

GRIEGKVARTALET

KLIMAGASSBEREGNINGER FOR PLANINITIATIV



Figur 1: Illustrasjon av det nye Griegkvarteret fra skisseprosjektrapport (Rambøll, 2019)

OPPDRAKSGIVER: Grieghallen Utbygging AS
PROSJEKTLEDER: Beate Hagland, Erstad & Lekven AS
OPPDRAG: Klimagassberegninger for planinitiativ for Griegkvarteret
UTFØRT AV: Malene Eldegard Leirpoll og Annagha Mital, Vill Energi AS
KVALITETSSIKRET AV: Per F. Jørgensen, Vill Energi AS
DATO: 31.03.2022

Innhold

1. Innledning	2
2. Klimagassberegninger	2
2.1. Klimagassberegninger – nybygg større enn 1000 m² BRA	2
2.2. Klimagassberegninger – valg mellom riving eller bevaring	7
2.3. Klimagassberegninger – vesentlige naturinngrep	9
3. Tiltak for å minimere klimagassutslipp	11
4. Oppsummering og anbefalinger	13

1. Innledning

Vill Energi har, på oppdrag fra Grieghallen Utbygging AS, utført klimagassberegninger til planinitiativ for Griegkvartalet til Bergen kommune. Dette er gjennomført i henhold til Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger¹.

2. Klimagassberegninger

Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger bygger på kommuneplanens arealdel (KPA2018) §18.3 og §18.4. Iht. veileder skal det utarbeides klimagassberegninger med referansescenario og redegjøres for tiltak for å minimere klimagassutslipp.

Jf. KPA2018 §18.4, skal det utarbeides klimagassberegninger for

1. Nybygg større enn 1000 m² BRA
2. Valg mellom riving eller bevaring av eksisterende bygg
3. Vesentlige naturinngrep

Dette kapittelet tar for seg metoder, forutsetninger og resultater av klimagassberegningene.

2.1. Klimagassberegninger – nybygg større enn 1000 m² BRA

Det er utarbeidet klimagassberegninger for nybygget i henhold til norsk standard NS 3720:2018. Klimagassberegningene er utført i livssyklusanalyseverktøyet One Click LCA. Omfanget for beregningene er *basis med lokalisering*, etter kravet i Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger. *Basis med lokalisering* betyr at klimagassberegningene inkluderer klimagassutslipp fra tomtebearbeiding, byggeplass, materialer, energi i drift og transport i drift. Klimagassberegningene for bygget er beregnet ved utarbeidelse av et referansebygg.

Referansebygget er generert vha. Carbon designer i One Click LCA, og er utformet som en skoeske. Bygget representerer et gjennomsnittlig bygg i Norge og benytter standardmaterialer, -løsninger og -byggemetode. Utslippskoeffisientene og materialene er generiske verdier fra programdatabasen. Referansebygget tilfredsstiller gjeldende byggeteknisk forskrift, TEK17. Referansebygget har samme areal, funksjon og omfang som planlagt utbygging.

NS 3720:2018 skiller mellom to nivåer av datakvalitet. Nivå 1 er spesifikke data for konkrete produkter og tjenester (reelt prosjekt). Nivå 2 er generiske data, gjennomsnittsdata og representativ data (konsept-, ide- og skissefase). I denne analysen er datanivå 2 benyttet. Miljødatakildene i One Click LCA er fra programmets interne kilder og eksterne miljødeklarasjoner/EPDer (Environmental Product Declaration) med oppstrømsdatabaser som bla. Ecoinvent, GaBi, m.m.

Følgende forutsetninger er benyttet i analysen

- **Analyseperiode:** 60 år
- **Bygningstype:** Kulturbygning
- **Prosjekttype:** Nybygging, helbygging
- **Bruttoareal (BTA):** 18 881 m²
- **Byggeplass:** Gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning, Norden
- **Materialer:** Standard-materialer som representerer gjennomsnitt, og automatisk genererte arealer vha. et romprogram som er tilpasset bygningskategorien
- **Energi i drift:** Elektrisitet som energibærer. Energiforbruk er følgende

¹ [Veileder for klimagassberegninger \(Bergen kommune, 2020\)](#)

- 733 484 kWh for elektrisitet (uspesifisert bruk)
- 323 596 kWh for primærvarme (varmepumpe)
- 597 022 kWh for sekundær oppvarming (elektrisk kjele)
- 152 809 kWh for kjøling (varmepumpe)
- **Transport i drift:** Fri parkering, full tilgang (1.0). Antall åpningsdager er antatt til 300 dager i året. Geografisk område er Bergen sentrum < 1 km fra Torgalmenningen. Gjennomsnittlig antall brukere per dag er antatt til
 - 240 stk. i arbeid per dag (basert på 120 arbeidsplasser i arenaklynge og 180 ansatte for drift av bygget, samt gjennomsnitt på 80% tilstedeværelse per dag)
 - 821 stk. besøkende per dag (estimert som 75% av besøkstallet i Grieghallen i 2018 som var 400 000)

For energi i drift, er beregningene simulert for to scenarier; norsk forbruksmiks (NO) og europeisk forbruksmiks (EU28+NO), iht. NS 3720:2018.

