

Beregningsmoduler for tomtevalg og uteområder

Dokumentasjonsrapport

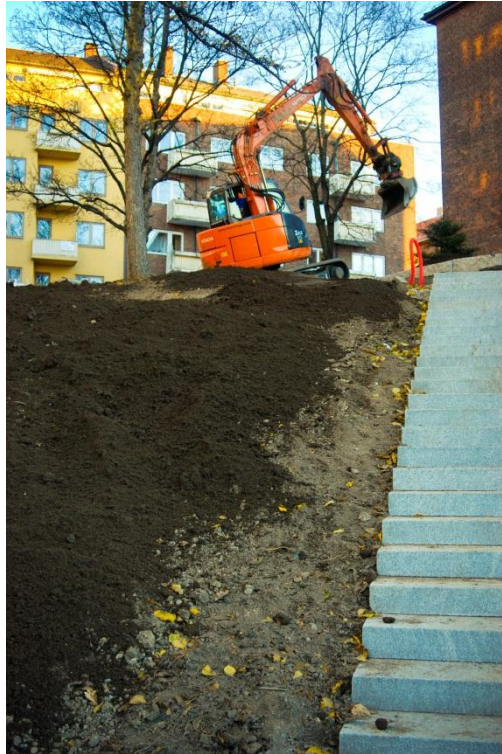


Foto: Agnes Lyche Melvær

Innhold

Innhold.....	0
1. Innledning	3
2. Mål, avgrensninger og modellstruktur	3
2.1. Mål	3
2.2. Delmål	4
2.3. Avgrensninger og begrepsbruk.....	4
2.4. Modellstruktur - klimagassregnskap.no	4
2.5. Referanseberegninger – estimat ved bruk av standardverdier	5
Etablering og drift av faste og løse dekker	6
Etablering og skjøtsel/drift av grasarealer	6
2.6. Resultatrapportering.....	6
3. Modul for tomtevalg	7
3.1. Anvendelse av modul for tomtevalg.....	7
3.2. Beregningseksempler.....	7
4. Modul for uteområder	8
4.1. Anvendelse av modul for uteområder	8
4.2. Etableringsfase.....	8
4.3. Driftsfase	10
Beregningseksempler	10
5. Usikkerhet i beregningene	12
6. Videreutvikling av moduler for tomtevalg og uteområder.....	13
6.1. Videreutvikling av modul for tomtevalg	13
6.2. Videreutvikling av modul for uteområder	13
6.3. Viktige elementer som berører modul for uteområder, men som må løses for klimagassregnskapet som helhet	13
7. Eksempel: sykehjem.....	14
7.1. Tomtevalget, utslippsberegning	14
7.2. Utearealet, utslippsberegning ved etablering og drift / skjøtsel.....	14
7.3. Det som ikke er med i eksempelet	15
8. Vedlegg – kort gjennomgang av vedleggenes innhold	15
8.1. Vedlegg 1. Karbon i jorda.....	15
8.2. Vedlegg 2. Klima- og vekstforhold	16
8.3. Vedlegg 3. Tomtevalg.....	16
8.4. Vedlegg 4. Etablering av faste og løse dekker	16
8.5. Vedlegg 5. Etablering av grasareal.....	17
8.6. Vedlegg 6. Drenering av grasanlegg	17
8.7. Vedlegg 7. Drift av faste og løse dekker	17
8.8. Vedlegg 8. Skjøtsel av grasarealer	17
8.9. Vedlegg 9. Standardverdier	18
Vedlegg 1. Karbon i jorda	19
a. Modell for endringer av karbon i jord	19
Vedlegg 2. Detaljert gjennomgang av og kommentarer til data brukt i modellen for å anslå klima- og vekstforhold.....	21
a. Beskrivelse og lokalisering	21
b. Data brukt i modellen	21
c. Dokumentasjon.....	22
Vedlegg 3. Dokumentasjon og beskrivelse av tomtevalg.....	24
a. Data brukt i modellen	24
b. Dokumentasjon med referanser.....	25
b.1. Karboninnholdet i jorda	25

b.2. Effekt av tapt skog.....	27
Vedlegg 4. Dokumentasjon og beskrivelse av etablering av faste dekker og grusdekker	28
a. Arealer, størrelse og arrondering – viktig i drift	28
b. Standardverdier	28
c. Levetid på utendørs belegg.....	29
d. Enkeltelementer som skal bygges	29
d.1. Kjøreflater	29
d.2. Gang / sykkelveier	29
d.3. Stier	29
d.4. Murer	29
d.5. Trapper.....	29
e. Valgmuligheter ved konstruksjon av elementene.....	30
e.1. Utendørs belegg.....	30
e.2. Fuger.....	30
e.3. Permeabel asfalt	30
e.4. Tredekker	30
e.5. Organisk materiale som utendørs belegg	30
e.6. Forsterkningslag, bærelag og settelag	30
e.7. Drenering	30
Vedlegg 5. Dokumentasjon og beskrivelse av etablering av grasareal	32
a. Etablering av grasareal.....	32
a.1. Forbruk ved anlegg av grasmatta.....	32
a.2. Beskrivelse av jorda som benyttes til grasarealet.....	32
b. Dokumentasjon med referanser.....	33
b.1. Trinn en: effekten av endret vegetasjon på stedegen jord	33
b.2. Trinn to: effekt av anleggsjord	35
b.3. Drenering av grasanlegg	36
b.4. Data brukt i modellen	36
b.5. Dokumentasjon med referanser.....	36
Vedlegg 6. Dokumentasjon og beskrivelse av drift av faste og løse dekker	37
a. Forutsetninger	37
b. Arealer, størrelse og arrondering – viktig i drift	37
c. Standardverdier	37
d. Levetid på utendørs belegg.....	38
e. Snøbrøyting, behov avhenger av lokalisering.....	38
f. Trapper og murer	38
g. Transport til og fra anlegget	38
h. Bortkjøring av snø og brukt strøgrus	39
Vedlegg 7. Dokumentasjon og beskrivelse av gras - skjøtsel	40
a. Forutsetninger	40
b. Arealer, størrelse og arrondering – viktig i drift	40
c. Transport til og fra anlegget:	41
d. Standardverdier	41
Vedlegg 8. Standardverdier for etablering og drift	42
a. Standardverdier for faste og løse dekker	42
a.1. Standardverdier for etablering og drift av faste og løse dekker.....	42
a.2. Standardverdier for etablering og drift av murer og trapper	43
b. Standardverdier for grasarealer	43

1. Innledning

Klimagassregnskap.no eies av Statsbygg og er utviklet over en periode på 5-6 år. Det er et forsknings- og utviklingsarbeid med formål om å øke kunnskapen om sammenhengen mellom byggeprosjekter (bygg og anlegg) og klimagassutslipp og å utvikle et verktøy/modell for beregning av klimagassutslipp i et livsløpsperspektiv for bygg. Klimagassregnskap.no har i norsk sammenheng etablert seg som "referansemodellen" for denne type beregninger. Hovedårsaken er at modellen er internettbasert, gratis i bruk, at det pågår kontinuerlig videreutvikling, Statsbygg har selv tatt det i bruk i sin prosjektutvikling og at de langsiktige statlige/kommunale utviklingsprogrammene FutureBuilt og Framtidens byer har som et mål å utvikle bygg med lavest mulig klimagassutslipp dokumentert ved bruk av klimagassregnskap.no.

Statsbygg er eier av klimagassregnskap.no og oppdragsgiver for prosjektet. FAGUS ved Hege Abrahamsen ble engasjert som prosjektleder.

Prosjektgruppa har bestått av Statsbygg v/ Hege Gultvedt og Hilde Herrebrøden, Bioforsk v/Agnar Kvalbein, Civitas v/ Eivind Selvig, GreenProject (senere Moe & Brødsgaard as) v/Bente Mortensen, Numerika v/Tom Normann Hamre og FAGUS v/Jorun Hovind og Hege Abrahamsen. Deltakerne i prosjektgruppa har utført arbeidet i prosjektet.

Første versjon av de to modulene tomtevalg og uteområder lanseres i løpet av sommer/høst 2012 sammen med versjon 4 av klimagassregnskap.no.

Brukermanual og kurs utvikles i samarbeid med Miljøverndepartementets utviklingsprogram *Framtidens byer*.

Dette er første versjon av de to modulene og denne type klimagassberegninger for grøntanleggssektoren. Under arbeidet er det avdekket og fremkommet ulike mangler og utviklingsbehov. Blant annet bør modul for uteområder utvides slik at den omfatter flere elementer som er vanlig i uteanlegg. Se kapittel 6 angående forslag og beskrivelse av videreutvikling av modulen for uteområder.

2. Mål, avgrensninger og modellstruktur

2.1. Mål

Målet for prosjektet har vært å utvikle metode og modell for beregning av klimagassutslipp som konsekvens av tomtevalg og etablering og drift av uteområder, grønne og grå flater, innenfor modellen klimagassregnskap.no. Beregningsmodellen(e) skulle integreres som modul(er) innenfor rammeverket til Statsbyggs beregningsverktøy for klimagassutslipp fra byggeprosjekter, *klimagassregnskap.no*.

Klimagassutslipp som konsekvens av endret arealdisponering av en tomt/område – **modul for tomtevalg** – gir mulighet for å beregne utslippene av å endre arealbruk fra vegetasjon/jordsmonn til bebygd og vise versa, og å sammenlikne ulike tomter.

Konsekvensen henger sammen med opptak, binding og frigjøring av karbon i vegetasjon og jordsmonn.

Klimagassutslipp som konsekvens av å bygge opp og drifte en park, grønne og grå flater – **modul for uteområder** - gir muligheten til å sammenlikne ulike byggemåter, materialer og driftssituasjoner samt gjøre gode valg med tanke på å oppnå lave klimagassutslipp i et livsløpsperspektiv. Det vil også være en del av en samlet dokumentasjon av klimagassutslipp fra byggeprosjekter inkl. uteområder.

2.2. Delmål

Utvide klimagassregnskap.no med moduler for tomtevalg og uteområder.

Utvikle data om utslipp eller binding av karbon i jord og vegetasjon og data for utslipp fra drift og skjøtsel.

Gjøre kjent for Statsbyggs organisasjon, og generelt blant planleggere, parkforvaltninger og anleggsgartnere m.v. at klimagassutslipp og design-, material- og skjøtselsvalg som foretas under planlegging og drift av uteområder. Dette gjøres som eget prosjekt fra 2012.

Gjøre kjent at modellen klimagassregnskap.no nå inkluderer en modul for tomtevalg og uteområder.

2.3. Avgrensninger og begrepsbruk

Modulene omfatter virkninger av “tomtevalg” og “etablering og drift av uteområder” der uteområder er avgrenset til arealtypene grasdekte områder, faste dekker og grusarealer. Avgrensningen følger av prosjektets rammer og kunnskapsgrunnlag (kunnskapsfronten).

Det er lagt til rette for at øvrige arealtyper (annen vegetasjon, vannområder, mv.) kan bygges inn i modellen på et senere tidspunkt.

Ordbruk og begreper er, så langt det har vært mulig, basert på NS 3420-K: 2011 – Anleggsgartnerarbeider og NS 3420-Z: 2011 – Drift og vedlikehold. Det er også med arbeider/utførelse som er beskrevet i andre deler av NS 3420.

