

Vestlandsforskning-notat nr. 1/2020

Tilpasning av Miljøfyrtårns klimaregnskap til folkehøgskoler

*- Begrunnelse for valg av nye kategorier og
faktorer for klimagassutslipp*



Vestlandsforskning notat

Tittel Tilpasning av Miljøfyrtårns klimaregnskap til folkehøgskolene. Begrunnelse for valg av nye kategorier og faktorer for klimagassutslipp.	Rapportnummer 1/2020 Dato 03.03.2020 Gradering Open
Prosjekttittel Klimaregnskap folkehøgskolene	Antall sider 17 Prosjektnr 6549
Forsker Hans Jakob Walnum	Prosjektansvarlig Hans Jakob Walnum
Oppdragsgiver Folkehøgskolerådet	Emneord Klimagassutslipp, Miljøfyrtårn, transport, miljøregnskap

Sammendrag

Folkehøgskolerådet har avtalt med Stiftelsen Miljøfyrtårn om å få bruke deres klimaregnskap for at folkehøgskolene skal måle sitt klimagassutslipp. Miljøfyrtårns klimaregnskap måler flere relevante områder, men måler ikke tilstrekkelig alle områdene folkehøgskolene ønsker å kartlegge. Vestlandsforskning har på oppdrag fra Folkehøgskolerådet gjort en vurdering av klimagassutslipp for transportmiddel. Vi har vurdert utslippsfaktorer som ligger inne i Miljøfyrtårn for fly og bil, og hvordan Miljøfyrtårn kan bli utvidet til å inkludere klimagassutslippet fra buss, tog, skip og hurtigbåt. I tillegg er det gjort en vurdering av hvordan kategoriene mat og gjenbruk kan integreres i Miljøfyrtårn.

Innhold

Ordforklaringer.....	4
1.0 Innledning.....	5
2.1 Fly	5
Faktorer for å beregne utslipp fra fly i Miljøfyrtårn	5
Vurdering av Miljøfyrtårns klimagassutslippsfaktorer for fly.....	7
Anbefaling om klimagassutslippsfaktorer for fly.....	8
2.2 Buss	9
Anbefaling om klimagassutslippsfaktorer for buss	9
2.3 Tog.....	10
Anbefaling om klimagassutslippsfaktorer for tog	11
2.4 Skip	11
Ferger til Tyskland eller Danmark.....	11
Validering av utslippstall skip	12
Utslippstall Hurtigruten.....	12
Anbefaling om klimagassutslippsfaktor for skip.....	13
2.5 Hurtigbåter	13
Anbefaling om klimagassutslippsfaktor for hurtigbåter	13
2.6 Vegetarmåltider	14
Anbefaling om registrering av vegetarmåltider	15
2.7 Gjenbruk.....	15
Anbefaling for registrering av gjenbruk	15
3.0 Kilder.....	16

Ordforklaringer

Det direkte utslippet for transportmidler er utslipp i forbindelse med framdriften av transportmidlet.

Det indirekte utslippet for transportmidler består av flere deler: 1. Utslippet i forbindelse med å framstille og produsere drivstoff eller elektrisitet som brukes til framdrift. 2. Utslippet fra å produsere og vedlikeholde transportmidlene. 3. Utslippet fra å produsere og vedlikeholde transportmidlenes infrastruktur. Under 2 og 3 inngår sluttbehandling og avfallshåndtering av transportmidler og infrastruktur.

En passasjer-km er en passasjer fraktet en km. Dersom 10 passasjerer blir fraktet (en) 1 km er dette 10 passasjer-km, det samme får vi om en passasjer blir fraktet 10 km. Dette innebærer at hver passasjers andel av utslippet vil avhenge av totalt antall passasjerer. Alene i en bil vil hele utslippet bli tilskrevet sjåføren, mens tas en passasjer med i bilen tilskrives utslippet på to. Dette samme gjelder for fly, skip, tog eller buss der utslippet per passasjer-km blir fordelt etter antall passasjerer og tilbakelagt distanse.

CO₂- ekvivalenter er et sett klimagasser hvor utslippet av hver klimagass er regnet om til ekvivalent i forhold til utslipp av gassen CO₂ over en 100 års periode. Med ekvivalente utslipp mener vi hvor mye CO₂ som må slippes ut for å ha samme potensielle effekt på global oppvarming som den aktuelle gassen vi måler CO₂ mot. En enhet metan (CH₄) har for eksempel 21 ganger større påvirkning på den globale oppvarming enn CO₂ over en nedbrytingsperiode på 100 år slik at det kreves 21 ganger så mye utslipp av CO₂ for å utligne utslipp av en enhet metan. Gassene som inngår i indikatoren er CO₂, CH₄ (metan), N₂O (lystgass), perfluorkarboner (PFC), hydrofluorkarboner (HFC) og svovelhexafluorid (SF₆).

1.0 Innledning

Folkehøgskolene ønsker å kartlegge klimagassutslippet fra sin aktivitet gjennom bruk av Miljøfyrtårns klimaregnskap. Vi har gjort en vurdering av Miljøfyrtårn basert på opplysninger om utslippsfaktorer mottatt fra Miljøfyrtårn (pers.komm.18.02.2020).

Det å få en oversikt over klimagassutslippet forbundet med reiser er sentralt for å kartlegge klimagassutslippet til folkehøgskolene. For å kartlegge klimagassutslipp fra reiser trengs en oversikt over (1) hvilket transportmiddel som er brukt, (2) framdriftsteknologi reisen har vært utført med, (3) reisens distanse, og (4) passasjerbelegget på reisen.

I Miljøfyrtårns spørreskjema blir det direkte utslippet fra biler kartlagt gjennom opplysninger om mengde drivstoff oppgitt i liter, og antall kilometer kjørt med el-bil. I utregninga av klimagassutslipp blir det i tillegg til det direkte utslippet tatt med klimagassutslippet fra å produsere drivstoff og elektrisitet som brukes av bilene.

