

Vestlandsforskning-notat nr. 4/2018

Grønne daler

*- Gjennomgang av statistikk, beregning av
klimagassutslipp og forslag til tiltak*

Hans Jakob Walnum og Morten Simonsen



Vestlandsforsking notat

Tittel Grønne daler -Gjennomgang av statistikk, beregning av klimagassutslipp og forslag til tiltak.	Notatnummer 4/2018 Dato 08.11.2018 Gradering Open
Prosjekttittel Grøne dalar 2030	Tal sider 25 Prosjektnr
Forsker(ar) Hans Jakob Walnum og Morten Simonsen	Prosjektansvarleg Geirmund Dvergsdal og Odd Rønningen
Oppdragsgiver Stryn Kommune oppdraget er finansiert av klimasats midler.	Emneord Rural turisme Statistikk Trafikktellinger Telenor-data CO ₂ utslipp
Andre publikasjoner frå prosjektet	
ISSN:	Pris: kan lastes ned gratis

Innhold

1.0 Innledning	5
2.0 Statistikk for å kvantifisere det direkte CO ₂ utslippet.....	5
2.1 Cruise	5
2.2 Busstransport av cruisepassasjerer til Oldedalen/Briksdalen	6
2.3 Registrert antall parkeringer fra personbiler Brikdalfjellstove og Melkevoll/Bretun	7
2.4 Estimering av utslipp knyttet til Buss og biltransport for besøkende vi ikke har opplyst reisemåte for	7
2.5 Oppsummering av fordeling av klimagassutslipp etter transportformer	7
3.0 Forslag til forbedringer i statistikk	11
3.1 Manglende opplysninger	11
3.2 Etablering av tellepunkt i stien opp til Briksdalen	11
3.3 Data fra Telenor	14
3.4 Validering av presisjonen til Telenor-data	17
3.5 Trafikktellinger	18
4.0 Oppsummering og diskusjon	19
5.0 Referanser	21
Annex 1 Sammenheng mellom antall cruisegjester i Olden og besøk i Briksdalen	22
The estimation of cruise ships' effect on number of visitors to the Briksdal glacier note by Morten Simonsen	22

Tabell 1 Beregna drivstofforbruk, CO ₂ utslipp og NO _x utslipp fra cruiseskip i Nordfjordhamn for året 2017.....	6
Tabell 2 Antall passeringer og besøkende Briksdalsbreen fra 29. juni til og med 5. juli 2018.....	12
Tabell 3 Antall passeringer og besøkende Briksdalsbreen fra 8. august til og med 31. august 2018. .	12
Tabell 4 Antall besøkende Briksdalsbreen fra 1. september til og med 25. september 2018.....	13
Tabell 5 Oversikt over cruiseskipsanløp og antall personer i Olden i perioden fra 14. august til 19. august etter skipsanløp.	17
Tabell 6 Samla oversikt over cruiseturister og mannskap per dag	18
Figur 1 Sammenligning av reisemåter per person tur-retur Olden-Briksdalen.....	8
Figur 2 Prosentvis fordeling av besøkende i Briksdalen etter reisemåte	8
Figur 3 Prosentvis fordeling av klimagassutslipp etter reisemåter lokalt	9
Figur 4 Kart over Oldedalen Briksdalen tellepunkt markert med 2.....	11
Figur 5 Kart over stien opp til vannet ved Briksdalsbreen, tellepunkt markert med 2	11
Figur 6 Teller ble plassert til høyre under steinen. Bildet viser at plassering av teller ble gjort i et skyggefylt område.	12
Figur 7 Overisikt over grunnkretser Skarstein og Olden ligger øverst i kartet, mens Sunde og Oldedalen ligger nederst, Oldedalen omfatter Briksdalsbreen, Grunnkretsgrenser markert i grønt.....	15
Figur 8 Oversikt over antall personer per hele time i området Olden og Skarstein	16
Figur 9 Oversikt antall personer registrert t per hele time i Oldedalen og Sunde.	16

1.0 Innledning

Turisme er raskt voksende globalt og i Norge, og er forventet å vokse i årene som kommer. Turisme utgjorde hele 8 prosent av klimagassutslippene globalt for året 2016 (Lenzen et al 2018). På den ene side er turisme en bidragsyter til klimaendringer og i tillegg blir turistdestinasjoner påvirket av klimaendringer. Begrepet «last chance tourism» er brukt knyttet til sårbare områder som Antarktisk, og viser til at det er siste mulighet for å besøke klimasårbare områder (se for eksempel Olsen et al 2012, Eijgelaar 2010 og Lemelin et al 2013). Norske isbreer er et slikt eksempel, og Briksdalsbreen har trukket seg kraftig tilbake fra midten av 1990-tallet som et resultat av tørre vintre og varme/våtere somre (<https://snl.no/Briksdalsbreen>), og det diskuteres om slike områder vil ha et særskilt ansvar for å opp tre ansvarlig med hensyn til å være en bærekraftig turistdestinasjon.

Dette notatet tar for seg hvor stor turistaktivitet det er i Oldedalen og Briksdalen, og hva det tilhørende direkte CO₂ utslippet i aksel fra Olden opp til Oldedalen/Briksdalen er. Notatet går gjennom ulike kilder som kan brukes i en slik beregning. I tillegg drøfter notatet ulike tiltak med hensyn til reduksjon av klimagassutslipp, deres muligheter og barrierer samt synlighet som tiltakene vil ha.

2.0 Statistikk for å kvantifisere det direkte CO₂ utslippet

2.1 Cruise

Vestlandsforskning har utviklet en modell for å beregne drivstofforbruk og CO₂ utslipp fra cruiseskip. Modellen bygger på teknisk informasjon om cruiseskip, herunder installert motorkapasitet og framdriftstype (hentet fra databasen IHS fairplay databasen SeaWeb¹) og automatisk identifikasjons (AIS) data, innhentet fra Kystverket, som viser skipets posisjon og fart per 5 minutt.

Ved å kombinere de to datakildene og anvende en beregningsformel fra IMO's (internasjonal sjøfartsorganisasjonen) tredje klimagass-studie (Smith et. al 2014) beregnes et spesifikt drivstofforbruk og utslipp fra cruiseskipene under deres framdrift. I tillegg brukes det mye energi knyttet til delen som ikke går til framdrift for cruiseskipene, den såkalte hotell delen som innbefatter lys, ventilasjon og å dekke energibruken til andre fasiliteter som f.eks. svømmebasseng. Cruiseskips hotell del bruker omtrent like mye energi under seiling som i havneligge (Simonsen et. al 2018).

For å beregne drivstofforbruk fra hotell delen har modellen tatt utgangspunkt i tre kilder, (1) for mindre skip > 25 000 bruttotonn bruker vi data fra hurtigruteskipet *Finnmarken* dette er eksakte data fra *Finnmarkens* energibruk i norske havner i året 2017, (2) for mellomkategorien av skip 25 000-75 000 bruttotonn har modellen basert seg på en spørreundersøkelse til cruiserederiene gjennomført sommeren 2016 (Stenersen 2017), og for de største skipene over 75 000 bruttotonn baserer vi oss på en spørreundersøkelse fra Alaska i 2008 (Graw og Faure 2010). Dokumentasjon av hvordan modellen² er bygd opp er presentert i Simonsen et. al (2018).

Med bakgrunn i modellen har vi beregna drivstofforbruk, CO₂ utslipp og NO_x utslipp for 87 cruiseskipsanløp og totalt 139 829 passasjerer som ankom Olden og Loen i 2017 (pers med Nordfjord hamn). I tabell 1 finnes en oversikt over beregna drivstofforbruk og utslipp knytt til cruiseaktivitet i Olden.

¹ <https://maritime.ihs.com/>

² Modellen er tilgjengelig på denne nettsiden: <http://fling.jostedal.no/esiurc/Default.aspx>

Tabell 1 Beregna drivstofforbruk, CO₂ utslipp og NO_x utslipp fra cruiseskip i Nordfjordhamn for året 2017.

Forbruk Marin diesel olje	CO ₂ utslipp i havneligge	NO _x utslipp i havneligge
1260,7 t (9 kg per passasjer)	3467 t (25 kg per passasjer)	26,15 tonn med NO _x (ca. 0,2 kg per passasjer)

Den samla liggetida for de 87 anløpene er 822 timer. med ei beregna oppkoblingstid og frakoblingstid på til sammen en time som er et rimelig estimat for cruiseskip³, gir det mulighet for å benytte landstrøm i 735 timer.

Innstallinger av landstrøm vil kunne redusere klimagassutslipp og lokale utslipp i havneområdet fra cruiseskip i størrelsesorden 90 prosent.

2.2 Busstransport av cruisepassasjerer til Oldedalen/Briksdalen

Fra Nordfjordhamn har vi fått opplyst at det er totalt 749 bussavganger til Oldedalen/Briksdalen. Disse fordeler seg med Briksdal 510 busser, Briksdal trollbuss shuttle 182 busser, Olden cruise lake 33 busser og Briksdal glacier safari 24 busser. Disse står for 57 prosent av turene som cruiseturistene har med buss fra Olden/Loen til Oldedalen å gjøre (pers. med 2. februar 2018).