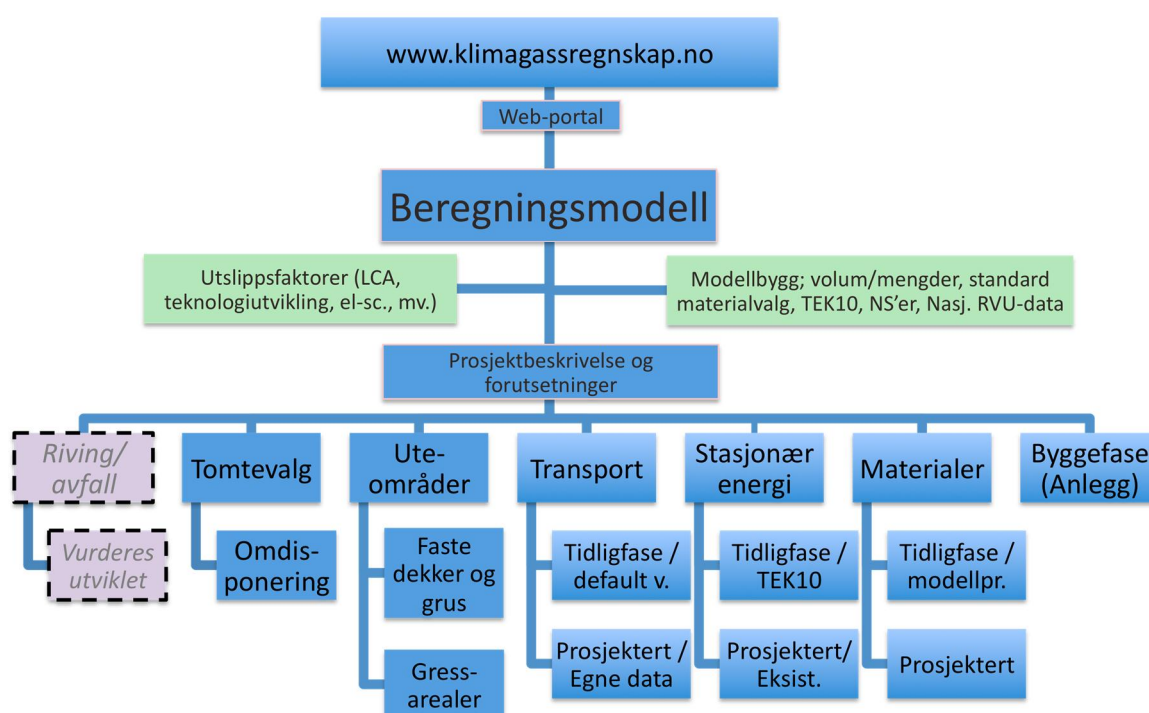
2.4. Modellstruktur - klimagassregnskap.no

Klimagassregnskap.no er både et nettsted og en beregningsmodell for klimagassutslipp fra byggeprosjekter. Nettstedet gir informasjon om temaet klimagassberegninger i bygg og om hva som er nytt i modellutviklingen. Beregningsmodellen beregner klimagassutslipp for livsløpet til et bygg (60 år) med tilhørende tomtearealer. Modellen er et kommunikasjonsverktøy og analyseredskap til bruk under planlegging og prosjektering av byggeprosjekter. Resultatene gir underveis i arbeidet indikasjoner på hvilke valg som reduserer eller øker klimagassutslippene.

Utslipp beregnes for fleste innsatsfaktorer som må til for å bygge og drifte et bygg og uteområde gjennom 60 år. Denne type beregningen betegnes ofte karbonfotavtrykk (carbon footprint).

Modellen gir anledning til å beregne utslipp fra enkeltbygg og grupper bygg. I figur 1 er modellstrukturen vist og som det fremgår består den per i dag (versjon 4) av 6 moduler. Noen av modulene er igjen inndelt i del-moduler knyttet til hvilken prosjektfase man er i, tidligfase planlegging (skissefase) eller nærmere prosjektering. Modulene kan brukes separat (enkeltvis), men modellens styrke er helheten, dvs. beregne bidragene fra alle hovedkilder slik at man kan studere hvilke deler av prosjektet som har størst betydning og hvor det vil være naturlig med tiltak for å redusere utslippene. Se www.klimagassregnskap.no for en mer utdypende beskrivelse av modellen og hvilke resultater som er oppnådd gjennom utviklingen og bruken av modellen.

Modulene "Tomtevalg" og "Uteområder" inngår som to moduler i modellen, se figur 1. Beregningene skal omfatte flest mulig av innsatsfaktorene og aktivitetene som inngår ved bygging og drift av uteområder, enten i tilknytning til et bygg eller som separat park.



Figur 1: Overordnet modellstruktur illustrert med moduler og delmoduler.

2.5. Referanseberegninger – estimat ved bruk av standardverdier

Ved hjelp av standardverdier kan overordnet planlegger få anslag for utslippstall i livsløpsperspektiv for etablering og drift av faste og løse dekker og grasarealer. Standardverdier (ofte betegnet som defaultverdier) er utviklet for alle elementene med unntak av trapper og murer. Alle standardverdiene overstyres når bruker legger inn eget tallgrunnlag.

Den som ønsker mer detaljplanlegging av etablering og/eller drift vil få mer presise verdier ved å legge inn egne tall/størrelser i de detaljerte skjemaene for innlegging.

2.5.1. Etablering og drift av faste og løse dekker

Standardverdiene er basert på beste praksis og erfaring. De gir mulighet for raske overslag over utslipp for ulike løsninger. For eksempel er det tilstrekkelig å oppgi hva en skal etablere, velge utendørs belegg og oppgi arealets størrelse for å få overslag over utslipp for etablering og drift.

Forsterkningslag og type utendørs belegg påvirker begge i stor grad størrelsen på utslippene for etablering, og gjennomsnittstykkelsen på lagene er valgt ut fra beste praksis og erfaring.

Når det gjelder drift er snøbrøyting en stor innsatsfaktor. Antall brøytinger og strøoperasjoner for ulike lokaliteter er basert på antall snødager og korrigert for høyde over havet. Nærmere redegjørelse i vedlegg 2: Lokalisering av prosjektet.

2.5.2. Etablering og skjøtsel/drift av grasarealer

Etablering og skjøtsel av grasarealer har også fått standardverdier. Disse er basert på jordas potensial for binding av karbon, klimadata for antall vekstdøgn på ulike lokaliteter og beste praksis og erfaring. Nærmere redegjørelse i vedlegg 1: Karbon i jorda og Vedlegg 2: Lokalisering av prosjektet.

2.6. Resultatrapportering

Resultatene rapporteres per modul og samlet for et prosjekt (alle moduler) som sum klimagassutslipp, CO₂-ekvivalenter, enten per areal, per år, per livsløp og/eller per bruker. CO₂-ekvivalenter er en enhet der utslipp av CO₂, CH₄ (metan), N₂O (lystgass), m.fl. vektet relativt til CO₂ basert på de ulike gassenes globale oppvarmingspotensial (GWP) i et 100 års tidsperspektiv. GWP-vektene er fra FNs klimapanel og anvendes i alle typer utslippsregnskap for klimagasser, nasjonalt og internasjonalt. Se f.eks. www.ssb.no/klima/boks1.html.

Det genereres automatiske og standardiserte resultatrapporter som kan eksporteres som pdf eller excel-filer. Disse rapportene inneholder tekst som hentes fra fritekstfeltene under "prosjektbeskrivelse" og "modulbeskrivelse" samt tabeller og figurer (stolpediagram) fra prosjektets web-sider.

Modellen er et kommunikasjonsverktøy og analyseredskap under planlegging og prosjektering av byggeprosjekter. Resultatene gir underveis i arbeidet indikasjoner på hvilke valg som reduserer eller øker klimagassutslippene innenfor hver modul og som helhet. Når modulene er ferdig utfylt er resultatene en indikasjon på prosjektets klimagassfotavtrykk og klimaeffektivitet. De vil sammen med kostnadsberegninger/kalkyler kunne brukes til å estimere kostnadseffektiviteten for ulike tiltak eller samlet.

Lykkes det å standardisere beregningsmetodikken og de grunnleggende forutsetningene vil man kunne bruke resultatene til klimagass-benchmarking av prosjekter. Det er tatt initiativ overfor Standard Norge om å standardisere metodikk og beregningsforutsetninger.

3. Modul for tomtevalg

3.1. Anvendelse av modul for tomtevalg

Modulen beregner utslipp av klimagassutslipp som konsekvens av endret bruksområde for markarealer, dvs. utslipp som følge av at f.eks. et myrområde hogges og dreneres og gjøres om til bebyggt område og/eller park (grasdekt). Tomtevalgsmoduleen kan både opereres uavhengig av de andre modulene og settes inn som del av helheten i klimagassregnskapet.

I overordnet planlegging vil modulen kunne brukes til å studere klimagassbetydningen av tomtevalg og deretter hvordan tomten disponeres. Disse klimagassutslippene kan så ses i sammenheng med utslippsbidrag fra andre kilder i et byggeprosjekt.

Modulen tomtevalg gir mulighet for å beregne klimagassutslippene av å ta i bruk en tomt til andre formål enn de eksisterende. Modulen kan brukes til å sammenlikne utslipp mellom flere tomtealternativer.

Tomtemoduleen skal gi grunnlag for gode valg med tanke på lave klimagassutslipp i livsløpsperspektiv, samt danne grunnlag for dokumentasjon av klimagassutslipp.

Modulen er avgrenset til å omfatte virkninger av tomtevalg.

Utslippene beregnes når følgende legges inn:

- Eksisterende jordbunnsforhold og/eller tidligere bebyggelse.
- Andelen stående skog på tomta og hvor stor andel av trær som skal fjernes.
- Ny bruk av tomta; bygninger og faste dekker, grøntareal og urørt areal.

3.2. Beregningseksempler

Nedenfor er resultater fra beregning av to alternative tomter. Tomtenes beskaffenhet er helt ulike; urørt myr vs. en kombinasjon av bebyggt areal, fjellgrunn og mineraljord. For begge tomtene er klimagassvirkningen av fire varianter av ny arealanvendning beregnet.

Tomt; tidligere bebyggt, fjellgrunn mineraljord eller myr.

Tabell 1. Utslipp og binding av CO₂-ekv. ved omdisponering av bebyggt areal, fjellgrunn, mineraljord og myr. Beregning for tomtestørrelse 10 000 m². Utslipp er angitt i tonn CO₂-ekv per livsløp. Skog / trær er ikke med i regneeksemplet.

Eksisterende grunnforhold, alle 100 %	Ny bruk av arealet:			
	100 % bebyggt	50 % bebyggt 50 % urørt	50 % bebyggt 50 % park	100 % park
bebyggt	0	0	-18	-37
fjellgrunn	0	0	0	0
mineraljord	51	26	26	0
myr	1757	878	1455	1153

Regneeksemplene viser at å ta i bruk myrjord, enten den nedbygges helt eller omdannes til et grøntanlegg, gir betydelige klimagassutslipp.

Se vedlegg 3 for mer detaljert gjennomgang av og kommentarer til tomtevalg.

4. Modul for uteområder

4.1. Anvendelse av modul for uteområder

Modulen beregner utslipp av klimagassutslipp som konsekvens av alle innsatsfaktorer ved etablering og drift/skjøtsel av ulike typer uteområder og elementer i et uteområde. Den kan benyttes både til arealer i tilknytning til bygninger og til selvstendig frittliggende parker og grøntanlegg. Utemodulen kan både opereres uavhengig av de andre modulene og settes inn som del av helheten i et klimagassregnskap for byggeprosjekter. Selve konstruksjonsfasen/byggearbeidene under etableringen beregnes i en egen modul for “anleggs- og byggefase”, se figur 1.

Modulen for uteområder kan brukes til overordnet planlegging (tidligfase) og detaljprosjektering samt til driftsplanlegging. Den er foreløpig utviklet for faste og løse dekker og for grasarealer.

Uteområdets betydning eller andel av samlet utslipp for en bygning m/tomt kan studeres hvis utemodulen brukes som del av en helhetlig beregning for et byggeprosjekt.

I detaljprosjekteringen vil modulen kunne brukes til å studere betydningen av ulik oppbygning, andel av ulike elementer i uteområdet og valg av materialtyper i de ulike elementene. Ulik type oppbygging og valg av materialer vil gi forskjellige klimagassutslipp og modulen gir indikasjoner på hvilke løsninger som kan være de mest klimaeffektive i et livsløpsperspektiv gitt tomtens beskaffenhet.

I driftsplanlegging og dokumentasjon av utslipp ved drift av grøntområder vil modulen kunne brukes til å studere hvordan ulik utforming av uteområdet påvirker klimagassutslippene fra skjøtselen. Det er også mulig å vurdere virkningene av alternative skjøtselsmetoder.

4.2. Etableringsfase

Faste og løse(grus) dekker

Faste og løse dekker består av en oppbygning og et topplag / belegg. Oppbyggingen for en kjørevei består typisk av et forsterkningslag, et bærelag og et settelag, mens en gangsti kan ha kun et settelag. Konstruksjonens bæreevne er avhengig av oppbyggingen, og grunnforholdene vil være avgjørende for hvor tykt forsterkningslaget skal være. Bærelag er i modellen holdt konstant på 100 mm. Settelag er avhengig av topplagets krav og angitt i NS 3420-K, men variasjonen i tykkelse er ikke stor. Det er derfor tykkelsen på forsterkningslaget og valg av belegg som i hovedsak virker inn på utslippstallene.

Grasarealer

Grasarealer etableres vanligvis på stedlige masser og krever ofte et lag av tilført anleggsjord, tykkelsen på dette avhenger av de stedlige jordbunnsforholdene. Utslipp fra etablering av grasarealer er avhengig av jordbunnstype og hvorvidt det organiske tilslaget i anleggsjorda er myrjord eller kompost/slam.

4.2.1. Beregningsseksempler

Forsterkningslag.

Hvor tykt dette må være kommer helt an på grunnforholdene og hvilke påkjenninger og laster dekket skal tåle. Tabell 2 viser at presise beregninger av tykkelse på forsterkningslaget har innvirkning på det totale klimagassutslippet fra anlegget.