For fly bygger Miljøfyrtårns klimaregnskap på tall fra livsløpsdatabasen Ecoinvent, som inkluderer hele livsløpet fra vugge til grav for to flytyper, den ene for korte flyginger inntil 500 km, og det andre lengre flyginger inntil 6000 km. Selv om systemgrensene er noe forskjellig mellom biler og fly er klimagassutslippet fra å produsere flyet og flyets infrastruktur minimal sammenligna med klimagassutslippet fra flyets framdrift og fra å produsere flydrivstoff¹. Derfor kan det argumenteres med at systemgrensene for fly er sammenlignbart med utslipp fra biler slik klimagassutslipp blir målt i Miljøfyrtårn.

Biler og fly er de to eneste transportkategoriene som er inkludert i Miljøfyrtårns klimaregnskap i dag. I dette notatet gjør vi en grundig vurdering av hvordan klimagassutslipp fra fly blir registrert i dag, og vi gir en anbefaling til hvordan busser, tog, passasjer-skip og hurtigbåt kan integreres i Miljøfyrtårns klimaregnskap. I tillegg gir vi en anbefaling av hvordan folkehøgskolene kan kartlegge vegetarmåltid og grad av gjenbruk.

Vi gjør en vurdering av klimagevinst fra vegetarmåltid og gir anbefaling om at perspektivet for mat bør inkludere noen flere variabler som går på hvor langt maten har reist, sesongbetont mat og forebygging av matavfall.

Det er positivt at folkehøgskolene kartlegger gjenbruk, men det er krevende å kvantifisere klimagevinsten av dette. Vår anbefaling er at folkehøgskolene kartlegger antall produkter som er kjøpt brukt istedenfor ny, og hvilken praksis de har i forhold til gjenbruk og reparasjon.

2.1 Fly

Faktorer for å beregne utslipp fra fly i Miljøfyrtårns klimaregnskap

Miljøfyrtårn har fått flyutslippsfaktorer fra Asplan Viak, som har tatt utgangspunkt i statistikk for nordmenns totale reiser innenlandsk, til Europa og resten av Verden for å finne fram til gjennomsnittsdistanser for flyreiser. De anvender følgende gjennomsnittsdistanser for flyreiser en vei:

¹ 0,5 prosent for den minste flytypen og 2,4 prosent totalt for den største flytypen per passasjer-km.

- Norge 429 km.
- Europa 1195 km.
- Verden 6631 km.

For å finne ut klimagassutslippet fra en flyreise ganger de reisedistansen tur retur med en utslippsfaktor.

Miljøfyrtårn opplyser følgende utslippsfaktor:

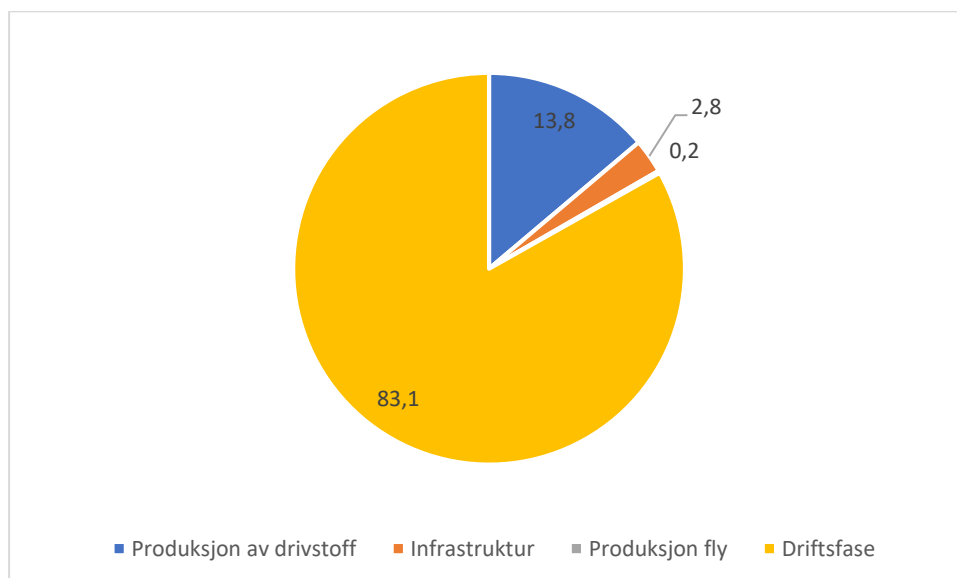
- 334 gram CO₂ ekv. per passasjer-km for innenlandsreiser.
- 214 gram CO₂ ekv. per passasjer-km for Europa og verden.

Følgende klimagassutslipp blir dermed beregnet tur/retur og anvendt på ulike flyreiser i Miljøfyrtårns klimaregnskap:

- 286,8 kg CO₂ ekv. Norge.
- 511,4 kg CO₂ ekv. Europa.
- 2838,8 kg CO₂ ekv. Verden.

Asplan Viak (pers.komm.) opplyser at utslippstall for fly er hentet fra Ecoinvent, men de spesifikke kildene i Ecoinvent som tallene deres bygger på er ikke gitt opplysning om. De opplyser at utslippstallet for fly inkluderer hele livsløpet fra vugge til grav, det vil si alle klimagassutslippet fra å produsere flyet, produksjon og transport av drivstoffet, bruksfasen av flyet samt avfallhåndtering av flyet er inkludert. Det er brukt en tilleggsfaktor på 2 eller 100 prosent på klimagassutslippet for å inkludere for oppvarmingseffekten som dannelsen av kondensstriper og cirruskyer fra fly har (Jungbluth og Meili 2019).

