Dokumentasjon av SAGA V2.9

**Sammendrag**

I denne rapporten dokumenterer Jernbanedirektoratet beregninger og bakgrunn for valg av satser og forutsetninger som er benyttet i nytte-/kostnadsverktøyet SAGA. Dokumentasjonen er bygget opp med samme kapitelstruktur som arkfanene i regnearket. Enkelte, men ikke alle satser er gjengitt i denne dokumentasjonen. Ved eventuelle forskjeller i satser mellom denne dokumentasjonen og SAGA, vil det være satsene i regnearkmodellen som er gjeldende.

Det vil være en forklaring og henvisning til hvordan SAGA bruker data fra RTM-/NTM-modellene og hvordan Nasjonal godsmodell benytter godsnytteverktøyet.

|  |  |
| --- | --- |
| Utarbeidet av  Mai Brit Svendsen  Mari Baklund Størseth | Saksnummer  201800113 |
| Godkjent av  Tormod Wergeland Haug | Dokumentnummer  201800113-24 |
| Dato  18.03.2024 | Versjon  2.9 |
| Endringslogg:  Versjon 1 – Første versjon av dokumentasjon  Versjon 2 – Ny versjon av SAGA førte til en større revidering av dokumentasjonsrapporten  Versjon 3 – Beregning av en del satser er dokumentert i annet arbeid og ikke inkludert her  Versjon 4 – Oppdatert med ny informasjon om utslipp og nyttestrømmer  Versjon 2.5 – Oppdatert med ny informasjon  Versjon 2.7 – Ny versjon av SAGA førte til en større revidering av dokumentasjonsrapporten  Versjon 2.8 – Ny versjon med oppdaterte satser og ny funksjonalitet rundt klima, IPV (ikke-prissatte virkninger) og resultatuttak  Versjon 2.9 – Ny versjon med beskrivelse av prognoser for kjøretøykilometer og CO2-utslipp, arkfane 4.1.3 Geofordelingsmodell, flyttet beskrivelse av tidsserier for utslipp og funksjonalitet for to togtyper | |

Innhold

[Nivå 0: Bakgrunn 6](#_Toc161062617)

[0.1 Innhold 6](#_Toc161062618)

[0.2 Brukerveiledning 6](#_Toc161062619)

[0.3 Endringslogg 6](#_Toc161062620)

[0.4 Kilder 6](#_Toc161062621)

[Nivå 1: Inndata og forutsetninger 7](#_Toc161062622)

[1.1 Standardsatser 7](#_Toc161062623)

[1.2 Forutsetninger 18](#_Toc161062624)

[1.3 Persontransportmodell 36](#_Toc161062625)

[1.4 Godsmodell 39](#_Toc161062626)

[1.5 Prognoser og indekser 42](#_Toc161062627)

[Nivå 2: Beregninger 48](#_Toc161062628)

[2.1 Trafikanter 48](#_Toc161062629)

[2.2 Operatører 49](#_Toc161062630)

[2.3 Det offentlige 49](#_Toc161062631)

[2.4 Samfunnet for øvrig 49](#_Toc161062632)

[2.5 Investeringer + vedlikehold 49](#_Toc161062633)

[Nivå 3: Nyttestrøm 50](#_Toc161062634)

[3.1 Resultater volum 50](#_Toc161062635)

[3.2 Vekst i nyttestrømmene 50](#_Toc161062636)

[3.3 Relativ årsvekst og lineær vekst 51](#_Toc161062637)

[3.4 Realprisjustering 54](#_Toc161062638)

[3.5 Ikke-prissatte virkninger 54](#_Toc161062639)

[Nivå 4: Resultater 55](#_Toc161062640)

[4.1 Resultatark 55](#_Toc161062641)

[4.2.1 Superside 55](#_Toc161062642)

[4.2.2 Geofordelingsmodell 55](#_Toc161062643)

[4.2.2 Følsomhetsanalyser 55](#_Toc161062644)

[4.3 Figurer 59](#_Toc161062645)

[4.4 Modul for samlefigurer for SAGA 61](#_Toc161062646)

[Referanser 62](#_Toc161062647)

[Vedlegg 1: Oppsett av følsomhetsanalyse 65](#_Toc161062648)

[2.1 VBA-koden 66](#_Toc161062649)

[2.2 Debugging og feilsøking 68](#_Toc161062650)

[2.3 Endring og utvidelse av følsomhetsmodulen 69](#_Toc161062651)

Figurer

[Figur 1: Illustrasjon av start-arket 39](#_Toc161062652)

[Figur 2: CO2-utslipp per kjøretøykilometer 44](#_Toc161062653)

[Figur 3: Simulert CO2-utslipp per kjøretøykilometer, varebil 44](https://jernbanedirektoratet.sharepoint.com/sites/prosjekt-verktyogmetodeutviklingforsamfu/Delte%20dokumenter/General/5%20Neste%20versjon/Dokumentasjon%20av%20SAGA%20V2_9%20.docx#_Toc161062654)

[Figur 4: Simulert CO2-utslipp per kjøretøykilometer, personbil 44](#_Toc161062655)

[Figur 5: Simulert CO2-utslipp per kjøretøykilometer, buss 45](https://jernbanedirektoratet.sharepoint.com/sites/prosjekt-verktyogmetodeutviklingforsamfu/Delte%20dokumenter/General/5%20Neste%20versjon/Dokumentasjon%20av%20SAGA%20V2_9%20.docx#_Toc161062656)

[Figur 6: Simulert CO2-utslipp per kjøretøykilometer, lastebil 45](#_Toc161062657)

[Figur 7: Totalt CO2-utslipp per kjøretøytype 45](#_Toc161062658)

[Figur 8: Ett beregningsår 52](#_Toc161062659)

[Figur 9: To beregningsår 52](#_Toc161062660)

[Figur 10: To beregningsår, lineær trend 53](#_Toc161062661)

[Figur 11: Tre beregningsår, vekstprognose 53](#_Toc161062662)

[Figur 12: Tre beregningsår, lineær trend 54](#_Toc161062663)

[Figur 13: VBA-editor 65](#_Toc161062664)

[Figur 14: Arkfane til følsomhetsmodulen: Liste over parametere 69](#_Toc161062665)

[Figur 15: Arkfane til følsomhetsmodulen: Andre lister 70](#_Toc161062666)

Tabeller

[Tabell 1 Eksempel på fargeforklaring i SAGA 7](#_Toc161062667)

[Tabell 2: Helsevirkninger for nye gående og syklende per km 9](#_Toc161062668)

[Tabell 3: Drivstofforbruk 9](#_Toc161062669)

[Tabell 4: Avgifter og forutsetninger: kroner per liter eller kilogram 10](#_Toc161062670)

[Tabell 5: Avgifter til staten: kroner per kilometer 10](#_Toc161062671)

[Tabell 6: Avgift til staten, Persontog - elektrisk 10](#_Toc161062672)

[Tabell 7: Avgift til staten, Persontog – diesel (ekskl. CO2-avgift) 11](#_Toc161062673)

[Tabell 8: Avgifter til staten, Godstog – diesel (ekskl. CO2-avgift) 11](#_Toc161062674)

[Tabell 9: Avgifter til staten, Personbil (ekskl. CO2-avgift) 11](#_Toc161062675)

[Tabell 10: Avgifter til staten – Buss (ekskl. CO2-avgift) 12](#_Toc161062676)

[Tabell 11: Avgifter til staten, lastebil (ekskl. CO2-avgift) 12](#_Toc161062677)

[Tabell 12: Avgifter til staten, Skip 12](#_Toc161062678)

[Tabell 14: Slitasjekostnad for person- og godstog 13](#_Toc161062679)

[Tabell 15: Timelønn for personell på person- og godstog (2016 kr) 13](#_Toc161062680)

[Tabell 16: Oversikt over togmateriell 14](#_Toc161062681)

[Tabell 17: Driftskostnader for ulike togsett 14](#_Toc161062682)

[Tabell 18: Klargjøringskostnader 16](#_Toc161062683)

[Tabell 19: Forutsetning/enhetspriser 17](#_Toc161062684)

[Tabell 20: Fordelingsnøkkel jernbaneteknikk 21](#_Toc161062685)

[Tabell 21: Andel av investeringskostnader 21](#_Toc161062686)

[Tabell 22: Faktor for å skalere til årlige virkninger 24](#_Toc161062687)

[Tabell 23: Elastisiteter - Generalisert reisetid (GJT) 25](#_Toc161062688)

[Tabell 24: Elastisiteter - Priser, ombordtid, ventetid og generalisert reisetid (GJT) 25](#_Toc161062689)

[Tabell 25: Fordeling av overført og nyskapt trafikk - Persontog 28](#_Toc161062690)

[Tabell 26: Geografisk fordeling av trafikkvolum 28](#_Toc161062691)

[Tabell 27: Antall seter, energiforbruk og bruttovekt for togtyper 30](#_Toc161062692)

[Tabell 28: NOx-utslipp, Persontog og godstog - Diesel 32](#_Toc161062693)

[Tabell 29: NOx-utslipp, Bil 33](#_Toc161062694)

[Tabell 30: NOx-utslipp, andrekjøretøy 33](#_Toc161062695)

[Tabell 31: NOx-utslipp, Sjø 33](#_Toc161062696)

[Tabell 32: CO2-utslipp, Persontog og godstog - Diesel 34](#_Toc161062697)

[Tabell 33: CO2-utslipp, Andre transportmidler 34](#_Toc161062698)

[Tabell 34: Dieselforbruk- ulike togtyper 35](#_Toc161062699)

[Tabell 35: Drivstofforbruk skip 35](#_Toc161062700)

[Tabell 36: Drivstofforbruk passasjerfly 36](#_Toc161062701)

[Tabell 37: Bilparken i 2021 36](#_Toc161062702)

[Tabell 38: Følsomhetsanalyse av ulike parametere 56](#_Toc161062703)

# Bakgrunn

## 0.1 Innhold

Denne fanen gir overordnet bakgrunnsinformasjon om verktøyet, herunder en innholdsfortegnelse.

## 0.2 Brukerveiledning

Denne fanen gir en innføring i oppbygningen av SAGA og hvordan verktøyet brukes. Det anbefales å lese denne veiledningen før man setter i gang å bruke verktøyet.

## 0.3 Endringslogg

Denne fanen viser hvilke endringer som er gjennomført ifb. ulike oppdateringer av SAGA. SAGA publiseres i versjoner, og versjonsutviklingen er sammenstilt i denne fanen.

Dersom man selv gjør individuelle, prosjektspesifikke tilpasninger i SAGA, kan det være nyttig å dokumentere tilpasningene i denne fanen, slik at man senere kan se hvilke standardforutsetninger som er endret sammenlignet med den offisielle versjonen av SAGA.

## 0.4 Kilder

SAGA inneholder mye statistikk og informasjon om ulike forutsetninger. I denne fanen er det dokumentert hvor statistikken/forutsetningene er hentet fra. Andre faner i verktøyet linker gjerne til fane 0.4, og fane 0.4 viser så videre til nettsider hvor informasjonen finnes.

# Nivå 1: Inndata og forutsetninger

I nivå 1-fanene må brukeren selv legge inn informasjon som skal benyttes i analysen. Dette vil typisk være informasjon om generelle forutsetninger (kroneår, beregningsår osv.) og data fra transport- og/eller godsmodellkjøringen. I de fleste analyser vil man ikke trenge å fylle inn/vurdere informasjonen i andre faner enn nivå 1-fanene. Cellene er kodet i ulike farger for å markere om de skal fylles ut eller ikke.

Tabell 1 Eksempel på fargeforklaring i SAGA

|  |  |
| --- | --- |
| **Fargeforklaring:** |  |
| Grønne celler må fylles ut for tiltaket/prosjektet. | Fylles ut |
| Gule celler er "standard"-verdier eller celler som ikke alltid skal fylles ut. Kan endres når tiltaket/prosjektet vurderes eller det en ny kilde. | Skal vurderes |
| Røde celler er formler eller skal ikke fylles ut. | Skal ikke endres |

## 1.1 Standardsatser

I fane 1.1 Standardsatser finnes informasjon om flere satser som brukes i analysen. Normalt vil det ikke være behov for å endre disse satsene. Satsene som har direkte relevans beskrives i hoveddokumentet. Det er ikke alle satsene som faktisk brukes i de videre beregningene i SAGA-arket; disse satsene er i så fall kun ment som oppslagsverk og beskrives i vedlegg. Dette gjelder for eksempel trafikantenes tidsverdier. Disse ligger til grunn for beregning av trafikantnytten, som gjøres utenfor SAGA.

Fane 1.1 Standardsatser vil ha flere likhetstrekk med fane 1.5 Prognoser og indekser. Det er ikke et helt entydig skille mellom hvilke variabler som finnes i fane 1.1 og hvilke som finnes i fane 1.5. Generelt kan man si at variablene i fane 1.5 i større grad endrer seg over år, slik som konsumprisindeksen, mens satsene i fane 1.1 er konstante. I fanen «Standardsatser-Forutsetninger» (normalt skjult, jf. nedenfor) er det også flere satser som vil ha likhetstrekk med variablene i fane 1.1 og 1.5.

Hver variabel i fane 1.1 er oppgitt i tre kroneår:

* Kolonne E oppgir satsen i det opprinnelige kroneåret. Hvilket kroneår dette er, er angitt i kolonne H. Dersom man mener man har grunn til å endre standardsatsen, gjøres det i denne kolonnen. Husk da også å oppdatere kroneåret i kolonne H, og å dokumentere endringen i endringsloggen.
* Kolonne D oppgir satsen i kronåret for siste statistikkår. Dvs. dersom siste år man har statistikk for er 2019, oppgis satsene i denne kolonnen i 2019-kroner. Det er disse verdiene som benyttes videre i verktøyet.
* Kolonne C oppgir satsen med kroneår lik kroneåret for beregningene i analysen. Dvs. dersom resultatene for analysen skal oppgis i f.eks. 2020-kroner, regnes satsene om til 2020-kroner i denne kolonnen. Kolonne C brukes imidlertid ikke i de videre beregningene i SAGA, og er kun ment som oppslagsverk.

Nedenfor følger nærmere informasjon om de ulike standardsatsene, sortert etter underoverskriftene i fane 1.1.

### 1.1.1 Billettkostnader for transportmidler

Trafikantenes og operatørenes nyttevirkninger tilknyttet togbilletter beregnes i transportanalysen. For de togreisende inngår billettkostnadene i trafikantenes reisekostnad (generaliserte reisekostnader (GK)) og en endring i disse gir en endring i trafikantnytten, mens for operatørene vil f.eks en økning i billettinntekter gi et positivt nyttebidrag. SAGA gjør ingen egne beregninger av disse virkningene, utover å fremskrive operatørenes billettinntekter og den samlede trafikantnytten for årene mellom beregningsårene. Resultatene fra transportanalysen for beregningsårene må legges inn i fane 1.3 Persontransportmodell.

Selv om SAGA ikke regner på effektene av billettinntekter, er likevel takstene av dokumentasjonshensyn oppgitt i fane 1.1.

### 1.1.2 Tidskostnader for reisende

Når et jernbanetiltak gir redusert reisetid, skal den samfunnsøkonomiske analysen verdsette denne tidsgevinsten. Dette gjøres ved å benytte tidsverdiene oppgitt her. Verdsettingen gjøres imidlertid ved beregning av trafikantnytten i transportanalysen (utenfor SAGA), slik at disse verdiene kun er ment som oppslagsverk her.

Bakgrunnen for denne satsen er TØIs verdsettingsstudie og er estimert basert på en stated preferences-undersøkelse (SP), med hypotetiske valg mellom reisetid, ventetid, omstigning, pålitelighet og kø. For tog, buss og bane/trikk er verdsettingen gjennomført med ulike forutsetninger om trengsel om bord (TØI, 2020). Dersom man benytter transportmodellen Trenklin, og verdsetter effekten av redusert trengsel på toget separat fra de tidsavhengige GK-komponentene, bør man benytte de trengselsjusterte tidsverdiene. Disse er betegnet «uten trengsel» i arkfane 1.1.

### 1.1.3 Køkostnader

I arbeidet med verdsetting av skadekostnader fra transport har TØI anslått satser for beregning av nytte fra redusert kø på vei som følge av overføring av trafikk (TØI, 2019). Dersom man benytter transportmodellene RTM eller NTM, beregnes disse virkningene direkte i transportanalysen. Dersom man bruker transportmodellen Trenklin, eventuelt gjennomfører transportanalysen uten bruk av transportmodell, skal disse standardsatsene for køkostnader benyttes i SAGA. Kostnadene er oppgitt per kjøretøykm. I fane 2.1 Trafikanter multipliseres kilometerkostnadene med antall kjøretøykilometer for bil, buss og lastebiler.

### 1.1.4 Helseeffekter

Når trafikk overføres fra vei til jernbane som følge av et forbedret jernbanetilbud, antas det at antallet personer som går eller sykler til stasjonene også øker. Dette gir en helsegevinst for samfunnet som trafikantene ikke fullt ut internaliserer i trafikantnytten.

Helsegevinstene er basert på fire forskjellige satser vist i venstre kolonne i Tabell 2 nedenfor. For kortvarig sykefravær er det benyttet tall som Helsedirektoratet anbefalte i 2014 (Helsedirektoratet, 2014, s. 7). For alvorlig sykdom er tallene basert på en revidert vurdering fra Helsedirektoratet i 2017 (Helsedirektoratet, 2017, s. 23), og en egen vurdering av transportvirksomhetene. Transportvirksomhetenes vurdering er dokumentert i *Helseeffekter i transportetatenes nyttekostnadsanalyser* (Jernbanedirektoratet, 2019). Alle verdiene er konsistente med en verdi av et statistisk liv på 30 mill. 2012-kroner, i tråd med Finansdepartementets retningslinjer for samfunnsøkonomiske analyser.

Tabell 2: Helsevirkninger for nye gående og syklende per km

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Helsevirkninger** | **Kr/km (2012-kr)** | **Andel hhv. gående og syklende** | **Vektet verdsetting (kr/km)** |
| Kortvarig sykefravær for gående | 3,31 | 50 % | 1,66 |
| Kortvarig sykefravær for syklende | 1,71 | 50 % | 0,86 |
| Alvorlig sykdom for gående | 21,60 | 50 % | 10,80 |
| Alvorlig sykdom for syklende | 13,67 | 50 % | 6,84 |
| **Samlet verdsetting av helsegevinst ved tilbringerreiser** |  |  | **20,15** |

Vi antar at 50 % er gående og 50 % er syklende. Dette gir helsegevinster som vist i høyre kolonne over, med en samlet gevinst for både gående og syklende og kort og langt sykefravær på 20,15 kr/km.

I SAGA er det lagt til grunn at en gjennomsnittlig tilbringerreise til kollektivtransport er på 1 km. Dette impliserer at når en reise i sin helhet overføres fra bil til kollektiv, er gange/sykling i snitt antatt å øke med 1 km. Denne forutsetningen er lagt inn i arkfane 1.2 Forutsetninger, og er om ønskelig mulig å justere. Kombinert med den prissatte helsegevinsten per km gange/sykling i fane 1.1 og antall bilreiser som overføres, gir dette helsegevinsten for beregningsårene i fane 2.1 Trafikanter.

Det kan bemerkes at anslaget for verdsetting av helsegevinster er svært usikkert, særlig mtp. hvor mye av gevinsten som er internalisert i trafikantnytten.

### 1.1.5 Avgifter til staten (ekskl. CO2-avgift)

Avgifter og forutsetninger som inngår i beregning av avgifter til staten blir presentert i Tabell 3 og Tabell 4. I SAGA måles avgiftene i kroner per kjøretøykilometer, slik at det er nødvendig å regne om disse størrelsene. De omregnede satsene som benyttes i SAGA er presentert Tabell 5.

Satsene er basert på samme forutsetninger om forbruk av drivstoff og utslipp som i TØI-rapporten om skadekostnader ved transport (TØI, 2019). Drivstofforbruket som er hentet fra TØI-rapporten er basert på store (>100 000 innbyggere) og små/mellomstore tettsteder (15 000-100 000 innbyggere). For buss er det valgt kategorien turbuss, og tung lastebil er et snitt av ulike vektklasser over 20 tonn.

Tabell 3: Drivstofforbruk

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Drivstofforbruk** | **Sats (l/km)** | **Kilde** |
| Persontog - Diesel | 1,44 | (NSB, 2015, s. 92) |
| Godstog - Diesel | 7,74 | Nasjonal godsmodell, (TØI, 2019) |
| Personbil - Diesel | 0,061 | (TØI, 2019) |
| Personbil - Bensin | 0,061 | (TØI, 2019) |
| Buss | 0,395 | (TØI, 2019) |
| Lett lastebil | 0,260 | (TØI, 2019) |
| Tung lastebil | 0,443 | (TØI, 2019) |
| Skip | 32,25 | Tabell 35 |
| Fly | 4,90 | Tabell 36 |

Tabell 4: Avgifter og forutsetninger: kroner per liter eller kilogram

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Avgift/forutsetning** | **Sats** | **Kilde** |
| Veibruksavgift diesel | 2,71 (Kr/l) (2023 kr) | (Regjeringen, 2023) |
| Veibruksavgift bensin | 4,62 (Kr/l) (2023 kr) | (Regjeringen, 2023) |
| CO2-avgift mineralolje/diesel | 3,17 (Kr/l) (2023 kr) | (Regjeringen, 2023) |
| CO2-avgift mineralolje til innenriks luftfart | 3 (Kr/l) (2023 kr) | (Regjeringen, 2023) |
| NOx-avgift | 25,59 (Kr/kg) (2023 kr) | (Regjeringen, 2023) |
| Svovelavgift | 0,152 (Kr/l) (2023 kr) | (Regjeringen, 2023) |
| Sporavgift – person og gods | 9,35 (Kr/togkm) (2023 kr) | (Bane NOR, 2024) |
| Kg. Diesel per liter | 0,84 (Kg/l) | (Wikipedia, 2017) |
| NOx per tonn mineralolje | 47 (Kg/tonn) | (TØI, 2019) |
| CO2 per kg mineralolje | 3,17 (Tonn/tonn) | (TØI, 2019) |
| NOx per tonn mineralolje for skip | 39,01 (Kg/tonn) | (TØI, 2019) |

Tabell 5: Avgifter til staten: kroner per kilometer

|  |  |
| --- | --- |
| **Avgifter til staten** | **Avgift til staten (2023-kr/kjøretøykm)** |
| Persontog – Elektrisk | 0 |
| Persontog – Diesel | 1,455 |
| Godstog – Elektrisk | 9,350 |
| Godstog – Diesel | 17,17 |
| Personbil | 0,157 |
| Buss | 1,07 |
| Lett lastebil | 0,70 |
| Tung lastebil | 1,20 |
| Skip | 28,26 |

Nyttekostnadsvirkningene fra avgifter som beregnes i SAGA er en direkte følge av endring i kjøretøykilometer. For de ulike satsene følger det under en begrunnelse for hvilke avgifter og forutsetninger satsen avhenger av.

