

Oppdragsgiver: Posten Eiendom Bergen AS
Oppdragsnavn: Klimagassregnskap Kokstad
Oppdragsnummer: 631939-01
Utarbeidet av: Andrea Arntzen Nistad
Oppdragsleder: Andrea Arntzen Nistad
Tilgjengelighet: Åpen

NOTAT Klimagassberegninger Kokstad

1. PLANOMRÅDE OG NØKKEINFO.....	2
2. KLIMAGASSUTSLIPP FOR PLANOMRÅDET.....	3
2.1. Metodikk	3
2.1.1. Materialbruk - bygg.....	4
2.1.2. Byggeplass.....	5
2.1.3. Energibruk.....	6
2.1.4. Transport.....	8
2.1.5. Arealbruksendring.....	9
2.2. Resultater for klimagassutslipp.....	11
2.2.1. Materialbruk	13
2.2.2. Byggeplass.....	14
2.2.3. Energibruk i drift	14
2.2.4. Transport – arbeidsreiser	15
2.2.5. Arealbruksendringer	15
3. TILTAK FOR REDUKSJON AV KLIMAGASSUTSLIPP.....	16
3.1. Generelle tiltak for redusert klimapåvirkning	16
3.2. Vurdering av potensielle tiltak for reduksjon av klimagassutslipp.....	16
3.2.1. Materialbruk	17
3.2.2. Energiforsyningsløsning	17
3.2.3. Transport.....	17
3.2.4. Arealbruksendringer	18
3.3. §18.3	19
4. OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER.....	20

04	07.01.22	Inkl A5, C1-C4. Presiseringer avbøtende tiltak	AAN	
03	27.09.21	Revisjon av dokument, presisering av beregning utslipp fra myr og resultatfremstilling per bruker.	AAN	
02	03.05.21	Andre utkast.	AAN	VLV
01	01.03.21	Første utkast	AAN	VLV
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS

SAMMENDRAG

Asplan Viak AS har vært engasjert av Posten Eiendom AS i forbindelse med detaljreguleringsplan for ny logistikkterminal for Posten Bring på Kokstad. Bergen kommune har stilt krav om klimagassberegninger for utbyggingen, herunder en vurdering av klimagassutslipp fra nedbygging av myr. Utbyggingen omfatter et område på totalt 386 000 m². I tillegg til Postens nye logistikkterminal skal det bygges nytt næringsareal/lager som totalt gir 82 300 m² BRA.

Klimagassutslipp for utbyggingen er beregnet i CO₂-ekvivalenter (CO₂-ekv.) for en analyseperiode på 60 år, i tråd med standard praksis for klimagassberegninger av bygg. Utslippene omfatter produksjon og transport av byggematerialer (A1-A4), byggeplasspåvirkning (A5), forventet utskiftning av materialer (B4-B5), avfallshåndtering og avhending av materialer (C1-C4) og energibruk i drift (B6). Videre er massetransport og tomtebearbeidelse, arealbruksendringer (A5) og arbeidsreiser til/fra (transport i drift) området inkludert. Næringstransport er ikke inkludert i beregningene da transportbehovet for næring i IL2 ikke er kjent da det ikke er kjent hvilke virksomheter som skal inn. Postens utslipp fra transport kan ikke hentes ut på bynivå og deres transportbehov kan dermed ikke beregnes.

Totalt er det beregnet av utbyggingen vil kunne generere 105 000 tonn CO₂-ekv over analyseperioden på 60 år hvis norsk strømmiks legges til grunn. Beregnede utslipp over 60 år er 140 000 tonn CO₂-ekv hvis norsk-europeisk strømmiks benyttes. Klimagassutslipp er fordelt på materialbruk i bygg (36 000 tonn CO₂-ekv.), byggeplass (3500 tonn CO₂-ekv.), energibruk i drift (7000 tonn CO₂-ekv. hvis norsk strømmiks og ca. 40 000 tonn CO₂-ekv. hvis norsk-europeisk strømmiks), transport (22 000 tonn CO₂-ekv., kun arbeidsreiser) og arealbruksendring (37 000 tonn CO₂-ekv.).

For å redusere klimagassutslipp fra utbyggingen er avbøtende tiltak for myr, klimavennlig materialbruk i bygg (lavutslippsmaterialer, ombruk) og tilrettelegging for økt bruk av kollektivtransport ifm. arbeidsreiser vesentlig for å redusere klimagassutslipp fra utbyggingen. Videre er tiltak som kan legge til rette for elektrisk transport av vare- og næringstransport viktig (lademuligheter, delingsløsninger). Tiltak for å redusere direkte elektrisk energiforbruk og etablering av solceller på tak er også viktige tiltak for å redusere klimagassutslipp fra energibruk i drift.

1. PLANOMRÅDE OG NØKKELINFO

Hensikten med utbyggingen er å tilrettelegge for et nytt logistikkcenter for Posten Bring og samlokalisere dagens terminalvirksomhet i Jekteviken og Mindemyren. Samtidig legges det til rette for å utvikle et nytt næringsområde innenfor planområdet. Totalt er planområdet om lag 386 daa, bestående av to delområder, IL1 og IL2, som vist av Figur 1. Posten vil etablere sitt nye logistikkcenter innenfor tomten BKB1, mens BIR (renovasjon) vil etablere energisentral innenfor BKB4. Resterende tomter er tilrettelagt for utnyttelse som næringsareal og lager. Området er i dag ubebygget og fungerer som natur og grøntområde. Tabell 1 angir areal for nybygg innenfor området.

Tabell 1 Arealer nybygg innenfor planområdet.

Tomt	BKB1	BKB2	BKB3	BKB4	BKB5	BKB5	BKB7	BKB7	BKB6	BKB6	BKB6
Bygg					1	2	3	4	5	6	7

BRA, m ²	23 764	3762	4464	3048	5486	11 700	3576	4392	2430	13440	6235
Tomt, m ²	63 500	10 050	11 990	10 250	12 440	26 170	8050	9840	8900	30 091	14 080



Figur 1 Oversiktsplan over området. IL1 til venstre, IL2 til høyre.

2. KLIMAGASSUTSLIPP FOR PLANOMRÅDET

2.1. Metodikk

Planlegging og etablering av nye næringsarealer og infrastruktur kan ha stor påvirkning på utslipp av klimagasser. Dette gjelder både påvirkning som skjer etter at disponeringen og byggingen har skjedd (for eksempel fra energibruk og transport) og under rehabilitering og etablering av nye bygg (for eksempel fra materialer, anleggsarbeid og arealbruksendring). Et livsløpsperspektiv bør ligge til grunn for slike beregninger og sørge for en helhetlig vurdering av klimagassutslipp.