Tabell 2. Utslipp for ulike tykkelser forsterkningslag av knuste steinmaterialer. Beregning for areal 1000 m², utslipp beregnet for tre ulike tykkelser forsterkningslag. Utslipp er angitt i tonn CO₂-ekv per livsløp.

Forsterkningslag i mm	tonn CO ₂ -ekv per livsløp
100	2,2
300	6,5
700	15,2

Faste og løse(grus) dekker

Valg av materiale i toppdekket/belegget påvirker bruksegenskaper, estetikk og levetid, og ikke minst utslipp.

Tabell 3. Utslipp for utendørs belegg. Ulike utendørs belegg vil i praksis kreve noe ulik tykkelse for samme ytelse, men i regneksemplet er alle satt til 100 mm for sammenlikningens skyld. Beregning er for areal 1000 m². Utslipp er angitt i tonn CO₂-ekv per livsløp.

Utendørs belegg, 100 mm	tonn CO ₂ -ekv /livsløp	korrigert for levetid
asfalt	5,3	15,9
betongheller	25,3	50,6
plasztøpt betong	24,6	49,2
gatestein av granitt	24	24
plater av granitt	24	24
grus	0,6	1,8

Levetid for grus og asfalt er satt til 20 år, betong (heller og plasztøpt) til 30 år og naturstein til 60 år. For øvrig har granitt, særlig gatestein, men også kantstein og andre produkter, en levetid langt over de 60 år som er satt som livsløp i klimagassregnskap.no.

Se vedlegg 4 for nærmere redegjørelse for modellen for etablering av faste og løse dekker.

Grasarealer

Ved etablering av grasdekker er det spesielt to ting som påvirker utslipp / binding av CO₂-ekv. Det ene er hva arealet tidligere har bestått av eller vært brukt til, og det andre er hva det organiske tilslaget i anleggsjorda består av, se tabell 4.

Tabell 4. Utslipp / binding av klimagasser som tonn CO₂-ekv./livsløp ved etablering av 1000 m² grasareal. En rekke variabler er holdt konstante i regneeksemplene: 10 kg grasfrø, 30 kg mineralgjødning, 20 cm anleggsjord med 5 vekt % organisk materiale, samt standard drenering.

	Tilført anleggsjord med organisk tilslag av:	
	Myr	Ikke-myr
Utgangspunkt:	tonn CO ₂ -ekv./livsløp	tonn CO ₂ -ekv./livsløp
Impediment	134	-26
Åkerjord	79	-81
Eng / beite	134	-26
Skog	97	-62
Myr	1 653	1 493

Resultatene viser tydelig at myr, både som tilslag til anleggsjord og som byggegrunn, gir betydelige utslipp. Annet organisk materiale som tilslag i anleggsjorda gir binding, med mindre anlegget bygges på myrjord.

Når det gjelder forskjellen på å så plen på stedet sammenliknet med å bruke ferdiggras, viser utregninger at utslipp fra innsatsfaktorer og to års skjøtsel av sådd plen ligger nær produksjon av ferdigplen. Da er transporten av ruller med ferdiggras fra produsent til anlegg ikke medregnet.

Se vedlegg 5 for nærmere redegjørelse for modellen for etablering av grasareal.

4.3. Driftsfase

Modulen for uteområder gir muligheten for beregning av klimagassutslipp for drift/skjøtsel av faste og løse dekker samt grasarealer. Ulik type oppbygging og valg av materialer gir ulike driftssituasjoner med ulik konsekvens for klimagassutslippene. Lave utslipp i etableringsfasen kan gi høye utslipp i driftsfasen og dermed samlet over livsløpet gi et høyt utslipp av klimagasser. Modulen og delmodulen (drift/skjøtsel) gir muligheter til å utforske hvilke løsninger som kan være de mest klimaeffektive når både etablering og drift inkluderes i beregningene. Nedenfor gis noen beregningseksempler på virkningen av ulike driftssituasjoner. Utslipp fra utforming og etablering er ikke trukket inn i disse beregningene.

Beregningseksempler

Drift av faste og løse dekker

Drift av faste og løse dekker omfatter ulike arbeidsoperasjoner. Brøyting av snø og strøing av glatte arealer (faste og løse dekker) er de tiltak som gjentas hyppigst. I tillegg kommer feiing, etterfuging, ugrasbekjempelse og løvhåndtering.

Antallet brøytinger / strø-operasjoner er beregnet basert på klimaforhold i ulike landsdeler og høyder over havet. Se vedlegg 2 for mer informasjon om data for klima.

Tabell 5. Utslipp ved drift av faste dekker på 1000 m² per år. Klima og høyde over havet påvirker utslipp fra brøyting og strø-operasjoner.

Landsdel	Postnummer	Utslipp tonn CO ₂ -ekv per livsløp		
		100 moh	300 moh	500 moh
Østlandet	0000-3999	31	32	33
Sør-Vestlandet	4000-4999	22	33	39
Vestlandet	5000-6999	23	35	43
Trøndelag og Nordland	7000-8999	35	39	39
Troms og Finnmark	9000-9999	35	35	39

Drift av grasarealer

Det som påvirker klimagassutslippene er i hovedsak hvor ofte grasarealer klippes. I beregningen inkluderes både maskinbruken under klippingen og transport av maskiner og personell til/fra anlegget.

Antallet klipp regnes ut for ulike klimaforhold, landsdeler og høyder over havet basert på antall vekstdøgn registrert på Bioforsks målestasjoner dividert på antall dager mellom hver klipp. Antallet klipp varierer i vårt tallmateriale fra 8 ganger for vanlig plen som ligger over 400 moh i Nord-Norge til 43 ganger klipp for intensiv plen (golf, fotball mm) under 150 moh på Vestlandet. En rekke variabler er holdt konstante i regneeksemplene i tabell 6, blant annet at arealet er 1.000 m², transport av folk og maskiner t/r anlegget er satt til 6 km, bortkjøring av avfall t/r til 10 km, det er brukt tall for sitteklipper med bioklipp og lagt inn trimming rundt skilt, sokler mv på 100 m² samt opprydding med håndblåse av 100 m². Gjødsling er ikke tatt med.

Se vedlegg 2 for mer informasjon om data for klima og vekstforhold.

Tabell 6. Antall klippinger og de utslipp målt i tonn CO₂-ekv som generes per 1000 m² grasareal per livsløp.

Plen, vanlig og intensiv		Grasbakke	
	Utslipp		Utslipp
Antall klipp	Tonn CO ₂ -ekv./livsløp	antall slått	Tonn CO ₂ -ekv./livsløp
8	2	1	ikke målbart i modellen
15	3	3	ikke målbart i modellen
24	4		
32	6		
43	7		

Utslippene fra skjøtsel av grasarealer er altså relativt små. For grasbakke, som er langgrasområder som slås 1 – 3 ganger per vekstsesong, er utslippene så små at de ikke er målbare for areal 1000 m² i modellen. Om vi velger et langtgrasareal på 10 000 m² med tre ganger slått, blir utslippet 1 tonn CO₂-ekv./livsløp.

5. Usikkerhet i beregningene

Ved oppstart av prosjektet stilte vi oss noen grunnleggende spørsmål:

- Hva kan tomtevalg, type areal, materialvalg og drift bety for klimagassutslippet som kan knyttes til et uteområde?
- Er utslippene fra tomtevalg og etablering/drift av uteområder signifikant og av betydning for det samlede utslippet for et byggeprosjekt?
- Spiller det noen rolle, og er det viktig å gå videre med utvikling av slike beregninger eller er dette helt uvesentlig?
- Blir usikkerheten i beregningene for stor til at vi kan stole på retningen på utslippsendringene (+/- 100 %)?

Usikkerheten i beregningene er stor, men ikke større enn at vi er av den oppfatning at vi kan stole på retningen på endringene som framkommer. Usikkerhetene ligger på flere nivåer:

- kunnskapsgrunnlaget om karbonsyklus og prosesser i jord og vegetasjon er bare delvis kjent – utslipp og binding av karbon. Dette er et felt under utvikling ikke minst internasjonalt i IPCC-regi. Endret arealbruk og drift av land- og skogbruk er viktige forhold som inngår i de nasjonale utslippsregnskapene og nå er blitt en del av de internasjonale utslippsforpliktelsene.
- Utslippsfaktorer for materialtyper (produksjon av disse) er et fagområde som er under sterk utvikling og datakildene blir stadig flere og bedre. Usikkerheten her er fortsatt ganske stor for enkeltmaterialer/produkter.
- Utslippsfaktorer for transport av personell og maskinpark, samt maskindrift er godt kjent og har enkeltvis liten usikkerhet.
- Oppbygning av et uteområde og beskrivelser av materialmengder og andre innsatsfaktorer i prosjektene – prosjektspesifikke data – er til tider svært usikkert. Ofte er beskrivelsene omtrentlige og volumer skjønnsmessig anslått. I mange tilfeller er usikkerheten her den største.

Foreløpige resultater (blant annet beregningseksemplene gjennomgått i kapitlene 3 og 4 ovenfor) indikerer at klimagassutslippene forårsaket av arealdisponering (tomtevalg og bearbeiding) samt materialbruk ved oppbygning kan være signifikant for et byggeprosjekt. Et annet vesentlig poeng er at dette er forhold som kan påvirkes av utbygger. Man kan velge:

- annen tomt
- lavere grad (andel) bearbeiding/kultivering av f.eks. myrområder på en tomt
- andre materialtyper og annen design av uteområdene
- annen driftsform og vedlikehold

6. Videreutvikling av moduler for tomtevalg og uteområder

6.1. Videreutvikling av modul for tomtevalg

Modul for tomtevalg er ferdigstilt. Bruk og framtidige behov kan likevel avdekke at endringer eller videreutvikling er ønskelig.

6.2. Videreutvikling av modul for uteområder

Utemodulen er påbegynt ved at etablering og drift av faste og løse dekker og etablering og skjøtsel av grasarealer er fullført. Bruk og erfaringer vil antakelig vise at enkelte ting bør endres eller gjøres mer presise. Det er også utviklet standardverdier for etablering og drift/skjøtsel, og disse vil nok kreve endringer med mer erfaring.

For at utemodulen skal være et meningsfylt og nyttig verktøy å bruke for planleggere, må den inneholde flere av de elementene som er vanlige i uteområder. Nedenfor er en liste over vegetasjon, møbler og installasjoner som er aktuelle:

Vegetasjon, etablering og skjøtsel

- Trær
- Busker
- Annen vegetasjon: Stauder, klatreplanter, takvegetasjon mm.

Lekeplassarealer, etablering og drift

- Sandkasser
- Fallunderlag
- Lekeutstyr

Vannanlegg, etablering og drift

- støpte fontener, renner og dammer
- naturlige vannløp og dammer

Møblering, etablering og drift

- benker, søppelkasser, sykkelstativer, lysarmaturer, rekkverk, håndløpere, skilt mm
- skulpturer og annen kunst

6.3. Viktige elementer som berører modul for uteområder, men som må løses for klimagassregnskapet som helhet

- Klargjøring av tomt. Dette berører både den delen av tomta som skal brukes til bygget og til uteområdet. Omfatter blant annet vegetasjonsrydding, sprenging, grovplanering og eventuelt kabelgrøfter og drenering.
- Transport av masser ut og inn i anlegget i etableringsperioden er ikke med i planleggingen. Dermed gis det ikke insentiv til for eksempel bruk av stedeagne masser med lagring på egen tomt og heller ikke til mer bevisst planlegging av arealbruk ut fra tomtas naturlige forutsetninger og topografi.
- Transport av materialer over lange avstander. Et aktuelt eksempel for uteområder er granitt. Produkter som er tatt ut og tilvirket lokalt får samme utslipp som natursteinsprodukter fraktet over lange avstander fra andre land.

- Forutsetninger i beregningsmodulene.

7. Eksempel: Mariehaven sykehjem

Sykehjemmet ligger på Østlandet 60 moh. Det er bygget på en 10 daa stor tomt i en gammel hage, uteanlegget er 6,5 daa, bygget dekker resten. Uteområdet består av kjørevei til inngangsparti og varelevering, gangveier og stier, plener og ulik beplantning, benker og annen møblering. Deler av hagen, totalt 1700 m² berøres ikke av utbyggingen, men skal ha samme skjøtsel som resten av vegetasjonen. Arealene har jeg delvis beregnet ut fra en tegning, delvis hentet fra beskrivelsen av uteområdet, de er altså grovt anslått men gir et greit bilde av det virkelige prosjektet.