**Persontog**

Det er fastsatt en sporavgift (grunnpris) for både persontog og godstog. Det er i SAGA valgt å utelate denne avgiften for persontog siden vi antar at en endring i sporavgiftene for operatørene vil bli dekket av det offentlige, og dermed ikke påvirker netto nytte for samfunnet.

Tabell 6: Avgift til staten, Persontog - elektrisk

|  |
| --- |
| **Avgift til staten (kr/kjøretøykm)** |
| 0 |

Avgiften til staten for dieselpersontog er beregnet ut fra drivstofforbruket multiplisert med utslippsfaktoren og de ulike avgiftene som påløper per liter drivstoff, delt på tusen. NOx-avgiften per liter drivstoff kommer av å multiplisere NOx-avgiften i kr per kg med massetettheten til diesel i kg per liter.

Tabell 7: Avgift til staten, Persontog – diesel (ekskl. CO2-avgift)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Gjennomsnittlig drivstofforbruk (l/km) | NOx/tonn mineralolje (kg/tonn) | Massetetthet, diesel (kg/l) | NOx-avgift (Kr/kg) | **Avgift til staten (kr/kjøretøykm)** |
| 1,44 | 47 | 0,84 | 25,59 | 1,455 |

**Godstog**

Det er fastsatt en sporavgift for både persontog og godstog per togkilometer på 9,35 kr (2024-kroner, eks. mva.).

Avgiften til staten for dieselgodstog er beregnet likt som for dieselpersontog pluss sporavgiften, som er inkludert i denne satsen fordi det antas at staten ikke kompenserer godsoperatørene for deres utgifter. Avgiften utgjør dermed en nettokostnad for brukerne av skinner og en inntekt for staten.

Tabell 8: Avgifter til staten, Godstog – diesel (ekskl. CO2-avgift)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Drivstofforbruk (l/km) | NOx/tonn mineralolje (kg/tonn) | Massetetthet, diesel (kg/l) | NOx-avgift (Kr/kg) | Sporavgift  (kr/togkm) | **Avgift til staten (kr/kjøretøykm)** |
| 7,74 | 47 | 0,84 | 25,59 | 9,35 | 17,17 |

**Personbil**

Avgiftene til staten er beregnet ut ifra drivstofforbruket og de ulike avgiftene som påløper per liter drivstoff og andel av bilparken.

Tabell 9: Avgifter til staten, Personbil (ekskl. CO2-avgift)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Personbil | Drivstofforbruk (l/km) | Veibruksavgift diesel (Kr/l) | Andel av bilparken (prosent) | **Avgift til staten (kr/kjøretøykm)** |
| Diesel | 0,061 | 2,71 | 42 |  |
| Bensin | 0,061 | 4,62 | 31 |  |
| Vektet gjennomsnitt |  |  |  | 0,157 |

Det er valgt å lage en snittsats for avgiftene fra personbiler basert på bilparken i dag og vekte satsene for diesel og bensin med dette. Da finner vi en vektet avgift for personbiler per kjøretøykm. Fremtiden er usikker og vi vet ikke hvordan bilparken vil endre seg i årene fremover, vi ser også en trend i at bruk av bil også endrer seg. Gitt usikkerheten om hvordan bilparken endrer seg og generell bilbruk antar vi at staten må opprettholde sine inntekter og kommer til å avgiftslegge kjøretøykm på samme nivå som i dag. Kilden til andel av bilparken kan finnes i Tabell 37.

**Buss**

Avgiftene til staten er beregnet ut ifra drivstofforbruket og de ulike avgiftene som påløper per liter drivstoff. Avgifter fra CNG-drevne busser er ikke inkludert siden det antas at det kun er dieseldrevne busser som blir påvirket av tiltak.

Tabell 10: Avgifter til staten – Buss (ekskl. CO2-avgift)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Drivstofforbruk dieseldrevne busser (l/km) | Veibruksavgift diesel (Kr/l) | **Avgift til staten (kr/kjøretøykm)** |
| 0,395 | 2,71 | 1,07 |

**Lastebil**

Avgiftene til staten er beregnet ut ifra drivstofforbruket og de ulike avgiftene som påløper per liter drivstoff.

Tabell 11: Avgifter til staten, lastebil (ekskl. CO2-avgift)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lastebil | Drivstofforbruk (l/km) | Veibruksavgift diesel (Kr/l) | **Avgift til staten (kr/kjøretøykm)** |
| Lett lastebil | 0,26 | 2,71 | 0,70 |
| Tung lastebil og modulvogntog | 0,44 | 2,71 | 1,20 |

**Skip**

Avgiftene til staten er beregnet ut ifra drivstofforbruket og de ulike avgiftene som påløper per liter drivstoff. NOx-avgiften per liter drivstoff baserer seg på antall kg per tonn NOx som blir sluppet ut per seilte kilometer, ganget med massetettheten til diesel, delt på tusen.

Tabell 12: Avgifter til staten, Skip

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Drivstofforbruk skip (l/km) | NOx-avgift (Kr/km) | Svovelavgift (Kr/l) | **Avgift til staten (kr/kjøretøykm)** |
| 32,25 | 23,36 | 0,152 | 28,26 |

### 1.1.6 Vedlikeholdskostnader infrastruktur

Vedlikeholdskostnadene for tog og andre transportmidler inneholder blant annet slitasjekostnader ved å benytte seg av infrastrukturen, altså basert på antall kjøretøykm og togkm.

Vedlikeholdskostnadene for tog avhenger også av den marginale endringen av infrastrukturen. Blant annet antall stasjoner, antall km daglinje, tunnel osv. (Jernbaneverket, 2016). Estimeringen som er gjennomført for vedlikehold er basert på marginale endringer. Det er i rapporten beregnet en marginal endring for vedlikeholdskostnader ved endring i hastighet. Dette anslaget tar ikke hensyn til om endring i hastighet er for 1 eller 1000 km, vi har derfor valgt å behandle endring i hastighet som et påslag på de totale vedlikeholdskostnadene.

Vedlikeholdsberegningene egner seg ikke til å analysere en helt ny bane/strekning. Ved en helt ny bane/strekning går en fra 0 til en endring, og vedlikeholdskostnadene blir da misvisende. Når det gjelder analyser av helt nye baner/strekning må det gjøres en mer grundig analyse av forventede vedlikeholdskostnader.

Det er valgt å være konsistent med Bane NOR om hva vi legger til grunn som slitasjekostnad og vi baserer oss derfor på det som er beregnet til implementeringsplanen for infrastrukturavgifter (Bane NOR, 2024) for persontog. Det er tatt utgangspunkt i prisene for det øvrige jernbanenettet. For godstog er slitasjekostnaden basert på en studie av SINTEF (SINTEF, 2021).

Tabell 14: Slitasjekostnad for person- og godstog

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Slitasjekostnader** |
| Persontog | 9,35 (**kr/togkm)** |
| Godstog | 18,08 (**kr/togkm)** |

### 1.1.7 Lønnskostnader for personell på tog

Driftskostnadene for en togoperatør blir påvirket av lønnskostnadene for personalet som er om bord i toget. Det er definert to forskjellige kategorier for personell, lokomotivfører (kjører toget) og konduktør (ombord i togsettet).

Det er beregnet lønn per time, inkludert sosiale kostnader for personalet. Beregningene er basert på informasjon tilgjengelig på nettsiden til utdanning.no (Utdanning.no, 2017). For lokomotivførere er det i utdanning.no sine kilder inkludert t-bane førere, men disse har lavere lønn enn lokomotivførere, derfor har vi rundet opp fra en gjennomsnittslønn på 640 800 kroner til 700 000 kr for lokomotivførere.

Det er antatt påslag på årslønnen med 14 % (arbeidsgiveravgift), 20 % for sosiale kostnader, inkl. pensjon og 50 % for «dødtid» inkl. lunsj, opplæring av seg selv og andre osv. Det er i overenskomst mellom Vy og Norsk lokomotivmannsforbund definert at turnusarbeider er 1850 timer i året (Norsk lokmotivmannsforbund, 2017). Timelønn for personellet er oppgitt i Tabell 15.

Tabell 15: Timelønn for personell på person- og godstog (2016 kr)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Årslønn (2016 kr) | Arbeidsgiveravgift | Sosiale kostnader | Dødtid | Årslønn + påslag | Timer i året | **Timelønn inkl. sosiale kostnader (2016 kr)** |
| Lokomotivfører | 700 000 | 14 % | 20 % | 50 % | 1 436 400 | 1850 | 776 |
| Konduktør | 558 000 | 14 % | 20 % | 50 % | 1 145 016 | 1850 | 619 |

### 1.1.8 Driftskostnader for tog

Norske Tog har bistått kartleggingen av driftskostnadene for de mest sentrale togtypene som blir brukt på jernbanenettet i Norge. De har estimert kostnadene per togsett. Interne erfaringstall er også benyttet for å kvalitetssikre og oppdatere tallene. Togene er inndelt i ulikt togmateriell og presentert i Tabell 16.

Tabell 16: Oversikt over togmateriell

|  |  |
| --- | --- |
| **Tog** | **Kommentar** |
| S tog | Togtype for innerstrekning med høy kapasitet |
| Type 75 | Tilsvarende Flirt type 75 |
| Type 74 | Tilsvarende Flirt type 74 |
| Type 72 |  |
| Type 78-nytt flytog (Oaris) | Sammenlignet med ny leveranse til Flytoget fra CAF |
| Type 77 |  |
| Type 93D |  |
| Type 76 |  |
| Elektrisk lokomotiv (EL18) |  |
| Diesel lokomotiv (Di4) |  |
| Sittevogn (type 5 og 7) |  |
| Sovevogn | Sovevogner. Vogner tilpasset for servering. Vogner med ekstraordinært utstyr knyttet til universell utforming. |

Tabell 17: Driftskostnader for ulike togsett

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tog** | **Kostnad per sett (mill. 2017 kroner)** | **Energi (kr per settkm, 2021/2022 kr)** | **Vedlikehold (kr per settkm)** | **Klargjøring (kr per dag, 2016 kr)** | **Rengjøring (kr per dag, 2016 kr)** |
| S tog | 120 | 4,98 | 9,6 (2015 kr) | 1400 | 3000 |
| Type 75 | 120 | 4,95 | 18,67 (2021 kr) | 1400 | 3750 |
| Type 74 | 125 | 4,25 | 19,0 (2021 kr) | 1400 | 3750 |
| Type 72 | 120 | 4,95 | 25,5 (2021 kr) | 1400 | 3000 |
| Type 78 (Oaris flytog) | 165 (2020 kroner) | 4,74 | 11,0 (2015 kr) | 1400 | 3000 |
| Type 77 | 120 | 3,96 | 14,94 (2021 kr) | 1400 | 3750 |
| Type 93D | 80 | 13,19 | 12,0 (2015 kr) | 1400 | 1500 |
| Type 76-elektrisk | 140 | 6,3 | 12,5 (2015 kr) | 1400 | 3750 |
| Type 76-diesel | 140 | 26,1 | 12,5 (2015 kr) | 1400 | 3750 |
| Elektrisk lokomotiv (EL18) | 45 | 4,95 | 14,0 (2021 kr) | 0 | 750 |
| Diesel lokomotiv (Di4) | 45 | 44,0 | 15,0 (2015 kr) | 0 | 750 |
| Sittevogn (type 5 og 7) | 20 |  | 7,67 (2021 kr) | 1750 | 750 |
| Sovevogn | 25 |  | 5,0 (2015 kr) | 3500 | 750 |

**Kostnad per togsett**

Tabell 17 er kostnadene per sett nyanskaffelser basert på siste anskaffelser og prisjustert ift 2017. I tillegg er det sett på en del sammenlignbare senere kontraktinngåelser utenfor Norge, men tatt høyde for kostnadsdrivende forhold knyttet til bl.a. klima og støy (Norske Tog, 2017).

**Energikostnad**

Energikostnaden for elektriske tog er beregnet ved å bruke forutsetningen om energiforbruket, kWh/settkm – se Tabell 27, og energikostnaden per kWh som er på 0,87 kr per kWh i 2023 kroner. For type 72 og elektrisk lokomotiv er det antatt et energiforbruk som er det samme som type 75.

Energikostnaden per kWh er basert på NVEs langsiktige kraftmarkedsundersøkelse (NVE, 2023) og avgifter Bane NOR krever inn som et påslag (Bane NOR, 2024). Den langsiktige kraftprisen er basert på et gjennomsnitt av 30 værscenarioer, banen som er benyttet er basisbanen B2030 og satsen er på 80 øre per kWh. Avgiftene Bane NOR inkluderer er nettleie eksternt nett, administrasjonskostnader for nett og administrasjonskostnad for krafthandel, og utgjør 7 øre/kWh som legges på spotprisen. Til sammen utgjør dette en energikostnad på 0,87 kr/kWh.

Energikostnaden for diesel er basert på prisen for anleggsdiesel og ligger per januar 2023 på 14,10 kr/liter eks. mva. (Circle K, 2023).

Togmateriellet 76 er dimensjonert slik at det kan bytte fra dieseldrift til elektrisk drift, det er antatt et dieselforbruk på 1,84 liter/km og et energiforbruk per kWh på 9,04 kWh/settkm per togsett. Hvis full elektrifisering av Trønderbanen blir gjennomført skal togtypen 76 driftes ved hjelp av elektrisitet og energikostnaden skal beregnes for elektrisk kraft.

**Vedlikeholdskostnader**

I vedlikeholdskostnader ligger teknisk vedlikehold av togene, for eksempel service ved faste intervaller og reparasjoner. Vedlikeholdskostnadene er erfaringstall fra 2015 og 2021 på Flirt togsett, lokomotiver og vogner. Jernbanedirektoratet skal få årlige gjennomsnittskostnader for vedlikehold per settkm fra Vy gjennom den nye trafikkavtalen. De siste årene har oppdateringene ikke inkludert alle togtyper som brukes i SAGA, og dermed er det noen togtyper som bruker erfaringstall fra 2015. Disse satsene skal oppdateres årlig.

I klargjøringskostnader er det kostnader for tømming av toaletter og spylevann, vannpåfylling (primært til toalettene), utvendig vask av toget, etterfylling av såpedispensere, bytte sengetøy (gjelder sovevogner) og snu seter. Vi antar en timespris per person på 700 kr (2016-kr) i timen inkl. arbeidsgiveravgift og sosiale kostnader. Under iTabell 18 er de ulike klargjøringskostnadene kommentert.

Tabell 18: Klargjøringskostnader

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Klargjøring | (Kr per dag, 2016 kr) | Kommentar |
| S tog | 1400 | Togsettet har 4/5 vogner, men få toaletter. Det er ingen snuing av seter.  Påfyll på såpedispenser, tørkepapir, tømming av toaletter, vann og utvendig vask.  Antar maks 2 timer per togsett. |
| Type 75 | 1400 | Samme som S-tog. |
| Type 74 | 1400 | Samme som S-tog. |
| Type 72 | 1400 | Samme som S-tog. |
| Type 78 (Oaris flytog) | 1400 | Samme som S-tog. |
| Type 77 | 1400 | Samme som S-tog. |
| Type 93D | 1400 | Denne togtypen har færre vogner, men det er behov for å snu seter og etterfylling på automater og vannfylling. Antar maks 2 timer per togsett. |
| Type 76 | 1400 | Samme som S-tog. |
| Elektrisk lokomotiv (EL18) | 0 | Antar 0 timer (tømme søppel blir gjort under renhold). |
| Diesel lokomotiv (Di4) | 0 | Antar 0 timer. |
| Sittevogn (type 5 og 7) | 1750 | Sittevogner har en høyere klargjøringskostnad. Det er 2 toaletter i hver vogn og behov for å snu seter og vannfylling hver dag. Antar 2,5 timer per vogn. |
| Sovevogn | 3500 | Det er gjerne to stykker som jobber med en vogn i 2-3 timer per gang. Det byttes sengetøy og tømming av toaletter, samt fylle på vann. Det må suppleres med håndkle, legge på plass ørepropper, sjokolade, menyer osv. Antar at det blir 5 timer i snitt per vogn. |

**Rengjøring**

I disse kostnadene er det innvendig renhold og dette er ofte konkurranseutsatt. På mange anlegg utføres renhold av underleverandør og det gis ofte en enhetspris per vogn.

Rengjøringskostnaden er basert på erfaringstall og at det tar ca. 1-1,5 timeverk å rengjøre en vogn. Det er antatt at det koster i gjennomsnitt 750 kroner å vaske en vogn per dag.

### 1.1.9 Ulykkeskostnader

Ulykkeskostnadene er beregnet med bakgrunn i TØIs rapport om skadekostnader ved transport fra 2019 (1704/2019). Satsene som benyttes i SAGA er basert på ulykkesfrekvensen i 2019, og tar ikke innover seg at TØI forventer en nedgang i transportulykker frem mot 2050.

I SAGA er det marginalkostnad per kjøretøykilometer som benyttes. Gjennomsnittskostnadene per ulykke er også oppgitt, selv om disse teknisk sett ikke benyttes videre i verktøyet. Gjennomsnittskostnadene sammen med ulykkesfrekvensen inngår i TØIs beregning av kilometersatsene.

TØIs anslag består av to komponenter: verdien av statistisk liv/skade og såkalte «ex post-kostnader». Det har vist seg at gevinster fra redusert produksjonsbortfall er inkludert i «ex post-kostnadene», og at dette (pga. fare for dobbelttelling) ikke er i tråd med retningslinjene for samfunnsøkonomiske analyser i NOU 2012: 16. Det forventes imidlertid at denne overvurderingen av ulykkeskostnadene normalt ikke har store konsekvenser for den samlede nytteberegningen i jernbaneprosjekter. Dette fordi nyttevirkningene fra ulykker i stor grad knytter seg til overføring av trafikk mellom vei og bane, og at satsene synes å være overvurdert for begge disse transportformene.

### 1.1.10 Støykostnader

Støykostnaden er fordelt på dag og natt. Det er større kostnad ved støy om natten. Det er i hovedresultatene rapportert på dagtid. Hvis det i analysen er en stor andel tog som kjøres på natten bør denne satsen revideres. For gods som kjører om natten kan en legge inn andelen nattogkjøring i 1.2 Forutsetninger, støykostnadene vil da vektes basert på hvor mye som kjøres om natten. For persontog må dette gjøres manuelt. Dette kan gjøres i to trinn:

1) Beregne økningen i støybelastning for en marginal endring (et ekstra kjøretøy/togsett)

2) Gange denne endringen med marginalkostnaden for 1DB støyendring og antall eksponerte.

Marginalkostnaden består av helsekostnader grunnet søvnforstyrrelse og iskemiske hjertekarsykdommer og lettere plager og ulemper. Ulempekostnader (tilpasningskostnader) er utelatt. (Eks. holder vinduer og dører stengt for å unngå støyen, de reduserer bruken av og oppholder seg kortere tid i uteområder, reduserer aktiviteter i nabolag).

### 1.1.11 Lokale utslipp, gasser, støv og partikler

Lokal luftforurensing fra transportaktiviteter knyttes til utslipp av miljø- og helseskadelige stoffer fra kjøretøy. Transportaktivtetene forurenser gjennom eksosutslipp, og for vegtrafikk oppstår forurensing også fra slitasje på dekk og bremser og oppvirvling av vegstøv. Forutsetninger og enhetspriser som inngår i beregning av lokale utslipp, gasser, støv og partikler blir presentert i Tabell 19, det er også disse forutsetningene og enhetsprisene som ligger til grunn i beregning av satser i TØI-rapporten om skadekostnader ved transport (TØI, 2019). Kilden til drivstofforbruk er oppgitt i Tabell 3.

Tabell 19: Forutsetning/enhetspriser

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Forutsetning/enhetspriser** | **Store tettsteder** | **Små tettsteder** | **Spredt bebyggelse** | **Kilde** |
| Svevestøv (PM10) (kr/kg) (2019 kr) | 5500 | 610 | 22 | (TØI, 2019) |
| Nitrogenoksider (NOx) (kr/kg) (2019 kr) | 394 | 88 | 22 | (TØI, 2019) |
| Svoveldioksid (SO2) (kr/kg) (2019 kr) | 22 | 11 | 0 | (TØI, 2019) |
| Partikler PM10 kg/tonn dieseltog | 3,8 | 3,8 | 3,8 | (TØI, 2019) |
| NOx kg/tonn dieseltog | 47 | 47 | 47 | (TØI, 2019) |
| SO2 kg/tonn dieseltog | 0,015 | 0,015 | 0,015 | (TØI, 2019) |

**Persontog – diesel**

Lokale utslipp, gasser, støv og partikler er beregnet ut ifra drivstofforbruket og enhetsprisene ganget med de lokale utslippene til luft.

**Godstog – diesel**

Lokale utslipp, gasser, støv og partikler er beregnet ut ifra drivstofforbruket og enhetsprisene ganget med de lokale utslippene til luft.

**Personbil**

Gjennomsnitt av diesel- og bensindrevne biler.

**Buss**

Antatt utslipp fra dieseldrevne turbusser. Bybusser har lavere utslipp, og det bør vurderes å benytte utslippsfaktorer fra denne type busser i den enkelte analyse.

**Fly**

For flytransport antar vi ingen kostnader ved lokale utslipp, gasser, støv og partikler. Flyplassene i Norge ligger ofte lokalisert på steder som ligger under kategorien spredt bebyggelse og påvirkningen av slike utslipp avhenger av konsentrasjonen av stoffene. Det vil være utslipp fra fly ved avgang og landing, men det er antatt at dette vil være minimalt som kan tilskrives et lokalt område som blir påvirket.

**Sjø**

Lokale utslipp, gasser, støv og partikler er beregnet ut ifra utslipp fra ulike skipstyper. En fullstendig beregning av utslippene er dokumentert i TØI rapporten om skadekostnader ved transport (TØI, 2019), og tilhørende excel underlag.

**Lett lastebil**

Lett lastebil omfatter kjøretøy i intervallet 14-20 tonn.

**Tung lastebil og modulvogntog**

Tung lastebil og modulvogntog omfatter kjøretøy som er over 20 tonn. Satsen representerer et gjennomsnitt av alle vektklassene over 20 tonn.

## 1.2 Forutsetninger

### 1.2.1 Prosjektuavhengige forutsetninger

**Kalkulasjonsrente**

For å kunne sammenligne og summere nytte- og kostnadsvirkninger som oppstår på ulike tidspunkt, er det behov for en kalkulasjonsrente. Diskontering med bruk av en kalkulasjonsrente er en systematisk og transparent metode for å omregne alle prissatte virkninger til den verdien de vil ha i et bestemt år (henføringsåret). Når henføringsåret er i starten av tiltakets levetid, kalles dette nåverdiberegninger. For statlige tiltak skal den risikojusterte kalkulasjonsrenten, som gitt i finansdepartementets rundskriv R-109/2021, benyttes. For en periode utover 40 år vil det være vanskelig å finne en langsiktig rente i markedet. Økende usikkerhet om alternativavkastningen er hensyntatt gjennom en reduksjon i kalkulasjonsrenten etter 40 år (Finansdepartementet, 2021).