Klimagassberegningene gjennomført ifm. reguleringsplan for Kokstad inkluderer de viktigste utslippspostene:

- Materialbruk

- Byggeplass
- Energibruk
- Transport i drift
- Arealbruksendringer

Utslipp fra utbyggingen er kvantifisert basert på planforslaget. Det er i tillegg vurdert effekten av potensielle tiltak for reduksjon i klimagassutslipp. Beregninger er gjennomført i tråd med NS3720:2018 'Metode for klimagassberegninger for bygninger', men med nøkkeltall for klimagassutslipp for materialbruk basert på referansebygg og energiramme-krav for energibehov da beregninger er gjennomført i planprosessen. Analyseperioden er satt til 60 år jf. NS3720. Det er ikke gjennomført en sammenlignende klimagassanalyse med et referansescenario for alternativ byutvikling eller utbygging. Grunnen til dette er at lokalisering allerede er valgt og krav til Postens tomt gjør få andre alternativer mulige. I tillegg gjør utbyggingens karakter (med postterminal og energisentral) det svært vanskelig å definere et scenario som er reelt sammenlignbart. Videre vil utbyggingen ha effekter på annen byutvikling i Bergen hvor Postens eiendom i sentrale områder som Jekteviken og Mindemyren vil kunne benyttes til boligformål. Generelt sett legger boligbygging i sentrale områder og fortetting til rette for utbygging med lavere klimagassutslipp enn utbygging utenfor bysentrum.

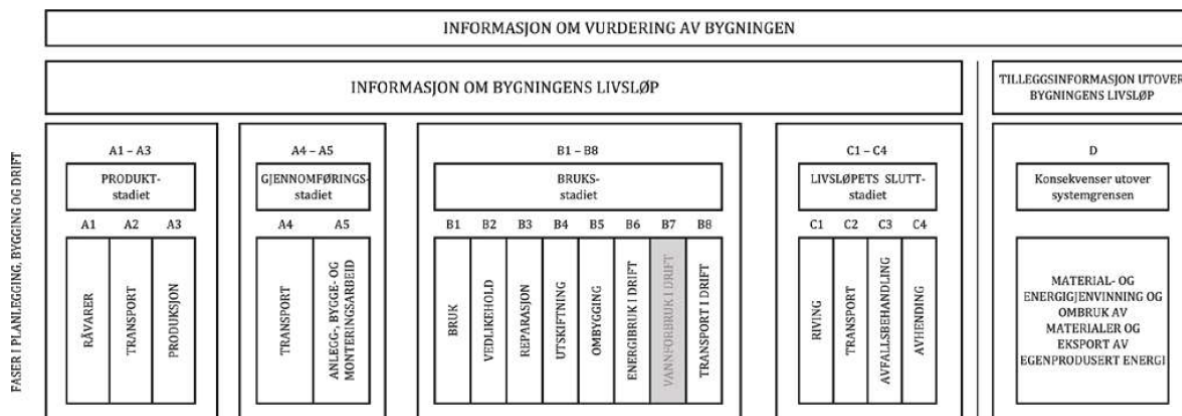
Metodikk og resultater for klimagassutslipp fra utbygging innenfor planområdet er beskrevet i dette kapittelet, mens ytterligere *potensielle* tiltak for reduksjon i klimagassutslipp er beskrevet i Kap. 3.

2.1.1. Materialbruk - bygg

Klimagassutslipp fra bygging av nye næringsbygg innenfor planområdet er estimert basert på referansebygg tidligere etablert av Asplan Viak¹. Disse byggene definerer utslipp fra materialbruk for et standard skoeskeformet bygg av gitt type, og gir et *omtrentlig* estimat på materialbruk og klimagassutslipp ved nybygg. Reguleringsplanen åpner for industribygg til lager-formål. Spesifikke referansebygg for denne bygningskategorien finnes ikke. Et estimat er dermed utarbeidet basert på gjennomsnitt av kontor-, forretnings- industri og fabrikkbygg for å ta høyde for litt ulik utforming og materialbruk for de ulike byggene. Verdier lagt til grunn for klimapåvirkning per år per m² BRA er vist i Tabell 2.

Utslipp fra produksjon av materialer (A1-A3), transport av materialer (A4), byggeplasspåvirkning (A5) vedlikehold/utskiftning (B4-B5) og utslipp fra avhending og avfallsbehandling (C1-C4) er inkludert i beregningene. B1-B3 er ikke inkludert da det ikke finnes gode nøkkeltall for å vurdere dette. Se Figur 2.

¹ <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/tema/klimavennlige-byggematerialer/>



Figur 2 Omfang av klimagassberegninger for bygg fra NS3720.

Tabell 2 Klimapåvirkning for referansebygg lagt til grunn for beregninger av klimagassutslipp fra nybygg. Siste kolonne, gjennomsnitt, er lagt til grunn.

Klimapåvirkning per m ² BRA per år	Referansebygg, kg CO ₂ e per m ² BRA per år				
	Forretning	Kontor	Fabrikk	Industri	Gjennomsnitt
A1-A3: Produksjon av materialer	4,14	4,79	4,48	5,96	4,84
A4: Transport av materialer	0,76	0,73	0,74	0,74	0,74
A5: Montering og svinn	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18
A5: Gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
B4-B5: Utskiftning og vedlikehold	1,67	1,91	1,75	1,79	1,78
C1-C4: Avfallsbehandling og avhending	0,18	0,20	0,19	0,19	0,19
Sum	7,26	8,16	7,68	9,20	8,07

2.1.2. Byggeplass

Utslippsfaktor for gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning (A5 i Tabell 2) er benyttet for å beregne klimagassutslipp for byggeplass. I tillegg er klimagassutslipp beregnet for utgraving og sprenging, samt transport av masser.

Basert på foreløpige anslag er det beregnet følgende overskuddsmasser og behov for sprengning/utgraving:

- Jord: 100 000 lm³ overskudd, 117 230 lm³ skjæring/utgraving
- Stein/fjell: 10 000 lm³, 500 440 lm³ (antatt konverteringsfaktor 1,25 fra lm³ til fm³ → 400 420 fm³) sprenges ut

Det forutsettes at disse transporteres til Rådalen, 6 km unna. Hvis massene kjøres lengre vil utslipp øke. Utslippsfaktor forutsatt for massetransport er 0,17 kg CO₂e /tonn*km.

- Utslippsfaktor sprenging fjell (åpent terreng, ukjent klasse): 1 kg sprengstoff per fm³ og 1,41 kg CO₂e (A1-A5) per kg sprengstoff²
- Utslippsfaktor utgraving og planering av jordmasser: 3,24 kg CO₂e per lm³

2.1.3. Energibruk

Klimagassutslipp fra energibruk i bygg innenfor planområdet er beregnet basert på estimert energibehov og skisserte energiforsyningsløsninger. Energiforsyning og energibehov for oppvarming, kjøling og el.spesifikt forbruk er estimert basert på energirammekrav iht. TEK17. Til sammenligning er utslippsfaktoren for fjernvarme i Bergen i dag, basert på snitt for miks av energikilder de tre siste årene 196 g CO₂e/kWh hvis utslipp fra gjenvunnet varme basert på avfallsforbrenning tas hensyn til (14,8 g CO₂e/kWh med null utslipp allokert for gjenvunnet varme fra avfall).

Beregninger er gjennomført med utgangspunkt i gjennomsnittlig utslippsfaktor både for norsk og europeisk strømmiks over de neste 60 årene iht. NS3720.

Tabell 3 angir energibehov per oppvarmet areal for hhv. kontor, forretningsbygg og lett industri/verksteder. Arealer gitt i Tabell 1 og energibehov i Tabell 3 er benyttet for å beregne årlig energibehov. Som nevnt tidligere åpner reguleringsplanen for industribygg til lager formål. Da nøkkeltall for energibehov ikke finnes spesifikt for denne bygningskategorien og energiberegninger ikke er gjennomført på nåværende tidspunkt er det forutsatt en fordeling for beregning av energibehov med 25% av areal som kontor, 25% forretning og 50% lett industri/verksteder. Systemvirkningsgrader i Tabell 4 benyttes for å beregne levert energi.