Etter å ha sett nærmere på flytyper oppgitt i livsløpsdatabasen Ecoinvent er det ingen av disse som har et samla utslipp på 107 gram CO₂ ekv. per passasjer-km som oppgitt av Miljøfyrtårn for reiser til verden og Europa. Det nærmeste vi kommer i Ecoinvent er langdistanse fly med antatt fly-distanse på 6000 km som har en livsløpsverdi på 109 gram CO₂ ekv. per passasjer-km².



Figur 1 fordeling av klimagassutslipp etter livsløpsfaser per passasjer-km for fly som flyr distanser på inntil 6000 km.

² I Ecoinvent er det brukt en omregningsfaktor fra kg kerosen (flybensin) til kg CO₂ ekv. på 3,17.

For langdistanse fly står det direkte utslippet for 83,1 prosent av de totale utslippene tilsvarende 91,2 gram CO₂ ekvivalenter per passasjer-km. Produksjon av drivstoff står for 13,8 prosent av klimagassutslippet, mens infrastruktur og fly samlet står for 3 prosent av klimagassutslippet.

For innenlandsfly har Miljøfyrtårn benyttet en utslippsfaktor på 167 gram CO₂ ekv. per passasjer-km. I Ecoinvent er det en flytype som har 168 gram CO₂ ekv. per passasjer-km med en antatt flyvedistans på 500 km. Denne flytypen er opplyst til å være representativ for kort/medium flyvinger (Ecoinvent 2016). Denne flytypen har omtrent lik fordeling mellom livløpsfaser som langdistanse. Framdriften står for 85,4 prosent av klimagassutslippet, 14 prosent klimagassutslippet kommer fra produksjon og transport av drivstoff fram til sluttbruk, og beskjedene 0,6 prosent³ tilskrives infrastruktur og produksjon av flyet.

Vi har fått opplyst fra Asplan Viak at de har brukt en tilleggsfaktor på 2 (pers.komm. med henvisning til Jungbluth og Meili 2019), tilsvarende ett tillegg på 100 prosent, for å ta høyde for stor del av klimapåvirkningen fra fly skyldes oppvarming fra vanndamp og kondensstriper. Tilleggseffekten kan være betydelig, f.eks. har Cicero gitt denne en tilleggseffekt på 80 prosent⁴. Det er bred enighet om flyvning i høyere luftlag bidrar til økt global oppvarming, men det er stor grad av usikkerhet av hva den eksakte effekten fra dette er⁵⁶. Det å benytte en faktor for dette på 2, og fordele det i forhold til klimagassutslipp i 100 års perspektiv må sees på som et føre var prinsipp for å kalkulere for denne effekten.

En tilleggsfaktor skal kun brukes på det direkte drivstofforbruket som viser til selve flyginga, og ikke på det indirekte utslippet (Jungbluth og Meili 2019). Det vil si at tallene fra Asplan Viak er noe misvisende når de mest sannsynlig har lagt til en tilleggsfaktor også på de indirekte effekten. Ett korrekt tall for de lengste flygingene om vi bare legger tilleggsfaktoren på de direkte klimagassutslippene er 200,3 gram CO₂ ekv per passasjer-km, med ei fordeling på 182,5 gram CO₂ ekv. for det direkte utslippet, og 17,8 gram CO₂ ekv. samlet for det indirekte utslippet. Det innebærer en viss overestimering for de lengste flygingene på 6,4 prosent, mens overestimeringen for kortere flyginger er på 7,3 prosent.

Vurdering av Miljøfyrtårns klimagassutslippsfaktorer for fly

Det direkte utslippet som er benyttet i Ecoinvent er noe høyere, 19 prosent høyere, enn for gjennomsnittet for lengre interkontinentale reiser som har ett snitt på 74 gram CO₂ ekv. (ICCT 2019). På den annen side er det direkte klimagassutslippet målt per passasjer-km lavere for relativt korte reiser internasjonalt, f.eks. er utslippet beregnet til 117 gram CO₂ ekv. per passasjer-km for en reise mellom Berlin og Oslo, 858 km, på økonomiklasse i ICAOs kalkulator⁷, mens den samme kalkulatoren beregner at ei flyging til Lanzarote, 3933 km, har et drivstofforbruk på 69 gram CO₂ ekv. per passasjerkilometer. Det samme bildet tegner seg for de innenlandske reisene, ei reise mellom Sogndal og Bergen, 142 km, gir et direkte CO₂ utslipp per passasjerkilometer på 224 gram CO₂ ekv., mens ei flyving mellom Oslo og Kirkenes, 1368 km, gir 96,5 gram CO₂ ekv. per passasjer-km ifølge ICAOs kalkulator.

³ 0,3 prosent til produksjon og avfallshåndtering av flyet og 0,3 prosent til produksjon og driften av infrastruktur.

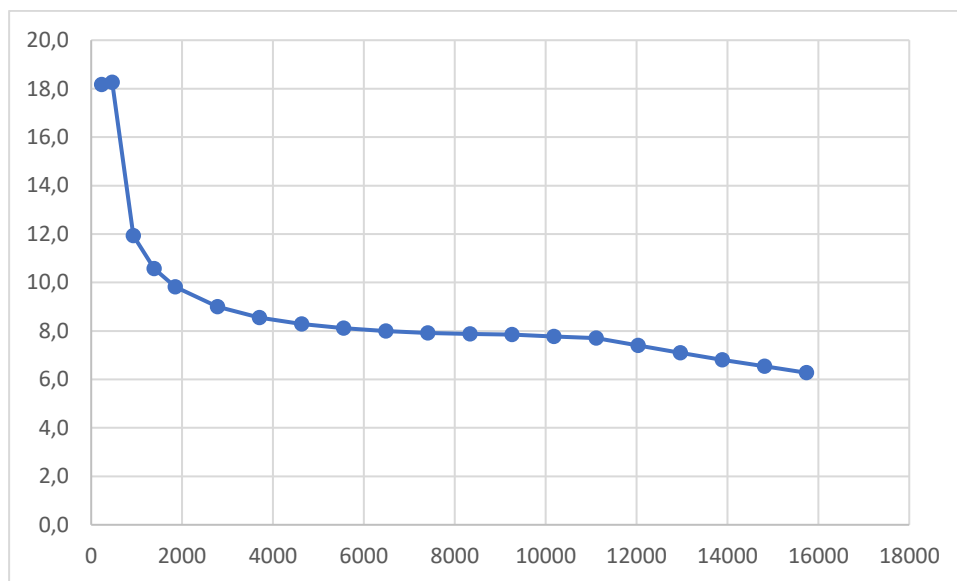
⁴ <http://www.transportmiljo.no/tema/nokkeltall/fly/> Sist åpnet 02.03.2020

⁵ <https://www.tu.no/artikler/kondensstriper-kan-varme-opp-planeten-mye-mer-enn-flyenes-co2-utslipp/466361> Sist åpnet 02.03.2020.