Totalt er det 141 680 passasjerer registrert i Olden/Loen for sesongen 2017 (opplysninger gitt i e-post fra Nordfjordhamn 2. februar 2018). Erfaringsmessig reiser mellom 45% og 50% av gjestene på organisert utfukt gjennom rederiene dvs. i intervallet 63 756 og 70 840 passasjerer.

Dvs. at mellom 36 340- 40 379 cruisepassasjerer tok turen opp til Oldedalen gjennom organisert utfukt fra Olden. Per busstur gir det et snittbelegg i antall passasjer på mellom på mellom 48,6 og 54 passasjerer (dette er et realistisk antall for vanlige turbusstyper⁴).

Dagens klimagassutslipp fra denne trafikken er i størrelsesorden: 44 km t/r (tall henta fra google maps, som viser distanse mellom Olden sentrum og Briksdal Fjellstove) * 782 gram CO₂ ekvivalenter (tall henta for turbuss i miljødirektoratets tiltaks kategori) = 34,4 kg CO₂ ekvivalenter per tur, og totalt 25,67 tonn CO₂ fra lokal bussfrakt opp Briksdalen.

Det som ikke blir fanget opp i de 749 bussavgangene er de som har som har benyttet privatutfukt fra Olden samt benytta rutebussen til Briksdalen.

På Briksdalfjellstue er antallet gjester som kommer fra cruise og som spiser et måltid registrert (pers.med Per Briksdal). I 2017 var det 30 311 cruiseturister fra Olden/Loen. I tillegg kom det 6 862 cruiseturister fra Geiranger og Hellesylt. Om vi antar at det er belegg på 50 personer i bussene fra Geiranger og Hellesylt gir dette et tillegg på 137 bussankomster til Oldedalen/Briksdalen.

³ https://www.princess.com/news/backgrounders_and_fact_sheets/factsheet/Princess-Ships-Clear-the-Air-with-Shore-Power-Connections.html

⁴ <http://www.nettbuss.no/leie-buss>

2.3 Registrert antall parkeringer fra personbiler Briksdalfjellstove og Melkevoll/Bretun

11 000 biler har betalt parkeringsavgift ved Briksdalfjellstove, og 2000 som parkerer tilknyttet Melkevoll og Bretun (pers med Inge Melkevoll). I tillegg er 1500 enheter, inkluderer biler med campingvogn eller personbiler med telt registrert på Melkevoll/Bretun (ibid.).

Det vil si at det er registrert til sammen 14 500 kjøretøy som har tatt turen opp Briksdalen. En beleggsprosent på 2 gir dette 29 000 besøkende, er det gjennomsnittlige belegget 2,5 personer per bil gir dette 36 250 personer som ankommer med bil eller campingbil.

Med utgangspunkt i et gjennomsnittlig klimagassutslipp per km på 140 g CO₂ ekvivalenter (tall henta for snitt diesel/bensin for personbil i miljødirektoratets tiltaks kategori), gir det et samla utslipp per tur fra Olden fram og tilbake fra Briksdalen på 6,16 kg CO₂ ekvivalenter, og totalt 89,32 tonn CO₂ ekvivalenter.

2.4 Estimering av utslipp knyttet til Buss og biltransport for besøkende vi ikke har opplyst reisemåte for

Det er registrert 300 000 besøkende ved Briksdalfjellstove (pers. med Per Briksdal). Av disse kan vi gjøre greie for at tallet fra registrert parkering og registrert busstransport fra cruisepassasjerer til sammen utgjør mellom 65 340 (lavt estimat) og opptil 83 491 (høyt estimat). Det vil si at vi kan redegjøre for transportmåten for 21.8 prosent- 27.8 prosent av de som besøker Briksdalen.

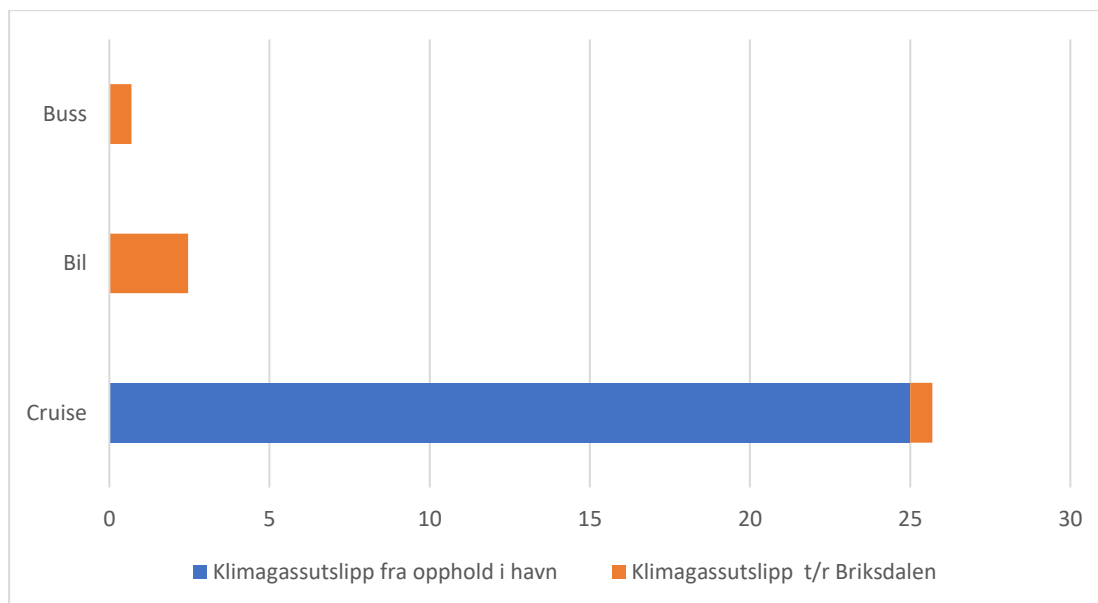
Om vi antar ei lik fordeling av passasjerer mellom buss og bil for de vi ikke vet transportform for og antar at den er lik som for de vi har opplysninger vil det si at om lag 55% av de besøkende ved Briksdalfjellstove ankommer med buss (cruisegjester inkludert), og 45% ankommer med personbil.

Dette vil si 120 450 busspassasjerer ankommer med turbuss utenom cruise. Dette gir med en antatt beleggsprosent på 50 personer ca. 2 409 ankomster med buss som tilsvarer et samlet utslipp på 82,86 tonn CO₂ ekvivalenter for kjøring med buss utenom cruisepassasjerer tur-retur Briksdalen og Oldedalen. I denne beregninga antar vi at det er 39 420 biler som ankommer på besøk Briksdalen uten at de blir registrert for betaling av parkeringsavgift.

Vi har kommet fram til tallet basert på en antakelse om at lag 45 prosent av de reisende som vi ikke vet reisemåte for bruker bil, og vi har antatt en beleggsprosent er 2,5 per kjøretøy. Det gir et anslag på 242,8 tonn CO₂ ekvivalenter fra biler utenom de som har betalt parkeringsavgift eller for opphold på Melkevoll/Bretun.

2.5 Oppsummering av fordeling av klimagassutslipp etter transportformer

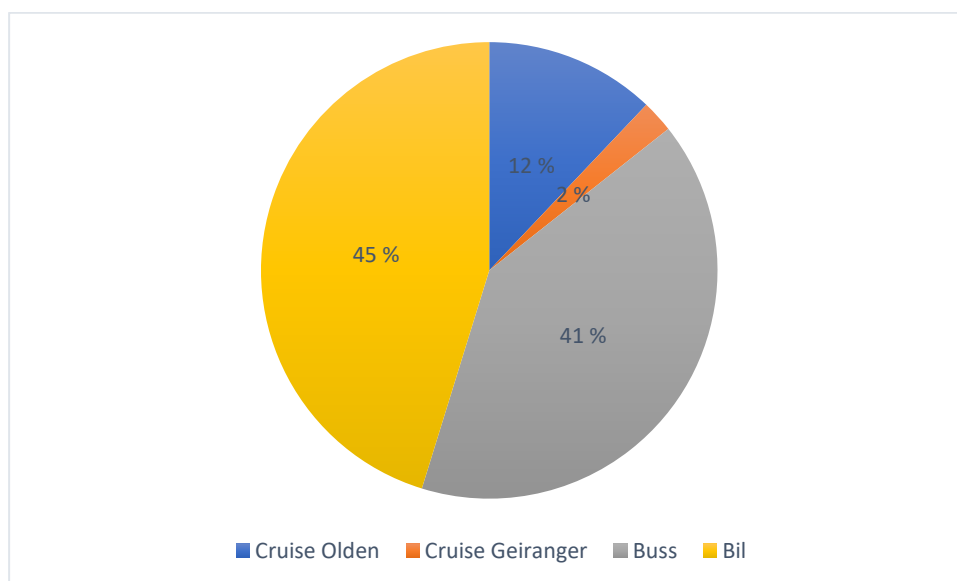
Systemgrensen fra studien er å se på hvordan klimafotavtrykket knyttet til besøkende i Oldedalen og Briksdalen kan reduseres, og vi ser på dette lokalt og i aksen fra Olden-sentrum opp til Briksdalen. Figur 1 viser en fordeling av klimagassutslipp etter reisemåte. Merk at vi her ikke tar med oss reisen til Olden, men kun når turistene oppholder seg i Olden. Det vil si at vi sammenligner det klimafotavtrykket som ulike transportmåter gir lokalt.