**Skatt**

For alle tiltak som skal finansieres over offentlige budsjetter skal en skattefinansieringskostnad inngå i analysen. Skattefinansieringskostnaden er den marginale kostnaden ved å hente inn en ekstra skattekrone. Skattekostnaden settes til 20 øre per krone. Denne skal benyttes av alle sektorer. Grunnlaget for beregning av skattekostnaden vil være tiltakets nettovirkning for offentlige budsjetter, dvs. det offentlige finansieringsbehovet.

Skattesats, overskudd og utbytte for operatører er skatt på alminnelig inntekt for bedrift, pluss skatt på overskudd. Det blir den maksimale effektive marginale skattesatsen.

Skattefinansieringsfaktor for utbytte i privat sektor er den maksimale effektive marginale skattesatsen på utbytte multiplisert med skattefinansieringsfaktoren. Hvis tiltaket øker overskuddet i godsnæringen, øker også skatteinngangen til det offentlige. Det reduserer behovet for annen skatteinnkreving, og bidrar således isolert sett til å redusere skattefinansieringskostnaden av tiltaket.

**Merverdiavgift**

Merverdiavgift er en generell forbruksavgift (skatt) på verdien som blir lagt til varer eller tjenester (avanse) i hvert produksjons- eller handelsledd i innenlandsk omsetning. For investeringer er det den generelle satsen for varer og tjenester som benyttes. Investeringskostnader skal angis eks. mva i SAGA

Billettinntektene i Trenklin beregnes ved pris på enkeltbillett multiplisert med en rabattfaktor (inkl. moms, s. 55 i Trenklin 3 dokumentasjon).

**Fremtidig vekst i reelt BNP (reallønnsvekst)**

Bruttonasjonalproduktet (BNP) viser verdien av alt som produseres i et land i en viss periode, vanligvis et år, og omfatter verdiskapningen (value added) i all næringsvirksomhet, offentlig forvaltning og ideelle organisasjoner. BNP er et mål for den samlede verdiskapningen i et land. Oppgitt i forventet realvekst i BNP per innbygger, 2021-2060.

**Siste år med realprisjustering**

Tidshorisonten i Perspektivmeldingen 2021 er til 2060. Etter dette antas det at veksten synker og går til 0 i 2100 (Regjeringen, 2021).

**Fremtidig konsumprisvekst (KPI)**

Regjeringen har fastsatt et inflasjonsmål for pengepolitikken i Norge. Pengepolitikken er innrettet mot at konsumprisene over tid skal vokse nær 2 prosent årlig.

**Årlig vekst etter siste CO2-prisbane – 2100**

Antar at den er lik forventet BNP vekst (Regjeringen, 2021).

**Rente og avskrivningskostnader (CRF)**

Renter og avskrivninger på materiellet belastes driftskostnadene til operatørene. For å finne et anslag på denne kostnaden er det tatt utgangspunkt i kapitalgjenvinningsfaktoren (CRF) som beregnes på følgende måte der r er rentenivået og n er materiellets levetid. Ved å multiplisere materialkostnaden med CRF beregnes en årlig, konstant kostnad for materiellet som gjenspeiler både den rentekostnaden som påløper og avskrivninger over hele perioden.

CRF multiplisert med verdien på materiellet gir en årlig kostnad som tar høyde for både renter og avskrivninger. Nåverdien av denne kostnaden, beregnet over antall år lik forventet levetid er lik materiellprisen.

### 1.2.2 Generelle forutsetninger – Kroneår for tidsverdier og takster i transportmodell

Alle standardsatser i SAGA er justert til et felles kroneår med den nyeste statistikken fra SSB. Det er ikke alle effekter som blir verdsatt i SAGA. Trafikantnytte, billettinntekter og transportkostnader for reisende blir verdsatt i selve transportmodellen eller i egne moduler/uttak fra modellen. Verdsetting av trafikantnytte er utenfor SAGA fordi endring i generaliserte kostnader (GK) avhenger blant annet av distanse, tid, takster, og bytte i transportkjeden og avhenger derfor av rutevalgsinformasjon fra transportanalysen. Billettinntekter avhenger av antall reiser og hvor langt de reiser for å kunne beregne en nøyaktig endring i billettinntekter. Transportkostnader for gods avhenger av komponenter i kostnadsmodellen i godsmodellen for å beregne logistikk-kostnader. Når det i transportmodellen Trenklin beregnes trafikantnytte for ulike år settes tidskostnaden og takstene til et fast kroneår, gjerne det første beregningsåret i transportanalysen. Kostnaden/nytten konsumpris-justeres til det samme kroneåret, i tillegg realprisjusteres den andelen av trafikantnytten som er drevet av tidsverdikomponenten. Resultatene fra modellen justeres til det samme kroneåret som den nyeste statistikken fra SSB i SAGA.

### 1.2.3 Investering

Når det investeres i tiltak på jernbanen vil investeringen fordele seg på ulike komponenter. Det er viktig å vite hvordan investeringskostnaden er inndelt for de ulike komponentene siden de har ulik levetid. Når en komponent har nådd sin levetid kreves det en reinvestering for å opprettholde infrastrukturen på det nivået som er planlagt. For å kunne beregne riktig nivå på reinvestering må en vite hvordan investeringskostnadene fordeler seg.

Andelen av investeringskostnaden for de ulike komponentene vil være svært varierende fra tiltak til tiltak. For hvert enkelt tiltak må det gjøres en vurdering av hvordan investeringskostnadene fordeler seg, men under finnes et forslag på noen sjablongmessige tilnærminger hvis annen informasjon ikke er tilgjengelig. Det er hovedsakelig underbygning som varierer i størst grad og det er inndelt etter lav, middels og høy grad av underbygning.

Investeringskostnader av et fysisk tiltak deles inn i kategoriene underbygning, overbygning, signalanlegg, KL-anlegg og lavspenning. I kategorien lavspenning er også tele/data inkludert. Tele/data utgjør en liten del av investeringskostnaden, og ligger derfor under kategorien lavspenning og ikke kategorisert som en egen komponent. Dersom det er deler av investeringskostnaden som ikke faller inn under de nevnte kategoriene, kan denne andelen fordeles i kategorien «annen».

I dialog med Bane NOR har vi kommet frem til en inndeling for komponentene som kan brukes generelt. Det er viktig å være klar over at fordeling av kostnader vil variere betydelig etter hva slags tiltak som analyseres. I åpningsbalansen endte Bane NOR med fordelingen gjengitt i Tabell 20, for jernbaneteknikk (eksklusiv underbygning).

Tabell 20: Fordelingsnøkkel jernbaneteknikk

|  |  |
| --- | --- |
| **Fordelingsnøkkel jernbaneteknikk (JBT)** | **Prosent** |
| Overbygning | 30 % |
| KL-anlegg | 25 % |
| Lavspenning | 20 % |
| Signalanlegg | 25 % |

Fordeling av investeringskostnadene varierer mye som følge av kostnader for underbygning. Underbygning er alle tiltak som må til for å gjøre det klart for å legge jernbaneteknikk (skinner, KL-anlegg osv.). I stor grad vil andelen tunneler og bruer være drivende for andelen underbygning. Tidligere var en forenkling at underbygning utgjorde 50 % av kostnadene. Nyere prosjekter som har langt høyere hastighetskrav, og dermed rettere kurvatur, har en langt høyere andel av tunneler og bruer enn tiltak som ble gjort tidligere. For eksempel har prosjektet Follobanen underbygning som tilsvarer opp mot 90 % andel av investeringskostnadene, mens tiltaket Sandnes - Stavanger er nede på 55 - 60 %. For jernbaneteknikk, altså det som ikke er underbygning, er fordelingen på den annen side langt mer stabil som følge av at det ikke spiller så stor rolle om man legger jernbaneteknikk på en bru eller en dagsone, men det vil forekomme noe variasjon også her, se Tabell 21 for hvordan fordelingen er. Disse andelene inkluderer ikke byggherrekostnader, prosjekteringskostnader og grunnerverv, men man antar at disse kostnadene fordeler seg likt etter satsene under.

Tabell 21: Andel av investeringskostnader

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Andel av investeringskostnader** | **Lav** | **Middels** | **Høy** |
| Underbygning | 60 % | 70 % | 80 % |
| Overbygning | 12 % | 9 % | 6 % |
| KL-anlegg | 10 % | 7,5 % | 5 % |
| Lavspenning | 8 % | 6 % | 4 % |
| Signalanlegg | 10 % | 7,5 % | 5 % |

**Co2-utslipp i byggefasen og fra arealbeslag**

Under investeringer er det en funksjonalitet for å legge inn mengde med Co2-utslipp som er direkte utslipp som kan knyttes til byggefasen, samt karbon som frigjøres som følge av arealbeslag. For utslipp knyttet til byggefasen skilles det mellom antall tonn Co2-utslipp som er geografisk avgrenset til selve byggeplassen og antall tonn Co2-utslipp fra massetransport. Dette har ingen praktiske konsekvenser for beregning av eksterne kostnader for samfunnet, men det er viktig for å beregne riktige inntekter til staten. Årsaken er at anleggsmaskiner som opererer på selve byggeplassen er unntatt veibruksavgift, mens kjøretøy som frakter materialer til og fra byggeplassen, må betale både Co2-avgift og veibruksavgift. Antall tonn Co2-utslipp fra selve byggeplassen og fra massetransport prissettes med karbonpris for ikke-kvotepliktig sektor, mens antall tonn Co2-utslipp fra arealbeslag prissettes med karbonpris for «Opptak og utslipp i skog og arealbruk». Selve beregningene av antall tonn Co2-utslipp utføres i andre beregningsverktøy.

### 1.2.4 Vedlikehold

Det er antatt endring i vedlikeholdskostnader når ulike komponenter i infrastrukturen endrer seg. Det er funnet en signifikant endring i vedlikeholdskostnader som følge av endring i antall sporveksler, stasjoner, daglinje, gjennomsnittlig hastighet og type energikilde. For type energikilde vil endring i energikilde, for eksempel at man går fra diesel til elektrisk drift, påvirke hele linjen/strekningen og ikke bare påvirke den marginale endringen av komponentene.

Vedlikeholdskostnadene er i gjennomsnitt 18,48 % dyrere for elektrisk togstrekning enn dieseldrevet togstrekning (Jernbaneverket, 2016, s. 4). Det er funnet en positiv sammenheng mellom hastighet og vedlikeholdskostnader og det er estimert at å øke hastigheten med 1 km/t øker vedlikeholdskostnadene med 0,48 % (Jernbaneverket, 2016, s. 4).

Estimeringen som er gjennomført for vedlikehold er basert på marginale endringer. Vedlikeholdsberegningene egner seg ikke til å analysere en helt ny bane/strekning. Ved en helt ny bane/strekning går en fra 0 til en endring, og vedlikeholdskostnadene blir da misvisende. Når det gjelder analyser av helt nye baner må det gjøres en mer grundig analyse av hva vedlikeholdskostnadene vil bli for banen.

Bimodale tog kan også velges som energikilde, dersom dette er valgt må en også oppgi andel av strekningen som kjøres med diesel.

### 1.2.5 Togmateriell

Velg den mest brukte togtypen (motorvogn eller lok+vogn) for persontrafikk på strekningen. Hvis det velges lokomotiv (EL18 eller Di4) må også vogntype (sittevogn) og antall vogner fylles inn. NB: Når det bare ligger inne resultater for gods velges "Godstog". Velg vogntype hvis den mest brukte togtypen på strekningen er lok+vogn. På vogner per lokomotiv, velg antall vogner som i gjennomsnitt er festet på et lokomotiv. Fyll inn antall togsett som er nødvendig for å avvikle togtilbudet i analysen. Dersom det er en endring i togmateriell fra referanse til tiltak, må skalering til årlige virkninger – Togmateriell fylles ut.

### 1.2.6 Andre forutsetninger

Anslått punktlighet for togtrafikk. Det er foreløpig ikke lagt inn funksjonalitet i SAGA for å beregne trafikantenes nytte av endret punktlighet. Dette fordi det er vanskelig å presist modellere hvordan et tiltak påvirker punktligheten. Punktlighetsanslaget her benyttes derfor kun som et grovt anslag på operatørenes økte driftskostnader (særlig pga. overtid for personell på toget) som følge av forsinkelser. Trafikantenes nytte må beskrives som en ikke-prissatt virkning, eller beregnes utenfor SAGA.

Tomtogkilometer er den tilbakelagte distansen mellom stasjoner uten transporttilbud, også kalt posisjonskjøring. Det regnes normalt kun regelmessig tomtogkjøring mellom stedet et kjøretøy bytter til og fra kundedrift, til driftspause og det stedet kjøretøyet hensettes.

For utvalgte strekninger og delstrekninger finnes det en rabatt på 75% på sporavgiften til godstog, hvis «Ja» er valgt her legges denne rabatten inn. For detaljer over hvilke strekninger og delstrekninger rabatten gjelder se Bane NORs Network Statement. Det skal velges «Nei» her dersom det er analyse av persontransport.

På «anta realprisjustering av fremtidig CO2-avgift» hvis "Ja" er valgt her, realprisjusteres CO2-avgiften med diskonteringsraten i fremtidige år. Hvis "Nei" er valgt, vil CO2-avgiften videreføres flatt på dagens nivå. Dersom CO2-avgiften er realprisjustert i transportmodellen, bør tilsvarende realprisjustering gjøres i SAGA. Samme avgiftsforutsetninger bør legges til grunn for trafikantnytten (beregnet i transportmodellen) og for operatørene og det offentlige (beregnes i SAGA), siden avgiften er en overføring mellom disse aktørene.

På «valg av karbonprisbane» kan man velge mellom «hovedalternativ», «lavt alternativ» og «høyt alternativ». Dersom «hovedalternativ» er valgt her, vil SAGA bruke karbonprisbanen for ikke-kvotepliktig sektor som gitt av Finansdepartementet. Ved bruk av dette alternativet vil SAGA samtidig anvende en egen karbonprisbane for verdsetting av opptak og utslipp i skog og arealbruk. For følsomhetsanalyser kan «lavt alternativ» og/eller «høyt alternativ» anvendes. Ved bruk av disse alternativene vil både karbonprisbanen for ikke-kvotepliktig sektor og karbonprisbanen for opptak og utslipp i skog og arealbruk endres i henhold til det valgte alternativet. En nærmere beskrivelse av karbonsprisbanene og følsomhetsanalyser finnes i 1.5.1 Klimakostnader.

### 1.2.7 Virkninger per døgn

Fra transportmodellene hentes det ut virkninger per døgn, og denne må gjøres om til årlige virkninger. Legges det inn RTM/NTM resultater er det som regel årsdøgntrafikk (ÅDT), altså virkninger for et gjennomsnittsdøgn (Sintef, 2013). Legges det inn input fra Trenklin er det virkninger per døgn man angir inndata for i selve modellen, ofte kalt virkedøgn (Jernbanedirektoratet, 2017). Virkedøgn er ment å tilsvare antall vanlige arbeidsdager i løpet av et år. Det vil si alle dager i året bortsett fra helgedager, helligdager og fem uker ferie. Det vil si om lag 230 dager i året. Antall virkedøgn kan beregnes litt forskjellig ut fra hensikten med den aktuelle analysen, og må derfor spesifiseres for analysen som gjennomføres.

Det er mulig å gjennomføre analyser av flere ulike døgntyper per beregningsår. Hvis det gjennomføres en analyse som bruker ulike døgntyper (for eksempel virkedøgn og restdøgn) må det gjennomføres en summering av døgntypene og gjøre det om til årlige virkninger før det legges inn i SAGA, dette finnes det et eget regneark for. Hvis resultatene vektes med ulike døgn og summeres utenfor SAGA, kan faktor for skalering av virkninger per døgn settes til 1. Hvis den settes til 1, vil faktoren for «Skalering til årlige virkninger – Togmateriell» endres til grønn og må fylles ut med den samme summeringen av døgntyper som er brukt for å gjøre om virkninger fra transportmodellen til årlige virkninger. Ved bruk av resultater for flere modellkjøringer i et beregningsår som allerede er justert til årlige virkninger vil faktor være satt til 1, men faktor for å beregne driftskostnader for operatør må skaleres med den samme faktoren som er brukt for å justere til årlige virkninger utenfor SAGA. Dersom faktoren for «Skalering til årlige virkninger» ikke er satt til 1, men det er en endring i antall togsett og/eller en endring i togtype mellom tiltak og referanse, vil også «Skalering til årlige virkninger – Togmateriell» endres til grønn. «Skalering til årlige virkninger – Togmateriell» må da fylles ut. Dette er viktig for at SAGA skal beregne klargjøring- og renholdskostnader.

Tabell 22: Faktor for å skalere til årlige virkninger

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Input | Døgntype | Faktor for skalering til årlige virkninger |
| RTM/NTM | ÅDT | Som regel 365 |
| Trenklin | Avhenger av døgntypen som spesifiseres i Trenklin modellen | Avhenger av døgntypen som spesifiseres i Trenklin modellen. Vanlig virkedøgn er 230 virkedøgn. |
| Analyser av ulike døgntyper per beregningsår | Summering av virkninger per døgn utenfor SAGA til årlige virkninger | 1 |

### 1.2.8 Reisehensiktsfordeling

Reisehensikten blir beregnet fra modellresultatene eller en standard. Standardandelen er beregnet fra RVU-data (2019): Rapportert reisehensikt og avreisetidspunkt for personreiser, stadfesting på grunnkretsnivå. Tabell 4.1 s. 20. Standardandelen for arbeidsreiser er summen av reiser med formål arbeid og skole, for fritidsreiser summen av reiser med formål handle/service, følge/omsorg, fritid, besøk og annet. For forretningsreiser er standard-andelen lik tallet for tjenestereiser (TØI, 2019).

### 1.2.9 Elastisiteter

**Persontrafikk**

Elastisiteter for generaliserte kostnader inngår ikke direkte i noen beregninger i SAGA. Det er likevel valgt å inkludere elastisiteter i forutsetninger siden de inngår i transportmodellene og kan være nyttige å bruke ved enkle beregninger som gjøres utenfor verktøyet. Elastisitetene skal utrykke passasjerens tilpasning på endring i togtilbudet. Det er gjort en del studier på elastisiteter og hva slags type elastisiteter som skal benyttes. I Jernbanedirektoratets Trenklin-modell blir det benyttet elastisiteter som baserer seg på ulike studier. Elastisitetene som ble benyttet til Trenklin i Rutemodellprosjektet er dokumentert i et eget notat, og oppsummert i tabell 24 (Jernbaneverket, 2015).

Tabell 23: Elastisiteter - Generalisert reisetid (GJT)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Reisehensikt** | **Korte reiser (under 40 min)** | **Lange reiser (over 40 min)** |
| Arbeid | -1.5 | -1.6 |
| Fritid | -0.8 | -1.3 |
| Forretning | -1.5 | -1.6 |

Elastisitetene som er benyttet i Trenklin gjelder generalisert reisetid, eller GJT (Generalized journey time). I dette inngår ombordtid, ventetid og bytteulemper. Billettpris og tilbringertid inngår ikke.

Jernbanedirektoratet bestilte en egen utredning av elastisiteter som ble gjennomført av Oslo Economics og som ble oppsummert i en rapport (Oslo Economics, 2016).

Elastisitetene som Oslo Economics kom frem til er beregnet for togtrafikk med hensyn på priser, ombordtid, ventetid og generalisert reisetid (GJT). Elastisitetene er beregnet for ulik geografisk inndeling av strekninger og fjerntogstrekninger, med og uten konkurranse fra fly. Elastisitetene er oppsummert i Tabell 24.

|  |  |
| --- | --- |
| Persontrafikk | Elastisitet |
| Priselastisitet: (betinget elastisitet, på grunn av ruter) | [-0,20; -0,54] |
| Ombordtidselastisitet: | [-0,26; -0,69] |
| Ventetidselastisitet: | [-0,04; -0,50] |
| GJT-elastisitet: | [-0,31; -1,21] |

Tabell 24: Elastisiteter - Priser, ombordtid, ventetid og generalisert reisetid (GJT)

Elastisitetene kan tolkes som effekter av passasjerenes tilpasninger på mellomlang horisont og gjelder for antall turer og ikke for transportarbeid. Datagrunnlaget er tilgjengelig for perioden mellom 2012-2015. For den samme perioden benyttes priser på periodekort for ulike prissoner i Osloområdet til å belyse prisutvikling. Bytter og bytteventetider holdes utenfor analysene. Summen av ombordtid, ventetid og eventuell bytteventetid blir omtalt som generalisert reisetid (GJT).

Det er forskjell på elastisiteter i og utenfor Oslo, og med forskjellig ombordtid osv. Det er derfor vanskelig å bare ha én elastisitet for alle tiltak. Derfor må elastisiteten som skal benyttes i en beregning vurdere om tiltaket påvirker ombordtid, ventetid, bytteulempe eller pris, og vurdere elastisiteten ut ifra dette. Det er i rapporten fra Oslo Economics ikke inndelt elastisiteter etter reisehensikt.

I vurdering av hvilke elastisiteter som oppgis i verktøyet er det valgt å henvise til intervallene som er beregnet av Oslo Economics. Det må gjennomføres en vurdering for hvert enkelt tiltak hvilken elastisitet som er rimelig å benytte i analysen.

### 1.2.10 Infrastruktur

Underbygning innbefatter her også jernbanebruer, overgangsbruer, andre bærende konstruksjoner, tunneler, støttemurer osv. Teknisk regelverk sier at konstruksjoner skal regnes med en dimensjonerende brukstid på 100 år dersom ikke annet er angitt. I teknisk regelverk er det ikke angitt noen eksakt levetid for overbygning, men 40 års levetid vurderes som en rimelig antagelse.

KL-anlegg innbefatter også banestrømforsyning selv om hoveddelen av kostnadene er KL-systemet. I teknisk regelverk er for eksempel banestrømforsyningen stasjonsanlegg satt til 40 år, men KL-anlegg er satt til minimum 50 år, og avhenger av materialvalg og dimensjonering. Det anbefales derfor 50 år.

I teknisk regelverk er det ikke angitt eksakt levetid for lavspenning, men 40 års levetid er antatt å være rimelig. Denne forutsetningen het tidligere elektroanlegg, men i samråd med Bane NOR er den endret til lavspenning. I teknisk regelverk skal forriglingsutrustningen ha en levetid på minimum 25 år. Signalanlegg er mer enn bare forriglingsutrustning, men en levetid på 25 år er likevel antatt.

Dersom det er deler av investeringskostnaden som ikke faller inn under noen av de nevnte kategoriene, skal denne andelen fordeles i kategorien «annen» under «Investering». Den antatte levetiden av denne komponenten må da spesifiseres.

### 1.2.11 Belegg på transportmiddel

Belegg på transportmiddel er samlet antall mennesker som opptar plassene om bord i transportmidlene og er hentet fra eget uttak fra Den nasjonale reisevaneundersøkelsen fra TØI. For biler er belegget basert på andel av daglige reiser som er under eller lik 50 km og daglige reiser over 50 km med et vektet gjennomsnitt og hvor stor andel som er arbeidsreiser, fritidsreiser og forretningsreiser. For buss gjelder gjennomsnittlig bussbelegg basert på SSBs kollektivstatistikk. Flybelegget er 56 personer i gjennomsnitt, og er basert på Avinors trafikkstatistikk (Avinor, 2019 )1.2.12 Tidskostnader for reisende

Verdi av omstigning baserer seg på omstigningsulempe for reiser under 70 km. Omstigningstiden legges til ved siden av omstigningsulempen.