Byggene vil være forsynt med fjernvarme basert på returtrevirke som vil etableres innenfor planområdet, med dekningsgrad på 100% for oppvarming. For beregningene er det forutsatt at kjøling vil dekkes av kjølemaskiner. BKK vil muligens etablere frikjøling, f.eks. med sjøvann, som vil kunne dekke kjølebehovet innenfor området og redusere energibruken for kjøling. Posten har også ambisjoner om å installere solcellepanel på en del av sine takarealer, og effekten på klimagassutslipp av dette tiltaket er vurdert i Kap. **Error! Reference source not found..**

Klimagassutslipp er beregnet for energi i drift (B6). Utslipp fra materialbruk, vedlikehold og utskiftning og avhending av tekniske installasjoner (A1-A5, B1-B7, C1-C4) er utelatt da detaljert informasjon om de tekniske installasjonene ikke er kjent på nåværende tidspunkt. Dette vil generelt sett utgjøre en liten andel av totale utslipp sammenlignet med energibruk i drift.

Utslippsfaktorer benyttet er gitt i Tabell 5. Det er forutsatt at energiproduksjon fra fjernvarmeanlegget vil skje ved bruk av returtrevirke³. Det kan likevel være behov for spisslast i perioder av året. Utslipp fra fjernvarme er lave, da kun prosessering og transport av returtrevirke gir utslipp da trevirket regnes som klimanøytralt. Til sammenligning er utslippsfaktoren for fjernvarme i Bergen i dag, basert på snitt for miks av energikilder de tre siste årene 196 g CO₂e/kWh hvis utslipp fra gjenvunnet varme basert på avfallsforbrenning tas hensyn til (14,8 g CO₂e/kWh med null utslipp allokert for gjenvunnet varme fra avfall).

Beregninger er gjennomført med utgangspunkt i gjennomsnittlig utslippsfaktor både for norsk og europeisk strømmiks over de neste 60 årene iht. NS3720.

² NEPD-3217-1855_Bulk-Emulsion-ExplosivesHydromite-100(1).pdf (epd-norge.no)

³ Basert på rapport «Konsekvensvurdering energisentral».

Tabell 3 Energibehov i henhold til energiramme krav for TEK17.

Energibehov [kWh/m ² oppvarmet BRA]	Kontorbygning	Forretningsbygg	Lett industri, verksteder
Romoppvarming	19	42	49
Ventilasjonsoppvarming	6	10	7
Tappevann	5	10	10
Vifter	14	30	13
Pumper	2	5	5
Belysning	20	45	15
Teknisk utstyr	35	4	24
Romkjøling	0	0	
Ventilasjonskjøling	14	33	15
Totalt	115	178	138

Tabell 4 Systemvirkningsgrader jfr. NS3031:2014.

Energiløsning		Produksjons- virkningsgrad	Distribusjons- virkningsgrad	Rom-/ avgivelses- virkningsgrad	System- virkningsgrad
Fjernvarme (vannbåren, middeltemp 45-55 C, normalt isolerte rør, radiator)	Romoppvarming	0,98	0,94	0,91	0,84
	Varmebatterier	0,98	0,94	0,98	0,90
	Varmt tappevann	0,98	1	n/a	0,98
Luft-luft kjølemaskin, større aggregat					2,4
El.spesifikt					1

Tabell 5 Utslippsfaktorer for energiforsyning.

Utslippsfaktorer	g Co2e / kWh	Kilde
Fjernvarme - returtrevirke	3 ⁴ 5	
Strøm - NO	15,7	Jfr. NS3720, gjennomsnitt 60 år
Strøm – NO+EU28	108,3	Jfr. NS3720, gjennomsnitt 60 år

2.1.4. Transport

Klimagassutslipp for transport i driftsfasen (B8) skal beregnes for arbeidsreiser samt virksomhetens vare- og servicetransport jf. NS3720. Det er på nåværende tidspunkt ikke kjent hvilken type bedrifter/næringsaktivitet som skal inn i området i tillegg til Posten. I forbindelse med transportanalyser er næringstrafikk inn/ut av området anslått, men transportdistanser er ikke kjent. Det er dermed ikke mulig å beregne klimagassutslipp for vare- og servicetransport på nåværende tidspunkt da utslippene vil variere betydelig med type næringsaktivitet. For Posten sin del er det tidligere vurdert at deres transportutslipp vil reduseres med 161 tonn CO₂-ekv årlig ved en samlokalisering på Kokstad fremfor dagens plassering. Postens transportutslipp på bynivå/lokasjonsnivå er forespurt for å vurdere Postens forventede transportutslipp over perioden, men dette kan ikke hentes ut på bynivå. I tillegg vil det forventes store endringer i transportutslipp fremover grunnet økt elektrifisering og andre nye energibærere.

Arbeidsreiser til og fra området er anslått i forbindelse med transportanalyser og sammen med reisevaneundersøkelser for Bergensområdet er klimagassutslipp estimert.

Arbeidsreiser

Antallet arbeidsreiser er tidligere beregnet i forbindelse med trafikkanalyser for planområdet. Antallet

⁴ Norsk energi (2014). Klimaregnskap for fjernvarme

⁵ Lien (2013). CO₂ emissions from Biofuels and District Heating in Zero Emission Buildings (ZEB)

ansatte er estimert til 291 og 318 for hhv. IL1 og IL2. Reisemiddelfordelingen og daglige transportdistanser er basert på reisevaneundersøkelsen 2019 for Bergen kommune⁶⁷ (RVU 2019). Reisemiddelfordelingen reflekterer en bilandel på 46%.

TØIs trendbane er lagt til grunn for utvikling i personbilparken⁸. Scenarioet som ligger til grunn, er vist i Tabell 6. Totale utslipp fra biler er inkludert basert på utslippsfaktorer basert på studier som benytter databasen Ecoinvent⁹, samt strømforbruk per kjørte km¹⁰.

Tabell 6 Scenario for utvikling av personbilparken og gjennomsnittlig utslippsfaktor.

	Hybrid (ladbare og ikke-ladbare)	Elbil	Fossil
2025	24%	23%	53%
2050	34%	63%	3%

For kollektivtransport er det utarbeidet en gjennomsnittsmiks for buss, tog, trikk/bybane og båt basert på RVU 2019 og Skyss sin årsrapport 2019¹¹. Buss og bybane er aktuelle transportmiddel for kollektivtransport. Drivstofforbruk og energiforbruket er hentet fra gjennomsnittlig forbruk per passasjer-km fra hhv. Ruter og NSB. Utslipp fra produksjon av kollektivkjøretøy er basert på utslippsdatabasen Ecoinvent og fordelt flatt per km, uendret over tid. En framskrivning i utvikling for klimagassutslipp for kollektivtransport er gjort basert på Skyss sine analyser for kollektivtransporten i Bergen¹². En større andel av reiser med bybane og biodrivstoff gir lavere utslipp for kollektivtransport fremover.

Strømforbruk multipliseres med den relevante utslippsfaktoren for strømmiks ref. Kap. 2.1.3.

