitet eller andre spesielle egenskaper som kan øke attraktiviteten for ombruk.
- **Miljøeffekt (LCA):** Elementer som kan gi store miljøbesparelser ved ombruk, dvs. elementer som har store utslipp i produksjonsfasen og/eller transport fra produksjonssted.
- **Kost/nytte:** Elementer som kan gi kostnadsbesparelser ved ombruk.

Tabellen under viser kartlagte bygningskomponenter. Komponentene er vurdert etter kriterium over og er gitt verdi fra 1 til 3. Verdiene har følgende betydning:

1 - Lite egnet for ombruk

2 - Mulighet for ombruk

3 - Godt egnet for ombruk

Det er i henhold til TEK17 ikke gjennomført miljøkartlegging for byggene, noe som gjør det utforende å vurdere farlig avfall. Materialer som ikke inneholde farlig avfall er derfor gitt en score på 3, mens materialer som må sjekkes for farlig avfall får en score på 1. Det vil si at ombrukbare elementer som ikke er sjekket for farlig avfall kan få en lavere score.

Poeng summeres og indikeres med «traffiklys» indikatorer, uten vektning. Hvis oppdragsgiver legger høyere vekt på en gitt faktor, kan de vektlegge den kategorien. Typisk grense for at elementet bør vurderes som egnet for ombruk er:

Godt egnet for ombruk	Over 18 poeng
Mulighet for ombruk	16-17 poeng
Lite egnet for ombruk	0-15 poeng

Hvis en bestemt kategori er svært viktig i prosjektet (f.eks. LCA eller etterspørsel) kan komponenten vurderes for ombruk uavhengig av totalscore så lenge det ikke er farlig avfall.

Spesifikasjon	Inneholder farlig avfall?	Demonterbarhet	Restlevetid	Volum / mengde	Etterspørse l	Miljøeffekt (LCA)	Kost / nytte	SUM
Turnhallveien 2								
Automatisk kjøreport	3	3	3	1	1	2	3	16
Baderomspanel	3	2	3	1	1	2	2	14
Balkongdør	3	3	3	1	2	3	3	18
Bunnplate, betong	3	2	3	1	2	3	1	15
Brannskap	3	3	3	2	2	2	2	17
Kledning, kebony	3	3	3	1	2	2	2	16
Fibersementplater	3	3	3	1	2	3	3	18
Flettverksgjerde	3	3	3	1	1	2	2	15
Garderobeskap	3	3	3	1	1	1	3	15
Gummibelegg gulv	3	1	3	1	1	2	1	12
Heltrebjelker	3	2	3	1	2	2	2	15
Innerdører	3	3	3	1	2	1	3	16
Kjøkkeninnredning	3	3	3	2	2	2	3	18
Kjøleskap	3	3	3	2	2	3	3	19
Komfyr + platetopp	3	3	3	2	2	3	3	19
Kryssfiner plate	3	3	3	2	3	2	3	19
Lyktestolper	3	2	3	1	1	2	2	14
Oppvaskmaskin	3	3	3	2	2	3	3	19
Pex rør og ventiler	3	3	3	2	2	2	2	17
Sprinkler	3	2	3	2	2	2	2	16
Sprinkler hodet	3	3	3	2	2	2	3	18
Betongheller	3	3	3	1	1	3	3	17
Ståltrapp med rekkverk	3	3	3	1	1	3	2	16
Taklamper (LED)	3	3	3	3	2	2	3	19
Terrassebord	3	3	2	1	1	1	2	13
Trefiber takplate	3	3	3	1	1	2	2	15
Tre gjerde og pergola	3	3	3	1	1	2	3	16

