

Bokvalitet AS

# RAPPORT

## VURDERING AV KLIMAKRITERIER - EKEBERGHAGEN

---

Dato: 05.03.2021  
Versjon: 03

## Dokumentinformasjon

**Oppdragsgiver:** Bokvalitet AS  
**Tittel på rapport:** Rapport - Klima- og energinotat Ekeberghagen  
**Oppdragsnavn:** Vurdering av energi- og klimaløsninger  
**Oppdragsnummer:** 632326-01  
**Utarbeidet av:** Lars Bugge

03	05.03.2021		LB	
02	23.02.2021		LB	
01	15.02.2021	Nytt dokument	LB	LBR
<b>VERSJON</b>	<b>DATO</b>	<b>BESKRIVELSE</b>	<b>UTARBEIDET AV</b>	<b>KS</b>

## Forord

---

Asplan Viak har vært engasjert av Bokvalitet AS / Dark Arkitekter for å beskrive ulike mulige miljøtiltak knyttet til boligprosjektet Ekeberghagen i Lier kommune.

Beskrivelsen / notatet er ment som et svar på kommunens krav beskrevet i dokumentet «Energi, klimaregnskap og klimaendringer i plansaker»

Lars Bugge har vært oppdragsleder for Asplan Viak. Liv B Rindal har kvalitetssikret dokumentet.

Sandvika, 05.03.2021

Lars Bugge  
**Oppdragsleder**

Liv B. Rindal  
**Kvalitetssikrer**

# Innhold

<b>1</b>	<b>OPPSUMMERING .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>GRØNN MOBILITET .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>ENERGILØSNINGER .....</b>	<b>10</b>
4.1	Energibehov .....	10
4.2	Energiforsyning .....	12
4.2.1	Bioenergi- bioolje, pellets, ved, flis og briketter .....	12
4.2.2	Varmepumper .....	14
4.2.3	Solenergi .....	15
4.2.4	Fjernvarme .....	17
4.2.5	Elektrisitet/Energifleksibel oppvarming .....	17
4.2.6	Elektrisitet/Energifleksibilitet bygg-kjøretøy .....	18
4.2.7	Vurdering energiløsninger .....	18
4.3	Oppsummering og andre forhold knyttet til kriteriene for energiløsning .....	18
<b>5</b>	<b>MATERIALVALG .....</b>	<b>19</b>
5.1	Klimagassutslipp .....	19
5.2	Helse- og miljøskadelige stoffer .....	21
5.3	Bærekraftig ressursbruk .....	22
5.4	Materialvurderinger og dokumentasjon .....	22
5.5	Gjenbruk .....	22
5.6	Oppsummering gjenbruk og materialvalg .....	24
<b>6</b>	<b>FOSSILFRI BYGGEFASE .....</b>	<b>25</b>
6.1	Oppvarming og byggtørking .....	25
6.1.1	Biobrensler .....	26
6.1.2	Elektrisitet .....	26
6.1.3	Fjernvarme .....	26
6.1.4	Andre løsninger .....	26
6.2	Anleggsmaskiner .....	27
6.2.1	Biodrivstoff .....	27
6.2.2	Elektriske anleggsmaskiner .....	27
6.3	Oppsummering kriterier fossilfri byggefase .....	28

# 1 OPPSUMMERING

Dette notatet beskriver ulike mulige miljøtiltak knyttet til boligprosjektet Ekeberghagen i Lier kommune.

Beskrivelsen / notatet er ment som et svar på kommunens krav beskrevet i dokumentet «Energi, klimaregnskap og klimaendringer i plansaker»

Notatet peker på tiltak egnet til å redusere bilbruk. Løsninger for el-billading, og kanskje på sikt også gjøre det mulig for el-biler å levere energi/effekt tilbake til bebyggelsen (nettet) er beskrevet.

Boligenes samlede energibehov er grovt anslått. I og med at bebyggelsen vil bestå av eneboliger, to- og tremannsboliger og blokkleiligheter, er det flere foreslått flere typer energiløsninger. For blokkbebyggelsen vil et felles varmeanlegg være naturlig å vurdere. Denne kan basere seg på bergvarme/varmepumper eller pellets, med el til dekning av spiss- og reservelast. For de andre boligtypene vil man også kunne vurdere løsninger basert på bergvarme/varmepumpe. Et alternativ for disse vil også kunne være løsninger med ved/pellets i kombinasjon med elektrisitet. Bebyggelsen ligger ikke slik til at fjernvarme er et forsyningsalternativ.

Mye av bebyggelsen er også godt egnet for å benytte solceller. Solstrøm vil kunne dekke en betydelig andel av el-behovet.

Notatet beskriver miljøhensyn knyttet til materialvalg mer generelt. Så langt planlegges det å benytte lavkarbonbetong i P-kjellere, og for øvrig satse på utstrakt bruk av trematerialer.

Avslutningsvis beskrives løsninger som bidrar til reduserte klimagassutslipp i byggefasen. Byggtørking basert på pellets, og el-drift av anleggsmaskiner kan være aktuelle å vurdere når utbyggingen planlegges videre.







Figur 2-2 Luftfoto som viser tomtens beliggenhet i Bøveien.

Fra kommunens side ønsker man å få beskrevet hvordan utbyggingen vil håndtere utfordringer knyttet til:

- Energiløsninger
- Gjenbruk og materialvalg
- Fossilfri byggefase
- Klimagassutslipp

Redegjørelsen skal legges ved utbyggers planforslag (for detaljregulering) av eiendommene.

### 3 GRØNN MOBILITET

Beboernes transportbehov vil bli løst etter tradisjonelle mønstre med privatbil i kombinasjon med kollektivtransport og gang/sykkel.

Utbyggingen ligger nord for Lierskogen tettsted, og grenser til skog/mark naturområder. Det er om lag 1 km til Lierskogen (Gamle Drammensvei). Her ligger flere bussholdeplasser med bussforbindelser til Drammen, Asker og Oslo. I store deler av aktuell trase for gange (Bøveien, Ovenstadveien og Heiaveien) er det bygd fortau og gang/sykkelsti.

Parkering planlegges ihht krav i kommuneplan. Det innebærer at eneboliger vil få har 3 plasser, mens leiligheter og konsentrert småhusbebyggelse har krav om 2 plasser. For leilighetsbyggene vil P-plasser anlegges primært i P-kjeller under byggene, men også med noen parkeringsplasser på mark. Småhusbebyggelsen har minimum 1 plass integrert i bebyggelsen eller i carport, og resten som biloppstillingsplasser. Innenfor delfelt BBB (blokkbebyggelsen) skal min. 25 % av parkeringsplassene tilrettelegges for lading av elbil.

Når det gjelder privatbil, ser det ut til å pågå trendsifter på flere plan som har betydning for hvordan man skal planlegge P-kapasitet:

- **Overgang til elektrisk drift av kjøretøy.** Dette betyr i seg selv lavere utslipp, men krever også P-plasser med lademulighet. El-drift av kjøretøy bør også sees i sammenheng med utnyttelse av lokal el-produksjon, f.eks. solceller, og på sikt også såkalte «V2G» (vehicle to grid) løsninger.
- **El-sykler.** El-sykler øker i popularitet. I prosjektet vil det tas høyde for tilrettelagte P-plasser med ladekapasitet for el-sykler.
- **P-behov.** Med et bedre kollektivtilbud, dyrere p-plasser i byen, muligheter for å benytte bildelingsordninger og økte miljøbevissthet generelt, kan det tenkes at P-behovet blir noe mindre enn det man har sett hittil.
- **Økt netthandel.** Mye bilbruk skyldes transportbehov av (daglig)varer. I fremtiden ser det ut til at netthandel øker, også når det gjelder «melk og brød». Ikke minst har corona-året 2020 vist en sterk økning av matvareleveranser direkte til husholdningene. Dersom denne utviklingen fortsetter vil det være viktig at også boligene tilpasses bedre til dette. Det kan f.eks. tenkes at hver bolig etter hvert trenger et «kjøleskap» eller del av et felles kjølerom slik at kjølevarer kan leveres uavhengig av om mottaker er hjemme eller ikke. På en måte kan man si at mens kasser for post/avis blir mer avleggs, forårsaket av mer elektronisk post og media, vil mer tilpassede løsninger for mottak av varer bestilt via nettet kunne øke.
- **Internett.** God internettilgang er viktig for mange formål. Nettopp for å legge til rette for nettbaserte arbeids- og studieplasser (hjemmekontor), og dermed redusere behov for transport til arbeidsplass, studiested og skole, er god fiberinfrastruktur e.l. (5G?) helt sentralt.

