

Regneregler for klimagassberegninger i Future Built Bygg og områder

1. februar 2018



Foto: FutureBuilt

FutureBuilt-prosjektet: Ulsholtveien 31, på Furuset. Byggherre stiftelsen Betanien har bygget 36 klimanøytrale førstehjemsboliger for å gi Furuset-ungdom muligheten til å bli boende i området. Arkitekt: Haugen/Zohar Arkitekter.

Klimagassutslippet for "som bygget" kan for nybygget vise til 51 prosent lavere utslipp sammenlignet med et referansebygg.

Introduksjon

FutureBuilt er et tiårig program med visjon om å vise at det er mulig å utvikle klimanøytrale bygg og byområder med høy kvalitet. Programmet går fra 2010-2020.

FutureBuilt har som mål å få frem 50 forbildeprosjekter – både områder og enkeltbygg – som skal redusere klimagassutslippene med minst 50 prosent innen områdene transport, energibruk og materialbruk sammenlignet med referansealternativ eller dagens praksis.

Forbildeprosjektene skal ha høy arkitektonisk kvalitet, bidra til et godt bymiljø og ligge nær kollektivknutepunkter. FutureBuilt skal stimulere til nyskaping og endret praksis og være en læringsarena for utbyggere, arkitekter, rådgivere, entreprenører, kommuner og brukere.

Per januar 2018 har FutureBuilt nå 47 prosjekter. Mer utfyllende informasjon finnes på www.futurebuilt.no.

Dette notatet redegjør for metodikk og regneregler med forutsetninger som skal benyttes ved klimagassberegninger for FutureBuilt-prosjekter, både enkeltbygg og områder.

FutureBuilt programmet har basert sine klimagassberegninger på Statsbyggs løsning 'klimagassregnskap.no'. Det er på websidene til Statsbygg og klimagassregnskap.no informert om følgende:

Fra og med 1.1.2018 er det ikke lenger mulig å opprette nye brukere og prosjekter i klimagassregnskap.no. Alle prosjekter som er opprettet før denne datoen kan fortsatt bruke løsningen fram til juni 2018. Hvis man etter denne datoen fortsatt ønsker å bruke denne løsningen må det rettes en konkret forespørsel til post@klimagassregnskap.no. Løsningens databaser eller funksjonaliteter vil ikke bli oppdatert, men den vil driftes for eksisterende brukere en tid framover.

Statsbygg har besluttet å bringe klimagassregnskap.no's funksjonalitet over på en ny og bedre programvareplattform; One Click LCA Norge.

Den nye løsningen får en rekke forbedringer. Løsningen er per i dag på en beta-versjon, men vil i løpet av våren være fullt operativ. Les mer om løsningen hos Bionova ltd: <https://www.oneclicklca.com/about-bionova-ltd/>.

Dette notatet er ført i pennen av Eivind Selvig, Elin Enlid og Njål Arge, alle Civitas samt Rolf Hagen og Heather Mason i Context as.



Eivind Selvig, Civitas

01.02.2018

Innhold

Introduksjon 2

Innhold 3

1 Bakgrunn 5

2 Beregning av klimagassutslipp i Future Built prosjekter – hovedprinsipper 7

- 2.1 Klimagassrapportering og dokumentasjon av utslippsreduksjoner 7
- 2.2 Hovedprinsipper 9
- 2.3 Beregningsstandarder 9
- 2.4 Beregningsforutsetninger 9
- 2.5 Energi og klimagassberegninger ved faseoverganger 11

3 Metode og regneregler stasjonær energibruk – områdeutvikling 13

- 3.1 Nåsituasjon 13
- 3.2 Referansebane (utvikling) 13
- 3.3 FutureBuilt utvikling - scenarier 14
- 3.4 Evaluere utviklingen 15

4 Metode og regneregler for transport i drift av bygninger 17

- 4.1 Hovedprinsippene 17
- 4.2 Beregningsmetode og datagrunnlag 18
- 4.3 Hovedtrinnene i beregningene 19
- 4.4 Transport og klimagassberegninger ved rapporteringspunkter 23

5 Metode og regneregler for transport i drift ved områdeutvikling 27

- 5.1 Framgangsmåte 27
- 5.2 Områdeutvikling gir mulighet til å utvikle nye knutepunkter 28
- 5.3 Resultatpresentasjon 28
- 5.4 Utvikling av scenarioer 28

6 Metode og regneregler Materialer i bygget 31

- 6.1 Hovedprinsippene 31
- 6.2 Beregningsstandarder, systemavgrensninger og andre forutsetninger 31
- 6.3 Materialer og klimagassberegninger ved fire rapporteringspunkter 33

7 Referanser 37

8 Vedlegg 1 – Reisevanedata for knutepunkter i Oslo, Asker, Bærum og Drammen. 39

- 8.1 Transportmiddelfordeling for arbeidsreiser og boligtilnyttede reiser 39
- 8.2 Lokalisering til knutepunkter i Oslo ytre by (utenfor sentrum) 39
- 8.3 Lokalisering til knutepunkt i Asker og Bærum 40
- 8.4 Lokalisering til knutepunkt indre sentrum av Drammen. 41

1 Bakgrunn

Klimagassreduksjonene skal dokumenteres gjennom livsløpsberegninger og rapportering. Både metodikk og en rekke forutsetninger må avklares for å gjøre beregningene mest mulig sammenlignbare og mulig å følge opp i driftsfasen. Det er av stor betydning at klimagassreduksjonene er målbare i praksis, dvs. målt energibruk og registrerte reisevaner og transportmiddelvalg i drift av byggene.

Klimagassberegninger – livsløpsberegninger – for bygg og byområder er et ungt fagområde i rask utvikling. Det foreligger norske standarder for Bærekraftig byggverk (NS-EN 15643-1:2010, NS-EN 15643-2:2011, NS-EN 15978:2011) som danner et rammeverk. Det er i tillegg under utvikling en ny norsk standard *prNS 3720 Metode for klimagassberegninger for bygninger* (høringsrunde avsluttet 23.12.2018, fullføring av standarden pågår).

Erfaringene fra FutureBuilt, Forskningsprogrammet ZEB, Statsbyggs utvikling og bruk av klimagassregnskap.no er noe av det viktigste grunnlaget for standardiseringsarbeidet.

Klimagassregnskap.no har vært brukt av de fleste FutureBuilt-prosjekter, men også ISY Calcus, LCA-programvaren Simapro og spesialtilpassede regnearkmodeller er anvendt spesielt for materialberegningene.

Klimagassregnskap.no er per 1.1.2018 i ferd med å bli flyttet over til en ny programvareplattform og skifter navn til 'One Click LCA Norge'. Den nye løsningen får en rekke forbedringer. Løsningen er per i dag på en beta-versjon, men vil i løpet av våren 2018 være fullt operativ. Les mer om løsningen hos Bionova ltd: <https://www.oneclicklca.com/about-bionova-ltd/>.

Andre modeller kan også anvendes hvis de kan tilpasses metodikk og regneregler i dette notatet.

Foreliggende notat redegjør for regneregler, forutsetninger og framgangsmåte for klimagassberegninger i FutureBuilt-prosjektene. Det vises til prNS3720 for detaljering av beregningsmetodikk. I dette notatet henvises det til både klimagassregnskap.no og One Click LCA Norge.

2 Beregning av klimagassutslipp i Future Built prosjekter – hovedprinsipper

Klimagassutslipp beregnes i FutureBuilt som livsløpsberegninger for en bygning med tilhørende funksjoner - summen av direkte utslipp og indirekte utslipp over 60 år (definert som standard livsløp til et bygg). Dette betegnes også som beregning av karbonfotavtrykk eller klimagassfotavtrykk.

Direkte utslipp er definert som utslipp innenfor byggeområdet og skjer som regel ved forbrenning i fyrkjeler, ovner, bilmotorer, anleggsmaskiner, mv. All forbrenning gir CO₂-utslipp samt mindre andeler av andre klimagasser som CH₄, N₂O, CH₄ avdampning (uforbrente flyktige hydrokarboner), mm.

Indirekte utslipp er definert som utslipp som skjer utenfor byggeområdet men som forårsakes av aktiviteter, bruk av produkter eller tjenester av de som bygger eller bruker bygget og/eller området. Utslippene er knyttet til utvinning av råvare, produksjon og distribusjon av produkter og tjenester som forbrukes i byggeprosjektet. I tillegg kommer utslipp fra transport av personer som bruker bygget og området i driftsfasen, dvs. utslipp fra blant annet personbiler, buss og bane.

Se prNS3720 for nærmere forklaringer og definisjoner.

Beregninger for ulike bygg blir kun sammenlignbare hvis systemgrenser for aktiviteter og utslippsfaktorer er tydelig definert. Dette gjelder spesielt følgende hovedpunkter:

- systemgrenser – geografisk og metodiske avgrensninger
- utslippsfaktorer – livsløpsfaktorer
- tidsrom – øyeblikk (et år i dag eller i framtid) kontra periode (akkumulert eller gjennomsnitt over en periode på +/- 60 år)
- definisjon av minimumsstandarter/nivåer

Alle FutureBuiltprosjekter skal foreta helhetlige vurderinger av klimagassutslipp og valg av løsninger som sikrer bygg med lavt klimagassfotavtrykk. Det er utarbeidet to rapporteringsmaler for dokumentasjon av oppnådde utslippsreduksjoner: *Mal klimagassrapport* og *Mal klimagassnotat – inngang BREEAM-NOR* (se www.futurebuilt.no).

2.1 Klimagassrapportering og dokumentasjon av utslippsreduksjoner

Det skal rapporteres klimagassutslipp ved følgende tidspunkt:

- 1 Referansebygg (oppstart prosjektering)
- 2 Prosjekttert bygg (forprosjekt/rammesøknad) og ferdig regulert område
- 3 Bygget ferdigstilt – som bygget og for områder status per år fram til ferdig utbygget.
- 4 Etter to års drift av bygget og området med tilhørende funksjoner

I arbeidsprosessen fram til prosjekttert bygg og regulert område kan det være nødvendig og lurt å beregne en rekke alternativer. Det vil også i de

fleste tilfeller være hensiktsmessig å lage klimagassregnskap for hver fase av arbeidet, som for eksempel tidligfase/planskisse, forprosjekt og detaljprosjekt / regulert område.

Referansebygg / område – dagens praksis (punkt 1)

Et referansebygg er en bygning av samme størrelse i kvadratmeter BRA og med de samme funksjonene som det som er planlagt å bygge. Referansebygget har en geometri som en skoeske, et romprogram tilpasset bygningskategorien og standard materialvalg basert på erfaringer om av hva som er de “vanligste” materialtypene i de ulike bygningskategoriene. I tillegg har referansebygget en teknisk kvalitet som tilfredsstiller forskriftskravene og der brukerne har et transportmiddelvalg og reiselengder som representerer et gjennomsnitt av det relevante bo- og arbeidsmarkedet.

Et område håndteres som en gruppe enkeltbygninger som realiseres over et lengre tidsrom (ikke alt på en gang, men suksessivt). Referansen vil være et tilsvarende stort område med en tilsvarende utbyggingstakt, men der det ikke stilles andre miljø- og energikrav en minimumskravene i forskrift og regulering.

Prosjektert bygg / regulert område (punkt 2)

Beregningen for forprosjekt/prosjektert bygg eller regulert område skal vise at man oppnår FutureBuilt's mål om minimum ca 50 prosents klimagassreduksjon sammenlignet med referansen.

Beregningene her er å betrakte som et utslippsbudsjett i en arbeidsprosess for å komme fram til alternative løsninger som gir lavere utslipp enn Referansen. I arbeidet med å velge løsninger som gjør at dette oppnås må det foretas mange delberegninger av ulike alternativer. Dette må gjøres tidlig i prosjektutviklingen (skisse- og forprosjektfase) slik at man har reelle valgmuligheter.

For eksempel valg av lokalisering av bygget (hvis dette er en opsjon), reisevanedata og transportmiddelfordeling, energieffektivitetsnivå, alternative energiforsyningsmuligheter, geometri, arealeffektivitet, konstruksjonsprinsipper og materialvalg.

Som bygget (punkt 3)

Forutsetningene er i all hovedsak de samme som for prosjektert/regulert, men beregningen skal dokumentere det som faktisk er valgt. Det betyr at endringer som er gjort under detaljprosjektering og byggefasen skal legges til grunn for beregningene.