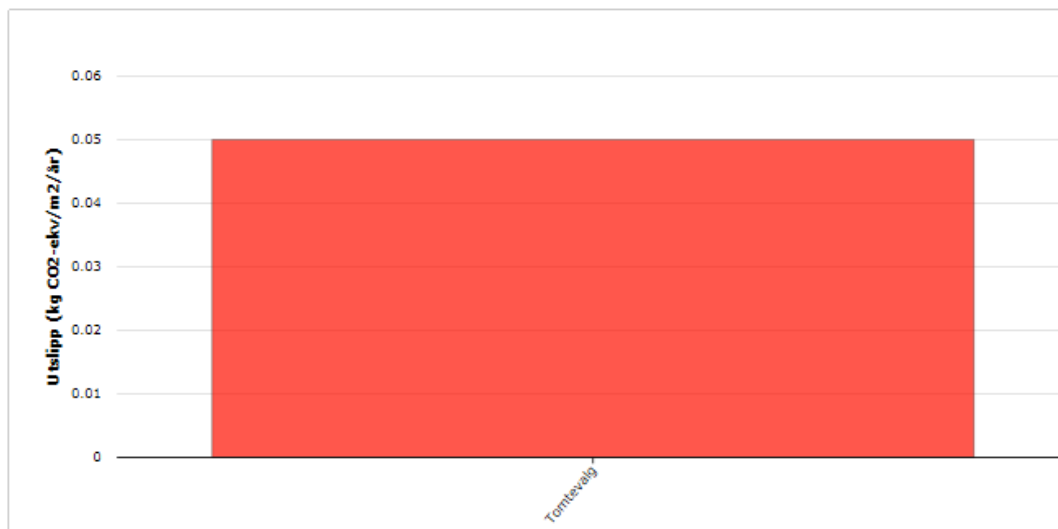
7.1. Tomtevalget, utslippsberegning

Tomta bebygges med selve sykehjemmet på 3500 m², og veier, gangveier og stier med 2000 m², totalt 5500 m². Arealet som benyttes til vegetasjon er totalt 4500m². De fleste av de eksisterende trærne blir bevart, så fjerning av tremasse influerer ikke på utslipp. Beregnet utslipp ved å bruke tomten som planlagt gir utslipp på 28 tonn CO₂-ekv per livsløp, se figur 2.

Beregnet utslipp

I tabellen nedenfor regnes det i forhold til sum berørt areal = 10000 m².

	Tonn CO ₂ -ekv/livsløp	Kg CO ₂ -ekv/m ² /år	Kg CO ₂ -ekv/bruker/år
Sum	28	0.0	.



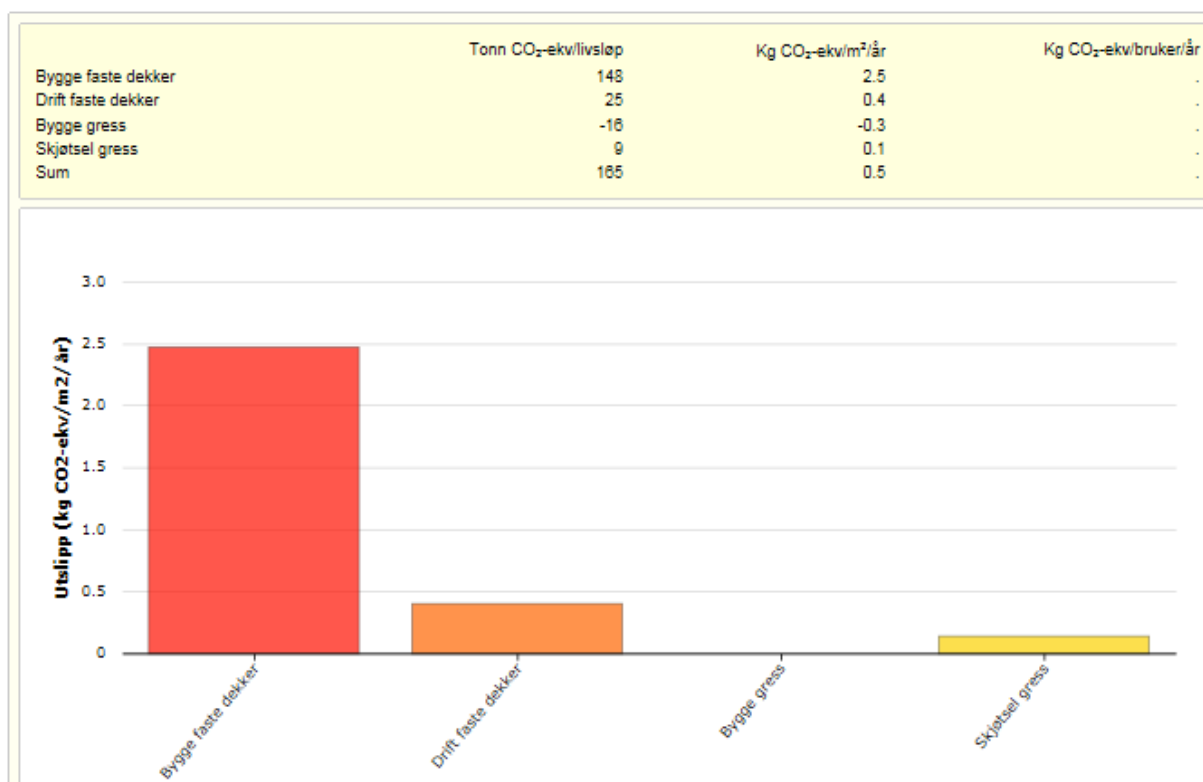
Figur 2: Klimagassutslipp for tomten med den valgte utbygging.

7.2. Utearealet, utslippsberegning ved etablering og drift / skjøtsel

Utearealet er 6500 m² stort. Veier, gangveier og stier dekker 2000 m² av arealet og nye plener og plantefelt 2800 m². Resten er urørt, det vil si at det består av de delene av den gamle hagen som ikke berøres av utbyggingen.

Etablering og drift av faste dekker, altså veier og stier, genererer totalt utslipp tilsvarende 173 tonn CO₂-ekv per livsløp, mens etablering av 1700 m² ny plen og skjøtsel av 2500 m² plen (gammel og ny) totalt gir en binding på 7 tonn CO₂-ekv per livsløp, se figur 3.

Beregnet utslipp



Figur 3: Utslipp for etablering og drift av uteanlegget rundt sykehjemmet.

7.3. Det som ikke er med i eksempelet

Modulen for uteområder kan foreløpig kun brukes til etablering og drift/skjøtsel av faste og løse dekker og grasarealer. I eksempelanlegget hører imidlertid også dette til: trær, slyngplanter, stauder, busker, roser og benker, plantekasser, informasjonstavler, pullerter.

8. Vedlegg – kort gjennomgang av vedleggenes innhold

Hovedinnholdet i vedleggene er presentert i dette kapitlet. Bakerst kan en lese vedleggene i sin helhet.

8.1. Vedlegg 1. Karbon i jorda

Karboninnholdet i jordsmonnet er vesentlig høyere enn i atmosfæren. Jord utgjør derfor en betydelig faktor i karbonregnskapet. Hvordan økt temperatur og endringer av klima vil påvirke denne banken av karbon diskuteres (Davidsson & Janssens 2006).

I myr fører oksygenmangel til dårlig nedbryting av plantematerialet og akkumulering av karbon. Drenering eller uttak av slik jord har store konsekvenser fordi det akkumulerte karbonet oksideres og medfører CO₂-utslipp. Disse utslippene er store og CO₂ – utslippet

bidrar betydelig mer til klimaet enn den metangassen som dannes i myrene om de fikk ligge urørt (Grønlund & al 2006).

I mineraljord vil innholdet av karbon (C) påvirkes av en lang rekke forhold. Dersom disse forholdene er stabile over mange år, antas det at C- nivået stabiliserer seg i en likevektstilstand (West & Six 2007). Det er diskutert om dette også gjelder for kulturjord (Six 2002).

Se vedlegg 1 for mer detaljert gjennomgang av og kommentarer til data brukt i modellen for utslipp og binding av karbon.

8.2. Vedlegg 2. Klima- og vekstforhold

Postnummer og høyde over havet brukes av utemodulen til å anslå klima- og vekstforhold. Dette virker inn på behovet for snøbrøyting/strøing og grasklipping.

Se vedlegg 1 for mer detaljert gjennomgang av og kommentarer til data brukt i modellen for å anslå klima- og vekstforhold.

8.3. Vedlegg 3. Tomtevalg

Denne modulen gir en foreløpig beregning. Når tomt er bestemt og prosjektet planlegges i modulen for anlegg av grøntanlegg, vil effekten av karbon i jordsmonnet beregnes mer nøyaktig, og denne beregningen vil tas ut av prosjektet. Effekten av å fjerne trær blir stående og bringes videre inn i prosjektregnskapet.

Jordsmonnet inneholder karbon i form av dødt plantemateriale - humus. Mineraljord består i hovedsak av steinpartikler, helt ned til de minste, som kalles leir. Myrjord består av ikke omdannet plantemateriale og inneholder derfor spesielt mye karbon. Myrjord dannes oftest av moser, som når den omdannes blir til torv. Myrjord er mørk brun eller svart på farge.

Ved felling av trær vil karbon frigjøres, også fra skogbunnen. I modellen skal en av tre typer skog, og hvor stor prosent av tærne som skal fjernes angis. Karbonberegningen tar utgangspunkt i vanlig tilvekst på stedet ut fra postnummer og høyde over havet. Disse data kan ikke overstyres.

Se vedlegg 3 for mer detaljert gjennomgang av og kommentarer til tomtevalg.

8.4. Vedlegg 4. Etablering av faste og løse dekker

Faste dekker og grusdekker omfatter kjøreflater, gang / sykkelveier og stier samt murer og trapper.

Modellen dekker de vanligste materialer som skal til for å bygge opp det ønskede elementet, og følger oppbyggingen fra utendørs belegget via ulike oppbyggingslag og ned til drenering.

Murer og trapper er tatt med fordi de ofte ligger i tilknytning til veier, og krever en liknende oppbygging med drenering og ulike oppbyggingslag. Videre bygges eller forblendes de i stor grad med materialer som også brukes til vei.

Erfaring gjennom bruk av modellen kan vise at detaljeringsgraden på et senere tidspunkt bør endres.

Se vedlegg 4 for mer detaljert gjennomgang av og kommentarer til modellen for etablering av faste dekker og grusdekker.

8.5. Vedlegg 5. Etablering av grasareal

Modellen tar utgangspunkt i hva jorda tidligere har vært brukt til. Omdisponering til plen vil endre jordas evne til å binde karbon på lang sikt. Areal som tidligere har vært fjell/hustomt/vei/grusareal kalles nedenfor impediment. Jord som legges ut på eksisterende jord eller steingrunn, kalles anleggsjord og må beskrives. Normalt vil jordleverandøren kunne gi de opplysningene som behøves. Dersom det ikke er oppgitt hvor mye torv (myrjord) det er i jorda, må jordleverandøren spørres om dette fordi det har stor betydning.

Det er en fordel for klimagassregnskapet at anleggsjorda er forholdsvis fattig på humus. Slik mineraljord har potensial for å binde karbon i de kommende åra. Anleggsjord med mer enn 6-8 vektprosent humus inneholder allerede mer enn balansenivået på lang sikt.

Se vedlegg 5 for mer detaljert gjennomgang av og kommentarer til modellen for etablering av grasarealer.

8.6. Vedlegg 6. Drenering av grasanlegg

De fleste grøntanlegg må dreneres for å gi gode vekstforhold for plantene og bæreevne for maskiner og brukere. Perforerte rør nedgravd til ca 1 meters dybde med 4-12 meters avstand leder vannet ut av jorda. Kummer er nødvendig for rensing, inspeksjon og vedlikehold. Ved lavpunkter og i forbindelse med faste dekker kan det være nødvendig med sluk for å avlede overflatevann. Dimensjonering for overflatevann krever spesialkompetanse og forventet klimaendring gjør dette arbeidet viktigere enn før.

Se nederst i vedlegg 5 for mer detaljert gjennomgang av og kommentarer til drenering.

8.7. Vedlegg 7. Drift av faste og løse dekker

Drift av faste og løse dekker omfatter kjøreflater, gang / sykkelveier og stier. For stier er driftsmodellen av begrenset betydning, da konstruksjonen av sti oftest ikke er beregnet til å tåle belastninger fra maskinell drift.

Modellen dekker de vanligste driftsoppgaver som krever maskiner og / eller innsatsmidler. Innsatsmidler er materialer som brukes i noen av driftsoppgavene. I tillegg skal man legge inn avstander for transporter av folk, utstyr og avfall til og fra anlegget.

Erfaring gjennom bruk av modellen kan vise at driftsoppgaver bør legges til eller fjernes

Se vedlegg 6 for mer detaljert gjennomgang av og kommentarer til modellen drift av faste og løse dekker.

8.8. Vedlegg 8. Skjøtsel av grasarealer

Skjøtsel av grasarealer omfatter plener og grasbakker.

Modellen dekker de vanligste skjøtselsoppgaver som krever maskiner og / eller innsatsmidler. Innsatsmidler er materialer som brukes i noen av driftsoppgavene. I tillegg skal man legge inn avstander for transporter av folk, utstyr og avfall til og fra anlegget.