⁶ <https://www.carbonbrief.org/explainer-challenge-tackling-aviations-non-co2-emissions>. Sist åpnet 02.03.2020

⁷ ICAOs kalkulator tar hensyn til flyselskaper som flyr aktuelle ruter og beregner et gjennomsnittlig drivstofforbruk som fordeles mellom passasjerer og gods for den aktuelle strekningen. Setetetthet har en god del å si, og det er lagt inn en forskjell på et sete på første klasse/businessklasse som er mer plasskrevende og som gir 1,8 til 2,7 ganger mer utslipp enn på økonomiklasse (ICCT 2019).

Sammenligner vi det direkte drivstofforbruket med ICAOs kalkulator, ser vi at klimagassutslippet er noe høyt for de lengste reisene, og noe lavt for de korteste reisene målt per passasjer-km. Dette viser at det kan være betydelig forskjell mellom flyreiser i utslipp per passasjer-km, og en viktig forklaring på forskjellen er relativ tid brukt i oppstigningsfasen og landing versus flyging i marsjhøyde. Et annet forhold er at vekta på flybensin betyr relativt mest i en tidlig fase av flyturen. Figuren under har sett nærmere på drivstoffeffektiviteten for flytypen Airbus A310 som har middels til lang rekkevidde. Den viser at drivstoff-effektivitet målt per kilometer øker etter distanse og mest på de korteste distansene, effekten avtar noe ved passering 5000 km.



Figur 2 Y-aksen viser drivstofforbruk delt på reiste kilometer, mens X-aksen viser reisedistans i kilometer.

Figur 2 illustrerer at om vi måler drivstofforbruk per km forbrukes det relativt mer drivstoff per km for korte flyreiser, dess lengre flyreisen er dess mer effektivt blir drivstofforbruket per km⁸.

Om vi sammenligner Miljøfyrtårns utslippsfaktorer for fly med ICAOs kalkulator, ICCT (2019) og flyselskapenes egne kalkulatorer har Miljøfyrtårn ett mye høyere klimagassutslipp. Dette skyldes at verken ICAO, ICCT eller flyselskapene legger inn en tilleggsfaktor for oppvarmingseffekten fra fly på klimagassutslipp, og de har heller ikke med utslippet forbundet med flyets livsløp. Samlet utgjør disse forskjellen 115-120 prosent.

Anbefaling om klimagassutslippsfaktorer for fly

Vår anbefaling er at folkehøgskolene bruker Miljøfyrtårn slik det er bygd opp i dag med faktorer for klimagassutslipp per tur for reiser i Norge og Europa.

For reiser i verden vil det være fornuftig å bruke en klimagassutslippsfaktor på 214 gram CO₂-ekvivalenter per passasjer-km, og legge inn faktisk distanse med bruk av distansekalkulatorer siden distanseforskjellen på reiser i «resten av verden» kan være store.

Utslipp per tur for kategorien resten av verden regnes slik:

⁸ Tall er hentet fra Appendix C i ICAOs Carbon Emissions Calculator Methodology version 10.

$$\begin{aligned} & \text{Antall reiste kilometer} * \text{antall personer som reiste} * 0,214 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv.} \\ & = \text{klimagassutslipp per flytur.} \end{aligned}$$

Totale utslipp fra kategorien fly resten av verden regnes som summen av alle flyturene i denne kategorien i regi av folkehøgskolen.

For å finne fram til antall reiste kilometer med fly anbefaler vi at siden «great circle mapper» brukes: (<https://www.greatcirclemapper.net/>).

2.2 Buss

Mange folkehøgskoler har egne minibusser som brukes i undervisning for å reise til ulike steder i Norge. I tillegg bruker noen skoler turbusser for studieturer som går til destinasjoner i Europa.

For egne busser anbefaler vi at folkehøgskolene legger inn liter drivstoff i rapportering i Miljøfyrtårns, For å registrere eget drivstoffbruk trengs ingen endring i Miljøfyrtårns klimaregnskap siden drivstofforbruk allerede er en registreringskategori. I tillegg der ikke folkehøgskolene har oversikt over eget drivstofforbruk fra busser vil vi anbefale at klimagassutslippstall for busser hentes fra «Handbook of Emission Factors» (HBEFA).

HBEFA modellerer utslipp fra kjøretøy basert på en rekke variabler som inkluderer kjøretøyteknologi og topografi. Utslippstall for busser fra HBEFA er tilgjengelige via Miljødirektoratet⁹. Vi anbefaler at det tas utgangspunkt i en Euro 6 turbuss <=18 tonn diesel som har et direkte klimagassutslipp på 676 gram CO₂ ekv. per kjørt kilometer. Med utgangspunkt i denne kategorien beregner vi klimagassutslippet for en turbuss og en rutebuss. Vi legger til en tilleggsfaktor for produksjon av drivstoff fra produksjon av diesel lik den faktoren Miljøfyrtårn bruker for produksjon av diesel, dvs. at produksjon av drivstoff utgjør 16,7 prosent av det totale klimagassutslippet.

