

UTBYGGING ØVRE ROTVOLL KLIMAVURDRINGER

Dato: 16.04.2020
Versjon: 02



Dokumentinformasjon

| | |
|---------------------------|--|
| Oppdragsgiver: | Rotvoll Eiendom AS |
| Tittel på rapport: | Utbygging Øvre Rotvoll - Klimavurderinger |
| Oppdragsnavn: | Klimavurdering Rotvoll Eiendom klimaregnskap |
| Oppdragsnummer: | 627480-01 |
| Utarbeidet av: | Vidar Lind Yttersian, Inger Andresen, Magni Fossbakken, Johanne Hammervold og Trygve Mongstad |
| Oppdragsleder: | Hogne Nersund Larsen |
| Tilgjengelighet: | Åpen |

Forord

Asplan Viak er engasjert av Rotvoll Eiendom for å beregne klimagassutslippene som følge av utbyggingen på Øvre Rotvoll. Klimagassberegningene er utført ved hjelp av Asplan Viak egenutviklede verktøy Område-LCA og inkluderer utslipp forbundet med materialbruk, energibruk, transport og arealbruksendringer. Denne rapporten presenterer resultatene av analysen.

Hogne Nersund Larsen
Oppdragsleder

Alexander Borg
Kvalitetssikrer

Innhold

| | |
|--|-----------|
| 1. SAMMENDRAG | 4 |
| 2. INFORMASJON OM UTBYGGINGSOMRÅDET | 5 |
| 3. KLIMAGASSANALYSE PÅ OMRÅDENIVÅ..... | 6 |
| 3.1. Utbyggingstakt og analyseperiode | 6 |
| 3.2. Referanselokasjon..... | 6 |
| 3.3. Forutsetninger om arealeffektivitet | 7 |
| 4. MATERIALBRUK | 9 |
| 4.1. Forutsetninger, underlag og metode..... | 9 |
| 4.2. Resulterende klimagassutslipp | 10 |
| 5. ENERGIBRUK..... | 11 |
| 5.1. Energiforsyning og energistandarder | 11 |
| 5.2. Utslippsfaktorer | 12 |
| 5.3. Solceller..... | 13 |
| 5.4. Resulterende klimagassutslipp | 14 |
| 6. TRANSPORTANALYSEN..... | 16 |
| 6.1. Forutsetninger, underlag og metode..... | 16 |
| 6.1.1. Konsekvensbilder | 16 |
| 6.1.2. Begrensninger | 19 |
| 6.2. Beregning av klimagassutslipp..... | 20 |
| 6.2.1. Klimagassutslipp fra transport med bil..... | 20 |
| 6.2.2. Klimagassutslipp fra kollektivtransport | 21 |
| 6.3. Resulterende klimagassutslipp | 23 |
| 7. AREALNEDBYGGING OG ARALBRUKSENDRINGER | 25 |
| 7.1. Metode og forutsetninger | 25 |
| 7.2. Konsekvensbilder..... | 27 |
| 7.2.1. Konsekvensbilde 1: Redusert behov for byggkorn | 27 |
| 7.2.2. Konsekvensbilde 2: Nedbygging av skog i Trøndelag for å erstatte produksjonen av korn | |
| 27 | |
| 7.2.3. Konsekvensbilde 3: Må importere kornet fra Europa | 27 |
| 7.3. Resulterende klimagassutslipp | 28 |
| 8. OPPSUMMERING | 29 |
| VEDLEGG | 31 |

1. SAMMENDRAG

Rotvoll Eiendom har engasjert Asplan Viak til å foreta klimagassanalyser for utbyggingsprosjektet på Øvre Rotvoll. Klimagassanalysen tar utgangspunkt i planforslaget som foreligger for områdeutbyggingen og tar for seg utslipp knyttet til materialbruk i bygninger, energibruk gjennom levetiden til byggene, transport av beboere samt effektene av nedbygging av matjord. Størrelsen på området er ca. 500 000 m², derav 365 000 m² dyrket mark. Øvre Rotvoll skal bestå av ca. 2460 boliger, et lokalt sentrum, to barnehager og idrettsanlegg. Utbyggingen planlegges utført periode på 20-25 år.

Utbygger har definert følgende hovedmål for utbyggingsprosjektet:

- «Øvre Rotvoll gård skal utvikles til en grønn, helsefremmende og bærekraftig bydel som det er godt å bo i, og som tar vare på viktige landskaps-verdier, med gode boliger og arealer til næring og service.»

Klimagassberegningene er utført ved hjelp av Asplan Viak's egenutviklede verktøy Område-LCA. Verktøyet og beregningene er iht. metodikk for livsløpsvurdering (Life Cycle Assessment, LCA), og omfatter utbyggingsfasen og bruk av bygningsmassen over 60 års levetid.

Hensikten med klimagassanalysen er å beregne og deretter sammenligne utslippene fra utbyggingsforslaget til Rotvoll Eiendom mot en referanseutbygging hvor samme funksjon av bygningsmassen blir utbygd, men hvor standard utbyggingsmønster blir fulgt. Som en forenkling i analysen er det lagt til grunn at utbyggingen skjer i to trinn, hvor det første trinnet er i inneværende år, 2020, og det andre i år 2030.

Resultatene av analysen viser at utbyggingen på Øvre Rotvoll kan få ca. 40% lavere klimagassutslipp enn en referanse-utbygging lokalisert i Trondheim Ytre Øst. Dette tilsvarer om lag 293 000 tonn sparte klimagassutslipp over en periode på 70 år. Arealbruksendringer er ikke inkludert i dette tallet, men utgjør en forholdsvis liten andel av det totale utslippene.

Hvis dette potensialet skal realiseres, innebærer det at man strekker seg lengre enn det som er standard på alle områdene, både med hensyn til energistandard, materialbruk, og transport. Dette forutsetter ekstra fokus på energi og miljø gjennom planlegging, prosjektering, bygging og bruk.

Vi vil også understreke at denne analysen kun har fokusert på klimagassutslipp fra utbyggingen. Generelt vil det også være andre miljøkonsekvenser av utbyggingsprosjekter som bør adresseres, men disse har ikke vært fokus i denne analysen.

2. INFORMASJON OM UTBYGGINGSOMRÅDET

Rotvoll Eiendom AS skal utvikle Øvre Rotvoll gård fra landbruk til nytt bolig- og næringsområde i tråd med arealbruk vedtatt i kommuneplanens arealdel. Planområdet ligger 3,5-4 km øst for Trondheim sentrum, delvis i bydelen Strinda-Lade. Det består primært av dyrka mark, friområder og veganlegg. Dyrkamarka tilhører gården Øvre Rotvoll, mens friområdene og veganleggene er i offentlig eie. Unntaksvis berøres tilgrensende private eiendommer.

Det er definert følgende hovedmål for prosjektet:

- «Øvre Rotvoll gård skal utvikles til en grønn, helsefremmende og bærekraftig bydel som det er godt å bo i, og som tar vare på viktige landskapsverdier, med gode boliger og arealer til næring og service.»

Utbyggingsområdet beregnet til ca. 360 mål og planarbeidet åpner for ca. 2460 boliger, et lokalt sentrum, to barnehager og idrettsanlegg, inklusiv et bydelsbasseng. Utviklingen av Øvre Rotvoll vil pågå over en periode på 20-25 år. Utbyggingen skal legge til rette for utbygging av boliger i en helt ny bydel samt etablering av Brundalsforbindelsen som en viktig avlastningsvei i Trondheim øst.

Hensikten er nærmere definert i planprogrammet der det heter at utbygging av Øvre Rotvoll skal tilrettelegge for:

- En robust, bærekraftig og integrert del av utviklingen av Trondheim øst i tråd med kommuneplanens arealdel 2012-2024, og i henhold til målsetting om at all trafikkvekst i Trondheim skal skje med miljøvennlig transport.
- En ny, attraktiv, bærekraftig og helsefremmende bydel med:
 - et godt bo- og bymiljø med møteplasser og funksjonsblanding
 - et godt tilpasset offentlig tjenestetilbud
 - god tilgjengelighet og kommunikasjon for alle med miljøvennlige transportformer
 - god tilgang til et godt rekreasjons- og idrettstilbud
 - godt utbygde blå-grønne strukturer som sikrer forbindelser fra marka til fjorden og gjør byen robust mot klimaendringer
 - viktige kulturminner og sentrale elementer i kulturlandskapet sikret for ettertiden
 - god utnyttelse
 - hensiktsmessig utbyggingstakt som ivaretar hensynet til drift av dyrkamark underveis
 - et godt energikonsept som bidrar til å redusere samlet CO₂-utslipp i henhold til nasjonale målsettinger.

Asplan Viak skal bistå med beregninger av klimagassutslipp som følge av utbyggingen av Øvre Rotvoll, sett i forhold til en referanseutbygging av tilsvarende omfang. Metode og verktøy som benyttes er nærmere beskrevet i kapittel 3.

3. KLIMAGASSANALYSE PÅ OMRÅDENIVÅ

Analysen tar utgangspunkt i planforslaget til Rotvoll Eiendom for Øvre Rotvoll, og inkluderer områdene Sør, Midtområdet, Langs E6 og Trekanten. Videre tar analysen for seg utslipp knyttet til materialbruk i bygninger, energibruk gjennom levetiden til byggene, samt transport av brukerne av byggene. Utbyggingen blir sammenlignet opp mot en referanseutbygging, hvor samme funksjon av bygningsmasse blir utbygd, men hvor standard utbyggingsmønster blir fulgt. I tillegg inkluderer analysen en vurdering av effektene av å bygge ned matjorden på Øvre Rotvoll.

Klimaanalysen søker derfor å besvare følgende spørsmål:

Er utbyggingsforslaget til Rotvoll Eiendom mer klimavennlig enn en gjennomsnittlig utbygging, og i så fall, hvor mye?

Beregninger av klimagassutslipp fra materialbruk i bygninger, transport og energibruk i drift, samt arealbruksendringer er gjort ved bruk av Asplan Viaks egenutviklede verktøy OmrådeLCA. Verktøyet og beregningene er iht. metodikk for livsløpsvurdering (Life Cycle Assessment, LCA), og omfatter utbyggingsfasen og vedlikehold av bygningsmassen:

- **Byggefase:** Oppføring av ny bygningsmasse på tomten, inkludert produksjon og transport av byggematerialer, samt byggeplass.
- **Drift og vedlikehold:** Utskifting av materialer med forventet levetid kortere enn beregningsperioden. Årlig energibruk i drift og transport av brukere per år.
- **Arealbruksendringer:** Behandling og flytting av jordmasser, samt indirekte utslipp som en konsekvens av nedbygging av matjord.

Avhending av bygningsmassen ved beregningsperiodens slutt er ikke medregnet, ettersom det er svært usikkert hvordan dette vil skje 60 år frem i tid. At avhendingsfasen ikke er inkludert påvirker ikke sammenlikningen, ettersom den ville måtte modelleres likt for alle scenariene.

Det er tatt hensyn til teknologiutvikling over beregningsperioden for utslipp fra elektrisitetsforbruk samt utvikling i sammensetting av den norske bilparken. I tillegg er det lagt til grunn forbedrete standarder for energibruk og materialbruk for 2030 for å hensynta antatte skjerpete myndighetskrav.

3.1. Utbyggingstakt og analyseperiode

Utbyggingen av Øvre Rotvoll er noe som vil skje over en periode på flere tiår. Som en forenkling i analysen er det lagt til grunn at utbyggingen skjer i to trinn, hvor det første trinnet er i innværende år, 2020, og det andre i år 2030.

Beregninger av klimagassutslipp for boliger gjøres som regel over en periode på 60 år da dette anses som teknisk levetid på bygninger (NS 3720:2018). Dette blir også lagt til grunn i disse beregningene. Dermed går analyseperioden for byggetrinn 1 fra 2020 til og med 2079, mens analyseperioden for byggetrinn 2 går fra 2030 til og med 2089.