Hvis det for eksempel er gjort andre valg av materialer eller produsenter skal det brukes EPD-informasjon fra de valgte produsenter. Det er foreløpig besluttet at materialer i byggene ikke skal inngå i beregninger for områder.

Andre forutsetninger som energibehovsnivå og energiforsyning, reisevanedata, mv. skal være som i prosjektert, dersom det ikke er gjort endringer.

Etter to års drift (punkt 4)

Denne beregningen skal dokumentere om energibruk i drift og transport i drift oppfyller målsetningen. Energimålinger for andre driftsår skal

brukes her. For å kunne dokumentere reduserte utslipp fra transport er det nødvendig til å gjennomføre en reisevaneundersøkelse.

Metode og regneregler stasjonær energibruk i drift av bygninger

Regnereglene for stasjonær energibruk forklares først for bygninger (kap. 3) og deretter beskrives særtrekk for områdeberegninger (kap. 4).

Hovedprinsippene er de samme for bygg og områder.

Begrepet «bygninger» benyttes for bygge- eller rehabiliteringsprosjekter med tilhørende tomt og tilhørende installasjoner innenfor tomtegrensen. Begrepet «områder» benyttes for større komplekse utviklingsområder som omfatter mange bygg med ulike funksjoner, samt infrastruktur for energi og transport.

2.2 Hovedprinsipper

For beregning av klimagassutslipp fra referanseprosjekt, ”prosjektet” og ”som bygget” tar beregningene utgangspunkt i netto energibehov, planlagt energiforsyning, utslippsfaktorer og planlagte systemvirkningsgrader.

For prosjektfasen ”etter to års drift” benyttes faktisk kjøpt energivare (kWh), utslippsfaktorer og faktiske systemvirkningsgrader hvis disse er kjent.

I alle beregningene brukes prosjektets samlede **oppvarmede bruksareal (oppvarmet BRA)** slik det er definert i TEK 17, §14.1, veiledning til annet ledd.) og levetid på 60 år for prosjektet som helhet.

2.3 Beregningsstandarder

For beregning av årlig energibehov, bruk og utslipp skal beregningene gjøres i henhold til:

- Energiberegningsstandarden NS3031.
- For driftstider, personbelastning, settpunkttemperaturer, energibruk til oppvarming og lignende skal normerte inndata i tillegg A i NS3031 brukes.
- For luftmengder, energibehov til belysning og utstyr kan verdier angitt i NS3700 og NS3701 benyttes som utgangspunkt. Det må dokumenteres at teknologi som ligger til grunn for disse verdiene (eks. behovsstyringssystemer) installeres i bygget.
- Der man bruker innovativ og nye teknologier, løsninger eller systemer som går utover de som ligger til grunn for verdier gitt i NS3031, NS3700 og NS3701 kan disse brukes i energiberegning hvis de dokumenteres etter standardiserte eller andre anerkjente metoder.
- Lokalt klima skal brukes ved beregning av energibehov
- I tilfeller der bygget eksporterer energi til nettet skal dette beregnes i henhold til NS-EN 15603.

2.4 Beregningsforutsetninger

Energiforsyning

Energiforsyningen til et bygg kan være elektrisitet fra nett, fjernvarme/kjøling, tilkjørt bioenergi, egenproduksjon av elektrisitet og varme.

I de tilfellene bygget får energiforsyning fra en **fjernvarmesentral** (utenfor egen tomt) skal det spesifiseres innfyrte andeler energivare (energimiks) per år basert på opplysninger fra det FV-systemet bygget/området er tilknyttet. Dagens energimiks kan hentes på Fjernvarmeforeningens nettsted: <http://fjernkontrollen.no>. Ideelt sett bør den energimiksen som inngår i livsløpsberegningene representere gjennomsnittet for de kommende 60 år (livsløpet), men hvis ikke FV-leverandøren har slike framskrivninger benyttes dagens energimiks.

I de tilfeller det kjøpes **fjernkjøling** skal virkningsgrader oppgitt fra leverandør benyttes. Hvis ikke annet er dokumentert fra leverandør benyttes 4 prosents tap i distribusjonsnettet.

Egenproduksjon av energi

Fornybar elektrisitet skal produseres lokalt, dvs. være integrert i bygningsmassen eller på tomta, men energivarer som benyttes til produksjon av nyttbar energi i bygget eller på tomta kan være produsert annensteds (f.eks. biobrensel). Termisk fornybar energiproduksjon kan skje på eller utenfor tomta.

Fornybar elektrisitet som er produsert på tomta og som leveres inn på nettet, kommer til fratrekk i energiregnskapet. Eksport av fornybar varme kan også krediteres energiregnskapet, men begrenset slik at "inntektsført" eksportert fornybar varme over året ikke kan overstige årlig forbruk i eget bygg. Det er en forutsetning at det er reell anvendelse av eksportert varme.

Se for øvrig de ulike nullutslippsdefinisjonene her:

<http://www.zeb.no/index.php/no/om-zeb/zeb-definisjoner> som er utdypet og drøftet i rapporten A Norwegian ZEB-definition embodied emission (Kristjansdottir, m.fl. 2014):

<http://www.zeb.no/index.php/no/reports/item/559-a-norwegian-zeb-definition-embodied-emission>.

Utslippsfaktorer

Hovedprinsippet er at det skal anvendes livsløpsutslippsfaktorer, dvs. at utslippsfaktoren inkluderer utslipp fra utvinning av råvare, produksjon og distribusjon av energi fra produksjonssted til forbruker. Ikke alle beregningsmodeller har komplette LCA-faktorer tilgjengelig.

Tabell 2.1 under viser hvilke utslippsfaktorer og virkningsgrader som er lagt til grunn i klimagassregnskap.no. Egne virkningsgrader kan benyttes dersom de kan dokumenteres i henhold til krav beskrevet i NS 3031.

Vedrørende fjernvarme så er angitte virkningsgrader i tabell 3.1 fra byggets vegg (varmeveksler) og intern distribusjon og regulering i bygget.

Utslipp fra restavfall i fjernvarme er i prNS3720 foreslått å sette til null i fjernvarmens utslippsprofil. Det oppgis at disse utslippene skal allokere til avfallsbehandlingen og ikke til energigjenvinning. Det er imidlertid uenighet om dette prinsippet og det bryter med blant annet NS15978.

I alle FutureBuilt-prosjekter er det fram til i dag beregnet utslipp fra restavfall i fjernvarme. Denne regelen opprettholdes inntil NS3720 er ferdigstilt.

Utslippsfaktorer for fjernvarme er ikke oppgitt i tabellen fordi denne bestemmes ut fra det konkrete FV-systemet man er tilknyttet. Det vil si hvilken fordeling av energivarer (innfyrt) som anvendes i varmeproduksjonen, distribusjonstapet fram til kunden/byggene og systemvirkningsgraden internt i bygget. Dette håndteres ulikt i ulike beregningsmodeller men kan normalt spesifiseres.

Tabell 2.1: Eksempler på utslippsfaktorer og systemvirkningsgrader. Disse anvendes i klimagassregnskap.no, men i One Click LCA Norge er disse oppdatert i hht. de databaser som anvendes som grunnlagsdata i denne modellen (se for eksempel <https://www.oneclicklca.com/norwegian-government-towards-zero-carbon-buildings/> eller ta kontakt med operatør Bionova). Systemvirkningsgrader er de samme og er hentet fra NS 3031.

Energibærere	Utslippsfaktor [g/kWh energiinnhold]			Produksjons- virkningsgrad (Pr.vg)	Distribusjons- virkningsgrad (Dist.vg)	Regulerings- virkningsgrad (Reg.vg)	Systemvirkningsgrad (PR.vg*Dist.vg*Reg.vg.)	Klimagassutslipp [g CO ₂ /kWh netto energibehov]
	Indirekte	Oppstrøms	Total					
Elspesifikt forbruk (lys, utstyr) [1]			123				1	123
El til varme (elkjel) [1]			123	0,98	0,95	0,92	0,86	144
El til varme (panelovn) [1]			123	0,99	0,99	0,98	0,96	128
Fyringsolje	50	265	315	0,85	0,95	0,94	0,76	415
CNG/LPG	70	234	304	0,9	0,95	0,95	0,81	374
Naturgass	53	202	255	0,9	0,95	0,95	0,81	314
Bioolje	25	0	25	0,85	0,95	0,94	0,76	33
Ved	14	0	14	0,8	1	0,8	0,64	22
Flis	14	0	14	0,85	0,975	0,9	0,75	19
Briketter		0	14	0,85	0,975	0,9	0,75	19
Pellets	25	0	25	0,85	0,975	0,9	0,75	34
Varmepumpe (tilført el) [1]			123	2,55	0,95	0,93	2,25	55
Solvarme			0	1	0,95	0,95	0,90	-
Solceller			0	1	1	1	1,00	-
Vind			0	1	1	1	1,00	-
Fjernvarme				0,98	0,95	0,93	0,87	-
Fjernkjøling			123	2,5	0,95	0,93	2,21	56
Lokal kjøling			123				2,45	50
Avfall (bare for fjernvarme)[2]			138				0,85	162

[1] Utslippsfaktoren 123 g CO₂-ekv./kWh er et beregnet gjennomsnitt for 60-årsperioden 2012 - 2072. Dette er basert på ZEB-funksjonen, der det er forutsatt at EU-målet om maks. 2 graders oppvarming følges opp av politikk og tiltak som reduserer utslippet fra el-produksjon tilstrekkelig. Andre startår vil gi en annen gjennomsnittlig utslippsfaktor for den påfølgende 60-årsperioden.

[2] Virkningsgrad for avfall gjelder forbrenningsanlegget. Tap i distribusjonsnett, samt systemtap i bygget kommer i tillegg.

2.5 Energi og klimagassberegninger ved faseoverganger

Referanse

Referanseprosjektets spesifikke netto energibehov [kWh/m² *år] skal tilsvare rammekravet til den/de aktuelle bygningstypen(e) i Forskrift om tekniske krav til byggverk (gjeldende forskrift ved søknad om rammetillatelse). Energirammer og fordeling på varmebehov, kjølebehov og elspesifikt forbruk er oppgitt i vedlegg. 60 % av varmebehovet til referanseprosjektet dekkes av elkjel (systemvirkningsgrad 0,86) og 40 % av panelovner (systemvirkningsgrad 0,92). Et eventuelt kjølebehov dekkes av lokale kjølemaskiner med en systemvirkningsgrad på 2,45.

Prosjektert bygg

I beregning for prosjektert bygg benyttes beregnet netto energibehov for det aktuelle prosjektet. Planlagt energiforsyning benyttes

Som bygget

Når prosjektet er bygget, skal det beregnede energibehov og energiforsyning korrigeres i henhold til prosjektets faktiske utførelse.

Etter to års drift

To år etter ferdigstillelse skal byggets energibruk i drift oppgis. Den kjøpte energimengden i de enhetene den er kjøpt, f.eks. liter (l) bioolje, kWh el eller tonn briketter. Energidata for andre års drift benyttes. Den temperaturavhengige delen av forbruket skal graddagskorrigeres til Oslnormal for perioden 1981-2010 (3882).

Bruk klimagassregnskap.no, modul stasjonær energi- eksisterende bygg, eller andre omregningsverktøy for å beregne klimagassutslipp og energi til bygget. Energiinnhold for ulike energiråvarer finnes i Tabell 2.2. Alle virkningsgrader og andre beregningsfaktorer skal enten dokumenteres spesielt for anlegget, eller hentes fra beregningsstandardene beskrevet i kap. 3.3.