Spesifikasjon	Inneholder farlig avfall?	Demonterbarhet	Restlevetid	Volum / mengde	Etterspørse l	Miljøeffekt (LCA)	Kost / nytte	SUM
Varmepumpe	3	3	3	2	2	3	3	19
Veggplater MDF	3	2	3	2	2	2	2	16
Ventilasjon	3	3	3	2	2	2	2	17
Ventilasjons aggregat	3	3	3	2	2	2	2	17
Ventilator	3	3	3	2	1	2	2	16
Vindu	3	3	3	2	2	3	3	19
VVB, ekspansjonskar	3	3	3	2	2	2	2	17
Ytterdører	3	3	3	1	2	2	3	17
W-takstol	3	3	3	1	2	2	2	16
Stender	3	3	3	2	2	1	2	16
Isolasjon	3	3	3	2	2	2	2	17
Turnhallveien 4								
Balkongdør	3	3	3	1	1	3	3	17
Brannsentral	3	2	3	2	2	2	2	16
Brannskap	3	2	3	2	2	2	2	16
Dusjdører (glass)	3	3	3	1	1	3	3	17
El. Skap	3	3	3	2	2	2	2	17
Gulvbelegg	3	1	2	2	1	2	1	12
Gulvvarme	3	2	3	2	2	2	2	16
Innvendig skyvedør	3	3	3	1	1	1	3	15
Innvendig branddør	3	3	3	1	2	2	3	17
Innvendig dører	3	3	3	1	1	1	3	15
Kjøkkeninnredning	3	3	3	1	2	2	3	17
Komfyr	3	3	2	2	2	3	3	18
Oppvaskmaskin	3	3	2	2	2	3	3	18
Servantskap	3	3	3	1	1	2	3	16
Sikringskap	3	2	3	2	1	2	2	15

Spesifikasjon	Inneholder farlig avfall?	Demonterbarhet	Restlevetid	Volum / mengde	Etterspørsel	Miljøeffekt (LCA)	Kost / nytte	SUM
Sprinkler	3	2	3	2	2	2	2	16
Taklampe	3	3	2	3	1	2	3	17
Takstein	3	3	3	2	2	3	3	19
Tre kledning	3	2	3	2	1	2	2	15
Vindu	3	3	3	2	2	3	3	19
VVB og rør	3	2	3	1	2	2	2	15
W-takstoler	3	3	3	2	2	2	2	17
Stender	3	3	3	2	2	1	2	16
Isolasjon	3	3	3	2	2	2	2	17
Turnhallveien 8								
Brannstige	3	3	3	1	1	2	3	16
Vindu	1	3	2	1	1	3	2	13
Varmepumpe	3	3	3	2	2	2	2	17
Ole Nielsens vei 26								
Skifertak	3	3	3	1	2	2	3	17
Vindu	1	3	2	1	1	3	2	12
Ytterdør	3	3	3	1	2	2	3	17
Gulvvarme	3	2	3	2	2	2	2	16
Sikringsskap	3	2	2	2	1	2	2	14
Varmepumper	3	3	2	2	2	2	2	16
Skifertak	3	3	3	1	2	2	3	17
Ole Nielsens vei 24								
Balkongdører	3	3	3	1	2	3	3	18
Tegl	3	2	3	1	2	3	2	16
VVB og rør	3	3	2	2	1	2	2	15
Kyrkjeveien 9								
Servant	3	3	2	1	1	2	3	15

Spesifikasjon	Inneholder farlig avfall?	Demonterbarhet	Restlevetid	Volum / mengde	Etterspørsel	Miljøeffekt (LCA)	Kost / nytte	SUM
Toalett	3	3	2	1	1	2	3	15
Badekar	3	3	2	1	1	2	3	15
Dusjevegg	3	3	2	1	1	2	3	15
Balkongdør	3	3	3	1	2	3	3	18
Brannløser	1	3	3	1	2	2	3	15
El. Ovn	3	3	3	1	2	2	3	17
Kjøkkeninnredning	3	3	2	1	1	2	3	15
Panel	3	2	2	1	1	1	1	11
Peis	3	2	1	1	1	1	1	10
Taklamper	3	3	3	1	1	2	1	14
Tegl	3	2	3	1	2	3	2	16
Varmepumpe	3	3	2	2	2	2	2	16
Ventilasjon	3	3	2	2	2	2	2	16
Vindu	3	3	3	1	2	3	2	17
Kyrkjeveien 11								
Ventilasjon	3	3	2	1	1	2	2	14
Kyrkjeveien 13								
Kjeller, betong	1	2	3	2	2	2	2	14
Kledning	3	2	3	2	2	2	2	16
Skifer	3	2	3	1	2	2	2	15
Servant	3	3	3	1	2	2	3	17
Toalett	3	3	3	1	2	2	3	17
Kjøkkeninnredning	3	3	2	1	2	2	3	16
Varmepumpe	3	3	3	2	2	2	3	18
Kyrkjeveien 15								
Servant + toalett	3	3	2	1	1	2	3	15
Dusj, toalett og servant	3	3	2	1	1	2	3	15