Erfaring gjennom bruk av modellen kan vise at skjøtselsoppgaver bør legges til eller fjernes.

NS 3420-Z:2011 beskriver fire ulike kvalitetsklasser for plen og fire ulike kvalitetsklasser for grasbakke.

Det er valgt kvalitetsklasse 2 for begge typer grasarealer. Svakheten med ikke å ta med minst to kvalitetsklasser for hver av arealtypene, er at det begrenser muligheten for å velge en mindre skjøtselsintensiv kvalitetsklasse for å redusere klimagassutslippene fra skjøtselen.

Se vedlegg 7 for mer detaljert gjennomgang av og kommentarer til modellen grasarealer - skjøtsel.

8.9. Vedlegg 9. Standardverdier

Med standardverdier (defaultverdier) menes verdier som framkommer på bakgrunn av at brukeren legger inn størrelse på areal og noen andre parametere, avhengig av hva som skal etableres. Utslippstallene som da framkommer er det knyttet usikkerhet til, men de vil likevel gi et bilde om størrelsesorden på utslipp / binding.

Standardverdier er basert på gjennomsnittstall fra et forholdsvis lite antall anlegg som er lagt inn i modellen. Etter hvert som modellen tas i bruk vil standardverdiene kunne bli endret.

Overstyring av standardverdier er mulig, og planlegger kan gjennom valg påvirke klimagassutslippene fra prosjektet.

Vedlegg 1. Karbon i jorda

Karboninnholdet i jordsmonnet er vesentlig høyere enn i atmosfæren. Jord utgjør derfor en betydelig faktor i karbonregnskapet. Hvordan økt temperatur og endringer av klima vil påvirke denne banken av karbon diskuteres (Davidsson & Janssens 2006).

I myr fører oksygenmangel til dårlig nedbryting av plantematerialet og akkumulering av karbon. Drenering eller uttak av slik jord har store konsekvenser fordi det akkumulerte karbonet oksideres og medfører CO₂-utslipp. Disse utslippene er store og CO₂ – utslippet bidrar betydelig mer til klimaet enn den metangassen som dannes i myrene om de fikk ligge urørt (Grønlund & al 2006).

I mineraljord vil innholdet av karbon (C) påvirkes av en lang rekke forhold. Dersom disse forholdene er stabile over mange år, antas det at C- nivået stabiliserer seg i en likevektstilstand (West & Six 2007). Det er diskutert om dette også gjelder for kulturjord (Six 2002).

For å kunne beregne utviklingen av karbon i jorda, er det utviklet modeller som deler det organiske materialet inn i ulike undergrupper etter hvor stabile de er mot nedbryting. De mest kjente modellene er Century (Parton & al 1986) og The Rothamsted organic carbon turnover model (Coleman & Jenkinson 2008), men også SOILN (Blombäck & al 2003), Yasso (Astrup & al 2010) og blir benyttet.

Noen viktige faktorer som bestemmer C-innholdet i jord på lang sikt, er:

1. Produksjonen av organisk materiale
 - a. Vekstforhold (lys, temperatur, vann, næring)
 - b. Plantart (genetisk vekstpotensial, rot/skudd-forhold, lignininnhold o.l.)
2. Nedbryting av organiske materiale
 - a. Mikrobiologisk aktivitet (oksygentilgang, temperatur)
 - b. Stabiliserende elementer (leire, mikroaggregater, komplekse organiske molekyler)

Det organiske materialet i jorda består av ca 50 % karbon. (Amha & al 2010,). Hvordan dette materialet fordeler seg ned gjennom jordprofilen varierer, men generelt er det mer dyptliggende C i dyrket jord enn i skogen (Jobbágy & Jackson 2000).

a. Modell for endringer av karbon i jord

I Norge er det spesielt store lokale forskjeller i klima, topografi og jordsmonn. Det er derfor nesten umulig å lage modeller som kan estimere karboninnholdet i jorda på et bestemt sted. Om en slik modell var tilgjengelig ville den kreve gode data om lokalklima og jordsmonnet. Så finmaskede data finnes ikke.

Prosjektgruppen valgte likevel å presentere en modell ut fra prinsippet om at en grov og forenklet modell er bedre enn ingen modell.

Hovedtanken bak modellen er at klima og jordsmonnet på et sted er stabilt. Endret bruk av jordsmonnet vil starte en prosess i jorda mot en ny likevektstilstand, et nytt balansenivå for organisk materiale.

I modellen brukes den endringen i C-nivå som kan forventes ved overgangen fra en type vegetasjon til en annen, altså momenter under punkt 1 ovenfor. I modellen er ny vegetasjon begrenset til grasdekke, men det er også forsøkt å vurdere hva som skjer med jord under faste dekker eller bygninger. De tre plantesystemene som sammenlignes er jorda under åker, skog og grasmark.

Anvendelse av myrjord har store konsekvenser. Det er brukt som utgangspunkt at oppdyrking av myr eller fjerning av myrjord for å gi plass til bygninger vil medføre en oksidasjon av det organiske materialet. Denne prosessen er kvantifisert til mellom 2,2 og 3 kg CO₂ i flere studier gjort av Arne Grønlund og hans medarbeidere. Modellen bruker dette som utgangspunkt for myrjord.

Om myr tas ut og anvendes i anleggsjord og legges som et topplag i et grøntanlegg, antas det at nedbryting vil skje enda raskere enn om myra var dyrket opp til gras på mer tradisjonell måte.

Behandlingen av myrjord i modellen har først og fremst et pedagogisk mål, at planleggere skal se de store klimakonsekvensene det har å anvende myrjord i anlegget.

Vedlegg 2. Detaljert gjennomgang av og kommentarer til data brukt i modellen for å anslå klima- og vekstforhold

a. Beskrivelse og lokalisering

Postnummer og høyde over havet brukes av utemodulen til å anslå klima- og vekstforhold. Dette virker inn på behovet for snøbrøyting/strøing og grasklipping.

Også størrelsen på trærne tomte beregnes med utgangspunkt i hvor tomte er.

b. Data brukt i modellen

Med utgangspunkt i postnummer opereres det med 5 landsdeler. Disse er valgt med utgangspunkt i vekstforholdene på de mest bebodde stedene i landsdelen. Det skal oppgis høyde over havet. Dette gir grunnlag for å beregne antall vekstdøgn på stedet.

Tabell 1 Inndeling i klimaområder basert på landsdel og høyde over havet

Landsdel	Om-fatter Post-nummer	Lokalitet som er utgangspunkt	Vekst-døgn ved lokalitet	Høyde over havet			Antall vekstdøgn		
				0-150	150-400	>400	0-150	150-400	>400
				Valgt korreksjonsfaktor vekstdøgn			Vekstdøgn på lokalitet, vektet for befolkningstetthet		
Østlandet	0000-3999	Oslo /Blindern	188	1.05	0.9	0.75	197	169	141
Sør-Vestlandet	4000-4999	Sola	215	1	0.9	0.75	215	193	161
Vestlandet	5000-6999	Bergen /Florida	215	1	0.9	0.75	215	193	161
Trøndelag og Nordland	7000-8999	Trondheim /Værnes	180	1	0.8	0.7	180	144	126
Troms og Finnmark	9000-9999	Tromsø	130	1	0.7	0.5	130	91	65
			Tall for lokalitet fra normalen 1961-1990						

Antall grasklipp pr sesong beregnes ut fra antall vekstdøgn i tabell 1. Antall dager mellom hver klipping er satt til 60 dager for grasbakke, 8 dager for vanlig plen og 5 dager for intensivt skjøttet plen (sportsanlegg). (Foreløpig er ikke intensivt skjøttet plen med i modellen.)

Frekvensen av snøbrøyting og behovet for å strø påvirker energiforbruket. Det er ikke mulig å anslå dette riktig for en bestemt lokalitet, men i modellen foreslås disse tallene. De kan overstyres:

Tabell 2 Antall brøytinger og/eller strø-operasjoner på ulike lokaliteter

Landsdel	Postnummer	Høyde over havet		
		0-150	150-400	>400

Østlandet	0000-3999	20	21	22
Sør-Vestlandet	4000-4999	8	22	30
Vestlandet	5000-6999	10	25	35
Trøndelag og Nordland	7000-8999	25	30	30
Troms og Finnmark	9000-9999	25	25	30

c. Dokumentasjon

Store lokale variasjoner er her slått sammen til de 15 gruppene som er brukt i tabell 1 og 2. Tabell 1 og 2 er satt opp med utgangspunkt i klimanormal for 1961-1990 og et faglig skjønn. Til hjelp er brukt opplysninger fra Oslo kommune som sier at antall brøytinger i Oslo, som gjennom snitt for 10 år er:

- Kyst: 8 ganger
- Rundt ring 3 (ca 150 meter): 15-25 ganger
- Holmenkollen: 35 ganger

Det er hentet inn data fra klimastasjonene i landbruket som gjengitt i tabell 3. Fra noen gjennomsnitt innenfor hver landsdel er det anslått (røde tall) antall brøytedager. Disse er skjønnsmessig brukt i tabell 2. Legg merke til at tabell 2 omfatter både snøbrøyting og strøing. Temperaturvariasjoner rundt null grader er derfor trukket inn i vurderingen.

Tabell 3 Hjelpetabell for vurdering av antall brøytedager.

Gjennomsnittet er beregnet for de overstående målestasjonene. Disse er lokalisert i en landsdel, kol.3, jfr. tab 1. Dager mellom brøyting og strøing (røde tall)er anslått ut fra et faglig skjønn. Antall brøytedager er lik nedbør nov-april delt på dager mellom brøyting/strøing.							
DATA FRA MÅLESTASJONER I LANDBRUKET NORMAL 1961-1990							
Snødager ved lokalitet, Def: > 25 cm snø					Nedbør nov-apr	Dager mellom brøyt/strø	Brøytedager
			hoh	Gj.snitt			
Frosta	120	M	1				
Skjetlein	130	M	1		404		
Tjøtta	86	M	1		719		
Sortland	145	M	1				
Rissa	173	M	1	130.8		6	21.8
Mære	141	M	2		399		
Skogmo	170	M	2				
Kvithamar	130	M	2	147		8	18.4
Vågånes	125	N	1				
Holt	185	N	1	155	545	6	25.8
Pasvik	218	N	2	218	150	14	15.6
Hjelmeland	52	S	1				
Landvik	70	S	1				
Særheim	39	S	1	53.6667		5	10.7

Njøs	74	V	1				
Furunaset	54	V	1	64		5	12.8
Surnadal	165	V	2	165		7	23.6
Tjølling	95	Ø	1				
Sande	100	Ø	1				
Rakkestad	97	Ø	1				
Ås	104	Ø	1				
Tomb	61	Ø	1		340		
Hokksund	140	Ø	1				
Bø	115	Ø	1				
Hønefoss	105	Ø	1				
Lier	95	Ø	1	101.333		5	20.3
Ramnes	102	Ø	2				
Roverud	136	Ø	2		210		
Ilseng	134	Ø	2				
Gran	135	Ø	2		287		
Hvam	135	Ø	2				
Kise	135	Ø	2				
Apelsvoll	146	Ø	2				
Fåvang	189	Ø	2	139		8	17.4
Løken	195	Ø	3				
Gausdal	198	Ø	3				
Alvdal	202	Ø	3	198.333		9	22.0

Vedlegg 3. Dokumentasjon og beskrivelse av tomtevalg

Denne modulen gir en foreløpig beregning. Når tomt er bestemt og prosjektet planlegges i modulen for anlegg av grøntanlegg, vil effekten av karbon i jordsmonnet beregnes mer nøyaktig, og denne beregningen vil tas ut av prosjektet. Effekten av å fjerne trær blir stående og bringes videre inn i prosjektregnskapet.

Jordsmonnet inneholder karbon i form av dødt plantemateriale - humus. Mineraljord består i hovedsak av steinpartikler, helt ned til de minste, som kalles leir. Myrjord består av ikke omdannet plantemateriale og inneholder derfor spesielt mye karbon. Myrjord dannes oftest av moser, som når den omdannes blir til torv. Myrjord er mørk brun eller svart på farge.

Ved felling av trær vil karbon frigjøres, også fra skogbunnen. I modellen angis én av tre typer skog, og hvor stor prosent av tærne som skal fjernes. Karbonberegningen tar utgangspunkt i vanlig tilvekst på stedet ut fra postnummer og høyde over havet. Disse data kan ikke overstyres.

a. Data brukt i modellen

Effekter på jorda

Tabell 1 Beregningsfaktorer brukt i modellen når et areal planlegges omdisponert.