Tabell 2.2: Energiinnhold i ulike energibærere (Kilde: ssb.no)

	Energiinnhold		Kilde
Elektrisitet fra nett (prioritert)	1	kWh/kWh	
Elektrisitet fra nett (uprioritert)	1	kWh/kWh	
Fyringsolje	10,4	kWh/l	SSB, http://www.ssb.no/magasinet/miljo/tabell.html
Propan	13,2	kWh/kg	SSB, http://www.ssb.no/magasinet/miljo/tabell.html (LPG)
naturgass	13,5	kWh/kg	SSB, http://www.ssb.no/magasinet/miljo/tabell.html
Bioolje (ny)	9,03	kWh/l	Typisk eff. brennverdi ved typisk tetthet på 0,878 kg/l
Ved	5 786	kWh/favn	SSB, http://www.ssb.no/magasinet/miljo/tabell.html
Flis	780	kWh/lm3	Eksempel: Stammevedflis nåletre, 18-23 % fukt
Briketter	4,3	MWh/tonn	
Pellets	4,7	MWh/tonn	
Varmepumpe (tilført el)	1	kWh/kWh	
Solvarme	1	kWh/kWh	
Solceller	1	kWh/kWh	
Vind	1	kWh/kWh	
Fjernvarme	1	kWh/kWh	
Fjernkjøling (ny)	1	kWh/kWh	

3 Metode og regneregler stasjonær energibruk – områdeutvikling

Hovedprinsippene er de samme for bygg og områder. Dette kapittelet må derfor leses i sammenheng med kapittel 2.

Klimagassberegninger for områder blir noe annerledes enn for enkeltbygg, ettersom et helt område under utvikling vil inneholde både eksisterende bygninger det ikke skal gjøres noe med, eksisterende bygninger som skal rehabiliteres og helt nye bygg (i ulike prosjektstadier), og i tillegg ofte større infrastrukturprosjekter som energisystemer, vann- og avløp, gater, parker og annet.

3.1 Nåsituasjon

For utbyggingsområder lages det først en beregning av **nåsituasjonen**. Energibruken i nåsituasjon beregnes ved en av metodene beskrevet nedenfor, eller en kombinasjon av disse:

- 1 Opplysninger om bygningstyper med tilhørende arealer og byggeår samt eventuelle opplysninger om teknisk tilstand i kombinasjon med nøkkeltall for energibruk
- 2 Graddagskorrigert (til Oslnormal 1981 – 2010), gjennomsnittlig målt energibruk for de siste tre årene. Oversikt over bygningstyper med tilhørende arealer oppgis også her.

Byggenes faktiske energikilder legges til grunn for beregning av klimagassutslipp.

3.2 Referansebane (utvikling)

For områder lages det en **referansebane** som viser stipulert utslipp pr. år over det tidsrommet området skal utvikles over. Utslippsnivået for nåsituasjonen utgjør startpunktet for referansebanen. Dette kan beregnes enten for hvert bygg hver for seg eller samlet for en gruppe bygninger med samme forutsetninger (energibruksnivå og forsyning).

Sluttpunktet for referansebanen legger følgende til grunn:

- a. Eksisterende bygninger som ikke planlegges rehabilitert legges inn med dagens energibruksnivå (som for nåsituasjonen), samt en antatt energiforsyning dersom FutureBuilt-prosjektet ikke gjennomføres.
- b. Bygg som planlegges revet skal ikke inngå i beregningen¹.
- c. Eksisterende bygninger som planlegges rehabilitert legges inn med netto energibehov i henhold til gjeldende teknisk forskrift på vedtakstidspunktet for områdereguleringsplanen eller reguleringsplanen for den enkelte bygning. Energiforsyning i henhold til beskrivelsen i kapittel 3.3 3.4, avsnitt Referanse.
- d. Nybygg - planlagte, se punkt. c.

¹ Selv om bygget er gammelt og lite energieffektivt, kan det hende at det medfører lavere klimagassutslipp totalt sett (materialer + stasjonær energibruk over livsløpet) å bevare det enn å rive og bygge nytt. Det kan lages klimagassregnskap på bygningsnivå for å vurdere dette.

- e. Mellom startåret (nåsituasjonen) og sluttpunktet (ferdig utviklet område) antas en lineær utvikling/utbygging (like mange m²/år) av området.
- f. Utslippsfaktor for elektrisitet. I henhold til prNS3720 skal det anvendes to alternative LCA-utslippsfunksjoner for elektrisitet. En som er basert på europeisk miks (EU28+Norge) og en som er basert på norsk elektrisitetsproduksjon. I begge tilfeller med forutsetning om tilnærmet 100 prosent fornybar produksjon i 2050-2055. (se nærmere forklaring i prNS3720). I begge tilfeller vil årstallet for når byggene settes i drift bestemme den gjennomsnittlige utslippsfaktoren i byggets levetid (dvs. for den påfølgende 60 års perioden. Fordi vi antar at utviklingen i antall m² er lineær mellom start og ferdig utviklet område så gir det en god tilnærming å sette ”driftsstart” på alle byggene midtveis i utbyggings/prosjektperioden for områdeutviklingen. Eksempelvis med start i 2015 og ferdig utviklet område i 2025 så settes startåret for drift av alle bygningene til 2020.

3.3 FutureBuilt utvikling - scenarier

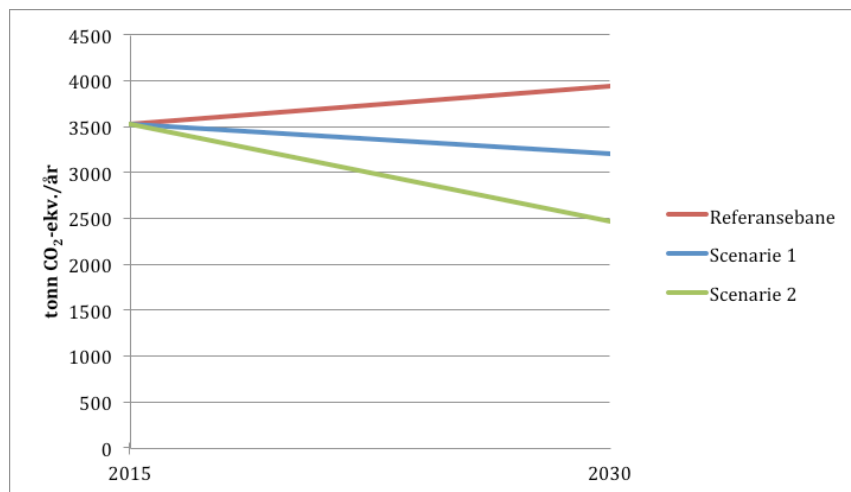
Reduksjon i klimagassutslipp oppnås ved en kombinasjon av energieffektiviserende tiltak og fornybar energiforsyning. For å illustrere dette lages det to (ved behov flere) scenarier for prosjektets sluttidspunkt. Figur 3.1 illustrer utvikling av et område i perioden 2015 til 2030 representert ved en referansebane, scenario 1 og scenario 2.

Scenario 1 beregnes ved:

- 1 Eksisterende bygg som ikke planlegges rehabilitert. Som for referansebanen, se kap. 3.2, punkt a)
- 2 Bygg som planlegges revet. Som for referansebanen, se kap. 3.2, punkt b)
- 3 Eksisterende bygninger som planlegges rehabilitert legges inn med planlagt netto energibehov, for eksempel lavenerginivå eller passivhusnivå for den enkelte bygningstypene. Energiforsyning velges som beskrevet under «Referanseprosjekt» i kapittel 2.3 og 2.4, se også 3.2, punkt c).
- 4 Planlagte nybygg legges inn med planlagt netto energibehov, for eksempel passivhusnivå eller nær nullenerginivå for den enkelte bygningstype. Energiforsyning som beskrevet under «Referanseprosjekt» i kapittel 2.3, 2.4 og 3.2, punkt c)
- 5 Utslippsfaktor for el beregnes i klimagassregnskap.no ut fra en kurve med en antatt utslippsreduksjon. Se kapittel 3.2, punkt f). Utslippsfaktorer for fjernvarme beregnes for oppgitt fjernvarmemiks fra de enkelte fjernvarmeselskap, se kap. 2.3.

Scenarie 2 beregnes ved:

Planlagt ny energiforsyning i tillegg til scenarie 1 (energieffektivisering). Dette kan både være bygningsintegrert produksjon, fellesløsninger for området og evt. eksport av fornybar energi ut av området. Utslippsfaktor for el settes som angitt i kapittel 3.2 punkt f).

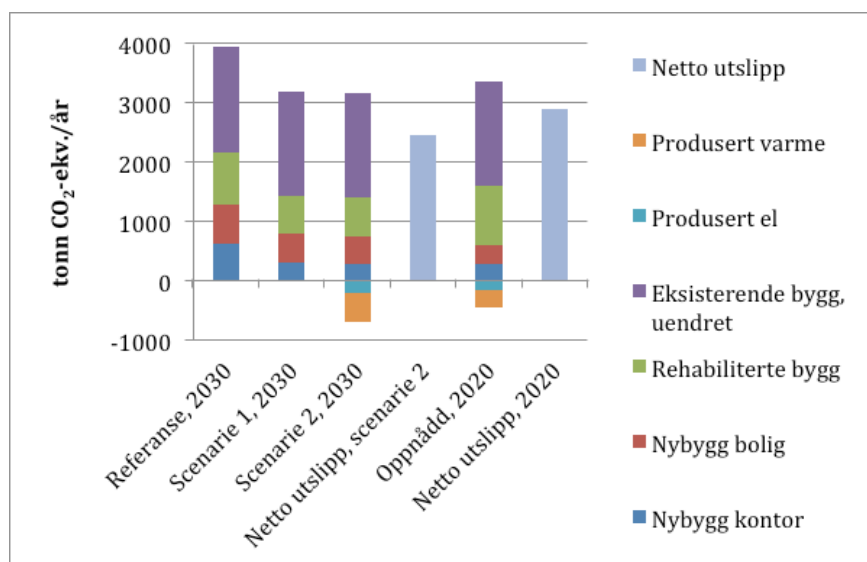


Figur 3.1: Illustrasjon av utslippsberegninger for et område for to ulike scenarier som er sammenlignet med en referansebane.

3.4 Evaluere utviklingen

For å evaluere utviklingen, må prosjektet beregne **status** regelmessig, primært årlig. Figur 3.2 illustrerer en slik statusevaluering:

- De tre søylene lengst mot venstre viser brutto utslipp ved utviklingsperiodens sluttår (2030) for henholdsvis "Referanse, 2030", "Scenarie 1, 2030" (kun energieffektivisering) og "Scenarie 2, 2030" (energieffektivisering og større grad av fornybar energiforsyning).
- Den fjerde søylen viser "Netto utslipp, scenario 2, 2030" der det er tatt hensyn til/fratrullet gevinsten av egen energiproduksjon (el og varme).
- De to søylene til høyre er status per år 2020; "Oppnådd, 2020" (brutto utslipp) og "Netto utslipp 2020".



Figur 3.2: Illustrasjon av evaluering av måloppnåelse for klimagassreduksjoner fra stasjonær energibruk. "Målepunktet" er 2020 som sammenlignes med et ferdigstilt område representert med referansebanen, scenario 1 og 2 samt med CO2-fradrag for (offset) for egenprodusert energi.

Utslippene, Figur 3.2, kan også vises som kg CO₂-ekv./m²/år. De to søylene helt til høyre i diagrammet, dvs. 'Oppnådd utslipp, 2020' og 'Netto utslipp, 2020' beregnes på følgende måte:

- 1 Eksisterende bygg som i 3.2, punkt a)
- 2 Energibruk for bygg som er revet skal ikke inngå. De som planlegges revet men fremdeles står, skal være med i beregningen.
- 3 Eksisterende bygninger som planlegges rehabilitert faller i tre grupper i løpet av utviklingsperioden:
 - a. Bygg som ikke er igangsatt beregnes som TEK17 energibehov og -forsyning (dvs. referansenivå)
 - b. Bygg under prosjektering og i de første 2 driftsår beregnes med prosjektet energibehov og -forsyning.
 - c. Bygg som er ferdig rehabilitert og vært i drift i 2 år beregnes ut fra målt energibruk og -forsyning i 2. driftsår eller senere.
- 4 Planlagte nybygg faller også i tre grupper:
 - a. Ikke startet som TEK 17, dvs. referansebygg
 - b. Under prosjektering og første 2 driftsår som prosjektet beregnet energibehov og -forsyning.
 - c. Nybygg som er ferdigstilt og vært i drift i 2 år beregnes ut fra målt energibruk og -forsyning i 2. driftsår eller senere.

Den temperaturavhengige delen av den målte energibruken skal graddagskorrigeres til Oslnormal for perioden 1981-2010 (3882).