Spesifikasjon	Inneholder farlig avfall?	Demonterbarhet	Restlevetid	Volum / mengde	Etterspørsel	Miljøeffekt (LCA)	Kost / nytte	SUM
Balkongdør	3	3	3	1	1	3	2	16
Kjeller, betong	1	2	3	2	2	2	2	14
Kjøkkeninnredning	3	3	2	2	1	2	2	15
Kledning	3	2	3	2	2	2	2	16
Komfyr	3	3	2	1	2	3	1	15
Takstein	1	3	3	2	2	3	3	17
Tegl	3	2	3	1	2	3	2	16
Varmepumpe	3	3	2	1	1	2	2	14
VVB og rør	3	2	2	1	2	2	2	14
Kyrkjeveien 17B								
Skifertak	3	3	3	2	2	2	3	18
Terrassebord, royalimpregnert	3	3	3	1	2	2	2	16
Servant	3	3	2	2	2	2	3	17
Toalett	3	3	2	2	2	2	3	17
Dusjvegg (glass)	3	3	2	2	2	3	3	18
Innerdører	3	3	3	2	2	2	3	18
Panel	3	2	2	2	1	1	1	12
Kjøkkeninnredning	3	3	2	2	1	2	2	15
Vindu og balkongdører	1	3	2	2	2	3	3	16
Komfyr	3	3	3	1	2	2	3	17
Sikringsskap	3	3	3	1	2	2	2	16
Vannfordelingskap	3	3	3	1	2	2	3	17

2.2. Klimagasseffekt

Tabellen under angir typisk klimagassutslipp per enhet for elementene inkludert i ombrukskartleggingen, der hvor det foreligger data. Utslippene er grove estimater og svært produktavhengig. Potensiell klimagassbesparelse ved ombruk må også vurderes med hensyn til nødvendig bearbeiding av elementene.

Total potensiell besparelsen bør detaljeres sammen med detaljert kartlegging og kun inkludere elementer som skal ombrukes.

Spesifikasjon	Total score ombruk	Estimert klimagassbesparelse ved ombruk	Enhet
Turnhallveien 2			
Automatisk kjøreport	16	-	-
Baderomspanel	14	21	kg CO ₂ e/m ²
Balkongdør	18	237	kg CO ₂ e/stk
Betongheller	17	29	kg CO ₂ e/m ²
Betongplate og fundament	15	320	kg CO ₂ e/m ³
Brannskap	17	8	kg CO ₂ e/stk
Kledning, tre, kebony	16	328	kg CO ₂ e/m ³
Fibersementplater	18	12	kg CO ₂ e/m ²
Flettverksgjerde	15	-	-
Garderobeskap	15	139	kg CO ₂ e/stk
Gummibelegg gulv	12	6	kg CO ₂ e/m ²
Heltrebjelker, etasjeskiller	15	1	kg CO ₂ e/m ²
Innerdører	16	50	kg CO ₂ e/stk
Isolasjon	17	5	kg CO ₂ e/m ²
Kjøkken	18	237	kg CO ₂ e/stk
Kjøleskap	19	182	kg CO ₂ e/stk
Komfyr + platetopp	19	143	kg CO ₂ e/stk
Kryssfiner plate	19	4	kg CO ₂ e/m ²
Lyktestolper	14	136	kg CO ₂ e/stk
Oppvaskmaskin	19	132	kg CO ₂ e/stk
Pex rør og ventiler	17	6	kg CO ₂ e/m
Sprinkler	18	0,2	kg CO ₂ e/m ²
Sprinkler hodet	16	4	kg CO ₂ e/stk
Stender	16	1	kg CO ₂ e/m ²
Ståltrapp med rekkverk	16	1494	kg CO ₂ e/stk
Taklamper (LED)	19	11	kg CO ₂ e/stk
Terrasebord	13	3	kg CO ₂ e/m ²