I den videre planleggingen er det viktig å søke å ta høyde for disse endringene. Særlig når det gjelder fremtidig behov for parkeringskapasitet, både faste parkeringsplasser og gjesteparkering, vil det være formålstjenlig å ha nær dialog med kommunen.



### **Oppsummering kriterier grønn mobilitet**

Utbyggingsprosjektet ligger et stykke fra kollektivknutepunkt dvs bussholdeplass. Til tross for at mye av veiene mellom utbyggingsområdet og Gamle Drammensvei (buss) har fortau og gang/sykelsti, vil avstanden på nær en kilometer mest sannsynlig føre til at privatbilen vil bli brukt på tradisjonelt vis. Men i noen grad vil tilrettelegging for hjemmekontor og netthandel kunne demme opp mot noe bilbruk.

## 4 ENERGILØSNINGER

### 4.1 Energibehov

Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) reviderte energikravene i TEK i juli 2017. De nye kravene i forskriften (TEK17) fremgår av tabellene nedenfor. Man setter krav de såkalte energirammer, dvs. maksimalt energiforbruk pr kvadratmeter pr bygningstype. Videre settes det minimumskrav til U-verdier og lekkasjetall.

I tiden fremover er det ventet at kravene til energieffektivitet kan bli skjerpet ytterligere.

Tabell: Energirammer

Bygningskategori	Totalt netto energibehov [kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA pr. år]
Småhus, samt fritidsbolig over 150 m <sup>2</sup> oppvarmet BRA	100 + 1600/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA
Boligblokk	95
Barnehage	135
Kontorbygning	115
Skolebygning	110
Universitet/høyskole	125
Sykehus	225 (265)
Sykehjem	195 (230)
Hotellbygning	170
Idrettsbygning	145
Forretningsbygning	180
Kulturbygning	130
Lett industri/verksteder	140 (160)

Figur 4-1 DiBK Energirammer (TEK 17).

I Direktoratet for byggkvalitets (DiBKs) definisjon av «småhus» ligger også eneboliger, to-firemannsboliger, rekkehus, kjedehus og terrassehus opp til 3 etasjer. Slik vi tolker formuleringene i dette punktet kan reglene tolkes på ulike måter. Eksempel: Om man betrakter en firemannsbolig på i alt 400 m<sup>2</sup>, vil energikravet være 104 kWh/m<sup>2</sup>/år i fall man betrakter det som et bygg. Om man betrakter det som fire bygg, øker blir kravet 116 kWh/m<sup>2</sup>/år, altså et krav som er en del enklere å oppfylle. Hvilken fortolkning som er riktig bør avklares primært med DiBK før prosjekteringen starter.

I tillegg gjelder noen minimumskrav til U-verdier i gulv, vegger og tak mm, jf §14.3 i TEK17, se tabellen under:

a) Alle bygninger, unntatt boligbygning og fritidsbolig med laftede yttervegger, skal ha:

Tabell: Minimumskrav

U-verdi yttervegg [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi tak [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi vindu og dør inkludert karm/ramme [W/(m <sup>2</sup> K)]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling per time)
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,2	≤ 1,5

Figur 4-2 DiBK Minimumskrav (TEK 17).

Den nye bebyggelsen i Ekeberghagen vil i hovedsak forholde seg til minimumskravene i TEK17. Siden prosjekteringsfasen ikke er påbegynt, foreligger ikke konkrete tall for beregnet energibehov. Det vil imidlertid være et mål å komme ned på 100 kWh/m<sup>2</sup>/år eller lavere. Grovanslag for energibehov:

## BOENHETER

**27** LEILIGHETER  
 3-rom: 60-100 m<sup>2</sup>  
 23 enheter  
 4-rom: 125-135 m<sup>2</sup>  
 4 enheter



**8** D3 TYPE  
 153m<sup>2</sup> BRA



**6** D1 TYPE  
 143m<sup>2</sup> BRA



**2** ENEBOLIG  
 200 m<sup>2</sup> BRA

Boligblokk	TEK17 (kWh/m <sup>2</sup> )	Passivhus (kWh/m <sup>2</sup> )
Romoppvarming (rom+vent)	28	15
Tappevann	30	30
Vifter/pumper	6	4
Belysning	11	11
Teknisk utstyr	18	18
Romkjøling	0	0
Ventilasjonskjøling	0	0
Totalt	92	78

Hustype	Antall boenheter	Areal m <sup>2</sup> BRA
Blokk	27	2360
Enebolig	2	400
2-3 mannsbolig	14	2082
<b>SUM</b>	<b>43</b>	<b>4842</b>

Figur 4-3 Boligtyper

## Energibehov:

Dersom vi gjør en forenkling og legger til grunn enhetsforbruk som om alle boligene var blokkleiligheter, får vi følgende behov for el og oppvarming (NB! Energibehov til lading av el-kjøretøy kommer utenom!):

Tabell 4-1 Energibehov - oversikt.

Standard	m <sup>2</sup> BRA (boligblokk)	Varmebehov (kWh/år)	El-behov (kWh/år)	SUM (kWh/år)
TEK 17	4 842	280 800	170 000	450 800
Passivhus	4 842	218 000	160 000	378 000

Overslagene viser at det er en viss energigevinst å hente ved å øke bygningsstandarden.

## 4.2 Energiforsyning

I utbygginger som denne er det naturlig å vurdere energiløsninger der boligene forsynes med varme fra felles varmesentral. I dette tilfellet består nabolaget i stor grad av blokker, rekkehus og to eneboliger. Disse har sine fungerende energiløsninger, sannsynligvis med ulik grad av vannbårne systemer. Vi antar imidlertid at kostnader og praktiske hensyn knyttet til eventuelle gravearbeider som rørinfrastruktur innebærer, gjør en integrert energiløsning mindre aktuell.

De energiløsninger / energibærere som er aktuelle til dekning av behovet for termisk energi i planområdet, er i prinsippet:

- Bioenergi (bioolje, pellets, flis, briketter)
- Varmepumper (luft-luft, luft-vann og vann-vann)
- Solenergi – termisk og fotovoltaisk (i praksis solceller)
- Elektrisitet
- Fjernvarme

I det følgende gis en kort vurdering av hvert alternativ.

### 4.2.1 Bioenergi- bioolje, pellets, ved, flis og briketter

Bioolje fungerer i prinsippet som vanlig (fossil) fyringsolje, men er produsert fra fornybare ressurser. Bioolje brukes i noen grad til oppvarmingsformål, men produseres fortsatt i relativt små mengder.

Pellets representerer en moden forsyningsløsning, både teknologisk og markedsmessig. Pelletsfyring er imidlertid forholdsvis arealkrevende både på grunn av plassbehov for brenselager og manøverområde for transport. Utslipp fra pelletsfyring vil kunne overholde nødvendige myndighetskrav, og i praksis innebærer røyk fra pelletskjeler få utfordringer.

#### Pellets / ved kaminer

Pellets er laget av komprimert treflis og er det biobrenset som har flest egenskaper som ligner på fyringsolje. Pellets importeres i noen grad fra Sverige, men det er f.eks. forholdsvis store produksjonsanlegg på Sokna nord for Hønefoss og på Kleivi ved Ål i Hallingdalen. Tilgang på pellets bør derfor ikke by på utfordringer.