Figur 1 Sammenligning av reisemåter per person tur-retur Olden-Briksdalen.

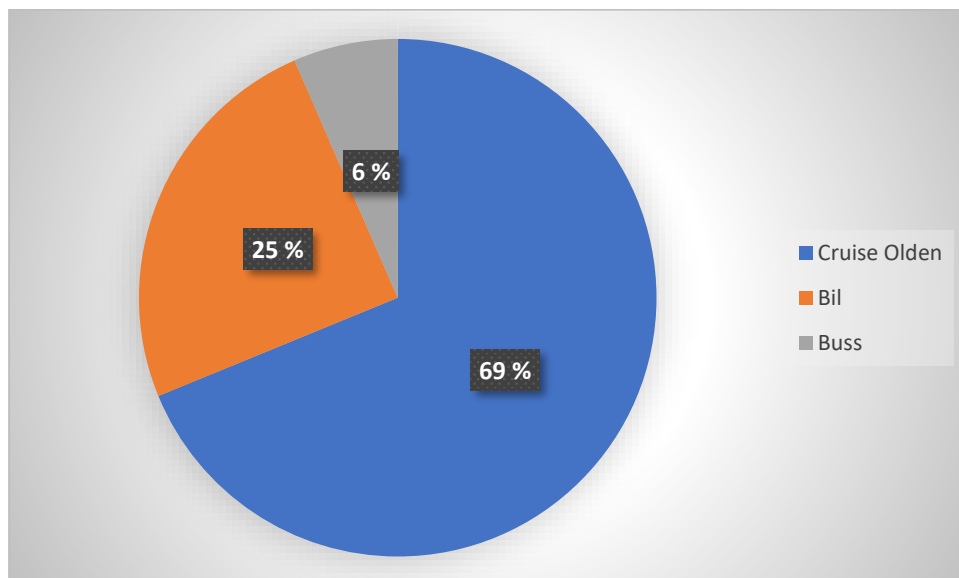
Figur 1 sammenligner klimapåvirkning i kilo CO₂ ekvivalenter, og grunnen til at cruiseturister kommer relativt dårlig ut er at vi allokerer utslippet fra skipet til cruisepassasjerer, mens cruiseturistene reiser i Briksdalen forbrenner samtidig cruiseskipet en hel del drivstoff for å opprettholde cruiseskipets hotellfunksjonen.

I tillegg kan vi beregne klimagassutslipp for alle reisende til Briksdalen etter reisemåter, dvs. at vi kun tar utgangspunkt i de om lag 300 000 som besøker Briksdalen, og at disse fordeler seg etter reisemåte som antatt i drøftingene over. Det vil si 36 000 er cruiseturister fra Olden som reiser opp til Briksdalen med buss, 6 800 cruiseturister fra Hellesylt/Geiranger som reiser opp til Briksdalen med buss, mens om lag 121 000 reiser med buss og 135 000 med bil.



Figur 2 Prosentvis fordeling av besøkende i Briksdalen etter reisemåte

Av figur 2 som ser vi at cruiseturister kun utgjør et mindretall av de som besøker Briksdalen totalt ca 14 prosent. Figur 3 viser prosentvist klimagassutslipp i forbindelse med lokal transport fra kaia i Olden opp til Briksdalen.



Figur 3 Prosentvis fordeling av klimagassutslipp etter reisemåter lokalt

Figur 3 viser at det største klimafotavtrykket kommer fra cruiseturistene⁵ som utgjør et mindre antall av de besøkende, men klimapåvirkning fra å holde cruiseskipet i gang overskygger utslipp fra både buss og bil, selv om langt flere reiser til Briksdalen uten å være cruisegjester ved Olden havn.

Hvis Olden etablerer et landstrøm-anlegg og cruiseskipene har utstyr for å koble seg på dette vil det som pekt på i kapittel 2.1 kunne redusere utslipp i havneligge i størrelsesorden 90 prosent. Så er det barrierer i forhold til kostnader og hvorvidt cruiseskipene har mulighet til å koble seg opp, men det er det tiltaket som vil gi størst klimamessig gevinst lokalt, inklusive reisende til Briksdalen.

Ved fullskala implementering og at alle skip som ankommer Olden benytter landstrøm vil utslipp tilknytt reiser til Briksdalen gå ned i størrelsesorden 810 tonn CO₂, og total reduksjon for alle cruiseskip aktivitet med utgangspunkt i året 2017 vil være i størrelsesorden 3 100 tonn CO₂.

En hovedinnvending mot landstrøm har vært kostnader, og at det har vært manglende støtteordninger fra ENOVA, nå ser du ut til at ENOVA har snudd i sitt syn på kostnad-nytte for landstrøm. I desember 2018 ga de tilsagn til å støtte landstrøm bla. i Bergen havn⁶. Nye teknologiske løsninger, som benyttet knyttet til etablering av landstrømanlegget i Kristiansand, har gitt lavere investeringskostnader⁷. Mye tyder på at landstrøm kan være et nyttig og realistisk klimatiltak for Stryn kommune både i forhold til faktiske reduksjoner av utslipp, og synliggjøring av at det er en kommune som tar utslippsreduksjoner på alvor.

En rekke norske havner har gått sammen for å få til et system med miljødifferensiert havneavgift for cruiseskip. Havnene som er med i utarbeiding er Trondheim, Bergen, Tromsø, Flåm, Stranda, Ålesund, Molde og Eidfjord. Baseline i beregninga er det utslippsnivået som skipene har i henhold til internasjonale minimumskrav. Skip som overoppfyller krav vil bli belønna økonomisk, mens skip som ikke møter krav vil bli straffet økonomisk. Det er opp til de enkelte havnene å sette avgiftsnivået.

⁵ Merk at cruise Geiranger er holdt utenfor siden utslippet fra landligge skjer i Geiranger, og vi har kun tatt med den lokale busstrafikken i aksen mellom Olden og Briksdalen t/r i beregninga for disse turistene, og tilskrevet dette busstransport.

⁶ <https://www.tu.no/artikler/deler-ut-78-millioner-til-landstrom-bergen-stikker-av-med-det-meste/452749>

⁷ <https://www.skipsrevyen.no/article/kristiansand-havn-faar-europas-stoerste-landstroemanlegg/>

Stortinget gjorde følgende vedtak i mai 2018: «*Stortinget ber regjeringen implementere krav og reguleringer til utslipp fra cruiseskip og annen skipstrafikk i turistfjorder samt andre egnede virkemidler for å sørge for innfasing av lav- og nullutslippsløsninger i skipsfarten fram mot 2030, herunder innføre krav om nullutslipp fra turistskip- og ferger i verdensarvfjordene så snart det er teknisk gjennomførbart, og senest innen 2026.*» Sett i et perspektiv mot 2030 er nullutslippssoner et tiltak som vil bli mye diskutert, og det diskuteres om tiltaket om nullutslippssoner i Verdsarvfjordene fra 2026 skal gjelde alle norske fjorder noe som i tilfelle vil innebære en drastisk nedgang i utslipp fra cruise i norske fjorder.

Oppsummert ønsker ulike aktører å skjerpe kravet til cruiseindustrien fra havner, kommuner, stortinget og sjøfartsdirektoratet. Sett i dette nasjonale trykket vil det være naturlig for Stryn kommune å sette i gang tiltak for å få redusert utslipp fra cruise.

Busstransport med høy beleggsprosent framstår som et miljøvennlig alternativ sammenligna med andre transportformer. Allikevel kan det direkte klimagassutslippet gå ned ved å benytte en hybridløsning i framdriften for turbuss noe som vil redusere utslippet per km fra 782 gram per til 537 gram per km eller i størrelsesorden 30 prosent (beregningstall henta fra kategorien «turbuss hybrid» i miljødirektoratets tiltaks kategori). På sikt kan krav om nullutslippsløsninger som hydrogen eller elektrisitet bidra til å redusere det direkte utslippet med 100 prosent. Her kan utslippskutt bli på mellom 26 tonn (hybridløsning) og 89 tonn (full elektrisk) CO₂ ekv. med utgangspunkt i transportaktiviteten som var i året 2017.

Det å gå over fra diesel/bensin til hybridløsning for en personbil vil redusere det direkte utslippet målt i CO₂ ekvivalent fra 140 g til 84 g (tall henta for snitt hybrid med diesel/bensin for personbil i miljødirektoratets tiltakskategori), eller med om lag 40 prosent. Mens et krav om nullutslipp som elektrisitet eller hydrogen vil gi 100 prosent nedgang i det direkte klimagassutslippet. Det direkte klimagassutslippet fra transport med bil vil gå ned i størrelsesorden fra 132 tonn CO₂ ekvivalenter (hybridløsning) til 331 tonn CO₂ ekvivalenter (100 prosent elektriske kjøretøy).