3.2. Referanselokasjon

Som nevnt i innledningen til dette kapittelet sammenlignes utbyggingen på Øvre Rotvoll med en referanse. Plasseringen av denne referansen påvirker både hva arealeffektiviteten er, hvilke type boliger som bygges, og hvordan transportmiddelfordelingen er. Vi anser det som mest relevant at utbyggingen på Øvre Rotvoll erstatter behov som ellers er på østsiden av Trondheim by. Vi har dermed valgt å legge referanseutbyggingen til Ytre Øst som omfatter Trondheim kommune fra Rotvoll og østover. I beregninger av hvilke type boliger (leilighet/enebolig/rekkehus) som bygges i referansen er det innhentet data for utbygging av boliger i bydelene Ytre Øst og Ytre Sørøst for

perioden 2014-2017. Grunnen til at vi også har inkludert Ytre Sørøst er for å ha en tilstrekkelig mengde med data for å kunne lage en god referanse.

3.3. Forutsetninger om arealeffektivitet

I en klimagassanalyse bør utbyggingsvalg som fører til en økt arealeffektivitet belønnes. Hvis en utbygging legger til rette for arealeffektive leiligheter, eller flere kontorplasser per kvadratmeter, bør effekten av dette medregnes i analysen. I sammenligning av den planlagte utbyggingen på Øvre Rotvoll med referansen er det derfor valgt å benytte antall brukere som indikator for sammenlikningsgrunnlag. Det vil si at vi har sett på antall brukere av boliger for den planlagte utbyggingen, og sammenliknet det med et referansescenario med standard forventet arealutnyttelse.

For å anslå standard arealeffektivitet har vi basert oss på statistikk for bosatte per boligtype i Trondheim¹ for å anslå antall beboere i referansen, samt gjennomsnittlig utbyggingsmønster² for Trondheim kommune mht. areal per beboer. For næring og barnehage er det ikke grunnlag for å si at arealeffektiviteten i utbyggingen vil være ulik en standard utbygging.

Tabell 3-1 viser utbyggingsmengden i beboere og areal av ulike bygningstyper i de to byggetrinnene for Øvre Rotvoll og referansen. Disse bygger på utbyggingsmønsteret vist i Tabell 3-2.

Tabell 3-1 Utbyggingsmengde Øvre Rotvoll og referanse

| | Øvre Rotvoll | | Referanse | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Byggetrinn 1 | Byggetrinn 2 | Byggetrinn 1 | Byggetrinn 2 |
| Beboere [stk] | 1 823 | 672 | 1 823 | 672 |
| Boligblokk/leiligheter [m²] | 199 924 | 80 165 | 139 280 | 52 284 |
| Rekkehus [m²] | | | 45 581 | 17 111 |
| Enebolig [m²] | | | 51 845 | 19 462 |
| Barnehage [m²] | 3 955 | | 3 955 | |
| Næring (forretning) [m²] | 12 181 | 22 020 | 12 181 | 22 020 |
| Næring (kontor) [m²] | 28 422 | 51 380 | 28 422 | 51 380 |

¹ «Folke- og boligtellingsen» utført av SSB (<https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/fobolig/hvert-10-aar/2013-02-26>).

² Data for utbygging av boliger i Ytre Øst og Ytre Sørøst er innhentet fra matrikkelen for 2014-2017.

Tabell 3-2 Forutsetninger og valg utbyggingsmønster

| Forutsetninger og valg | | Øvre Rotvoll | | Referanse | |
|--------------------------|------------------------------|--|--|--|--|
| | | Byggetrinn 1 | Byggetrinn 2 | Byggetrinn 1 | Byggetrinn 2 |
| Utbyggingsmønster | Fordeling type bolig | Leilighet: 100 % Rekkehus: 0 % Enebolig: 0 % | Leilighet: 100 % Rekkehus: 0 % Enebolig: 0 % | Leilighet: 68 % Rekkehus: 16 % Enebolig: 16 % | Leilighet: 68 % Rekkehus: 16 % Enebolig: 16 % |
| | Areal per beboer | Leilighet: 59 m ² | Leilighet: 63 m ² | Leilighet: 60 m ² Rekkehus: 83 m ² Enebolig: 94 m ² | Leilighet: 60 m ² Rekkehus: 83 m ² Enebolig: 94 m ² |
| | Areal-effektivitet næring | Likt for utbygging og referanse | Likt for utbygging og referanse | Likt for utbygging og referanse | Likt for utbygging og referanse |
| | Areal-effektivitet barnehage | Likt for utbygging og referanse | Likt for utbygging og referanse | Likt for utbygging og referanse | Likt for utbygging og referanse |

4. MATERIALBRUK

4.1. Forutsetninger, underlag og metode

Bruk av byggematerialer er modellert ved hjelp av nøkkeltall³ for standard materialbruk for de ulike bygningskategoriene (bolig/næring/barnehage) per kvadratmeter BTA. Nøkkeltallene gjenspeiler ny utbygging med standard materialvalg iht. dagens forskriftskrav.

Produksjon og transport av byggematerialer, avfallshåndtering av materialsvinn og nødvendig utskifting av bygningskomponenter over en 60 års analyseperiode er medregnet (moduler A1-A4, A5 og B4/B5 iht. NS 3720⁴). Avhending av bygget etter endt levetid er ikke medregnet, ettersom det er knyttet stor usikkerhet til hvordan og når dette vil gjøres, samt at denne fasen erfaringsmessig vil ha lav betydning for resultatene.

Som del av utbyggingen på Øvre Rotvoll er det utarbeidet et miljøprogram for utbyggingen. Et av målene i miljøprogrammet er at «utbyggingen skal fokusere på miljøvennlig materialbruk». Det er dermed lagt til grunn tiltak som fører til reduksjon av klimagassutslipp forbundet med materialbruk for Øvre Rotvoll sammenlignet med nøkkeltallene som brukes for dagens forskriftskrav.

Det er tatt utgangspunkt i nøkkeltall for utslipp per areal fra utredning av mulig modell for nesten nullenergibygninger (nNEB) utarbeidet av Asplan Viak, NTNU og Civitas for Direktoratet for byggkvalitet (DiBk). I utredningen ble det beregnet utslippsnivåer for både nNEB-bygg og referansebygg. Det var en forutsetning at materialbruk fra et nNEB-bygg skal føre til reduserte utslipp sammenlignet med standard løsningsvalg, men fortsatt være oppnåelig med tilgjengelige løsninger i dagens norske marked. Det er lagt til grunn utstrakt bruk av tre i beregningene for et nNEB. Utslipp fra nNEB-bygg har ca. 30 % mindre utslipp fra materialbruk sammenlignet med referansebygg, altså bygg som oppfyller dagens forskriftskrav, TEK 17.

For utbyggingen i 2020 er det lagt til grunn TEK 17-standard for referansen, mens det er lagt til grunn et gjennomsnitt av TEK 17 og nNEB for utbyggingen på Øvre Rotvoll. Utslippene fra materialbruk vil mest sannsynlig reduseres frem til 2030, men hvor mye er vanskelig å si. Det er lagt til grunn at ny standard i 2030 vil være et gjennomsnitt av TEK 17 og nNEB. Dermed er standarden som er valgt for utbyggingen i 2030 i referansen et gjennomsnitt av TEK 17 og nNEB. For Øvre Rotvoll er det lagt til grunn at man vil klare å oppnå nNEB for utbyggingen i 2030.

Tabell 4-1 viser forutsetningene og valgene som er gjort for materialbruken.

Tabell 4-1 Forutsetninger og valg materialbruk

| Forutsetninger og valg | | Øvre Rotvoll | | Referanse | |
|------------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|
| | | Byggetrinn 1 | Byggetrinn 2 | Byggetrinn 1 | Byggetrinn 2 |
| Materialbruk | Moduler inkludert | A1-A5, B4 | A1-A5, B4 | A1-A5, B4 | A1-A5, B4 |
| | Utslipsstandard | Gjennomsnitt TEK 17 og nNEB | nNEB | TEK 17 | Gjennomsnitt TEK 17 og nNEB |

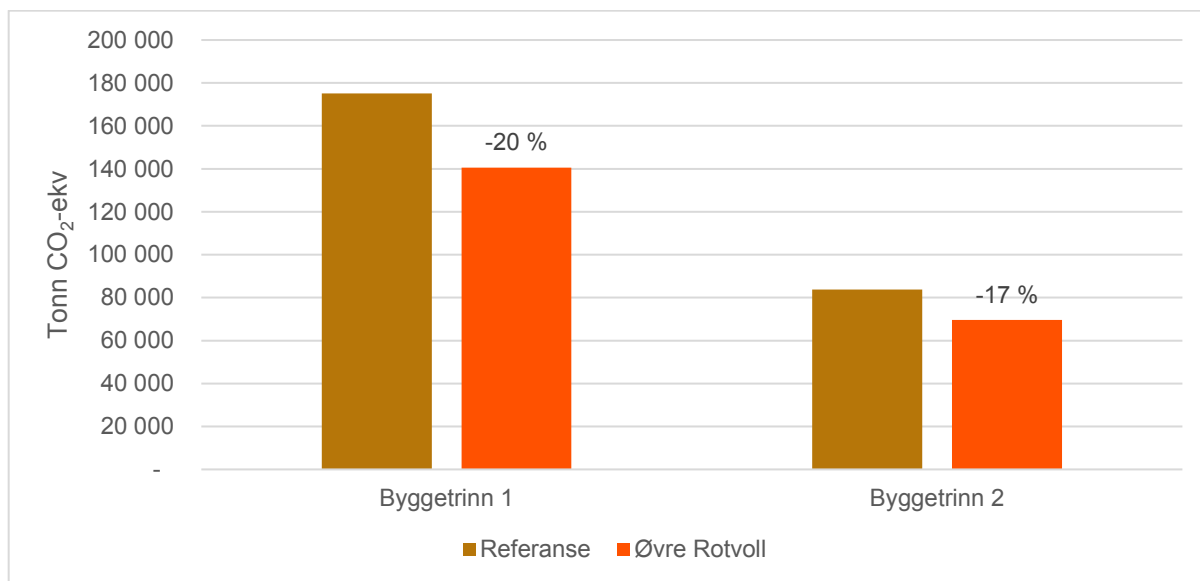
³ Nøkkeltall for gjennomsnittlig materialbruk er utarbeidet av Asplan Viak og omfatter materialproduksjon og -transport, byggeplass, samt utskifting over 60 år for livsløpsmodulene A1-A5 + B4.

⁴ NS 3720:2018. Metode for klimagassberegninger for bygninger. Standard Norge.

4.2. Resulterende klimagassutslipp

Figur 4-1 viser klimagassutslippene forbundet med de to byggetrinnene i referansen og for Øvre Rotvoll. Utbyggingen på Øvre Rotvoll har totalt sett 19 % mindre klimagassutslipp enn referansen.

For å realisere denne reduksjonen må utbyggingen på Rotvoll ha fokus på redusert materialbruk, samt benytte materialer og konstruksjonsløsninger med lavt utslipp av klimagasser gjennom fremstilling, transport, oppføring og bruk. Det bør stilles krav til at dette dokumenteres gjennom klimagassregnskap basert på LCA-metodikk.



Figur 4-1 Klimagassutslipp forbundet med materialbruk for referanseutbyggingen og for utbyggingen på Øvre Rotvoll

5. ENERGIBRUK

5.1. Energiforsyning og energistandarder

For utbyggingen på Øvre Rotvoll er det forutsatt en høyere energistandard enn hva dagens forskrift har som maksimumskrav til energibruk. Det er lagt til grunn at passivhusstandard (NS 3700:2013 og 3701:2012) skal oppfylles for utbyggingen i 2020, mens det i 2030 skal oppnås et energibehov for byggene som tilsvarer levert energi i Futurebuilt's definisjon av nesten nullenergibygge (nZEB)⁵. En nærmere forklaring hva disse to standardene tilsvarer i energibruk er gitt i vedlegg. For referansen er det lagt til grunn at utbyggingen i 2020 vil følge dagens energistandard, TEK 17. For 2030 er det lagt til grunn at energistandarden i 2030 tilsvarer det som i dag er passivhusstandard.

For energiforsyning er det for utbyggingen lagt til grunn at varmebehovet vil dekkes av fjernvarme i begge utbyggingstrinnene for Øvre Rotvoll. Det er videre forutsatt at varmebehovet i referansen vil dekkes av el-kjel. Kjølebehovet dekkes i alle scenarier av kompressor kjøling. Det er lagt til grunn standardverdier for systemfaktorer fra NS 3031:2014 for alle energiforsyningsalternativene.