Tid mellom avganger baserer seg på undersøkelser basert på stated preferences (SP) med hypotetiske valg (reisetid, ventetid, omstigning, pålitelighet og kø), men inneholder også en undersøkelse av endring i faktisk atferd (revealed preferences, RP) som følge av infrastrukturtiltak for gående og syklende. For alle reiseformål og reiselengder gjelder vektfaktorene hele intervallet mellom avgangene, ikke ventetiden fra en ankommer stasjonen/stoppestedet. Dette betyr at de kan anvendes direkte uten å gjøre antakelser om ventetiden. For kollektivtransport er vektingsfaktoren et vektet gjennomsnitt av vektingsfaktorene for alle intervaller til og med det aktuelle intervallet.

Reisen til og fra første og siste kollektive transportmiddel betrakter vi som henholdsvis en tilbringer- og frabringerreise. For disse anbefaler vi å benytte tidsverdiene for hovedtransportmiddelet og det aktuelle reiseformålet multiplisert med faktorene. Det anbefales ikke en omstigningsulempe for omstigninger mellom tilbringertransportmiddelet og kollektivtransport, ettersom dette er en fast ulempe som gjelder alle kollektivreiser (det samme gjelder omstigning til/fra fly). For reiser til/fra flyplass anser vi hele reisen til/fra flyplass som en tilbringerreise, ettersom det her er et klarere skille mellom flyreisen og til-/frabringerreisen. Det anbefales her å bruke tidsverdiene for flyreiser multiplisert med faktoren for det aktuelle reiseformålet.

### 1.2.13 Trafikkvolumer

**Fordeling på overført og nyskapt trafikk, Persontog**

Når antall reisende med toget endres er det antatt prosentvise overføringer fra andre transportmidler og nyskapt trafikk. Denne satsen vil være veldig varierende avhengig av hvilket tiltak det er snakk om, og hvor dette tiltaket eventuelt skal utføres. For eksempel vil det på steder hvor ekspressbusser opererer, være større konkurranse mot jernbane. Det er også stor forskjell på transportmiddelbruk etter tilgang på bil. Dermed vil denne satsen være varierende i ulike markeder. Disse standardforutsetningene bør derfor - hvis mulig - erstattes av prosjektspesifikke forutsetninger. Det er tatt utgangspunkt i transportmiddelbruk for arbeidsreiser når det er definert hvor mange prosent reiser som er overført fra de andre transportmidlene til togreiser.

Transportmiddelbruk for arbeidsreiser er fordelt med 18 % til fots og sykkel, 65 % med bil (bilfører og passasjer), 16 % kollektivt og 1 % annet (TØI, 2014, s. 40). Disse prosentene benyttes i fordeling av overført og nyskapt trafikk til togreiser. Det er antatt at det ikke er noe overføring fra fly eller fra sykkel/gange. Det er antatt at togreiser er av en slik lengde at det ikke konkurrerer med en strekning der det er sykkel og gange. For at overføring fra andre transportmidler til togreiser skal summere seg til 100 % er det antatt at nyskapt trafikk utgjør 19 % av endringen i togreiser.

Tabell 25: Fordeling av overført og nyskapt trafikk - Persontog

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fordeling på overført og nyskapt trafikk – Persontog** | **Prosent** | **Kommentar** |
| Overført fra bil | 65 % | Både bilfører og bilpassasjer. |
| Overført fra buss | 16 % | Antar at kollektivt er buss. |
| Overført fra fly | 0 % | Antar ingen overføring fra fly. |
| Nyskapt trafikk | 19 % |  |

**Trafikkvolum**

Fordeling av trafikkarbeid på geografiske soner har betydning for beregning av virkninger under «samfunnet for øvrig». Anslag på fordelinger av trafikkarbeidet er basert på en transportmodellberegning for et referansescenario i 2030 og viser hvordan all trafikken i hele landet fordeler seg på ulike geografiske soner. Fordeling av trafikkvolum bør hentes fra statistikk eller transportmodellberegninger der dette er mulig.

Tabell 26: Geografisk fordeling av trafikkvolum

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trafikkvolum** | **Store tettsteder** | **Små tettsteder** | **Spredt bebyggelse** | **Kommentar** |
| **Persontog** | 12,90 % | 29,03 % | 58,06 % | Satsen skiller ikke mellom typer drivstoff. Disse satsene er satser som i kilden brukes om prosentandel trafikkarbeid etter område (Econ 2003-054, tabell V.B.1 s.105, tabell V.B.4 s.108.). |
| **Godstog** | | | | |
| Elektrisk | 10,232 % | 2,895 % | 86,873 % | (Jernbanedirektoratet, 2019) |
| Diesel | 1,570 % | 1,636 % | 96,793 % | (Jernbanedirektoratet, 2019) |
| **Personbil** | 18,60 % | 18,60 % | 62,79 % | Satsen er basert på andel kjøretøykm, (TØI-rapport 1307/2014, s. 6 Tabell 2.2.2) |
| **Buss** | 27,96 % | 27,96 % | 44,07 % | Satsen er basert på andel kjøretøykm, (TØI-rapport 1307/2014, s. 6 Tabell 2.2.2) |
| **Fly** | 0 % | 0 % | 100 % | Når det gjelder luftfart deles det ikke inn i områder. Det forutsettes at alt oppstår i spredt bebyggelse. |
| **Lett lastebil** | 12,99 % | 12,99 % | 74,03 % | Satsen er basert på andel kjøretøykm, (TØI-rapport 1307/2014, s. 6 Tabell 2.2.2) |
| **Tung lastebil og modulvogntog** | 12,76 % | 12,76 % | 74,49 % | Satsen er basert på andel kjøretøykm, (TØI-rapport 1307/2014, s. 6 Tabell 2.2.2) |

### 1.2.14 Helsegevinster

Når det er en tilbringerreise med gang/sykkel er det antatt i TØI rapporten at en ny reise per dag som syklist er på 3 km og at en ny reise per dag som gående er på 1 km i gjennomsnitt (TØI, 2002, s. 5). Når det overføres bilreiser til togreiser, må de reisende komme seg til og fra togstasjonen. Dette kan skje ved hjelp av annen kollektivtransport, bil, gange eller sykkel. 1 km er satt for å gjenspeile en ca. distanse ved overføring av en reise fra bil.

### 1.2.15 Togtype – persontog

Forutsetningene for togtypene er basert på informasjonen Jernbanedirektoratet har fått fra Norske tog og internt i Jernbanedirektoratet.

Tabell 27: Antall seter, energiforbruk og bruttovekt for togtyper

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tog** | **Antall seter (per sett)** | **Energiforbruk (kWh/settkm)** | **Dieselforbruk (l/km)** | **Levetid (år)** | **Bruttovekt (tonn)** | **Vogner per togsett (antall)** |
| S tog | 500 | 7,15 | 0 | 30 | 225 | 4 |
| Type 75 | 300 | 7,10 | 0 | 30 | 225 | 5 |
| Type 74 | 250 | 6,10 | 0 | 30 | 225 | 5 |
| Type 72 | 310 | 7,10 | 0 | 30 | 225 | 4 |
| Type 78 (Oaris flytog) | 250 | 6,80 | 0 | 30 | 225 | 4 |
| Type 77 | 300 | 5,68 | 0 | 30 | 225 | 5 |
| Type 93D | 75 | 0 | 0,93 | 30 | 225 | 2 |
| Type 76 – diesel | 250 | 0 | 1,84 | 30 | 225 | 5 |
| Type 76 - elektrisk | 250 | 9,04 | 0 | 30 | 225 | 5 |
| Elektrisk lokomotiv | 0 | 7,10 | 0 | 30 | 80 | 1 |
| Diesel lokomotiv (DI4) | 0 | 0 | 3,10 | 30 | 80 | 1 |
| Sittevogn (type 5 og 7) | 70 | 0 | 0 | 30 | 44 | 1 |
| Sovevogner | 30 | 0 | 0 | 30 | 44 | 1 |

**Antall seter**

Antall seter er det totale antall sitteplasser på toget per sett. Dette er ca. anslag, og det kan være små avvik.

**Energiforbruk**

Energiforbruket er hvor mange kWh per settkm en togtype bruker. For type 72 og elektrisk lokomotiv har vi antatt det samme som type 75. For type 77 forutsettes 80% av energiforbruket til type 75.

**Levetid materiell**

Den normerte økonomiske/tekniske levetid på kjøretøy er antatt til 30 år.

**Togvekt**

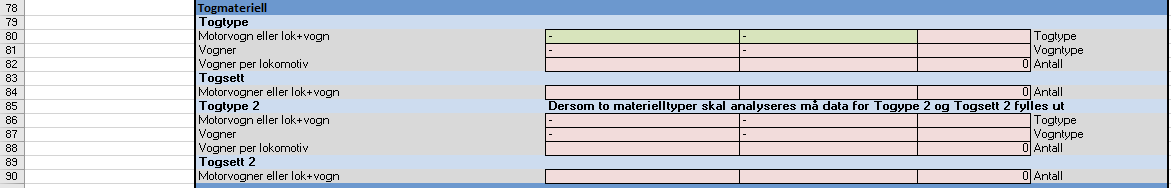
Togvekt blir brukt til å beregne vedlikeholdet på toglinjen. Det er antatt samme vekt for elektrisk og diesel godstog på 480 tonn uten last. Vekten for godstog er basert på at det er ca. 1 tonn per meter, og et gjennomsnittlig godstog er 480 meter. Vekten for godstog blir 650 tonn hvis en antar kombitog som er 50/50 tom- og fullastet (Bane NOR, 2017). For persontog er det antatt en vekt på 225 tonn. For elektrisk og diesel lokomotiv er det antatt 80 tonn og 44 tonn for vogner.

**Vogner per togsett**

Det er 5 vogner per sett for togtypene 75, 74, 77 og 76. For togtypene S tog, 72, 78 (Oaris flytog) er det 4 vogner per togsett og type 93 har 2 vogner. Lokomotiver og vogner har 1 vogn.

**To togtyper**

Det er muligheter for å analysere endring i to forskjellige togtyper av gangen. Hensikten er å bedre fange opp effekter der endring i materielltype er en vesentlig virkning i analysen.



Ved en analyse der man kun har endret vognbehov, men med lik vogntype, holder det at man fyller ut verdier i cellene under «Togtype» og «Togsett». Dersom hele den angitte vognparken erstattes med nytt togmateriell vil kan man kun endre dette i de nevnte cellene. Dersom kun deler av vognparken erstattes eller økes med en annen type materiell kan dette legges inn under fanene «Togtype 2» og «Togsett 2». Arkfanen 2.2. inneholder separate delberegninger for driftskostnader med de ulike togtypene. For at driftskostnadene skal bli riktige så må det i slike tilfeller også legges inn data i arkfanen 1.3 Persontransportmodell i boksene som heter «TOG – Materielltype 2». Dersom man kun gjør analyser med én materielltype, trenger ikke disse boksene å fylles ut.

### 1.2.16 Kostnadsforutsetninger

Ved endring i punktlighet, inntekter og utgifter for togoperatøren er det beregnet ulike påslag. Det er brukt interne erfaringstall for å kunne gi et realistisk anslag for de ulike beregningene.

**Punktlighet**

Det er antatt at det vil være 50 % tillegg på de tidsavhengige driftskostnadene for togoperatøren, gjelder lønnskostnader, ved punktlighet som ikke er 100 %. Dette er illustrert under med et eksempel.

|  |
| --- |
|  |

Hvis de tidsavhengige kostnadene er 100 000 kr og punktligheten er 90 % før og etter tiltak vil regnestykket bli følgende:

|  |
| --- |
|  |

**Administrasjon**

Det er antatt at en endring i driftskostnader vil føre til endring i administrasjonskostnader. Endrer driftskostnadene seg vil det endre administrasjonskostnadene med 10 %.

Det er antatt at en endring i inntekter vil føre til endring i administrasjonskostnader. Øker inntektene vil det påløpe 15 % administrasjonskostnader. Dette kan deles inn på 10 % i direkte distribusjonskostnader og 5 % i økte administrasjonskostnader på inntekter (salg og billettering av endrede billettinntekter).

### 1.2.17 Ulykkesfrekvens

Lettere skadet, hardt skadet og død er hentet fra TØI rapport 1704/2019 i del 3 ulykker og er beregnet ved å legge sammen alle kolonner for det aktuelle transportmiddelet. Kolonnene representerer sannsynligheten for at transportmiddelet i den angitte raden forårsaker skade på transportmiddelet i kolonnen, summen utgjør ulykkesfrekvensen for transportmiddelet i raden (TØI, 2019). Biler og lette og tunge lastebiler består av flere underkategorier av transportmidler. Underkategoriene er samlet i vektede snitt basert på kjøretøykm i perioden 2006-2017.

### 1.2.18 NOx-utslipp

Forutsetninger og satser som inngår i beregning av antall gram NOx-utslipp per kjøretøykm kan finnes igjen i Tabell 3 og Tabell 4. Informasjon i dette avsnittet har blitt brukt i TØI sin rapport om skadekostnader ved transport (TØI, 2019), men er gjengitt her for å beskrive mer detaljert hva som ligger til grunn.

**Tog**

Antall gram NOx-utslipp per togkm/kjøretøykm er beregnet ut ifra drivstofforbruket og hvor mye NOx-utslipp det er per liter drivstoff. Antall gram NOx-utslipp varierer etter hva slags forbrenningsmotor det er, måten kjøretøyet blir brukt og er ikke nødvendigvis et én til én forhold når det gjelder mengden utslipp og liter forbrent per togkm/kjøretøykm. Satsen som er beregnet for tog er ansett som høy, men det er det beste estimatet vi har foreløpig.

Tabell 28: NOx-utslipp, Persontog og godstog - Diesel

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Dieseltog | drivstofforbruk (l/km) | NOx/tonn mineralolje (kg/tonn) | Massetetthet, diesel (kg/l) | **G/togkm** |
| Persontog | 1,44 | 47 | 0,84 | 56,851 |
| Godstog | 7,74 | 47 | 0,84 | 305,73 |

**Andre transportmidler**

For bil er det forskjellig NOx-utslipp fra bensin og dieselbil. Det er valgt å lage et vektet gjennomsnittsutslipp for NOx-utslipp fra personbiler basert på bilparken i dag og vekte utslippene for diesel og bensin med dette. Da finner vi et vektet utslipp for personbiler per kjøretøykm. Fremtiden er usikker, og vi vet ikke hvordan bilparken vil endre seg i årene fremover. Gitt usikkerheten om hvordan bilparken endrer seg antar vi dagens bilpark når vi beregner NOx-utslipp. Kilden til andel av bilparken kan finnes i Tabell 37. For kategorien lokale utslipp er det ikke alle utslipp som er spesielt knyttet til drivstofftype, men mer til bruken av transportmiddelet. Dette gjelder for det meste svevestøv.

Tabell 29: NOx-utslipp, Bil

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | NOx-utslipp bensinbil (G/kjøretøykm) | Andel bensinbiler | NOx-utslipp dieselbil (G/kjøretøykm) | Andel dieselbiler | **G /kjøretøykm** |
| Personbil | 0,15 | 31 % | 0,64 | 42 % | 0,314 |

For buss er det antatt kun dieselbuss (turbuss), lett lastebil er definert i vektklassen 14-20 tonn og tung lastebil og modulvogntog er alle vektklasser over 20 tonn. Satsene er funnet ved å beregne gjennomsnittlig gNOx/km for tre ulike tettsteder.

Tabell 30: NOx-utslipp, andrekjøretøy

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | NOx-utslipp store tettsted (G/kjøretøykm) | NOx-utslipp små tettsted (G/kjøretøykm) | NOx-utslipp store tettsted (G/kjøretøykm) | **G /kjøretøykm** |
| Buss | 4,68 | 4,68 | 2,84 | 4,07 |
| Lett lastebil | 3,72 | 3,72 | 2,62 | 3,35 |
| Tung lastebil og modulvogntog | 4,09 | 4,09 | 2,87 | 3,97 |

NOx-utslipp for skip er beregnet på samme måte som for tog.

Tabell 31: NOx-utslipp, Sjø

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | drivstofforbruk (l/km) | NOx/tonn mineralolje (kg/tonn) | Massetetthet, diesel (kg/l) | **G /fartøykm** |
| Skip | 32,25 | 39 | 0,84 | 913,0 |

**Fly**

For flytransport antar vi null kostnader ved lokale utslipp, gasser, støv og partikler. Flyplassene i Norge ligger ofte lokalisert steder som ligger under kategorien spredt bebyggelse og påvirkningen av slike utslipp avhenger av konsentrasjonen av stoffene. Det vil være utslipp fra fly ved avgang og landing, men det er antatt at dette vil være minimalt som kan tilskrives et lokalt område som blir påvirket.

### 1.2.19 PM10-utslipp

Antall gram PM10-utslipp per kjøretøykm er beregnet ut ifra drivstofforbruket og hvor mye PM10-utslipp det er per kg liter drivstoff, TØI-rapport 1704/2019, se vedlagt excelark til rapport for utregning.

### 1.2.20 SO2-utslipp

Antall gram SO2-utslipp per kjøretøykm er beregnet ut ifra drivstofforbruket og hvor mye SO2-utslipp det er per kg liter drivstoff, TØI-rapport 1704/2019, se vedlagt excelark til rapport for utregning.

### 1.2.21 CO2-utslipp

Enheten for kvantifisering av klimagassutslipp er CO2-ekvivalenter. Enheten reflekterer den effekten som en gitt mengde CO2 har på den globale oppvarmingen over en gitt tidsperiode (oftest 100 år).

Oppvarmingspotensialet (GWP-verdien) til CO2 er per definisjon satt til 1. Utslipp av andre klimagasser omregnes til CO2-ekvivalenter i henhold til deres respektive GWP-verdier.

I transportsektoren er CO2 oftest helt dominerende kilde til klimagassutslipp og CO2-utslippet blir dermed tilnærmet likt utslippet regnet i CO2-ekvivalenter. Omregningen for utslipp per tonn CO2 per tonn mineralolje er i utgangspunktet ikke inkludert andre klimagasser. Siden bidraget fra andre klimagasser enn CO2 er så lavt blir CO2 per tonn mineralolje ≈ CO2-ekvivalenter per tonn mineralolje.

Forutsetninger og satser som inngår i beregning av antall gram CO2-utslipp per kjøretøykm kan finnes igjen i Tabell 3 og Tabell 4. For de ulike forutsetningene følger det en begrunnelse for hvordan det er beregnet. De samme forutsetningene ligger til grunn for TØI sin rapport om skadekostnader ved transport (TØI, 2019).

**Tog**

Antall kg CO2-utslipp per togkm/kjøretøykm er beregnet ut ifra drivstofforbruket og hvor mye kg CO2-utslipp det er per liter drivstoff.

Tabell 32: CO2-utslipp, Persontog og godstog - Diesel

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Dieseltog | Gjennomsnittlig drivstofforbruk (l/km) | Tonn. CO2/tonn mineralolje  (tonn/tonn) | Massetetthet, diesel (kg/l) | **Kg/togkm** |
| Persontog | 1,44 | 3,17 | 0,84 | 3,834 |
| Godstog | 7,44 | 3,17 | 0,84 | 20,62 |

**Andre transportmidler**

Antall kg CO2 -utslipp for bil er basert på prognoser for antall kjøretøykm for diesel- og bensinbiler, se kapittel 3.1 for mer utfyllende forklaring. Antagelsen er antatt CO2 utslipp fra flydrivstoff for «Jet kerosene» (European Commission, 2014, s. 57). CO2-utslipp benyttes ikke direkte i SAGA, men er listet opp som tilleggsinformasjon. Utvikling av CO2-utslipp over tid for ulike transportmidler er beskrevet under kapittel «3.1 Resultater volum».

Tabell 33: CO2-utslipp, Andre transportmidler

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Andre transportmidler | Drivstofforbruk (l/km) | CO2-utslipp  (kg/l) | **Kg/kjøretøykm** |
| Personbil | Baserer seg på prognoser for kjøretøykm og prognoser for CO2 utslipp (TØI, 2019) | | |
| Buss | 0,395 | 2,66 | 1,05 |
| Lett lastebil | 0,260 | 2,66 | 0,69 |
| Tung lastebil og modulvogntog | 0,443 | 2,66 | 1,18 |
| Passasjerfly | 4,904 | 2,86 | 14,03 |

### 1.2.22 Utslippsfaktor

Det er benyttet samme utslippsfaktor i TØI sin analyse om skadekostnader ved transport (TØI, 2019). TØI har hentet sine antagelser fra ulike kilder som er gjengitt i SAGA.

### 1.2.23 Drivstoffbruk

**Persontog**

Gjennomsnittlig dieselforbruk på 1,44 l/km er benyttet i beregningene i TØI rapporten om skadekostnader ved transport (TØI, 2019). Faktisk dieselforbruk for de ulike togtypene er rapportert fra Vy i perioden januar 2018 til mai 2019. I Tabell 34 er det et gjennomsnittlig forbruk i den perioden.

Tabell 34: Dieselforbruk- ulike togtyper

|  |  |
| --- | --- |
| **Togtype** | **Forbruk – liter pr settkm** |
| Type 93 | 0,93 |
| Type 76 | 1,84 |
| Di4 | 3,1 |

**Godstog**

Gjennomsnittlig dieselforbruk på 7,74 l/km er benyttet i beregningene i TØI-rapporten om skadekostnader ved transport og Nasjonal godsmodell (TØI, 2019).

**Skip**

Det finnes mange forskjellige skipstyper og drivstofforbruket til et skip avhenger av hva slags type skip det er. For å finne et gjennomsnitt som er representativt i en analyse hvor vi ser på potensialet for overføring av gods fra sjø til bane er det gjennomført en analyse i Nasjonal godsmodell. Det er antatt at det er en 30 prosent reduksjon i distanse- og tidsavhengige kostnader på jernbanen for å se andelen av skipstyper hvor det blir overført gods fra sjø til bane.

Fra Nasjonal godsmodell er det oppgitt deadweight tonnes (DWT). For å regne om DWT til bruttotonn (BT) er det brukt forholdstall mellom BT og DWT for skipskategoriene (Vista Analyse, 2015, ss. 109, Tabell V.3). For å finne drivstofforbruk for skip er det sett på forholdet mellom CO2-utslipp kg/km fra ulike skipstyper (TØI, 2019) og delt det på utslippsfaktor per kg drivstoff for HFO (heavy fuel oil).

For å finne drivstofforbruk per l/km er det tatt utgangspunkt i massetettheten til diesel på 0,84 km/l (Wikipedia, 2017).

Det er beregnet overføring av kjøretøykm fra sjø til bane og et vektet snitt for de skipstypene som har en konkurranseflate mot jernbanen inngår i gjennomsnittet. I Tabell 35 er drivstofforbruk per skipstype listet opp og et gjennomsnitt basert på andelen kjøretøykm overført fra sjø til bane for eksempelet som er modellert i Nasjonal godsmodell. Se også SAGA for hvordan det er beregnet.