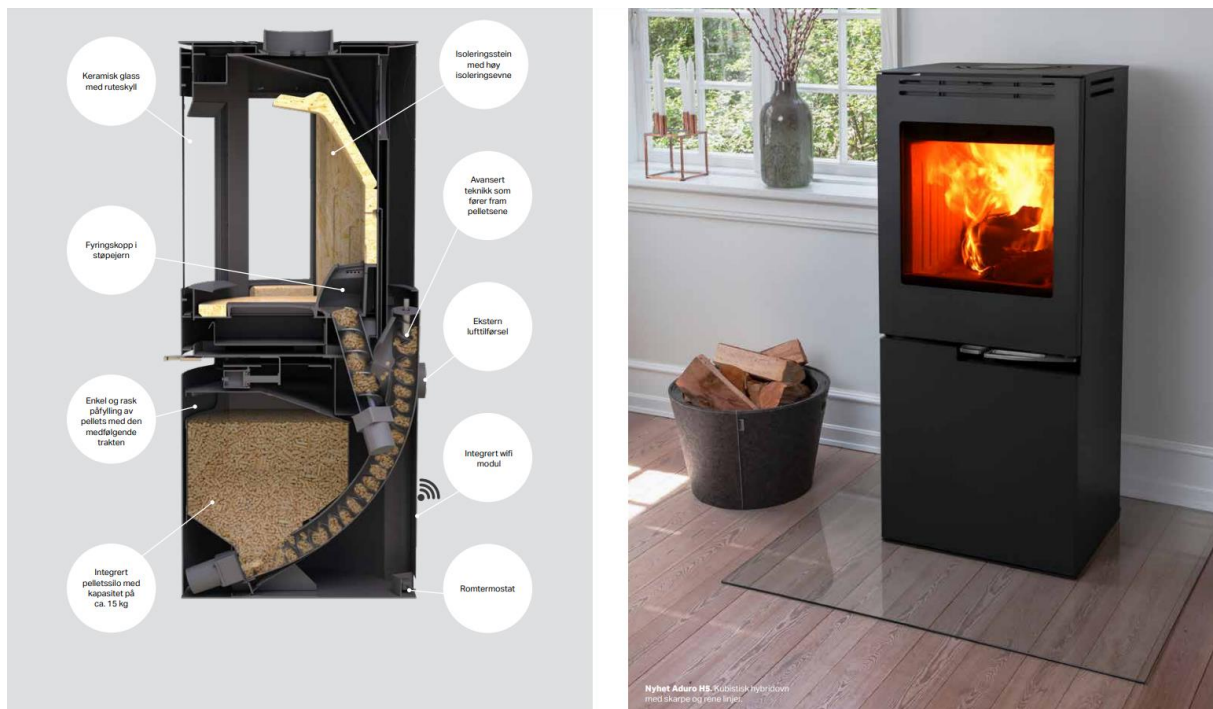
Pellets kaminer ligner på vedovner, men lar seg langt lettere styre og regulere. Pellets kaminer brukes i langt mindre grad i Norge enn i Sverige, og også i land som Tyskland og Østerrike. En pellets kamin har en tank som etterfylles med trepellets ved behov, opptil en gang per døgn på kalde dager. De

fleste kaminene styres av en romtermostat. Kaminene er forsynt med vifte slik at varme fordeles i rommene. Pelletskaminer fordrer at man har skorstein, og er også avhengig av strøm for drift.

I mye av bebyggelsen som kommer i Ekerberghagen bør pelletskaminer kunne vurderes som en del av en oppvarmingsløsning. Det samme gjelder vedovner/vedkaminer. Både pelletskaminer og vedovner bidrar til å øke forsyningsikkerhet og dempe elektrisk effektbehov.

På denne bakgrunn kan det vurderes å installere et produkt som gjør det mulig å kombinere vedfyring med pellets, (se [www.adura.no](http://www.adura.no)). Begge brensler kan brukes i samme ovn. Dette bidrar til fleksibilitet og bedre regulerbarhet.

Utnyttelse av flis og briketter krever mer areal enn pelletsløsninger og egner seg best i større anlegg.



Figur 4-4 Kombinert ved/pelletsovn, leverandør: Aduro

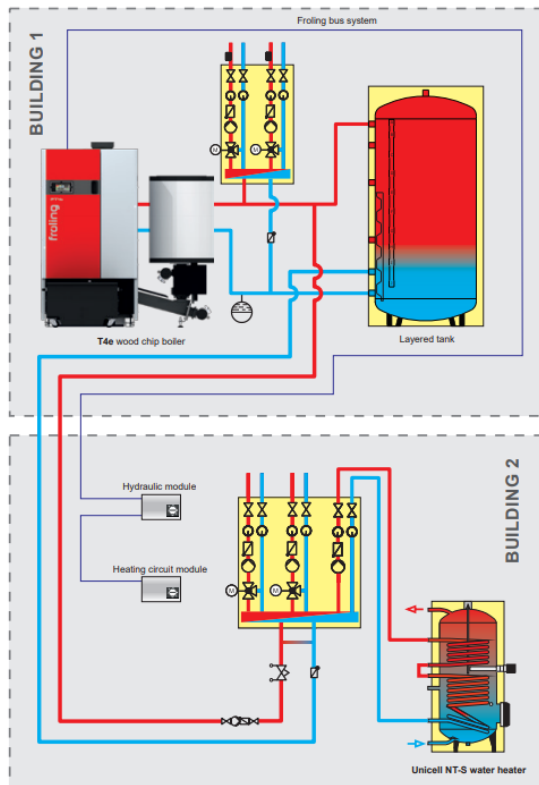
### Varmesentral basert på pellets

Trepellets har som nevnt, en del felles egenskaper med fyringsolje, bl.a. ved at det kan «pumpes» eller blåses fra bulkbil til silo. Pelletsanlegg kan drives med stor automatiseringsgrad. Anleggene kan plasseres i kjellere eller stå fritt i containerbaserte anlegg. En kg pellets har et energiinnhold på 4,8 kWh/kg, hvilket betyr at årlig varmebehov for hele utbyggingen kan dekkes med 50-60 tonn pellets. Avhengig av hvor stor silokapasitet man har vil man trenge om lag 5-10 leveranser med pellets i året. Dette bør oppfattes som en akseptabel «trafikkbelastning» for området.

En pelletskjele på 100-150 kW vil kunne dekke det meste av varmebehovet. Selve kjelelegget vil ikke kreve mer enn om lag 15-20 m<sup>2</sup> gulvareal. Men i tillegg til dette kommer arealbehov til akkumulatortanker og brensels silo som vil ta minst et like stort areal.

En pelletstfyrt varmesentral kan ta en stor del av effektbehovet, men uansett vil man trenge produksjonskapasitet til spiss- og reservelast. Både av hensyn til kostnader, tilgjengelighet og regulerbarhet er det mest nærliggende alternativet for dette er en el-kjel. Dette og flere andre viktige hensyn vil måtte tås hånd om i forbindelse med prosjekteringen, bl.a. størrelse på akkumulatortanker og brenselsilo.

Nedenfor vises en systemskisse for et anlegg som dekker to bygninger (kilde: Froling)



Figur 4-5 Systemskisse felles pelletsbasert varmesentral.

## Flis/briketter

De siste 15-20 årene har flisfyring vokst mye. Skogsflis er nå blitt et tilgjengelig produkt som bl.a. skogeierforeninger leverer i mange deler av landet. Flis brukes kanskje først og fremst i en del gårdsanlegg og i nærvarme/fjernvarmeanlegg. Skogsflis har relativt høyt fuktinnhold og egner seg best i anlegg med større varmebehov enn det man har i Ekerberghagen. Man kan også finne flis med lavere fuktprosent, men det vil mest sannsynlig handle om spesialleveranser. Et viktig motargument med flisbasert varme er behovet for areal til selve anlegget (varmesentral og silo) og nødvendig plass til vogntog eller traktor+henger som skal levere.

Briketter består av tørr komprimert flis. Bruken av briketter har imidlertid ikke vokst mye de senere år, og aktuelle leverandører er det forholdsvis få av. Brikettfyrte anlegg vil også kreve mye areal, også til å ta imot store kjøretøy.

### 4.2.2 Varmepumper

Varmepumper henter energi fra omgivelsene, fra uteluft, fra vann (sjøvann eller grunnvann) eller fra grunnvarme (jord eller fjell). Ved hjelp av varmepumpen løftes temperaturen på varmen fra omgivelsene, f.eks. i sjøvann, til et høyere nivå som kan anvendes til romoppvarming. Oppvarmingen av bygg skjer via luft eller normalt via vannbåren varme.