Spesifikasjon	Total score ombruk	Estimert klimagassbesparelse ved ombruk	Enhet
Trefiber takplate	15	4	kg CO ₂ e/m ²
Tre gjerde og pergola	16	201	kg CO ₂ e/m ³
Varmepumpe	19	182	kg CO ₂ e/stk
Veggplater MDF	16	1	kg CO ₂ e/m ²
Ventilasjon, tilluftsventiler	17	2,41	kg CO ₂ e/stk
Ventilasjons aggregat	17	0,48	kg CO ₂ e/m ³ /h
Ventilator	16	42	kg CO ₂ e/stk
Vindu	19	129	kg CO ₂ e/m ²
VVB, ekspansjonskar	17	-	-
W-takstol	16	10	kg CO ₂ e/m
Ytterdører	17	37	kg CO ₂ e/stk
Turnhallveien 4			
Balkongdør	17	237	kg CO ₂ e/stk
Brannsentral	16	81	kg CO ₂ e/stk
Brannskap	16	8	kg CO ₂ e/stk
Dusjdører	17	78	kg CO ₂ e/stk
El skap	17	81	kg CO ₂ e/stk
Gulvbelegg	12	6	kg CO ₂ e/m ²
Gulvvarme	16	1	kg CO ₂ e/m ²
Innvendig skyvedør	15	34	kg CO ₂ e/stk
Innvendige branndører	17	34 ¹	kg CO ₂ e/stk
Innvendige dører	15	34	kg CO ₂ e/stk
Isolasjon	17	5	kg CO ₂ e/m ²
Kjøkken	17	237	kg CO ₂ e/stk
Komfyr	18	143	kg CO ₂ e/stk
Oppvaskmaskin	18	132	kg CO ₂ e/stk
Servantskap	16	13	kg CO ₂ e/stk
Sikringsskap	15	-	-
Sprinkler	16	4	kg CO ₂ e/stk
Stender	16	1	kg CO ₂ e/m ²
Taklamper	17	11	kg CO ₂ e/stk
Takstein	19	11	kg CO ₂ e/m ²
Tre kledning	15	3	kg CO ₂ e/m ²
Vindu	19	129	kg CO ₂ e/m ²
VVB og rør	15	-	-

¹ Branndører: er lagt til grunn utslippsfaktor for standard innerdører. Branndør vil ha høyere utslippsfaktor.

Spesifikasjon	Total score ombruk	Estimert klimagassbesparelse ved ombruk	Enhet
W-takstoler	17	10	kg CO ₂ e/m
Turnhallveien 8			
Brannstige	16	-	-
Varmepumpe	17	182	kg CO ₂ e/stk
Vindu	13	129	kg CO ₂ e/m ²
Ole Nielsens vei 26			
Gulvvarme	16	1	kg CO ₂ e/m ²
Sikringskap	14	24	kg CO ₂ e/m ²
Skifertak	17	24	kg CO ₂ e/m ²
Varmepumpe	16	182	kg CO ₂ e/stk
Vindu	12	129	kg CO ₂ e/m ²
Ytterdør	17	37	kg CO ₂ e/stk
Ole Nielsens vei 24			
Balkongdører	18	237	kg CO ₂ e/stk
Tegl	16	70	kg CO ₂ e/m ²
VVB og rør	15	-	-
Kyrkjeveien 9			
Badekar	15	13	kg CO ₂ e/stk
Dusjvegger	15	78	kg CO ₂ e/stk
Servant	15	13	kg CO ₂ e/stk
Toalett	15	13	kg CO ₂ e/stk
Balkongdør	18	237	kg CO ₂ e/stk
Branndører	15	37	kg CO ₂ e/stk
El. Ovn	17	-	-
Kjøkkeninnredning	15	237	kg CO ₂ e/stk
Panel	11	1	kg CO ₂ e/m ²
Peis	10	65	kg CO ₂ e/stk
Taklamper	14	11	kg CO ₂ e/stk
Tegl	16	70	kg CO ₂ e/m ²
Varmepumpe	16	182	kg CO ₂ e/stk
Ventilasjon	16	-	-
Vindu	17	129	kg CO ₂ e/m ²
Kyrkjeveien 11			
Ventilasjon	14	-	-
Kyrkjeveien 13			
Kjeller, betong	13	280	kg CO ₂ e/m ³
Kjøkkeninnredning	16	237	kg CO ₂ e/stk
Kledning	16	2	kg CO ₂ e/m ²
Servant	17	13	kg CO ₂ e/stk