Tabell 35: Drivstofforbruk skip

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Skipstype | DWT | DWT/BT | BT | Forbruk tonn/km | Drivstofforbruk (l/km) | Andel kjøretøykm |
| Container | 8500 | 1,20 | 7083,33 | 0,034 | 40,464 | 18 % |
| Container | 5200 | 1,30 | 4000 | 0,034 | 40,464 | 7 % |
| Break bulk (Bulkskip) | 17000 | 1,60 | 10625 | 0,037 | 44,588 | 1 % |
| Dry bulk (Bulkskip) | 2500 | 1,40 | 1785,71 | 0,015 | 17,984 | 2 % |
| Ro Ro last | 8000 | 0,60 | 13333,33 | 0,035 | 42,082 | 3 % |
| Tanker vessel (Oljetanker) | 3500 | 1,40 | 2500 | 0,019 | 22,119 | 3 % |
| GC (coastal sideport) Stykkgodtsskip | 2530 | 1,40 | 1807,14 | 0,025 | 29,367 | 4 % |
| GC (coastal roro) Stykkgodtsskip | 4440 | 0,60 | 7400 | 0,025 | 29,367 | 61 % |
| Gjennomsnitt |  |  |  |  | 32,25 |  |

**Fly**

Det er beregnet drivstofforbruk for passasjerfly med bakgrunn i antagelsen om et gjennomsnittlig passasjerfly som flyr innenriks i Norge. Det er sett på flåten til SAS og Norwegian og vi antar Airbus A319/A320/A320neo/A321 og Boeing 737-800 som de mest vanlige innenriksflyene til SAS og Norwegian. Det er bare SAS som har oppgitt drivstofforbruk. Vi tar derfor utgangspunkt i satsene funnet for SAS fly (SAS, 2017). Det er antatt at godsfly vil ha samme drivstoffutslipp som passasjerfly.

Tabell 36: Drivstofforbruk passasjerfly

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Flytype (Airbus) | Flyseter | Drivstofforbruk (liter/setekm) | Drivstofforbruk (l/km) |
| A319 | 141 | 0,033 | 4,653 |
| A320 | 168 | 0,029 | 4,872 |
| A320neo | 174 | 0,025 | 4,35 |
| A321 | 198 | 0,029 | 5,742 |
| Gjennomsnitt |  |  | 4,90 |

### 1.2.24 Bilparken

Andelen av drivstofftyper for personbilparken i Norge er basert på tall fra SSB om registrerte kjøretøy i 2021 (SSB, 2022). Fra og med 2016 er bensin-hybridbiler og diesel-hybridbiler trukket ut av bensin og diesel kategoriseringen og plassert under «Annet». Denne forutsetningen benyttes for å beregne avgifter og NOx-utslipp.

Tabell 37: Bilparken i 2021

|  |  |
| --- | --- |
| Drivstofftype | **Andel av bilparken (prosent)** |
| Diesel | 41,8 % |
| Bensin | 31.0 % |
| El. Bil | 16,0 % |
| Annet | 11,3 % |

## 1.3 Persontransportmodell

### 1.3.1 RTM/NTM

Ved bruk av resultater fra den regionale transportmodellen (RTM), der modulen for resultatuttak til SAGA er kjørt, kan det benyttes et R-scriptet til å ta ut trafikantnytte, antall reisende og passasjerkilometer. Det er ikke mulig å ta ut togproduksjon på en enkel måte. Togproduksjon må derfor beregnes på egenhånd og så fylles inn i SAGA under «1.3 Persontransportmodell». I dagens versjon av RTM (4.3) er det en feil som gjør at resultatene for trafikantnytte beregnet separat for buss og tog ikke kan benyttes. Trafikantnytten beregnet for kollektiv i sum er korrekt, men fordelingen mellom transportmidler (modes) er feil.

Det er per i dag ikke etablert noe automatisert kobling mellom resultatuttak direkte fra NTM6 og SAGA.

For RTM23+ er det etablert egne resultatuttak. Se www.rtm23.no for mer informasjon.

### 1.3.2 Trengselskostnader i Trenklin

I Trenklin blir det beregnet trengselskostnader. Trengsel skal verdsettes slik at nytten trafikantene opplever som følge av bedre eller dårligere plass og komfort kan verdsettes i nyttekostnadsanalyser (Jernbanedirektoratet, 2017, s.6). Endringer i trengselskostnadene inngår i trafikantnytten beregnet i Trenklin, og det er dermed ikke behov for en separat beregning av trengselseffekter.

### 1.3.3 Excel – makro for RTM-/NTM-uttak

Dette delkapittelet skal dokumentere scriptet som brukes for uttak av RTM-beregninger til bruk i SAGA. Det følger også med en brukerveiledning for bruk av scriptet.

**Brukerveiledning**

Når det benyttes transportmodellkjøring fra RTM kan man kjøre en modul i RTM kalt «Uttak til SAGA”. Resultatene fra modulen lagres på .mdb format og kan vises i Microsoft Access, eller ved å importere dem inn i Excel.

I SAGA kan makroen kalt HentData brukes til å lime inn data fra RTM-uttaket inn i riktig celle i SAGA. Makroen forenkler dermed innlesning av uttaksdataene, da alternativet ville vært å manuelt lime inn korrekt verdi inn i hver celle.

For å benytte makroen i SAGA må du trykke på fanen «Utvikler» i Excel. Hvis du ikke ser denne fanen kan du få den fram ved å gå til Fil->Alternativer->Tilpass båndet, velg «Utvikler» i venstre kolonne og trykk «Legg til». Alternativt ved å benytte Alt+F11.

Under «Utvikler» fanen trykker du så på knappen “Visual Basic”. Det vil da komme opp en liste over alle makroer under «Modules», og når man trykker “HentData” kommer man til selve koden.

På linje 17 i koden, som starter med “cn.Open...” er det viktig å skrive inn filstien til hvor access-filen som skal leses inn ligger, etter “DBQ=”



Etter å ha skrevet inn filstien, trykk først lagre, så kan du trykke F5 for å kjøre koden. Du vil bli bedt om å skrive inn 1, 2, eller 3 avhengig av hvilket beregningsår du skal lese inn, skriv inn riktig beregningsår og la koden kjøre ferdig. Med beregningsår 1,2 eller 3 menes det første, andre eller tredje beregningsår i analysen. For hvert beregningsår som skal leses inn, må man inn i koden, og oppdatere filstien til access filen. Dette fordi hver access fil kun inneholder dataene til et beregningsår om gangen.

**Dokumentasjon av makro**

Makroen leser inn verdier fra RTM-uttaket til arkfane «1.2 Forutsetninger» og «1.3 Persontransportmodell» i SAGA.

I arkfanen «1.3 Persontransportmodell» i SAGA er innlesning for bil ikke differensiert mellom bilfører og bilpassasjerer. I uttaket fra RTM blir det skilt mellom bilfører og bilpassasjer, i makroen blir derfor verdiene for bilfører og bilpassasjerer addert sammen før de blir limt inn i korrekt celle i SAGA.

I samme arkfane blir det heller ikke differensiert på ulike former for kollektivreiser, reisedata fra tog, buss, bane og båtreiser blir addert og vist sammenlagt i tabellen for togreiser. Det er kun cellene for “togproduksjon”, som viser data for togreiser separat. Cellene for “Antall reisende” og “Passasjerkm” viser derfor ikke kun antall reisende og passasjerkilometer foretatt på tog, men også på buss, bane og båt.

*Arkfane «1.2 Forutsetninger» i SAGA*

Til arkfane «1.2 Forutsetninger» leses det inn kroneår for tidskostnader og takster fra RTM-uttaket. Disse verdiene leses kun inn for første beregningsår, for å unngå at samme verdi blir lest inn og overskrevet flere ganger.

Forutsetningen «Kroneår for tidskostnader» blir hentet fra tabellen i access filen kalt saga\_trafikantnytte, mens «Kroneår for takster» blir hentet fra tabellen kalt saga\_turer.

*Arkfane «1.3 Persontransportmodell» i SAGA*

Avhengig av hvilket beregningsår som blir valgt (1, 2 eller 3), blir verdiene lest inn for riktig celle. Det er viktig at man skriver inn riktig beregningsår med riktig henvisning til access-fil. Hvis man allerede har lest inn beregningsår én, men velger 1 under innlesningen av beregningsår to, vil de innleste verdiene fra beregningsår én bli overskrevet med resultatene for beregningsår to.

For trafikantnytten er det kun endringen som blir lest inn i SAGA, for de andre verdiene blir verdiene for referanse, tiltak og differanse lest inn.

## 1.4 Godsmodell

### 1.4.1 Innledning

I dette delkapittelet dokumenteres Godsnytte-verktøyet. Godsnytte-verktøyet er utviklet for å enkelt kunne ta ut og sammenstille resultater fra den nasjonale godstransportmodellen (NGM) og anvende resultatene i Jernbanedirektoratets nyttekostnadsverktøy, SAGA. Godsnytte-verktøyet er en separat makroaktivert Excel-arbeidsbok. Sammenstillingen av resultater fra den nasjonale godstransportmodellen er basert på det som framkommer i rapporten «Dokumentasjon: GodsNytte-modellen» (TØI, 2015). Regnearket kan lastes ned på Jernbanedirektoratets hjemmeside[[1]](#footnote-2).

### 1.4.2 Oppbygning og beregninger

**Igangsetting av modellen og innlesing av data**

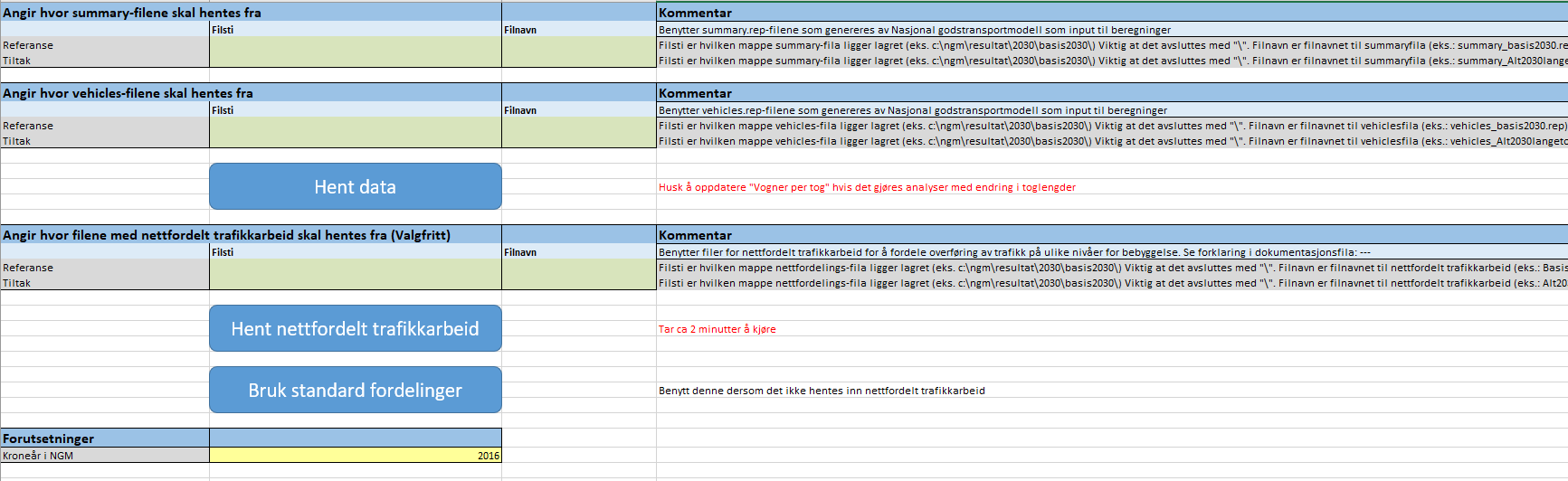
Godsnytte-verktøyet består av flere arkfaner. Input fra brukeren og kjøring av makroer gjøres fra arkfanen «START».

Figur 1 viser hvordan dette arket ser ut. Her fyller brukeren inn filsti og filnavn fra resultatarkene til henholdsvis referansealternativet og tiltaksalternativet. Det er resultatene fra disse filene som benyttes videre i beregningene. Her er det viktig at filstien som oppgis avsluttes med «\». Filnavnet angis med filending (\*.rep).

Det er to sett med resultatfiler som må angis for å beregne resultater i Godsnytte-verktøyet. Det er summary.rep- og vehicles.rep-filene for både referanse- og tiltaksalternativet. Summary.rep- og vehicles.rep-filene lander i resultatmappa ved kjøring av godsmodellen.

Under forutsetninger i «START»-arkfanen må det fylles ut kroneår som samsvarer med kostnadsforutsetningene i godsmodellen, denne er satt som standard til 2021-kroner i både Godsnytte-verktøyet og SAGA. Kroneåret kan endres ved behov, men må da være det samme i alle tre verktøy. Prisjustering til kroneår i beregningene gjøres videre i SAGA.

Figur 1: Illustrasjon av start-arket



Knappen «Hent data» starter makroen LesFiler. Denne makroen åpner summary- og vehicles-filene[[2]](#footnote-3) og kopierer informasjonen over til ark i Godsnytte-verktøyet. I verktøyet er det laget egne arkfaner for innenlandstransport, import og eksport. Summary-filene deles opp slik at resultater for innenlandstransport i referansekjøringen legges i arket «Innenlands\_referanse», resultater for eksport i referanse legges i arket «Eksport\_referanse», og tilsvarende for import. Resultatene for tiltaket legges på tilsvarende vis i «Innenlands\_tiltak», osv.

I arkene «Innenlands\_diff», «Eksport\_diff» og «Import\_diff» beregnes endringen fra referanse til tiltak for alle verdiene som inngår i korresponderende ark som angitt i forrige avsnitt. Beregningene er verdi i tiltak minus verdi i referanse for alle verdiene.

Videre kopieres innholdet i vehicles-filene for henholdsvis referanse og tiltak til arkfanene «Vehicles\_referanse» og «Vehicles\_tiltak». Her angis informasjon per varegruppe og kjøretøytype. I arkene «Vehicles\_summary\_referanse» og «Vehicles\_summary\_tiltak» summeres verdiene på kjøretøytype, slik at det ikke lenger er differensiert på varegruppe og at det gjenstår kun én rad per kjøretøytype. I arkfanen «Vehicles\_summary\_diff» beregnes endringen fra referanse til tiltak for hver enkelt kjøretøytype med verdi i tiltak minus verdi i referanse for de angitte variablene i dette resultatuttaket.

### 1.4.3 Resultatarket i Godsnytte-verktøyet

«Resultatark» i Godsnytte-verktøyet er utgangspunktet for de resultatene som limes inn i nyttekostnadsverktøyet SAGA. Nedenfor gjennomgås de tallene som sammenstilles i «Resultatark». Det er tatt utgangspunkt i TØI-rapporten sin bruk av modellresultatene, og forklaringene til de ulike elementene hentes direkte fra denne rapporten (TØI, 2015).

Alle tallene er summer av resultater for innenlands transporter, import og eksport. Det beregnes endring ved å ta verdier for tiltak fratrukket verdier for referanse, og det beregnes relativ endring fra referanse til tiltak.

Fremføringskostnader, godsmengder, transportarbeid og trafikkarbeid differensieres på følgende kjøretøygrupper (i parantes vises navnene som brukes i summary-filene):

* Lett lastebil (LightLorry)
* Tung lastebil (HeavyLorry)
* Modulvogntog (LargeTrucks)
* Skip (Container Sea + Other Sea + RoRo + Supply Vessel)
* Elektriske tog (Wagonload + Other Rail)
* Dieseltog (DieselTrain)
* Utenlandsferge (Ferry)
* Fly (Air)

**Transport- og logistikkostnader**

Alle verdier oppgis i millioner kroner per år.

I transportkostnader inngår:

* Fremføringskostnader: Distanse- og tidsavhengige fremføringskostnader. Eksklusive bom- og fergeavgifter. Her summeres fremføringskostnadene for ulike transportmidler. Dette gjennomgås i mer detalj nedenfor.
* Omlastingskostnader: Omfatter kostnader knyttet til omlasting mellom transportmidler i en transportkjede. (Navn i summary-fila: TransferCosts)
* Kostnader ved lasting og lossing: Kostnader ved lasting og lossing av gods ved avsender/mottaker (Navn i summary-fila: LoadingCosts)
* Tidskostnad for varene under transport: Omfatter også degraderingskostnader, altså at varens verdi forringes under transport pga. kort holdbarhet. (Navn i summary-fila: CargoTimeCost)
* Bom- og fergeavgifter (Navn i summary-fila: TollCosts)
* Havneavgifter og vederlag: Inkluderer havneavgifter for gods som omlastes i havn. (Navn i summary-fila: PortCosts)
* Kostnader knyttet til losing[[3]](#footnote-4) av skip (Navn i summary-fila: PilotingCosts)
* Sikkerhetsavgift på sjø: Gjelder i visse områder til sjøs, og ligger i modellens nettverk. (Navn i summary-fila: ControlFees)

I øvrige logistikkostnader inngår:

* Ordrekostnader (Navn i summary-fila: OrderCosts)
* Lagerkostnader: Kostnader ved å eie eller leie lagerplass og drive lageret (Navn i summary-fila: HoldingCosts)
* Kapitalkostnader av varer på lager: Kostnader ved å ha kapital bundet i varer på lager (Navn i summary-fila: StockCapitalCost)

I tillegg er det lagt inn noen felt der brukeren selv kan legge inn kostnadskomponenter som ikke inngår i modellens beregninger, dersom det i analysen av tiltaket framkommer at det oppstår effekter som ikke modellen fanger opp. Til slutt summeres kostnadselementene som er angitt ovenfor.

**Godsmengder**

Her vises godsmengder oppgitt i 1000 tonn for de ulike kjøretøygruppene. Navn på kolonnene dette hentes fra for de ulike kjøretøygruppene i summary-filene er «10^3 Tonnes». Til slutt summeres det over kjøretøygruppene. Ved omtale av disse resultatene er det viktig å huske på at det samme godset telles flere ganger hvis flere transportmidler benyttes i transportkjeden. Ved overføring av gods fra vei til bane, er resultatet vanligvis en økning i godsmengdene på lastebiler, siden det normalt blir et ekstra ledd med veitransport i transportkjeden sammenliknet med direkte veitransport.

**Innenlands transportarbeid**

Oppgis i mill. tonnkm. Navnene på kolonnene dette hentes fra i summary-fila for de ulike kjøretøygruppene er «10^3 Dom.TonneKms». Disse tallene deles på 1000 i resultatuttaket.

Innenlands trafikkarbeid

Oppgis i mill. kjøretøykm. Navnene på kolonnene dette hentes fra i summary-fila for de ulike kjøretøygruppene er «10^3 Dom.VhclKms». Disse tallene deles på 1000 i resultatuttaket.

"Kjøretøyet" for togkategoriene i NGM er togvogner. For å få togkm deles det på gjennomsnittlig antall vogner per tog i resultatuttaket. I Godsnytte-verktøyet beregnes dette i arket «Vogner per tog». Gjennomsnittlig antall vogner per togtype hentes ikke ut automatisk og må endres dersom det gjøres endringer i toglengde fra basismodellen. Gjennomsnittlig antall vogner per elektriske tog og dieseltog beregnes som et vektet gjennomsnitt basert på trafikkarbeidet og antall vogner for de ulike togtypene. Trafikkarbeidet fra de ulike togtypene hentes fra «Vehicles\_summary»-arkene.

Det gjøres oppmerksom på at kjøretøyenheten som oppgis for utenlandsfergene er lastebiler som er om bord fergene.

For skip og fly vises det i tillegg verdier kun for transporter mellom norske havner. Her hentes det ut verdier kun fra «Innenlands\_»-arkene. Dette er et uttak som brukes ved beregning av avgifter i nyttekostnadsverktøyet, siden det ikke betales avgifter for grensekryssende transporter.

**Fremføringskostnader**

Oppgis i millioner kroner. Navnene på kolonnene dette hentes fra i summary-fila for de ulike kjøretøygruppene er «TranspCst (10^3 NOK)». Tallene deles så på 1000 i resultatuttaket.

### 1.4.4 Bruk i SAGA

Tabellen i Godsnytte-verktøyets «Resultatark» limes inn i SAGA-arket «1.4 Godsmodell». Det kan settes inn resultattabeller for inntil tre beregningsår.

## 1.5 Prognoser og indekser

### 1.5.1 Klimakostnader

Ny karbonprisbane trer i kraft fra 1. januar 2024 med årlig oppdaterte karbonprisbaner fra Finansdepartementet. Prisbanene er kategorisert som kvotepliktige, ikke-kvotepliktige, luftfart og petroleum og opptak og utslipp fra skog- og arealbruk. De ikke-kvotepliktige utslippene har startkostnad lik den generelle satsen i CO2-avgiften for mineralske produkter. Deretter vil den gradvis øke til 2000 kroner i 2030 (2020 prisnivå). Fra 2031 frem mot 2100 vil det varslede nivået for 2030 holdes reelt uendret frem til langsiktige karbonpriser på kvotepliktig utslipp når samme nivå. Deretter prises ikke-kvotepliktige utslipp og kvotepliktige utslipp likt (følger det internasjonale energibyråets «Announced Pledges Scenario» frem til 2050, for senere år øker prisen med kalkulasjonsrenten for samfunnsøkonomiske analyser).

I følsomhetsanalyser skal høy og lav prisbane, som angis samme sted, benyttes. Den høye prisbanen tar utgangspunkt i det FNs klimapanel anslår trengs for å begrense oppvarming til 1,5 grader. Den lave prisbanen er satt til 75 prosent av kvoteprisen i det første året og vokser deretter med kalkulasjonsrenten for samfunnsøkonomiske analyser. Når tiltaket eksplisitt tar sikte på å redusere utslipp av klimagasser, skal det i tillegg gjennomføres en analyse av hvilken karbonpris som er nødvendig for at prosjektet skal være lønnsomt (Finansdepartementet, 2022).

### 1.5.2 CO2-avgift

CO2-avgiften for bensin var i 2015 på 0,95 kr/l. CO2-avgiften målt i kr/tonn er regnet ut under antagelse om at det slippes ut 2,32 kg CO2 per liter bensin. I arkfane 1.2 Forutsetninger kan man velge om CO2-avgiften skal realprisjusteres med diskonteringsraten i fremtidige år. I tråd med anbefalingene til Grønn skattekommisjon (NOU 2015:15, 2015) avgiftsbelegges CO2-utslipp nå likt på tvers av transportformer og drivstofftyper, slik at det kan tas utgangpunkt i CO2-avgiften for bensin for samtlige transportformer.

### 1.5.3 Prognoser for CO2-utslipp

For å beregne utslipp i fremtiden er det behov for å vite hvordan kjøretøyparken vil se ut i fremtiden og sammensetningen av bensin- og dieselbiler, lastebiler og busser. I utslipp for skip har vi brukt sammensetning av ulike skipstyper i tre ulike år, basert på resultater fra TØI sin rapport om skadekostnader ved transport (TØI, 2019).