Våre beregninger om antallet besøkende til Briksdalen er basert på en rekke forutsetninger og forenklinger, vi vil derfor i neste del av notatet peke på hvordan statistikk kan forbedres.

3.0 Forslag til forbedringer i statistikk

3.1 Manglende opplysninger

Bakgrunnen for antakelsen om 300 000 besøkende i Briksdalen er et tellesystem stående ved butikken i Briksdalsfjellstue, men vi har ikke fått tilgang til statistikk eller mer nøyaktige informasjon om systemet eller hvordan det fungerer. Det er dermed uklart hvilke feilkilder og usikkerhetsmarginer som ligger i dette tallet. Det vil si at statistikk for besøkende er upresis og mangelfull, og vi har derfor i dette prosjektet sett på hvordan bedre statistikk kan innhentes for å følge utvikling i besøkstall i årene som kommer.

3.2 Etablering av tellepunkt i stien opp til Briksdalen

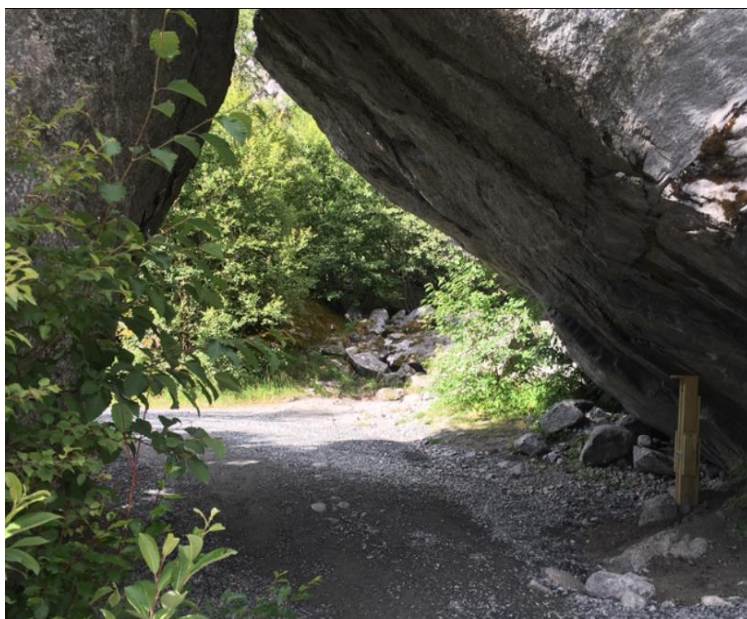
I juni 2018 etablerte vi gjennom et tellepunkt i stien opp mot Briksdalen ved Hesteskyssplassen (tellepunkt er markert i kart se figur 1 og figur 2).



Figur 4 Kart over Oldedalen Briksdalen tellepunkt markert med 2



Figur 5 Kart over stien opp til vannet ved Briksdalsbreen, tellepunkt markert med 2



Figur 6 Teller ble plassert til høyre under steinen. Bildet viser at plassering av teller ble gjort i et skyggefylt område.

Alle som går opp mot breen langs stien må passere dette punktet, og de må velge samme vei tilbake. Vi har benyttet TrafX systemet⁸, det kan være noe feilmargin med systemet hvis flere passerer på siden av hverandre eller ved sterkt sollys mot utstyr.

Allikevel antar vi at tellerens plassering var gunstig (se bilde figur 3), noe som konsistente registreringer viser. Tabell 2 viser antall passeringer og antall besøkende per dag for perioden 29. juni til og med 5. juli 2018. Grunnet feil innstilling med et maks tak på teller fikk vi ikke i første periode ikke registreringer lengre enn 5. juli.

Tabell 2 Antall passeringer og besøkende Briksdalsbreen fra 29. juni til og med 5. juli 2018.

Dato	Passeringer	Besøkende
2018-06-29	1 777	888,5
2018-06-30	2 255	1127,5
2018-07-01	2 085	1042,5
2018-07-02	1 719	859,5
2018-07-03	807	403,5
2018-07-04	2 374	1187
2018-07-05	1 665	832,5
Totalt		6341
Gjennomsnitt		906

Når feilen ble oppdaget etablerte vi derfor en ny telling i samme område fra 11. august 2018 en telling som pågikk til og med 25. september 2018 se tabell 3 og 4.

Tabell 3 Antall passeringer og besøkende Briksdalsbreen fra 8. august til og med 31. august 2018.

Dato	Passeringer	Besøkende
2018-08-11	2 017	1008,5
2018-08-12	1 947	973,5
2018-08-13	1 716	858

⁸ <https://www.trafx.net/>

2018-08-14	3 073	1536,5
2018-08-15	2 419	1209,5
2018-08-16	1 726	863
2018-08-17	1 213	606,5
2018-08-18	561	280,5
2018-08-19	1 232	616
2018-08-20	1 311	655,5
2018-08-21	3 379	1689,5
2018-08-22	1 090	545
2018-08-23	1 339	669,5
2018-08-24	1 007	503,5
2018-08-25	1 435	717,5
2018-08-26	1 134	567
2018-08-27	1 177	588,5
2018-08-28	1 195	597,5
2018-08-29	1 322	661
2018-08-30	857	428,5
2018-08-31	868	434
Totalt	32 018	16009
Gjennomsnitt		762

Tabell 4 Antall besøkende Briksdalsbreen fra 1. september til og med 25. september 2018

Dato	Passeringer	Besøkende
2018-09-01	661	330,5
2018-09-02	621	310,5
2018-09-03	1 719	859,5
2018-09-04	573	286,5
2018-09-05	693	346,5
2018-09-06	1 491	745,5
2018-09-07	321	160,5
2018-09-08	801	400,5
2018-09-09	339	169,5
2018-09-10	524	262
2018-09-11	281	140,5
2018-09-12	551	275,5
2018-09-13	344	172
2018-09-14	472	236
2018-09-15	299	149,5
2018-09-16	239	119,5
2018-09-17	263	131,5
2018-09-18	294	147
2018-09-19	647	323,5
2018-09-20	200	100
2018-09-21	150	75
2018-09-22	230	115
2018-09-23	332	166
2018-09-24	115	57,5
2018-09-25	191	95,5
Totalt	12 351	6175,5
Gjennomsnitt		247,02

Vi ser av tabellen at vi har registrert totalt 28 525 besøkende til Briksdalen for de to perioden vi hadde registreringer for 29. juni- 5. juli, og for 8. august til og med 25. september.

Gjennomsnitt besøkende går gradvis nedover i september, hadde vi lagt et snitt på 900 besøkende per dag (som utfra data virker å være en rimelig antakelse) i perioden fra 5. juli til og med 7. august, kan vi stipulere at det har vært omtrent 31 500 besøkende i den perioden, og totalt om lag 60 000 personer som har tatt turen helt opp til breen via stien fra 29. juni til og med 25 september.

Vi har sett nærmere på sammenheng mellom cruisegjester og antall som tar turen opp til Briksdalsbreen. Simonsen (2018 se annex 1) har basert på ulike regresjonsmodeller, beregnet at for hver 100 cruisepassasjer øker antall besøkende opp til Briksdalsbreen med mellom 11-13 personer. Ser vi på perioden som vi har data for estimerer modellene (annex 1) at det er mellom 5 245 og 6 199 av de totalt 28 525 besøkende eller mellom 18,3 prosent og 21,7 prosent av de besøkende som er cruisegjester.