For utbyggingen på Øvre Rotvoll legges det opp til installasjon av solceller. Mengde solceller og produksjon fra disse er gitt i kapittel 5.3.

I Tabell 5-1 har vi oppsummert de forskjellige energistandardene og energiforsyningene som er lagt til grunn for de to utbyggingstrinnene for Øvre Rotvoll og for referanseutbyggingen.

Tabell 5-1 Forutsetninger og valg energibruk

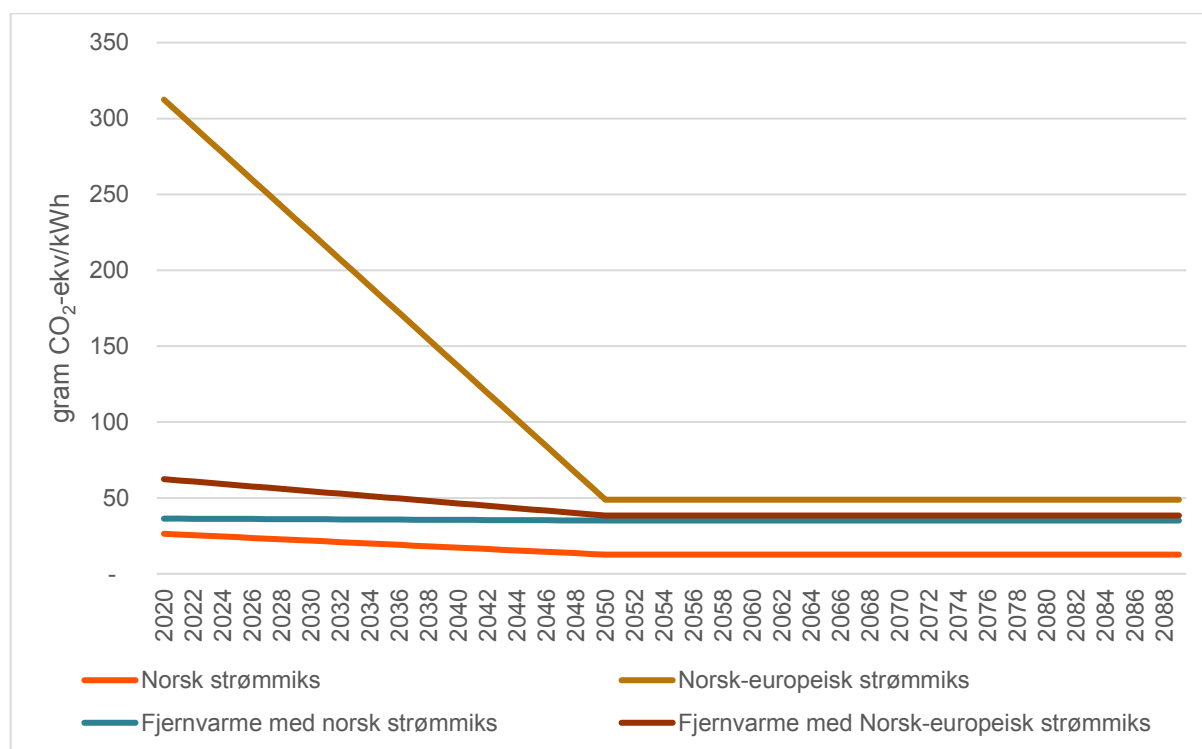
| | | Øvre Rotvoll | | Referanse | |
|-------------------|-----------------------|--------------------|---|--------------------|--------------------|
| | | 2020 | 2030 | 2020 | 2030 |
| Energibruk | Energistandard | Passivhus | Energibehov tilsvarende levert energi iht. nZEB | TEK 17 | Passivhus |
| | Energiforsyning varme | Fjernvarme | Fjernvarme | El-kjel | El-kjel |
| | Kjøling | Kompressor-kjøling | Kompressor-kjøling | Kompressor-kjøling | Kompressor-kjøling |
| | Solceller | Ja, se kap. 5.3 | Ja, se kap. 5.3 | Nei | Nei |

⁵ Notat: Kriterier for nZEB for FutureBuiltprosjekter. Revisjon des-2018, www.futurebuilt.no

5.2. Utslippsfaktorer

Ved beregninger av utslippsfaktorer for strømmiksen er det tatt utgangspunkt i NS 3720:2018 som sier at utslipp skal beregnes for både en norsk og en norsk-europeisk strømmiks. Videre er det for disse to strømmiksene beregnet en utslippsintensitet for strømmiksen per år for analyseperioden med bakgrunn i anslag i NS 3720 for hvordan energimiksen i Norge og Europa er i dag og for 2050. Fra år 2050 og ut analyseperioden er det forutsatt en konstant utslippsfaktor. Begge utslippsfaktorene kan sees i Figur 5-1.

I beregningen av utslippsfaktoren for fjernvarme har vi benyttet tall fra fjernkontrollen.no⁶ basert på hvilke energivarer som inngår i Statkraft sin produksjon av fjernvarme i Trondheim. Disse er linket opp med respektive utslippsfaktorer. Fjernvarmemiksen i Trondheim består i store deler av året av avfallsforbrenning. Klimagassutslipp fra avfallsforbrenning tilskrives til avfallshåndteringen og ikke til varmeproduksjonen iht. NS 3720:2018⁷. Da fjernvarmen består av en del strøm, er det utarbeidet to forskjellige utslippsfaktorer, en for hver av de to ovennevnte strømmiksene. Begge utslippsfaktorene for fjernvarmen kan sees i Figur 5-1.



Figur 5-1 Utslippsfaktorer for strømmikser og for fjernvarmemikser i Trondheim

⁶ <https://www.fjernkontrollen.no/trondheim/>

⁷ Utslipp fra avfallsforbrenning tilskrives den som genererer avfallet.

5.3. Solceller

Vi har her estimert det vi antar er maksimal praktisk utnyttelse av solenergi ved solceller på tak og fasader.

Fra tegninger har vi målt opp grunnflate på byggetrinn 1 til totalt ca. 52 000 m², og byggetrinn 2 til ca. 34 000 m². Vi legger til grunn at takarealene tilsvarer grunnflaten, og estimerer at 25 % av takarealene kan benyttes til solceller. Det tilsvarer et totalt solcelleareal for byggetrinnene på ca. 22 000 m² på takene. Det vil bli en avveining mht. utnyttelse av takarealer til takhager, terrasser, og grønne tak. Solceller på tak tenkes plassert delvis i standard monteringsløsning, delvis i kombinasjon med grønne tak og delvis på takhus/pergolaer i tilknytning til takterrasser.

Fasadearealene er estimert ut ifra etasjehøyde i bygningsmassen og en antatt gjennomsnittlig bygningsbredde på 15 m. Med disse forutsetningene får vi et fasadeareal totalt på ca. 98 000 m² i byggetrinn 1 og ca. 62 000 m² i byggetrinn 2. Utnyttelsesfaktoren settes til 5-18 % for ulike typer utnyttelse av bygningsmassen, og resulterer i et totalt areal som kan utnyttes til fasademonterte solceller på ca. 22 000 m².

Tabell 5-2 viser totalt estimert mulig energiproduksjon på utbyggingsområdet.

Tabell 5-2 Resulterende estimert energiproduksjon fra solceller

| | Byggetrinn 1 (2020) | Byggetrinn 2 (2030) |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| Energiproduksjon på tak | 1 800 000 kWh/år | 1 400 000 kWh/år |
| Energiproduksjon på fasade | 1 290 000 kWh/år | 1 050 000 kWh/år |

For klimagassberegningen legger vi til grunn tall på utslipp fra materialbruk (til solceller) og energiproduksjon som er oppsummert i Tabell 5-3. Disse tallene er basert på tall fra ulike kilder⁸, samt våre framskrivinger til byggeår og år for utbytting av solceller. Solcellene som blir installert i 2050 og 2060 er utskifting av solcellene fra 2020 og 2030. Utskiftingen skjer etter 30 år da solcellene har en teknisk levetid på 30 år.

Tabell 5-3 Oversikt over antakelser rundt energiproduksjon og materialbruk og klimagassutslipp tilknyttet til solceller.

| | | Materialbruk | Energiproduksjon tak | Energiproduksjon fasade |
|---------------------|------|--|------------------------|-------------------------|
| Byggetrinn 1 | 2020 | 120 kg CO ₂ /m ² | 140 kWh/m ² | 100 kWh/m ² |
| | 2050 | 40 kg CO ₂ /m ² | 183 kWh/m ² | 131 kWh/m ² |
| Byggetrinn 2 | 2030 | 80 kg CO ₂ /m ² | 160 kWh/m ² | 114 kWh/m ² |
| | 2060 | 30 kg CO ₂ /m ² | 187 kWh/m ² | 133 kWh/m ² |

⁸ ITRPV, 2019. Fraunhofer ISE, Photovoltaics report, 2015. Mulighetsstudie for solcelleanlegg for kommunale bygg, Asplan Viak/Trondheim kommune, 2020.

5.4. Resulterende klimagassutslipp

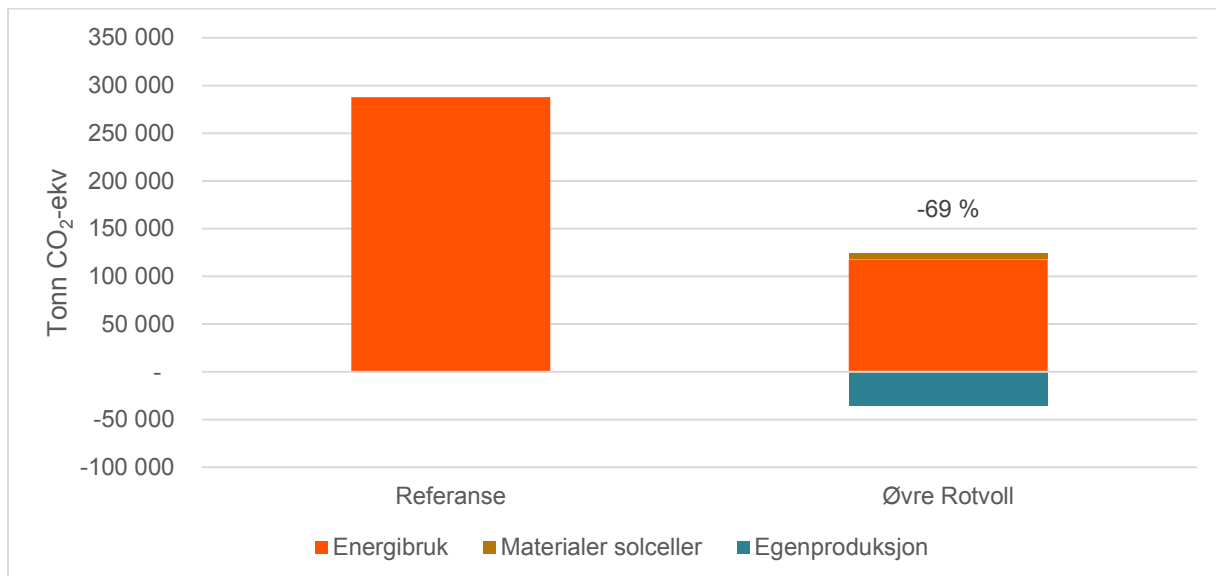
Figur 5-2 viser de resulterende klimagassutslippene for referansen og for utbyggingen på Øvre Rotvoll. Her går det frem at utslippene fra energibruk blir redusert med 69 % for utbyggingen på Øvre Rotvoll sammenlignet med referanse-utbyggingen. Dette skyldes delvis bedre energistandard for Rotvoll, men også lavere utslippsfaktorer for energiforsyningen.