Framskrivning for vegtransport 2021-2060:

Framskrivning av kjøretøykilometer for bil, lett lastebil og buss er hentet fra (TØI 1926/2022, 2022), der varebil er benyttet som en proxy for lett lastebil. For buss er det benyttet SSB-tall for kjøretøykilometer i 2019 som deretter er framskrevet ved bruk av prognosen for vekst i passasjerkilometer for buss. Framskriving av kjøretøykilometer for lastebil er hentet fra (TØI 1918/2022, 2022). Det er beregnet baner for CO2 utslipp for de ulike transportmidlene. I disse antas det innfasing av transportmidler med elektrisk drift og biodrivstoff, derfor vil utslippene gå ned over tid. Utslippsberegningene som er benyttet baserer seg på referansen til beregningen av klimabaner til NTP 2025-2036 som er dokumentert i (TØI 1957/2023, 2023).

Framskrivning for vegtransport etter 2060:

For kjøretøykilometer er grunnprognosene for person- og godstransport benyttet. I grunnprognosene antas det en utflating av veksten etter 2060 og frem mot 2100.

For alle kjøretøygrupper er utslipp av CO2 per kjøretøykilometer kalkulert for 2020-2060. Det gir følgende utslipp per kjøretøykilometer for de forskjellige kjøretøygruppene:

Figur : CO2-utslipp per kjøretøykilometer

Disse dataene er deretter benyttet for å simulere utslippene etter 2060 basert på følgende regresjonsmodell i statistikkverktøyet STATA:

Hvor er CO2 utslipp per kjøretøykilometer for kjøretøygruppe i i år t og T er antall år fra 2021. Regresjonsmodellen estimerer hvordan CO2 utslipp per kjøretøykilometer varierer med tid. Prognosene for hver kjøretøygruppe er da gitt ved:

Dette gir følgende simulerte serier for hver kjøretøygruppe:

Figur 3: Simulert CO2-utslipp per kjøretøykilometer, varebil

Figur : Simulert CO2-utslipp per kjøretøykilometer, personbil

Figur 5: Simulert CO2-utslipp per kjøretøykilometer, buss

Figur : Simulert CO2-utslipp per kjøretøykilometer, lastebil

Utslippene per kjøretøykilometer etter 2060 er deretter multiplisert med prognosen for kjøretøykilometer for å få totalt utslipp.

Figur : Totalt CO2-utslipp per kjøretøytype

**Utslipp fra tog på dieselstrekninger i fremtiden**

Det er i dag flere strekninger på dagens jernbanenett som ikke er elektrifisert, og som kjøres med tog som drives med dieselkraft. I nyttekostnadsverktøyet SAGA er det mulig å velge mellom togproduksjon som fremføres med elektrisk- eller dieselkraft. I dagens verktøy antar vi at dieselforbruket er konstant fram til 2050, og 0 deretter. Denne forutsetningen er i tråd med strategien til Jernbanedirektoratets NULLFIB-prosjekt som ser på alternativer til dieseldrift. For bil, buss, lastebil og skip antar vi en innfasing av teknologi som fører til mindre CO2 utslipp i fremtiden.

For alle transportmidlene antas det dagens fordeling av diesel og elektriske transportmidler når det beregnes endring i avgifter (veibruksavgift, CO2-avgift, NOx-avgift, svovelavgift og sporavgift) og de eksterne kostnadene for NOx-utslipp er basert på dagens utslipp per kjøretøykm/fartøykm. Det er i nyttekostnadsanalysen antatt at avgiftsinngangen til staten må opprettholdes selv om sammensetningen av transportmidler endrer seg over tid. Det er en forenkling å anta at NOx-utslippet er konstant, og dette er en problemstilling som vil jobbes videre med å forbedre.

Tidligere praksis er som følger:

* Konstante avgifter
* Konstant CO2-utslipp for dieseltog. Avtagende utslipp fra bil, buss og lastebil.
* Konstante lokale utslipp

I analyser av togstrekninger med dieseldrift har vi sett videre på antagelsen som ligger til grunn for en konstant bane for utslipp av CO2 per togkm. En slik bane avviker som tidligere beskrevet fra hvordan utslipp fra de andre transportmidlene fremkommer. Det er i Jernbanedirektoratet sett på om det er mulig å kjøre uten fossilt drivstoff på ikke-elektrifiserte baner i fremtiden. Teknologien finnes, men det er et kostnadsspørsmål, og det vil kreve noe investering i infrastruktur og togmateriell. Det antas i SAGA at CO2-utslipp per busskm går gradvis nedover etter hvert som bussparken elektrifiseres. En slik endring i sammensetning av bussparken vil kreve behov for investering i infrastrukturen for tilrettelegging for lading av bussene (som ikke inngår som en kostnad i SAGA). Dagens anskaffelse av de bimodale togene på Trønderbanen som kan kjøre med både elektrisk- og dieselkraft har en estimert levetid på rundt 30 år. Disse nye togsettene er nå i drift og en antar at levetiden til disse togene er frem til ca. 2050. De fleste dieseltogene som benyttes av godsoperatørene leases gjennom kontrakter som varer i minimum tre år. Det er sannsynlig at leasingselskapene vil kunne tilby lokomotiver som kan benytte elektrisk kraft i fremtiden etter hvert som teknologisk utvikling og regulatoriske forhold gjør det mer tilgjengelig og konkurransedyktig. I prosjektet nullutslippsløsninger for ikke-elektrifiserte banestrekninger i Jernbanedirektoratet finner SINTEF følgende: «I tråd med EU-kommisjonens ambisjoner, forventer SINTEF at det vil gis et totalforbud mot å kjøre diesel-elektriske tog basert på fossile drivstoff i 2050.» (SINTEF, 2019).

Basert på informasjonen over er det ikke sannsynlig at de strekningene som driftes med dieseltog i dag vil fortsette i det uendelige med dieseldrift. Det er derfor ikke en sannsynlig forutsetning å ha dieseldrift og tilhørende CO2-utslipp for en levetid som er opp mot 75 år i SAGA. Ved antagelse om dieseldrift beregnes det en energikostnad som er basert på drivstofforbruk og en kostnad for dieseldrivstoff. Det er antatt at energikostnaden vil være konstant selv om energitypen endres, og det samme med avgifter. Vi antar at levetiden til togene med dieseldrift nås i 2050, og en fornyelse av disse togene ikke vil erstattes av dieseltog, men togmateriell hvor togfremføringen kan benytte noe annet enn fossilt drivstoff. Det antas i SAGA at CO2-utslipp per togkm i 2050 og utover er 0 for person- og godstog som følge av at gamle togsett erstattes (fornyelse 1:1) med en teknologi som muliggjør andre energikilder enn fossilt drivstoff. Utslipp av CO2 per togkm vil være konstant frem til 2050, og 0 etter dette.

Ny praksis:

* Konstante avgifter
* Konstant CO2-utslipp for dieseltog fram til 2049 og 0 fra 2050. Avtagende utslipp fra bil, buss og lastebil.
* Konstante lokale utslipp

# Nivå 2: Beregninger

## 2.1 Trafikanter

Det beregnes endringer for trafikanter som blir påvirket av tiltaket.

**Køkostnader**

Det er to typer kø. Kø man er kjent med, og uforutsett kø.

For en del arbeidsreiser er kø vanlig og man tar inn over seg kø-aspektet ved valg av destinasjon og transportmiddel. For andre arbeidsreiser er ikke dette kjent, og også i mindre grad for andre reisehensikter. Tidsaspektet ved de ulike formene for kø er den samme, men det er andre faktorer ved uforutsett kø som typisk gjør at dette oppleves som verre for trafikanten enn kø man vet om på forhånd.

Det er knyttet ulike kostnader til kø, og vi er interessert i å verdsette effekter ved forventet kø. Den totale køkostnaden kan deles inn i flere elementer, blant annet tiden ved å stå i kø, komfort, økt drivstofforbruk og økte eksterne kostnader. Hovedelementene er antatt å være tiden ved å stå i kø og komforten ved å stå i kø (ubekvemhetskostnader).

Tidsaspektet ved køkostnaden er en del av valget når en trafikant skal velge transportmiddelet og inngår i trafikantnytten.

Ved bruk av Trenklin-resultater vil trafikantnytten til de som reiser med tog implisitt inneholde verdsetting av kø som en del av elastisiteten for å velge et aktuelt transportmiddel. Vi antar en overføring av bilreiser til togreiser, men vi kan ikke ut fra Trenklin-resultatene si noe om trafikantnytten til de gjenværende bilene på vegnettet ved at det blir mindre kø ved bruk av denne modellen. Det blir derfor beregnet endring i køkostnader for de gjenværende reisende med bil og buss som følge av at det er færre bil- og bussreiser på vegnettet og dermed mindre kø. Denne beregningen vurderer både tid- og komfortaspektet (TØI, 2014, s. 58).

Hvis modellresultatene er fra RTM eller RTM23+ vil det i modellen beregnes redusert kø som en del av tidsbesparelsen til trafikantene. I disse modellene beregnes trafikantnytte for bil og buss og køkostnaden er derfor integrert i trafikantnytten for disse transportmidlene. Når det benyttes RTM eller RTM23+ resultater settes køkostnadene lik 0, siden denne kostnaden allerede er inkludert i trafikantnytten for bil og buss.

**Bompenger**

Ved bytte av transportmiddel fra bil til et annet transportmiddel vil det bli betalt inn mindre bompenger som følge av færre bilreiser, gitt at det ble betalt bompenger i utgangspunktet. Dette er inkludert i trafikantnytten, men er ikke inkludert i endring i betaling til staten. Når det betales inn mindre bompenger betyr det at staten får mindre inntekter. Effekten for det offentlige, altså lavere inntekter som følge av mindre bompenger er ikke inkludert i analysen. I sum for samfunnet vil dette tilsvare 0, men det er viktig å være klar over denne overføringen og at den ikke er verdsatt for det offentlige. Ved en utelatt effekt for det offentlige betyr det også at skattefinansieringseffekten av denne effekten er utelatt. Det anbefales at bompengeoverføring/finansiering er noe som beregnes separat ved en aktuell analyse og legges inn i resultatene.

## 2.2 Operatører

Endring i togreiser kommer som følge av overførte bilreiser, bussreiser, flyreiser og nyskapt trafikk. På kort sikt vil rutegående transport som buss og fly ikke kunne tilpasse seg etterspørselsendring. Det er i SAGA likevel antatt at det er mulig å tilpasse transporttilbudet ved endring i etterspørselen etter reiser. Dette er rimelig på mellomlang og lang sikt. Det er antatt at inntekter og driftskostnader for buss og fly vil gå i 0 på mellomlang og lang sikt. Buss betaler en avgift til staten, men denne vil endre seg når trafikkarbeidet endrer seg, og resultere i endring av offentlig kjøp av busstransport. I sum summerer det seg til 0.

**Renter og avskrivninger – kapitalkostnader**For beregning av renter og avskrivninger er det brukt kapitalgjenvinningsfaktoren beskrevet i kapittel «1.2.1 Prosjektuavhengige forutsetninger» multiplisert med investeringsverdien av materiellet, gir dette en årlig kostnad som tar høyde for både renter og avskrivninger.

## 2.3 Det offentlige

I denne arkfanen beregnes endringer for det offentlige som blir påvirket av tiltaket. Det benytter inputdata fra en persontransportmodell og/eller godstransportmodell. Tabellen viser den årlige endringen for det offentlige for de valgte beregningsårene.

## 2.4 Samfunnet for øvrig

I denne arkfanen beregnes endringer for samfunnet for øvrig som blir påvirket av tiltaket. Det er benyttet inputdata fra en persontransportmodell og/eller godstransportmodell. Tabellen viser den årlige endringen for samfunnet for øvrig for de valgte beregningsårene.

## 2.5 Investeringer + vedlikehold

Investeringskostnaden blir jevnt fordelt i byggeperioden, antall år fra første år med investering til åpningsåret. Dersom investeringer inngår i referansealternativet, er det antatt at disse kostnadene også fordeles jevnt per år i byggeperioden.

# Nivå 3: Nyttestrøm

I denne arkfanen beregnes den årlige nyttestrømmen for trafikanter, operatører, det offentlige og tredjepart. Fra nivå 2 hentes den årlige nytten og så beregnes det en nyttestrøm for alle år (justert for KPI og realpris) som summerer seg til nåverdi og restverdi.

## 3.1 Resultater volum

For enkelte av variablene i analysen vil både volum og enhetskostnaden endre seg over år. CO2-utslipp fra de ulike transportmidlene er eksempler på slike variabler. Det er forventet at utslippene fra bilparken vil reduseres i årene fremover (etter hvert som bilparken elektrifiseres), samtidig som samfunnets kostnader ved CO2-utslipp vil øke.[[4]](#footnote-5) For dieseltog antas det i SAGA at utslippene per kjørte togkm er positive frem til og med 2049, og null fra og med 2050.

For CO2-variablene er endringene i CO2-kostnadene per kjørte km beregnet i arkfane «1.5 Prognoser og indekser», hvor utviklingen i karbonprisbanen er hensyntatt. I arkfane 3.1 Nyttestrøm er det i tillegg til prisutviklingen nødvendig å hensynta utviklingen i volum, dvs. kjørte km for de ulike transportmidlene. I kolonnene «Resultater volum» vises derfor antall kjøretøykm i beregningsårene for CO2-variablene. For andre variabler er cellene i disse kolonnene tomme, ettersom det inntil videre kun er CO2-variablene som forutsettes å ha endringer i både pris og volum (øvrige variabler har kun endring i volum mellom beregningsårene/over analyseperioden).

For variablene hvor det er endringer i både pris og volum, viser kolonnene «Relativ årsvekst» veksten i volum isolert, jf. Kapittel 3.3 Relativ årsvekst og lineær vekst. Dvs. endringer i pris per enhet mellom beregningsårene er ikke hensyntatt i vekstfaktorene som beregnes. Dette skyldes at prisveksten allerede er beregnet i arkfane 1.5. I nyttestrømmene til høyre i arkfanen kombineres så effektene av volumveksten (beregnet med faktorene i «Relativ årsvekst») og prisveksten (fra arkfane 1.5).

Merk for øvrig at negative verdier for CO2-variablene i kolonnene «Resultater volum» indikerer at transportarbeidet har økt. Økt transportarbeid innebærer økte CO2-utslipp, som i sin tur gir negativ nytte for samfunnet (isolert sett).

## 3.2 Vekst i nyttestrømmene

Det beregnes vekst i de årlige nyttestrømmene, som beskrives mer i detalj i kapittel 3.3 Relativ årsvekst og lineær vekst. Hvis det i analysen velges bare ett beregningsår, vil veksten komme fra det valgte året og utover. Både nytte- og kostnadskomponenter fremskrives med denne veksten. Det er antatt at det vil være nødvendig å øke produksjonen litt hvert år for å møte en antatt vekst i etterspørselen. Det kan virke kontraintuitivt at driftskostnadene forbundet med transporttilbudet vil øke i løpet av analyseperioden for et tilbud som er antatt konstant i analysen. Med lange levetider for prosjektene virker det likevel lite realistisk at kostnadene skal være uendret med økning i reiser. For å ta høyde for dette antar vi derfor at kostnads- og nyttestrømmene følger samme vekstbane.

## 3.3 Relativ årsvekst og lineær vekst

I SAGA i arkfane «3.1 Nyttestrøm» beregnes de årlige nyttestrømmene. Hvordan veksten i nyttestrømmene skal beregnes avhenger av antall beregningsår og valg av framskrivning etter siste beregningsår. Beregningsår er de årene det gjennomføres trafikk-, inntekts- og kostnadsberegninger for trafikken som påvirkes av tiltaket (ofte ved bruk av en transportmodell). Det kan beregnes trafikk-, inntekts- og kostnadsberegninger for maksimalt tre beregningsår.

Det er to måter å beregne veksten for de årlige nyttestrømmene etter siste beregningsår, det er «Vekstprognose» (person- eller godsprognose) eller «Lineær Trend». Når det er to eller tre beregningsår er «Relativ årsvekst» endringen mellom år én til år to og eventuelt år to til år tre. Framskrivningen etter siste beregningsår for person og gods i arkfane «1.5 Prognoser og indekser» avhenger av om veksten settes som «Vekstprognose» (person- eller godsprognose) eller «Lineær trend» i arkfane «1.2 Forutsetninger». Dersom «Lineær trend» velges som framskrivningsmetode, endres også vekstprognosene for person og gods seg til 1 i arkfane «1.5 Prognoser og indekser». Dette er gjort for å unngå for mange «Hvis»-betingelser i beregningene i «3.1 Nyttestrøm» arket og dobbelttelling av vekst.

I arkfane «3.1 Nyttestrøm» beregnes Lineær vekst dersom «Lineær trend» er valgt som metode for framskrivning under «1.2 Forutsetninger». Hvis det er valgt framskrivning «Vekstprognose» (person- eller godsprognose) etter siste beregningsår, vil det stå 0 i kolonnen for Lineær vekst i «3.1 Nyttestrøm» arket.

Det er videre i dette delkapittelet forklart og illustrert de to forskjellige vekstmulighetene, gitt antall beregningsår.

**Ett beregningsår**

I Figur 8 presenteresresultatet hvis vi har ett beregningsår, dette er satt til år 2020. Det er ikke mulig å benytte annet enn «Vekstprognose» (person- eller godsprognose) til framskrivning av nyttestrømmene.

Figur 8: Ett beregningsår

**To beregningsår**

Med to beregningsår, valgt år 2022 og år 2040, benyttes eksponentiell vekst mellom beregningsårene. Etter siste beregningsår kan det enten benyttes «Lineær trend» basert på de to beregningsårene, eller det kan brukes «Vekstprognose» (person- eller godsprognose). Forskjellen mellom «Vekstprognose» og «Lineær trend» er illustrert i Figur 9 og Figur 10.

Figur 9: To beregningsår

Figur 10: To beregningsår, lineær trend

**Tre beregningsår**

Med tre beregningsår, valgt år 2022, 2040 og 2060, benyttes eksponentiell vekst mellom første og andre beregning, og mellom andre og tredje beregning. Etter tredje beregningsår benyttes enten «Lineær trend» basert på veksten mellom andre og tredje beregningsår, eller «Vekstprognose» (person- eller godsprognose). Dette er illustrert i Figur 11 og Figur 12.

Figur 11: Tre beregningsår, vekstprognose

Figur 12: Tre beregningsår, lineær trend

## 3.4 Realprisjustering

Noen effekter skal i tillegg til konsumprisindeks framskrives med realprisjustering. Dette er reallønnsveksten, det samme som fremtidig vekst i bruttonasjonalprodukt. For driftskostnader for togoperatøren inngår det lønnskostnader til togpersonell. I teorien skal disse kostnadene realprisjusteres, men vi antar at operatørenes totale driftskostnader vil følge generell prisstigning.

## 3.5 Ikke-prissatte virkninger

I denne arkfanen kan en beregne anslag for de ikke-prissatte virkningene av tiltaket. Forklaring på variablene som skal fylles ut finnes i notatet til hver celle. Det må vurderes i hver enkelt analyse hvilke ikke-prissatte virkninger som er relevant for tiltaket. I noen tilfeller vil det være hensiktsmessig å anslå et intervall, da fylles de gule cellene ut som høyeste verdi. Det kan velges mellom høy, moderat eller lav usikkerhet for estimatet og om usikkerheten er symmetrisk, venstreskjev eller høyreskjev. Dersom estimatet for eksempel har høy usikkerhet og er symmetrisk er det stor usikkerhet i estimatet og det er like stor sannsynlighet for at det er overestimert som underestimert. For ytterligere beskrivelse av metoden: [Hovedrapport (jernbanedirektoratet.no).](https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/521ca03397804ec39a59392b0269215a/hovedrapport-ikke-prissatte-virkninger-i-jernbanesektoren.pdf)

# Nivå 4: Resultater

## 4.1 Resultatark

Resultater fra nyttekostnadsanalysen presenteres i tabell-format og ved hjelp av diagrammer.

## 4.2.1 Superside

TØI har utviklet en superside i forbindelse med NTP 2025-2036. Den skal være en kompakt presentasjon av de mest sentrale opplysningene til beslutningstakere. Noen av verdiene i supersiden blir fylt ut automatisk, men en del må legges inn av bruker. For mer informasjon om utfylling se vedlegg 9 her: [NTP 2025–2036: Utredningsoppdrag - svar fra transportvirksomhetene til leveranse med frist 1. oktober 2022 - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/ntp-20252036-utredningsoppdrag-svar-fra-transportvirksomhetene-til-leveranse-med-frist-1.-oktober-2022/id2934127/).

## 4.2.2 Geofordelingsmodell

Denne arkfanen er utviklet for bruk i Geofordelingsmodellen. Brukeren må velge mellom en diskontert analyse eller en analyse av ett valgt beregningsår (Snapshot). Dersom brukeren velger Snapshot, bruker SAGA resultater for det første beregningsåret (før prisjustering). Etter analysemetode er valgt, skal det i utgangspunktet være mulig å bare kopiere resultatene inn i et nytt excel-ark, som videre brukes som inndata i Geofordelingsmodellen. Fordelingen som ligger inne i kolonne E er en slags standard, og kan i de fleste tilfeller brukes slik som den ligger inne nå. I noen tilfeller vil det imidlertid være nødvendig å gjøre noen tilpasninger. Det gjelder spesielt endring i lokale utslipp og støy, hvor det kan argumenteres for å fordele disse nytte/kostnadsvirkningene på tiltakskommune, men dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle. For mer informasjon, se: (Vista Analyse, 2021).

## 4.2.2 Følsomhetsanalyser

Hensikten med å gjennomføre en følsomhetsanalyse er å undersøke hvor følsom eller robust lønnsomheten til et tiltak/prosjekt er. For å undersøke hvor følsomt eller robust resultatene er, gjennomføres det en analyse for å se hvor sensitiv resultatene er for endring i en eller flere parametere. Følsomhetsanalyser er beskrevet i Veileder i samfunnsøkonomiske analyser i jernbanesektoren (Jernbanedirektoratet, 2018, s. 102).

I en samfunnsøkonomisk analyse er det mange forutsetninger og satser som benyttes for å beregne virkningen av et tiltak. Det vil alltid være usikkerhet knyttet til hva disse forutsetningene og satsene skal være. En del av disse er bestemt på et overordnet nivå (departement og etat) og andre er prosjektavhengige. Det vil være mest relevant å undersøke hvor følsom resultatene er for de prosjektavhengige parameterne. For følsomhetsanalyse av karbonbris, skal disse følge spesifikke baner (lav og høy) fastsatt av Finansdepartementet. Dette gjøres ved endringer i arkfanen «1.2 Forutsetninger», og ikke i arkfane «4.2.1 Følsomhetsanalyser».

Det er i SAGA satt opp et standardoppsett for hvilke parametere det gjøres følsomhetsanalyse av, dette kan utvides ved å tilpasse VBA-kodingen ved behov. VBA-koden for følsomhet er beskrevet i vedlegg 2, og også dokumentert i regnearket.

Parametere det kan gjøres følsomhetsanalyse av er listet opp i Tabell 38 under.