Spesifikasjon	Total score ombruk	Estimert klimagassbesparelse ved ombruk	Enhet
Skifer	15	24	kg CO ₂ e/m ²
Toalett	17	13	kg CO ₂ e/stk
Varmepumpe	18	182	kg CO ₂ e/stk
Kyrkjeveien 15			
Dusj, toalett og servant	15	13	kg CO ₂ e/stk
Servant + toalett	15	13	kg CO ₂ e/stk
Balkongdør	16	237	kg CO ₂ e/stk
Kjeller, betong	14	280	kg CO ₂ e/m ³
Kjøkkeninnredning	15	237	kg CO ₂ e/stk
Kledning	16	2	kg CO ₂ e/m ²
Komfyr	15	143	kg CO ₂ e/stk
Takstein	17	11	kg CO ₂ e/m ²
Tegl	16	70	kg CO ₂ e/m ²
Varmepumpe	14	182	kg CO ₂ e/stk
VVB og rør	14	-	-
Kyrkjeveien 17B			
Skifertak	18	24	kg CO ₂ e/m ²
Terrassebord, royalimpregnert	16	3	kg CO ₂ e/m ²
Servant	17	13	kg CO ₂ e/stk
Toalett	17	13	kg CO ₂ e/stk
Dusjvegg (glass)	18	78	kg CO ₂ e/stk
Innerdører	18	50	kg CO ₂ e/stk
Panel	12	1	kg CO ₂ e/m ²
Kjøkkeninnredning	15	237	kg CO ₂ e/stk
Vindu og balkongdører	16	129	kg CO ₂ e/stk
Komfyr	17	143	kg CO ₂ e/stk
Sikringssskap	16	-	-
Vannfordelingssskap	17	-	-

2.3. Oppsummering og videre anbefalinger

Det er gjennomført en overordnet ombrukskartlegging som har identifisert ombrukbare bygningskomponenter og faste inventer. Det er også gitt en estimert klimagassbesparelse per enhet der hvor det foreligger data.

Med grunnlag i de vurderinger som er presentert her, må oppdragsgiver gjerne sammen med arkitekt og eventuelt også ombruksrådgiver vurdere hvilke bygningsdeler som kan være aktuelle å ombruke i nytt konsept. Oppdragsgiver må også vurdere om noen av faktorene for poenggiving skal vektas høyere.

Flere av kartlagte bygningsdeler har godt ombrukspotensiale både som samme bruk direkte inn i nybygget, men også med annen bruk eller at deler av elementene benyttes. For eksempel kan kjøkkenskap fra ulike bygninger settes sammen og benyttes videre, og nye fronter kan etableres ved bruk av kapp fra byggearbeidene.

Vindu demonteres skånsomt og elementvis uavhengig av videre bruk. Det vil si at ombruk av vindu ikke påvirker demonteringstiden. Vindu har typisk høye klimagassutslipp tilknyttet produksjon, noe som øker besparelse i forbindelse med ombruk. Flere av vinduene er av nyere stand, men U-verdier og dimensjoner varierer. En tidlig dialog med arkitekt vil i større grad muliggjøre ombruk ved at bygges utforming kan tilpasses vinduene fremfor å tilpasse vinduene til bygget. Alle vindu med asbest må imidlertid avfall behandles.

Samtlige eneboliger har fundament/kjeller i plasstøpt betong. Plasstøpt betong er vanskelig å direkte ombruke, men elementer kan skjæres ut og benyttes som utemøbler eller betongheller, og dermed forlenge levetiden av komponenten. Alternativt kan betongen knuses og brukes som tilslag i ny betong eller som fyllmasse. Det vil gi mindre ressursforbruk og mindre avfall, samt bidra til å redusere dagens høye klimagassutslipp fra betong. All betong må imidlertid sjekkes for farlig avfall.