Utslippene er følsomme for forutsetninger i scenarier for utslippsfaktorer, noe som alltid vil være en usikkerhet i slike analyser. Det er naturlig nok vanskelig å forutsi nøyaktig hvordan karbonintensiteten for fjernvarme og elektrisitet fra nettet vil utvikle seg 60-70 år frem i tid. Men det er sannsynlig at både fjernvarmen og elektrisitetsforsyningen vil bli mindre karbonintensiv i fremtiden. Vår analyse gjenspeiler dette, da vi har lagt til grunn en utslippsfaktor for strøm som blir gradvis lavere frem mot 2050. I resultatene som vises i figur 5-2 har vi brukt et scenario som gjenspeiler en norsk-europeisk strøm-miks over levetiden, dvs. scenario 2 fra NS 3720:2018. Vi mener dette er det mest riktige scenariet da det norske/nordiske kraftsystemet blir mer og mer integrert med det Europeiske. Hvis vi hadde valgt å bruke en ren norsk strøm-miks, ville de totale klimagassutslippene fra Rotvoll-utbyggingen blitt ca. 19% lavere enn referanse-alternativet, ref. figur i vedlegget.

Det er også faglige diskusjoner omkring allokering av utslipp fra forbrenning av avfall til ulike systemer. Vi har i vår analyse fulgt veiledningen i NS 3720 som sier at alle utslipp skal tilskrives den som genererer avfallet. Men hvis vi for eksempel hadde lagt til grunn en 50/50-prosents fordeling av utslippene til henholdsvis fjernvarme og avfallssystemet, ville vi fått en høyere utslippsfaktor for fjernvarme, og utslippene fra energibruk for Øvre Rotvoll ville da være ca. 40% lavere enn referanse-utbyggingen.

Det finnes selvsagt også andre mulige energistandarder og energiforsyningsløsninger enn de som er tatt med i denne analysen. For eksempel kan det være et potensiale ved bruk av ulike typer varmepumpe-teknologi og lagringsløsninger. Det er også mulig at det kan komme karbonfangst- og lagring på fjernvarmeanlegget til Statkraft Varme. Trondheim kommune har dette som et av sine mål i Kommunedelplan Energi og klima 2017-2030⁹. Vi vil anbefale at man ser nærmere på ulike løsninger ved videre utvikling av prosjektet.

⁹ <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/miljoenheten/klima-og-energi/kommunedelplan-energi-og-klima130618.pdf>



Figur 5-2 Resulterende klimagassutslipp fra energibruk for referansen og for Øvre Rotvoll for standard-scenarier. Den blå delen av diagrammet for Øvre Rotvoll illustrerer utslippskompensasjon pga. elektrisitetsproduksjon fra solceller, og vises derfor som et negativt utslipp.

6. TRANSPORTANALYSEN

I Trondheim kommune er det et mål om nullvekst i biltrafikken. Dette skal oppfylles ved å blant annet å sikre en høy arealutnyttelse langs busstraseer, knutepunkt og holdeplasser. Gjennom utbyggingen på Øvre Rotvoll skal dette sikres ved å blant annet legge til rette for metrobusstrase, god sykkelinfrastruktur og at det generelt på Øvre Rotvoll skal være naturlig å ikke eie egen bil.

I dette kapitlet beskrives analysen som er gjort for å beregne det samlede transportomfanget og resulterende klimagassutslipp som følge av utbyggingen av Øvre Rotvoll, sammenlignet opp mot referansen.

6.1. Forutsetninger, underlag og metode

Klimaberegningene for transport gjennomføres ved å beregne transportomfanget ved ulike scenarier, hvor transportomfanget er en funksjon av antall personturer, transportmiddelfordeling på disse turene samt reisesenes lengde målt i kilometer.

Som grunnlag for å beregne turproduksjon er rapporten «Områderegulering av Øvre Rotvoll – Trafikkanalyser» med tilhørende vedlegg brukt. Denne rapporten er utarbeidet av COWI AS på oppdrag fra Rotvoll Eiendom AS for å gjøre en vurdering av trafikken og vegsystemet i forbindelse med områderegulering for Øvre Rotvoll.





Det er for alle scenarioer lagt til grunn 3,2 antall reiser per person per dag, dette iht. mini-RVU for Trondheim 2014-2015¹⁰. Det som skiller scenarioene fra hverandre er hvordan transportmiddelfordelingen er, det vil si hvor stor andel av reisene som skjer med kollektivtransport, med bil, til fots eller med sykkel. Hvordan transportmiddelfordelingen konkret er kan sees i neste delkapittel.

Transportanalysen er delt opp i to deler, som utbyggingen, der det regnes utslipp separat fra transport for byggetrinn 1 (2020-2079) og byggetrinn 2 (2030-2089).

6.1.1. Konsekvensbilder

I COWI-rapporten er det beskrevet fire forskjellige alternative løsninger for veiforbindelser/ infrastruktur for området Øvre Rotvoll, med tre tilhørende fremtidsscenarioer for trafikkutvikling og transportmiddelfordeling. Dette gir i alt 12 konsekvensbilder, som vist i Figur 6-1. Konsekvensbildene viser spennet i trafikkbildet ut fra hvilke forutsetninger man legger til grunn med tanke på framtidig utbygging og vegsystem, samt hvilke transportvaner og reisemønstre som er sannsynlig i fremtiden. En mer detaljert beskrivelse av konsekvensbildene kan finnes i COWI-rapporten. Vi vil videre forklare de konsekvensbildene vi går ut fra for analysen.

¹⁰ Reisevaneundersøkelser: Mini-RVU – Trondheim, Samlet rapport for 2014-2015. Notat fra 15.03.2016

| | | | | |
|--|---|---|--|---|
| |  |  |  |  |
| | Alt 0 – Referanse Uten Øvre Rotvoll Uten Brundalsforb. | Alt 1 Alle utbyggingsomr. Åpen Brundalsforb. | Alt 2 Uten Overvik Uten Overvikforb. | Alt 3 Brundalsforb uten koblinger mot øst og syd |
| Scenario A «Tradisjonell areal- og transportpolitikk» | Konsekvensbilde 0A | Konsekvensbilde 1A «Worst case» | Konsekvensbilde 2A | Konsekvensbilde 3A |
| Scenario B "Moderat positiv trend" | Konsekvensbilde 0B | Konsekvensbilde 1B | Konsekvensbilde 2B | Konsekvensbilde 3B |
| Scenario C "Grønt skifte" | Konsekvensbilde 0C | Konsekvensbilde 1C «Best case» | Konsekvensbilde 2C | Konsekvensbilde 3C |

Figur 6-1 Konsekvensbilder fra COWI-rapporten, hvorav de i gult er vurdert av COWI.

6.1.1.1. Øvre Rotvoll

For utbyggingen på Øvre Rotvoll er alternativ 1 fra Figur 6-1 brukt. Alternativ 1 representerer områdeplanen slik den ble fremmet til førstegangsbehandling. Det forutsettes utbygging av Øvre Rotvoll samt flere andre områder i Trondheim Øst. Som scenarioer for utbyggingen på Øvre Rotvoll er det forutsatt Scenario B for del 1 av utbyggingen, og scenario C for del 2 av utbyggingen, men at del 1 av utbyggingen fra år 2030 også vil oppfylle Scenario C. Dermed gjelder Scenario B for perioden 2020-2029, mens Scenario C gjelder for perioden 2030-2089.

Scenario B representerer en moderat positiv trend med tanke på å få ned bilbruken.

Trafikkberegningene tar utgangspunkt i en turproduksjon på 2,3 bilturer per bolig for Øvre Rotvoll. Faktoren på 2,3 bilturer er basert på tilsvarende metodikk som Trafikkanalyse Trondheim Øst¹¹, og data fra Mini-RVU (reisevaneundersøkelse) for Trondheim 2014-2015. For å oppnå en reduksjon i bilbruken på Øvre Rotvoll legges det til rette for flere tiltak som beskrevet i COWI-rapporten. Dette inkluderer:

- Begrenset parkeringsdekning i området
- Areal på området setes av til metrobuss-trasé
- Sammenhengende sykkelvegnett i området
- Høy arealutnyttelse/tetthet
- Tilrettelegging av bildelingsordning på området
- Etablering av et lokalt tjenestetilbud som reduserer behovet for handleturer med bil ut av området. (Handelsanalyse utført av Norgesgruppen har tall på dagens handelslekkasje.)
- Lokalt rekreasjonstilbud som idrettsanlegg, parker og turveger som stimulerer til gåing og sykling

¹¹ Rapport utarbeidet av Byplankontoret i 2015 som bakgrunnsmateriale for planarbeid i Trondheim øst og planprogram for Overvik og Øvre Rotvoll.

- Begrense kjøring fra Trondheim Øst gjennom å forbeholde Brundalsforbindelsen for kollektivtrafikk

Scenario C representerer et grønt skifte når det kommer til transportmiddelbruk, som innebærer vesentlige endringer i reisevaner. Her kreves det sterkere oppfølging og suksess med tiltakene beskrevet i scenario B. Det forutsetter blant annet at Brundalsforbindelsen forbeholdes kollektivreiser og gang/sykkel (bygata iht. COWI sin trafikkanalyse), og er stengt for gjennomkjøring for ordinær biltrafikk. Trafikkberegningene tar utgangspunkt i en turproduksjon på 1,6 bilturer per bolig for Øvre Rotvoll.

I Tabell 6-1 er transportdataen for scenario B og C for Øvre Rotvoll presentert, med bakgrunn i 2,3 og 1,6 bilturer per bolig som nevnt ovenfor. Disse tallene sammen med transportmiddelfordeling fra «mini-RVU for Trondheim 2014-2015» og transportberegningene i tidligere nevnte COWI-rapport er brukt til å beregne prosentandelene for transportmiddelfordelingen per person i Tabell 6-1. Transportdistansene som er lagt til grunn er hentet fra «Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 – nøkkelrapport».

Tabell 6-1 Transportdata for Øvre Rotvoll med antall reiser per bolig per dag i parentes

| | Øvre Rotvoll, Scenario B | Øvre Rotvoll, Scenario C |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Andel gang og sykkel (antall i parentes) | 44 % (2,3) | 54 % (2,8) |
| Andel kollektiv (antall i parentes) | 13 % (0,7) | 16 % (0,8) |
| Andel bil (antall i parentes) | 44 % (2,3) | 30 % (1,6) |
| Lengde per kollektivreise [km] | 12,3 | 12,3 |
| Lengde per bilreise [km] | 12,9 | 12,9 |

For at scenario B og C skal kunne inntreffe, kreves det en del eksterne tiltak også. Dette inkluderer blant annet ny metrobuslinje, supplerende busstilbud og økte lokale bompengesatser/veiprisering/høyere priser på drivstoff.

6.1.1.2. Referanse

Referansen representerer en videreføring av tradisjonell areal- og transportpolitikk. Trafikkbildet følger utviklingen som forutsettes i Statens vegvesens retningslinjer. Det benyttes derfor en standard framskrivning av dagens trafikknivå. Trafikkberegningene tar utgangspunkt i en turproduksjon på 3,5 bilturer per bolig iht. Statens vegvesen sin håndbok V713.

Referanseutbyggingen er lagt til Ytre øst, som beskrevet i kapittel 3.2. Dette er for øvrig også det området som er beskrevet som en referanse i COWI-rapporten. Iht. Mini-RVU for Trondheim for 2014-2015 har Ytre Øst den mest bilintensive transportmiddelfordelingen av de forskjellige bysonene i Trondheim kommune. Det er dermed også valgt å sammenligne utbyggingen på Øvre Rotvoll med bysonen Sentrum uten midtbyen, da dette er et område med vesentlig lavere bilandel i transportmiddelfordelingen. Selv om dette ikke nødvendigvis er et realistisk utbyggingsalternativ, viser det spennet i hva klimagassutslipp fra transport kan utgjøre.

Som for beregningen av transportmengder for Øvre Rotvoll, er det inkludert en forbedring i 2030 i transportfordeling for referansen. Fra 2030 og ut legges det til grunn transportdata tilsvarende Øvre Rotvoll, Scenario B fra Tabell 6-1.

Tabell 6-2 viser transportdata som ligger til grunn for beregningen av klimagassutslipp for referansene Ytre Øst og Sentrum uten midtbyen.