2.1.5. Arealbruksendring

Planområdet er preget av åpen furuskog med myrområder. Bonitetskartet inkludert i planbeskrivelsen viser at planområdet er dominert av uproduktiv barskog (skog, lav bonitet). I tillegg ligger 14 myrområder innenfor det berørte arealet, og utbygging vil i stor grad kreve at disse bygges ned (ref. Planbeskrivelsen, s.89).

⁶https://www.vegvesen.no/_attachment/2674990/binary/1361215?fast_title=N%C3%B8kkelrapport+Reisevaneunders%C3%B8kelsen+2018+-+november+2019.PDF

⁷https://www.vegvesen.no/_attachment/3034891/binary/1376844?fast_title=Reisevaner+og+utviklingstrekk+i+de+fire+st%C3%B8rste+byomr%C3%A5dene+Basert+p%C3%A5+RVU+data+for+2013%2F14%2C+2018+og+2019.pdf

⁸ <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=43853>

⁹ Sacchi R., Bauer C., Cox B., Mutel C. (in review) calculator: an open-source tool for prospective environmental and economic life cycle assessment of vehicles. When, Where and How can battery-electric vehicles help reduce greenhouse gas emissions? (in review)

¹⁰ Sacchi R., Bauer C., Cox B., Mutel C. (in review) calculator: an open-source tool for prospective environmental and economic life cycle assessment of vehicles. When, Where and How can battery-electric vehicles help reduce greenhouse gas emissions? (in review)

¹¹ <https://www.skyss.no/globalassets/strategiar-og-fagstoff/strategiar-og-handlingsprogram/arsrapport/arsrapport-kollektivstrategi-2019.pdf>

¹² <https://www.skyss.no/globalassets/strategiar-og-fagstoff/strategiar-og-handlingsprogram/kollektivstrategi/handlingsprogram-2020-2023-kollektivstrategi-for-hordaland.pdf>

Beregninger av klimagassutslipp fra arealbruksendringer er gjort basert på metode¹³ implementert i Statens Vegvesen sitt nytte-kostnadsanalyseverktøy EFFEKT 6.6¹⁴. Utslippsfaktorer for uttak av biomasse og jord som er inkludert i verktøyet er vist i Tabell 7. Utslippsfaktorene forutsetter en dybde på 1 meter for jordbruksareal og myr. For myr er mengde karbon basert på arbeid av Bioforsk¹⁵ hvor karbonlager for de viktigste areal- og naturtypene i Norge er oppsummert.

Tabell 7 Utslippsfaktorer fra EFFEKT

Utslippskoeffisienter	Kg CO ₂ /m ²
Skog – høy bonitet	80,3
Skog – middels bonitet	68,7
Skog – lav bonitet	60,4
Jordbruksareal	55,1
Myr	201,9

Myr inneholder betydelige mengder karbon, som frigjøres ved kontakt med luft slik at det dannes CO₂. Bundet karbon i myr er jevnt fordelt i massene nedover i dybden, i motsetning til andre jordmasser der karbon er lagret i toppsjiktet (tykkelse rundt 20 cm). Dette innebærer at det er viktig å kjenne til volumet av massene. Dette er tatt hensyn til i beregninger av beregnede klimagassutslipp fra myr.

For alle arealtyper er det lagt til grunn at alt karbon frigjøres fra både jord og biomasse etter uttak/oppgraving. Dette er i henhold til innrapportering av nasjonale klimagassutslipp til FNs Klimakonvensjon. I realiteten er det stor usikkerhet knyttet til hva som skjer med bio- og jordmassen etter uttak og hvorvidt alt karbon frigjøres eller om noe forblir bundet i massene. Videre er det usikkerhet rundt varigheten på selve frigjøring av karbonet, da dette er en prosess som går over tid. Ved utarbeidelse av klimabudsjett (og -regnskap) for bygninger og infrastruktur er det standard å inkludere en levetid på 60 år. Dersom en ser på totale utslipp over denne levetiden, vil tidsperspektivet for frigjøring av karbon bli uvesentlig da alt karbon uansett vil frigjøres i løpet av denne perioden, i de aller fleste tilfeller.

Basert på bonitetskart inkludert i planbeskrivelsen og kart over planområdet er areal av skogområdet med ulik bonitet beregnet. Asplan Viak og Multiconsult har gjennomført feltebefaringer og sonderboringer for myrområdene. Basert på dette er areal og tykkelse på myra i de ulike områdene innhentet, og volum beregnet. Torvtykkelsen varierer fra 1 til 5 meter i myrområde 1 og 0,2 til 6 meter i de andre myrområdene. Gjennomsnittlig dybde er beregnet til ca. 2,5 m. For beregning av klimagassutslipp fra myr er det tatt hensyn til volum og utslippsfaktoren benyttet er 201,9 kg CO₂ per m³.

¹³ Hammervold, J. Fuglset, M. Gómez de la Bàrcena, T. (2015) Metode for beregning av CO₂-utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging. Tilgjengelig på nett: sluttrapport-co2-arealbruksendring-2017.pdf (d21dbafykfdck9.cloudfront.net)

¹⁴ Straume, A. Bertelsen, D. (2015) Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6, Statens vegvesens rapporter;358. Tilgjengelig på nett: Brage - Statens vegvesen: Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6

¹⁵ Grønlund, A. K. Bjørkelo, G. Hylen og S. Tomter (2010) CO₂-opptak i jord og vegetasjon i Norge. Lagring, opptak og utslipp av CO₂ og andre klimagasser. Bioforsk Report Vol. 5 Nr. 162 2010. På oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning. Tilgjengelig på nett: <http://www.miljodirektoratet.no/old/dirnat/multimedia/48153/BIOFORSK-RAPPORT--nr-162.pdf>