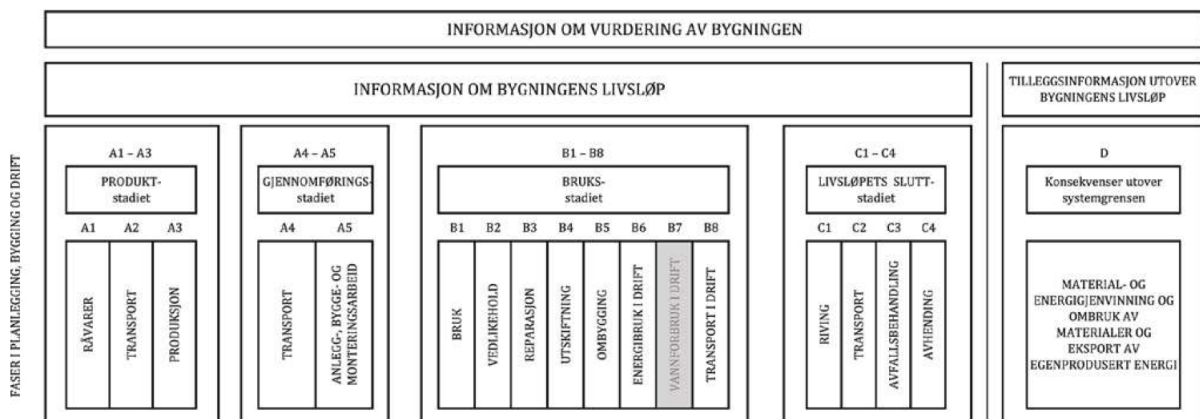
Scenario 1: Norsk forbruksmiks (gjennomsnitt per år over objektets levetid).

Utgangspunktet skal være gjennomsnittet av den norske forbruksmiksen de siste 3 år. For objektets levetid beregnes faktoren ved en lineær funksjon til nær null utslipp i 2050, som deretter holdes på dette nivået fram til slutt punktet for perioden. Utslippskoeffisient = 0,0123 kg CO₂-ekv./kWh

Scenario 2: Europeisk (EU28+NO) forbruksmiks (gjennomsnitt per år over objektets levetid).

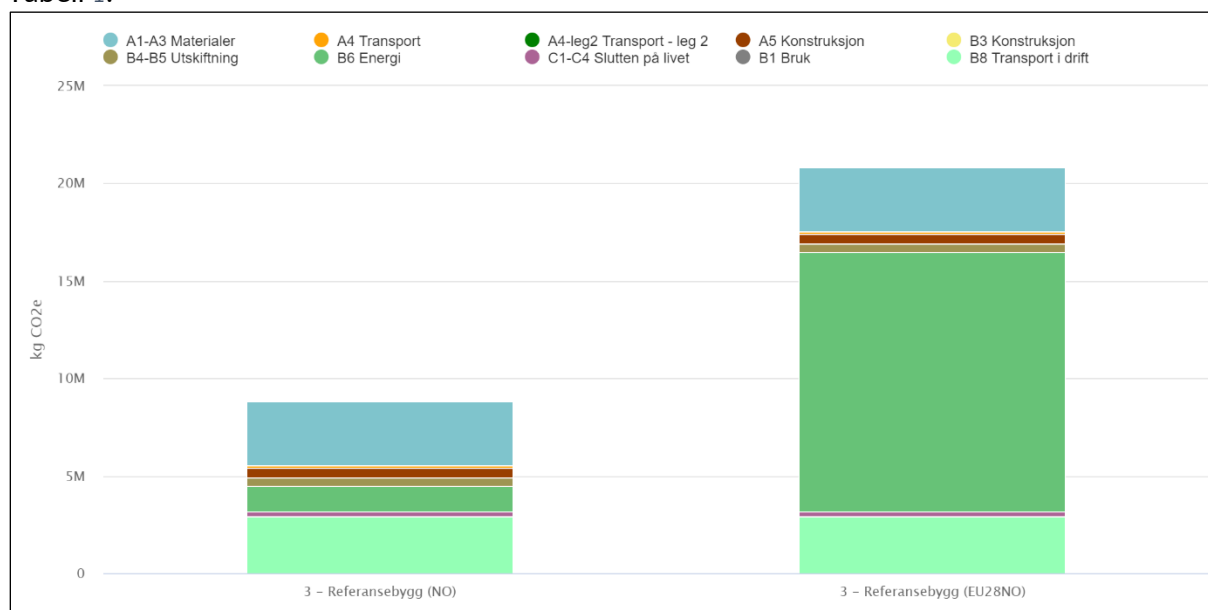
Startpunktet skal være gjennomsnittet for de siste 3 årenes forbruksmiks. For objektets levetid beregnes faktoren ved en lineær funksjon til nær null utslipp i 2050, som deretter holdes på dette nivået fram til slutt punktet for perioden. Nær null er forventet gjennomsnitt for produksjonsmiksen i 2050, som vist i informativt Tillegg A i NS 3720:2018. Utslippskoeffisient = 0,12 kg CO₂-ekv./kWh

Klimagassberegningene er presentert både samlet, per bygningskategori og fordelt på de ulike livsløpsmodulene, herunder: produktstadiet A1-A3, gjennomføringsstadiet A4-A5, bruksstadiet B1-B5, energi i drift B6, transport i drift B8, og livsløpets sluttstadium C1-C4, som vist i Figur 2.