Tabell 6-2 Transportdata for referansealternativene med antall reiser per bolig per dag i parentes

| | Referanse, Ytre øst | Referanse, Sentrum uten midtbyen |
|---|---------------------|----------------------------------|
| Andel gang og sykkel (antall i parentes) | 23 % (1,2) | 55 % (2,8) |
| Andel kollektiv (antall i parentes) | 9 % (0,5) | 14 % (0,7) |
| Andel bil (antall i parentes) | 67 % (3,5) | 32 % (1,7) |
| Lengde per kollektivreise [km] | 12,3 | 12,3 |
| Lengde per bilreise [km] | 12,9 | 12,9 |

6.1.2. Begrensninger

Transportberegningene presentert i kapittel 6.1.1 omfatter reiser per person per dag, og er brukt til å beregne utslipp for transport for de som bor på Øvre Rotvoll. Transportdataene er aggregerte og omfatter flere type reiser, som vist i Tabell 6-3 (denne oversikten er hentet fra «Mini-RVU – Trondheim, Samlet rapport for 2014-2015»). Dette betyr at de som bor på området sine reiser inkluderer reise til både barnehage og servicetilbudene, i tillegg til arbeidsreiser og andre reiser. Dermed kan man argumentere for at reisene til barnehagene og næringen på Øvre Rotvoll er inkludert i reisene til boligene da mye av barnehagene og næringsbyggene genererer reise fra folk i området Øvre Rotvoll.

Om man skulle ta med reiser forbundet med barnehagene og næringen vil dette trolig føre til en dobbelttelling av reiser. Vi mener dermed at det å kun se på reisene til de som bor på området er tilstrekkelig og en velbegrunnet avgrensning da både barnehagene og næringsbyggene er tiltenkt å fylle behov til de som bor på området. I tillegg er dette en fremgangsmåte som er brukt for beregningene av transportrelaterte utslipp for både Øvre Rotvoll og referansen, og fører dermed til at samme systemgrense er brukt i begge beregningene.

Tabell 6-3 Reiser per person fordelt på reiseformål og reisemiddel. Gjennomsnitt av alle reiser 2014 og 2015. ¹⁾ Innbefatter besøk og følgereiser inklusive barnehage. Hentet fra «Mini-RVU – Trondheim, Samlet rapport for 2014-2015».

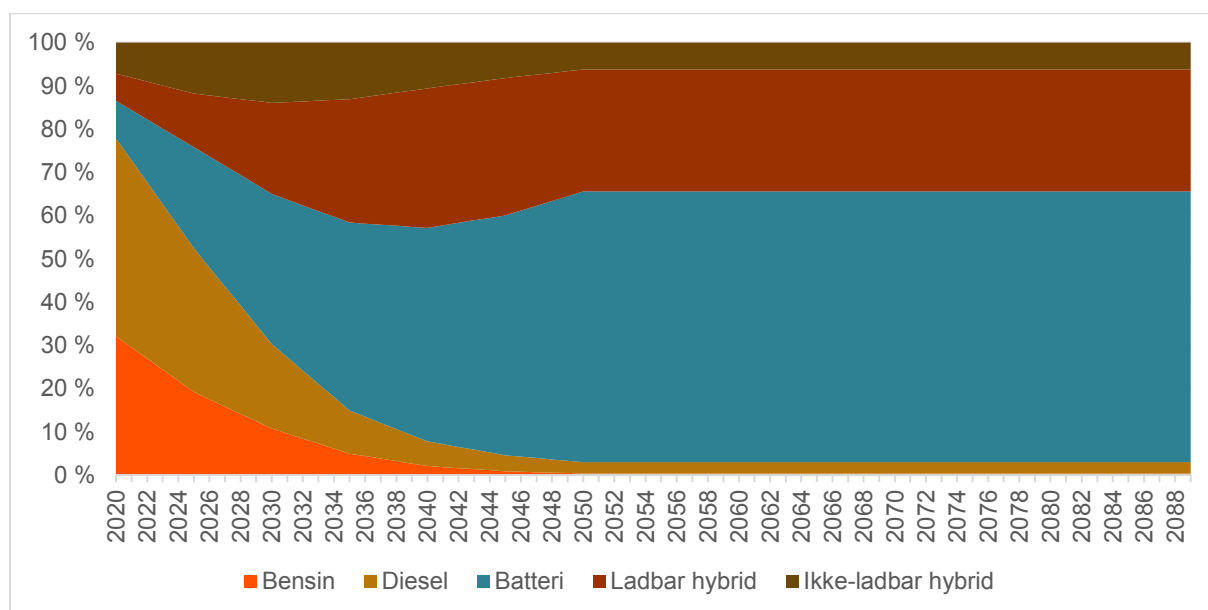
| | Arbeid | Skole/studier | Handel/service | Omsorg/fritid ¹⁾ | Alle reiser |
|--------------------|------------|---------------|----------------|-----------------------------|-------------|
| Bil | 0,3 | 0 | 0,5 | 0,6 | 1,7 |
| Til fots | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 |
| Sykkel | 0,1 | 0 | 0 | 0,1 | 0,3 |
| Kollektiv | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,4 |
| Annet | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 |
| Alle reiser | 0,6 | 0,2 | 0,8 | 1,2 | 3,2 |

6.2. Beregning av klimagassutslipp

Klimagassutslipp fra transport er beregnet fra turproduksjonen beskrevet i kapittel 6.1.1 for hvert av konsekvensbildene. Beregninger er gjort ved bruk av Asplan Viaks verktøy OmrådeLCA, der alle utslipp beregnes per personkilometer (pkm) reist per kjøretøy. Gjennomsnittlig passasjerbelegg¹² er lagt til grunn. Faktorer for direkte utslipp fra forbrenning av drivstoff er benyttet. Indirekte utslipp inkluderer bruk av infrastruktur samt utslipp forbundet med produksjonen av selve kjøretøyet.

6.2.1. Klimagassutslipp fra transport med bil

Det er lagt til grunn at teknologisammensetningen i dagens bilpark vil følge TØI sin trendbane som går frem til 2050, som vist i Figur 6-2. Utvikling etter 2050 er fremskrevet lineært.



Figur 6-2 TØI sin trendbane for teknologisammensetning i dagens bilpark

Klimagassutslipp forbundet med å kjøre en bil per pkm er regnet ved bruk av energiforbruk fra TØI¹³ for el-, diesel-, bensin- og hybridbiler. For bensin og diesel er utslippstall per liter drivstoff¹⁴, som inkluderer både produksjon og forbrenning av drivstoffet, brukt. Elektrisitetsforbruk i elbiler følger forutsetninger om strømmiks (se kapittel 5.2 om beregning av utslipp fra energibruk i drift). For alle transportteknologier er det lagt til grunn en 0,25 % reduksjon i energiforbruk per år iht. TØI-rapporten «Kjøretøyparkens utvikling og klimagassutslipp».

Det er inkludert utslipp forbundet med utbygging av veinettet som er fordelt per personkilometer, samt utslipp forbundet med produksjon av de ulike transportteknologiene fra Ecoinvent¹⁵.

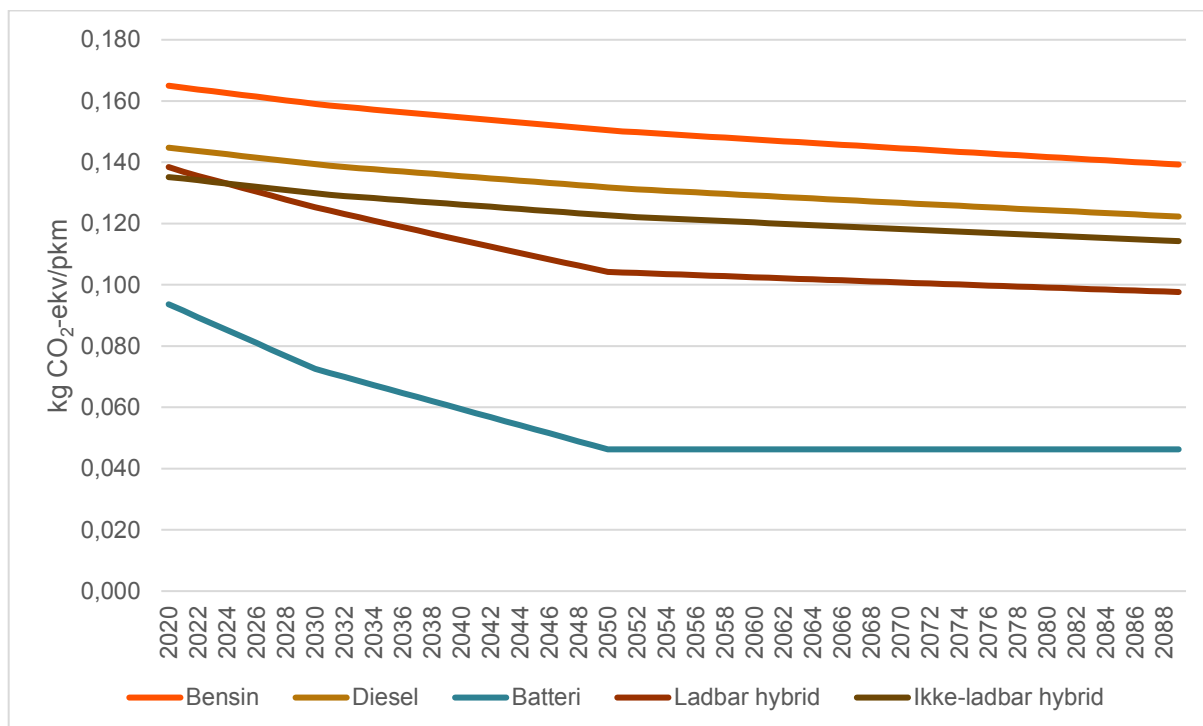
Når det er lagt til grunn en norsk-europeisk strømmiks, samt infrastruktur og produksjon av kjøretøyene, sammenligner klimagassutslipp per personkilometer for de ulike transportteknologiene seg som vist i Figur 6-3.

¹² Passasjerbelegg for biler fra RVU 2013/2014. Passasjerbelegg for kollektivtrafikk er beskrevet i kapittel 6.2.2.

¹³ Hentet fra notat «Energieffektivitet og utslipp i transport» utarbeidet av TØI i 1997 med framskriving til i dag for diesel og bensinbiler. For elbiler er energiforbruk hentet fra rapporten «Kjøretøyparkens utvikling og klimagassutslipp - Framskrivninger med modellen BIG»

¹⁴ Hentet fra arbeidet med rapporten «KLIMAVENNLIG MOBILITET PÅ FORNEBU».

¹⁵ Ecoinvent er en LCI database som brukes for å beregne klimagassutslipp.



Figur 6-3 Totale utslipp forbundet med kjøring av en personbil per pkm for ulike transportteknologier

6.2.2. Klimagassutslipp fra kollektivtransport

Sidenreferansen er Ytre Øst, som også er området hvor mye av Øvre Rotvoll befinner seg i, er det forutsatt at fordelingen av type kollektivtransport er lik for Øvre Rotvoll og referansen. Det er videre forutsatt at all kollektivtransport skjer med buss, da dette er den eneste tilgjengelige kollektivtransportmuligheten fra Ytre Øst.