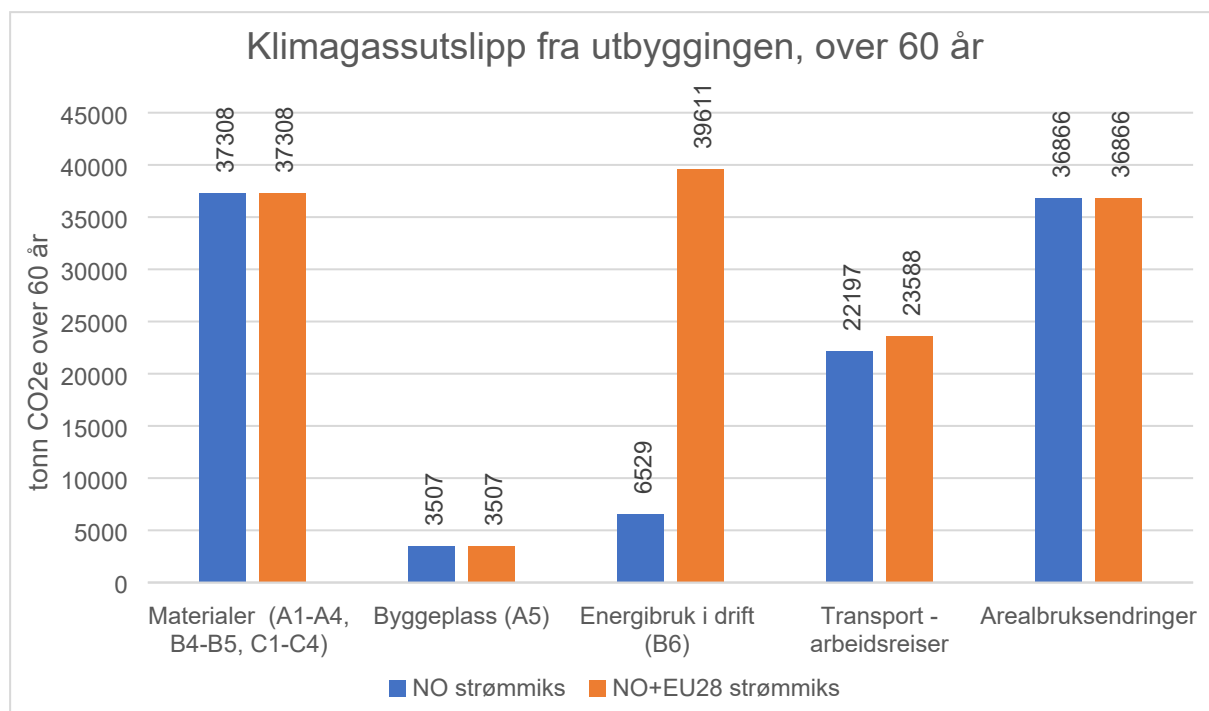
2.2. Resultater for klimagassutslipp

Figur 3 viser klimagassutslipp for bygging og vedlikehold av bygg, massetransport og tomtebearbeiding, energiforsyning, transportutslipp for arbeidsreiser og arealbruksendringer. Transport for næringstrafikk er ikke inkludert i beregningene da trafikkmengder og utslipp vil være svært avhengig av hvilken type næring som etableres i området i tillegg til Posten.

Totalt er det estimert klimagassutslipp på 105 000 tonn CO₂-ekv. over 60 år, fordelt på materialbruk i bygg (37 000 tonn CO₂-ekv.), byggeplass (3500 tonn CO₂-ekv.), energibruk i drift (7000 tonn CO₂-ekv. hvis norsk strømmiks), transport (22 000 tonn CO₂-ekv.) og arealbruksendring (37 000 tonn CO₂-ekv.) hvis norsk strømmiks legges til grunn for beregningene. Benyttes norsk-europeisk strømmiks er utslipp fra energibruk i drift betydelig høyere, nærmere 40 000 tonn CO₂-ekv. over 60 år. Totale utslipp blir dermed ca. 140 000 tonn CO₂-ekv. over 60 år. Den norsk-europeiske strømmiksen tar høyde for import fra Europa og at Norge er en del av en integrert europeisk kraftmarked, og reflekterer i så måte forventet utvikling de kommende 60 årene.

Klimagassberegningene gir oversikt over hva som gir størst utslipp gjennom livsløpet. Som vist av Figur 3 vil nedbygging av skog og myr samt materialbruk i bygg være de viktigste kildene til klimagassutslipp. Utslipp knyttet til energibruk er relativt små gitt at norsk strømmiks legges til grunn for beregningene da oppvarmingsbehovet er dekt av en fjernvarmesentral basert på returtrevirke. Med en norsk-europeisk utslippsfaktor for strøm er bildet annerledes.

Detaljerte resultater er vist i Tabell 8 og for hvert bygg i vedlegg i Tabell 13.



Figur 3 Klimagassutslipp generert av området over en analyseperiode på 60 år. Resultatene vises for norsk strømmiks.

Tabell 8 Resultater for klimapåvirkning av utbyggingen.

Klimapåvirkning, tonn CO ₂ -ekv. over 60 år		NO strømmiks	NO+EU28 strømmiks
Materialbruk	Produksjon av materialer, A1-A3	23 907	23 907

	Transport av materialer, A4	3678	3678
	Vedlikehold og utskiftning, B4-B5	8802	8802
	Avfallsbehandling og avhending, C1-C4	921	921
Byggeplass	Montering og svinn, A5	882	882
	Gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning, A5	1679	1679
	Massehåndtering og -transport, A5	945	945
Energibruk i drift, bygg	Energibruk i drift, B6	6529	39 611
Transport i drift	Arbeidsreiser, B8	22 197	23 588
	Næringstransport, B8	-	-
Arealbruksendringer	Nedbygging av myr	18 538	18 538
	Tap av skogareal	18 327	18 327
Sum		106 407	140 880

Et viktig spørsmål er i hvilken grad utbyggingen påvirker og gir endring i klimagassutslipp. Klimagassutslipp for arbeidsreiser og energibruk er utslipp som antakeligvis hadde funnet sted utenfor planområdet i andre deler av Bergen, uavhengig av utbyggingen. Nærhet til kollektivtransport samt etableringen av energisentral basert på returtrevirke er faktorer som kan medføre at klimagassutslippene for energibruk og arbeidsreiser vil være lavere enn ved andre lokaliseringer. For utslipp knyttet til næringstransport er effekten usikker da det er ukjent hvilken næring som vil etableres i området i tillegg til Posten. For Postens del vil lokaliseringen på Kokstad medføre en reduksjon i årlig transportbehov på omtrentlig 220 000 km og 161 tonn CO₂. Klimagassutslipp fra nybygg og arealbruksendringer er klimagassutslipp frembrakt av utbyggingen. De relativt høye klimagassutslippene knyttet til materialbruk i bygg og arealbruksendringer vil gjøre det vanskelig å kompensere klimagassutslippene med lavere utslipp fra energibruk i drift og transport i drift.

Resultater per BRA og per ansatt

Detaljerte resultater for klimagassutslipp jf. rapportering gitt av Bergen Kommunes veileder for klimagassberegninger er vist i Tabell 9 **Error! Reference source not found..**

Tabell 9 Detaljerte resultater for klimagassutslipp per areal og bruker.

Fase		kg CO2e/BRA		kg CO2e/ansatt/år	
		NO strømmiks	NO+EU28 strømmiks	NO strømmiks	NO+EU28 strømmiks
Materialbruk	Produksjon av materialer, A1-A3	290	290	654	654
	Transport av materialer, A4	45	45	101	101
	Vedlikehold og utskiftning, B4-B5	107	107	241	241
	Avfallsbehandling og avhending, C1-C4	11	11	25	25