Figur 2: Livsløpsmoduler for en bygning. Figur hentet fra norsk standard NS 3720:2018

Resultatene av klimagassutslipp i alle livssyklusstadiet for referansebygg, med norsk forbruksmiks (NO) og europeisk forbruksmiks (EU28+NO), er presentert i Figur 3 og tilhørende

Tabell 1.


Figur 3: Klimagassutslipp i kg CO₂-ekv. i livssyklusstadiet for de to scenarioene referansebygg (NO) og referansebygg (EU28+NO). NO: norsk forbruksmik. EU28+NO: europeisk (inkl. Norge) forbruksmik.

Tabell 1: Klimagassutslipp i kg CO₂-ekv. fordelt på de ulike livssyklusmoduler for de to scenarioene. Nederst i tabellen er resultatene presentert i totalt utslipp (kg CO₂-ekv. i livsløpet på 60 år), utslipp per år (kg CO₂-ekv./år), utslipp per bruttoareal (kg CO₂-ekv./m²), utslipp per bruttoareal per år (kg CO₂-ekv./m²/år) og utslipp per år per person (kg CO₂-ekv./år/person).

	Referansebygg (NO) Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv.]	Referansebygg (EU28+NO) Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv.]
A1-A3 Byggematerialer	3 321 516	3 321 516
A4 Transport til byggeplassen	92 780	92 780
A5 Byggeplass	508 481	508 481
B4-B5 Utskiftning og renovering	432 645	432 645
B6 Energibruk i drift	1 333 685	13 346 192
B8 Transport i drift	2 898 651	2 898 651
C1-C4 Slutten på livet	244 815	244 815
Totale klimagassutslipp	8 832 546	20 845 080
Klimagassutslipp per år	147 209	347 418
Klimagassutslipp per m ² BTA	468	1 104
Klimagassutslipp per m ² BTA per år	8	18
Klimagassutslipp per år per person ²	139	327

² Antall personer er estimert til 1062 stk., hvorav 240 stk. i arbeid og 822 stk. besøkende.

Resultatene i Figur 3 og Tabell 1 viser at totale klimagassutslipp er 8 832 tonn CO₂-ekv. for referansebygg med norsk forbruksmiks (NO) og 20 845 tonn CO₂-ekv. for referansebygg med europeisk forbruksmiks (EU28+NO). Årsaken til ulike resultater er utslipp relatert til livsløpsmodul B6 energibruk i drift, som er den eneste livsløpsmodulen med forskjellige forutsetninger i de to scenarioene. For referansebygg med norsk forbruksmiks er utslippet en tiendedel for energibruk i drift sammenlignet med referansebygg med europeisk forbruksmiks. Dette er en direkte konsekvens av utslippskoeffisientene for de to energimiksene. Europeisk forbruksmiks har et 10-ganger så høyt utslipp sammenlignet med norsk forbruksmiks. Som et resultat av ulik energimiks, har referansebygg med norsk forbruksmiks totalt sett 58% lavere klimagassutslipp enn referansebygg med europeisk forbruksmiks.

De andre livsløpsmodulene har like forutsetninger i de to scenarioene og dermed like store klimagassutslipp.

Prosentvis fordeling av totale utslipp per livsløpsmodul for referansebygg (NO) er som følger

- A1-A3 Byggematerialer	38%
- A4 Transport til byggeplassen	1%
- A5 Byggeplass	6%
- B4-B5 Utskiftning og renovering	5%
- B6 Energibruk i drift	15%
- B8 Transport i drift	33%
- C1-C4 Slutten på livet	3%