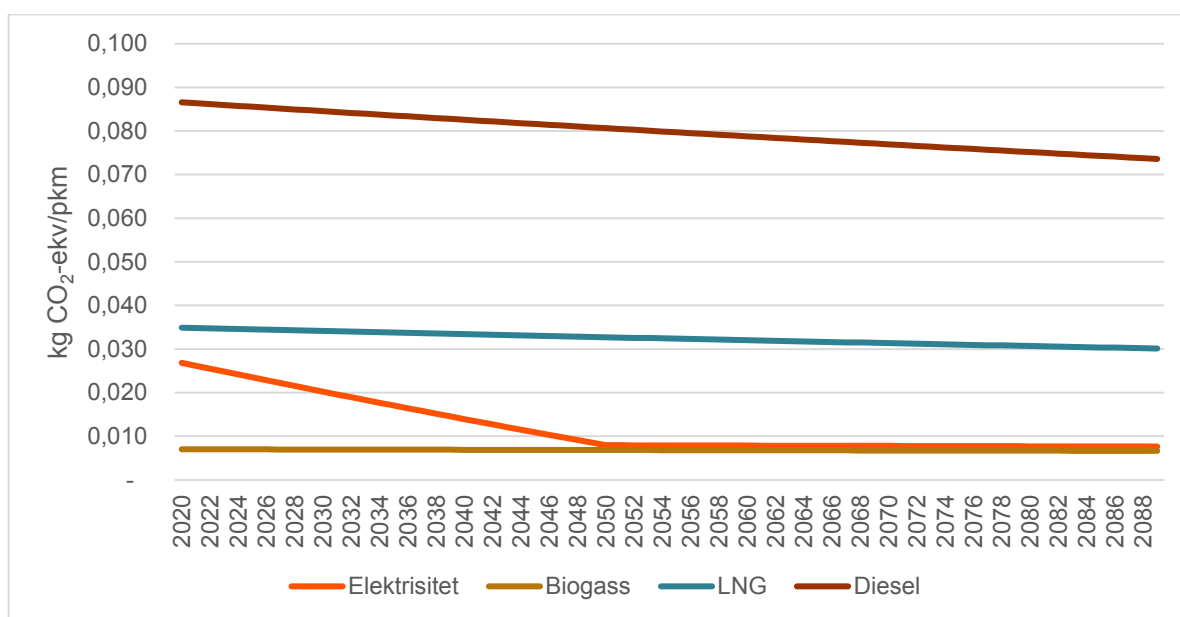
Bussparken i Trondheim består av busser som drives av flere forskjellige energibærere som vist i Tabell 6-4. Dette er tall hentet fra rapporten «Kostnader ved overgang til fossilfri kollektivtransport» utarbeidet av Menon Economics og TØI.

Tabell 6-4 Energibærere i bussflåten i Trondheim

| Energibærer | km/år | Andel |
|---------------------------|-------------------|--------------|
| Elektrisk | 2 106 382 | 12 % |
| Biogass | 6 800 604 | 38 % |
| Fornybart dieseldrivstoff | 8 906 986 | 50 % |
| Sum | 17 813 972 | 100 % |

For å beregne klimagassutslippene fra de ulike fremdriftssystemene til bussene er data på energibruk per km¹⁶ og utslipp per energibærer¹⁷ innhentet. Som for biler er det forutsatt en reduksjon på 0,25% per år i energiforbruk for busser. Utslipp forbundet med infrastruktur¹⁸, samt utslipp forbundet med produksjon av busser¹⁹ er også inkludert.

ATB har opplyst at de per nå ikke vet hvilket belegg det er på bussene deres. Dette er nødvendig å vite for å kunne beregne utslipp per pkm. Det er derfor lagt til grunn belegg og antall plasser per buss som oppgitt av Ruter²⁰. I Figur 6-4 er en sammenligning av klimagassutslipp per pkm for de ulike energibærerne for bussene i Trondheim vist når både veiinfrastruktur og produksjon av bussene er inkludert.



Figur 6-4 Sammenligning av klimagassutslipp per pkm for ulike energibærere for buss.

¹⁶ Denne består av flere kilder: presentasjonen «Intelligent hurtiglading for elektriske busser» fra Dialogkonferanse Brakar, Drammen, 15. mars 2016, https://www.landbruksdirektoratet.no/no/miljo-og-okologisk/klimateg-miljoprogrammet/prosjektstotte/undersider/_attachment/14159?_ts=12f907bc850 og <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/t46.pdf>

¹⁷ Denne består av flere kilder: <https://baretsnaturgass.no/naturgass/>, <https://www.naturgassnord.no/litt-om-naturgass/> og rapporten: Fornybare drivstoffer – Fornybar diesel: HVO, skrevet av TØI i 2016.

¹⁸ «Høyhastighetsutredningen» utarbeidet av Asplan Viak

¹⁹ «Høyhastighetsutredningen» utarbeidet av Asplan Viak

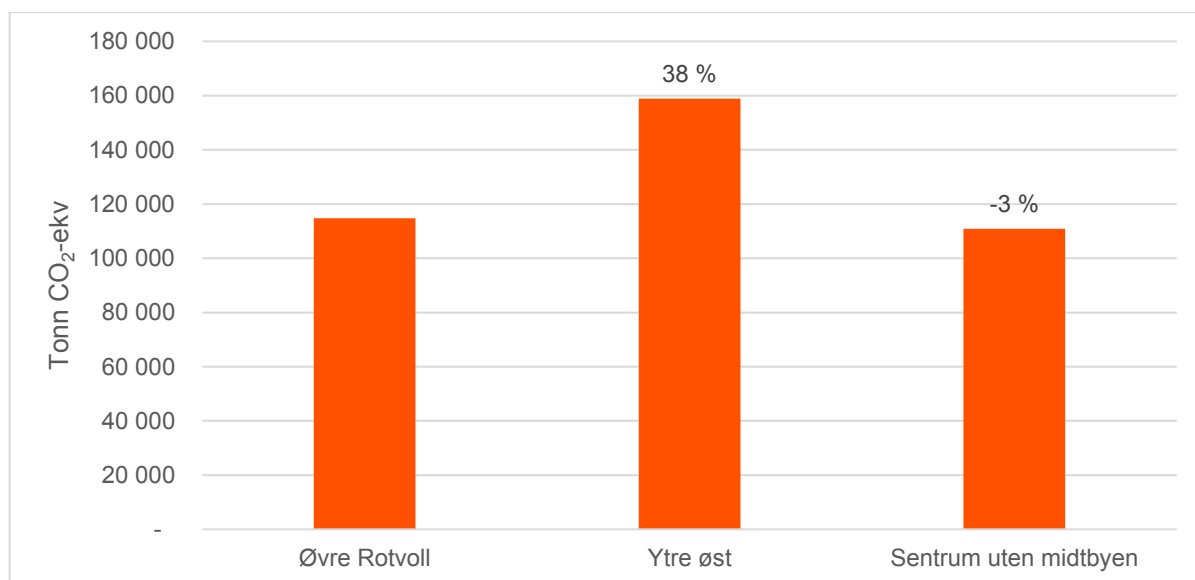
²⁰ Hentet fra Ruters årsrapport for 2016

6.3. Resulterende klimagassutslipp

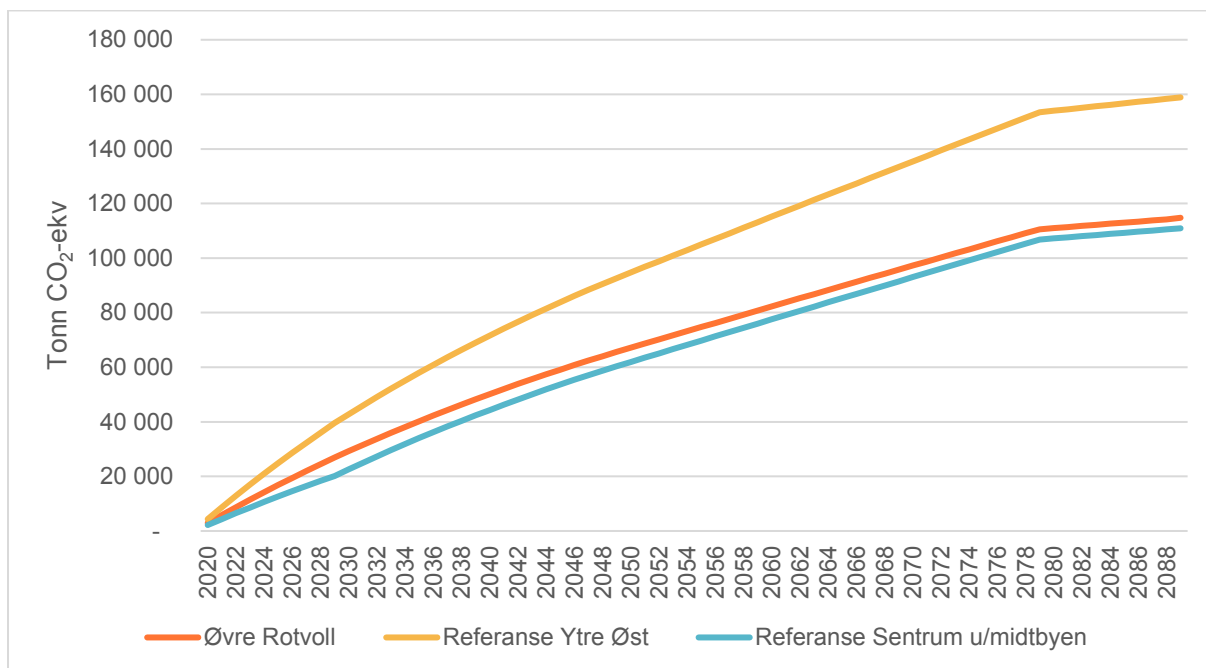
Figur 5-2 viser resulterende klimagassutslippene fra transport for utbyggingen på Øvre Rotvoll og for referansene. Her går det frem at utslippene fra transport blir redusert med 38% for utbyggingen på Øvre Rotvoll sammenlignet med referanse-utbyggingen på Ytre Øst. Dette skyldes i hovedsak at referansen ifølge mini-RVU for Trondheim for 2014-2015 har den mest bilintensive transportmiddelfordelingen i de forskjellige bysonene i Trondheim kommune.

Det er også valgt å sammenligne utbyggingen på Øvre Rotvoll med bysonen Sentrum uten midtbyen, da dette er et område med betydelig mindre bilintensiv transportmiddelfordeling enn referansen Ytre Øst. Det er lite sannsynlig at en så stor utbygging vil kunne foregå i sentrumssonen, men ved å ta denne med synliggjøres resultat for Øvre Rotvoll bedre. Det er viktig å presisere at det i de trafikkscenariene som er medregnet i klimagassanalysen for Øvre Rotvoll, er basert på flere interne og eksterne tiltak, som f.eks. ny metrobuslinje, supplerende busstilbud og økte lokale bompengesatser/veiprising/høyere priser på drivstoff.

I Figur 6-5 og Figur 6-6 er totale og akkumulerte utslipp vist for Øvre Rotvoll og de to alternative plasseringene av referansen.



Figur 6-5 Totale klimagassutslipp forbundet med transport for Øvre Rotvoll og de to alternative plasseringene av referansen



Figur 6-6 Akkumulerte klimagassutslipp forbundet med transport for Øvre Rotvoll og de to alternative plasseringene av referansen

7. AREALNEDBYGGING OG ARALBRUKSENDRINGER

7.1. Metode og forutsetninger

Planområdet for Øvre Rotvoll er på 498 dekar, daa, hvorav 365 daa er dyrket jord (det er antatt at alt dette er matjord). I denne beregningen er det ønskelig å belyse effekten når det kommer til klimagassutslipp av å bygge ned denne mengden jordbruksareal. Beskrivelse av prosjektet og forutsetninger for analysen bygger på notatet «notat matjord» utarbeidet av C-alcea AS. For volumberegning av matjord, legges det til grunn 30 cm dybde på matjordlaget²¹. Det er videre lagt opp til at mye av matjorden skal brukes internt på Øvre Rotvoll for å begrense klimagassutslipp forbundet med flytting av jorden, samt eventuelle trafikkmessige ulemper. Den jorden som ikke kan brukes internt på Øvre Rotvoll, skal det finnes et bruksområde til i Trondheim/Trondheim Øst eller i umiddelbar nærhet til Trondheim.

Som en konsekvens av utbyggingen må ca. 61 300 m³ med jord flyttes, hvorav ca. 23 000 m³ er tenkt brukt til støvull og ca. 11 600 m³ er tenkte brukt til andre interne formål. Resterende mengde er tenkt brukt ellers i Trondheimsområdet. Vi har dermed lagt til grunn 34 600 m³ brukt internt på Øvre Rotvoll og 26 700 m³ brukt ellers i Trondheimsområdet.

Av de 365 daa med matjord på Øvre Rotvoll brukes ca. 60 daa til produksjon av ferdigplen. På resterende areal pågår det såkornproduksjon i størrelsesorden 150 tonn korn av bygg pr. år som brukes som dyrefor. Effekten av at produksjonen av ferdigplen vil forsvinne, er utelatt fra denne analysen, og det er heller fokusert på reduksjonen i byggkorn utbyggingen på Øvre Rotvoll fører til.