Vi antar at passasjerkapasiteten til bussen er 54 personer. For turbusser antar vi en kapasitetsutnyttelse på 90 prosent, mens vi antar 34,9 prosent kapasitetsutnyttelse for rutebusser. Dette gir et utslipp på 16,7 gram CO₂ ekvivalenter per passasjer-kilometer for turbussen, og 43,2 gram CO₂ ekvivalenter for rutebussen.

Anbefaling om klimagassutslippsfaktorer for buss

Det mest presise er at folkehøgskolene registrer drivstofforbruket fra egne busser på sine reiser, og legger inn liter drivstoff forbrukt i Miljøfyrtårn. Om dette ikke er mulig, anbefaler vi å ta utgangspunkt utslippstall fra buss henta fra Handbook of emission factors (HBEFA), og å inkludere klimagassutslippet fra produksjon av drivstoff.

Utslipp per tur regnes slik for bussturer der folkehøgskolen ikke har oversikt over antall liter drivstoff brukt:

$$\begin{aligned} & \text{Antall reiste kilometer} * \text{antall personer som reiste} * 0,0167 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv.} \\ & = \text{klimagassutslipp per busstur med turbuss.} \end{aligned}$$

⁹ <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/gjennomfore-klimatiltak/> sist åpnet 02.03.2020.

$$\begin{aligned} & \text{Antall reiste kilometer} * \text{antall personer som reiste} * 0,0432 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv.} \\ & = \text{klimagassutslipp per busstur med rutebuss.} \end{aligned}$$

Totale klimagassutslipp fra buss regnes som summen av alle bussturene gjennomført i regi av folkehøgskolen.

For å finne fram til reisedistanser for buss kan google.maps brukes.

2.3 Tog

Folkehøgskolene ønsker måling av tog i Norge/Norden og Europa. Betydelige togstrekninger Norge er ikke elektrifisert. Vi anbefaler at det både sees på det direkte utslippet fra transportmidlene og det indirekte utslippet dvs. at utslippet knyttet til å produsere diesel og strømmiks er med. Det er ulike måter å regne rundt strømmiks, og vi anbefaler at vi er konsistent med hvordan dette regnes på i Miljøfyrtårn. I Miljøfyrtårn brukes en gjennomsnittsfaktor for nordisk-mix med en faktor 119 gram CO₂-utslipp per kWh. Dette betyr at for all kjøring med elektriske tog settes det direkte utslippet til 0, mens klimagassutslippet som går med for å produsere strømmen er medregnet.

Simonsen¹⁰ (2010) kom fram til et samlet energiforbruk på 0,48 MJ fra å kjøre togene samt produsere elektrisiteten som trengs i togene, samlet utgjorde dette 0,48 MJ (0,039 MJ knyttet til framdrift og 0,09 MJ for å framstille elektrisitet) tilsvarende 0,133 kWh. Dette gir et utslipp på 15,827 gram CO₂ ekv. per passasjer-km fra elektriske tog.

For å finne utslippet til togstrekninger kjørt med dieseltog anbefaler vi å bruke et direkte klimagassutslipp på 72 gram per person-km (Andersen 2006 s. 9). I tillegg tar vi med produksjon av diesel som i samme kilde utgjør 16,95 prosent av totale klimagassutslipp. Vi anbefaler derfor at det brukes 86,69 gram CO₂ ekv. per person-km for dieseltog.

For å tydeliggjøre hvilke togstrekninger som benytter diesel har vi laget en oversikt i tabell 1 som viser strekningene og klimagassutslippet per passasjer for å reise på de ulike strekningene.

Tabell 1 Oversikt over togstrekninger i Norge som benytter diesel og beregnet klimagassutslipp per passasjer for reise på strekningene en vei.

Togstrekning som har diesel	Distanse i km ¹¹	Klimagassutslipp per passasjer i kg
Nordlandsbanen fra Trondheim til Bodø	729	63,2
Rørosbanen fra Hamar til Støren via Røros	382	33,1
Solørbanen fra Kongsvinger til Elverum.	93,6	8,1
Raumabanen fra Dombås til Åndalsnes	114,2	9,9
Trønderbanen fra Trondheim til Steinkjer	120	10,4

¹⁰ <http://transport.vestforsk.no/Default.aspx> sist åpnet 02.03.2020.

¹¹ Alle distanser bortsett fra Meråkerbanen er hentet fra store norske leksikon.

Meråkerbanen fra Trondheim til Storlien	106 ¹²	10,4
---	-------------------	------

Andersen (2006) anvender en beleggsprosent på 36 prosent på tog, altså at togene har om lag en tredjedel av full passasjerkapasitet. Simonsen (2010 s. 51) peker på at tallene varierer etter strekninger, og han har brukt en kapasitetsutnyttelse på 34,7 prosent gyldig for regiontog på Østlandet. Det kan innvendes at tallene er relativt gamle, og at strekninger som har høyere beleggsprosent og benytter mer energieffektive lokomotiv kan gi lavere utslipp. I mangelen på mer oppdaterte tall anbefaler vi at disse tallene brukes. Argumenter for å bruke tallene at levetiden til lokomotiver er lang og at det ikke har skjedd vesentlig økning i passasjerkapasitet, dermed har tallene fortsatt relevans.

Anbefaling om klimagassutslippsfaktorer for tog

Utslipp per tur regnes slik:

$$\begin{aligned} & \text{Antall reiste kilometer} * \text{antall personer som reiste} * 0,016 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv.} \\ & = \text{klimagassutslipp per togtur med elektrisk tog.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Antall reiste kilometer} * \text{antall personer som reiste} * 0,087 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv.} \\ & = \text{klimagassutslipp per togtur med dieseltog.} \end{aligned}$$

Totale utslipp regnes som summen av alle togturene gjennomført i regi av folkehøgskolen.

For å finne reisedistanser med tog kan denne nettsiden brukes <https://www.rome2rio.com/>.