Endring	Kommentar	Organisk materiale i jorda. Likevektstilstand Kg m ⁻²		Endring i løpet av 60 år (=planperiode)
		Før	Etter	
Tidligere bebygd til park	Negativ CO ₂	6	10	-0,5
Fjellgrunn til bygninger	Mangler informasjon for sprenging	0	0	0
Fjellgrunn til grøntanlegg	Nøytral	10	10	0
Mineraljord til bygninger	Positiv CO ₂	10	6	0,7
Mineraljord til park	Nøytralt	10	10	0,5
Myrjord til bygninger	Positiv CO ₂	120	0	0,8
Myrjord til park	Positiv CO ₂	120	30	0,7

Effekten av skog som er tatt ut fra tomta.

Basert på de tre begrep tett skog/ glissen skog /spredte trær er tabell 2 benyttet i modellen for å beregne tapet. Muligheter for å plante trær er ikke en del av denne modellen nå.

Tabell 2. Tremasse, inkludert hogstavfall og stubber/røtter (som antas fjernet/brent) i kg C pr m²

	Meter over havet	Tett skog			Glissen skog =50 %			Spredte trær =10 %		
		0-150	150-400	>400	0-150	150-400	>400	0-150	150-400	>400
Landsdel	Postnr		90 %	70 %		90 %	70 %		90 %	70 %
Østlandet	0000-3999	10.24	9.21	7.17	6.00	5.40	4.20	2.85	2.57	2.00
Sør-Vestlandet	4000-4999	12.45	11.21	8.72	4.91	4.42	3.44	1.99	1.79	1.39
Vestlandet	5000-6999	12.45	11.21	8.72	4.91	4.42	3.44	1.99	1.79	1.39
Tr.lag og Nordland	7000-8999	9.11	8.20	6.38	5.10	4.59	3.57	1.61	1.45	1.13
Troms og Finnmark	9000-9999	4.99	4.49	3.49	3.11	2.80	2.18	1.01	0.00	0.00

b. Dokumentasjon med referanser

b.1. Karboninnholdet i jorda

Karboninnholdet i jorda på en bestemt lokalitet er vanskelig å beregne fordi det er en funksjon med mange variabler. Det er valgt å eliminere alle faktorer knyttet til jordsmonn og klima, og se bare på effekten av endret anvendelse av jorda. Det betyr at vesentlige faktorer, som endret dreneringsgrad og omrøring (ødelagte mikroaggregater og lufteksponering) ikke er medregnet.

Det var enighet i arbeidsgruppen om at effekten av en utbygging på myrjord var så stor at tomtevalgsmoduleen måtte utvikles til tross for manglende datagrunnlag. I tabell 3 er forklarende kommentarer satt inn.

Tabell 3 Beregningsfaktorer brukt i modellen med forklarende tekst.

		Kg organisk materiale pr m ² ¹⁾	Endring i løpet av 60 år ²⁾		

Endring	Kommentar	Før	Etter		Merknader
Tidligere bebyggd til park	Negativ CO ₂	6	10	-0,5	Når undergrunnsjord settes i produksjon vil det skje en C-binding. Jfrbakkeplanert jord. Endringshastigheten påvirkes av gjødslingsnivået. Det vil trolig også anvendes anleggsjord. Dette beregnes i selve prosjekteringen.
Fjellgrunn til bygninger	Mangler informasjon for sprenging	0	0	0	Nitrøse klimagasser? Transport av sprengmasse ville blitt beregnet andre steder i prosjektregnskapet
Fjellgrunn til grøntanlegg	Nøytral	10	10	0	Det forutsettes her at matjord flyttes inn på fjellet og at det ikke skjer noen endringer i selve jorda. Grov forenkling
Mineraljord til bygninger	Positiv CO ₂	10	6	0,7	Det antas at jordas innhold av karbon går ned, men relativt langsomt. Matjord vil trolig fjernes og benyttes som anleggsjord. Slik beregning gjøres mer detaljert i modulen for anlegg av plen
Mineraljord til park	Nøytralt	10	10	0,5	Det skjer ingen endring
Myrjord til bygninger	Positiv CO ₂	120	0	0,8	Myrmasse graves ut og fjernes. Ofte vil den benyttes som i topplag som anleggsjord. Dybde på myra er svært viktig, men her antas en standard dybde på 2 meter med et gitt C-innhold pr m ² . ³⁾
Myrjord til park	Positiv CO ₂	120	30	0,7	Tallene er valgt for å oppnå et årlig CO ₂ -tap mellom 2,5 og 3,0 kg CO ₂ m ⁻² . Dette er dokumenterte tap ved anvendelse av myrjord til eng.

¹⁾ Likevektsnivå på lang sikt.

²⁾ Antatt oppnådd endring i løpet av 60 år. Nedbryting skjer i naturen normalt raskere enn oppbygging (West & Six 2007), men oppbyggingshastigheten påvirkes av blant annet gjødselnivå. (Qian, 2003)

³⁾ Se tabell 4.5 i BioforskRapport 132 2008. Myr 40-70 cm dybde har 644 gram C pr cm dybde. Gjennomsnittsr myr dybde i Norge antas å være 2 meter (nederst s 16 i rapporten).

b.2. Effekt av tapt skog

Effekten av tapt skog kan vurderes på flere måter. Det er valgt å regne at trær og trevirke som er fjernet gir et 100 % tap av C innenfor tidsrammen på 60 år.

Data i tabell 2, kolonne 3 (rød skrift) er hentet fra: Viten fra Skog og landskap 1/07: Skogen i Norge av John Y Larsson og Gro Hysten, tabell 11, side 55. Her dokumenteres stående tremasse på ulike boniteter og landsdeler. Det er valgt å benytte tall fra hogstklasse 4.

Østlandet er representert ved tall fra Agder og Telemark.

	m ³ /ha
<u>Østlandet</u>	
Bonitet 20 – tett skog	273
Bonitet 14 – glissen skog	160
Bonitet 6 – spredte trær	76

Vestlandet = Sør-Vestlandet:

Bonitet 20 – tett skog	332
Bonitet 14 – glissen skog	131
Bonitet 6 – spredte trær	53

Midt-Norge = Trøndelag

Bonitet 20 – tett skog	243
Bonitet 14 – glissen skog	136
Bonitet 6 – spredte trær	43

Troms og Finnmark

Bonitet 14 – tett skog	133
Bonitet 11 – glissen skog	83
Bonitet 6 – spredte trær	27

Dette er omregnet til kg C/m² slik:

Fra m ³ /hektar til l/m ²	0,1
Tillegg for hogstavfall og røtter	1,5*
Omregning til kg organisk tørrstoff	0,5
Omregning til kg C	0,5

* hogstavfall regnes ofte som 10 % av stående stammevolum (Astrup 2010), men her vil trolig også stubber og røtter fjernes

Vedlegg 4. Dokumentasjon og beskrivelse av etablering av faste dekker og grusdekker

Faste dekker og grusdekker omfatter kjøreflater, gang / sykkelveier og stier samt murer og trapper.

Modellen dekker de vanligste materialer som skal til for å bygge opp det ønskede elementet, og følger oppbyggingen fra det øverste belegget via ulike oppbyggingslag og ned til drenering.

Murer og trapper er tatt med fordi de ofte ligger i tilknytning til veier, og krever en liknende oppbygging med drenering og ulike oppbyggingslag. Videre bygges eller forblendes de i stor grad med materialer som også brukes til vei.

Erfaring gjennom bruk av modellen kan vise at detaljeringsgraden på et senere tidspunkt bør endres.

a. Arealer, størrelse og arrondering – viktig i drift

Når det gjelder arealer med faste dekker og grusdekker, vil utslippene ved drift påvirkes av hvor lett det er komme til ved snømåking, etterfuging, feiing og ugrasbehandling av arealene. Vi har gitt store flater over 1000 m² en faktor på 1. Store flater over 1000 m² med mer enn 20 % hindringer har vi gitt en faktor på 1,2. Også små arealer får fått en faktor på 1,2. Denne faktoren er basert på antagelser. Vi har valgt å dele arealer med tilhørende hindringsfaktorer inn i tre størrelsesgrupper:

- store flater: > 1000 m², hindringer < 20 %: faktor = 1
- store flater med hindringer > 1000 m² med > 20 % hindringer, f. eks. trær, buskfelt, innsnevring, stolper, møbler og annet: faktor = 1,2
- små flater < 1000 m²: faktor = 1,2

Ved å gi de ulike arealene en hindringsfaktor mener vi å ha tatt med det økte drivstofforbruket ved en liten flate, eller en stor, komplisert flate der man ender med å kjøre over det samme arealet mange ganger ved feiing, snøbrøyting og etterfuging.

For vinterdrift betyr mulighet for snødepot på eiendommen mye. Dersom man må kjøre vekk snø etter hver brøyting øker dette utslippene vesentlig.

b. Standardverdier

Standardverdier (defaultverdier) er basert på gjennomsnittstall av et forholdsvis lite antall anlegg som er lagt inn i modellen. Etter hvert som modellen tas i bruk av flere vil standardverdiene kunne bli endret.

Bruker velger hvilket element som skal bygges, antall m², utendørs belegg og om arealet skal dreneres. Utslipp for bygging av det valgte elementet, samt utslipp for drift gjennom 60 år (livsløp) vil dermed være gitt.

Overstyring av standardverdier er mulig, og planlegger kan gjennom valg påvirke klimagassutslippene fra prosjektet.

c. Levetid på utendørs belegg

Levetid forutsetter at dimensjonering, utførelse og kvalitet er gjennomført etter kravene i NS 3420-K og etter de krav bruk, stedlige forhold og ervervet kunnskap krever. Fagmessig bygde utendørs belegg antas, med den kjørebeklastning som er vanlig på arealer rundt bygg, å ha noe ulik levetid:

- grus og asfalt: 20 år
- betong, ulike produkter: 30år
- naturstein, ulike produkter: minst 60 år

Dette forutsetter jevnlig og fagmessig vedlikehold, inklusive ugrasrenhold, etterfuging og reparasjon av småskader, og at arealene ikke brukes til tyngre laster enn de er bygget for. Naturstein, særlig granitt og liknende harde materialer, har en mye lengre levetid enn det som er livsløpstandard på 60 år. Derfor ville klimagassutslippene for granitt bli lavere om livsløp var regnet ut fra den reelle levetiden til granittprodukter.

d. Enkeltelementer som skal bygges

d.1. Kjøreflater

Kjøreflater omfatter veier, plasser og torg, det vil si alle arealer som skal tåle belastning av personkjøretøyer, men også varelevering og maskinell drift av arealene.

d.2. Gang / sykkelveier

Gang / sykkelvei omfatter alle arealer som skal brukes av fotgjengere og syklister. De skal også tåle maskinell drift av arealene.

d.3. Stier

Stier er arealer med enkel oppbygging kun beregnet på fotgjengere. De skal ikke bygges opp for maskinell drift.

d.4. Murer

Murer kan ha ensidig eller tosidig visflate. Med arealet av en mur menes visflaten / summen av visflatene.

d.5. Trapper

Terrengtrappers volum framkommer ved at gjennomsnittlig tykkelse på medgåtte materialer multipliseres med trappens bredde og lengde.

Trappevanger kan beregnes som mur. Rekkeverk og håndløpere er ikke med i den foreliggende modellen.

e. Valgmuligheter ved konstruksjon av elementene

e.1. Utendørs belegg

Utendørs belegg angis i det valgte materialet, tykkelse og antall m².

Modellen gir valgmulighetene: asfalt, gatestein, natursteinsplater i granitt og skifer, grus, betongstein og – heller, plasstøpte betongdekker, overflatedekker med pålimt naturstein, teglstein, tredekker.

Kanter, av kantstein og stål, er tatt med under utendørs belegg.

e.2. Fuger

Fuger regnes, når det gjelder areal og medgått fugemasse, som en del av beleggets areal og materiale.

e.3. Permeabel asfalt

Det er økt etterspørsel etter permeable dekker, fordi lokal infiltrasjon av overflatevann er viktig. Permeabel asfalt anbefales imidlertid ikke som utendørs belegg, da porene tetter seg allerede etter få år. Permeabel asfalt er imidlertid velegnet som bærelag for arealer som bygges for oppvarming om vinteren.

e.4. Tredekker

Treverk som brukes i trapper og dekker utendørs. Levetid er avhengig av konstruksjonen og om treverket er behandlet for økt levetid. Det knytter seg dermed usikkerhet med hensyn til de valgte verdiene for levetid:

- tre (ikke behandlet): 5 år
- trykkimpregnert tre: 25 år
- kebony tre: 30 år

e.5. Organisk materiale som utendørs belegg

Materialer som bark og flis kan benyttes som toppdekke på stier, men brukes i så liten grad at det ikke er med som et valg her.

e.6. Forsterkningslag, bærelag og settelag

Disse angis i det valgte materialet, tykkelse og antall m². Forsterkningslag er avhengig av grunnforholdene på stedet og hvilken bæreevne konstruksjonen skal ha. Tykkelse på forsterkningslag varierer dermed mye. Bærelag på 100 mm er i de fleste tilfeller et godt valg. Settelagets tykkelse avhenger av hvilket utendørs belegg som er valgt. Tykkelsen angis i NS 3420-K for ulike utendørs belegg.

e.7. Drenering

Dersom arealet skal dreneres må bruker velge blant en rekke elementer: geotekstil, drensledninger, sandfangskum med tilbehør: ramme, rist, lokk og slukrist, eller ferdigstøpte drensrenner med rister.