Flere av eneboligene innehar tegl. Tegl har stort ombrukspotensial da levetiden generelt er veldig høy og produksjon av nytt tegl har store klimagassutslipp. Bruksområdene er også mange: direkte ombruk som kledning til inner- og yttervegg, bæresystem (skallmur), bearbeidet til skjermtegl som vil gi fasaden ett nytt inntrykk, utemøbler og utvendig dekker, samt at tegl i likhet med betong kan knuses og brukes som fyllmasser. Ombruk av tegl har i dag et stort markedspotensial, og selges for rundt 20 kr per stein. Nødvendig arbeid for demontering og bearbeiding må imidlertid veies opp mot ombrukspotensialet.

Utvendige planter, trær og busker er ikke inkludert i denne ombrukskartleggingen. Kommunens tomt er imidlertid stor, og grønt området har mye potensiale for videre bruk.

Det ble blant annet observert et betydelig antall tujahekker. Det anbefales derfor at planter, trær og busker graves opp og flyttes fremfor å rives og kastes.

Videre kan bjelker ombrukes direkte eller omformes til f.eks. kubbegulv, betongheller og takstein/skifer med høy restlevetid kan enkelt demonteres, lagres og fraktes, og dører og kryssfinerplater har stor etterspørsel for ombruk.

For tekniske installasjoner vil det være mest hensiktsmessig å selge ombrukbare komponenter. Det er fordi eksisterende bygg er av betydelig mindre dimensjoner enn hva som er tenkt for nye ÅBOAS. Vasker, toalett og blandebatterier er i god stand og kan fint ombrukes i nye ÅBOAS.

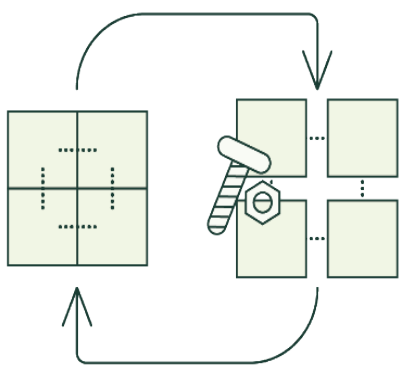
Det anbefales å legge særlig vekt på ombruk av bygningskomponenter fra Turnhallveien 2 og Turnhallveien 4 grunnet byggenes lave alder. Flere av elementene har god restlevetid og bør derfor selges dersom det ikke vurderes som ombrukbart i nybygget.

Når aktuelle bygningsdeler for ombruk er valgt bør det gjennomføres en detaljert kartlegging. En detaljert kartlegging vil måle opp mengder og vurdere de ulike faktorene, som for eksempel demonterbarhet og etterspørsel. Den vil også kommentere hva som eventuelt må sjekkes nærmere før en monterer. Estimert klimagass besparelse kan også oppdateres med total besparelse for prosjektet.

Kapittel 3 tar for seg videre prosess og logistikk etter at detaljert kartlegging er gjennomført.

3. Videre prosess og logistikk

3.1. Demontering



Alle komponenter som er egnet for ombruk, med god nok kvalitet, bør tilordnes på en liste for demontering slik at entreprenør kan demontere dem. Arkitekten kan plukke gjenstander som brukes lokalt (på samme byggeprosjekt) fra en A-Liste. Gjesdal kommune må bestemme hvordan de skal fordele komponentene:

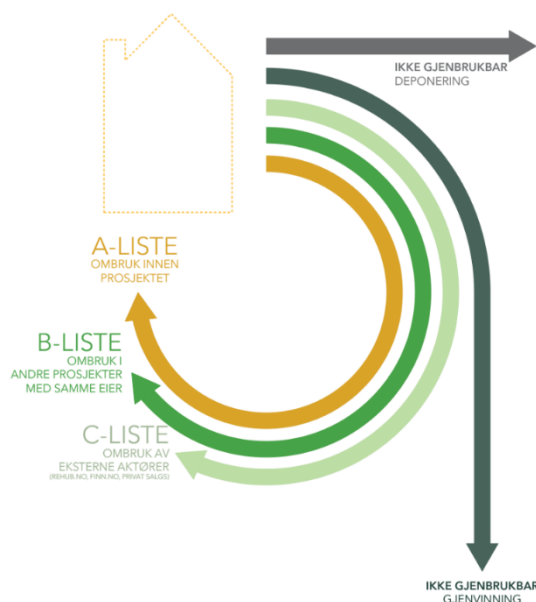
- A-liste: brukes i nye ÅBOAS
- B-liste: Bruk i andre prosjekter eiet av Gjesdal kommune, f.eks. nye barne- og avlastningsboliger.
- C-liste: selge, eksternt ombruk

Når det er tvil, er det bedre å selge materiale nå og kjøpe brukte materialer fra andre når det er behov.