Tabell 38: Følsomhetsanalyse av ulike parametere

|  |  |
| --- | --- |
| **Parametere** | **Forklaring** |
| Investeringskostnad i referansealternativet | Hvis det er usikkerhet rundt investeringskostnaden for referansealternativet kan det gjøres endring i denne variabelen. |
| Investeringskostnad i tiltaksalternativet | Hvis det er usikkerhet rundt investeringskostnaden for tiltaket kan det gjøres endring i denne variabelen. |
| Helsevirkninger | I analysen beregnes det helsevirkninger ved overført biltrafikk til tog. Det er antatt at man må gå eller sykle til stasjonen, og at trafikanten får en helseeffekt av dette. Denne parameteren er omdiskutert når det gjelder hva som er internalisert i en persons nyttefunksjon (og som inngår i trafikantnytten) og hva som ikke er det. |
| Trafikantnytte for persontrafikk | Trafikantnytte for persontrafikk erstatter den tidligere parameteren for transportarbeid som ikke lenger fungerte. Ved følsomhetsanalyse kan man dermed justere all trafikantnytte parallelt med like mange prosent. |
| CO2-pris i 2020 | CO2-prisen i 2020 er utgangsåret for eksisterende karbonprisbane i SAGA. Justering av CO2-pris i 2020 gjør det dermed overflødig å kunne endre hele karbonprisbanen i følsomhetsmodulen. Muligheten for justering av hele prisbanen ble likevel beholdt i tilfellet prisbanens struktur senere endres og ikke lenger er en funksjon av prisen i 2020. |
| Transportkostnader og trafikkarbeid for godstrafikk | Ved følsomhetsanalyse kan man nå skalere endring i trafikkarbeid og transportkostnader for godstrafikk parallelt med like mange prosent. Endring i trafikkarbeid og transportkostnader for godstrafikk er de eneste størrelsene for gods i SAGA (i ark, «1.4 Godsmodell») som har betydning for sluttresultatene av nyttekostnadsanalysen. |
| Kostnader for samfunnet for øvrig | Ved følsomhetsanalyse kan man nå justere omfanget av nytte for tredjepart i prosent. Det er både mulig å justere nytte for tredjepart samlet og å justere kostnader knyttet til undergruppene; ulykker, støy, lokale utslipp og CO2-utslipp. Ved å gjennomføre følsomhetsanalyse forutsatt -100% endring fra basis-verdi elimineres dermed de valgte kostnadene fra følsomhetsberegningene (inkludert tilknyttede rest-verdien). |
| Trafikkvekst persontrafikk | Basisprognosen for årlig prosentvis vekst i persontrafikk etter siste beregningsår er avtagende over tid. Basisprognosen kan gjennom følsomhetsanalyse enten skaleres med en bestemt prosentendring slik at prognosens relative struktur beholdes, eller erstattes med en fast årlig prosentsats (tallverdi) for hele perioden. |
| Trafikkvekst godstrafikk | Basisprognosen for årlig prosentvis vekst i godstrafikk etter siste beregningsår er avtagende over tid. Basisprognosen kan gjennom følsomhetsanalyse enten skaleres med en bestemt prosentendring slik at prognosens relative struktur beholdes, eller erstattes med en fast årlig prosentsats (tallverdi) for hele perioden. |
| Fremtidig vekst i reelt BNP per capita | Forutsatt fremtidig vekst i BNP per innbygger bestemmer i SAGA realprisjusteringen miljø, ulykker og helse. |
| CO2-utslipp | Basisprognosen for kg CO2-utslipp per kjøretøykm fra personbil, lastebil og buss er i dag basert på prognoser fra nasjonalbudsjettet for CO2-utslipp (tonn) og kjøretøykilometer. Spesielt innfasing av nullutslippskjøretøy vil påvirke fremtidig CO2-utslipp per kjøretøykm. |
| CO2-prisbane | Det å verdsette klimagassutslipp i ikke-kvotepliktig sektor er krevende. Det er ofte mye diskusjoner knyttet til hva som er «rett» kvotepris, det er derfor mulighet å gjøre en følsomhetsanalyse av hvordan CO2 prisen påvirker analysen.[[5]](#footnote-6) |
| Driftskostnader for operatør | Hvis det er usikkerhet rundt hvor store driftskostnadene er for operatøren, kan det gjøres en følsomhet av hvor stor påvirkning de totale driftskostnadene har på resultatet. |

### 4.2.1 Oppbygging og funksjonalitet

I dette delkapittelet beskrives det hvordan følsomhetsanalysen er satt opp i SAGA og hvilke valg som er tatt underveis for å tilrettelegge for følsomhetsanalysen.

**Definisjoner**

Begrepet «Parameter» brukes som en samlebetegnelse på observasjoner, forutsetninger eller satser som inngår som input i analysen som gjennomføres i SAGA. Parametere kan være både ett enkelt tall (f.eks. investeringskostnad) eller en samling av tall (f.eks. transport).

«Input-verdi» er et tall eller prosentsats som erstatter opprinnelig verdi på parameteren som skal analyseres, og som dermed endrer resultatet (f.eks. netto nåverdi, eller netto nåverdi per budsjettkrone) i følsomhetsanalysen.

«Break-even analyse» er en beregning av hvilket nivå på inputverdien (eller endringen i prosent) for valgt parameter som må til for at tiltaket skal oppnå en netto nåverdi på 0.

**Oppbygging**

Mulighet for å gjøre følsomhetsanalyse ligger i arkfanen «4.2.1 Følsomhetsanalyse», og er basert på VBA-kode («makroer»). Etter å ha fylt ut øvrige arkfaner på nivå 1 og gjennomført en analyse, kan det gjennomføres følsomhetsanalyser av resultatene. Brukeren fyller inn informasjon i arkfane «4.2.1 Følsomhetsanalyse» om de parameterne som det skal gjøres følsomhetsanalyse av.

Det er en arkfane som heter «Parametere» som ligger skjult til høyre for «4.2.1 Følsomhetsanalyse». Denne arkfanen inneholder blant annet lister over parametere som kan velges i følsomhetsanalysen, pekere til input-cellene for disse parameterne, samt tillatte formater (prosent eller tallverdi). For å vite hvilke parametere det gjennomføres følsomhetsanalyse av kan man gå inn i arkfanen «Parametere», og se hva slags navn parameteren har og hvor den henter verdier fra. Denne arkfanen må ikke endres, med mindre utvalget av følsomhetsparametere skal utvides. Endring og utvidelse av arkfanen omtales i vedlegg 2.

**Funksjonalitet**

Det er mulig å gjøre følsomhetsanalyse av to parametere samtidig, eller følsomhetsanalyse på bare én parameter. Dersom man velger to parametere, vil analysen produsere både simultane resultater og partielle resultater for den enkelte parameter. Hvis man ønsker å hente ut partielle resultater for flere enn to parametere, må man gjøre analysen i flere omganger.

### 4.2.2 Bruk av følsomhetsanalyse

I dette delkapittelet forklares det hvordan man skal fylle ut informasjon i arkfane «4.2.1 Følsomhetsanalyse» og hvordan man skal lese resultatområdene. Det forklares ikke hvordan man skal tolke resultatene fra følsomhetsanalysen. Det er opp til analytikeren å gjøre en analyse av hva følsomhetsanalysen gir av informasjon til beslutningstaker.

Følsomhetsanalysen gjennomføres etter at øvrige arkfaner på nivå 1 er fylt ut.

Brukeren må velge/fylle ut følgende i arkfanen «4.2.1 Følsomhetsanalyse»:

1. Antall samtidige følsomhetsanalyser/parametere
2. Antall ulike følsomhetsverdier per parameter
3. Hvilke parametere som skal analyseres
4. Formatet på inputverdiene
5. Mellom 1 og 7 inputverdier til følsomhetsanalysen
6. Begrunnelse av valg av parameter[[6]](#footnote-7)
7. Krysse av for break-even analyse hvis dette ønskes

Deretter trykker man på «Utfør følsomhetsanalyse», og følsomhetsanalysen vil gjennomføres. Når følsomhetsanalyser er gjennomført kommer det en kommentar opp i inputområde som sier at følsomhetsanalysen er gjennomført.

Dersom brukeren ikke har gjort utfyllingen i inputområdet riktig, vil følsomhetsmodulen generere feilmeldinger. Analysen vil ikke kjøres før all input er fylt ut.

Cellen over knappen for å utføre følsomhetsanalysen vil signalisere at analysen var vellykket. Knappen «Nullstill inputverdier» tømmer alle input- og outputverdier.

Dersom du ønsker å gjøre endringer i input (f.eks. valg av parameter eller verdier), må du trykke «Utfør følsomhetsanalyse» på nytt. Ellers vil ikke endringen reflekteres i resultatområdene.

**Tolkning av resultatene fra følsomhetsanalysen**

Etter at følsomhetsanalysen er gjennomført, vil resultatene dukke opp nedenfor inputområdet. Det er totalt tre resultatområder: partielle resultater for parameter 1, partielle resultater for parameter 2, og resultater for simultan følsomhetsanalyse av de to parameterne. Dersom brukeren bare har valgt én parameter under «Antall samtidige følsomhetsanalyser», vil ikke de to siste resultatområdene være synlige.

I resultatområdet vises øverst begrunnelsen for valg av parameter. Nedenfor begrunnelsen presenteres resultatene for henholdsvis netto nåverdi (med benevning, kroneår og analyseår hentet fra «4.1 Resultatark».) og netto nåverdi per budsjettkrone, samt resultat fra break-even analysen dersom dette er valgt. Helt til venstre i de to tabellene gjengis opprinnelig inputverdi og resultat for netto nåverdi/netto nåverdi per budsjettkrone.

Til høyre i området gjengis resultatene for netto nåverdi i et søylediagram. Opprinnelig netto nåverdi vises til venstre med en lyseblå søyle.

Søylediagrammet endres til et hensiktsmessig format ved hjelp av VBA-kode, avhengig av input og resultater. Formateringen av diagrammet bør ikke endres manuelt, da dette kan skape problemer for eventuelle påfølgende kjøringer av følsomhetsanalysen. Dersom du ønsker å gjøre endringer i diagrammet, bør det kopieres til et annet regneark først.

Resultatområdet for den simultane følsomhetsanalysen består av to resultattabeller, én for netto nåverdi og én for netto nåverdi per budsjettkrone. De simultane resultatene vises med ulik grad av fargeskalaer i rødt og grønt for å indikere hvordan sammensetning av ulike parameter forutsetninger påvirker resultatet (rødt indikerer negativ verdi, grønt positiv verdi).

### 4.2.3 Monte Carlo-simulering

Ved Monte Carlo-simulering utføres trekninger av tilfeldige tall for å simulere stokastiske variabler. Trekningene gjentas et ønsket antall ganger slik at de stokastiske variablene gis mange forskjellige verdier. Ved å ta gjennomsnittet av alle de simulerte verdiene for en stokastisk variabel får man et estimat på forventningsverdien til variabelen. Ved hjelp av de samme verdiene kan man også beregne annen deskriptiv statistikk og beskrive egenskapene til de stokastiske variablene for eksempel gjennom kumulativ fordeling eller histogram.

Ordinære beregninger i SAGA består av en stor mengde forutsetninger. Forutsetningene blir normalt modellert som deterministiske. I praksis er imidlertid de fleste forutsetningene i SAGA usikre, altså stokastiske av natur. Dermed er også resultatene av nytte-kostnadsanalyser i SAGA også beheftet med stor usikkerhet. For å belyse usikkerheten kan det være nyttig i stedet å anta at en eller flere forutsetninger (eksogene variabler) er stokastiske ved hjelp av Monte Carlo-simulering (Vista Analyse , 2021).

For detaljert beskrivelse av funksjonalitet, oppbygning og brukerveiledning for Monte Carlo-simulering i SAGA, se rapport fra (Vista Analyse , 2021).

## 4.3 Figurer

Oslo Economics har på oppdrag for Jernbanedirektoratet laget figurer og visualiseringer av resultatene som fremkommer i nyttekostnadsmodellen SAGA. I dette kapittelet følger en kort dokumentasjon av de figurgruppene som brukes internt i SAGA. For detaljert beskrivelse av funksjonalitet, oppbygning og brukerveiledning, se rapport fra Oslo Economics (Oslo Economics, 2020).

### 4.3.1 Tverrsnittfigurer

Figurene basert på tversnittdata som er laget internt i SAGA er plassert i ark 4.3 Tversnittfigurer. For hver figur er det laget en egen tabell i ark 4.3.1 Data\_tidsseriefigurer som figuren henter data fra. Dette arket er skjult i SAGA. Tabellene i ark 4.3.1 henter nåverdier fra arkene 4.1 Resultatark og 3.1 Nyttestrøm.

For hver enkelt figur er det øverst til venstre en kommandoknapp som aktiverer zoom\_ut-makroen. Under kommandoknappen er det en informasjonsboks som på en enkel måte beskriver figurens innhold og hvordan den bør/skal leses.

De fem figurene (hovedstørrelser, trafikantnytte, operatørnytte, nytte for det offentlige og nytte for samfunnet for øvrig) illustrerer den samlede samfunnsøkonomiske netto nåverdien, og en dekomponering av denne, ved bruk av fossefallsdiagrammer. Det stablede stolpediagrammet viser de ulike hovedstørrelsenes bidrag til samlet samfunnsøkonomisk netto nåverdi. De to kakediagrammene «Fordeling av trafikantnytte» er identiske, sett bort fra at det ene diagrammet oppgis i mill. kroner, mens det andre viser den prosentvise fordelingen. Diagrammene viser hvordan ulike trafikantnytteelementer bidrar til samlet trafikantnytte.

### 4.3.2 Tidsseriefigurer

Figurene basert på tidsseriedata er plassert i ark 4.4 Tidsseriedata. For hver figur er det laget en egen tabell i ark 4.4.1 Data\_Tidsseriefigurer som figurene henter data fra. Dette arket er skjult i SAGA. Tabellene i ark 4.4.1 henter tidsseriedata fra arkene 1.5 Prognoser og indekser, 2.4 Samfunnet for øvrig og 3.1 Nyttestrøm, i tillegg til definerte variabelverdier i arbeidsboken.

«Nyttebidraget fra endret CO2-utslipp» er en funksjon av transportarbeidet, CO2-prisbanen og utslippsbanen fra de ulike transportmidlene. Figuren henter data fra tabellen i ark 4.4.1 Data\_tidsseriefigurer celle A18:BZ30. Data for verdsettelse av endret CO2-utslipp knyttet til de ulike transportmidlene er hentet fra ark 3.1 Nyttestrøm rad 66:74, fra og med kolonne V. Karbonprisbanen og CO2-avgiftsbanen er hentet fra de respektive seriene definert i SAGA.

Figuren «Utvikling i CO2-utslipp» angir utviklingen i CO2-utslipp i 1000 tonn fra de ulike transportmidlene. Målet er en funksjon av CO2-utslipp og kjøretøykilometer til de respektive transportmidlene. På lik linje med figuren «Nyttebidraget fra endret CO2-utslipp» inneholder denne figuren også CO2-prisbanen og CO2-avgiftsbanen i kr/tonn.

Figuren «Budsjettvirkninger» viser offentlige investeringer og øvrige budsjettvirkninger knyttet til prosjektet som analyseres. De øvrige budsjettvirkningene er lik summen av endringer i avgifter, vedlikeholdskostnader knyttet til infrastruktur og offentlige kjøp.

Figuren «Netto nytte og break even» viser utviklingen i prosjektets netto nytte, akkumulert etter et gitt år etter åpning. Figuren illustrerer året hvor netto nåverdi er lik null; break-even-punktet.

«Ulykker, støy og lokale utslipp» er en samlefigur som viser andre relevante faktorer som kan være av interesse i vurderingen av et nytt prosjekt. Figuren kan vise kostnader forbundet med ulykker, støy og lokale utslipp over prosjektets levetid.

## 4.4 Modul for samlefigurer for SAGA

Modulen «Samlefigurer til SAGA» er et eget regneark som hører med SAGA. Denne modulen brukes til å sammenlikne resultater fra ulike SAGA-regneark. Figurene kan brukes for å sammenlikne ulike konsepter (f.eks. i en KVU) eller tiltak på ulike banestrekninger.

Kopier inn resultater fra ulike tiltaksalternativ (SAGA-regnark) i grønnmarkerte felt, og navngi tiltaket i rad 10. Legg til flere tiltak ved å trykke 'Nytt tiltak' (makroer må være aktivert). Knappen Fjern tiltak fjerner alltid tabellkolonnen lengst til høyre.

NB! Vær bevisst på hvordan sammenlikningen av tiltak må forstås i hvert enkelt tilfelle. Resultatene viser endring sammenliknet med referansealternativet, slik at det helst bør være likt referansealternativ for tiltak som sammenliknes.

Hvis figurene skal brukes til å sammenlikne ulike trinn i en tilbudsutvikling må høyere trinn inkludere resultatene fra lavere trinn (f.eks. kan ikke trinn 2 beregnes med trinn 1 som referanse, men må ha likt referansealternativ)

Sammenliknbarhet mellom tiltakene forutsetter at sammenlikningsår, prisår, m.m er satt likt. Hvis dette ikke er tilfelle, bør det kommenteres i dokumentasjonen av analysene.

# Referanser

Avinor. (2019 ). *Avinor* . Hentet fra Trafikkstatistikk : https://avinor.no/konsern/om-oss/trafikkstatistikk/arkiv

Bane NOR. (2017). *Infrastrukturavgifter, Implementeringsplan.*

Bane NOR. (2018). Hentet fra https://trv.jbv.no/energiavregning/Tariffer\_for\_kostnadselementer

Bane NOR. (2023). *Network Statement*. Hentet fra https://networkstatement.banenor.no/doku.php?id=ns2022no:tjenester\_og\_priser#den\_minste\_pakken\_med\_tjenester\_og\_priser

Bane NOR. (2024). *Network Statement 2024.* Hentet fra: https://networkstatement.banenor.no/doku.php?id=ns2024no:tjenester\_og\_priser.

Bane NOR. (2024). *Tariffer for kostnadselementer*. Hentet fra https://trv.banenor.no/portaler/!energiavregning/doku.php?id=tariffer:tariffer\_for\_kostnadselementer

Circle K. (2023). *Drivstoffpriser*. Hentet fra https://www.circlek.no/bedrift/drivstoff/drivstoffpriser

European Commission. (2014). *Update of the Handbook on External Costs of Transport .*

Finansdepartementet. (2021). *Rundskriv R-109, Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser.* Hentet fra: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r\_109\_2021.pdf.

Finansdepartementet. (2022). *Karbonprisbaner for bruk i samfunnsøkonomiske analyser.* Finansdepartementet.

Helsedirektoratet. (2014). Hentet fra https://helsedirektoratet.no/Documents/Statistikk%20og%20analyse/Samfunns%C3%B8konomiske%20analyser/Notat%20til%20Vegdirektoratet%20om%20oppdaterte%20helsekostnader%20versjon%2029%20januar%202014.pdf

Helsedirektoratet. (2017, 05 04). *Verdi på et kvalitetsjustert leveår (QALY) for sektorovergripende anvendelse i nytte-kostnadsanalyser.* Hentet fra https://helsedirektoratet.no/Documents/Statistikk%20og%20analyse/Samfunns%C3%B8konomiske%20analyser/Verdi%20QALY%20og%20eksempler%20-%20Bakgrunnsdokument%20-%20Notat%20til%20DF%C3%98%20og%20VD%20versjon%204%20mai.pdf

Jernbanedirektoratet. (2017). *Trenklin versjon 3.* Hentet fra https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/c645017befc9469b8bc9ff1af7f27976/trenklin---versjon-3.pdf

Jernbanedirektoratet. (2018). *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser i jernbanesektoren.* Hentet fra https://www.jernbanedirektoratet.no/globalassets/documenter/analyse-og-metode/veileder\_samfunnsokonomiske\_analyser.pdf

Jernbanedirektoratet. (2019). *Helseeffekter i transportetatenes nyttekostnadsanalyser.* Hentet fra https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/03a365b2dcf04eb6a1779a34752a0fb6/helseeffekter-i-transportetatenes-nyttekostnadsanalyser.pdf

Jernbaneverket. (2015). *Elastisiteter til Trenklin i Rutemodellprosjektet.*

Jernbaneverket. (2016). *Estimering av kostnadsdrivere for vedlikehold ved jernbanen.*

Norsk lokmotivmannsforbund. (2017). *NSB - Overenskomst - 2017.04.01.pdf*. Hentet fra Overenkomst og avtaler: http://www.lokmann.no/overenskomst-og-avtaler/

Norske Tog. (2017). Driftskostnader til tog.

NOU 2015:15. (2015). *Sett pris på miljøet — Rapport fra grønn skattekommisjon.* Finansdepartementet.

NSB. (2015). *vy.no*. Hentet fra Miljø- og samfunnsrapport, NSB Persontog: https://www.vy.no/globalassets/vy.no/filer-no/barekraft-og-samfunnsansvar/2015-miljo--og-samfunnsrapport.pdf

Oslo Economics. (2016). *Beregning av elastisiteter for togreiser.*

Oslo Economics. (2020). *Dokumentasjon av figurmoduler i SAGA.*

Regjeringen. (2017). *Meld. St. 29 (2016–2017), Perspektivmeldingen.* Finansdepartementet.

Regjeringen. (2021). *Meld.St. 14 (2020-2021), Perspektivmeldingen 2021.* Hentet fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/91bdfca9231d45408e8107a703fee790/no/pdfs/stm202020210014000dddpdfs.pdf.

Regjeringen. (2023). *Avgiftssatser 2024*. Hentet fra https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/skatter-og-avgifter/avgiftssatser-2024/id2997383/

SAS. (2017). Hentet fra Airbus A319/A320/A320neo/A321: http://www.sasgroup.net/en/airbus-a319-100-and-a320a321/

Sintef. (2013). *CUBE - Teknisk dokumentasjon av Regional persontransportmodell, versjon 3.3.* Hentet fra http://www.ntp.dep.no/Transportanalyser/Transportanalyse+persontransport/\_attachment/527141/binary/849047?\_ts=1413a60dac0

SINTEF. (2019). *Aanalyse av alternative driftsformer for ikke-elektrifiserte baner.* Trondheim: SINTEF industri og SINTEF digital.

SINTEF. (2021). *Gjennomgang av slitasjekostnader for godstransport på veg og jernbane.* Hentet fra: https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2757182/2021-00476%2bGjennomgang%2bav%2bslitasjekostnader%2bfor%2bgodstransport%2bp%25C3%25A5%2bveg%2bog%2bjernbane.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SSB. (2018, 06). Hentet fra https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elkraftpris

SSB. (2021). Hentet fra Bilparken : https://www.ssb.no/statbank/table/07849/

SSB. (2022). Hentet fra Bil og bilkjøring: https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/faktaside/bil-og-transport

TØI 1918/2022. (2022). *TØI (2022): Framskrivinger for godstransport til NTP 2025-2036 rev. 1.*

TØI 1926/2022. (2022). *Framskrivinger for persontransport til NTP 2025-2036.*

TØI 1957/2023. (2023). *Klimabaner, Framskriving av transportutvikling og utslipp.*

TØI. (2002). *Gang- og sykkelvegnett i norske byer. Nytte-kostnadsanalyser inkludert helseeffekter og eksterne kostnader av motorisert vegtrafikk.* Transportøkonomisk Institutt.