Luft-luft varmepumper har blitt vanlige å bruke i eneboliger og rekkehus, og slike løsninger er også aktuelle i Ekerberghagen. Det samme er løsninger med energibrønner og varmepumpe. Brønner kan f.eks. plasseres under P-kjellere, i et parti med fjellgrunn lengst i vest på tomten, eller under området satt av til lekeplass sentralt på tomten. Dersom tilgjengelig areal er for lite til tradisjonelle 200-300 meters brønner, kan 500-800 meter dype energibrønner være mulige alternativ. I dypere energibrønner er det spesifikke energiuttaket per meter brønn høyere, i tillegg til at energiuttaket



per brønn selvfølgelig er større. På den annen side øker kostnadene for boring og kollektorer. I hvilken grad grunnvarme/varmepumpe er et realistisk alternativ må eventuelt undersøkes nærmere.

I følge NGUs database «Grenada» ble det i 2016 boret en brønn på 75 meters dyp rett ved grensen sør på tomten. Denne brønnen har en lengde på foringsrør på 6 meter, hvilket indikerer liten overdekning med løsmasser, og dermed gunstige muligheter for energibrønner. I følge «Grenada» er det 400-500 meter til neste nærmeste brønn (Ovenstad sørvest). Dermed er risikoen lav for interferens med andre vann- eller energibrønner. Luftfoto under viser plasseringen av de nevnte brønnene, blå punkter med rød ring rundt. (kilde: Grenada, NGU)



Figur 4-6 Plassering av brønner i nærheten av tomten.

#### 4.2.3 Solenergi

Solenergi kan omdannes til varme og el ved hjelp av ulike teknologier. Solvarme kan produseres ved hjelp av aktive eller passive løsninger. Aktive solvarmeanlegg omfatter solfangere som fanger opp solvarmen og mater denne inn i vann- eller luftbårne systemer for varmelagring og distribusjon. Passiv utnyttelse av solvarme skjer ved at varme fanges opp og lagres i ulike bygningskomponenter som har høy varmekapasitet, f.eks. betong.

Solvarme kan også i noen tilfelle komplettere andre forsyningsløsninger, eksempelvis i kombinasjon med bruk av energibrønner og varmepumpe. I et slikt tilfelle handler det om lagring av solvarme fra sommer for utnyttelse i vintersesongen.

I de senere år har solvarmeløsningene fått sterkere konkurranse fra solcelleteknologien, fordi solceller/solstrøm har falt betydelig i enhetskostnader. Solvarmeproduksjonen er betydelig på solfylte sommerdager, og vil ikke alltid sammenfalle med tidspunkt for stort varmeforbruk. Produksjonsoverskudd fra solceller kan derimot «eksporteres» til nettet. Ønsker man en solenergiløsning, vil vi derfor anbefale solceller fremfor solvarmeløsninger.



Solceller kan monteres på tak og i fasade på de deler av bygget som er eksponert for sol. På tak er solceller imidlertid i konkurranse med andre formål, i første rekke takterrasser og grønne tak. Grønne tak er i økende grad aktuelle i forbindelse med overvannsproblematikk / fordrøyning, noe som også kan tenkes å være et viktig tema for utbyggingen på Ekeberghagen.

Det bør også nevnes at solceller og grønne tak også lar seg kombinere. Det finnes f.eks. muligheter for å benytte sedum på selve takflatene, men med solceller montert et stykke over disse flatene, se bildet under ( <https://zinco-greenroof.com/systems/solar-energy>)



Figur 4-7 Solceller i kombinasjon med sedumtak.

Solceller er avhengig av å ta imot sollys direkte, uten at bygninger, trær o.l. gir skygge.

Hvor mye solenergi (solstrøm) vil man kunne produsere på de nye boligbyggene? Først kan man slå fast at selve beliggenheten og byggenes orientering mot sør er gunstig. Det er først og fremst takflatene av de tre blokkene og de seks tomannsboligene kan man produsere solstrøm. Blokkene har forholdsvis store horisontale flater, mens tomannsboligene har saltak med møneretning tilnærmet nord/sør. Takflatene på tremannsboligene kan i prinsippet også gjøre det, men her er det tegnet inn takterrasser. Takflatene på de to eneboligene kan også forsynes med solceller, men disse takflatene er relativt små og ikke veldige gunstige med tanke på orientering mot solen.

Fasadeflater mot sør egner seg i utgangspunktet også, men her vil vinduer oppta mye areal. Dermed vil det være utfordrende å finne effektiv plassering av solceller. Skyggeeffekter mellom de aktuelle byggene og trær vil være begrensende faktorer. Tabellen nedenfor angir takareal som i prinsippet er tilgjengelig for solceller.

Tabell 4-2 Tilgjengelig takareal for solceller.

Bygg	Takareal (m <sup>2</sup> )	Tilgjengelig areal for solceller (70%) (m <sup>2</sup> )
<b>Blokk A</b>	274	192
<b>Blokk B</b>	361	253
<b>Blokk C</b>	348	244
<b>Hus D1 (6 stk)</b>	600	420
<b>Sum</b>	1583	1109

Solceller varierer i kvalitet og kostnader. Med høyeffektive solceller vil man kunne nærme seg en årlig solstrømproduksjon på rundt 150 kWh/m<sup>2</sup> solcelleareal. Gitt et samlet solcelleareal på 1100 m<sup>2</sup> oppnås en årlig produksjon på om lag 166 000 kWh/år.

Dette tallet er representert bare et grovt anslag. Det interessante er imidlertid at solstrøm har potensial til å dekke hele det årlige el-behovet for utbyggingen. Det vil naturligvis være overproduksjon sommerstid, og underskudd vinterstid, slik at det bare er en bruttobetraktning.

El-biler og bruk av batterier vil kunne bidra til å utnytte egenproduksjon av solstrøm ytterligere. I den grad kostnader for solceller, sammen med utvikling av batteriteknologi, beveger seg videre i retning av lønnsomhet, vil slike løsninger, kunne vurderes i forbindelse med utbyggingsprosjektet. Dette også gjerne i kombinasjon med utrustning for lading av el-kjøretøy. Selv om solceller/batteribank ikke installeres i forbindelse med oppføring av boligene, vil det være gunstig om man tilrettelegger for plassering av solceller (bl.a. unngår mange takoppstikk), plassering av batteribank og føringsveier for kabler, inkludert nettilknytning.

#### 4.2.4 Fjernvarme

Ifølge NVE sine nettsider finnes det for tiden bare fjernvarme (med fjernvarmekonsesjon) i Lierbyen. Utbyggingen ligger ikke i, eller nær, et konsesjonsområde for fjernvarme. Fjernvarme er dermed ikke et aktuelt forsyningsalternativ.

#### 4.2.5 Elektrisitet/Energifleksibel oppvarming

Kravene i TEK17 innebærer at bygg større enn 1000 m<sup>2</sup> skal ha energifleksible varmesystemer, og være tilrettelagt for lavtemperatur varmeløsninger. Dette kravet gjelder imidlertid ikke for bygningstypen småhus, som prosjektet på Ekeberghagen i stor grad tilhører. Blokkene er i gjennomsnitt på om lag 700 m<sup>2</sup>, og kravet til energifleksibilitet gjelder derfor heller ikke for disse. Dette betyr at man her kan bruke elektrisitet som energibærer også for dekning av oppvarmingsbehov.

For moderne boligbebyggelse er uansett behovet for energi til romoppvarming blitt beskjedent. Varmt tappevann utgjør dermed en stadig større andel av oppvarmingsbehovet totalt sett. Dersom selve bygningsskallet utføres med høy energieffektivitet (godt isolert, høy tetthet), vil man i prinsippet kunne oppfylle energikravene i teknisk forskrift med elektrisk boligoppvarming som hovedløsning.

#### **4.2.6 Elektrisitet/Energifleksibilitet bygg-kjøretøy**

I prosjektet vil man måtte ta høyde for at el-kjøretøy vil ha behov for ladekapasitet og at nær alle faste P-plasser vil bli utstyrt med ladeinfrastruktur. Med om lag 40 slike plasser løper man en risiko for å få et stort dimensjonerende effektbehov. Stort effektbehov vil gjenspeile seg i kostbar nettilknytning og dermed også relativt stort anleggsbidrag for denne. På denne bakgrunn vil vi foreslå å benytte såkalt «smart-lading», dvs. at lading styres etter behov og begrenset av en samlet kapasitet på ladeanlegget.