Ved en reduksjon i produksjon av korn på Øvre Rotvoll, kan dette føre til at nye jordbruksområder må etableres, og at det dermed må bygges ned for eksempel skog for å erstatte denne produksjonen. Dette kan skje i Trondheimområdet, i Europa, eller en annen plass.

Som en del av analysen er flere konsekvenser av nedbyggingen hensyntatt. Nedenfor følger en forklaring av disse. Disse er i ulik grad inkludert i konsekvensbildene som er beskrevet i neste delkapittel:

Frigjøring av karbon ved utgraving og flytting av jord

Når jorda blir behandlet i form av å bli gravd opp og flyttet på frigis det en del karbon²² som reagerer med oksygenet i lufta og CO₂ dannes. For hver kilo karbon dannes det 3,67 kg CO₂. Gjennomsnittlig karboninnhold i norsk jord med ensidig åkerbruk er gjennom en rekke jordprøver målt til ca. 2,5 %²³. Det er forutsatt at det frigis dobbelt så mye karbon i jordflytningsprosessen som ved konvensjonell jordbearbeiding (harving og pløying²⁴).

Karbonbinding ved ny bruk av jord

Når jorden blir brukt igjen til andre formål kan den igjen ta opp og binde CO₂. Om jorden blir brukt til dekkevekster vil dette føre til et jevnt opptak av CO₂ per år, mens om jorden blir brukt til matjord vil karbon som tas opp i vekstperioden nulls ut ved karbonfrigjøring ved jordbearbeiding²² (. Vi har vektet andelen jord som flyttes både internt og eksternt vi mener er sannsynlig blir bruk til enten matjord eller dekkevekster.

Transport av jordmasser

Som nevnt ovenfor må flere tusen kubikkmeter med jordmasser flyttes før de så blir tatt i bruk andre steder. For å beregne utslipp knyttet til transport av disse jordmassene er det brukt utslippsverdier

²¹ Good Practice Guidelines for Land Use, Land-Use Change and Forestry, IPCC 2003

²² Karbondynamikk i landbruksjord, NORSØK, 2019

²³ Karbon i jord - kilder, handtering, omdanning. NORSØK rapport, vol 3, nr 9, 2018

²⁴ Carbon dioxide emissions under different soil tillage systems in mechanically harvested sugarcane, Silva-Olaye et.al. 2013

per tonnkilometer²⁵, altså hvor mye utslipp det er forbundet med å flytte ett tonn en kilometer. Som nevnt ovenfor skal noe av jordmassene brukes internt på Rotvoll, for denne transporten er det lagt til grunn at massene må transporteres én kilometer. For jordmassene som skal brukes ellers i Trondheimsområdet er lagt til grunn at dette vil fraktes i snitt 10 kilometer. Det er videre inkludert transport tur-retur. Utslipp forbundet med utgraving og opplasting²⁶ av jorda er og inkludert.

Prosesen med å bygge ned skog

Som en del av beregningen er det inkludert utslipp forbundet med det å rydde skog. Dette er utslipp som kommer fra anleggsmaskiner som brukes til å både rydde skog og etablere jordbruksområder²⁷.

Utslipp fra nedbygd skog

Nedbygging av skog vil ikke kun føre til utslipp forbundet med selve prosessen med å rydde skog, men også frigjøring av karbon som tidligere var bundet opp i jord og biomasse. Dette inkluderer både skogbunn og trær. I beregningene er det antatt at trærne vil brukes til bygging av boliger eller til ved, og at karbon bundet i trematerialer og som etter hvert vil slippes ut ikke er en del av denne analysen. Det er derimot karbon lagret i skogbunnen, og dette er dermed medregnet i analysen. Da karbon lagret i skogareal varierer med hvilken type bonitet skogen har, er det brukt gjennomsnittstall for type skog i det som tidligere het Sør-Trøndelag²⁸.

Transport av korn

Utslipp forbundet med transport av korn inkluderer kun den økte transportmengden import av korn til Norge vil føre til som et resultat av redusert produksjon i Norge. Det vil si at det kun er inkludert transport av korn til Norge, og ikke transport internt i Norge. Det er forutsatt at kornet må importeres fra Tyskland²⁹. Det er da lagt til grunn at kornet fraktes i skip³⁰ fra Hamburg til Trondheim, og at det må kjøres med lastebil 100 km før det kommer til Hamburg.

Begrensninger og forenklinger

Vi har ikke inkludert om det er en forskjell i utslipp knyttet til produksjon av korn i Europa sammenlignet med Norge, da det ikke er funnet et godt datagrunnlag for dette. Produksjon av korn er forutsatt å være relativt lik i Norge og Europa, og dermed er dette ikke inkludert i analysen.

Analyseperiode

Analyseperioden for arealnedbyggingsberegningene går som resten av analysen også over en 60 års periode, hvor det for å forenkle beregningen er lagt til grunn at all nedbyggingen skjer i år 2020. De totale utslippene vil fortsatt være de samme som om vi hadde lagt til grunn flere trinn.

²⁵ Hentet fra Ecoinvent versjon 3.2

²⁶ VegLCA v4.06, 2020

²⁷ VegLCA v4.06, 2020

²⁸ Grunnlag for prioritering av områder til nydyrking, Bioforsk 2013

²⁹ Nyhetsartikkel fra NRK som viser til hvor mye av kornet vi bruker i Norge kommer fra:
<https://www.nrk.no/dokumentar/rekordimport-av-matkorn-1.8283586>

³⁰ Utslippsintensitet i tonnkilometer for skip er hentet fra rapporten «Gjennomgang av fraktordningene for korn og kraftfôr» side 30, skrevet av Statens landbruksforvaltning. Samme rapport viser til at mesteparten av kornet som blir importert kommer sjøveien.

7.2. Konsekvensbilder

Det er utarbeidet 3 forskjellige konsekvensbilder som skal gjenspeile hva som kan antas som mulige effekter av nedbyggingen av matjord på Øvre Rotvoll. Her har vi i ulik grad og på forskjellige måter inkludert de ovennevnte konsekvensene. Selve produksjonen av korn er ikke inkludert i beregningene da dette er utslipp som uansett vil inntreffe i form av at korn og mat må produseres. Vi ønsker å se på utslippene som inntreffer som en direkte konsekvens av utbyggingen på Øvre Rotvoll, samt de indirekte merutslippene utbyggingen fører til.

7.2.1. Konsekvensbilde 1: Redusert behov for byggkorn

Konsekvensbilde 1 bygger på at det vil være et redusert kjøttkonsum i Norge fremover, samt at ost og melkeproduksjonen i Norge går ned. Det vil dermed bli et redusert behov for bygg (til fôr) fremover, og dermed kan man argumentere for at nedbyggingen på Rotvoll ikke vil føre til at behovet for korn i form av bygg må dekkes fra produksjon et annet sted.

I dette konsekvensbildet er klimagassutslipp fra følgende tiltak/effekter medregnet:

- Frigjøring av karbon ved utgraving og flytting av matjord
- Karbonbinding ved ny bruk av jord
- Transport av jord internt og til andre gårder

7.2.2. Konsekvensbilde 2: Nedbygging av skog i Trøndelag for å erstatte produksjonen av korn

I konsekvensbilde 2 legges det til grunn en marginal tankegang, hvor vi antar at etterspørselen etter korn i Norge er konstant, og at reduksjonen i korn produsert i Norge pga. nedbyggingen på Rotvoll fører til at nye jordbruksarealer må opparbeides for produksjon av tilsvarende mengde korn.

I dette konsekvensbildet er klimagassutslipp fra følgende tiltak/effekter medregnet:

- Frigjøring av karbon ved utgraving og flytting av matjord
- Karbonbinding ved ny bruk av jord
- Transport av jord internt og til andre gårder
- Utslipp fra nedbygd areal av skog i Trøndelag
- Prosessen med å bygge ned skog i Trøndelag

7.2.3. Konsekvensbilde 3: Må importere kornet fra Europa

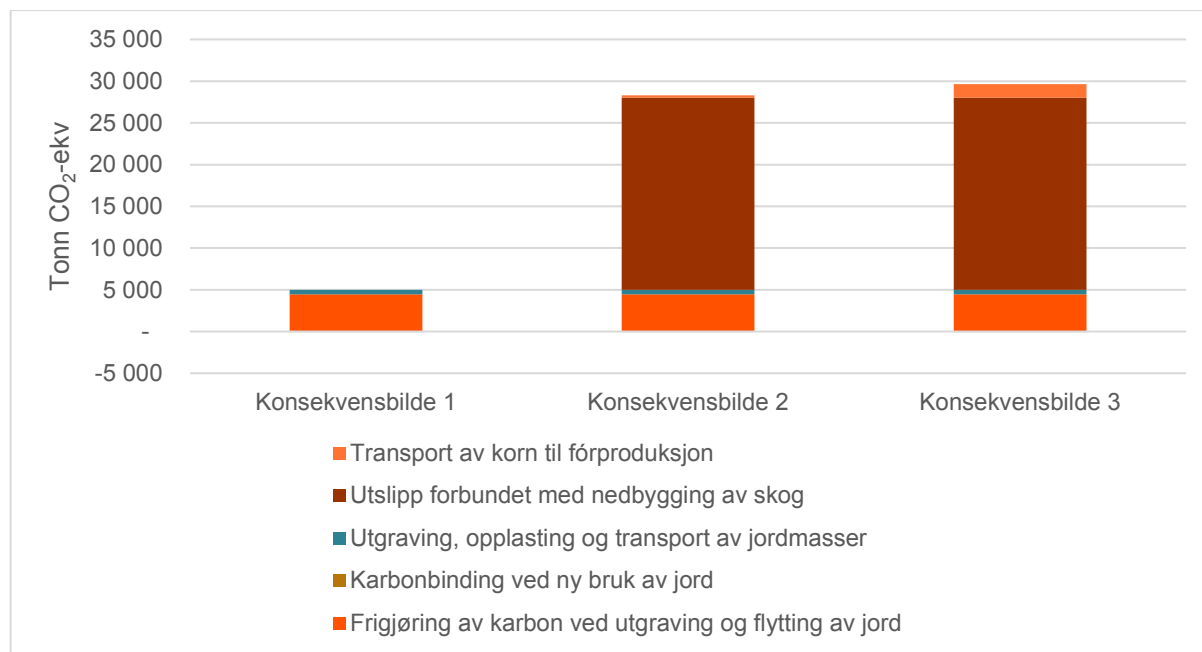
I konsekvensbilde 3 legges samme forutsetninger til grunn mht. marginalendringer som i konsekvensbilde 2, med den forskjell at det her forutsettes at produksjonen av korn vil måtte skje i Europa. Det er sett på Tyskland som et sannsynlig scenario³¹ for produksjon av korn.

- Frigjøring av karbon ved utgraving og flytting matjord
- Karbonbinding ved ny bruk av jord
- Transport av jord internt og til andre gårder
- Utslipp fra nedbygd areal av skog i Europa (antatt lik som i Trøndelag)
- Prosessen med å bygge ned skog i Europa (antatt lik som i Trøndelag)
- Transport av korn til Trondheim fra Europa

³¹ Nyhetsartikkel fra NRK som viser til hvor mye av kornet vi bruker i Norge kommer fra:
<https://www.nrk.no/dokumentar/rekordimport-av-matkorn-1.8283586>

7.3. Resulterende klimagassutslipp

Figur 7-1 viser de resulterende klimagassutslippene forbundet med arealnedbyggingen av jordbruksområdet på Øvre Rotvoll i hvert av de tre konsekvensbildene. Sammenlignet med de totale klimagassutslippene forbundet med materialbruk, energibruk og transport for Øvre Rotvoll, utgjør utslippene fra arealbruksendringer 1,3 %, 6,4 % og 6,7 % for hhv. Konsekvensbilde 1, 2 og 3.



Figur 7-1 Resulterende klimagassutslipp forbundet med arealnedbyggingen på Øvre Rotvoll for hvert av de tre konsekvensbildene.