Vedlegg 5. Dokumentasjon og beskrivelse av etablering av grasareal

a. Etablering av grasareal

Modellen tar utgangspunkt i hva jorda tidligere har vært brukt til. Omdisponering til plen vil endre jordas evne til å binde karbon på lang sikt. Areal som tidligere har vært fjell/hustomt/vei/grusareal kalles nedenfor impediment. Jord som legges ut på eksisterende jord eller steingrunn, kalles anleggsjord og må beskrives. Normalt vil jordleverandøren kunne gi de opplysningene som behøves. Dersom det ikke er oppgitt hvor mye torv (myrjord) det er i jorda, må jordleverandøren spørres om dette fordi det har stor betydning.

Det er en fordel for klimagassregnskapet at anleggsjorda er forholdsvis fattig på humus. Slik mineraljord har potensial for å binde karbon i de kommende åra. Anleggsjord med mer enn 6-8 vektprosent humus inneholder allerede mer enn balansenivået på lang sikt.

a.1. Forbruk ved anlegg av grasmatta

Frø er ubetydelig, men er med i modellen fordi det kan bli etterlyst av brukeren. Gjødselforbruk omregnes til kg N pr 1000 m² dersom dette ikke oppgis. Kunstgjødsel: 20 % N. Naturgjødsel: 10 % N. Emisjonsfaktor for nitrogengjødsel, 6 kg CO₂ pr kg N, er brukt.

Ugrasmidler, standardverdi 0,5 l/da. Emisjonsfaktor er ubetydelig, men ugrasmidler er med i modellen fordi det kan bli etterlyst av brukeren.

Bruk av ferdigplen gir et CO₂-utslipp tilsvarende to års intensiv gras-skjøtsel. Ferdigplen er ikke med som valg i modellen fordi det ikke betyr noe for utslippene om graset er dyrket her eller der.

a.2. Beskrivelse av jorda som benyttes til grasarealet.

Omdisponeringen av jord gjøres mer nøyaktig enn i tomtevalgsmodule. Når det er fylt inn tall i denne modulen, vil dette overstyre tallene fra tomtevalgsmodulens grøntanleggsdel.

Det var et ønske fra brukerne å kunne kombinere stedegen jord og anleggsjord. I praksis kan det tenkes flere varianter av innblanding. Som oftest vil anleggsjord bli brukt på grusfyllinger eller impediment eller som et forbedringssjikt på skogsjord der røtter og stubber er fjernet.

Effekten beregnes i to trinn. Først beregnes effekten av endringen fra en anvendelse av jorda til en annen. Deretter legges effekten av anleggsjorda til.

b. Dokumentasjon med referanser

b.1. Trinn en: effekten av endret vegetasjon på stedegen jord

Tabell 1. Effekt av omdisponering av stedegen jord til grasplen.

	C_0 bindings- potensialet Kg C m ⁻²	C_g bindings- potensialet i grasplen Kg C m ⁻²	$C_0 - C_g$ endrings- potensial Kg C m ⁻²	Etter 60 år hvis nedgang	Etter 60 år hvis økning	C- effekt Kg C m ⁻²	C – effekt pr år i 60 år Kg CO ₂ m ⁻²
Impediment	0	17					
Åkerjord	14	17	-3	0.7	0.5	-1.5	-0.09
Eng/beite	17	17	0	0.7	0.5	0	0
Skog	15	17	-2	0.7	0.5	-1	-0.06
Myr	100	17	83	0.5	0.5	41.5	2.53

C_0 (jorda i utgangspunktet) og C_g (jord under grasmark/plen) er estimert som kg karbon pr kvadratmeter full jorddybde.

Mange studier av karboninnholdet i jorda bygger på tall fra de øverste sjikt i jorda. 30 cm jorddybde er en standard som anbefales brukt i klimagassregnskapet (Carré & al 2010). Karbonlageret dypere ned er ikke ubetydelig. Derfor er totalinnholdet i jordsmonnet trolig underestimert i mange rapporter. Mens innholdet er sterkt påvirket av klima, er den vertikale distribusjonen av karbonet mest påvirket av vegetasjonstypen (Jobbágy, 2000).

Men det er i denne modellen de relative forskjellene mellom kategoriene som gir grunnlag for utslipp eller binding av CO₂. De absolutte verdiene er ikke avgjørende.

Tallet for **åkerjord** og **eng og beite** er anslått ut fra tabellene til Grønlund et al B. Der oppgis, i tabell 4.5, at 15,2 tonn C pr da er et landsgjennomsnitt for dyrket jord. Data fra Skog og Landskap (Klakegg 2011), som er hentet fra ulike dybde, jordart og vekster, antyder forskjeller i karbon % mellom de 361 prøvene slik: alle (1.51 %), åkerjord (1.39 %) og eng/grasmark (1.71 %). Disse relative forskjellene er brukt i modellen for å angi forskjellen mellom de to typene dyrket mark.

Mineraljorda i produktiv skog i Norge er anslått å ha mediant innhold av karbon på 13.2 kg m⁻² (de Wit, 1999). En forholdsvis stor del av det organiske materialet er knyttet til O-sjiktet i skogbunnen, og det er mye i gran- og furuskog sammenlignet med løvskog. C-innholdet går midlertidig ned i forbindelse med hogst. Studier av karboninnholdet i svenske og finske skoger har gitt betydelig lavere verdier (30 % av norske verdier). Usikkerheten er stor.

Det er vanskelig å anslå en generell rangering mellom skog og mer kultivert jord i et grøntanlegg også fordi det gjøres en rekke inngrep. Vil en del av O-sjiktet fjernes eller graves/blandes ned ved utbygging? Vil området dreneres? Overgangen fra skog til gras innebærer regelmessig gjødsling, noe som vil gi raskere oppbygging av organisk materiale (Quian 2003). Drenering har motsatt effekt.

Studier av hva som skjer ved oppdyrking av skog til jordbruk har gitt ulike resultater, men de fleste viser at karboninnholdet i jorda synker (Johnson 1992). En norsk oppsummering (de Wit, 1999), hevder at det er generell enighet blant forskere om at oppdyrking av skog vil redusere C-innholdet i jorda. Samtidig refererer den til studier fra ulike klima og miljø som viser at grasmark gir mer karbon enn skog.

En ny studie av jordsmonnet i Estland, som har et relativt homogent klima og små høydeforskjeller, beskriver hvordan karboninnholdet varierer mellom åker, grasmark og skog i en rekke ulike jordtyper. Rangeringen av skog og åker varierer med fuktighet (automorf og hydromorf mineraljord), men grasmark kommer uansett ut med høyest C-innhold på mineraljord. (Kölliet & al, 2009)

På denne bakgrunnen har modellen plassert karboninnholdet i skogsjord mellom åkerjord og grasmark.

Mye taler for at drenering er en svært viktig faktor, og denne bør tas med ved en videre utvikling av modellen.

Myrjord inneholder mye karbon. Jorddybde er en viktig parameter, men de som bruker modellen kjenner sjelden dybden. Modellen tar derfor utgangspunkt i studier som viser at oksidasjonen av karbon i oppdyrkede myrer gir et årlig CO₂-utslipp mellom 2 og 3 kg pr år. (Grønlund & al 2006, 2008A, 2008B)

Estimatet på 100 kg karbon pr m² myrjord er høyt, og indikerer en myrddybde på ca 2 meter. Det er trolig høyere enn realistisk, men resultatet av beregningene er fornuftige.

Endring av C-innholdet i jorda over 60 år er satt til 0.7 av endringspotensial for mineraljord og 0.5 for myrjord når karboninnholdet går ned. Det antas at myrjorda vil bli tettere med åra og at oksidasjonen derfor bremses opp. Tapet er størst de første åra etter omleggingen. Ved økning av karboninnhold er faktoren 0.5 brukt for alle markslag. Det er ikke god dokumentasjon bak dette. Centurymodellen (Parton 1987) er benyttet i av flere forskere. En studie av ulike gjødslings- og klipperegimer på grasmark antyder at man ved lavt gjødslingsnivå (7,5 kg N pr da pr år) vil 50 % av full C-metning være nådd etter 60 år (Qian & al 2003)

b.2. Trinn to: effekt av anleggsjord

Tabell 2. Effekten av anleggsjord pr m²

	% C _{0A}	%C _g	%C _{torv}	% pot. endr.	Dybde cm	Langsiktig endring C (kg m ⁻²)	Endr60 -	Endr60 +	C _{effekt} Anleggsjord i anlegges levetid
Impediment	2.5	3.1	0.25	-0.35	30	-1.26	0.8	0.5	-0.63
Åkerjord	2.5	3.1	0.25	-0.35	0	0	0.8	0.5	0.00
Eng/-beite	2.5	3.1	0.25	-0.35	0	0	0.8	0.5	0.00
Skog	2.5	3.1	0.25	-0.35	0	0	0.8	0.5	0.00
Myr	2.5	3.1	0.25	-0.35	0	0	0.8	0.5	0.00

Her beregnes endringer som skjer i tilført jord, uavhengig av hva slags jord den legges på.

Anleggsjord kan enten være antropogen (laget av mennesker) eller stedege naturlig jord som vanligvis benyttes som topplag på impediment eller som blandes inn i lokal jord som jordforbedring.

Vi har antatt anleggsjord vanligvis er produsert av sand eller annen jord innblandet organisk avfall, som oftest hage/park-kompost, kloakkslam eller torv. Det organiske materialet er antatt å være lettere nedbrytbart enn mold fra stedege, naturlig jord blant annet fordi karbon fra røtter er mer stabilt enn annet plantemateriale (Rasse & al 2005) og fordi leire/mikroaggregater som dannes i naturlig jordsmonn bidrar til å hindre nedbrytingen (Six & al 2002). Derfor benyttes faktoren 0.8 for å beregne nedbrytingen i løpet av 60 år, mot 0.7 ellers i modellen.

Ved omregning fra volumprosent til vektprosent er det regnet at egenvekten for organisk tørrstoff er 0.15, egenvekt for gløderest er satt til 1.5

Vekt % = ((Vol % * egenvorg.TST) / ((Vol % * egenvorg.TST) + (100 - Vol %))*egenv gløderest)*100

Siden anleggsjord forutsettes lagt som et topplag, blir karboninnholdet anleggsjorda sammenlignet med karboninnholdet i de øverste laget av gammel grasmark. Denne er satt til 3,1 %. Dette baserer seg på opplysninger om C % i øverste 20 cm i ulike landsdeler, som

varierer fra 2,7 på Østlandet til 4,0 på Vestlandet (Grønlund & al 2008B, s 30)). Data fra Skog og Landskap (Klakegg 2011), 47 prøver, viste karboninnhold i øverste sjikt som varierte fra 0.8 % til 6.1%, med et gjennomsnitt på 3.7 %.

Ved omregning fra % innhold C til kg C m⁻² er det regnet at egenvekt på jorda er 1.2.

Dersom anleggsjorda inneholder torv/myrjord blir dette beregnet som tatt ut fra et stabilt lager, og denne mengden kommer i sin helhet til uttrykk.

b.3. Drenering av grasanlegg

De fleste grøntanlegg må dreneres for å gi gode vekstforhold for plantene og bæreevne for maskiner og brukere. Perforerte rør nedgravd til ca 1 meters dybde med 4-12 meters avstand leder vannet ut av jorda. Kummer er nødvendig for rensing, inspeksjon og vedlikehold. Ved lavpunkter og i forbindelse med faste dekker kan det være nødvendig med sluk for å avlede overflatevann. Dimensjonering for overflatevann krever spesialkompetanse og forventet klimaendring gjør dette arbeidet viktigere enn før.

b.4. Data brukt i modellen

Dreneringsrør i et grøntanlegg er normalt ca 100 mm i diameter, vekt 1 kg pr meter. Forhåndsvalgt grøfteavstand er 8 meter, som gir 125 meter pr 1000 m². Materialet er polyetylen eller polypropylen. Det regnes med emisjonsfaktor for polypropylen.

Forhåndsverdi for sluk og kummer er:

- 1 betongkum (samlekum for vedlikehold), 150 cm dyp a 1300 kg
- 1 plastkum (for spyling /inspeksjon/ sluk), diameter 40 cm vekt 25 kg
- 1 sluk av jern som passer på plastkummen, vekt 15 kg.

b.5. Dokumentasjon med referanser

Data er satt inn ut fra et faglig skjønn. Planleggere med kompetanse kan legge inn reelle tall og vekter som passer med anbudsbeskrivelsen.

