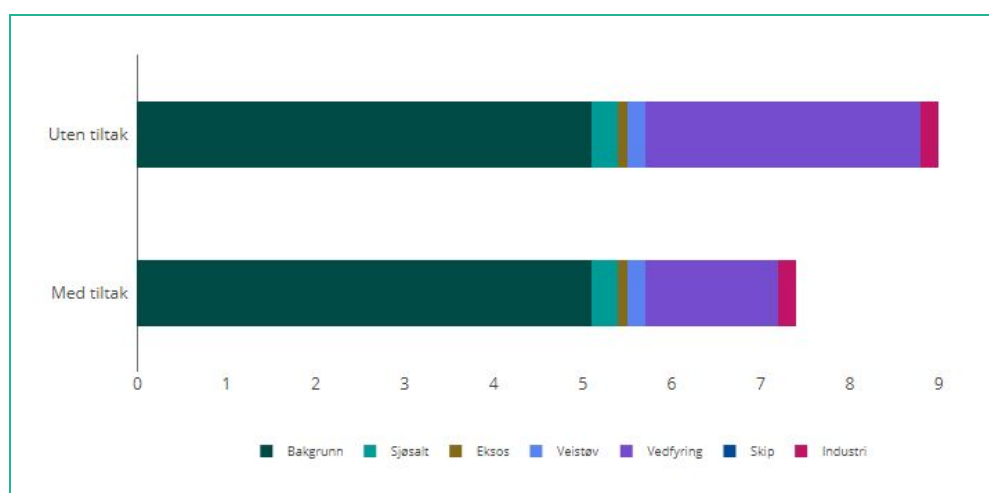


Dokumentasjon av Tiltakskalkulator for lokal luftkvalitet

Eivind Grøtting Wærsted, Bruce Rolstad Denby og Heiko Klein

Meteorologisk institutt
oktober 2020



Dokumentasjon av Tiltakskalkulator for lokal luftkvalitet	1
1. Introduksjon	2
1.1 Hva er Tiltakskalkulatoren?	2
1.2 Hvordan fungerer Tiltakskalkulatoren?	2
2. Utslippene i spredningsmodellen	3
2.1 Veitrafikk	3
2.2 Vedfyring	5
2.3 Skip og industri	5
2.4 Bakgrunn	5
2.5 Usikkerhet i utslippsberegningene	6
3. Beregning av utslippsendringer fra tiltak	6
4. Beregning av nye konsentrasjoner	7
5. Resultater	9
6. Eksempel	10

1. Introduksjon

1.1 Hva er Tiltakskalkulatoren?

Tiltakskalkulatoren for lokal luftkvalitet er en automatisk nettbasert tjeneste for å undersøke hva slags lokale tiltak som kan redusere luftforurensning fra PM_{10} , $PM_{2,5}$ og NO_2 i en kommune. Tiltakene som kan legges inn er generelle og fordelt likt over hele kommunen. Derfor er denne tjenesten best egnet tidlig i en utredning. Andre verktøy kan være bedre egnet når mer detaljerte tiltak, med en bestemt romlig fordeling av utslippsreduksjoner, skal utredes.

Effekten av den kombinasjonen av tiltak som velges av brukeren, beregnes i to deler. Første del går raskt og beregner kun endringene i utslipp. Andre del, som tar lenger tid, beregner hvordan dette påvirker de romlig fordelte konsentrasjonene og eksponeringen på bostedsadresser i kommunen.

For å forstå mulighetene og begrensningene som ligger i Tiltakskalkulatoren, besvarer dette dokumentet følgende spørsmål:

1. Hvordan fungerer Tiltakskalkulatoren?
2. Hvordan er de opprinnelige utslippene og deres romlige fordeling beregnet?
3. Hvordan oversettes et tiltak til en endring i utslipp?
4. Hvordan beregnes endringer i konsentrasjoner fra endringer i utslipp?

1.2 Hvordan fungerer Tiltakskalkulatoren?

Utgangspunktet for Tiltakskalkulatoren er dataene som ligger på [Fagbrukertjeneste for luftkvalitet](#). Disse dataene er basert på spredningsmodellering i to steg. Første steg simulerer spredning av både lokale og langtransporterte luftforurensninger, inkludert globalt og europeisk bidrag, og beregner konsentrasjoner av PM_{10} , $PM_{2,5}$ og NO_2 for hele Norge med 2,5 km oppløsning. Andre steg er en lokal beregning med oppløsning på 100 m. Denne lokale beregningen, utført med en Gaussisk spredningsmodell, beregner bidrag fra fem sektorer: veitrafikk (eksos, veistøv), vedfyring, skip og industri. Denne høyoppløste beregningen inkluderer kun utslipp innenfor et 10 x 10 km² område rundt hvert beregningspunkt. Beregningene for lokale og langtransporterte bidrag til luftforurensningen er kombinert på en spesiell måte for å unngå dobbelttelling av utslipp.