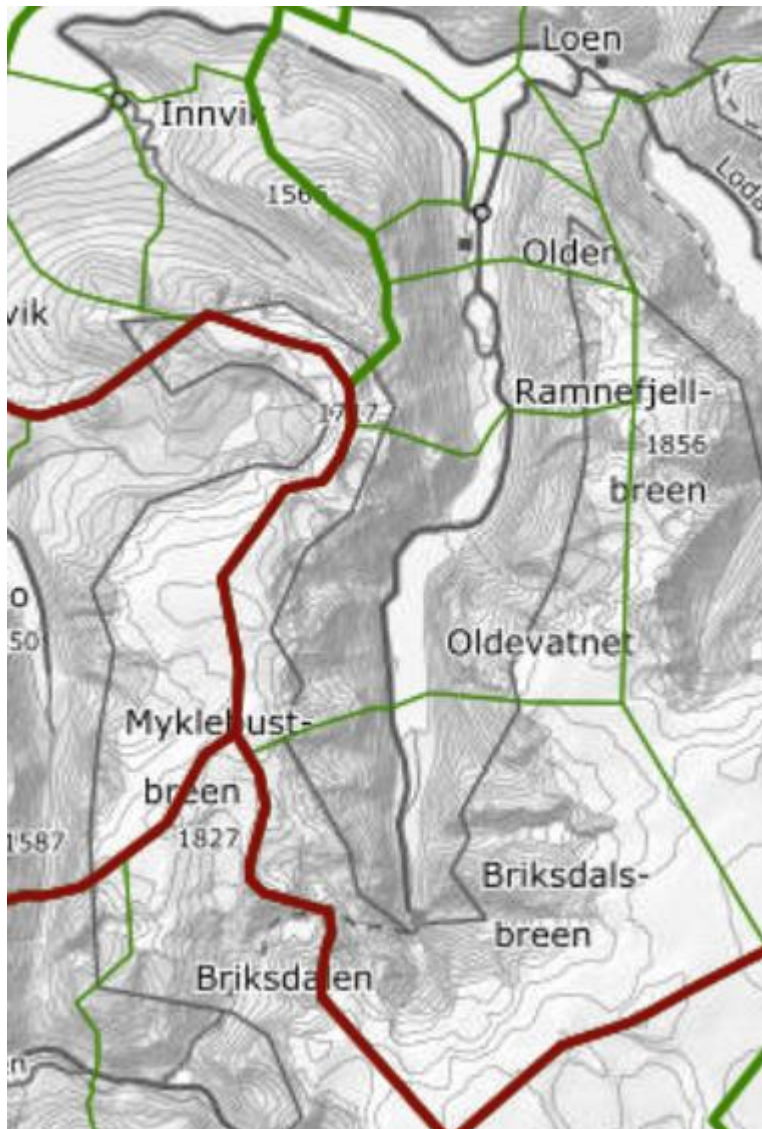
Om vi ser på cruiseanløp gjennom hele året april til og med oktober og antar samme fordeling gjennom året får vi at det er mellom 19 000 og 22 000 av de som har gått stien opp til Briksdalen som er cruisegjester, og et anslagvis total tall på over 100 000 besøkende, men det er verdt å merke at tallene vi har hentet inn er fra høy sesong, og at tall for resten av året ikke nødvendigvis er representative, det kan være færre som besøker breen både fra cruise i Olden og på annen måte i de periodene vi ikke har data for.

Når vi ser på cruisegjesters andel av total besøkene kan det tyde på at cruisegjester fra Olden er noe overrepresentert i turer opp til breen, at det er flere av disse turistene som tar stien opp til breen, enn det er besøkende i Briksdalen, alternativt er det samla besøkstall fra cruise noe høyere i prosent enn det som ble antatt for året 2017. Men vi vet ikke hvor mange av de total besøkende som går så langt som tellepunktet vårt stod. Data fra mobiltelefoner kan være et supplement for å forstå hvor mange som besøker Oldedalen/Briksdalen.

3.3 Data fra Telenor

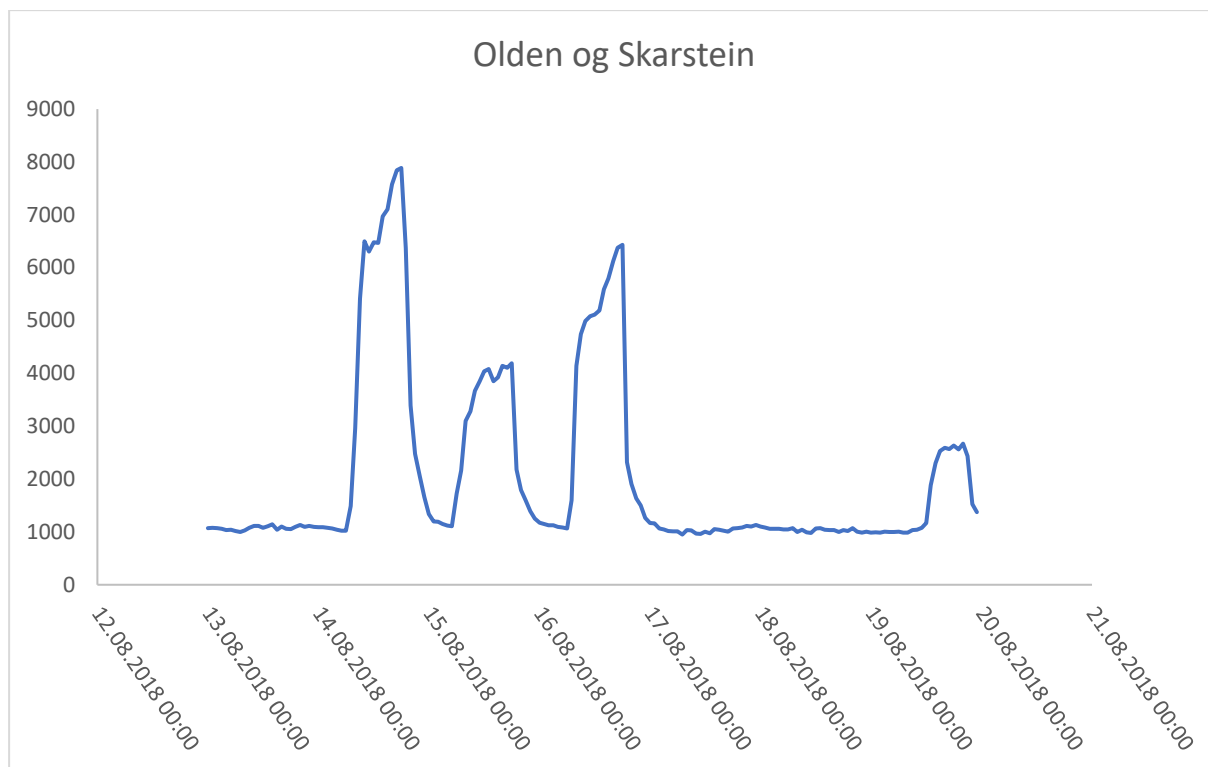
Vi har mottatt data fra Telenor for perioden 13. august til og med 19. august 2018, grunnen til at vi ikke har sett på en lenger periode er kostnader for å innhente data samt at vi ønsker å vurdere om data kan brukes som statistikk grunnlag. Telenor har tilgang til opplysninger om hvor mange av sine brukere som er logget på deres basestasjoner til enhver tid. Det gjør det mulig å innhente opplysninger hvor mange personer som befinner seg et bestemt område på et eksakt tidspunkt. Telenor har oversikt over sine egne abonnemeter og tar utgangspunkt i markedsandeler for Telenor, og ekstrapolerer data for å beregne hvor mange som befinner seg i et område, den eksakte formelen for ekstrapolering er ikke kjent, men vi har fått opplysning om det er et nasjonalt gjennomsnitt av markedsandeler som er lagt til grunn for ekstrapolering i de data vi har fått.

Vi har mottatt data på grunnkrets nivå, og for grunnkretsene Olden, Skarstein, Eide, Sunde og Oldedalen (se kart).



Figur 7 Overblikk over grunnkretser. Skarstein og Older ligger øverst i kartet, mens Sunde og Oldedalen ligger nederst. Oldedalen omfatter Briksdalbreen. Grunnkretsgrenser markert i grønt.

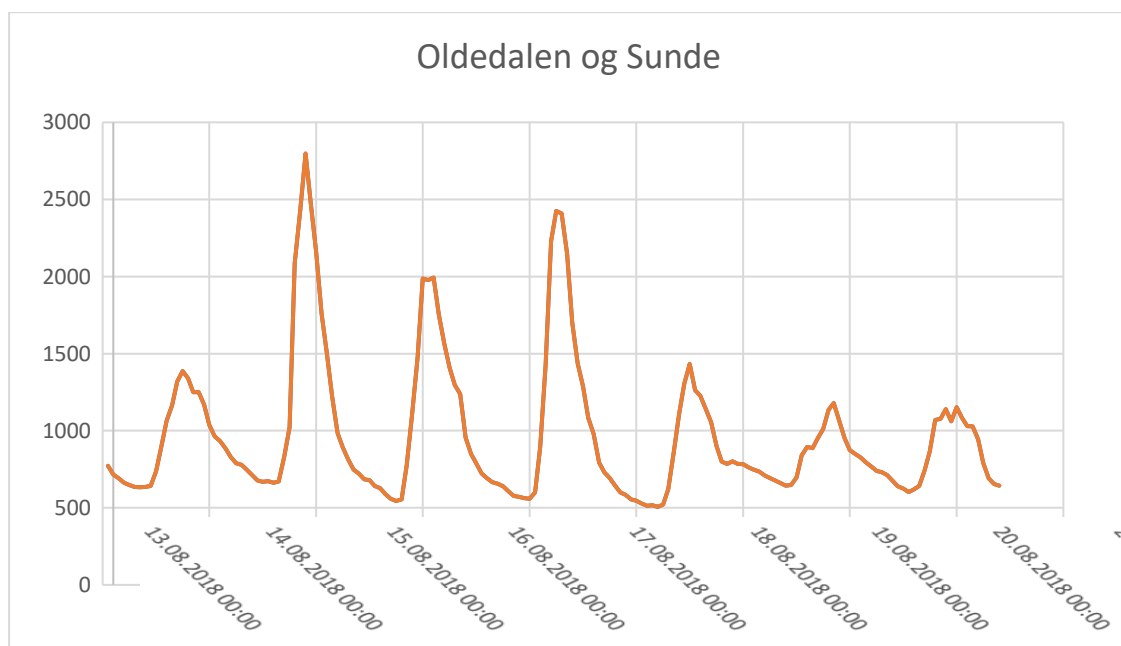
Når Mobility Analytics samler data fordeles personer på de mobilcellene med best dekning. Dette gir en ufordelaktig effekt for område B (Eide) slik at det ser ut som at det ikke personer i dette området i perioden. I tillegg ser vi en lik effekt mellom Older og Skarstein, der værmessig forhold spiller inn og mobilceller med best dekning blir prioritert og kan ha flyttet brukere fra Older til Skarstein. Det innebærer at det å se grunnkretser samla bedre fanger opp antall besøkende på gitte tidspunkt, og er med på å glatte ut at forskjeller på dager kan skyldes værmessige forhold. Vi velger derfor å se Older og Skarstein under ett, og Sunde og Oldedalen under ett.