4 Metode og regneregler for transport i drift av bygninger

4.1 Hovedprinsippene

Hovedprinsippene for beregningene er at reiser og transport med kjøretøy av personer og varer i driftsfasen av et bygg er tett knyttet til:

- Byggets funksjon og omfanget av virksomhetene som anvender bygget.
- Byggets lokalisering i forhold til andre reisemål (for eksempel bysentrum).
- Byggets lokalisering i forhold til transportnett (for eksempel kollektivlinjer).

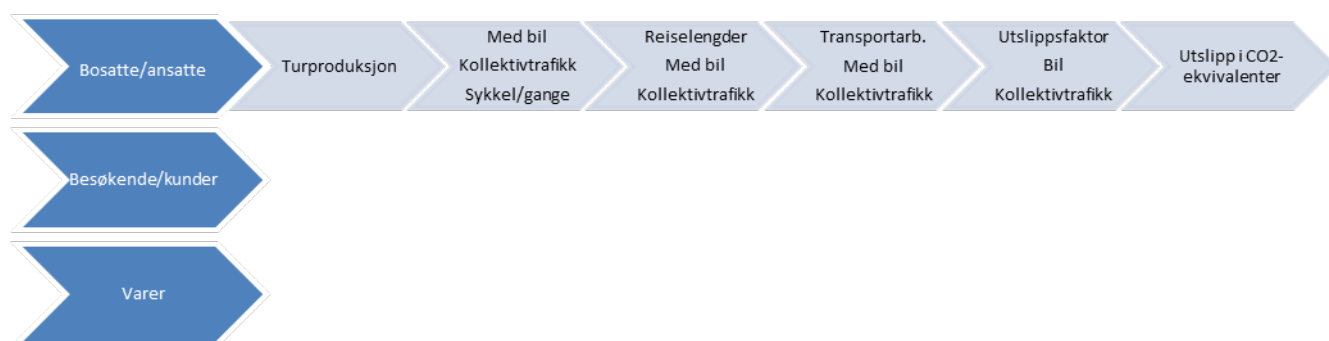
Tilrettelegging eller begrensninger for bruk av ulike transportmidler (for eksempel sykkelmuligheter og parkeringsmuligheter).

Klimagassutslippet fra transport er en direkte funksjon av transportarbeid og utslippsfaktor for det aktuelle transportmidlet (reiser * reiselengde*utslipp per km).

Se også prNS3720 for metodebeskrivelse.

Tekstboks 4.1 Eksempel på ulike reiser tilknyttet ulike funksjoner:

- Boligbygg skaper reiser for de bosatte og besøkende.
- Barnehager skaper reiser for ansatte og ved levering og henting av barn.
- Virksomheter og institusjoner skaper reiser for de ansatte og for andre brukere og besøkende til bygget.
- Publikumsintensive virksomheter skaper flere reiser enn ikke publikumsintensive virksomheter.
- Dagligvarebutikker skaper flere reiser enn utvalgsbutikker.
- -Alle virksomheter og funksjoner skaper i tillegg transport ved vare- og tjenestelevering.



Figur 4.1: Flytskjema for beregningsgang av utslipp for reiser i driftsfasen for bosatte/ansatte. Tilsvarende beregningsgang kan gjøres for besøkende/kunder og for transport av varer/gods.

Utslippene beregnes som livsløpsutslipp for de ulike transportmidlene som anvendes - fra «well to wheel» - fra råvare (oljebrønn) til nyttiggjort energi (utført transportarbeid).²

Det forutsettes at det i utgangspunktet skal beregnes klimagassutslipp for alle bygninger i et område/landet. For å unngå dobbeltregning ved at hvert bygg tillegges hele utslippet, er transportarbeidet for ett bygg (nærmere bestemt antall kjøretøykilometer) delt på 2. Det vil si at utslippet fra en reise allokteres 50% til startstedet for reisen (reisens startpunkt) og 50% stoppstedet for reisen (reisens målpunkt).

4.2 Beregningsmetode og datagrunnlag

Beregningene skal bygge på data fremkommet ved:

- Registreringer av antall turer til og fra bygning eller område (turproduksjon).
- Reisevanedata om valg transportmiddel og reiselengder hentet fra nasjonale og regionale reisevaneundersøkelser (RVU).
- Utslippsdata om motorer og drivstoff i transportmidler hentet fra offisielle kilder.

For beregninger i innledende faser (referanse/prosjekttert) benyttes som en hovedregel standardverdier fra nasjonale og regionale RVUer.

Etter at en bygning er ferdig og tatt i bruk (som bygget/etter to års drift) bør data om lokale forhold og lokale reisevaner legges til grunn, for eksempel resultater fra reisevaneundersøkelser hos brukerne av det aktuelle bygget, herunder også hvilke biltyper og kollektivmidler som benyttes.

Nasjonal og regionale reisevaneundersøkelser har opplysninger om daglige reiser. Disse defineres også som reiser kortere enn 100 km. Lengre reiser (inklusive flyreiser) gjøres sjelden daglig og holdes derfor utenfor beregningene med standardverdier. I fasen «etter to års drift» vil imidlertid slike reiser kunne trekkes inn basert på lokale reisevaneundersøkelser eller gjennom andre former for registreringer (for eksempel reiseregninger).

Større transportmodeller (for eksempel Regional persontransportmodell RTM) kan også anvendes som datagrunnlag. Disse modellene er imidlertid laget med andre siktemål, for eksempel større endringer i transportnett eller transportpolitikk for regioner og byområder, og det er mest aktuelt å trekke ut reisematriser som kan legges til grunn for anslag på reisemiddelfordeling og reiselengder.

Andre transportmodeller som ATP-modellen og GIS-verktøy kan benyttes for å gi mer nøyaktige og stedstilpassede data om folks reiselengder enn de gjennomsnittstall for større områder som nasjonale eller regionale reisevaneundersøkelser kan gi.

² Utslipp fra bygging og vedlikehold av infrastrukturen som transporten foregår på, holdes utenfor i transportmodulen. Det meste av infrastrukturnettet som benyttes har blitt bygget tidligere og skal derfor ikke en beregning som ser fremover. Dersom bygget eller en samling av bygninger krever at det bygges ny infrastruktur, bør dette regnes med, men fortrinnsvis under modulen Uteområder i klimagassregnskap.no. I den forbindelse kan data og metoder fra Statens vegvesen og Jernbaneverket kunne benyttes. Det kan være et spørsmål om utslipp knyttet til drift og vedlikehold av infrastrukturnettet skal regnes med. For å unngå likeartede beregninger flere steder, baserer vi oss på at utslipp fra bygging og drift av infrastrukturnettet er en oppgave transportetatene tar ansvar for.

Innføring av parkeringsbegrensninger vil føre til færre bilturer og flere i hver bil/flere kollektiv eller flere gang- og sykkelturner. Tilrettelegging for sykling, kollektivbruk og andre mobilitetstiltak vil også påvirke reisemiddelfordelingen. Her finnes det imidlertid lite erfaringsdata, og virkninger av slike tiltak må man eventuelt anslå skjønnsmessig.

I veiledning til klimagassregnskap.no v5 (se www.klimagassregnskap.no) beskrives denne fremgangsmåten i detalj. Samme fremgangsmåte og oppbygning av beregningsmåten finnes i One Click LCA Norge.

4.3 Hovedtrinnene i beregningene

- 1 Fastsette byggets funksjon og type virksomhet.
- 2 Fastsette antall personer knyttet til de ulike funksjonene.
- 3 Bestemme antall reiser for bosatte/ansatte og andre brukere/besøkende.
- 4 Bestemme fordeling av reiser på transportmidler samt andre trafikale forhold.
- 5 Beregne påvirkning på reisemiddelfordeling av parkeringsbegrensninger.
- 6 Utslippsberegning – resultat.

Byggets funksjoner og type virksomhet

Turproduksjon (antall reiser/turer per bosatt/ansatt etc. per dag) er startpunktet for beregningene. Datagrunnlaget for turproduksjonen begrenser seg foreløpig til tre kategorier bygningsfunksjoner (NS :

- Boliger: Bygningskategori 110 – 140
- Virksomheter (private og offentlige): Bygningskategori 200, 310, 500 – 720
- Handel: Bygningskategori 320

Tekstboks 4.2 Bygningskategorier fra NS 3031 og NS 3451:

- Småhus (110=enebolig, 120=tomannsbolig, 130=rekkehus, kjedehus og andre småhus)
- Boligblokk (140=store boligbygg, 150=bygning for bofellesskap)
- Barnehage (612=barnehage)
- Kontorbygg (310=Kontorbygning)
- Skolebygg (613=barneskole, 614=Ungdomsskole, 615=kombinert barne- og ungdomsskole, 616=videregående skole)
- Universitet/høyskole (620=universitet- og høyskolebygning)
- Sykehus (710=Sykehus)
- Sykehjem (720=Sykehjem)
- Hoteller (500=Hotell- og restaurantbygning, 510=hotell, 530=restaurant)
- Idrettsbygg (650=idrettsbygg; 651=idrettshall; 652=Ishall; 653=svømmehall)
- Forretningsbygg (320=Forretningsbygg)
- Kulturbygg (641=museum, kunstgalleri; 642=bibliotek, mediatek; 649=andre museumsbygninger; 660=Kulturhus)
- Lett industri, verksteder (200=Industri- og lagerbygning)

Et bygg kan romme en eller flere funksjoner. Utslipp fra transport skal beregnes separat for hver funksjon og for antall personer (bosatte, ansatte, andre bruker) eller fordeles etter bruksareal for hver av funksjonene.

For å være kompatibel/konsistent med beregning av utslipp fra for eksempel energi i drift og materialbruk, skal oppvarmet bruksareal (BRA) oppgis sammen med antall faste brukere (ansatte/bosatte).

Fyller et bygg flere funksjoner kan det defineres inn i flere bygningskategorier. Det skal i slike tilfeller alltid oppgis kvadratmeter oppvarmet bruksareal (BRA) og antall brukere for hver av de aktuelle bygningskategoriene. Bygget klassifiseres etter hvilken funksjon som utgjør hovedandelen av samlet areal.

Antall personer kyttet til de ulike funksjoner

For hver bygningsfunksjon skilles det mellom de faste brukerne av bygget (ansatte/bosatte) og andre brukere, dvs. besøkende, kunder, elever, gjester, etc. Det er byggets planlagte kapasitet, for eksempel bosatte, elevkapasitet, hotellsenger, arbeidsplasser, mv., som i utgangspunktet skal legges til grunn for beregningene for bygningskategoriene. Antall personer i en virksomhet kan imidlertid også uttrykkes i antall ansatte, antall ansatte til stede samtidig en normal dag, antall planlagte arbeidsplasser eller antall årsverk.

Reisevaneundersøkelser (RVU) omfatter personer 13 år og eldre. Der det for boliger skal benyttes RVU-data for reisemiddelfordeling og bilbelegg som grunnlag for utslippsberegningene, må antall bosatte i boliger begrenses til 13+ (i snitt er 84 % av befolkning 13 år eller eldre).

Antall "andre brukere" bestemmes av byggets funksjon og størrelse, og estimeres for hvert enkelt prosjekt. I tabell 5.1 er det gitt en veiledende tabell for beregning av antall "andre brukere" og anslag på disses turproduksjon.

Personer under 13 år kan bli fulgt/kjørt av med buss, taxi eller bil og slike reiser med motoriserte transportmidler skal inkluderes i beregningene.

Antall reiser for bosatte, ansatte og andre brukere

Turproduksjon er summen av turer med alle reisemidler og summen av turgenerering (turer fra) og turattrahering (turer til). Turproduksjon gjelder som gjennomsnitt av alle sju dager i uken og gjennomsnitt over året (Årsdøgntrafikk ÅDT).

Turproduksjon for boliger består av beboernes egne turer og private besøk samt trafikk knyttet til vareleveranser og service av ulikt slag. Turproduksjon for ervervsområder består av ansattes arbeidsreiser og tjenestereiser, kunders og leverandørers besøk samt trafikk knyttet til vareleveranser og service.