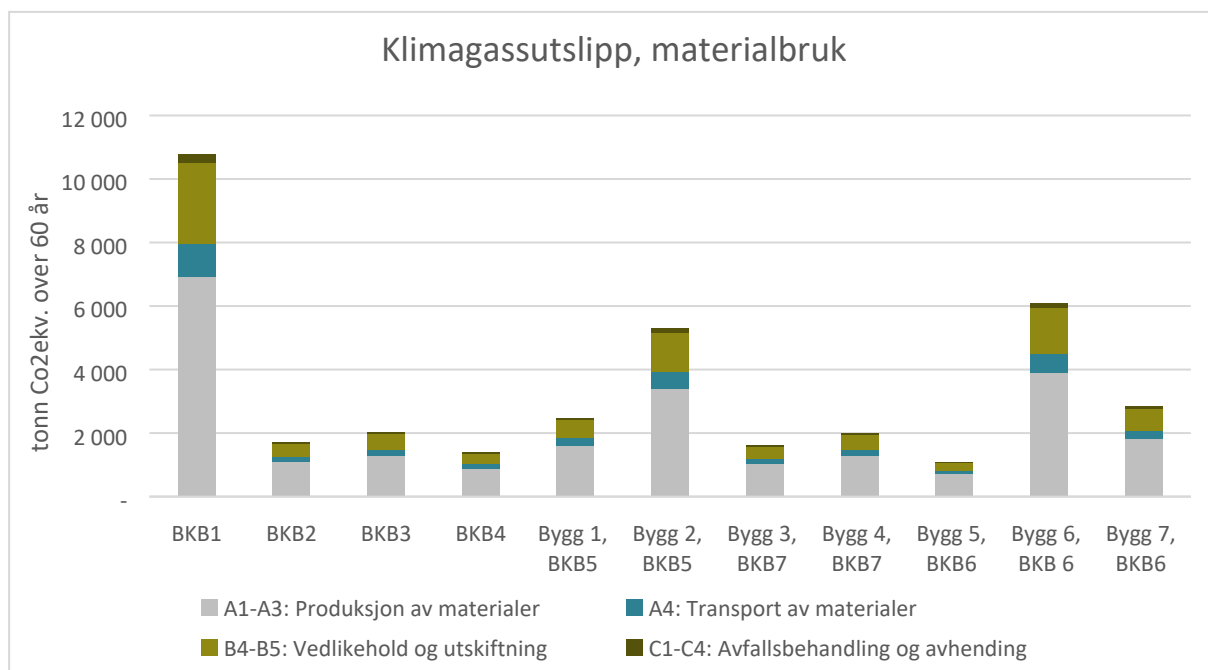
Byggeplass	Montering og svinn, A5	11	11	24	24
	Gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning, A5	20	20	46	46
	Massehåndtering og -transport, A5	11	11	26	26
Energibruk i drift	Energibruk i drift, B6	79	481	179	1084
Transport i drift	Arbeidsreiser, B8	270	287	607	646
	Næringstransport, B8	0	0	0	0
Arealbruksendringer	Nedbygging av myr	225	225	507	507
	Tap av skogareal	223	223	502	502
Sum		1293	1712	2912	3856

2.2.1. Materialbruk

Materialbruk i bygg står for 30-35% av de totale klimagassutslippene. Figur 4 viser klimagassutslipp fra materialbruk fordelt på bygg innenfor planområdet. Det er forutsatt like utslipp fra materialbruk per kvadratmeter i alle bygg på nåværende tidspunkt, noe som resulterer i at forskjeller i klimagassutslipp fra materialbruk er drevet av mengden areal av nybygg. Posten sitt bygg vil være betydelig større enn andre bygg innenfor planområdet og vil dermed stå for høyere klimagassutslipp enn de andre byggene.

Det er tatt utgangspunkt i «standard» referansebygg for å beregne utslipp fra materialbruk. Nybygg i området vil benyttes for lager-formål, som er en sammensatt bygningskategori med alt fra enkle plast-rubb haller til solide bygg i betong og stål. Utslipp fra materialbruk vil dermed avhenge av hvilke type lager bygg som føres opp.

Detaljerte resultater for utslipp per bygningsdel er inkludert i vedlegg, Tabell 12.



Figur 4 Klimagassutslipp fra materialbruk i bygg innenfor planområdet.

2.2.2. Byggeplass

Basert på tidligere vurderinger på massebalanse¹⁶ i området er det anslått at massetransport av jord og stein samt sprenging og skjæring/utgraving av jord vil kunne resultere i 945 tonn CO₂-ekv. Relativt lite behov for massetransport ut av området og kort avstand til mulig deponi gjør at utslipp knyttet til dette vil være små sammenlignet med totale utslipp for nybygg. Utslippene vil i stor grad avhenge av endelig behov for arbeid for klargjøring av byggegrøper/tomt. I tillegg kan ytterligere behov for fundamentering øke utslippene. Dette er ikke medregnet pga. at behovet for grunnstabilisering og fundamentering ikke er kjent per nå.

Utslipp for oppføring av bygg og montering/svinn i byggefasen er beregnet basert på generiske nøkkerverdier per m² nybygg. Dette resulterer i klimagassutslipp på 2560 tonn CO₂-ekv.

2.2.3. Energibruk i drift

Basert på energiramme-krav for TEK17 er det samlede behovet for hhv. oppvarming, el.spesifikt forbruk og kjøling beregnet til 5 GWh, 5 GWh og 1 GWh. Klimagassutslipp for oppvarming er lave da oppvarmingsbehovet vil være dekt av fjernvarme basert på returtrevirke som har lave klimagassutslipp. Resten av energiforbruket vil være dekt av strøm fra nettet.

Klimagassutslipp er beregnet for to scenarioer: norsk forbruksmiks og norsk-europeisk forbruksmiks (jf. NS3720). Totale klimagassutslipp for energibruk er beregnet til hhv. 6529 tonn CO₂-ekv. med norsk forbruksmiks og 39 611 tonn CO₂-ekv. med europeisk forbruksmiks.

Tabell 10 Klimagassutslipp for energibruk.

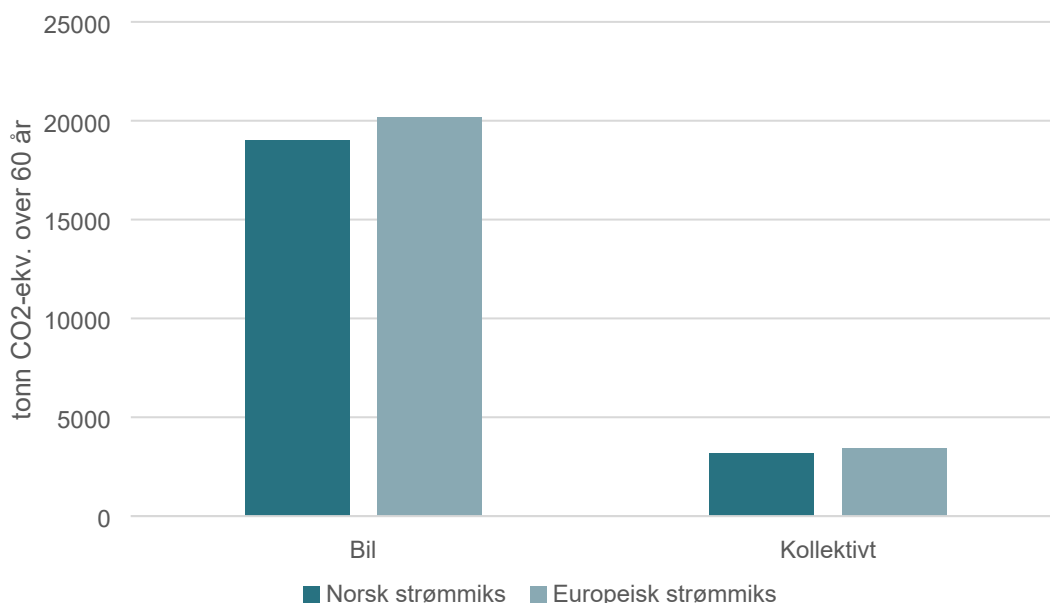
Klimagassutslipp energibruk [Tonn CO ₂ -ekv. over 60 år]	Norsk strømmiks	Europeisk strømmiks
Oppvarming	920	920

¹⁶ Samlerapport for tomtealternativ og massebalanse

El.spesifikt	5015	34 593
Kjøling	594	4098
SUM	6529	39 611

2.2.4. Transport – arbeidsreiser

Figur 5 viser beregnede klimagassutslipp for arbeidsreiser til og fra området over analyseperioden på totalt 22 284 tonn CO₂-ekv. Som beskrevet i 2.1.4 er det lagt til grunn trendbaner for utvikling i bilparken basert på TØIs analyser og kollektivtransport basert på Skyss sine analyser.