Så langt brukes ikke bilenes batterikapasitet inn i boligens el-forsyning, såkalt vehicle-to grid løsninger (V2G). Men i en forholdsvis nær fremtid ser det ut til at slike løsninger vil bli mer vanlige, og føre til at biler tilknyttet boligene også kan levere effekt til disse. Det betinger naturligvis at bilene har ledig batterikapasitet. Men gitt at om lag 30-40 biler vil bli tilknyttet boligene, vil det trolig ofte være tilfelle. Flaskehals i el-nettet og begrensning på effekt byr på utfordringer å mange lokale nett så vel som på sentralnettsnivå. Dette med å la el-kjøretøy spille en rolle i dekning av stasjonære effektbehov er en positiv konsekvens av at vi får flere slike.

#### **4.2.7 Vurdering energiløsninger**

Et referansealternativ vil kunne være el-oppvarming sammen med punktoppvarming basert på vedovner og/eller pelletskaminer.

Andre løsninger vil imidlertid også bli vurdert:

1. Felles varmforsyning for de tre blokkene basert på et bergvarme/varmepumpe anlegg. El-kjel til dekning av spiss- og reservelast.
2. Som alternativet over, men med en kombinert kjel basert på el og pellets som energibærere.
3. For flermannsboligene og eneboligene kan man vurdere kombinasjoner av pellets-/vedkaminer og varmepumper.

### **4.3 Oppsummering og andre forhold knyttet til kriteriene for energiløsning**

Lokal energiproduksjon kan skje ved hjelp av solceller og energibrønner/varmepumpe, eller en løsning basert på pellets. Pellets-/vedkaminer og luft/luft varmepumper kan vurderes som en delløsning.

En felles varmesentral for å dekke varmebehovet for hele bygningsmassen, dvs blokker, flermannsboliger og de to eneboligene vil fordre legging av forholdsvis lange strekninger med varmerør. Det vil innebære ekstra kostnader, og også en del varmetap. Et alternativ vil være å knytte de tre blokkene til felles varmesentral, og la flermannsboligene, og muligens også de to eneboligene, ha hvert sitt anlegg, f.eks. basert på bergvarme/varmepumpe. Her bør man også tenke på hvordan varmeanleggene skal eies og drives i praksis.

En felles varmesentral for de tre blokkene, som også vil ha en viss akkumulatorkapasitet, vil virke positivt med hensyn på effektuttak. Riktig dimensjonering av denne kapasiteten vil være viktig også for å unngå kostnader for effektbelastning. Det samme vil et smart ladesystem for kjøretøy gjøre.

## 5 MATERIALVALG

Materialvalg vil måtte ta hensyn til kostnader, men i økende grad også til kvalitet (levetid), klimagassutslipp og andre miljøaspekter. Markedet, først og fremst boligkjøpere, kan synes i økende grad å sette pris på materialer som reflekterer gode miljøvalg. Dette betyr i så fall at marked og miljøhensyn trekker i samme retning. Miljøvennlighet, kanskje særlig med tanke på materialvalg, vil derfor bli viktigere for prosjektutviklere i tiden fremover.

Foreløpig er det planlagt å bruke mye tre i byggene. Foreløpige planer er lagt med bindingsverk, bjelkelag, taksperer, utvendig trepanel og parkett. Parkeringskjeller under bakken er tenkt i plassbygd lavkarbonbetong.

### 5.1 Klimagassutslipp

Klimagassutslipp knyttet til produksjon og transport av byggematerialer kan forventes å ligge i samme størrelsesorden som klimagassutslipp knyttet til drift av et bygg over 50-60 år. Design av bygg og resulterende materialbruk har derfor stor betydning for bygningers totale miljøbelastning. Ved å legge klimagassutslipp til grunn når materialer velges, vil bygningers miljøegenskaper kunne forbedres. Hovedformålet bør være å finne en gunstig sammensetning av materialer som gir lavest mulig forbruk over byggets levetid.

Noen generelle retningslinjer for materialbruk som gir lave klimagassutslipp er gitt under:

- Planlegge og designe for mest mulig effektiv arealutnyttelse – redusert bygningsareal gir også reduserte utslipp og kostnader.
- Designe for størst mulig fleksibilitet i bruk av bygget, for å sikre lengst mulig levetid.
- Enkle og slanke konstruksjonsløsninger gir som regel lavest miljøbelastning.
- Vurdere om det kan skaffes og benyttes materialer eller produkter som kan ombrukes, evt. fra andre bygg i nærheten som skal rives eller rehabiliteres.
- Vurdere om det kan benyttes gjenbrukte/resirkulerte materialer eller produkter, for eksempel gjenbrukstegl.
- Trebaserte produkter har ofte svært lav klimapåvirkning. Massivtre bør kun brukes der det har en bærende eller avstivende funksjon. Der dette ikke er nødvendig, gir enklere konstruksjoner med limtre eller konstruksjonsvirke lavere materialbehov og utslipp.
- Klimagassutslipp fra betong varierer mye, avhengig av hva slags type sement som brukes, og hvorvidt sementen inneholder flyveaske eller masovnslagg som erstatning for klinker. Det finnes mange miljøprodukter på markedet (ofte kalt lavkarbonbetong eller lavvarmebetong), som oppfyller samme kvalitetskrav som standard betong. På Østlandsområdet er det generelt god tilgang på miljøvennlige betongprodukter.
- For stål bør det etterspørres og benyttes produkter med høy skrapstålandel (>80%).
- Transport av materialer kan ha stor betydning for klimagassutslipp. Transportdistanse må derfor tas i betraktning når man sammenlikner alternative produkter.

Fasthetsklasse <sup>1)</sup> og lavkarbonklasse	B20	B25	B30	B35	B45	B55	B65
<b>Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO<sub>2</sub>-ekv. pr m<sup>3</sup> betong]</b>							
<b>Bransjereferanse</b>	<b>240</b>	<b>260</b>	<b>280</b>	<b>330</b>	<b>360</b>	<b>370</b>	<b>380</b>
<b>Lavkarbon B</b>	<b>190</b>	<b>210</b>	<b>230</b>	<b>280</b>	<b>290</b>	<b>300</b>	<b>310</b>
<b>Lavkarbon A</b>	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>200</b>	<b>210</b>	<b>220</b>	<b>230</b>	<b>240</b>
<b>Lavkarbon Pluss <sup>2)</sup></b>			<b>150</b>	<b>160</b>	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>190</b>
<b>Lavkarbon Ekstrem <sup>2)</sup></b>			<b>110</b>	<b>120</b>	<b>130</b>	<b>140</b>	<b>150</b>

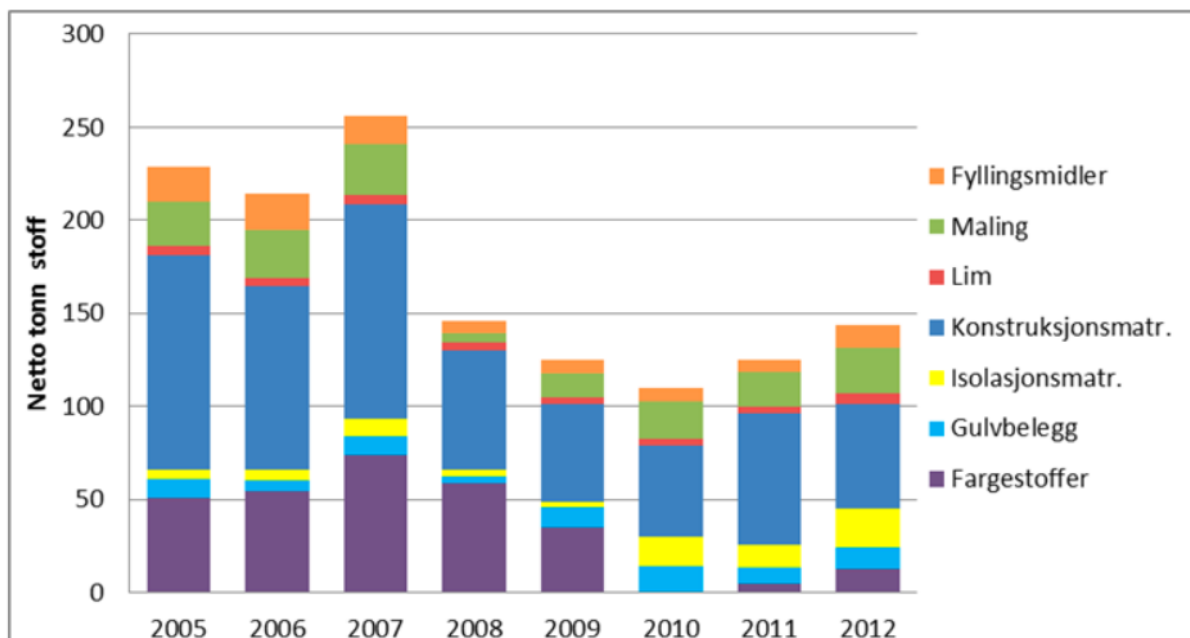
1) Se kapittel A2 om sammenhengen mellom fasthetsklasser, bestandighetsklasser og karbonklasser