Turproduksjonen angis i form av antall reiser og varetransporter tilknyttet en bygning eller et område innen en tidsenhet, som regel per døgn og målt per bosatt/ansatt eller per bruksareal. Standardverdier i form av gjennomsnittstall anvendes.³

For boliger varierer antall turer per person per dag lite etter boligens beliggenhet, type boligbebyggelse, nærhet til service, etc. Det samme har vi antatt å gjelde også for virksomheter. Turproduksjon er derfor

³ Ut i fra usikkerheten i tallene kunne det vel så riktig være å angi et intervall. Men det vil innebære å overlate mer til brukernes skjønn enn hensikten har vært med standardverdiene.

forhåndsdefinert i transportmodulen og delt inn i ulike reiseformål; arbeid, tjeneste, private ærend og service utenfra samt varetransport

Reiser for andre brukere angitt i Tabell 4.1 viser anslag på antall ”andre brukere og besøkende” for virksomheter per ansatt/elev/arealenhet/seng. Bortsett fra hotell, hvor det regnes med at hver gjest gjør 3,5 turer, regnes det med at alle andre brukere/besøkende gjør 2 turer (sum til og fra). Ulike virksomheter har ulikt antall åpne dager i året og dette resulterer i varierende antall reiser per bruker et gjennomsnittsdøgn over året.

Tabell 4.1:Anslag på antall ”andre brukere og besøkende” for virksomheter per ansatt/elev/arealenhet/seng. Bortsett fra hotell, hvor det regnes med at hver gjest gjør 3,5 turer, regnes det med at alle andre brukere/besøkende gjør 2 turer. Ulike virksomheter har ulikt antall åpne dager i året og dette resulterer i varierende antall reiser per bruker et gjennomsnittsdøgn over året.

Bygningskategori / funksjon	Anslag på antall brukere per døgn Kapasitet og antall % til stede daglig i gjennomsnitt	Antall åpne dager i året	Antall reiser /døgn/bruker som gj.snitt for året
Barnehage	Antall barn bygget har kapasitet til. 70 % til stede daglig	205	0,79
Kontorbygg, publikumsattraktive	1,4 besøk per ansatt	260	1,43
Kontorbygg, ikke publikumsattraktive	0,7 besøk per ansatt.	260	1,43
Skolebygg	Antall elever bygget har kapasitet til. 80 % til stede daglig	190	0,83
Universitet / høyskole	Antall studenter bygget har kapasitet til. 80 % til stede daglig	190	0,83
Sykehus	0,5 dagpasienter + 0,5 besøk per «varm seng»	365	2
Sykehjem	0,25 besøk per «varm seng»	365	2
Hotell	Antall senger. 70 % belegg i gjennomsnitt. 3,5 reiser per besøk	365	2,45
Idrettsbygg			
Forretningsbygg, dagligvarer	100 kunder per 100 m ²	300	1,65
Forretningsbygg, utvalgsvarer	50 kunder per 100 m ²	300	1,65
Kulturbygg	30 besøk per 100 m ²	300	1,65
Lett industri / verksted			

Utvalgsvarer er varer som kjøpes etter lengre overveieelse, for eksempel langvarige forbruksvarer som fjernsyn, kjøleskap og møbler.

Dagligvarer er matvarer, andre nærings- og nytelsesmidler, husholdningsvarer m.m.

Kontorbygg, publikumsattraktive er kontorer som blant sine funksjoner betjener kunder / klienter som for eksempel visse kommunale kontorer, NAV-ekspedisjoner, tinghus, advokatkontorer og lignende privat forretningsmessig servicevirksomhet.

Kontorbygg, ikke publikumsattraktive er kontorer som ikke betjener publikum, men får besøk til møter, samtaler og lignende fra samarbeidspartnere og andre.

Tekstboks 4.3: Eksempel på utregning for barnehagebarn:

Barnehagens åpningstid er 205 dager per år, dvs. 56 % av året (205/365 dager).

Barnas tilstedeværelse i åpningstiden er 70 % (i gjennomsnitt over året).

Når barnet er til stede utføres det 2 reiser; (levering og henting som vi regner med skjer som en del av en annen reise, som regel til og fra arbeid).

Det gir $2 * 0,70 * 0,56 = 0,79$ turer per døgn i gjennomsnitt per barn for året.

Det er reisevanene til kunder og besøkende som settes inn for andre brukere. I barnehager regnes barna som andre brukere, men det er reisevanene for foreldrene som bringer og henter barna som skal benyttes. For undervisningsinstitusjoner er det elever eller studenter og det er disse reisevaner som skal settes inn. De kan gå eller sykle og får utslippsfaktor null, men i den utstrekning de fraktes med bil eller kollektivmidler skal dette inkluderes i beregningene.

Fordeling av reiser på transportmidler samt andre trafikale forhold

Store byer er tettere utbygget og med kortere avstand til flere reiseformål og med bedre kollektivtilbud enn mindre byer og distrikter. Sentrale deler av byområdene er tettere bebygget og med bedre kollektivtilbud enn perifere bydeler og omegnskommuner. Av den grunn er bilbruksandelen lavere og kollektivbruk, sykkel og gange høyere i sentrum av store byer enn i mindre byer og i distrikter. Reiselengdene kan også være noe kortere, men tilstrekkelig gode data om variasjon i reiselengder foreligger foreløpig ikke på grunnlag av reisevaneundersøkelser.

Transportmidlene kan inndeles i tre hovedkategorier: gang/sykkel, kollektiv og bil og etter den samme inndelingen av reiseformål som i turproduksjonen (arbeid, tjeneste, privat ærend, service og varelevering).

I vedlegg er det oppgitt standardverdier for reisemiddelfordeling og gjennomsnittlige reiselengder for bil og kollektiv for sju geografiske områder basert på nasjonal reisevaneundersøkelse 2009. Områdene omfatter Oslo, omegn til Oslo, de tre nest største byene, omegn til disse byene, seks mellomstore byer, mindre byer og landet for øvrig.

Det er også vist standardverdier for reisemiddelfordelingen på et underdelt og mer detaljerte geografisk nivå (sentrum, bykommune, omegnskommuner) for store, mellomstore og et antall mindre byområder. Disse er hentet fra ulike regionale reisevaneundersøkelser fra perioden 2010-2014. Merk at standardverdiene bare gjelder reisemiddelfordeling mens reiselengder, fordeling på reisehastighet etc. er uendret fra det overordnede nivået.

Reisevanedata er resultat av spørsmål stilt til beboere i de ulike geografiske områder. Dette er greit for reiser til og fra bolig og for handlereiser gjerne skjer i nærhet av bolig. Men for arbeidsreiser stiller saken seg annerledes, for eksempel at det blir sentrumsbeboernes reisemiddelbruk på arbeidsreiser som oppgis for virksomheter lokalisert i sentrum. Avviket fra det reelle blir størst for de større byene der arbeidsplasser i sentrum rekrutterer ansatte fra hele byen og et stort omland. Data som skiller mellom reisemiddelvalg til der arbeidsplasser er lokalisert og reisemiddelvalg der bolig og handel er lokalisert (boligtilknyttede reiser) foreligger foreløpig bare for de fire største byområdene.

Ulike geografiske områder har ulik fordeling av reisehastighet for veitrafikk (bykjøring < 50 km/t og hovedveger >50 km/t). På grunn av mer start og stopp i bykjøring er utslippet større i bykjøring enn på hovedveger. Bilbelegg, bussbelegg og prosentandel skinnegående kollektivreiser er også forskjellig fra område til område.

Lokale reisevaner. For fasene prosjektert, som bygget og ikke minst «etter to års drift», er det aktuelt å anvende lokale verdier for reisemiddelfordeling og andre trafikale forhold istedenfor standardverdier fra nasjonale og regionale undersøkelser.

I vedlegg til disse regnereglene er det laget anslag på reisemiddelfordeling for knutepunkter i Oslo ytre by, Asker, Bærum og Drammen.

Beregne påvirkning på reisemiddelfordeling av parkeringsbegrensninger.

Virkninger på ansattes og andre brukeres bilbruk av begrenset tilgjengelighet til parkeringsplasser (antall plasser, pris, etc.) kan simuleres ved å legge inn en korreksjonsfaktor, for eksempel fri tilgang til parkering har en P-faktor på 1,0 mens lite eller ingen P-plasser i tilknytning til bygget, gir P-faktor 0,1. Men merk at det bare er arbeidsreiser for ansatte og «annet reiser» for andre brukere som påvirkes av disse begrensningene.

Med begrenset tilgang til P-plasser vil et visst antall reiser flyttes over fra bil til andre transportmidler og gi en noen annen reisemiddelfordeling enn den som opprinnelig var valgt fra standardverdier eller lokal RVU.

Virkning av overflytting fra bil kan justeres hvis man har grunnlag for å fordele dette på en annen måte enn det som er predefinert i transportmodulen (i klimagassregnskap.no v5 eller One Click LCA Norge).

Til parkeringsnormer for kontorbygg kan også KGR-faktorene i Tabell 4.2 benyttes som et skjønnsmessig anslag.

Tabell 4.2: P-faktor i klimagassregnskap.no (KGR faktor) og Parkeringsnormer

KGR faktor	Parkeringsnorm
1,0	Minimumsnorm
0,8	Maks 19-24 P-plasser per 1000 kvm
0,65	Maks 13-18 ” ”
0,5	Maks 9-12 ” ”
0,4	Maks 6-8 ” ”
0,25	Maks 4-6 ” ”
0,1	Maks 2-4

Korreksjonsfaktoren for parkering kan også benyttes til å ”simulere” prosjektspesifikke tiltak; for eksempel ”eksperimentering” med virkninger av ulike målsettinger om redusert biltrafikk og tilrettelegging for miljøvennlige transportformer. Hvis man kan sannsynliggjøre at andre tiltak har en tilsvarende påvirkning på reisemiddelfordelingen som P-restriksjoner, kan man velge en lavere tilgang på P-plasser enn det som er reelt.

Utslippsberegninger - resultater

Utslippsresultatet presenteres som kg CO₂-ekvivalenter totalt for bygget i hele levetiden, gjennomsnittlig utslipp per år . Utslippet kan også fordeles og presenteres som kg CO₂-ekv. per person (ansatte/bosatte + andre brukere av bygget), per m² oppvarmet BRA, per m² BTA eller per m² tomteareal.

4.4 Transport og klimagassberegninger ved rapporteringspunkter

Hovedprinsippet er at det skal gjøres klimagassberegninger ved oppstart og ved hver faseovergang i prosjektet. Det gir fire beregningspunkter:

- 1 Referanse
- 2 Prosjektert
- 3 Som bygget
- 4 Etter to års drift

Den største påvirkningen av utslipp fra **transport** skjer ved valg av lokalisering, dvs. forskjellen mellom referanselokaliseringen (1) og faktisk lokalisering (2), fordi bilbruk går ned og kollektivbruk går opp ved sentral lokalisering og ved kollektivknutepunkt i forhold til mer perifer lokalisering. Referanselokalisering skal være en tenkt «gjennomsnittslokalisering» i det aktuelle byområdet eller bo- og arbeidsmarkedsregionen.

Det stilles som et krav at FutureBuilt-prosjekter skal være lokalisert til sentrumsområder eller større kollektivknutepunkter. Beregning av både referanse og prosjektert skal likevel gjennomføres for å kunne dokumentere utslippseffekten av dette kravet. Man kan også legge inn prosjektspesifikke tiltak som redusert parkeringstilgjengelighet og/eller estimert effekt på transportmiddelvalget av en gjennomført mobilitetsplan for brukerne.

Beregning av «som bygget» (3) er beregningen av det som faktisk er bygget og skal fange opp eventuelle avvik/endringer fra det prosjekterte. Ofte vil punkt 2 og 3 være identiske.

Beregningspunkt 4 er en beregning som viser hva man har klart å oppnå etter at bygget er satt i drift. Her skal de faktiske reisevanene legges til grunn. Har man fått de forventede resultater og oppnådd den estimerte effekten av både lokalisering og mobilitetspåvirkning?

Referanse

Referanseberegningen etableres som utgangspunkt for sammenligning. Standardverdier i klimagassregnskap.no og One Click LCA Norge skal velges:

- 1 Legg inn antall ansatte/bosatte og andre brukere for den/de aktuelle bygningsskategoriene under ”prosjektbeskrivelse”.

Velg region/geografisk område (se tabell) og last inn standardverdier turproduksjon, antall turer per person for ansatte, bosatte og andre brukere (se avsnitt 4.2), transportmiddelfordeling (se Tabell 4.3), kjørehastighet i vegnett, gjennomsnittlig reiselengder, bil- og bussbelegg og anslå andel skinnegående kollektivtransport.