Informasjon om B-liste-gjenstander fra andre lokale eiendommer bør også gjøres tilgjengelig for arkitektene i designfasen. Det anbefales å utvikle (eller kjøpe) et internt databasesystem for å spore disse elementene.

Disse listene må inngå i kontrakten med entreprenør. Det anbefales å ha en befaring og oppgaveforståelsesintervju / dialog med entreprenør før tildeling av kontrakt. Merk at det vil være nødvendig med tilstrekkelig tid i prosjektplanen for demontering, som tar mer tid enn destruktiv riving. Erfaringsmessig tar skånsom demontering omtrent 40 - 50 % lengre tid enn destruktiv riving, så denne tiden må legges inn i fremdriftsplanen.

Elementer på A-, B- og C-listene bør merkes fysisk før riving og gjennomgås med entreprenøren. Dette kan gjøres ved hjelp av maskeringstape eller en lignende avtagbar identifikasjon (ikke spraymaling eller noe som kan skade komponentene).





Figur 3-1: Komponenter merket for ombruk i et annet prosjekt

Gjesdal kommune må også avklare behov for mellomlagring for disse varene. Avklar med entreprenør hvem som har ansvaret for transporten til mellomlagring, samt hvor mye bearbeiding/oppussing som skal utføres av dem vs entreprenør (f.eks. fjerning av spiker).

3.2. Salgs-prosess



Vi anbefaler å føre opp alt til salg som ikke skal brukes direkte i nye ÅBOAS (A-liste) snarest. Dette kan gjøres på eksisterende markedsplasser som Rehub.no, FINN eller lignende lokale kanaler.

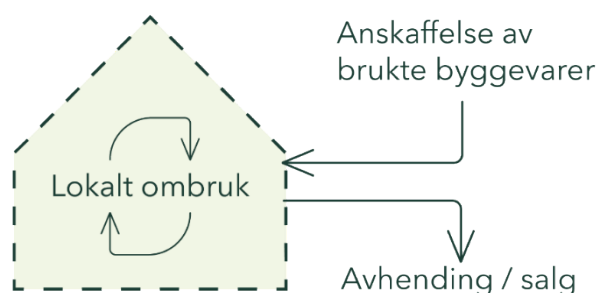
Dersom det ikke er et prosjekt umiddelbart som B-listekomponentene kan brukes i, er det bedre å selge dem og skaffe brukte materialer når behovet oppstår i fremtiden.

Grunnen til at vi anbefaler at B-liste-varer også legges ut for salg, er at det er bedre om gjenstander ombrukes umiddelbart av en ekstern part enn potensielt ombrukes på et ubestemt tidspunkt i fremtiden, etterlatt i et lager.

Oppføring på nettet er en måte å formidle materialer på. Erfaringsmessig kan også en åpen dag/auksjon være en god måte å formidle varer på. Det kan være nyttig å invitere små og mellomstore entreprenører, håndverkere, rørleggere og elektrikere til samling.

En salgsprosess vil føre med seg en logistikk og administrativt arbeid både økonomisk, men også praktisk med henting/levering av bygningskomponenter. Salg kan skje både til bedrifter og private.

3.3. Anskaffelse



Dersom det er aktuelt å anskaffe brukte byggematerialer kan det være mulig å se over riving- og rehabiliterings-tillatelse for å finne mulige innkjøpsmuligheter.

Kostnadene ved å benytte brukte bygningskomponenter varierer svært mye, og vil sannsynligvis endre seg etter hvert

som markedet modnes. Nå blir brukte materialer ofte gitt bort gratis, men det vil gi noe ekstra prosjekteringskostnader, demonteringskostnader, mellomlagring, tilpasning, og redokumentasjon som kan utligne disse besparelsene. Demonteringskostnader er avhengig av hvor mye ekstra arbeid som er nødvendig for skånsom demontering - f.eks., vinduer må fjernes helt uansett, så det er ingen ekstra tid eller kostnader som trengs for å fjerne disse.



asplan viak