Med en økende befolkning på jorda som resulterer i et økt behov for mat kan man argumentere for at en marginaltankegang er det mest korrekte, hvor man legger til grunn at en arealnedbygging på Øvre Rotvoll vil resultere i at produksjonen av korn må øke en annen plass. Dette er gjort i konsekvensbilde 2 og 3 hvor det er lagt til grunn at den reduserte produksjonen på Øvre Rotvoll vil føre til økt produksjon i hhv. Trøndelag eller Tyskland. Hvilket av disse som er et mest realistisk scenario, eller om en annen plass er mer realistisk kan diskuteres, men det som kan sees fra Figur 7-1 er at det ikke er transport av korn som har de største utslippene, men heller utslippene som er forbundet med nedbygging av skog. I beregningene våre er det lagt til grunn at skogen som bygges ned vil bli brukt til tømmer eller andre nyttige formål som det da forutsettes at det er en etterspørsel etter. Om dette ikke er tilfelle, og skogen vil ligge og råtne vil utslippene øke fra nedbygging av skog. Utslippene vil og variere med hvilke typer arealer som bygges ned.

Konsekvensbilde 1 passer da ikke inn med en slik tankegang, og viser kun de direkte utslippene forbundet med arealnedbyggingen på Øvre Rotvoll. Vi kan se at for alle tre konsekvensbildene utgjør frigjøringen av karbon ved utgraving og flytting av jord en betydelig mengde utslipp. Utbygging i f.eks. Skaun, Melhus og på Sveberg vil kunne innebære utbygging i skogsområder.

Karbonbinding ved ny bruk av jorden som graves opp er inkludert i beregningene og er vist som negative utslipp. Disse er derimot så små at de nærmest ikke synes sammenlignet med de andre konsekvensene av nedbyggingen.

Selv om utslippene fra arealnedbygging og arealbruksendringer utgjør en liten del av de totale utslippene, fører de fortsatt til betydelige klimagassutslipp. Det er dermed viktig å også gjøre begrensende tiltak for å kutte i disse utslippene.

8. OPPSUMMERING

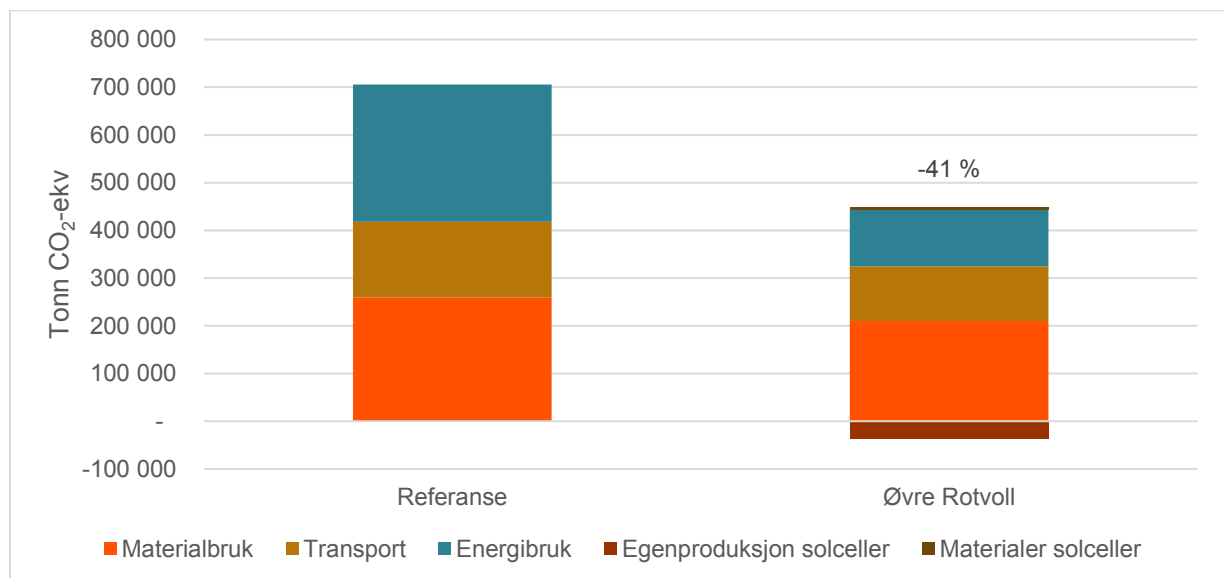
Resultatene av analysen viser at utbyggingen på Øvre Rotvoll kan få ca. 40% lavere klimagassutslipp enn en referanse-utbygging lokalisert i Trondheim Ytre Øst (se figur 8-1). Dette tilsvarer om lag 293 000 tonn sparte klimagassutslipp over en periode på 70 år. Av figur 8-2, som viser utvikling av utslippene over tid, ser vi også at utslippene fra Øvre Rotvoll hele tiden ligger godt under referansealternativet.

Arealbruksendringer er ikke inkludert figur 8-1 og 8-2, men utgjør en forholdsvis liten andel av utslippene. Selv med de mest pessimistiske scenariet som innebærer import av korn fra Tyskland, med tilhørende nedbygging av skog der, utgjør arealbruksendringen kun ca. 7 % av det totale klimagassutslippet fra utbyggingen. I tillegg vil trolig utbyggingen i referansen også føre til arealbruksendringer, og i større grad kunne innebære tap av skog.

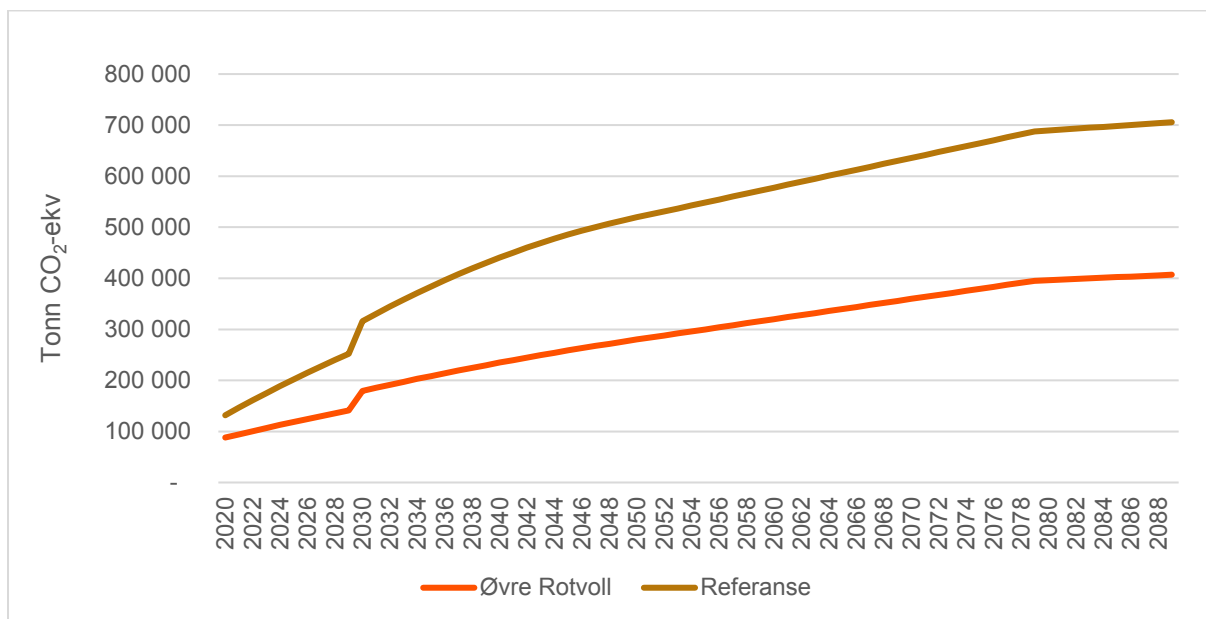
Det største bidraget til reduksjon av utslipp kommer fra energibruk (ca. 200 000 tonn), etterfulgt av materialbruk (ca. 49 000 tonn), og transport (ca. 44 000 tonn).

Hvis dette potensialet skal realiseres, innebærer det at man strekker seg lengre enn det som er standard på alle områdene, både med hensyn til energistandard, materialbruk, og transport. Dette forutsetter ekstra fokus på energi og miljø gjennom planlegging, prosjektering, bygging og bruk. Det finnes gode støtteordninger for ambisiøse energi- og miljøprosjekter. Vi vil f.eks. anbefale Enova's støtteordning for innovative energi- og klimaløsninger, som Asplan Viak har god erfaring med.

Vi vil også understreke at denne analysen kun har fokusert på klimagassutslipp fra utbyggingen. Det vil også være andre miljøkonsekvenser av en slik utbygging som bør adresseres, men disse har ikke vært fokus i denne analysen.



Figur 8-1 Totale klimagassutslipp fra materialbruk, transport og energibruk for utbyggingen på Øvre Rotvoll sammenlignet med referanse-utbyggingen.



Figur 8-2 Totale klimagassutslipp, akkumulert per år fra 2020 til 2090, fra materialbruk, transport og energibruk for utbyggingen på Øvre Rotvoll sammenlignet med referanse-utbyggingen.

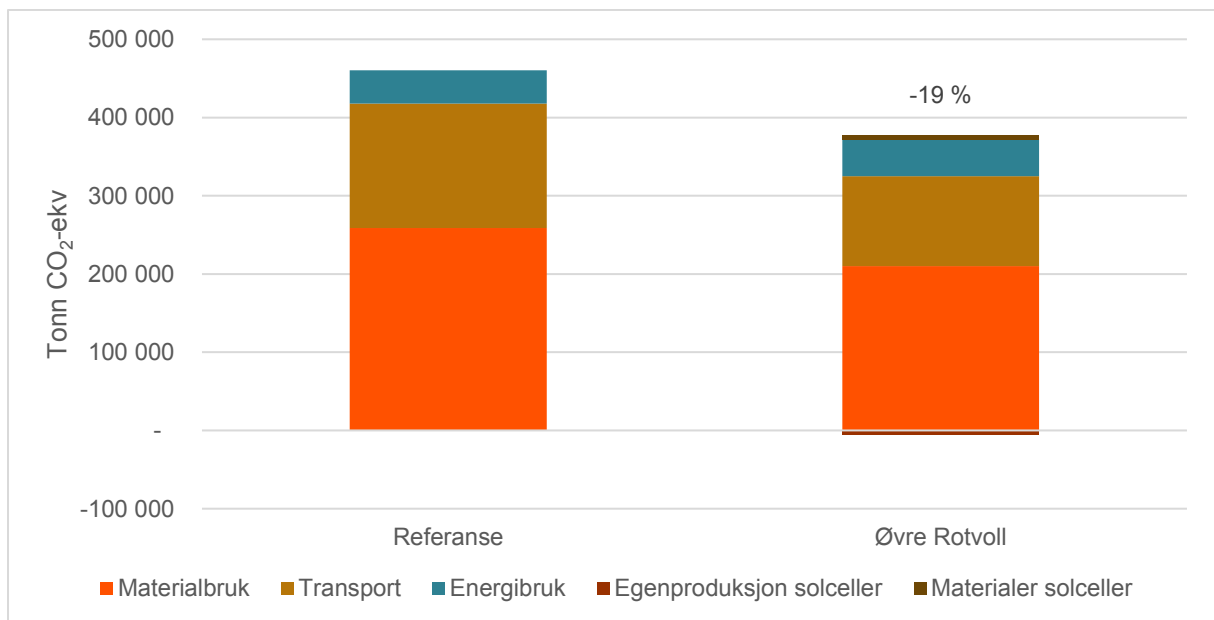
VEDLEGG

Energistandarder

Tabell V-1. Energibehov/levert per bygningskategori i kWh/(m²år).

| kWh/m ² /år | TEK 17 (netto energibehov) | Passivhus (netto energibehov) | nZEB (levert energi) |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Boligblokk | 92 | 78 | 40 |
| Småhus | 108 | 83 | - |
| Barnehage | 132 | 66 | 35 |
| Kontorbygning | 115 | 75 | 40 |
| Forretning | 178 | 106 | 50 |

Resultater med utslipps-scenario for norsk strømmiks



Figur V-1 Resulterende klimagassutslipp for referansen og for Øvre Rotvoll for utslipps-scenarier med norsk strøm-miks og fjernvarme-scenario basert på NS 3720:2018.