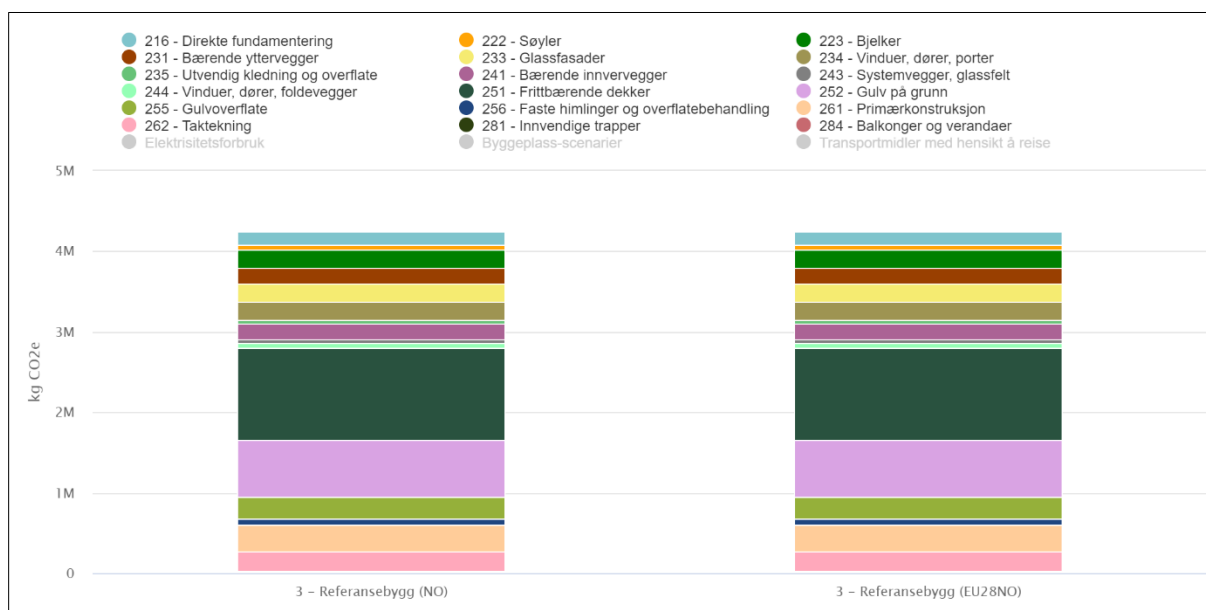
Utslippsfordelingen for referansebygg med norsk forbruksmiks (scenario 1) viser at materialer og transport i drift har de høyeste klimagassutslipp sammenlignet med de andre livsløpsmodulene, med henholdsvis 38 og 33% av totale utslipp. Utslipp for energibruk i drift er 15% av totale utslipp for bygget. Resultatene viser at disse faktorene påvirker utslippet i størst grad og gir negative klimakonsekvenser av planforslaget. Det anbefales at prosjektteamet bearbeider prosjektet for å finne et plangrep som reduserer utslipp relatert til materialer, transport i drift og energibruk i drift.

For referansebygg (EU28+NO) er prosentvis av totale utslipp for hver livsløpsmodul

- A1-A3 Byggematerialer	16%
- A4 Transport til byggeplassen	0%
- A5 Byggeplass	2%
- B4-B5 Utskiftning og renovering	2%
- B6 Energibruk i drift	64%
- B8 Transport i drift	14%
- C1-C4 Slutten på livet	1%

For referansebygg med europeisk forbruksmiks er prosentvis fordeling av utslipp per livsløpsmodul noe annerledes enn scenarioet med norsk forbruksmiks. Dette er fordi forbruksmiks for elektrisitet er en sensitiv parameter og utslipp fra energibruk i drift endres betraktelig ved andre utslippskoeffisienter. Begge scenarier har like store energibehov for drift av bygget. Grunnet ulik forbruksmiks, er energibruk i drift den høyeste utslippskilden i scenario 2 med 64% av totale utslipp, etterfulgt av byggematerialer (16%) og transport i drift (14%).

Resultatene av klimagassberegninger for ulike bygningselementer (jf. NS 3720:2018) er presentert i Figur 4 og tilhørende Tabell 2.



Figur 4: Klimagassutslipp per bygningsdel i kg CO₂-ekv for de ulike scenarioene. Presentert i søylediagram.

Tabell 2: Klimagassutslipp per bygningsdel i kg CO₂-ekv for de ulike scenarioene.

Bygningsdel	Klimagassutslipp, kg CO ₂ -ekv.	Klimagassutslipp per m ² BTA, kg CO ₂ -ekv./m ²
216 - Direkte fundamentering	165 746	9
222 - Søylar	65 804	3
223 - Bjelker	225 618	12
231 - Bærende yttervegger	190 807	10
233 - Glassfasader	231 633	12
234 - Vinduer, dører, porter	229 543	12
235 - Utvendig kledning og overflate	36 691	2
241 - Bærende innervegger	193 202	10
243 - Systemvegger, glassfelt	52 802	3
244 - Vinduer, dører, foldevegger	58 670	3
251 - Frittstående dekker	1 139 630	60
252 - Gulv på grunn	711 631	38
255 - Gulvoverflate	265 446	14
256 - Faste himlinger og overflatebehandling	87 820	5
261 - Primærkonstruksjon	324 892	17
262 - Taktekning	235 824	12
281 - Innvendige trapper	18 662	1
284 - Balkonger og verandaer	15 541	1
Totalt	4 249 962	225

Figur 4 og Tabell 2 viser klimagassutslipp for de ulike bygningsdelene i referansebygget. Frittstående dekker og gulv på grunn er de bygningsdelene som bidrar til høyeste utslipp. Mer bærekraftige materialer med mindre miljøpåvirkning, spesielt for disse bygningskategoriene, bør derfor velges i prosjektert bygg.

2.2. Klimagassberegninger – valg mellom riving eller bevaring

Det skal, ifølge Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger, utarbeides to beregninger som sammenligner alternativene: 1) bevare og rehabiliterer, og 2) riving og nybygg.