2) Mulig nivå for enkelte prosjekt, men med flere begrensinger i standardverket, og begrenset tilgjengelighet. Gjennomførbarhet må avklares i hvert enkelt prosjekt.

Figur 5-1 Lavkarbonklasser med grenseverdier for klimagassutslipp for fasthetsklasser B20 – B65 (A1-A3). Kilde Norcem.

## 5.2 Helse- og miljøskadelige stoffer

På tross av stadig strengere krav til innhold dokumentasjon av helse- og miljøskadelige stoffer, har forekomsten av skadelige stoffer i byggematerialer økt i senere år. Moderne byggeteknikk innebærer bruk av flere typer lim, fugemasser, tettingsskum o.l. enn før. En del slike anvendelser er nødvendige, mens andre erstatter mer tidkrevende arbeidsprosesser som f.eks. belistning.



Figur 5-2 Økning i bruk av produkter med prioriterte miljøgifter er størst i maling, fugemidler, isolasjonsmaterialer og lim. Kilde: Miljødirektoratet

Myndighetenes liste over prioriterte miljøgifter (Prioritetslisten<sup>1</sup>) og kandidatlisten i EU (REACH<sup>2</sup>) angir hvilke stoffer som har så stort skadepotensiale at de bør unngås så langt det er mulig. Flere av stoffene på disse listene er regulert med maksimale tillatte grenseverdier, og for enkelte stoffer er det nødvendig med spesiell godkjenning for å kunne omsette og bruke dem. I BREEAM-NOR må prosjekter dokumentere fravær av miljøgifter i henhold til Sjekkliste A20<sup>3</sup>. Listen er basert på Prioritetslisten, og Miljødirektoratets oversikt over hvor man finner disse stoffene. Vi søker aktivt å ta hensyn til A20-listen ved gjennomføring av våre prosjekter. Dette innebærer at det bl.a. må foreligge dokumentasjon på at produkter innen utvalgte produktgrupper ikke har innhold av stoffene fra A20-listen, før enkelte materialtyper kan benyttes.

I TEK17, § 9-2. Helse- og miljøskadelige stoffer, står at «*Det skal velges produkter til byggverk uten, eller med lavt, innhold av helse- eller miljøskadelige stoffer*» er inntrykket likevel at det benyttes slike stoffer i dagens bygg. Produktkontrollloven er det overbyggende regelverket for kjemikaliebruk, og omfatter blant annet substitusjonsplikten i § 3 a. Gjennom substitusjonsplikten er alle virksomheter som yrkesmessig bruker produkter som inneholder helse- og miljøskadelige kjemikalier lovpålagt å vurdere sin kjemikaliebruk og gå over til mindre skadelige alternativer der det kan skje uten urimelig kostnad eller ulempe<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> <http://www.miljostatus.no/prioritetslisten>

<sup>2</sup> <https://echa.europa.eu/candidate-list-table>

<sup>3</sup> <http://productxchange.com/wp-content/uploads/2015/10/Teknisk-sjekkliste-A20-Milj%C3%B8giftslisten.pdf>

<sup>4</sup> <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M104/M104.pdf>

### 5.3 Bærekraftig ressursbruk

Når det gjelder bruk av trematerialer, er det stadig mer vanlig å sørge for at disse møter anerkjente bærekraftskriterier og unngår for eksempel ødeleggelse av regnskogområder. PEFC<sup>5</sup> er en av de viktigste ordningene som sikrer sporbarhet. Hensikten med sporbarhetssertifiseringen er å dokumentere at råstoffet til produktene kommer fra sertifisert og bærekraftig drevet skog. For å få sertifisering for sine produkter, må alle ledd i produksjonskjeden fra skog til forbruker ha sitt sporbarhetssertifikat.

### 5.4 Materialvurderinger og dokumentasjon

For å finne hvilke materialer og produkter som påvirker miljøprestasjonen til bygg, og som beslutningsstøtte for å finne miljøvennlige valg, kan det gjøres livsløpsvurdering (Life Cycle Assessment, LCA) for planlagt materialbruk. LCA-vurderinger kan også kobles med økonomiske vurderinger (levetidskostnader, LCC), for å finne de mest kostnadseffektive miljøtiltakene.

Resultater av LCA- og LCC-vurderinger bør også brukes til å definere funksjonskrav for viktige materialer og produkter. Funksjonskravene sørger for at miljøkravene blir overført fra prosjektering til bygging. Eksempel på funksjonskrav er maksimalt utslipp av klimagasser pr enhet materiale. I tillegg kan det stilles krav til at det skal leveres miljødeklarasjon (*Environmental Product Declaration, EPD*) for å dokumentere miljøegenskapene til materialene og produktene som benyttes. En EPD er et kortfattet dokument som oppsummerer miljøprofilen til f.eks. et produkt på en standardisert og objektiv måte.

### 5.5 Gjenbruk

Utbyggingstomten har ingen eksisterende bygninger i dag, og det kreves i prinsippet ingen rivearbeider. Dermed er det heller ikke store muligheter for gjenbrukstiltak isolert sett. Men sirkulærøkonomisk tankegang er på fremmarsj. Gjenbruk og ombruk innebærer sparte ressurser og reduserte utslipp. I Oslo har vi bl.a. sett at hulldekkeelementer fra riving av bygg i Regjeringskvartalet er benyttet i nye byggeprosjekter (Kristian Augustgt 13 og den nye Oslo Storbylegevakten).

Nettopp fordi at produksjon av nye bygningsmaterialer innebærer klimagassutslipp, signaliserte Regjeringen i januar 2021 at man ønsker mer ombruk. Det er også i tråd med signaler fra EU.