Figur 8 Oversikt over antall personer per hele time i området Olden og Skarstein

Figur 8 viser hvor mange besøkende det er i Skarstein og Olden på gitte tidspunkt i perioden. Antall registrerte personer i området er høyest på ettermiddag, hele 7 886 klokka 18 det 14. august, og det når en topp på ettermiddagen 16 august klokka 18m men vi ser relativt stabile topper fra klokka 9 de samme dagene.

Vi ser fra anløpsstatistikken at det er stor cruiseaktivitet den 14., 15. og 16. august samt at det er ett cruiseanløp 19. august. På dager uten cruiseanløp ligger antall personer stabilt rundt 1 000 gjennom hele døgnet.



Figur 9 Oversikt antall personer registrert per hele time i Oldedalen og Sunde.

Fra området Oldedalen og Sunde er det topper tilknyttet cruiseanløp, mens toppene målt i antall besøkende er lavere enn i Olden og Skarstein, det er 2 798 registreringer klokka 13, 1 994 registreringer klokka 14 den 15. august og 2 408 registreringer klokka 13 den 16. august. På kvelden ligger antall personer i området rundt 500-600 personer. På dager uten cruise til Olden/Loen er besøkstopper i området rundt klokka 13-14, og besøkstopper varierer mellom 1 432 til 1 140 personer som befinner seg i området. Tallene tyder på at det ikke er alle cruisegjestene fra Olden som besøker Briksdalen i størrelsesorden 15-30 prosent når vi ser på antall cruisepassasjerer opp mot besøkstopper.

Prøver vi å se på sammenhengen mellom Telenor-data og TrafX-data telledata kan det se ut til at det er langt færre som går stien opp til Briksdalen enn det er personer som befinner seg i området.

Merk at data fra TrafX og Telenor blir målt ulikt, Telenor-data gir «snaps hot» over antall som befinner seg i et område på et gitt tidspunkt per hele time, mens TrafX teller antall passeringer. Om vi sammenligner snitt antall som befinner seg i området i fem timers intervaller, så er det for 14. august ca. 50 prosent som passer tur/retur ved tellepunkt, ser vi for eksempel dette i 3 timers perspektiv er det samme antallet 14. august om lag 20 prosent av totalen som passerer tur/retur ved tellepunkt.

Dette viser at det er nødvendig å vite oppholdstid for å kunne bruke Telenor-data til å få en oversikt over hvor mange unike personer som har vært i et område. Dette er en svakhet med data vi har fått fra Telenor, Telenor kan bare gi data for oppholdstid 21 dager tilbake i tid, dvs. at data om oppholdstid må samles inn kontinuerlig om de skal gi presise tall for f.eks. ett år.

3.4 Validering av presisjonen til Telenor-data

For å validere tall fra Telenor i forhold til presisjonsnivå ser vi deres tall opp imot cruiseskipsanløp og antall cruisepassasjerer og mannskap på cruiseskipene. Dette kan gi oss en indikasjon om Telenor-data treffer i forhold til det antall som befinner seg i et område på en spesifikk dag, og i grunnkretsene Skarstein og Olden.

Tabell 5 Oversikt over cruiseskipsanløp og antall personer i Olden i perioden fra 14. august til 19. august etter skipsanløp.

Dato	Skip	Ankomst	Avgang	Passasjerer	Mannskap
14.aug	Arcadia	08:00	18:00	2001	976
	Sapphire Princess	09:00	19:00	3004	1100
15.aug	Queen Elizabeth	08:00	18:00	2015	996
	AIDAluna	08:00	16:00	2432	607
16.aug	Britannia	09:00	18:00	3956	1398
19.aug	Artania	14:00	21:00	1072	537
	Island Sky	13:00	19:30	92	75

Tabell 6 Samla oversikt over cruiseturister og mannskap per dag

Dato	Antall totalt	Antall passasjer
14.aug	7081	5005
15.aug	6050	4447
16.aug	5354	3956
19.aug	1776	1164

Merk at disse opplysningene er faktiske antall ankomster fra cruiseskip og vi har presise tall for antall cruisegjester, men har antatt mannskap om bord på skipene basert på opplysninger som ligger ute om skipene fra rederi og cruiseselskapene.

Telenor-data viser at maks-tallet for utenlandske besøkende den 14. august var 7 178 noe som ble registrert klokka 18. Fra cruise har vi beregna et tall på 7 081 besøkende og dette viser at estimat for 14. august gir en liten underestimering, men kan se ut til å stemme gitt usikkerhet i antall mannskap, på denne dagen siden tallet på dager uten cruise ligger tallet utenlandske gjester på mellom 270-476 gjester.

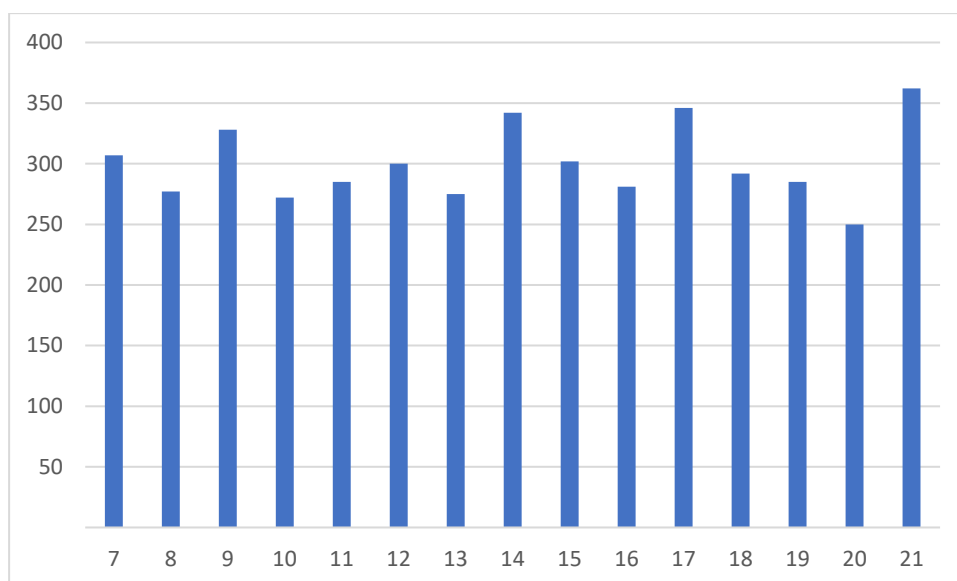
15. august er antall utenlandske gjester maks 3 454 følge Telenor-data for området Skarstein og Olden, og det ser ut til å være en viss underestimering siden vi har estimert et besøkstall på 6 050 fra cruise totalt. Dette kan skyldes at skipet AidaLuna lå i en kai posisjon som kan ha ført til at skipet har blitt registrert på andre basestasjoner. Vi fikk derfor en ny kjøring fra Telenor som inkluderte de to nærmest liggende basestasjoner. Ved ny kjøring fikk vi bare en liten økning i antall utenlandske til 3524 utenlandske gjester/abonnement som var registrert i området. Eksemplet fra 15. august viser at presisjonen til Telenor-data kan være dårlig i grunnkretser, siden det f.eks. kan skje et skifte i basestasjoner pga værforhold, og at estimeringene som blir gjort i deres modell kan innebære betydelig underestimering for enkelt dager og perioder, selv om data stemmer for andre dager.

16. august er antall utenlandske gjester maks 5 752 i følge Telenor-data for området Skarstein og Olden, og antallet fra cruise er omtrent 5 354, så tallet for 16. august fra Telenor ser ut til å stemme godt med antall som ankommer med cruise, og det normale besøkstallet for dager uten cruise.

19. august har vi et makstall på 1956, også for denne dagen ser tallet ut til å være i samsvar med det vi har registret 1 776 fra cruise totalt, dog med muligens en liten underestimering.

3.5 Trafikktellinger

Statens vegvesen har gjennomført trafikktellinger t i Oldedalen i 2015 men da utenom turistsesong, mens det ble foretatt en telling i juni 2017 litt lengre inn i dalen. Tabellen under vise antall kjøretøy som har kjørt opp mot Briksdalen i 2017.