På planområdet er det i dag et parkeringsanlegg (Grieg-garasjen/Grieg Park P-hus) under bakken, med tilhørende inngangsbygg/billettkontor på Edvard Griegs plass. Parkeringsanlegget, som er bygget i 2006, har tre underjordiske etasjer med totalt ca. 420 p-plasser. Den øverste etasjen, kalt «Dovregubbens Hall», brukes i dag jevnlig til messer og utstillinger. Eksisterende parkeringsanlegg skal rives og erstattes av nybygget. Arealet må også utvides noe i dybden for å få plass til underscenen. Figur 5 viser dagens situasjon.



Figur 5: Griegkvartalet i Bergen. Hentet fra Google Earth.

Alternativ 1) Bevare og rehabiliterer

Det antas parkeringsanlegget ikke er egnet å bruke til ønsket formål (musikkteater). Dermed vil Alternativ 1, Bevare og rehabiliterer, i praksis betyr å la parkeringsanlegget stå som det er. Dersom parkeringsanlegget bevares slik det er (uten rehabilitering e.l.), vil dette ikke generere noe ekstra klimagassutslipp.

Til tross for dette, vil et p-anlegg på 420 p-plasser generere store utslipp knyttet til persontransport. Klimagassutslippet for dette er beregnet.

Forutsetninger:

- Antall brukere (besøkende): 420 stk.
- Mengde: 2 turer per bruker per dag
- Antall åpningsdager i året: 300
- Gjennomsnittlig turlengde med bil: 12,9 km
- Utslippskoeffisient for personbil (forventet gjennomsnitt over neste 60 år): 0,0955 kg CO₂-ekv./km

- Analyseperiode: 60 år

Klimagassutslipp for persontransport over 60 år er beregnet til ca. 19 000 tonn CO₂-ekv.

Alternativ 2) Riving og nybygg

Klimagassutslipp for riving av eksisterende parkeringsanlegget inkl. de to byggene i tilknytning Grieg-garasjen er estimert. I tillegg er klimagassutslipp for materialene til Grieg-garasjen beregnet (både underjordisk p-anlegg og byggene over bakkenivå), ettersom parkeringsanlegget er såpass nytt (bygget i 2006). Det er her tatt hensyn til klimagassutslipp ved riving av en såpass ny struktur i forhold til forventet restlevetid, hvor det er benyttet en faktor som tar hensyn til at materialene rives før endt levetid (antatt 60 år).

Forutsetninger:

- Areal eksisterende bygg (over bakkenivå): 600 m². Estimert via Google Earth.
- Areal underjordisk parkeringsanlegg: 13 500 (areal: 4500 m² per etasje, antall etasjer: 3 stk).
- Utslippskoeffisient for riving = 3,4 kg CO₂-ekv./m² revet (hentet fra One Click LCA)
- Faktor for materialutslipp som hensyntar levetid til byggematerialer: 0,68 (faktisk levetid på 19 år (fra 2006 til 2025) sammenlignet med antatt levetid på 60 år)
- Materialutslipp for p-anlegg per kvm: 115,2 kg CO₂-ekv./m² (Basert på erfaringstall fra Vill Energi). Her er det bl.a. antatt
 - Andel lettbetong: 40%
 - Utslippskoeffisient lettbetong 0,32 kg CO₂-ekv./kg (Kilde: One Click LCA)
 - Andel betong: 60%
 - Utslippskoeffisient betong 288 kg CO₂-ekv./kg (Kilde: One Click LCA)

Totale utslipp for alternativ 2, riving og nybygg er beregnet til nær 10 000 tonn CO₂-ekv, hvor det er inkludert utslipp for rivearbeider, restverdi av revet materialer og nybygget.

En sammenligning av alternativene: 1) bevare og rehabiliterer, og 2) riving og nybygg er presentert i Tabell 3. Merk at klimagassutslipp knyttet til gravearbeider for underjordisk p-anlegg er medtatt i vesentlige naturinngrep (se kap. 2.3).

Tabell 3: Klimagassutslipp for Alternativ 1) Bevare og rehabiliterer, og Alternativ 2) Riving og nybygg. *: Byggearbeider er vil ikke medføre klimagassutslipp ved at p-anlegget forblir slik det (ettersom det ikke kan transformeres til ønsket formål).

		Klimagassutslipp, kg CO ₂ -ekv.
Alternativ 1) Bevare og rehabiliterer	Byggearbeider ifm. bevaring/rehabilitering*	0
	Transport ifm. p-anlegget	18 627 936
	SUM	18 627 936
Alternativ 2) Riving og nybygg	Riving	47 940
	Materialer (restverdi)	1 104 538
	Nybygg (referansebygg norsk forbruksmik, NO)	8 832 546
	SUM	9 985 024

I alternativ 2, Riving og nybygg, fjernes p-anlegget på 420 p-plasser, og man kan spare hele eller store deler av dette transportutslippet. Dette vil gi store klimagassbesparelser, samt også samsvare med Bergen kommunes gjeldende klima- og energihandlingsplan, Grønn strategi³, som ønsker å begrense biltrafikken gjennom restriktive tiltak.