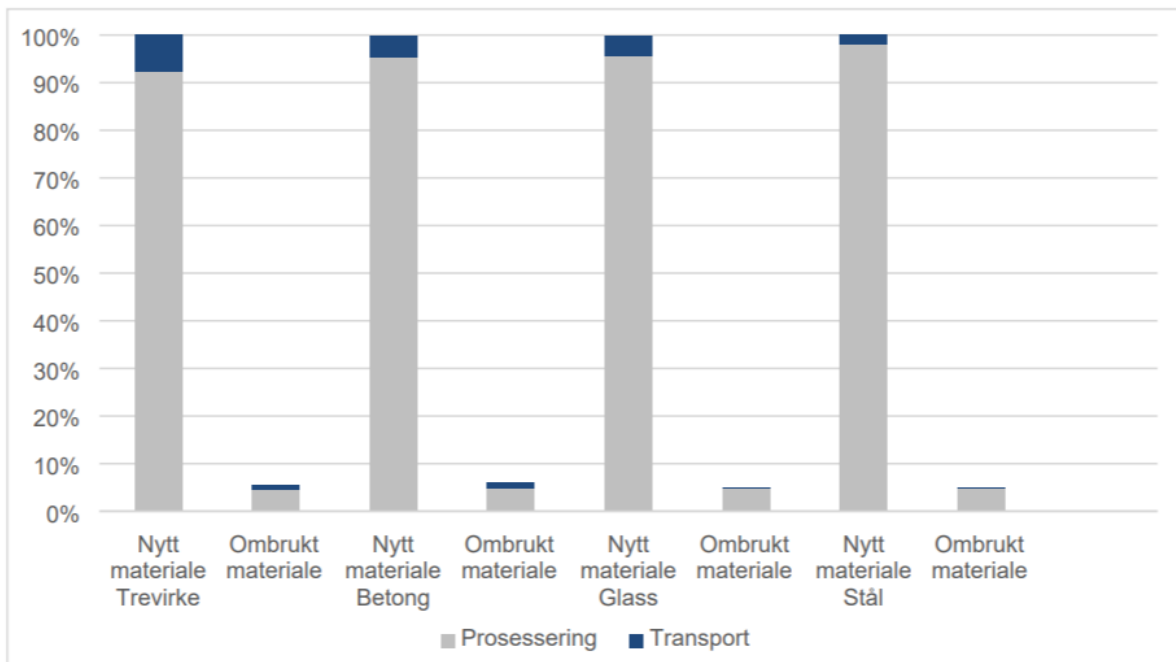
Barrierene mot ombruk har vært omfattende. Bl.a. har mange oppfattet at brukte byggematerialer må oppfylle de samme kravene til dokumentasjon som nyproduserte byggematerialer. Regjeringen signaliserer at det som hovedregel ikke er krav til CE-merking når man skal bruke byggevarer fra før 2013 om igjen. Videre vil Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) utarbeide en veileder for ombruk av byggevarer. Direktoratet skal også utrede og foreslå endringer i nasjonale regler slik at disse i større grad fremmer ombruk av byggematerialer.

Hvor store utslippsreduksjoner kan ombruk av materialer tenkes å innebære? I figuren under er klimagassutslipp fra produksjon av nytt materiale (inkludert transport og avfallsbehandling) sammenstilt med ombruk per tonn for ulike materialgrupper. Resultatene viser et stort reduksjonspotensial, 94% reduksjon per tonn ved ombruk, gitt visse forutsetninger knyttet til transport og bearbeiding. (Figuren er hentet fra <https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2018/10/NHP-Barrierer-for-ombruk-v4.pdf>)

---

<sup>5</sup> <http://www.pefcno.org/>





Figur 10: Sammenligning av klimagassutslipp fra produksjon av nytt materiale og fra ombrukt materiale pr tonn materiale.

Figur 5-3 Klimagassutslipp for ulike materialer, nyproduserte om ombrukete.

Vi er allerede vant med gjenvinning, slik vi gjør med knust betong og frest asfalt. Men bygging og rehabilitering av bygg byr på mange ulike muligheter der prosjekteier kan benytte materialer og bygningsdeler om igjen selv, eller tilrettelegge for at andre kan gjøre det. Noen eksempler:

- Ombruk av betongkonstruksjoner
- Innredning av ymse slag
- Utomhusvarer som belegningsstein, kantstein, heller
- Teglstein til visse typer forblending
- Visse typer trematerialer

Noen ganger vil design- og kvalitetskrav forhindre ombruk. Andre ganger vil ombruk gjerne med visse tilpasninger, være fullt ut akseptable. En hovedutfordring ofte er at man identifiserer ombruksmuligheter for materialer fra et pågående rive- eller rehabiliteringsprosjekt i dag, men man har ikke sett noe ny konkret anvendelsesmulighet hvor de kan (om)brukes. Man har kanskje ikke selv nye prosjekter materialene kan brukes i på litt lengre sikt, og så langt har det ikke eksistert egnede markedskanaler som muliggjør avhendelse til andre. Siden mellomagring innebærer kostnader og kompleksitet, blir resultatet ofte materialgjenvinning eller deponi.

Flere aktører er i gang med utvikling av nye markedskanaler for ombruk av materialer. Det er sannsynlig at det vil komme nettbaserte løsninger der man kan tilby materialer man ikke trenger selv, men som kan nyttiggjøres av andre.

Når nye byggetiltak planlegges vil det bli viktigere å tenke gjennom hvilke ombruksmuligheter som kan tenkes et prosjekt kan by på i «neste omgang». Et eksempel kan være å bruke steinblokker til forstøtningsmurer i stedet for plass-støpt betong. Når muren kanskje en dag må fjernes, kan steinblokkene løftes vekk og brukes på nytt, mens betongveggen må pigges bort.

## **5.6 Oppsummering gjenbruk og materialvalg**

Klimagassutslipp og annen miljøpåvirkning er viktige temaer når materialer skal velges ut.

Så langt planlegges det å benytte lavkarbonbetong i P-kjellere, og for øvrig satse på utstrakt bruk av trematerialer. Fokus vil også bli rettet mot å velge høy materialkvalitet og gjennomtenkte detaljløsninger som begrenser behov for utskifting og annet materialkrevende vedlikehold over tid.

## 6 FOSSILFRI BYGGEFASE

Når man diskuterer utslipp fra bygg- og anleggsvirksomhet, er det vanligvis de *direkte* utslippene det er snakk om. Dette vil si utslipp som oppstår på samme sted som aktiviteten vi vurderer. Direkte utslipp på byggeplass vil typisk være utslipp fra forbrenning av diesel. Dette er bakgrunnen for begrepet utslippsfri byggeplass, og brukes i betydningen *lokalt utslippsfritt* innenfor området vi avgrenser til byggeplassen.

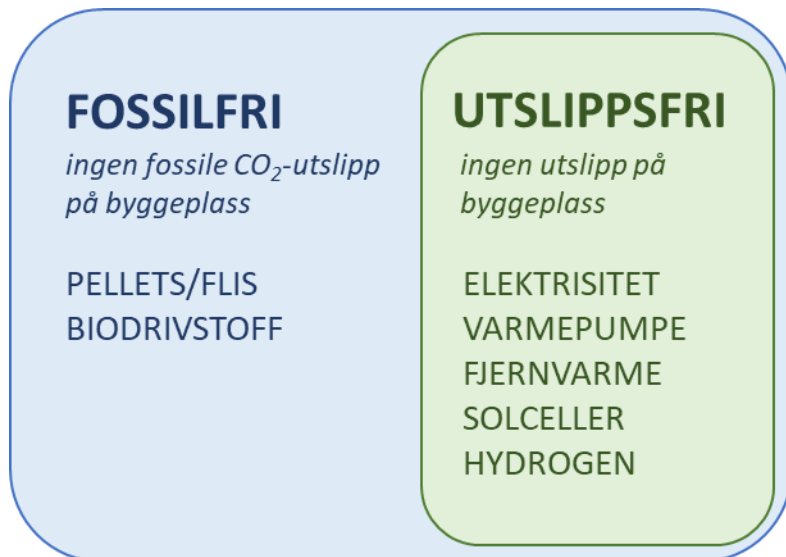
Dersom det er produsert fra fornybare kilder, (og ikke fra for eksempel fra reformering av naturgass), regnes hydrogen inn under utslippsfrie teknologier, fordi biproduktet i drift er vann.

Begrepet utslippsfri kan imidlertid være misvisende fordi det ikke synliggjør de indirekte utslippene som har funnet sted andre steder i verdikjeden. Dette vil for eksempel være utslipp knyttet til produksjon av elektrisitet eller fjernvarme. For å få et helhetlig bilde av miljøkonsekvensene ved ulike teknologier, bør derfor de direkte og indirekte utslippene ses i sammenheng.

Det finnes flere ordninger som oppfordrer til at prosjekter kan betegnes som *netto* utslippsnøytrale, dersom de legger opp til at prosjektet skal kompensere<sup>6</sup> for forårsakede utslipp i bygging og drift med fornybar energiproduksjon over levetiden. Slik netto utslippsnøytralitet må imidlertid ikke forveksles med utslippsfri slik det omtales her

Bioenergi regnes ofte regnes som klimanøytralt, og inngår derfor i begrepet fossilfritt. Forbrenning av biobaserte energikilder vil likevel gi lokale luftutslipp, og betegnes derfor ikke som utslippsfritt.

Avgrensningen av fossilfri og utslippsfri, med eksempler på teknologier som faller inn under hvert begrep er illustrert i figuren nedenfor:



Figur 6-1 Avgrensningen av fossilfri og utslippsfri byggefase.