2.4 Skip

Ved reiser bruker noen folkehøgskoler skip fra Norge til Danmark eller Tyskland, og i noen tilfeller bruker folkehøgskolene Hurtigruten.

Ferger til Tyskland eller Danmark

Åkerman (2012) kom fram til et forbruk på 170 gram CO₂ per passasjer-km for det direkte utslippet i forbindelse med ferger som går mellom Sverige, Finland og Baltikum. Stena Line¹³ opplyser på sin nettside at dette tallet er overførbart til ferger som seiler mellom Norge og Danmark/Tyskland. I tillegg kommer det indirekte utslippet. Produksjon av skip og kai-infrastruktur er neglisjerbare fordelt over skips relativt lange levetid (Simonsen 2010). Det eneste som vil ha vesentlig betydning for klimagassutslipp fra skip utover forbrenning av drivstoff er produksjon av drivstoffet.

Siden danske- og tysklandsferger seiler innenfor SECA (sulphur emission control area)-området antar vi at disse bruker drivstoff med lavt svovelinhold. I henhold til regelverket er det ikke tillatt å bruke drivstoff som inneholder mer enn 0,1% svovel. Per passasjer-km forbrukes det 53,63 gram¹⁴. For å produsere ett kg med lavsvovel drivstoff kreves 0,45 kg CO₂ ekv. som tilsvarer 141,95 gram med drivstoff per kg produsert drivstoff (Ecoinvent 2016). Det vil si at det kreves 7,613 gram drivstoff for å

¹² <https://www.nrk.no/innlandet/sa-seint-kjorer-toget-ditt-1.11600941> distanse er hentet fra denne kilden sist åpnet 02.03.2020

¹³ https://www.stenaline.no/vanlige-sporsmal/Miljo_og_barekraft/Karbonutslipp. sist åpnet 02.03.2020.

¹⁴ vi bruker en omregningsfaktor fra kg drivstoff til kg klimagassutslipp på en faktor 3,17.

produsere drivstoffet som blir brukt til framdrift. Produksjon av drivstoff utgjør 24,13 gram CO₂ ekv. som tilsvarer 12,43 prosent av det totale klimagassutslippet fra skipet.

Klimagassutslippet fra ferger som går mellom Norge og Danmark/Tyskland er 194,13 gram CO₂ ekv. når vi inkluderer både framdrift og produksjon av drivstoff.

Tabellen under viser klimagassutslipp for valgte fergeruter per person en vei.

Tabell 2 klimagassutslipp per passasjer for reise en vei med danske/tysklandsferger.

Rute	NM	KM	CO ₂ utslipp per passasjer i kg en vei
Oslo-Frederikshavn en vei	156	288,9	56
Oslo-Kiel en vei	356	659,3	128
Larvik-Frederikshavn en vei	105	194,5	37,6
Oslo-København en vei	272	503,7	97,8

Validering av utslippstall skip

Hvordan vi skal fordele utslippet mellom persontransport og godstransport er en utfordring for skip som frakter både personer og gods. Det kan være gode grunner for å allokere etter plass brukt framfor vekt siden drivstoffbruket for skip er mer uavhengig av påvirkninga fra vekt enn andre transportmidler. Sataøen og Andersen (2006) fant at basert på dekkfordeling mellom passasjerer og gods at 77 prosent av utslippet, mens 23 prosent kunne tilskrives godstransport for ferga Stena Saga. Åkerman (2012) fant omtrent samme fordeling i sin studie der 75 prosent tilskrives passasjerer og 25 prosent gods for ferger som går mellom Sverige, Finland og Baltikum.

Sataøen og Andersen (2006) fant at Stena Saga brukte 92,4 kg drivstoff per km for en reise mellom Oslo og Frederikshavn, dvs. om lag 225,5 kg med CO₂ kan tilskrives per passasjerer per km for denne reisen. Den totale passasjerkapasiteten for ferga er 2000. Om vi antar at det direkte utslippet per passasjer-km er 170 gram innebærer det et passasjerbelegg på i snitt 1326,5 passasjerer tilsvarende et passasjerbelegg på 66 prosent.

Utslippstall Hurtigruten

Simonsen et. al (2018) gir en detaljert oversikt over drivstoffbruket til hurtigruteskipet Finnmarken basert på faktiske data om drivstoffbruk. Vi har ikke funnet passasjerbelegget for hurtigruten, men gjør en antakelse om at dette er tilsvarende antall køyer og sengeplasser som Finnmarken har som er 617¹⁵. Beleggsprosenten på lugarer er sannsynligvis en del lavere, men hurtigruta frakter en del rutepassasjerer mellom havner som ikke opptar noen lugar som kan trekke opp passasjerbelegget.

Vi antar samme allokering som for danske-ferger mellom passasjerer og gods, der vi tilskriver 77 prosent av plassen til passasjerer og resten til gods. Finnmarken bruker 42 kg drivstoff per km (Simonsen et. al 2018). Vi tilskriver 32,34 kg til passasjerer, og fordeler dette på tilgjengelige sengeplasser, dette gir 166,15 gram CO₂ ekv. per passasjer-km¹⁶.

For å regne ut klimagassutslippet fra å produsere drivstoff som blir brukt av Finnmarken antar vi lavsvovel drivstoff, det samme som for danske-ferger, med en tilleggsfaktor per gram på 0,142 for å

¹⁵ <https://global.hurtigruten.com/ships/ms-finnmarken/> sist åpnet 02.03.2020.

¹⁶ https://www.ssb.no/attachment/288060/binary/93858?_version=539789 sist åpnet 02.03.2020. Vi antar en omregningfaktor på 3,17 mellom drivstoff og klimagassutslipp for «light fuel oils».

produsere drivstoffet (Ecoinvent 2016). Dette gir et tillegg på 23,59 gram CO₂ ekv. fra produksjon av drivstoff. Det totale utslippet for hurtigruteskipet Finnmarken blir da 189,74 gram CO₂ ekv. per passasjer-km.