2.3. Klimagassberegninger – vesentlige naturinngrep

Ifølge Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger, skal det for vesentlige naturinngrep redegjøres for

- Hvilke klimagassutslipp naturinngrepet gir, inkludert tap av/økt lagringskapasitet
- Hvilke alternativer med mindre påvirkning som er vurdert, og hvilke utslipp og tap av/økt lagringskapasitet disse alternativene vil gi
- Klimaeffekten av terrenginngrepene må dokumenteres

Klimagassutslipp fra naturinngrepet

Det er redegjort for hvilke klimagassutslipp naturinngrepet gir, inkludert tap av/økt lagringskapasitet. Det er benyttet Miljødirektoratet sitt verktøy for beregning av effekt av klimatiltak for arealbruksendring⁴. Planområdet er i dag allerede bebygd og utbyggingen medfører derfor ingen arealbruksendring. Dette gir derfor ingen klimagassutslipp for arealbruksendringer ifølge Miljødirektoratet sitt verktøy for klimaeffekter.

Vurdering av ulike alternativer

Noen viktige fordeler ved valg av tomt for Griegkvartalet ift. klima og miljø er:

- Byggegroppen gjenbrukes og spunten står igjen på alle sider unntatt «nord» på plassen (dvs. mot Nygård skole).
- Det benyttes et allerede utgravd volum/areal. Det er relativt lite tilleggsvolum som graves ut.
- Det er behov for et mindre musikkteater når det lokaliseres ved siden av Grieghallen, ettersom dette gir sambruk av funksjoner som administrasjon, kantine, billettsalg, informasjon, øvingsarealer, energisystemer m.m.
- Alle parkeringsplasser fjernes, og utslippene knyttet til biltrafikk reduseres betydelig. Det blir også mindre støy, støv og lokal forurensing på området.
- Beliggenheten i sentrum med kort avstand til kollektivtrafikk av alle slag er positivt.
- Planområdet i dag allerede bebygd, og dette betyr at utbyggingen ikke vil føre til tap av lagringskapasitet (biogent karbon) og nedbygging av natur.

Klimaeffekt av terrenginngrep og tomtebearbeiding

På den nordlige delen av Edvard Griegs plass skal det etableres messehall under dagens terrengnivå. I dag består dette av en flat plass som er delvis asfaltert og delvis opparbeidet med natursteinsheller. Se Figur 6.

³ [Grønn strategi \(Bergen kommune, 2016\)](#)

⁴ [Beregne effekt av ulike klimatiltak, miljødirektoratet.no](#)



Figur 6: Området for grunnarbeider er markert i rødt. Bilde hentet fra grunnanalyser (Sweco, 2021).

I 2021 ble det gjennomført miljø- og geotekniske grunnanalyser for dette området av Sweco Norge AS. Analysen viser at grunnen består av to til fire meter forurensede fyllmasser som ligger over to til fire meter faste morenemasser uten grunnforurensing. Det er anslått at mengder forurensede masser som må fjernes er 5000 – 10 000 m³ (9 500 – 19 000 tonn) avhengig av mektighet og forurensingsgrad. Området har et areal på 2 500 m².

På sørlige delen av planområdet må det også graves ettersom det nye musikkteateret må utvides noe i dybden for å få plass til underscenen.

Terrenginngrep og tomtebearbeiding i planområdet er i dermed hovedsak sprenging, utgraving og massehåndtering. Etablering av messehallen vil medføre at omtrent 20 000 m³ masser må graves ut. Etablering av underscene i det nye musikkteateret medfører også gravearbeider, og dette er estimert til ca. 6000 m³. Klimaeffekten av dette er beregnet ved nøkkeltall, hvor følgende forutsetninger er brukt.

Forutsetninger:

- Messehall
 - Masseuttak forurensede masser (“verst antatt tilfelle”): 10 000 m³ (ref. grunnanalyse av Sweco, 2021)
 - Masseuttak morenemasser (uten forurensing): 10 000 m³
- U4 i musikkteateret
 - Masseuttak 6000 m³ (areal: 2000 m², høyde/dybde: 3 m)
- Utslippskoeffisient for utgraving: 1,39 kg CO₂-ekv./m³ (gjennomsnittsverdi, hentet fra One Click LCA)
- Utslippskoeffisient transport (EU «dumper truck», 19 tonn kapasitet, 100% fyllingsrate): 0,0732 kg CO₂-ekv./tonn km
- Distanse til massedeponi: 20 km (f.eks. deponi på Stendafjellet)

Beregnete klimagassutslipp for gravearbeider og massetransport ifm. ny messehall og musikkteaterets underscene er presentert i Tabell 4.

Tabell 4: Klimagassutslipp for terrenginngrep/tomtebearbeiding. Beregningene inkluderer utslipp knyttet til gravearbeider og massetransport for messehall og underscene til det nye musikkteateret.