### 6.1 Oppvarming og byggtørking

Energi til innvendig oppvarming og tørking, betongherding, fasadeoppvarming og tining/frostsikring dekkes som regel med bruk av fossile kilder; fyringsolje og gass (propan – LPG). I forbindelse med innvendig oppvarming benyttes også elektrisitet og fjernvarme i betydelig grad, samt pellets og biobrensel i noe grad.

<sup>6</sup> Fornybar energi produsert lokalt teller i denne sammenhengen som «negative utslipp» fordi energien mates ut på strømmettet og forutsettes å erstatte fossilt generert strøm.

Oppvarmingsbehovet er i stor grad styrt av utetemperaturen, og behov for oppvarming på byggeplass er i hovedsak begrenset til perioden fra november til og med mars. I øvrige deler av året er oppvarmingsbehovet begrenset, og dekkes ofte med elektrisitet.

Gjeldene fra 01.01.2020 er det innført forbud mot bruk av fossil fyringsolje for oppvarming av bygg. I januar 2021 varslet Regjeringen at den har til hensikt å innføre et lignende forbud mot bruk av fossil olje til byggtørking o.l. fra 2022. Man har samtidig varslet at forbudet vil utvides til også å gjelde gass (propan) fra 2025. Dermed er løsninger basert på fornybar energi stadig mer aktuelt å bruke, også på kortere sikt.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/f5abb1efcde44856839ac19cd87c6dca/horingsnotat---forbud-mot-bruk-av-mineralolje-til-byggvarme---190703.pdf>

Fossilfrie og utslippsfrie løsninger for oppvarming og byggtørking er tilgjengelig på det norske markedet per i dag:

### **6.1.1 Biobrensler**

#### **Biodrivstoff**

Biodiesel kan erstatte fossil diesel direkte og er dermed en attraktiv løsning fordi man slipper å bytte ut eksisterende utstyr. Biogass kan i prinsippet også benyttes som erstatning for propan på bygge- og anleggsplasser, men det er lite utbredt, og omtales derfor ikke videre i denne rapporten.

#### **Pellets**

Til oppvarming og tørkeprosesser i bygg har pellets produsert av biomasse blitt mer aktuelt som et fossilfritt alternativ. Pellets kan benyttes til å dekke energibehov på byggeplass på samme måte som diesel/propan i varmevifter, eller i et nærvarmeanlegg. Det sistnevnte er mer omfattende, og krever mer utstyr enn det førstnevnte.

Pelletskjel kan være et alternativ eller også supplement til fjernvarme for oppvarming og uttørking på byggeplass. NorskBio leverer vannbårne og luftbårne løsninger for oppvarming og byggtørking<sup>7</sup>. Vannbårne løsninger (om lag 500 kW) benyttes for større bygg, mens mindre, luftbårne løsninger på 100-150 kW egner seg bedre for oppvarming av mindre bygg, punktvarme og betongtørking. De luftbårne anleggene kommer gjerne i 10 fots containere og kan enkelt flyttes.

### **6.1.2 Elektrisitet**

Elektriske varmevifter kan benyttes til oppvarming og byggtørking. Byggeplassen kan knyttes til distribusjonsnett via et midlertidig anlegg som muliggjør uttak av strøm fra netteier i byggeperioden. Elektriske varmenheter vil som regel ha høyere virkningsgrad enn kokoverk, men gir lavere temperaturøkning. Elektriske enheter er som regel mindre enn dieseldrevne, og kan plasseres inne i bygget.

### **6.1.3 Fjernvarme**

Oppvarming basert på fjernvarme krever nærhet til fjernvarmenett og at en type abonnentsentral er installert. I og med at dette ikke er tilfelle i prosjektet på Ekeberghagen diskuteres dette ikke nærmere her.

### **6.1.4 Andre løsninger**

Varmepumpe kan benyttes til å dekke oppvarmingsbehov på byggeplass, f.eks. ved at i energibrønner og varmpumpe tas i bruk allerede i byggeperioden. Luft-til-luft-varmpumpe eller

---

<sup>7</sup> <https://www.norskbio.com/produkter/byggvarme-og-byggtorke/luftbaren-losning/>

luft-til-vann-varmepumpe kan benyttes til å dekke oppvarming i byggeperioden, spesielt dersom dette er energiløsninger som er planlagt brukt når bygget er i drift.

Solceller kan brukes til å dekke deler av strømbehovet på byggeplass. For eksempel kan solcellepaneler installeres på taket av brakkerigg, slik at riggen i noen grad blir selvforsynt med strøm.

## 6.2 Anleggsmaskiner

På bygg- og anleggsplassene brukes et bredt spekter av anleggsmaskiner, med ulike krav til mobilitet og ulike effektbehov. For anleggsprosjekter vil som regel bruk av gravemaskiner, hjullastere og dumpere stå for mer enn hovedandel av CO<sub>2</sub>-utslippene på anleggsplassen.

### 6.2.1 Biodrivstoff

For å bruke bioetanol i maskiner og kjøretøy må de som regel bygges om.

De fleste anleggsmaskiner kan i dag benytte ren biodiesel av typen HVO. Imidlertid er det enkelte maskinkategorier hvor det fremstår utfordrende å finne maskiner som er sertifisert for bruk av HVO – dette gjelder i hovedsak borerigg og mobilkraner. Det kan dessuten være utfordringer knyttet til hvorvidt garantier gjelder for bruk av biodiesel.

Ettersom det kan være tilleggsarbeid med å få tak i maskiner som er godkjent for biodiesel, er det viktig at dette planlegges tidlig, slik at man unngår forsinkelser i prosjektet (eller at risiko for forsinkelse fører til at krav om biodiesel ikke oppfylles).

### 6.2.2 Elektriske anleggsmaskiner

Anleggsmaskiner med elektrisk drift omfatter i grove trekkfølgende kategorier:

- Ren kabelelektrisk: Maskiner som er koblet til strømmettet direkte med kabel (også kalt plug-in elektrisk)
- Ren batterielektrisk: Maskiner med ren batterielektrisk drift

Man finner også såkalte plug-in batterielektrisk (kombinasjon av elektrisk drift med kabel og batteri), brenselcelle batterielektrisk (kombinasjon av elektrisk drift med batteri og brenselcelle (hydrogen)) og plug-in brenselcelle batterielektrisk: (maskiner med elektrisk drift via kabel og batteri i kombinasjon med brenselcelle (hydrogen)).

Den teknologiske utviklingen på området er imidlertid i rask utvikling. Dette påvirker både tilgang på utslippsfrie maskiner og kostnader til innkjøp, drift og vedlikehold. For noen år tilbake anså man det som urealistisk å forvente større batterielektriske maskiner før rundt 2030.

Elektrifisering av byggeplasser forutsetter tilstrekkelig tilgang på strøm til lading. Derfor er potensialet for å benytte elektriske anleggsmaskiner størst der nettet i området er sterkt, typisk i bynære områder. Dette sammenfaller med at det også er i bynære områder at problemene med lokal luftforurensning er størst. Dette er dermed i seg selv drivere for elektrisk drift av anleggsmaskiner.

### Hybridmaskiner

Hybridmaskiner kan referere til maskiner med en kombinasjon av elektrisk drift via kabel og/eller batteri og brenselcelle eller forbrenningsmotor. Av disse er kombinasjoner av forbrenningsmotor og elektrisk drift klart mest vanlig for anleggsmaskiner per i dag. Selv om dette vil bidra til å redusere dieselforbruket, kan slike maskiner ikke klassifiseres som utslippsfrie.

### 6.3 Oppsummering kriterier fossilfri byggefase

Nettopp for å bidra til lave klimagassutslipp vil følgende tiltak bli vurdert i den videre planleggingen:

- Til byggtørking, bl.a. i forbindelse med P-kjeller, vil en løsning med pellets som varmekilde bli vurdert.
- Når det gjelder anleggsmaskiner vil et krav om å benytte biodiesel bli vurdert i en senere fase. Det samme gjelder el-drevne anleggsmaskiner. Bl.a. vil tilgjengelighet på slike maskiner være med på å bestemme hva eventuelle krav vil innebære.
- Mer spesialiserte maskiner (borerigger), vil sannsynligvis fortsatt drives med vanlig diesel.