Anbefaling om klimagassutslippsfaktor for skip

Gjennomgang vår viser at ett anslag på 190 gram CO₂ ekv. kan brukes både for passasjerskip som danske/tyskland-ferger og Hurtigruten. Tall kan bli endret ved innføring av ny og mer effektiv motorteknologi, endring i drivstoff, endring i rutefart og endringer i passasjerbelegg.

Utslipp per tur regnes slik:

$$\begin{aligned} & \text{Antall reiste kilometer} * \text{antall personer som reiste} * 0,190 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv.} \\ & = \text{klimagassutslipp per tur med skip.} \end{aligned}$$

Totale utslipp regnes som summen av alle turene med skip gjennomført i regi av folkehøgskolen.

For å finne distanser med Hurtigruten anbefaler vi å bruke distansetabellen mellom hurtigrute havner¹⁷. For å finne distanser for skipsreiser mellom Norge og Danmark eller Tyskland anbefaler vi å bruke kalkulatoren sea.distances¹⁸.

2.5 Hurtigbåter

Simonsen og Walnum (2018) utviklet en beregningsmodell for å kalkulere drivstofforbruket fra hurtigbåter. Modellen er basert på AIS (automatic identification system)-data, som følger båtens bevegelser hvert 5 minutt og gjennom året 2017. Modellen er validert mot totalt drivstofforbruk for spesifikke båter for året 2017 som oppgitt av rederiet. Vi har basert på modellen beregnet utslippet fra tre hurtigbåter som seiler mellom Bergen og Sogn. Båtene Vingtor (passasjerkapasitet 290), Njord (passasjerkapasitet 290) og Frøya (passasjerkapasitet 190). Båtene har gjennomsnittlig drivstofforbruk per nautiske mil på 22,34 kg drivstoff.

Vi har ikke eksakt oversikt over beleggsprosenten for båtene, men vi gjør en antakelse om 50 prosent kapasitetsutnyttelse basert på opplysninger fra ruta Bergen og Sogndal. Kapasitetsutnyttelsen for ruta mellom Bergen og Sogndal varierer mellom 50-65 prosent gjennom året¹⁹, men kapasitetsutnyttelse er i kilden forstått som antall passasjerer total fordelt på turer, dvs. uavhengig av hvilken påstigning og avstigingshavn de bruker og deres faktiske reiselengde. Derfor kan passasjerbelegg være satt noe høyt sammenligna med andre transport middel.

Anbefaling om klimagassutslippsfaktor for hurtigbåter

Med en antakelse om 50 prosent utnyttelse av passasjerkapasiteten blir det direkte gjennomsnittlige klimagassutslippet fra de tre båtene 308,18 gram CO₂ ekvivalenter per passasjer-km. For å beregne utslipp i forbindelse med produksjon av drivstoff antar vi de bruker lavsvovel drivstoff (Ecoinvent 2016). Det kreves 43,74 gram CO₂ ekvivalenter per passasjer-km for å produsere drivstoffet som brukes til framdrift.

¹⁷ <https://www.regjeringen.no/contentassets/ef3182d6d4724e01b570f52b6e35a444/vedlegg-k-distansetabell-kyststruten-bergen--kirkenes-28.06.10-dokid-258117.pdf> sist åpnet 02.03.2020.

¹⁸ <https://sea-distances.org/> sist åpnet 02.03.2020.

¹⁹ <file:///C:/Users/hjw/Downloads/utgreiing-om-endringer-i-rutetilbudet-sognebaaten-rapport.pdf> sist åpnet 02.03.2020.

Dette gir et samlet drivstofforbruk på 352 gram CO₂ ekvivalenter per passasjer-km. Utslippstallet er gyldig for relativt store hurtigbåter, og er sensitivt i forhold til antakelsen om passasjerbelegg.

Utslipp per tur regnes slik:

$$\begin{aligned} & \textit{Antall reiste kilometer} * \textit{antall personer som reiste} * 0,352 \textit{ kg CO}_2 \textit{ ekv.} \\ & = \textit{klimagassutslipp per tur med hurtigbåt.} \end{aligned}$$

Totale utslipp regnes som summen av alle hurtigbåtturene gjennomført i regi av folkehøgskolen.

For å finne reisedistanse med hurtigbåter kan følgende kilde brukes: <https://www.rome2rio.com/>.

2.6 Vegetarmåltider

Ser vi på mat i et livsløpsperspektiv, som tar med produksjon av maten og fram til den blir spist eller kastet, så er funnet at rødt kjøtt kommer dårlig ut i en klimasammenheng (Poore og Nemecek 2018). Om vi antar at ett middagsmåltid inneholder 200 gram med biffkjøtt fra oksekalv så er utslippene til kjøttet hele 3,8 kg CO₂ ekvivalenter (van Oort og Andrew 2016). En overgang til vegetarmåltid som har samme kaloriinntak som rødt kjøtt kan redusere klimagassutslippet per middagsmåltid med over 90 prosent²⁰.

Hille et. al. (2009) påpeker at det er to viktige forbehold til påstanden om at de vegetabiliske produktene gir lavere utslipp per kalori enn husdyrprodukter. (1) Det første er at bildet kan endres dersom de vegetabiliske produktene dyrkes i organiske jordarter. Hille et. al (ibid.) fremhever at dette generelt er et unntak, men at det kan være vanlig ved produksjon av enkelte grønnsaker i Norden, for eksempel gulrot. (2) Det andre forbeholdet gjelder debatten om karbonbinding²¹ tilknyttet eng. Noen mener at karbonbinding i eng medfører at produkter fra drøvtyggere i virkeligheten gir svært små netto klimagassutslipp²².