- 2 Det skal ikke gjøres endringer for parkeringstilgang. Fri parkering forutsettes.
- 3 Gå til beregningsresultater og lagre disse.

Tabell 4.3: Bygningsfunksjon og hva som skal anvendes som referansebyggets områdeavgrensning for transportmiddelfordeling. Transportmiddelfordelingen angis som gjennomsnitt for det angitte området.

Bygningskategori / funksjon	Referansebyggets områdeavgrensning for transportmiddelfordeling	
Bolig	Kommunen bygget er lokalisert i	Oslo, Asker, Bærum eller Drammen
Barnehage	Kommunen bygget er lokalisert i	Oslo, Asker, Bærum eller Drammen
Kontorbygg, publikumsattraktive	Byområde/bo- og arbeidsmarkedsregion bygget er lokalisert i	'Oslo og Akershus fylke' eller Drammensområdet (dvs. inkl. nabokommuner)
Kontorbygg, ikke publikumsattraktive	Byområde/bo- og arbeidsmarkedsregion bygget er lokalisert i	Oslo og Akershus, Drammensområdet
Skolebygg	Kommune bygget er lokalisert i	Oslo, Asker, Bærum eller Drammen
Universitet / høyskole	Byområde/bo- og arbeidsmarkedsregion bygget er lokalisert i	'Oslo og Akershus fylke' eller Drammensområdet (dvs. inkl. nabokommuner)
Sykehus	Byområde/bo- og arbeidsmarkedsregion bygget er lokalisert i	'Oslo og Akershus fylke' eller Drammensområdet (dvs. inkl. nabokommuner)
Sykehjem	Kommune bygget er lokalisert i	Oslo, Asker, Bærum eller Drammen
Hotell	Byområde/bo- og arbeidsmarkedsregion bygget er lokalisert i	'Oslo og Akershus fylke' eller Drammensområdet (dvs. inkl. nabokommuner)
Idrettsbygg	Kommune bygget er lokalisert i	Oslo, Asker, Bærum eller Drammen
Forretningsbygg, dagligvarer	Kommune bygget er lokalisert i	Oslo, Asker, Bærum eller Drammen
Forretningsbygg, utvalgsvarer	Kommune bygget er lokalisert i	Oslo, Asker, Bærum eller Drammen
Kulturbygg	Kommune bygget er lokalisert i	Oslo, Asker, Bærum eller Drammen
Lett industri / verksted	Byområde/bo- og arbeidsmarkedsregion bygget er lokalisert i	'Oslo og Akershus fylke' eller Drammensområdet (dvs. inkl. nabokommuner)

Prosjektert

Beregningen «prosjektert» er sluttberegningen når alle variabler for bygget er bestemt eller ført fram som beslutningsgrunnlag for investeringsbeslutningen. Det betyr at det er valgt en konkret lokalisering og tomt, det er vurdert parkeringsforhold, eventuelt laget en mobilitetsplan, osv.

Beregningen og valgene utføres som følger:

- 1 Det lages en kopi av referanseberegningen som navngis 'prosjektert'. Denne brukes som grunnlag for å hente frem eller legge inn data for «prosjektert». Startpunktet er punkt 2 over, dvs. kommune, byområde eller bo- og arbeidsmarkedsregion.
- 2 Under det valgte byområde, velg for den aktuelle lokaliseringen fra den mer detaljerte geografisk inndelingen for henholdsvis bolig, kontor, handel og hent frem reisemiddelfordeling og andre trafikale forhold.
- 3 Hvis du har data fra en egen lokal reisevaneundersøkelse utført for det konkrete området bygget er lokalisert til, legges disse inn direkte og overstyrrer standardverdiene. Det samme gjelder dersom bygget lokaliseres til et knutepunkt i Oslo, Asker, Bærum eller Drammen. Da kan anslagene på reisemiddelfordeling hentes fra tabellene i Vedlegg 1.

- 4 Hvis man har konkrete opplysninger fra en lokal RVU for området eller har annet grunnlag som karakteriserer andre spesifikke egenskaper i området, kan man også endre kjørehastigheter, reiselengder, bil- og bussbelegg og andel skinnegående kollektivtransport. Slike endringer må begrunnes og sannsynliggjøres. Et eksempel kan være at man har dokumentasjon på at andel skinnegående kollektivtrafikk er høyere enn det som er oppgitt standardverdier.
- 5 Det siste trinnet er ”tilgang på parkering”. Se omtalen av dette foran.

Som bygget

For transport skal det normalt ikke være endringer fra «prosjektert».

Etter to års drift

Det skal etter to års drift gjennomføres en lokal reisevaneundersøkelse. Det er resulterende data fra denne som skal legges det inn i klimagassregnskap.no. Disse dataene skal legges inn i ”Lokal RVU”. Ingen andre forutsetninger enn de som framkommer i denne reisevaneundersøkelsen (reisemiddelvalg, reiselengde, etc.) skal endres hvis ikke det er gjort endringer i området som påvirker reisevanene, for eksempel endringer i parkeringstilgangen eller forbedringer i kollektivtilbudet.

5 Metode og regneregler for transport i drift ved områdeutvikling

En områdeberegning kan sees på som beregning av en samling av flere bygg med ulike funksjoner. En slik beregning kan foretas i klimagassregnskap.no og One Click LCA Norge innenfor samme ”prosjekt” i modellen. Beregninger for et ‘område’ kan gjøres ved å beregne utslipp for hvert enkelte bygg i området (boliger, skoler, virksomheter, institusjoner osv.), og legge resultatene sammen. Det kan gjøres ved å legge inn data i et og samme prosjekt i modellen for alle bygningskategorier / funksjoner som er representert i området, eller opprette et prosjekt/design per bygning.

Det er summen av for eksempel kontorbygg med antall arbeidsplasser som legges inn selv om de er fordelt på for eksempel 10 bygninger. Det betyr at man beregner alle kontorbygg samlet, alle skoler samlet, osv.. Men at hver enkelt bygningskategori/funksjon beregnes for seg.

Dersom et bygg består av flere funksjoner, for eksempel både publikumsattraktive og ikke publikumsattraktive funksjoner, eller både utvalgsvarer og dagligvarer, må det gjøres en enkel sideberegning av antall brukere før tallene legges inn i modellen.

Modellene foretar summering av resultatene fra de enkelte kategoriene og presenterer resultatet som utslipp fra totalt bruksareal over livsløpet (tonn over 60 år), gjennomsnittlig årlig utslipp (tonn per år), utslipp per m² per år (kg/m²år) og utslipp per person per år (kg/person år). Se kapittel 5 ovenfor.

Det er imidlertid noen prinsipper og forutsetninger som skiller områder fra enkeltbygg. Disse gjennomgås nedenfor.

5.1 Framgangsmåte

Et område utvikler seg over tid og de ulike byggene i område settes i drift på ulike tidspunkt.

Hovedprinsippet for en utslippsanalyse for et område er å anvende en scenariemetodikk. Det innebærer å etablere en **nåsituasjon** (startpunkt), en **referanseutvikling** (referansebane) og en **prosjektert utvikling** (et eller flere alternative scenarier). Måloppnåelse sees eller beregnes i forhold til referansebanens utslippsnivå.

I nåsituasjonen og referanseutviklingen er noen av faktorene i transportberegningen låst/forhåndsbestemt, mens disse er valgbare og må konkretiseres (estimeres) for alternative scenarier for ”prosjektert utvikling”. Beregningen skal inkludere person- og varetransport i drift både for de nye byggene, rehabiliterte bygg og eksisterende ikke endrede bygg.

Det beregnes kun for et ferdig utviklet område, og utslippsnivået for de mellomliggende årene er kun en lineær interpolasjon mellom nåsituasjonen og det ferdig utviklede området.

I alle scenarier må nøkkelfaktorer beskrives og kvantifiseres. Spesielt må totalt bygningsvolum og antall brukere beregnes. I kapittel 4 – stasjonær

energibruk i drift er det beskrevet hvordan bygningsvolumet skal beregnes.

I kapittel 5 er det beskrevet hvordan antall ansatte, bosatte og andre brukere skal beregnes gitt et spesifikt bygningsvolum og bygningskategori/funksjon.

Framgangsmåten for å bestemme øvrige nøkkelfaktorer følger de samme punkter som for enkeltbygg slik det er beskrevet i kapittel 5.

5.2 Områdeutvikling gir mulighet til å utvikle nye knutepunkter

Utvikling av bydeler/byområder gir flere muligheter for påvirkning av transporttilbudet enn det som gjelder for enkeltbygg. Både konsentrert utbygging, god bredde i bygningstyper/funksjoner og ny/endret transportinfrastruktur vil kunne gi andre reisevaner og transportmiddelvalg. Det skjer også endringer i utvikling mot mer bærekraftige og deleøkonomiske mobilitetsløsninger (bilkollektiv, bysykler, førerløse kjøretøy, etc.). Fellesnevneren er fleksible og integrerte løsninger.

I områdeutviklingen kan det inngå utbygging av infrastruktur for tog, t-bane, trikk, nye busslinjer og holdeplasser, økt frekvens på det kollektive rutetilbudet, nye sykkelveier og gangforbindelser. Det kan også komme krav om redusert biltrafikk fra området som vil gjøre det nødvendig med bildelordninger og andre mobilitetstiltak.

Dette kan føre til at området etter hvert vil fjerne seg langt fra nåsituasjonen og langt fra referansebanen når det gjelder brukernes transportmiddelvalg og reiselengder.

Nyere reisevanestudier (TØI-rapport 1439/2015) viser at begrensede parkeringsmuligheter ved bosted reduserer bilbruken betydelig. Effekten forsterkes ved høyfrekvent kollektivtilbud til området.

TØI-rapport 1458/2015 viser at tilgang til ulike ressurser i nærheten av bolig også påvirker reiseadferd. Arbeidsplasskonentrasjon, barnehager og særlig dagligvarebutikk i bostedsnærhet reduserer bilbruken.

I vedlegg er det angitt transportmiddelfordeling for ”knutepunkter” i ulike deler av FutureBuilt-området. Grunnlaget for dataene er hentet fra reisevanestudier i TØI-rapport 1550/2017: «Miljøeffekter av stasjonsnær lokalisering av boliger og arbeidsplasser. Bruken av dataene følger den samme framgangsmåten som beskrevet i kapittel 5.

5.3 Resultatpresentasjon

Beregningsresultatene presenteres som funksjoner og stolpediagram på samme måte som for stasjonær energibruk i drift. Se kapittel 4, figur 4.1 og 4.2.

5.4 Utvikling av scenarier

Det bør utvikles flere alternative scenarier for hvordan reisevanene kan forandre seg over en periode på 60 år. Flere faktorer påvirker folks reisevaner. De viktigste er:

- utbyggingsmønster (arealbruk)
- infrastruktur rundt den aktuelle bygningen

- kostnader/avgifter for bruk av de ulike transportmidlene. Vil det bli lettere eller vanskeligere å reise med miljøvennlige transportmidler til og fra bygningen?

Økte reiselengder

Ett scenario skal være økte reiselengder i takt med voksende geografisk byområde og arbeidsmarkedsregion. Tidsseriestudier (TØI-rapport 1190/2012) viser blant annet at etter at man har nådd opp på dagens bilhold i befolkningen, har andelen bilreiser vært relativt stabil over årene. Det som imidlertid har økt er reiselengden, ca. 25 % over de siste 25 år.

Kortere reiselengder

Ett scenario skal være kortere reiselengde og lavere andel bil som transportmiddel. Det har skjedd en urbanisering med størst vekst i byområder og økende grad av sentrumsfortetting. Dette fører trolig til kortere daglige reiser og mindre bilbruk og bør danne grunnlaget for et annet scenario.

Nasjonal politikk

Det kan også utvikles scenarioer som legger til grunn nasjonal politisk vedtatt målsetting om at all transportvekst i de større byområdene skal tas kollektivtrafikk, sykkel og gange.