Konsentrasjonene beregnes for hver time, og disse dataene danner grunnlaget for de detaljerte kartene med konsentrasjoner som vises på Fagbrukertjenesten. Siden informasjonen om hvor mye hver sektor bidrar til disse konsentrasjonene blir lagret, kan effekten av tiltakene på konsentrasjonene simuleres raskt ved å justere disse bidragene, uten at en ny spredningsberegning må utføres. Denne justeringen av kildebidrag forklares nærmere i seksjon 4.

Tiltakskalkulatoren tar utgangspunkt i dataene fra år 2018. Siden været vil påvirke både utslippene og spredningen av luftforurensning, vil konsentrasjonene kunne variere fra et år til et annet, selv uten endring i menneskelig aktivitet slik som trafikkmengde. Derfor vil både de originale og justerte konsentrasjonene gjelde for været i 2018. Værets innvirkning vil typisk kunne gi variasjoner i årsmidlet konsentrasjon på $\pm 10\%$. På Fagbrukertjenesten er det data

for flere år; der kan man se hvor mye konsentrasjonene varierer fra år til år i kommunen man er interessert i.

2. Utslippene i spredningsmodellen

Her gis en oppsummering av hvordan de originale utslippene beregnes. For mer detaljer, se info om uEMEP-modellen [her](#).

2.1 Veitrafikk

[Nasjonal vegdatabank \(NVDB\)](#) er en database som produseres av Statens Vegvesen (SVV) og gir info om alle offentlige veglenker i Norge. Dette inkluderer blant annet fartsgrense, kvaliteten på veien, et estimat for antall motorkjøretøyer som passerer per dag i gjennomsnitt, og hvor stor andel som er korte og lange kjøretøyer. Data for trafikkmengde er basert på en kombinasjon av trafikkmodellering og stasjoner som teller passerende biler. I NVDB er det stort sett kun riks- og fylkesveier som har data for trafikkmengde, mens de fleste kommunale veier ikke har dette. For kommunale veier brukes en [trafikkmodell fra SSB](#). Denne trafikken fordeles mellom døgnets timer og dagene i uka ved å bruke en nasjonal gjennomsnittlig timefordeling, basert på trafikktellinger i hele landet. Sesongvariasjoner i trafikken er ikke tatt hensyn til.

Biltrafikken fører til utslipp i to sektorer: eksos og veistøv. Eksosen slippes rett ut i lufta og kan dermed håndteres direkte av spredningsmodellen. Hvor mye som slippes ut av NO_x og PM per kjørte kilometer avhenger av bilmodellen. SSB har beregnet gjennomsnittlige utslippsfaktorer på nasjonalt nivå for et titall overordnede biltyper. Disse utslippsfaktorene endrer seg med tiden ettersom bilene får nyere forbrenningsteknologi som slipper ut mindre forurensning. Utslippsfaktorene som er brukt i modellen er fra år 2018 og er regnet ut av SSB basert på [HBEFAs](#) utslippsdata (se Tabell 1). Det er ikke tatt hensyn til at utslippsfaktorene forandrer seg med hastigheten, kjøring eller helningen på veien. Derimot er avhengigheten av utetemperaturen for NO_x -utslipp tatt med gjennom en empirisk formel.

Veistøvet som genereres av trafikken vil til dels bli liggende på veien og kan virvles opp på et senere tidspunkt. Derfor blir en egen veistøvmodell, [NORTRIP](#), brukt til å modellere hva som skjer med støvet etter at det genereres. Det vil avhenge blant annet av fuktigheten på veien. Veistøvet som genereres av bilene kommer fra en kombinasjon av slitasje på veibane, dekk og bremses. For disse tre bidragene til veistøv, er det estimert hvor stor andel som er partikler mindre enn $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) og mindre enn $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$). Mengden veistøv som genereres av en bil per kilometer gjennom de tre bidragene, blir modellert som en funksjon av bilens størrelse (kort vs. lang), dekktype, fart og kvaliteten på veien. Farten, veikvaliteten og trafikkmengden av korte og lange kjøretøyer hentes fra NVDB for hver veglenke. For hver kommune er det laget et estimat for hvor stor andel av de korte og lange kjøretøyene som bruker piggdekk, og i hvilken periode de bruker piggdekk. Det antas at i piggdekkssesongen bruker alle enten piggdekk eller piggfrie vinterdekk og at hele bilparken bruker sommerdekk resten av året.