Hille et. al (2009) framhever at klimamerking av mat burde omfatte krav om at veien fra jord eller kai til kjøkken har vært korte, CO₂-effektive og hatt lite svinn. Kort og effektiv transport er spesielt viktig når det gjelder varer med høy vekt og/eller volum per kalori. Det vil blant annet si poteter, grønnsaker, frukt og melk. I tillegg spiller årstid og sesong inn. Dette gjelder for grøntprodukter, men det gjelder også mange fiskeslag og kjøtt som for lam og vilt. Konsum utenom disse sesongene er avhengig enten av import, frysing eller (i tilfellet lam) inneføring. Hille et al. (ibid.) påpeker at den relative betydningen som årstida har for klimagassutslippene er størst for grøntprodukter. Spises disse langt utenfor den norske sesongen kan utslippene per kalori øke vesentlig på grunn av svinn og energibruk under lagring, og de øker enda mer ved import langveis fra. Frosne varer kan øke utslippene per kalori vesentlig sammenlignet med ferske varer (ibid.).

²⁰ Egen beregning basert på utslippstall fra Van Ort og Andrew (2016) for biffkjøtt fra oksekalver, mens utslipp fra vegetarmåltid er hentet fra framtiden i våre hender: <https://www.framtiden.no/dokarkiv/arbeidsnotater/739-kortreist-eller-vegetarisk-hva-monner-mest-i-klimasammenheng/file.html> s. 11. sist åpnet 03.03.2020.

²¹ https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2591077/NIBIO_RAPPORT_2019_5_36.pdf?sequence=2&isAllowed=y sist åpnet 03.03.2020

²² <https://www.nationen.no/article/beiting-er-et-viktig-klimatiltak/> sist åpnet 03.03.2020

Anbefaling om registrering av vegetarmåltider

Oppsummert er det bra å registrere vegetarmåltider, men i tillegg burde refleksjon rundt opphav av maten, transport av mat og at mat spises etter sesong være med i vurderingen. I forbindelse med klimavennlighet knyttet til mat er det å inkludere tiltak for å redusere matsvinn viktig samt ha et mål for dette.

Vi anbefaler at det ikke brukes et kvantifiserbart mål på hvor mye klimagassutslipp ett vegetarmåltider sparer i forhold til et måltid med kjøtt, siden det ikke lages et totalt klimagassregnskap for alt matforbruk i Miljøfyrtårn. Vi anbefaler at antall vegetarmiddager blir telt årlig, og at folkehøgskolene gir en kvalitativ beskrivelse av hvordan de jobber med bærekraft og mat samt jobber for å forhindre matsvinn.

Vår anbefaling er å:

- (1) Registrere antall vegetarmiddager per uke og årlig.
- (2) Kvalitativ beskrivelse av praksis rundt mat og bærekraft.
- (3) Kvalitativ beskrivelse av hvordan folkehøgskolen jobber for å redusere matsvinn.

2.7 Gjenbruk

Folkehøgskolene ønsker å kartlegge antall produkter som er gjenbrukt/ kjøpt brukt i stedet for ny (f.eks. utstyr på linjer, kontorutstyr etc.). Det er positivt at folkehøgskolene har med dette i sin kartlegging. Vår vurdering er at det blir krevende å kvantifisere klimaeffekten av gjenbruk siden det kommer an på hvilke produkt det gjelder samt transport forbundet med dette. Vi anbefaler at det legges inn en kvalitativ beskrivelse av gjenbruk i Miljøfyrtårns spørreskjema.

Anbefaling for registrering av gjenbruk

Følgende kategorier skal kartlegges av folkehøgskolene i Miljøfyrtårn:

- (1) Antall produkter som er gjenbrukt/kjøpt brukt i stedet for ny årlig.
- (2) Kvalitativ beskrivelse av praksis rundt gjenbruk og reparasjon.

3.0 Kilder

Andersen, O. (2006) Transport, miljø og kostnader. Vestlandsforskning notat nr. 15 2006.

Hille, J., Ekström, F., Aall, C., & Brendehaug, E. (2009). Klimamerking av mat–er det mulig? Vestlandsforskingsrapport nr. 8 2009.

International Civil Aviation Organization (2017). ICAO Carbon Emissions Calculator Methodology version 10. Rapporten er tilgjengelig her:
https://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Documents/Methodology%20ICAO%20Carbon%20Calculator_v10-2017.pdf
sist åpnet 02.03.2020.

Jungbluth, N., & Meili, C. (2019). Recommendations for calculation of the global warming potential of aviation including the radiative forcing index. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(3), 404-411.

Sataøen, H. L., & Andersen, O. (2006). Samfunnsregnskap for Oslo Sporveier 2005. Vestlandsforskning notat nr. 8 2006.

Oort, B. V., & Andrew, R. (2016). Climate footprints of Norwegian dairy and meat a synthesis. *CICERO report 6 2016*.

Pers.komm. (21.02.2020) Hogne Nersund Larsen, gruppeleder for Energi og Miljø i Asplan Viak.

Pers.komm. (21.02.2020) Anette Severinsen, seniorrådgiver på avdeling for miljøfaglig utvikling i Stiftelsen miljøfyrtårn.

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992.

Simonsen, M. og Walnum, H.J. (2018) Presentasjon av modell for strekningsanalyser
<https://www.vestforsk.no/sites/default/files/2018-01/Presentasjon%20Simonsen%20og%20Walnum%20%2026%20%20januar.pdf> sist åpnet 02.03.2020.

Simonsen, M., Walnum, H. J., & Gössling, S. (2018). Model for estimation of fuel consumption of cruise ships. *Energies*, 11(5), 1059.

The International Council on Clean Transportation (ICCT) (2018) Transatlantic airline fuel efficiency ranking, 2017. Rapporten er tilgjengelig her:
https://theicct.org/sites/default/files/publications/Transatlantic_Fuel_Efficiency_Ranking_20180912_v2.pdf

Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., & Weidema, B. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(9), 1218-1230.

Åkerman, J. (2012). Climate impact of international travel by Swedish residents. *Journal of Transport Geography*, 25, 87-93.