		Klimagassutslipp, kg CO ₂ -ekv.
Messehall	Gravearbeid	27 800
	Massetransport	55 632
	SUM	83 432
Musikkteateret underscene	Gravearbeid	8 340
	Massetransport	16 690
	SUM	25 030
Totalt		108 462

I tillegg til nevnte terrenginngrep/tomtebearbeiding, vil utbyggingen medføre klimagassutslipp i bygge- og anleggsdrift. Dette er antatt til å være representativt med en gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning i Norden, og klimagassutslippet dette medfører er inkludert i klimagassberegningene for nybygget (se kap. 2.1).

3. Tiltak for å minimere klimagassutslipp

Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger krever at det skal redegjøres for tiltak for å minimere klimagassutslipp (jf. KPA2018 §18.3). Det skal belyses hvordan trær, skog, jordsmonn og myr tenkes bevart *der det er relevant*, og beregninger kan gjøres ved hjelp av nøkkeltall (grove estimat). For å vurdere tiltak for å minimere klimagassutslipp, er det redegjort for hvilke faktorer som påvirker utslippet og utarbeidet anbefalinger basert på klimagassberegningene.

Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger viser til forhold som må vurderes i planarbeidet. Dette er presentert i Tabell 5, sammen med foreløpige anbefalinger og vurderinger for dette prosjektet.

Tabell 5: Anbefalinger og vurderinger for utbyggingen.

Forhold	Anbefalinger og vurderinger
Eiendommens egnethet med tanke på å unngå nedbygging av karbonlager (myr skog mv.), reduksjon av biologisk mangfold og stor tomtebearbeiding	Det er vurdert at lokasjon av bygningen ikke vil føre til nedbygging av karbonlager. Dette er fordi utbyggingen forekommer på et allerede utbygd areal.
Mulighet for egenproduksjon av energi	Det anbefales at energiproduksjon vurderes i senere prosjektfaser f.eks. solceller og varmepumper.
Planområdets beliggenhet i forhold til kollektiv transport og sentrumsfunksjoner	Det er vurdert at beliggenhetene er god ift. kollektivtransport og sentrumsfunksjoner.
Mulighet for rehabilitering og ombruk av bygg og byggematerialer	Parkeringsanlegget og begge heis/trappehusene skal rives. Betongdekker i parkeringsanlegget må rives da de ikke

	samsvarer med nye høyder. Det planlegges gjenbruk av eksisterende spunt på tre av sidene. Det anbefales videre å benytte ombruksmaterialer og -konstruksjoner i flere deler av bygget. Dette vil redusere miljøpåvirkningen av materialer. Dette bør kartlegges og planlegges så tidlig som mulig.
Funksjonalitet som gir merverdi, som gode etasjehøyder	Planlagt ivaretatt. Må også sees i sammenheng med og ikke gå på bekostning av byggets funksjon.
Arealeffektivitet og mulighet for flerbruk	Planlagt ivaretatt. Må også sees i sammenheng med og ikke gå på bekostning av byggets funksjon.
Tilrettelegging for mobilitetsløsninger og parkering for bil og sykkel	I prosjektet er det planlagt for ingen bil-parkering bortsett fra noen HC-parkeringer. Videre anbefales det å tilrettelegge for høy parkeringsdekning for sykkel, samt å utrede mobilitetsløsninger.

Basert på resultatene av klimagassberegningene kan man peke på flere tiltak for å redusere miljøpåvirkning av utbyggingen. For å minimere utslippene må prosjektert bygg endres fra referansebygg på mange punkter. For de ulike livsløpsmodulene er noen tiltak presentert i Tabell 6.

Tabell 6: Utslppsreducerende tiltak for ulike livsløpsmoduler.

Livsløpsmodul	Tiltak for å redusere klimagassutslipp
A1-A3 Materialer	Velge mer bærekraftige materialer med lavere klimafotavtrykk. F.eks. ombruksmaterialer, trevirke, lavkarbonbetong, m.m. Benytte materialer med lang levetid som tåler fremtidige klimaendringer. Benytte materialer som er egnet for ombruk i fremtiden. Dette vil spesielt være viktig for materialer med høyt klimagassutslipp, f.eks. frittstående dekker og gulv på grunn. Bygget bør planlegges for fremtidig fleksibilitet, samt tilrettelegges for sambruk og lang levetid.
A5 Byggeplass	Overgang til utslippsfri bygge- og anleggsfase ved bruk av elektrisk/hydrogendrevne maskiner, kjøretøy og utstyr. Søke å redusere transport til og fra anleggsplassen ved lokal og klimavennlig massehåndtering.
B6 Energi i drift	Etablere klimavennlige og ressursbesparende løsninger for energi og varme/kjøling, f.eks. varmepumpe og solceller. Driftsoptimalisering via SD-anlegg og energioppfølgingsystem kan ta ned energibruken i drift. Det kan også planlegges for felles løsninger med nærliggende

	bygg, tilkobling til fjernvarmenett, fornybar produksjon (og evt. salg) av elektrisitet, varme eller kjøling lokalt på området.
B8 Transport i drift	Minimere p-dekningen for biler, øke p-dekning for sykkel og tilrettelegge for gode mobilitetsløsninger. Den sentrale plasseringen gjør at bygget er lett fremkommelig ved gange, sykkel og kollektivløsninger. Det er dermed fornuftig å anta at parkeringsdekningen kan reduseres til et minimum.