Figur 5 Klimagassutslipp fra arbeidsreiser til og fra området. Den høye andelen av Plug-in hybrid i flåte sammensetningen og høy andel buss i kollektivtrafikk gjør at det er relativt små forskjeller mellom norsk og europeisk strømmiks.

2.2.5. Arealbruksendringer

Tabell 11 viser klimagassutslipp knyttet til arealbruksendringer. Nedbygging av skog og myr er den største bidragsyteren til klimagassutslipp fra utbyggingen sammen med materialbruk i scenarioet hvor norsk strømmiks legges til grunn (35% av utslippene).

Nedbyggingen av skog bidrar omtrent til like store klimagassutslipp som nedbyggingen av myr på tross av relativt små myrareal sammenlignet med skogareal. Alle myrområder innenfor planområdet vil antakeligvis bygges ned, samt størsteparten av skogarealer.

Volum av myrområdene er ca. 92 000 m³. Klimagassutslipp fra myr er beregnet til 18 500 tonn CO₂-ekv basert på en utslippsfaktor på 201,9 kg CO₂-ekv per m³ myr fra EFSEKT. Disse beregningene forutsetter at alt karbon lagret frigjøres og representerer i så måte et «worst-case»-scenario for klimagassutslipp fra nedbygging av myr innenfor området.

Tabell 11 Klimagassutslipp for arealbruksendringer.

Areal (m ²)	Klimagassutslipp (Tonn CO ₂ -ekv.)
-------------------------	--

Skog – lav bonitet	249 284	15 057
Skog – middels bonitet	28 250	1941
Skog – høy bonitet	16 560	1330
Myr	33 263 ¹ / 92 000 m ³	18 538

1 Det er tatt høyde for volumet av myrområdene.

3. TILTAK FOR REDUKSJON AV KLIMAGASSUTSLIPP

Potensielle tiltak for reduksjon av klimagassutslipp fra utbyggingen og effekten på klimagassutslipp er vurdert.

3.1. Generelle tiltak for redusert klimapåvirkning fra utbygging

Generelle tiltak for redusert klimapåvirkning fra utbyggingen er vist i tabellen nedenfor.

	Tiltak for redusert klimapåvirkning
Materialer	• Valg av lavutslipp materialer • Gjenbruk av materialer fra andre bygg • Legge til rette for gjenbruk av bygg og materialer fra bygget i fremtiden
Byggeplasspåvirkning	• Lavutslipp energibruk i anleggsfasen /utslippsfri- eller fossilfri byggeplass • Bruk av masser lokalt på tomt om mulig
Energi	• Energieffektive bygg (passivhus eller lavere enn TEK-nivå) • Lavutslipp energiforsyning • Vurdere alternativ for lokal energiforsyning • Effektiv utnyttelse av overskuddsenergi/spillvarme • Vurdere potensial for å samarbeide med nærliggende bygg for å etablere klimavennlige og ressursbesparende energiløsninger
Transport	• Bilrestriktive tiltak • Gangvennlig utforming • Sykkelveennlig utforming • Tilgang til service- og rekreasjonstilbud • Tilgang til kollektivtransport • Tilrettelegging for deleløsninger • Tilrettelegging for lading

3.2. Vurdering av potensielle tiltak for reduksjon av klimagassutslipp

Noen spesifikke tiltak og effekten på klimagassutslipp er kvantitativt og kvalitativt vurdert.

3.2.1. Materialbruk

Utslipp for materialbruk for bygg er beregnet basert på etablerte referansebygg. Det er i tillegg beregnet klimagassutslipp fra bygg hvis det stilles høyere krav til byggene mtp. klimagassutslipp fra materialbruk. Krav til BREEAM-sertifisering og måloppnåelse innenfor kategorien Mat 01 er et eksempel på krav som kan stilles for å redusere klimagassutslipp fra materialbruk. Effekten av 20% eller 40% reduksjon (oppfyller ett eller to poeng i Mat 01 kriterium 13-14 i BREEAM-NOR) i materialutslipp sammenlignet med referansebygg er vurdert. Det vil antakeligvis være utfordrende å oppnå 40% reduksjon i klimagassutslipp i alle bygg, mens en 20% reduksjon antakeligvis er godt oppnåelig. Potensialet for ombruk, bruk av tre, lavkarbon betong og stål med høy grad av resirkulert stål er viktige elementer for å oppnå reduksjon i klimagassutslipp for materialbruk.

Hvis det for alle nybygg stilles krav til reduksjon i klimagassutslipp fra materialbruk kan det dermed oppnås reduksjoner på over 20%, og opp mot 40% for utslipp fra materialbruk. Hvis Posten stiller krav til reduksjon i utslipp fra materialbruk på hhv. 20% eller 40% vil utslipp fra materialbruk reduseres med 6% eller 12% for området under ett. Reduksjonen i totale klimagassutslipp fra området vil likevel være relativt lav som følge av krav til kun Postens bygg, rundt 2-3%.

3.2.2. Energiforsyningsløsning

Solceller på tak

Posten har som ambisjon å installere solcellepanel på deler av sine takarealer. Effekten av dette på klimagassutslipp for energibruk i drift er vurdert. Tilgjengelig takareal er oppmålt fra tegninger og er beregnet for to case: hhv. 40% (halve taket) og 80% (hele taket) av takareal for solcellepanel. Tilgjengelig takareal for Postens bygg er ca. 16 685 m², og anslag for årlig energiproduksjon er hhv. 972 150 kWh/år og 1 944 290 kWh/år.

Utslippsfaktorer benyttet for produksjon av paneler (A1-A3) og vedlikehold og utskiftning (B1-B7, ekskludert B6) er hhv. 250,6 g CO₂e/m² og 125,3 g CO₂e/m². 50% reduksjon i utslipp fra produksjon av paneler ved utskiftning er forutsatt i tråd med regneregler for Futurebuilt.

Installasjon av solceller på halvparten av Postens takareal vil redusere klimagassutslipp fra energibruk med 14%¹⁷, mens installasjon på hele taket reduserer klimagassutslipp fra energibruk med 28%. Forutsetter man en norsk strømmiks vil installasjon av solceller likevel ha et minimalt bidrag til reduksjon i totale klimagassutslipp fra området (inntil 2%). Dette bildet endres derimot hvis europeisk strømmiks legges til grunn for utslippsberegninger fra energibruk. I dette tilfellet vil utslipp for energibruk være betydelig høyere og utgjøre en større andel av klimagassutslipp fra området. Installasjon av solceller vil i dette tilfellet erstatte strøm fra nettet med høyere klimapåvirkning og dermed bidra til større utslippsreduksjoner.