Scenariene for utvikling i reisevaner må også ta i betraktning hvilken utvikling som kan skje i nærområdet der bygningen er lokalisert, i bydelen og byen. Sentrale spørsmål er:

- Er det planer for infrastrukturbygging (veg og bane) som vil kunne påvirke transporttilbudet og konkurranseforholdet bil vs. kollektivt?
- Er det planer for utvikling av nærområdet fra et mindre til et større tettsted?

Er det planer for utbygging av servicetilbud (skoler, butikker, m.v.) som kan gi flere tilbud i korte avstander og påvirke både reiselengde og folks reisemiddelvalg?

6 Metode og regneregler Materialer i bygget

6.1 Hovedprinsippene

I kapittel 2 forklares hovedprinsippene i klimagassberegninger for FutureBuilt-prosjekter. I dette kapitlet gjennomgås forutsetninger, systemavgrensninger og regler konkrete bygg.

Skal det gjøres materialberegninger for flere bygg innenfor samme prosjekt/prosjektområde må det foretas en beregning for hver bygning med tilhørende funksjoner.

6.2 Beregningsstandarder, systemavgrensninger og andre forutsetninger

Beregningene skal gjennomføres i henhold til de norske og internasjonale standardene for "bærekraftig utvikling av bygg"; NS-EN 15643-1 og -2 (rammeverk), NS-EN 15978 (byggningsnivå) og NS-EN 15804 (materialnivå) og prNS37020.

Standarden prNS3720 Metode for klimagassberegninger for bygninger er under utvikling og konkretiserer og systematiserer beregningsmetode og noen sentrale forutsetninger. Det er denne standarden som danner grunnlaget for regnereglene i FutureBuilt, men med visse programspesifikke avgrensninger for å oppnå konsistens med tidligere beregninger.

Bygningens systemavgrensning

Bygningens materialmengder mv. beskrives i henhold til bygningsdelstabellen NS3451:2009 og spesifisert i pr NS 3720.

To viktig avgrensning/avvik fra pr NS3720:

- **tekniske installasjoner**; elektrisk, ventilasjon, vann og avløp inngår ikke i beregningene
- ved **utfordrende byggegrunn** som krever **betydelig** sprengningsarbeider, støttemurer, spunting og/eller pæling skal den materialbruken som medgår til dette beregnes for seg, dvs. som et tillegg til selve bygget som beskrevet i tabell 7.1

Rehabiliteringsprosjekter

Ved Rehabiliteringsprosjekter så skal det ikke beregnes klimagassutslipp for materialer som beholdes fra det opprinnelige bygget. Det beregnes dermed bare utslipp fra nye materialer som tilføres bygget.

Det forutsettes at byggets levetid forlenges til nye 60 år, og at alle bygningsdeler som gjenbrukes får "normerte" levetider og antall utskiftninger slik de er angitt i klimagassregnskap.no.

Utslippsfaktorer for materialer

Materialene som inngår i et bygg har hver for seg utslippsfaktorer beregnet i henhold til standarder for livsløpsdata (Life Cycle Inventory = LCI) og miljøvaredeklarasjon/EPD (NS-EN 15804).

I klimagassregnskap.no er det brukt kun "vugg-til-port-data" (A1-A3) og data på et generisk nivå, dvs. et gjennomsnitt eller en typisk prosess fra

råvarekilde, transport og produksjon av en materialtype. Det tas hensyn til andel resirkulert materiale som del av råvaren (A1-A2) som går inn i produksjonsprosessen (A3).

Når det anvendes utslippsfaktorer fra EPD'er må det kontrolleres at det brukes samme avgrensning, dvs. vugg-til-port.

Klimagassregnskap.no v.5 støttes innlegging av EPD'er direkte i beregningsverktøyet. I ny løsning OneClickLCA Norge kan EPD'er hentes direkte fra europeiske databaser og legges automatisk inn i beregningene i henhold til standarden NS-EN 15978:2011 og prNS 3720.

Når det anvendes utslippsfaktorer fra EPD'er må det kontrolleres at det brukes samme systemavgrensning, dvs. vugge-til-port, for angitt levetid for produktet. Dette tilsvarer normalt faser A1 til og med A3 i en EPD.

Andre modeller og egne regnearket kan anvendes, men det må dokumenteres at de er i tråd med nevnte standarder.

I referansebyggene i One Click LCA Norge anvendes utslippsfaktorer basert på 75-persentilen av europeiske EPD'er for de ulike produktgruppene. Unntaket er betong der det er brukt 50-persentilen. Dokumentasjon er under utarbeidelse og vil bli publisert på One Click LCA Norge. Spørsmål kan rettes til Bionova/support.

Levetider for bygg, bygningsdeler, elementer og materialer

I prNS3720 anvendes 60 år som levetid for bygget og **som hovedregel de tekniske levetidene** til materialene ved den bruken de er plassert inn i, dvs. som del av en konstruksjon.

Tekniske levetider må vurderes ut fra kvalitet på materialet og hvilket miljø og funksjon de står i. Grunnlaget for vurdering av levetider er Byggforskblad 700.320 *Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler*. I FutureBuilt-prosjekter skal ikke modellenes angitte levetider endres. Det kan likevel være riktig å teste i ulike levetider på viktige konstruksjonsdeler og drøfte hvordan endret levetid påvirker resultatene og eventuelt om det kan føre til at andre valg av løsninger gir lavere livsløpsutslipp for bygget.

Se for øvrig NS 15978 og prNS 3720 for beregningsregler mht. levetid. Det brukes desimalberegning, dvs. at det ikke beregnes hel utskiftning hvis denne kommer i år 55 og bygningsdelen har levetid på 25 år.

Måleindikator

Beregningsresultatene skal oppgis som:

- Tonn CO₂-ekv. utslipp for hele bygget gjennom levetiden (60 år)
- Tonn CO₂-ekv. utslipp for hele bygget per år, dvs. gjennomsnittlig utslipp per år over 60 årsperioden
- Kg CO₂-ekv. utslipp per m² per år der m² er angitt som Oppvarmet BRA (se kapittel 3)
- Kg CO₂-ekv. per person per år (alle brukere)

Se FutureBuilts mal for klimagassrapport (www.futurebuilt.no) for hvordan resultatene skal rapporteres.

6.3 Materialer og klimagassberegninger ved fire rapporteringspunkter

Hovedprinsippet er klimagassberegninger ved oppstart og ved hver faseovergang i prosjektet. For FutureBuilt-prosjekter gir det fire beregningspunkter:

- 1 Referanse
- 2 Prosjektert
- 3 Som bygget
- 4 Etter to års drift

Materialbruk og nye energikrav (TEK 17)

Forbedret energistandard har betydning for klimagassutslipp fra materialer, ettersom dette normalt er forbundet med mer isolasjons- og konstruksjonstykkelser. Energifkravene i TEK'17 har imidlertid liten påvirkning på klimagassutslipp fra materialer sammenlignet med TEK'10, ettersom skjerpene i TEK'17 i hovedsak gjaldt dører og vinduer, bygningsmessig tetthet og tekniske anlegg.

Referansebygg

Referansebygget er et modellbygg med "skoeskeform", men der størrelsen, antall etasjer og evt. kjellere bestemmes i henhold til hva som er planlagt bygget i hvert enkelt prosjekt. Det er samme referansebygg når det skal bygges nytt og det skal rehabiliteres. Referansebygg er for FutureBuilt definert som et bygg etter de til enhver tid gjeldende forskrifter med de isolasjonskrav og dimensjonering, mv. som følger av dette.

Referansebyggene for FutureBuilt skal beregnes ved hjelp av modellene klimagassregnskap.no, materialmodul tidligfase, eller One Click LCA Norge. De inndata som er nødvendig for å lage et referansebygg er:

- byggets hovedfunksjon
- totalt bruttoareal (BTA)
- areal grunnflate (BYA)
- brutto kjellerareal (BTK).

Referansebyggets *materialmengder* beregnes automatisk ved hjelp av skaleringsfunksjoner avhengig av de oppgitte arealtall og avledede arealtall (BRA, yttervegg over mark=YOM, Yttervegg under mark=YUM, innervegg=INV, osv).

Referansebyggets *materialtyper* er forhåndsdefinert. Et eget notat (Context, 2013) på www.klimagassregnskap.no beskriver [Modellbyggene](#) og de forhåndsdefinerte materialtypene i ulike bygningsdeler.

Modellbyggene i One Click LCA Norge tilsvarer de som ble etablert i klimagassregnskap.no, men er justert der det var opplagte svakheter. Spørsmål om justeringer kan rettes til Context eller Bionova. Dokumentasjon er under utarbeidelse og vil bli publisert på One Click LCA Norge.

Dersom spesielle forhold tilsier det (energikonsept, reguleringsplan, bymessig kontekst, eller annet) så bør det lages to referansebygg: et

modellbygg (skoeske) og et med foreslått geometri. Prosjektet må argumentere for å bruke det alternative referansebygget hvis man mener dette skal anvendes som sammenligningsgrunnlag for å beregne de resulterende utslippsreduksjonene.

Tilpasset referansebygg

Et tilpasset referansebygg skiller seg fra skoeskeformen ved at det baserer seg på forprosjektets foreslåtte/planlagte geometri og tilhørende materialmengder. Dette vil normalt gi økte materialmengder og høyere beregnet klimagassutslipp.

I klimagassregnskap.no er det to alternative måter å beregne et tilpasset referansebygg på. Ved bruk av One Click LCA Norge følg anvisningene i denne modellen men med de samme prinsipper som gitt for klimagassregnskap.no

I klimagassregnskap.no importeres en IFC-modell av prosjektet og anvender materialmengdene fra denne (alternativ 1) og modellbyggenes materialtyper, eller så anvendes prosjektert modul der materialmengdene legges inn manuelt (alternativ 2).

Alternativ 1 – her beskrevet ved bruk av klimagassregnskap.no v5.

- 1 Opprett en tidligfase materialmodul
- 2 Velg byggtipe ut fra byggets tiltenkte hovedfunksjon
- 3 Velg fil fra verktøyet IFCO2, dvs. regneark eksport fra IFCO2-modellen der det manuelt er lagt inn riktig BTA, BYA og BTK. Importer denne filen. Den inneholder mengder (m² yttervegg, dekker, mv.) som tilsvarer geometrien og som er lagt inn i bygnings-informasjonsmodellen (IFC-modellen).
- 4 De importerte mengdene fordelt på bygningsdeler får tilført de materialtypene som er definert i tidligfase modulens modellbygg for den valgte bygningstypen (funksjonen).
- 5 Det foretas ingen endringer av materialtyper, mengder eller levetider.
- 6 Kontroller mengdene ved å ta ”utskrifter” av materiallistene med CO₂-ekv. og materialmengder.⁴

Alternativ 2 – her beskrevet ved bruk av klimagassregnskap.no v5.

- 1 Opprett prosjektert materialmodul
- 2 Hent ut materialmengder for de ulike bygningselementene (sortert etter bygningsdelstabellen) enten fra manuelle beregninger eller fra Notatet – Futurebuilt og klimagassregnskap.no. Valg av referansebygg for materiale r 7 bim/ifc-modell. Se klimagassregnskap.no/prosjektert modul for hvordan bygningsdelstabellen anvendes i modulen.
- 3 Sammenlign materialtypene med modellbyggtypen i tidligfasemodulen. Juster materialtypene slik at de i størst mulig grad følger modellbyggets materialvalg og konstruksjoner.

⁴ Materialmengdene skal være i samsvar med mengder hentet direkte ut fra skisseprosjektet/IFC-modellen. Sjekk de største postene (stikkprøver). Erfaringer viser at det kan oppstå avvik på grunn av hvordan objektene er beskrevet i IFC-modellen. Har IFC-modellen flere sjikt i veggkonstruksjonene eller tak vil eksporterte mengder kunne flerdobles. Dette bør sjekkes/ kan oppdages ved eksport fra IFCO2 til Excel og før import til klimagassregnskap.no.

- 4 Legg inn de konkrete materialmengdene fra skisseprosjektet på de materialtyper som modellbygget er definert med.
- 5 Det skal ikke foretas justeringer av levetid på bygningselementene.

Hvis det er en vanskelig byggegrunn som krever spunting og pæling så må det lages en selvstendig og egendefinert referanse for denne. Man stiller seg da spørsmålet: Hva vil vi velge av løsninger og materialer hvis vi ikke tenker klimagasseffektivitet? Så kalkulerer man på grunnlag av beregnede mengder, materialtyper og generiske utslippsfaktorer. I referansen skal det anvendes normalbetong uten flyveaske, stål med 40% resirkulert stål, osv. For andre materialer se hvilke valg som er gjort i modellbyggene.