Figuren viser at det er mellom 250-350 kjøretøy som beveger seg inn i Briksdalen i perioden fra 7. juni til og med 21. juni, og totalt 4 504 passeringer inn i dalen for 15 dager i juni 2017. Vi har med bakgrunn i kapittel 2 anslått at det er om lag 54 000 passeringer med bil om vi antar 2,5 personer, og 3 276 passeringer med buss om vi antar 50 personer i bussen, og totalt 57 000 kjøretøy som kjører inn i dalen utenom lokal og næringstrafikk. Ser vi på tall for dager i juni 2017, og antar samme fordeling for resten av måneden vil det gi i overkant av 9 000 passeringer, og det kan nok stilles spørsmål om antakelse knyttet til bilandel er korrekt. På grunn av at det ble brukt radar er det ikke mulig å skille ut skille mellom kjøretøy for disse registreringene. Vi har vært i kontakt med Statens Vegvesen for å høre om de har mulighet til å måle etter kjøretøytyper noe som de er forbeholden til pga. kostnader. Vi har derfor sett på ulike produkt som kan brukes for å telle etter kjøretøylengde Metrocount⁹ og Amparo solutions¹⁰. Begge disse løsningene koster noe henholdsvis 2000 GBP og 50 000 NOK, men kan klare å skille på kjøretøytype.

4.0 Oppsummering og diskusjon

Dette notatet viser at det er tiltak rettet mot cruiseskip/cruisenæringa som vil ha den største reduksjonen i klimagassutslipp lokalt i aksene fra Olden opp til Oldedalen/Briksdalen. Gjennomgangen viser at CO₂-utslippet knyttet til havneligge fra cruise i Olden er relativt høyt, og gir det høyeste utslippet for reisende til Oldedalen/Briksdalen når vi sammenligner cruiseturister med andre turister. Det tiltaket som vil gi størst effekt lokalt er landstrøm, der om lag 90 prosent av utslipp i havn kan bli fjernet. Allikevel er det en rekke barrierer i forhold til at det er relativt få cruiseskip som har tilrettelagt for landstrøm, effektbehovet som trengs og kostander med utbygging av landstrøm, men det er tendenser til at kostnader går ned og at Enova har skiftet i sitt syn på nytte-kostnad i forhold til landstrøm for cruise. Derfor kan Stryn kommune så fort som mulig orientere seg om hvilke muligheter de har for å etablere landstrøm.

Et raskere tiltak å implementere er at Nordfjordhavn tilslutter seg andre norske havner og få miljødifferensiert havneavgift, noe som Stryn kommune kan legge trykk på havnen for å få til. Det er vanskelig å vite hva effekten fra tiltaket blir siden det er opp til de enkelte havnene å sette avgiftsnivå.

⁹ <https://metrocount.com/products/mc5600-portable-traffic-classifier/>

¹⁰ <https://amparosolutions.no/>

Sett i et perspektiv mot 2030 er nullutslippssoner et tiltak som vil bli mye diskutert, og det diskuteres om tiltaket om nullutslippssoner i Verdsarvfjordene fra 2026 skal gjelde alle norske fjorder. I lys av endringene og de nasjonale diskusjonene rundt cruise er det sentralt at Stryn kommune, som vertskap for en av de største havnene i Norge, tar en aktiv rolle.

Et tiltak kan være å oppfordre til bruk av nullutslipp eller lavutslipp fra all transport eller deler av transport for eksempel bare knyttet til turisttrafikk inn Briksdalen. Tiltaket vil gi stor effekt for det området som nullutslippssonen gjelder (årlige utslippskutt på ca 320 tonn CO₂ ekvivalenter), men er vanskelig å håndheve i praksis siden kjøretøy som ferdes på fylkesveier er utenom det kommunen kan stille miljøkrav til. Allikevel kan dette formidles som et mål at det skal være nullutslippskjøretøy i turistområdene.

Det å jobbe for at Olden, Oldedalen og Briksdalen mottar merket for bærekraftig reisemål (i henhold til Innovasjon Norges sertifisering) kan være en måte for å sikre mer lokal forståelse og eierskap til tiltak. Tiltaket krever en destinasjonsledelse som går i bresjen for bla å øke antall miljøsertifiseringer i det aktuelle området. Tiltaket krever videre tett samarbeid mellom politisk nivå og bedrifter som lever av reiselivet. Transportaktiviteter skal måles for å ha grunnlag for å redusere utslipp, og få til mer effektiv transport. Andre tiltak er opplæringsprogram for reiselivsansatte for økt kunnskap om bærekraftig reiselivsutvikling. Videre skal det legges til rette for vekst i lavsesong¹¹.

Effekten av tiltaket er usikkert, men kan potensielt være store. I tillegg vil et slikt tiltak bidra til synlighet i forhold til at destinasjonen prioriterer en helhetlig jobbing for miljømessig, sosial og økonomisk bærekraft. Det er sentralt å finne fram til hvordan statistikk kan brukes til nytte for de som driver turistnæring i Oldedalen/Briksdalen. Bedre statistikk kan gi bedre trafikkflyt, for eksempel ved å lage et system som viser ankomsttid til Briksdalen basert på norske trafikkforhold som både kan brukes av reiselivsdestinasjonen og av de reisende. Bedre statistikk kan gi grunnlag for veiforbedring, dagens vei opp til Briksdalen er svært trang, og på dager med besøkstopper kan det bli stopp i trafikken og dårlig trafikkflyt. Bedre data kan gi grunnlag for en bedre destinasjonsplanlegging for Oldedalen/Briksdalen eks. hvor veistopp skal etableres, og hvor det bør etableres nye parkeringsplasser.

Gjennomgang fra andre del viser at det per i dag er for dårlig offisiell statistikk knyttet til turisme i rurale områder. Statistikken kan forbedres med å kombinere trafikktegninger som tar hensyn til lengde på kjøretøy, og benytte Telenor-data som også tar hensyn til oppholdstid i spesifikke områder, hvor turistene kommer fra og hvor turistene tar veien etter et besøk ved bestemte destinasjoner. I tillegg gir cruisestatistikk og tellinger med systemet TrafX en god oversikt over besøksmengder. Dette i kombinasjon med målinger av verdiskaping vil gi kommuner en god oversikt over økonomiske ringvirkninger og sitt turistrelaterte klimagassutslipp, og hvilke tiltak som vil passe lokalt. Det er sentralt at det blir bedre oversikt over klimagassutslipp fra turisme lokalt, og at kommuner blir bevist hvordan de kan få til reelle utslippskutt lokalt. Steder/ som blir bærekraftsertifisert bør dokumentere sine tiltak, og de reelle klimagassreduksjonene som tiltakene gir.

¹¹ <https://www.visitnorway.no/innsikt/merket-for-baerekraftig-reisemaal/>

5.0 Referanser

- Eijgelaar, E., Thaper, C., & Peeters, P. (2010). Antarctic cruise tourism: the paradoxes of ambassadorship, "last chance tourism" and greenhouse gas emissions. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(3), 337-354.
- Graw, R.; Faure, A. Air Pollution Emission Inventory for 2008 Tourism Season Klondike Gold Rush National Heritage Park Skagway, Alaska; National Park Service: Washington, DC, USA, 2010.
- Lenzen, M., Sun, Y. Y., Faturay, F., Ting, Y. P., Geschke, A., & Malik, A. (2018). The carbon footprint of global tourism. *Nature Climate Change*, 1.
- Olsen, D. H., Koster, R. L., & Youroukos, N. (2012). Last chance tourism. *Last Chance Tourism: Adapting Tourism Opportunities in a Changing World*, 105.
- Lemelin, H., Dawson, J., & Stewart, E. J. (Eds.). (2013). *Last chance tourism: Adapting tourism opportunities in a changing world*. Routledge.
- Stenersen, D. Operasjonsdata fra Skipsfart i Geiranger, Nærøy-og Aurlandsfjorden. Datainnsamling fra Cruiseskip og Lokal Trafikk; 302002020-1; SINTEF Norsk Marinteknisk Forskningsinstitutt AS: Trondheim, Norway, 2017; p. 41.
- Simonsen, M., Walnum, H. J., & Gössling, S. (2018). Model for Estimation of Fuel Consumption of Cruise Ships. *Energies*, 11(5), 1-29.

Annex 1 Sammenheng mellom antall cruisegjester i Olden og besøk i Briksdalen

The estimation of cruise ships' effect on number of visitors to the Briksdal glacier note by Morten Simonsen.

The following table shows the data matrix used in the estimation of cruise ships' effect on number of visitors to the Briksdal glacier.

The variable "Visitors" is the dependent variable. This is the registered number of visitors in Briksdalen on a specific date. The variable "Cruise passengers" is number of cruise ship passengers visiting Olden on the same specific date. This is number of passengers on ship, not number of passengers visiting Briksdalen which is unknown. On many dates, there are no cruise ship visits at all.

These are not all cruise ship visits in Olden during 2018. Only visits happening on the same day as visitors in Briksdalen are registered are included.