Flere av tiltakene presentert i Tabell 6 er allerede vurdert ved utbyggingen. Dette gjelder bl.a. transport i drift, som vil reduseres betydelig ift. referansescenarioet i denne analysen.

4. Oppsummering og anbefalinger

I forbindelse med planinitiativ for Griegkvartalet, er det utarbeidet klimagassberegninger iht. Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger og i henhold til NS 3720:2018. Det er utarbeidet referansebygg som har omfang *basis med lokalisering* som inkluderer klimagassutslipp fra tomtebearbeiding, byggeplass, materialer, energi i drift og transport i drift. Referansebygget representerer et gjennomsnittlig bygg i Norge, benytter standardmaterialer, -løsninger og -byggemetode og tilfredsstiller TEK17. Referansebygget har samme areal, funksjon og omfang som det prosjekterte bygget.

Det er redegjort for to scenarier for energibruk i drift; norsk forbruksmiks (NO) og europeisk forbruksmiks (EU28+NO).

Hovedresultatene av klimagassberegninger for nybygget er

- Scenario 1, referansebygg med norsk forbruksmiks, har nesten 60% lavere utslipp enn scenario 2 referansebygg med europeisk forbruksmiks
- Livsløpsmoduler med høyest utslipp i begge scenarier er
 - A1-A3 Byggematerialer
 - A4 Transport i drift
 - B6 Energibruk i drift

Utslipp knyttet til valg mellom bevaring og rehabilitering eller riving og nybygg er beregnet. Å bevare parkeringsanlegget vil ikke føre til noe utslipp i seg selv, men vil ha et stort utslipp knyttet til persontransport. Det er estimert at utslipp for persontransport over 60 år er ca. 18 000 tonn CO₂-ekv. Riving og nybygg gir totale utslipp på ca. 10 000 tonn CO₂-ekv. (hvorav rivingsarbeider: 50 tonn CO₂-ekv, restverdi for materialer: 1 000 tonn CO₂-ekv. og nybygget: 9 000 tonn).

Klimagassutslipp for vesentlige naturinngrep er vurdert. Terrenginngrep/tomtebearbeiding (som inkluderer gravearbeider og massetransport), gir et utslipp på ca. 100 tonn CO₂-ekv. Det er ellers ingen utslipp knyttet til arealbruksendring/tap av lagringskapasitet. Ulike alternativer for utbygging er vurdert av prosjektgruppen. Valg av tomt vil ha flere klimagevinster sammenlignet med å plassere musikkteateret en annen plass. Dette fordi tilknytning til Grieghallen gjør bl.a. at mange funksjoner kan sambrukes og at man kan bygge i mindre skala.

Videre er det pekt på tiltak for å redusere klimagassutslippene av utbyggingen. Disse anbefalingene er basert på resultatene fra klimagassberegningene. Byggematerialer, transport i drift og energibruk i drift er faktorer som påvirker utslippet i størst grad og gir negative klimakonsekvenser av planforslaget. Det bør derfor søkes plangrep som reduserer utslipp relatert til disse livsløpsmodulene. Noen konkrete eksempler på tiltak for å redusere klimagassutslipp er

- Redusere parkeringsdekningen til et minimum
- Etablere fornybare lokale energiløsninger, f.eks. varmepumpe eller solceller
- Optimalisere energibruken i drift gjennom SD-anlegg og energioppfølging
- Velge materialer med lang levetid og byggematerialer med et lavt klimagassutslipp.

Presisjonsnivået for klimagassberegningene reflekterer at prosjektet er et planinitiativ. Så tidlig i prosjektet er det en rekke forhold som ikke er avklart. Derfor er beregningene av klimagassutslipp for nybygget utført som referansebygg. Resultatene gir en indikasjon på klimagassutslippene reguleringsplanen medfører. Det er derimot usikkert hvor representativt referansebygget er for det som her planlegges. Et musikkteater har andre krav til kvalitet og byggematerialer enn et ordinært kulturhus. Dette er faktorer som sannsynligvis vil påvirke klimagassberegningene ved første gangs behandling av en reguleringsplan.

I senere faser vil det utarbeides klimagassberegninger for det prosjekterte bygget med spesifikke verdier. Dette vil gi et mer riktig bilde av klimagassutslippene utbyggingen medfører. Fremtidige beregninger vil kunne sammenlignes med referansebygget som er utarbeidet i denne rapporten.

Klimagassberegninger er et godt verktøy for å vurdere ulike løsninger opp mot hverandre, alternativsvurderinger, for å redusere klimagassutslippene av utbyggingen. Det er i de tidlige fasene av et prosjekt at man har det største mulighetsrommet for ressursoptimalisering og å minimere klimagassutslipp.