Prosjektert bygg

Prosjektert bygg beregnes i minimum to trinn:

- 1 Alternative valg av materialer men med bruk av de generiske utslippsfaktorene
- 2 Valg av spesifikke produkter med utslippsfaktorer fra EPD'er

Arbeidsprosessen for å finne de gode alternativene innebærer at en rekke varianter beregnes som mellomtrinn for å komme fram til løsninger og materialer som gir om lag 50 prosent lavere utslipp enn Referansebygget.

I første fase av trinn 1 ovenfor anvendes Materialmodul tidligfase. Der kan det velges alternative materialtyper som ligger inne i modellen og andre dimensjoner. Det er viktig at man sjekker at de alternativer man velger har byggeteknisk riktige dimensjoner og gjennomførbare kombinasjoner. Modellen har ingen automatikk for kontroll av dette.

I andre fase av trinn 1 kan man anvende prosjektert modul. Opprett en ny prosjektert modul for materialbruk i klimagassregnskap.no v5 ved å velge materialbruk. Man legger inn de prosjekterte mengdene fra en BIM eller egne beregninger. IFCO2 kan også brukes i denne fasen for å beregne materialmengder. Da får man konkret prosjektspesifikke mengder og det er dermed tatt hensyn til faktisk geometri og materialvalg. Utslippsfaktorene er fortsatt de generiske fra modellen.

I trinn 2 velger man EPD'er for spesifikke produkter som skal brukes i bygningen. EPDene må legges inn manuelt i EPD-registeret.

Mengdene som eksporteres har tatt hensyn til antall utskiftninger. I regnearket kan man så legge inn utslippsfaktorer fra konkrete produkter (fra EPD'er) og rekalkulere utslippene. Levetider for de ulike materialene behodles.

NB! Det er viktig å kontrollere at systemavgresningen i EPD'ene er "vugge-til-port" og ikke "vugge-til-grav" eller andre varianter. Vær også oppmerksom på hvilken utslippsfaktor som er anvendt for elektrisitet i produksjonsprosessen.

I One Click LCA Norge hentes EPDer direkte fra databasene.

Ved bruk av Klimagassregnskap.no versjon 5 for modul prosjektert bygg, lag en kopi av denne modulen og velge gyldige EPD verdier for hvert material (fra eget EPD- register. Etter at relevante EPDer er knyttet til

materialene vil Beregningsresultat vise klimagassutslipp basert på EPD verdier.

Som bygget

I som bygget beregningene foretas innlegging av de faktiske mengdene av de ulike materialene som er anvendt.

Det anbefales å lage en ny beregning for som bygget.

IFCO2 kan brukes til mengdeberegning ved å importere som bygget BIM'en til IFCO2 og sortere denne i de enkelte bygningsdelene. Siden prosjektert modul i klimagassregnskap.no ikke åpner for import direkte fra IFCO2 vil innlegging av de sorterte mengdene være en manuell prosess. Mengder (i m² eller m³) for hvert materiale leses ut fra de sorterte mengdene og legges inn i et regneark, for deretter å legges over i klimagassregnskap.no. Regneark må benyttes mellom IFCO2 og klimagassregnskap.no for å sikre etterprøvbare mengdeberegninger og kvalitetssikring.

Utslippsfaktorer fra EPD'er eller annen godkjent dokumentasjon for de faktiske valgte produkter knyttes til Som bygget modulen. Der det ikke finnes slike anvendes de generiske faktorene.

Det er viktig å være konsekvent med programversjonene. Hvis prosjektet startet opp med klimagassregnskap.no v4, bør denne versjonen benyttes også i 'som bygget' og 'i drift' beregningene. På denne måten sikres det sammenlignbare beregninger, ettersom utslippsfaktorer og andre detaljer kan være endret mellom versjonene.

Dokumentasjon av denne prosessen er viktig for endelig kvalitetssikring av klimagassregnskapet for FutureBuilt. Det er derfor nødvendig at alle regneark (Excel eller lignende) legges ved klimagassrapporten som oversendes FutureBuilt. Logikken for utregning av materialmengder og utslippsverdier må være lesbar og tydelig.

Etter to års drift

Normalt ingen endringer fra som bygget. Hvis det likevel allerede er foretatt ombygging, påbygg, vesentlig retting av feil, osv. bør det foretas en rekalkulasjon/tilleggsberegning.

7 Referanser

Et utvalg sentrale referanser. Andre er oppgitt i teksten med lenke til web-sider der rapportene, artiklene og notatene kan lastes ned:

Byggforskblad 700.320. Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler.

Civitas, 2013. Mal for klimagassrapportering i FutureBuilt-prosjekter

Contex, 2013. Beskrivelse av modellbygg/referansebygg i klimagassregnskap.no/v4.1 (gjelder også for v5)

NS-EN 15603 Eksport av energi fra et bygg

NS-EN 15643-1 og -2. Bærekraftig bygg (rammeverk),

NS-EN 15804 Bærekraftig bygg (materialnivå)

NS-EN 15978 Bærekraftig bygg (byggningsnivå)

NS3031. Energiberegninger for bygg

NS3451:2009. Bygningsdelstabellen

NS3700 Passivhusstandard for boliger

NS3701 Passivhusstandard for yrkesbygg

pr NS 3720 Metode for klimagassberegninger for bygninger.

One Click LCA Norge. <https://www.oneclicklca.com/about-bionova-ltd/>

Selvig m.fl., 2012. Dokumentasjonsrapport for klimagassregnskap.no / v4

TEK10. Teknisk byggforskrift til Plan- og bygningsloven. Dibk.no.

TEK17. Teknisk byggforskrift til Plan- og bygningsloven. Dibk.no.

8 Vedlegg 1 – Reisevanedata for knutepunkter i Oslo, Asker, Bærum og Drammen.

8.1 Transportmiddelfordeling for arbeidsreiser og boligtilnyttede reiser

Etterfølgende tabeller er anslått transportmiddelfordeling for "knutepunkter" i ulike deler av FutureBuilt-området.

Datakilden for Oslo og Akershus er RUTERS MarkedsInformasjonsSystem (MIS) med data for 2011 og 2012 som er bearbeidet av Urbanet Analyse på oppdrag fra Civitas.

Datakildene for Drammen regional RVU'er for Buskerudbyen 2009 utført av TØI for Statens vegvesen Region sør.

Dataene for knutepunkter er estimerte verdier foretatt av Civitas på grunnlag av kildene nevnte over og resultater av reisevanestudier i TØI-rapport 1550/2017: «Miljøeffekter av (tog-)stasjonsnær lokalisering av boliger og arbeidsplasser.

Reisevanedata er resultat av spørsmål stilt til beboere i de ulike geografiske områder. Dette er greit for reiser til og fra bolig og for handlereiser gjerne skjer i nærhet av bolig. Men for arbeidsreiser stiller saken seg annerledes, for eksempel at det blir sentrumsbeboernes reisemiddelbruk på arbeidsreiser som oppgis for virksomheter lokalisert i sentrum. Avviket fra det reelle blir størst for de større byene der arbeidsplasser i sentrum rekrutterer ansatte fra hele byen og et stort omland. Data som skiller mellom reisemiddelvalg til der arbeidsplasser er lokalisert og reisemiddelvalg der bolig og handel er lokalisert (boligtilknyttede reiser) foreligger foreløpig bare for de fire største byområdene.

Tabelloverskrift **med rødt** brukes som reisemiddelvalg for kontorarbeidsplasser og **med blått** for bolig og handel.

8.2 Lokalisering til knutepunkter i Oslo ytre by (utenfor sentrum)

Kriterier for knutepunkt:

- I størrelsesorden mer enn 30.000 bosatte og arbeidsplasser innenfor 1 km radius
- Et kollektivknutepunkt for buss og bane (tog eller T-bane)

Ved lokalisering til knutepunkter benyttes tabellene under. For lokaliseringer utenfor knutepunktene benyttes tabellene for hhv. "Grouddalen", "Oslo vest og nord" og "Oslo sør" (se klimagassregnskap.no eller One Click LCA Norge)

Boliger og handel ved knutepunkt i Grouddalen

Knutepunkt Grouddalen*	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	11	55	34
Tjeneste	18	28	64
Innkjøp og service	33	27	40
Annet	39	33	28

* Grouddalen er bydelene Bjerke, Grouddal, Stovner, Alna

Kontorarbeidsplasser, ved knutepunkt i Groruddalen

Knutepunkt Groruddalen*	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	10	42	48
Tjeneste	4	40	56
Innkjøp og service	34	34	32
Annet	40	40	20

* Grouddalen er bydelene Bjerke, Grorud, Stovner, Alna

Boliger og handel ved knutepunkt Oslo ytre by vest og nord

Knutepunkt i Oslo vest og nord*	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	19	45	36
Tjeneste	11	41	45
Innkjøp og service	32	23	45
Annet	37	27	36

* Bydelene: Ullern, Vestre Aker, Nordre Aker

Kontorarbeidsplasser, ved knutepunkt Oslo ytre by vest og nord

Knutepunkt i Oslo vest og nord*	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	17	54	39
Tjeneste	15	48	37
Innkjøp og service	33	30	37
Annet	41	34	28

* Bydelene: Ullern, Vestre Aker, Nordre Aker

Boliger og handel ved knutepunkt i Oslo ytre by sør

Knutepunkt i Oslo sør*	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	12	62	21
Tjeneste	19	34	46
Innkjøp og service	32	32	35
Annet	37	35	27

Bydelene: Østensjø, Nordstrand, Søndre Nordstrand

Kontorarbeidsplasser, ved knutepunkt i Oslo ytre by sør

Knutepunkt i Oslo sør*	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	17	62	21
Tjeneste	17	34	46
Innkjøp og service	33	32	35
Annet	38	35	27

Bydelene: Østensjø, Nordstrand, Søndre Nordstrand

8.3 Lokalisering til knutepunkt i Asker og Bærum

Kriterier for knutepunkt:

- I størrelsesorden mer enn 20.000 bosatte og arbeidsplasser innenfor 1 km radius
- Et kollektivknutepunkt for buss og bane (tog eller T-bane)

Ved lokalisering til knutepunkter benyttes tabellene under. For lokaliseringer utenfor knutepunkt i Bærum benyttes tabellene 12 og 13 over.

Boliger og handel ved knutepunkt i Asker og Bærum

Knutepunkt i Bærum	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	11	37	52
Tjeneste	7	23	70
Innkjøp og service	24	16	60
Annet	23	23	54

Kontorarbeidsplasser, ved knutepunkt i Asker og Bærum

Knutepunkt i Bærum	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	12	39	49
Tjeneste	8	30	62
Innkjøp og service	25	23	52
Annet	24	30	46

8.4 Lokalisering til knutepunkt indre sentrum av Drammen.

Som knutepunkt i Drammen vil vi betegne en indre del av sentrum innenfor en avstand på 1 km fra Drammen jernbanestasjon slik det er definert i TØI-rapport 1550/2017. Vi regner med at det ikke er andre knutepunkt i Drammen med reisevaner som skiller seg fra standardverdiene for Drammen i transportmodulene. Drammen sentrum er for øvrig i definert i transportmodulen innenfor 1,5-2 km i radius fra bymidte.

Boliger og handel lokalisert i indre sentrum av Drammen

Drammen sentrum *	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	26	23	51
Tjeneste	29	11	60
Innkjøp og service	33	13	54
Annet	30	16	42

* Bygg eller område lokalisert i Drammen sentrum, innenfor 1 km i radius fra Drammen jernbanestasjon.

Kontorarbeidsplasser lokalisert i indre sentrum av Drammen

Drammen sentrum *	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	28	17	55
Tjeneste	19	11	70
Innkjøp og service	33	13	54
Annet	42	16	42

* Bygg eller område lokalisert i Drammen sentrum, innenfor 1 km i radius fra Drammen jernbanestasjon.:



© Rådgivergruppen AS Civitas [2018]

]
Sist datert [1.02.2018]

Civitas
Grubbegata 14
0179 Oslo
www.civitas.no
post@civitas.no