The variable "HighSeason" is a dummy for high season which is defined to be from June 29th to August 31st. The variable "MiddleSeason" is a dummy for the middle season which is defined to run from September 1st to September 15th. The variable "LowSeason" is a dummy for the low season defined as running from September 16th to the end of the season. All dates are inclusive; meaning the date itself is part of the season defined.

Table 1 Data matrix

Date	Visitors	Cruise passengers	HighSeason	MiddleSeason	LowSeason
29/06/2018	888.5	0	1	0	0
30/06/2018	1127.5	0	1	0	0
01/07/2018	1042.5	0	1	0	0
02/07/2018	859.5	0	1	0	0
03/07/2018	403.5	764	1	0	0
04/07/2018	1187	2012	1	0	0
05/07/2018	832.5	0	1	0	0
11/08/2018	1008.5	87	1	0	0
12/08/2018	973.5	729	1	0	0
13/08/2018	858	0	1	0	0
14/08/2018	1536.5	5005	1	0	0
15/08/2018	1209.5	4447	1	0	0
16/08/2018	863	3956	1	0	0
17/08/2018	606.5	0	1	0	0
18/08/2018	280.5	0	1	0	0
19/08/2018	616	1164	1	0	0
20/08/2018	655.5	0	1	0	0
21/08/2018	1689.5	6101	1	0	0
22/08/2018	545	2387	1	0	0
23/08/2018	669.5	0	1	0	0
24/08/2018	503.5	171	1	0	0

25/08/2018	717.5	0	1	0	0
26/08/2018	567	0	1	0	0
27/08/2018	588.5	2637	1	0	0
28/08/2018	597.5	1365	1	0	0
29/08/2018	661	3310	1	0	0
30/08/2018	428.5	0	1	0	0
31/08/2018	434	0	1	0	0
01/09/2018	330.5	0	0	1	0
02/09/2018	310.5	0	0	1	0
03/09/2018	859.5	3770	0	1	0
04/09/2018	286.5	0	0	1	0
05/09/2018	346.5	0	0	1	0
06/09/2018	745.5	3652	0	1	0
07/09/2018	160.5	0	0	1	0
08/09/2018	400.5	1237	0	1	0
09/09/2018	169.5	0	0	1	0
10/09/2018	262	0	0	1	0
11/09/2018	140.5	571	0	1	0
12/09/2018	275.5	3093	0	1	0
13/09/2018	172	0	0	1	0
14/09/2018	236	0	0	1	0
15/09/2018	149.5	0	0	1	0
16/09/2018	119.5	0	0	0	1
17/09/2018	131.5	0	0	0	1
18/09/2018	147	0	0	0	1
19/09/2018	323.5	1227	0	0	1
20/09/2018	100	0	0	0	1
21/09/2018	75	0	0	0	1
22/09/2018	115	0	0	0	1
23/09/2018	166	0	0	0	1
24/09/2018	57.5	0	0	0	1
25/09/2018	95.5	0	0	0	1

A total of 53 cruise ships were visiting Olden on 39 days from July 3rd to September 19th which gives an average of about 1.4 ships a day.

The estimated regression model is shown in

Equation 1 Regression model

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \varepsilon$$

where

- Y is the dependent variable, number of visitors pr day,
- X₁ is number of passengers on cruise ship(s) visiting Olden that day,
- X₂ is a dummy for high season.
- X₃ is a dummy for middle season.
- ε is a well behaved residual term satisfying regression analysis assumptions (linear parameters, zero mean, homoscedasticity, multivariate normally distributed, uncorrelated with independent variables, no auto-correlation, no perfect multicollienarity).

The dummy variable for low season is estimated by the model's intercept.

Table 2 shows the results of estimating the regression model in Equation 1. The variable for passengers on cruise ship(s) visiting Olden has a significant effect. Let us illustrate the effect with an example: On a random day in the high season without any cruise ship visits, the expected number is 661 visitors. If a cruise ship with 1000 passengers is visiting Olden on that day in the same season the expected number rise to 774 visitors. For every 100 passengers on a cruise ship, the number of visitors to Briksdal Glacier increase with roughly 11.

In the high season the expected number of visitors is 541 higher than in the low season, and that difference is statistically significant. For the middle season, the expected number of visitors is 111 higher pr day compared to the low season, but that difference is *not* statistically significant.

Table 2 Results from estimating the OLS-regression model

	Parameter	Std error	t-value	Pr> t
Intercept	119.2146	67.15973	1.78	0.0821
CruisePax	0.11276	0.01951	5.78	<.0001
HighSeason	541.5357	81.063	6.68	<.0001
MiddleSeason	111.151	87.71414	1.27	0.2111

The estimated model explains 71% of all variation in visitors to the Briksdalen Glacier in the period used in estimation of the model (R^2 adj=0.71).

The model above is estimated using OLS regression. One objection is that since observations belong to a time series the residuals will be auto-correlated. This means the coefficients may be biased and hypothesis testing is flawed if a model designed for time series regression is not applied. In OLS-regression above the Durbin-Watson test for auto-correlation shows a value of 1.21 with a probability of 0.0004 for the null hypothesis that residuals are not auto-correlated. Since the probability for obtaining that Durbin-Watson value if the null hypothesis is true is very low ($\alpha=0.05$) we reject the null hypothesis and conclude that residuals are auto-correlated. A Durbin-Watson value of 2 indicates no auto-correlation among residuals.

The model is re-tested using ARMAREG which is a specially designed regression approach for time series. The result of that estimation is shown in the table below. The Durbin-Watson value for auto-correlation is 1.09 which suggests that the autocorrelation has not been reduced by using this regression approach. One reason for this may be that the time registrations are not equally spaced with a considerable gap between July 5th and August 11th.

Table 3 Results from estimating the ARMAREG-regression model

	Parameters	Std err	t	p
Intercept	169.3137	135.8368	1.24645	0.218776
Cruise	0.122682	0.016943	7.240727	3.53E-09
HighSeason	451.4251	177.6695	2.540815	0.014421
MiddleSeason	128.9496	139.6365	0.923466	0.360481

The predicted values are a bit lower than with OLS-regression. A cruise ship visiting with 1000 passenger is expected to increase number of visitors to Briksdal Glacier with 743 in the high season, and no cruise ship passengers are expected to give 621 visitors in the same season. For every 100 passenger on a visiting cruise ship the expected number of visitors at Briksdalen glacier is expected to rise with 12 in the high season.

Finally, the number of visitors can be estimated using a Poisson regression technique. This is a regression approach designed to analyse count data. Usually, the number of counts is not expected to be large ([NCSS Statistical Software](#)). When using a Poisson regression model, care should be taken

to avoid over-dispersion. This occurs when the mean and variance is not approximately equal, as they are assumed to be. If over-dispersion occurs, a negative-binomial model should be used instead. A rule of thumb indicates that overdispersion occurs if variance/degrees-of-freedom is larger than 2. In our case, this indicator was very much larger than 2, therefore a negative-binomial model has been applied. Using this model, the dispersion indicator had a value of 1.1.

Table 4 Results from estimating the negative binomial regression model

	Estimate	Standard error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	4.8461	0.12	1631.26	<.0001
CruisePax	0.0002	0	24.44	<.0001
HighSeason	1.6167	0.1412	131.18	<.0001
MiddleSeason	0.7182	0.1561	21.17	<.0001

Table 4 shows the result of estimating the negative-binomial regression model. The number of visits is estimated using a log-function which means that the increase in rate of visitors is estimated. If number of visitors on day a is 175 and the number on day b is 200, the rate is 200/175 higher on day b. The rate is estimated relative to a baseline which is expected number of visitors when all independent variables have a zero value. In order to obtain estimates for number of passengers the following equation can be applied

$$V = e^{(b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3)}$$

where V=expected number of visitors, e is the base number for the natural logarithm and X₁ is variable "CruisePax", X₂ is variable "HighSeason" and X₃ is variable "MiddleSeason". The coefficients b₀...b₃ are the four estimates in the second column in Table 4.

Using these calculations, the negative-binomial model estimates 641 visitors to Briksdalen glacier in the high season if there is no cruise ship visiting. If a cruise ship with 1000 passengers is visiting, the expected number of visitors rises to 783 passengers. For every 100 passengers on a visiting cruise ship the expected number of visitors rise with 13 in the high season.

The negative-binomial model fits better with the OLS-estimates than with the ARMAREG-estimates. There is also some tendency for the residuals to be smaller for smaller values for the predicted y-values with the OLS-model and the ARMAREG-model. This tendency to heteroscedasticity is not apparent in the negative-binomial model, probably because a log-transformation of the dependent variable is used in the estimation. All in all, the results from the negative-binomial model are the most credible ones.

Table 5 shows an overview of the results from the different regression models. For all models, the expected rise in number of visitors at Briksdalen Glacier for every 100 passenger on a visiting cruise ship is in the range of 11-13.

Table 5 Overview of estimates in different regression models

Number of cruise ship passengers	Negative-binomial	OLS-regression	ARMAREG
0	641	661	621
100	654	672	633
1000	783	774	743
Per 100	13	11	12