TØI. (2014). *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 - nøkkelrapport.* TØI. Hentet fra https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=39511

TØI. (2014). *Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk med korrigerte ulykkeskostnader.* Hentet fra https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=38978

TØI. (2015). *Dokumentasjon: GodsNytte-modellen, TØI-rapport 1446/2015.*

TØI. (2019). *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2018/19, nøkkelrapport.* Hentet fra: https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=71405.

TØI. (2019). *Eksterne kostnader ved transport i Norge.* Hentet fra: https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=52408.

TØI. (2019). *Eksterne kostnader ved transport i Norge.* Hentet fra: https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=52408.

TØI. (2019). *Framskriving av kjøretøyparken i samsvar med nasjonalbudsjettet 2019*. Hentet fra https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=50202

TØI. (2020). *Verdsetting av reisetid og tidsavhengige faktorer (Verdsettingsstudien 2018-2020).* Hentet fra: https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=53108.

Utdanning.no. (2017, oktober 19). Hentet fra https://utdanning.no/yrker/beskrivelse/konduktor

Utdanning.no. (2017, oktober 19). Hentet fra https://utdanning.no/yrker/beskrivelse/lokomotivforer

Vista Analyse . (2021). *Videreutviklet følsomhetsmodul i SAGA*. Hentet fra Vista Analyse: https://www.vista-analyse.no/site/assets/files/7111/va-rapport\_2021-24\_videreutviklet\_folsomhetsmodul\_i\_saga.pdf

Vista Analyse. (2015). Hentet fra Marginale eksterne kostnader ved transport av gods på sjø og bane: http://www.ntp.dep.no/Forside/\_attachment/1595499/binary/1143639?\_ts=15823d19e90

Vista Analyse. (2021). *Geografiske fordelingsvirkninger av transportinvesteringer.* Hentet fra: https://ntpmetode.no/content/2022/01/Geografiske-fordelingsvirkninger-av-transportinvesteringer.pdf.

Wikipedia. (2017). *Wikipedia: diesel*. Hentet fra https://no.wikipedia.org/wiki/Diesel

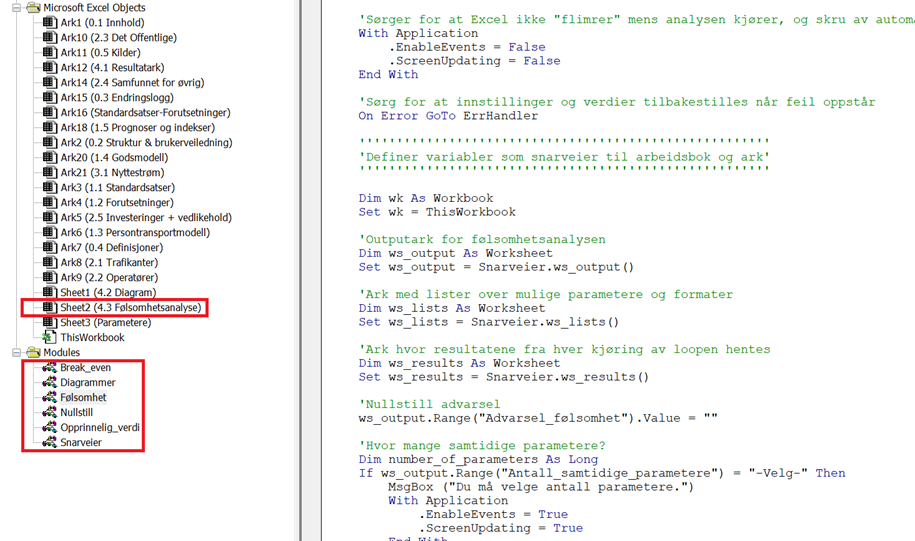
# Vedlegg 1: Oppsett av følsomhetsanalyse

Oppsettet for kalkulasjoner i arkfane «4.2.1 Følsomhetsanalyse» er skrevet i Visual Basic for Applications (VBA), mens celleformateringen er gjort ved hjelp av «Betinget formatering» valg i Excel. I dette vedlegget presenteres den overordnede funksjonaliteten til VBA-koden, samt enkelte detaljer som det kan være viktig å være oppmerksom på. Koden er i utgangspunktet godt dokumentert ved hjelp av kommentarer til koden i excelarket, men det er allikevel nyttig å gi en oversikt over virkemåten i dette vedlegget.

Dette vedlegget er skrevet for brukere som er kjent med programmering i VBA, for å gjøre det mulig å rette feil eller gjøre utvidelser og forbedringer i verktøyet. Ved vanlig bruk av SAGA vil man aldri behøve å ha kjennskap til eller berøre den underliggende koden. Figur 13 viser et utsnitt av VBA-editoren, hvor ark og moduler som inneholder makroer er markert med rødt.

**Merk:** Alle moduler er stilt inn med «Option Private Module», slik at makroene som defineres i modulene ikke er tilgjengelig i listen over makroer som finnes under «Utvikler  Makroer». Den eneste makroen som eksporteres til bruk i regnearket er funksjonen «OpprinneligVerdi». Dette betyr også at dersom makroer skal hentes inn på tvers av moduler må man eksplisitt referere til modulen. For eksempel henter man inn makroen som formaterer diagrammer som «Call Diagrammer.ModifyCharts(k)», hvor «k» er nummeret på diagrammet som skal modifiseres (1 eller 2).

Figur 13: VBA-editor

«Pekere» gir VBA koden et slags kart. Det kan for eksempel være plasseringen av objekter i dokumentet (for eksempel celleområde for inputverdier eller arkfaner), funksjoner eller andre moduler.

## 2.1 VBA-koden

Det er tre moduler som inneholder de viktigste kodene for følsomhetsanalysen: «Følsomhet», «Diagrammer» og «Break\_even». I tillegg er det en modul som inneholder hjelpefunksjoner til bruk i de andre modulene «snarveier», en modul for å tilbakestille inputverdiene, og en modul som inneholder en funksjon for å finne den opprinnelige verdien for parameterne. Nedenfor blir modulene/funksjonene forklart mer inngående.

**Kode for følsomhetsanalyse**

Modulen følsomhet forandrer sekvensielt på inputverdiene for de valgte parameterne med de valgte verdiene av brukeren. Etter hver forandring for en av verdiene skriver denne modulen resultatverdiene i resultatcellene i arkfane «4.2.1 Følsomhetsanalyse». Siden det kan velges 2 parametere samtidig forandrer modulen først parameter 1 til den første valgte følsomhetsverdien. Når dette er gjort forandrer modulen verdiene til parameter 2 til den første følsomhetsverdien og fyller inn resultatene i cellene. Deretter beregnes parameter 1 med neste valgte følsomhetsverdi og endrer igjen sekvensielt alle verdier for parameter to, mens resultatene fylles inn i cellene. Flyten i koden som kjøres når knappen «Utfør følsomhetsanalyse» trykkes kan beskrives kronologisk på følgende måte:

1. Lagre pekere til relevante arkfaner
2. Les inn input som brukeren har fylt ut i arket følsomhetsanalysen
3. Sjekk at input er korrekt fylt inn
4. Hent inn pekere til arkfaner og celleområder hvor valgte parametere befinner seg
5. Lagre opprinnelige verdier for parameterne, for netto nåverdi og for netto nåverdi per budsjettkrone
6. Loop over en liste med inputverdier for parameter 1
   1. For hvert steg i loopen for parameter 1:
      1. Fyll inn følsomhetsverdi(er) i celleområdet til parameter 1
      2. Vent på at SAGA kalkulerer netto nåverdi på nytt
      3. Fyll inn partielle resultater for parameter 1
      4. Loop over en liste med inputverdier for parameter 2
         1. For hvert steg i loopen for parameter 2:
            1. Fyll inn følsomhetsverdi(er) i celleområdet til parameter 2
            2. Vent på at SAGA kalkulerer netto nåverdi på nytt
            3. Fyll inn simultane resultater for parameter 1 og 2
            4. Nullstill inputverdien(e) for parameter 2 til opprinnelig verdi

Gjenta for neste verdi parameter 2/ferdig etter siste verdi.

* + 1. Nullstill inputverdien(e) for parameter 1 til opprinnelig verdi
    2. Gjenta for neste verdi parameter 1/ferdig etter siste verdi

1. Loop over en liste med inputverdier for parameter 2 for å hente ut partielle effekter
   1. For hvert steg i loopen for parameter 2:
      1. Fyll inn følsomhetsverdi(er) i celleområdet til parameter 2
      2. Vent på at SAGA kalkulerer netto nåverdi på nytt
      3. Fyll inn partielle resultater for parameter 2
      4. Nullstill inputverdien(e) for parameter 2 til opprinnelig verdi
2. Hent inn subrutinen fra «Diagrammer»-modulen
   1. Gjør endringer i formatering av diagrammene slik at de passer med resultatverdiene
3. Sjekk at netto nåverdi ble tilbakestilt til opprinnelig verdi
4. Gi beskjed om at analysen er utført
5. Hent inn subrutinen fra «Break\_even»-modulen dersom brukeren har krysset av for dette
   1. Gjennomfør break-even analyse
6. Hvis det oppstår feil på noe som helst sted i koden ovenfor, sørg for å nullstille begge parameterne til opprinnelig verdi(er) før koden avsluttes

**Kode for formatering av diagrammer**

Flyten i subrutinen som kjøres for å formatere diagrammene etter at følsomhetsanalysen er utført kan beskrives kronologisk på følgende måte:

1. Lagre pekere til relevante arkfaner, celleområder og diagrammer
2. Lagre pekere til kategoriakseverdier (x-akse) og y-verdier, og legg til verdier for opprinnelig netto nåverdi
3. Velg relevante x- og y-verdier for diagrammet
4. Endre formatering basert på størrelsen og format på resultatene, og format på inputverdier
5. Legg til kategoriaksetitler som er konsistent med formatet på inputverdiene

**Kode for break-even anaylse**

Flyten i subrutinen som kjøres for å gjennomføre break-even analysen kan beskrives kronologisk på følgende måte:

1. Lagre pekere til relevante arkfaner
2. Les inn valgte parametere
3. Hent inn pekere til arkfaner og celleområder hvor valgte parametere befinner seg
4. Lagre opprinnelige verdier for input og netto nåverdi
5. Endre formelen i input-cellen til
   1. «=(1+break\_even\_verdi)\*opprinnelig\_verdi» dersom inputformatet er «prosent endring fra basisverdi»
   2. «=break\_even\_verdi» dersom inputformatet er «tallverdi»
6. Kjør VBA-funksjonen GoalSeek: sett netto nåverdi til 0 ved å endre verdien i break\_even\_verdi[[7]](#footnote-8)
7. Resultatene skrives i resultatområdet
8. Nullstill parameter-input og netto nåverdi

**Kode for overvåkning av endringer i input**

I arket «4.2.1 Følsomhetsanalyse» er det en del VBA-koder som følger med på endringer i input cellene, og formaterer øvrige deler av arket i tråd med det som er valgt. Hvis man for eksempel velger 1 parameter istedenfor 2 under «antall samtidige følsomhetsanalyser», forsvinner resultatområdene og diagrammet for parameter 2, samt resultatområdet for simultan følsomhetsanalyse. Diagrammene blir fjernet i VBA-koden, mens resultatområdene fjernes ved at både tekstfarge og fyllfarge blir satt til hvit ved hjelp av «betinget formatering»-verktøyet. Koden er godt dokumentert gjennom kommentarer i selve koden, og beskrives ikke i nærmere detalj her.

**Kode for å finne opprinnelig inputverdi for parametere**

Modulen «Opprinnelig\_verdi» inneholder en funksjon som henter inn opprinnelig verdi på inputverdien for valgt parameter. Denne er godt dokumentert ved hjelp av kommentarer i koden, og beskrives ikke i nærmere detalj her.

**Kode for å lagre pekere til viktige arkfaner**

Under modulen «Snarveier» finnes funksjoner som lagrer pekere til arkfaner som benyttes ofte i øvrige moduler. Disse funksjonene er definert her, og hentes deretter inn i andre makroer. Eventuelle endringer i navnet på en arkfane trenger dermed bare å gjentas i disse funksjonene for at VBA-koden skal fungere som før.

**Kode for å nullstille input og output**

Modulen «Nullstill» inneholder makroer for å nullstille input og output i følsomhetsarket. Disse makroene er knyttet til hver sin knapp. Makroen «nullstill\_input()» fjerner bare inputverdier, mens «nullstill\_output()» fjerner alle resultater og skjuler diagrammene.

## 2.2 Debugging og feilsøking

VBA-koden er bygget slik at det ikke skal medføre feil i input og resultater i SAGA dersom det oppstår feil i følsomhetsanalysen. Ved feil tilbakestilles opprinnelige verdier. Dersom det likevel skulle oppstå feil, for eksempel ved tilsiktede eller utilsiktede endringer i cellereferanser, er det noen prinsipper som kan være nyttige å følge:

1. Lag en backup av SAGA før du gjør endringer, slik at du kan gå tilbake til en versjon som fungerer hvis feil skulle oppstå. Eventuelt kan du laste ned den uendrede master-versjonen.
2. Dersom det oppstår feil i VBA-koden, får man som regel en feilmelding med feilkode. Søk opp feilkoden på Google dersom denne ikke er selvforklarende.
3. Ved debugging av koden, er det nyttig å sette «break-points» før det punktet man mistenker at feilen oppstår, for deretter å trykke «F8» for å gå stegvis gjennom koden. Dersom man ikke vet hvor feilen oppstår kan man begynne med å sette et «break-point» langt oppe i koden, og så jobbe seg stegvis nedover.
4. Ved debugging er det nyttig å følge med på prosessen ved å studere variablene som opprettes underveis, ved å åpne «Locals window»under «View»-menyen i VBA-editoren.

## 2.3 Endring og utvidelse av følsomhetsmodulen

**Legge til parametere**

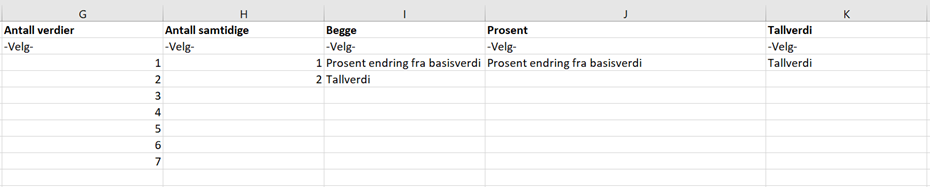
Dersom man ønsker å legge til parametere som kan velges i følsomhetsanalysen, er det nødvendig å gjøre modifiseringer i arkfanen som heter «Parametere». Denne arkfanen inneholder lister over hvor celleområdene til de ulike parameterne finnes i SAGA, hvilket format som kan velges for inputverdiene, og hvilken benevning de har. Nedtrekksmenyene for valg av parameter, format og antall verdier henter elementene sine fra disse listene. Den delen av arket som gir pekere til plasseringen av parameterne i SAGA er vist i Figur 14. De fargede boksene angir de nåværende områdene som nedtrekksmenyene eller VBA-koden refererer til, og teksten nedenfor boksene angir navnet som er gitt til områdene, og som må brukes for å referere til disse områdene (istedenfor f.eks. A2:A8).

Figur 14: Arkfane til følsomhetsmodulen: Liste over parametere

For å legge til en ny parameter må man gjøre følgende:

1. Legge til et visningsnavn for parameteren i kolonnen «Parameter navn». Denne kan enten legges inn i slutten av listen (A9), eller man kan sette inn en ny rad midt i listen. Dersom man velger sistnevnte, er det viktig at den nye raden kommer nedenfor cellen hvor det står «-Velg-». Rekkefølgen i tabellen vil være den samme som rekkefølgen i nedtrekksmenyen hvor man velger parameter.
   1. Hvis man legger til en ny linje på slutten av listen, må områdenavnet «parameters» oppdateres til å inkludere den nye linjen. Bruk «Navnebehandling» under «Formler»-fanen.
   2. Hvis man legger til en ny linje midt i området, skal området oppdateres automatisk.
      1. **NB:** Hvis du skal legge til en ny linje, f.eks. ovenfor rad 6, må du merke A6:E6, høyreklikke, trykke «sett inn» og velge «flytt celler nedover», ellers ødelegger du områdene som ligger til høyre for «Benevning».
2. Legge til områdenavnet til den nye parameteren på samme linje som visningsnavnet. Hvis dette ikke allerede eksisterer, må du opprette et nytt områdenavn for det relevante området.
3. Legge til navnet på arket hvor denne parameteren befinner seg, på samme linje som visningsnavnet og områdenavnet.
4. Legge til «tillatte formater». Dersom parameterområdet består av flere celler, så skal det stå «Formater\_prosent». Dersom parameteren fylles inn i bare én celle, skal det stå «Formater\_begge» (dersom det ikke er gode grunner for å ikke tillatte valg av «tallverdi» for denne parameteren).
5. Legge til benevning dersom det er oppgitt i nærheten av parameteren. Skal ikke legges inn når parameterområdet består av mer enn én celle.
6. Sjekk at parameteren dukker opp i nedtrekksmenyen i følsomhetsarket, og test om analysen fungerer på den nye parameteren.

**Endre antall mulige inputverdier**

Det er en omstendelig oppgave å øke (eller redusere) antall mulige inputverdier. I tillegg til å utvide listen i kolonne G, må man utvide alle resultattabellene, matrisen hvor inputverdier fylles inn, og endre/legge til elementer i «Betinget formatering». Dersom det oppstår behov for flere enn 7 verdier, bør man vurdere å gjøre analysen i flere omganger.

Figur 15: Arkfane til følsomhetsmodulen: Andre lister

**Øke antall parametere som kan velges i samme følsomhetsanalyse**

Det er i prinsippet mulig å øke antall parametere som kan velges. Selv om det er lite hensiktsmessig med flere enn 2 parametere i den simultane analysen (på grunn av at resultatet er vanskelig å presentere), er det i prinsippet ingenting i veien for å øke antall partielle analyser. Dette innebærer omfattende endringer i både koden og i selve følsomhetsarket. Vi anbefaler at man heller utfører følsomhetsanalysene i flere omganger.

Hvis man likevel skulle ønske å øke antall parametere, er det noen ting man må være klar over:

1. Input for nye parametere bør antagelig legges i kolonner til høyre for inputområdene til parameter 2.
   1. Studer eksisterende inputområder for å forstå hvilke områder og celler som må navngis.
   2. Navngi nye celleområder på en måte som er konsistent med områdene for parameter 1 og 2.
2. Antall resultatområder må også økes.
   1. Studer eksisterende resultatområder for å forstå hvordan de er bygget opp, og hvilke områder og celler som må navngis.
   2. Navngi nye celleområder og diagrammer slik at de er konsistent med navn for parameter 1 og 2.
3. Inputområdet bør nå inneholde en mulighet til å velge hvilke to parametere som skal analyseres simultant.
4. VBA-koden trenger en del endringer.
   1. Deler av koden er skrevet med en implisitt forutsetning om at antall parametere er maks 2. Andre deler av koden er mer generisk skrevet.
      1. Tips: Søk etter «parameter1» og «parameter2», samt «1» og «2» for å identifisere steder i koden hvor parameter 1 og 2 er referert eksplisitt.
   2. Loopen som gjennomfører den simultane analysen kan antagelig bli stående omtrent slik den er, men man må gjøre eventuelle referanser til «parameter1» og «parameter2» mer generiske (f.eks. «’’parameter’’ & par\_num»)
   3. Alle parameterne bør antagelig hver sin loop for å hente ut partielle resultater,
      1. Det er antagelig enklest å da fjerne printingen av partielle resultater for parameter 1 fra loopen for simultananalysen.

**Endring av celle-/områdenavn**

Dersom man endrer navn på celler eller områder i SAGA som inngår i følsomhetsanalysen, må man i de fleste tilfeller gjøre tilsvarende endringer i arkfanen «Parameter». Endring av navn for celler og områder innenfor følsomhetsarket må som regel følges av tilsvarende endringer i VBA-koden. Det oppfordres til å bruke søk-og-erstatt funksjonen i VBA-editoren for å sjekke at man har gjort endringer overalt.

**Endring i formatering i følsomhetsarket**

Det er ingenting i veien for å endre på celleformateringer i følsomhetsarket. Det er likevel noen faktorer som det kan være greit å være klar over.

1. Kolonnebredder og radhøyder er stilt inn etter estetiske hensyn. Justeringer av dette kan ikke ødelegge funksjonaliteten, men vi anbefaler likevel å ikke gjøre slike justeringer hvis det ikke er nødvendig.
2. Noen av tall- og tekstformateringen i cellene ligger i VBA-koden, og eventuelle endringer vil dermed overskrives når følsomhetsanalysen kjøres. Noen tallformateringer kan også være styrt av betinget formatering.
3. Endring av fyllfarge, tekstfarge eller kantlinjer kan i noen tilfeller overstyres av betinget formatering, hvis dette er aktivert for den aktuelle cellen. For å se hvilke celler/områder som styres av betinget formatering, gå til «Hjem  Søk etter og merk  Betinget formatering».[[8]](#footnote-9) Eventuelt kan du merke cellen/området og trykke på «Betinget formatering» for å se hvilke formateringer som er definert.

1. [SAGA – Nyttekostnadsverktøy (jernbanedirektoratet.no)](https://www.jernbanedirektoratet.no/no/strategier-og-utredninger/analyse-og-metodeutvikling/samfunnsokonomiske-analyser-og-transportanalyser/saga--nyttekostnadsverktoy/) [↑](#footnote-ref-2)
2. Merk at navnene gitt til hhv. summary og vehicles-filene her er eksempelnavn. Filene fra nasjonal godsmodell heter Vehicles\_{scenariokode} og summary\_{scenariokode}. [↑](#footnote-ref-3)
3. http://www.kystverket.no/Maritime-tjenester/Lostjenester/ [↑](#footnote-ref-4)
4. At kostnadene per tonn CO2 øker er avledet av utslippsreduksjonene Norge har forpliktet seg til internasjonalt (karbonprisbanen). Det er altså de negative eksterne virkningene som er forutsatt å øke, mens CO2-avgiften er antatt å være konstant lik dagens nivå. Inntektene til det offentlige fra CO2-avgiften påvirkes dermed ikke av endringer i både pris og volum. [↑](#footnote-ref-5)
5. For følsomhetsanalyse av karbonbris, skal disse følge spesifikke baner (lav og høy) fastsatt av Finansdepartementet. Dette gjøres ved endringer i arkfanen «1.2 Forutsetninger», og ikke i arkfane «4.2.1 Følsomhetsanalyser». [↑](#footnote-ref-6)
6. Det er lagt inn en sperre i arkfanen som gjør at begrunnelse må fylles ut før analysen vil kjøre. Hensikten er å stimulere til refleksjon rundt valg av følsomhetsparameter og inputverdier. [↑](#footnote-ref-7)
7. «break\_even\_verdi» er navnet på cellen hvor resultatet fra break-even analysen presenteres [↑](#footnote-ref-8)
8. «Søk etter og merk» finnes under kategorien «Redigering» i «Hjem»-fanen. [↑](#footnote-ref-9)