3.2.3. Transport

Områdets lokalisering i forhold til kollektivnettet og sykkelvegnettet gir et godt grunnlag for å dekke en stor del av transportbehovet med kollektiv, sykkel og gange. Det er usikkert hva som blir endelig reisemiddelfordeling for området. Basert på RVU for Bergen er bilførerandelen 46%. Det er vurdert reduksjon i klimagassutslipp ved en lavere bilførerandel på 20%¹⁸. Dette kan oppnås gjennom lavere

¹⁷ Forutsatt norsk strømmiks

¹⁸ Jf. Tidligere trafikkanalyser

parkeringsdekning og tilrettelegging for reiser med kollektivtransport, men krever betydelige tiltak. For beregningene er det forutsatt at en reduksjon i bilførerandelen gir 15% økning i antall gående, 75% økning for kollektivreiser og 10% økning i belegget for bilreiser. Andre forutsetninger for beregningene er gitt i Kap. 2.1.4.

Over en 60 års periode vil en lavere andel reiser til og fra jobb med bil kunne redusere klimagassutslipp fra arbeidsreiser med ca. 40%.

3.2.4. Arealbruksendringer

Basert på tiltakshierarkiet for arealplanlegging i myrområdet bør man fokusere på å unngå, avbøte, restaurere og kompensere i synkende rekkefølge.

Myrområdene står for en relativt liten andel av arealet innenfor planområdet, men vil potensielt medføre betydelige klimagassutslipp. For myrområdene er det dermed viktigst å begrense uttaket av myrmasser, som sannsynligvis utløser et behov for drenering.

Mulighet for alternative tomteplasseringer og unngå nedbygging av myr

Gitt kommunens veileder for klimagassberegninger skal det ved vesentlige naturinngrep redegjøres for hvilke alternativer med mindre påvirkning som er vurdert og hvilke utslipp/effekter dette vil gi. Innenfor IL1 er det ikke mulig å plassere bygg slik at man unngår nedbygging av myrområder. Innenfor IL2 er tre myrområder plassert (Figur 6). På grunn av områdets topografi vil det ikke være snakk om behov for store buffersoner rundt myrområdene. Likevel er det vurdert at det vil være vanskelig og ikke berøre myrområdene i anleggsfasen ved etablering av byggegroper, tomter og vei.

En kompakt plassering av bygg innenfor planområdet er viktig for å sikre at myrområder utenfor planområdet bevares. Lonemyra i nordøst og områder rundt Svartatjønna er relativt sett større myrområder og det vil være viktig at man sikrer tilstrekkelig avrenning fra planområdet, spesielt mot Lonemyra i nord, for å unngå drenering og dermed CO₂-utslipp av fra disse myrområdene.

4. OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER

Klimagassberegningene gjennomført for planområdet viser at materialbruk, byggeplass inkl. tomtebearbeiding og massetransport, energibruk, arbeidsreiser og arealbruksendringer vil kunne generere 105 000 tonn CO₂-ekv over analyseperioden på 60 år hvis norsk strømmiks legges til grunn. Beregnede utslipp over 60 år er 140 000 tonn CO₂-ekv hvis norsk-europeisk strømmiks benyttes. Det er viktig å understreke at resultatene er beregnet basert på forutsetninger beskrevet og en rekke estimer, noe som er nødvendig for å kunne gi innspill på et tidlig stadium. Det er dermed stor usikkerhet knyttet til beregningene. Analysen gir likevel viktig grunnlag for hvor fokuset bør ligge for å oppnå reduksjon i klimagassutslipp i forbindelse med utbyggingen. Utslipp fra materialbruk i bygg og nedbygging av skog og myr står for de største klimagassutslippene. Hvis den norsk-europeiske miksen benyttes for strøm er også utslipp for energibruk i drift (direkte elektrisk forbruk) høye. En energisentral som produserer varme basert på returflis er planlagt å forsyne byggene med varme og vil redusere klimagassutslipp fra energibruk i drift.

I tillegg vil det være utslipp fra vare- og næringstransport tilknyttet transport ut/inn av området, men da det er stor usikkerhet rundt hvilken type næring som skal etableres i området er dette ikke vurdert på nåværende tidspunkt. Posten har tidligere gjennomført vurderinger for utslipp knyttet til deres næringstransport som viser at en samlokalisering på Kokstad vil redusere utslipp med 161 tonn CO₂-ekv. årlig sammenlignet med dagens lokalisering i Jekteviken og på Mindemyren. Postens utslipp for transport kan ikke hentes ut på bynivå, i tillegg vil de påvirkes i stor grad av elektrifisering og av at det tas i bruk nye energibærere for kjøretøy.

For å redusere utslipp fra utbyggingen vil de viktigste tiltakene være: å gjennomføre avbøtende tiltak for nedbygging av myr, klimavennlig materialbruk i bygg (lavutslippsmaterialer, ombruk) og tilrettelegging for arbeidsreiser med kollektivtransport, sykkel og gange. Tiltak for redusert direkte elektrisk energiforbruk og installasjon av solceller er tiltak som vil redusere utslipp for energibruk i drift. Tiltak på byggeplass, som utslippsfri- eller fossilfrie maskiner og byggvarme vil utgjøre en mindre betydning for de totale utslippene over 60 år, men være vesentlig for direkte (innenfor kommunens grenser) klimagassutslipp i dag.

VEDLEGG

Tabell 12 Klimagassutslipp per bygningsdel, oppgitt i tonn CO₂e per bygningsdel. Slutfasen er ikke inkludert i tabellen pga. usikkerhet knyttet til faktiske utslipp knyttet til fasen.

Klimagassutslipp per bygningsdel tonn CO ₂ e per bygningsdel	A1-A3	A4	B4-B5 inkl. transport
21 Grunn og fundament	0	0	0
22 Bæresystemer	3955	580	0
23 Yttervegger	4189	1155	2429
24 Innervegger	3156	405	793
25 Dekker	9048	1162	4505
26 Yttertak	3434	351	1075
28 Trapper og balkonger	125	10	0
Sum	23 907	3678	8802

Tabell 13 Detaljerte resultater per bygg.

Tomt	BKB1	BKB2	BKB3	BKB4	Bygg 1, BKB5	Bygg 2, BKB5	Bygg 3, BKB7	Bygg 4, BKB7	Bygg 5, BKB6	Bygg 6, BKB 6	Bygg 7, BKB6	SUM
Bygg	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	
Produksjon av materialer	6 903	093 ¹	297 ¹	885	594 ¹	399 ³	039 ¹	276 ¹	706	3 904	1811	23 907
Transport av materialer (A4)	1 062	168	200	136	245	523	160	196	109	601	279	3 678
B4-B5: Vedlikehold og utskiftning	2 542	402	477	326	587	251 ¹	382	470	260	1 437	667	8 802
C1-C4: Avfallsbehandling og avhending	266	42	50	34	61	131	40	49	27	150	70	921
A5: Montering og svinn	255	40	48	33	59	125	38	47	26	144	67	882
A5: Gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning	485	77	91	62	112	239	73	90	50	274	127	1 679
A5: Massehåndtering og -transport												945
Energibruk i drift - NO	1958	310	368	0	452	964	295	362	200	1107	514	6 529
Energibruk i drift - NO+EU28	11878	1880	2231	0	2742	5848	1787	2195	1215	6718	3116	39 611
B8: Transport i drift, arbeidsreiser												22197
B8: Transport i drift, næringstransport												
Nedbygging av myr												18538
Tap av skogareal												18327
SUM - NO strømmiks												106 407
SUM - NO+EU28 strømmiks												140 880