Vedlegg 6. Dokumentasjon og beskrivelse av drift av faste og løse dekker

Drift av faste og løse dekker omfatter kjøreflater, gang / sykkelveier og stier. For stier er driftsmodellen av begrenset betydning, da konstruksjonen av sti oftest ikke er beregnet til å tåle belastninger fra maskinell drift.

Modellen dekker de vanligste driftsoppgaver som krever maskiner og / eller innsatsmidler. Innsatsmidler er materialer som brukes i noen av driftsoppgavene. I tillegg skal man legge inn avstander for transporter av folk, utstyr og avfall til og fra anlegget.

Erfaring gjennom bruk av modellen kan vise at driftsoppgaver bør legges til eller fjernes

a. Forutsetninger

NS 3420-Z:2011 Drift og vedlikehold er brukt som grunnlag for begrepsbruk og oppbygging av modellen. Enkelte tiltak beskrives i andre deler av NS 3420.

Kravene til drift og skjøtsel av grøntanlegg er i standarden basert på tilstand, ikke tiltak eller utførelse. Entreprenøren skal vurdere metode og hyppighet og resultatet skal tilfredsstille de beskrevne krav til tilstand.

b. Arealer, størrelse og arrondering – viktig i drift

Når det gjelder arealer med faste dekker og grusdekker, vil utslippene ved drift påvirkes av hvor lett det er komme til ved snømåking, etterfuging, feiing og ugrasrenhold. Vi har derfor valgt å dele arealer inn i:

- store flater > 1000 m²
- store flater med hindringer > 1000 m² med > 20 % hindringer, f. eks. trær, buskfelt, innsnevring, stolper, møbler og annet
- små flater < 1000 m²

Vi har gitt store flater over 1000 m² en faktor på 1. Store flater over 1000 m² med mer enn 20 % hindringer har vi gitt en faktor på 1,2. Også små arealer får fått en faktor på 1,2. Denne faktoren er basert på antakelser.

Ved å gi de ulike arealene en faktor mener vi å ha tatt med det økte drivstofforbruket ved en liten flate, eller en stor, komplisert flate der man ender med å kjøre over det samme arealet mange ganger ved feiing, snøbrøyting og etterfuging. Denne faktoren er basert på antakelser.

c. Standardverdier

Standardverdier er basert på gjennomsnittstall fra et forholdsvis lite antall anlegg som er lagt inn i modellen. Etter hvert som modellen tas i bruk av flere vil standardverdiene kunne bli endret.

Standardverdien er basert på en gjennomsnittlig drift for et anlegg basert på beliggenhet, areal og utendørs belegg. Utslipp for drift av det valgte elementet per år og per 60 år (livsløp) vil dermed være gitt.

Anlegg som mangler snødepot vil kunne generere svært mye bortkjøring av snø. Standardverdier for dette har vi ikke forsøkt å inkludere i modellen.

Overstyring av standardverdier er mulig, og planlegger kan gjennom valg påvirke klimagassutslippene fra prosjektet.

d. Levetid på utendørs belegg

Levetid forutsetter jevnlig og fagmessig vedlikehold, inklusive ugrasrenhold, etterfuging og reparasjon av småskader, og at arealene ikke brukes til tyngre laster enn de er bygget for.

Dimensjonering, utførelse og kvalitet i byggeprosessen må være gjennomført etter kravene i NS 3420-K og etter de krav bruk, stedlige forhold og ervervet kunnskap krever. Fagmessig bygde utendørs belegg antas, med den kjørebelastning som er vanlig på arealer rundt bygg, å ha noe ulik levetid:

- grus og asfalt, 20 år
- betong, ulike produkter, 30år
- naturstein, ulike produkter, minst 60 år

e. Snøbrøyting, behov avhenger av lokalisering

Forskjeller i nedbørsmengder og lengde på snøsesongen er tatt høyde for ved at bruker velger postnummer og høyde over havet for prosjektet. Disse opplysningene tas med inn i den overstyrbare standardverdien for antall brøytinger og strø-operasjoner per vinter.

f. Trapper og murer

Ved drift av trapper og murer brukes maskiner i liten grad til drift. Til feiing brukes kost eller håndholdt blåse. Luking fortas ved håndluking eller manuell sprøyting / brenning av trapp eller mur. Vi har derfor ikke tatt med drift av murer og trapper i modellen.

g. Transport til og fra anlegget

All drift og skjøtsel i anlegget må ses under ett.

Transport t/r med folk og maskiner til arbeidsoppgaver som feiing, sprøyting, søppelplukking, snømåking, bortkjøring av snø, grasklipp osv. skal med.

NB! Vurder antallet ganger for transport i sammenheng med skjema for f eks skjøtsel av grasareal.

Biler for bortkjøring av snø, organisk materiale og transport inn i anlegget av strøgrus og fugemateriale med mer skal fylles inn i egne felt, samlet under Maskinbruk.

h. Bortkjøring av snø og brukt strøgrus

For vinterdrift betyr mulighet for snødepot på eiendommen mye. Dersom man må kjøre vekk snø etter hver brøyting øker dette utslippene vesentlig.

Snø og strøsand regnes oftest som spesialavfall når det kjøres vekk og må bringes til godkjent depot.

Vedlegg 7. Dokumentasjon og beskrivelse av gras - skjøtsel

Skjøtsel av grasarealer omfatter plener og grasbakker.

Modellen dekker de vanligste skjøtselsoppgaver som krever maskiner og / eller innsatsmidler. Innsatsmidler er materialer som brukes i noen av driftsoppgavene. I tillegg skal man legge inn avstander for transporter av folk, utstyr og avfall til og fra anlegget.

Erfaring gjennom bruk av modellen kan vise at skjøtselsoppgaver bør legges til eller fjernes.

NS 3420-Z:2011 beskriver fire ulike kvalitetsklasser for plen og fire ulike kvalitetsklasser for grasbakke.

Det er valgt kvalitetsklasse 2 for begge typer grasarealer. Svakheten med ikke å ta med minst to kvalitetsklasser for hver av arealtypene, er at det begrenser muligheten for å velge en mindre skjøtselsintensiv kvalitetsklasse for å redusere klimagassutslippene fra skjøtselen.

a. Forutsetninger

NS 3420-Z:2011 Drift og vedlikehold er brukt som grunnlag for begrepsbruk og oppbygging av modellen.

NS 3420-Z beskriver fire ulike kvalitetsklasser for plen og fire ulike kvalitetsklasser for grasbakke. Vi har valgt kvalitetsklasse 2 for begge.

Kravene til drift og skjøtsel av grøntanlegg er i standarden basert på tilstand, ikke tiltak eller utførelse. Entreprenøren skal vurdere metode og hyppighet og resultatet skal tilfredsstille de beskrevne krav til tilstand.

b. Arealer, størrelse og arrondering – viktig i drift

Når det gjelder arealer med gras, vil utslippene ved skjøtsel påvirkes av hvor lett det er komme til ved klipping av arealene. Vi har derfor valgt å dele arealer inn i

store flater > 1000 m²

store flater med hindringer > 1000 m² med > 20 % hindringer, f. eks. trær, buskfelt, innsnevring, stolper, møbler og annet

små flater < 1000 m²

Vi har gitt store flater over 1000 m² en faktor på 1. Store flater over 1000 m².med mer enn 20 % hindringer har vi gitt en faktor på 1,2. Også små arealer får fått en faktor på 1,2. Denne faktoren er basert på antakelser.

Ved å gi de ulike arealene en faktor mener vi å ha tatt med det økte drivstofforbruket ved en liten flate, eller en stor, komplisert flate der man ender med å kjøre over det samme arealet mange ganger ved klipping og slått.

c. Transport til og fra anlegget:

Drift og skjøtsel i anlegget må ses under ett.

Transport t/r med folk og maskiner til arbeidsoppgaver som feiing, sprøyting, søppelplukking, snømåking, grasklipp osv skal med.

NB! Vurder antallet ganger for transport i sammenheng med skjema for f eks Drift av faste dekker og grusdekker.

Biler for bortkjøring av organisk materiale og transport inn i anlegget skal fylles inn i egnet felt.

d. Standardverdier

Standardverdier (defaultverdier) er basert på gjennomsnittstall fra et forholdsvis lite antall anlegg som er lagt inn i modellen. Etter hvert som modellen tas i bruk av flere vil standardverdiene kunne bli endret.

Standardverdien er basert på en gjennomsnittlig skjøtsel av plen eller grasbakke for et anlegg basert på beliggenhet og areal. Utslipp for skjøtsel av det valgte elementet per år og per 60 år (livsløp) vil dermed være gitt.

Overstyring av standardverdier er mulig, og planlegger kan gjennom valg ved å legge inn egne data endre beregnet klimagassutslipp fra prosjektet.

Vedlegg 8. Standardverdier for etablering og drift

Med standardverdier (defaultverdier) menes verdier som framkommer på bakgrunn av at brukeren legger inn størrelse på areal og noen andre parametere, avhengig av hva som skal etableres. Utslippstallene som da framkommer er det knyttet usikkerhet til, men de vil likevel gi et bilde om størrelsesorden på utslipp / binding.

Standardverdier er basert på gjennomsnittstall fra et forholdsvis lite antall anlegg som er lagt inn i modellen. Etter hvert som modellen tas i bruk vil standardverdiene kunne bli endret.

Overstyring av standardverdier er mulig, og planlegger kan gjennom valg påvirke klimagassutslippene fra prosjektet.

a. Standardverdier for faste og løse dekker

Levetid for ulike typer belegg er satt slik:

- 20 år: grus og asfalt
- 30 år: betong, heller, elementer og plasstøpt
- 60 år: natursteinsprodukter

a.1. Standardverdier for etablering og drift av faste og løse dekker

Planlegger velger antall m², hva slags flate som skal etableres og materiale som overflatebelegget bygges av. Utslipp for etablering og drift av det valgte elementet gjennom 60 år (livsløp) vil da fremkomme som et antall tonn CO₂-ekv utslipp.

Tabell 1: Tall brukt i utregningene som grunnlag for standardverdi for utslipp (mål i mm):

byggemateriale, tykkelse i mm	kjøreflate	gang / sykkelflate	sti
forsterkningslag	600	350	0
bærelag	100	100	100
settelag	40	40	40
asfalt	100	50	30
granittplater	150	100	50
gatestein	140	100	90
grus	50	50	50
betongheller / elementer	100	60	40

Forsterkningslagets tykkelse er avhengig av grunnforholdene på stedet og hva slags flate en skal bygge. Konstruksjonens kvalitet og levetid er avhengig av at forsterkningslaget er riktig dimensjonert og korrekt bygget. Sti er areal som ikke skal kjøres på med maskiner, derfor er forsterkningslag ikke med. I de fleste tilfeller er et bærelag på 100 mm tilstrekkelig.

Settelagets tykkelse er avhengig av hva slags belegg som brukes, vi har valgt å la settelaget ha en gjennomsnittstykkelse på 40 mm.

a.2. Standardverdier for etablering og drift av murer og trapper

Murer og trapper er høyst forskjellige fra anlegg til anlegg. Standardverdiene vil likevel gi et overslag over utslipp som kan være nyttig i planleggingen.

Drift av murer og trapper er ikke tatt med i utslippsberegningen, fordi drift ofte er manuell og sjelden krever maskiner med utslipp av betydning.

Tabell 2: Tall brukt i utregningene som grunnlag for standardverdi for utslipp (mål i mm):

byggemateriale, tykkelse i mm	mur	mur, bredde	trapp	Trapp, bredde
forsterkningslag	360		350	
bærelag	100		100	
settelag	40		40	
granittplater / blokk	x	300	50	1800
betongheller / elementer	x	300		
Plasstøpt betong	x	300	100	1800
tre			25	1800
Stål			10	1800

Murer: Planlegger angir antall løpemeter, høyde og byggemateriale. Utslipp for etablering og drift av det valgte elementet gjennom 60 år (livsløp) vil da fremkomme som et antall tonn CO2-ekv utslipp.

Trapper: Planlegger angir trappas lengde og materiale i belegget / toppdekket. Vi har for utregningen av standardverdiene regnet trappebredde på 180 cm. Denne bredden er krav til bredde på turvei etter NS 11005 Universell utforming av opparbeidete uteområder.

b. Standardverdier for grasarealer

Planlegger angir hva som skal etableres, plen eller grasbakke, antall m2 og om grasarealet bygges på myr eller annen jord. Det forutsettes 20 cm tykt lag anleggsjord med 5 vekt % organisk materiale, om dette er torv eller kompost / slam må oppgis.

Ut fra disse opplysningene regnes standardverdi for utslipp av CO2-ekv per livsløp.