Informasjon om piggdekkandeler og piggdekkssesong er gitt per kommune. Derimot har det foreløpig kun blitt brukt nasjonale tall for bilparkens sammensetning. Disse er hentet fra SSBs tall for 2018 og er vist i Tabell 1. Dermed er det ikke tatt hensyn til at noen kommuner har

nyere bilpark (med lavere utslippsfaktorer) og/eller en annerledes fordeling mellom de ulike kategoriene av kjøretøyer (f.eks. flere elbiler og færre dieselmotorer). Når man legger inn tiltak for å endre bilparkens sammensetning, vil derfor utgangspunktet alltid være den nasjonale bilparken. På sikt arbeider vi for å skaffe og ta i bruk statistikk for bilparken som er spesifikk for hver kommune. For å kombinere NVDBs inndeling i korte og lange kjøretøyer med SSBs biltyper (Tabell 1) har vi antatt at 25 % av LCV-kjøretøyene er lange og 75 % er korte, mens alle PC er korte og alle HDV og busser er lange.

I tillegg til de tre kildene til veistøv fra slitasje, bidrar også salting og sanding av veibanen til veistøv. I NORTRIP-modellen blir veisaltning inkludert basert på regler knyttet til meteorologiske forhold og kan avvike fra virkelig salting. Sanding er inkludert for en del kommuner, stort sett bare på veier hvor det ikke saltes. I de nåværende modellberegningene bidrar salting og sanding med i gjennomsnitt rundt 10% av de totale veistøvutslippene.

Tabell 1: Utslippsfaktorer og andel av nasjonal bilpark (kjørelengde) for hver kjøretøykategori som er brukt i modellberegningene (basert på [Tabell for kjørelengder, etter kjøretøytype og drivstofftype, SSB](#)). HDV er tungtransport-kjøretøyer, LCV er mindre varebiler og PC er personbiler.

2018		HBEFA utslippsfaktor		Kjørelengde (SSB)
ID	Drivstoff	PM (g/km)	NO _x (g/km)	Andel av nasjonalt kjørte km (%)
HDV	diesel	0.0468	2.8236	4.43
HDV	bensin	0.0784	4.280	0.00
LCV	diesel	0.0196	0.5731	15.52
LCV	bensin	0.0081	0.5244	0.45
LCV	elektrisitet	0.0000	0.0000	0.10
PC	diesel	0.0106	0.6178	43.85
PC	bensin	0.0033	0.1234	23.34
PC	elektrisitet	0.0000	0.0000	5.24
PC	hybrid-diesel	0.0098	0.3057	0.27
PC	hybrid-bensin	0.0018	0.1063	5.65
Buss	diesel	0.0555	5.6682	1.13
Buss	elektrisitet	0.0000	0.0000	0.02

2.2 Vedfyring

Vedfyring i boliger er den viktigste menneskeskapt kilden til $PM_{2,5}$ i Norge. SSB har estimert totalt vedforbruk i Norge for hvert fylke. For å beregne hvor og når denne veden brennes, brukes [MetVed](#)-modellen utviklet av NILU. Denne bruker mange ulike datakilder, blant annet informasjon om boligtyper, tilgjengelige ildsteder og energiforbruk i boligene. For å avgjøre når på året veden brennes, brukes døgnmiddeltemperaturen. Vedfyring starter ved 11 °C og øker lineært med synkende temperatur. En døgnsyklus og ukesyklus i vedfyring er også lagt inn for å simulere når folk er hjemme og tenner opp i ildstedene sine.

Utslippene fra vedfyring avhenger ikke bare av hvor mye ved som brennes, men også av teknologien til ildstedene. Vedfyringen er fordelt mellom tre kategorier av ildsteder: åpen peis, ovn med gammel teknologi og ovn med ny teknologi (alle ovner laget etter 1998). Disse tre har hver sine utslippsfaktorer (se Tabell 2). Andelen ved som brennes i hver kategori er gitt per kommune som en del av MetVed-modellen. MetVed-resultatene og fordelingen av ovner er basert på tall for år 2016.

Tabell 2: Utslippsfaktorer fra vedfyring i gram per kilogram brent ved, tatt fra MetVed-modellen.

Forurensning	Åpen peis	Vedovn (–1998)	Vedovn (1998–)
PM_{10}	17.0	17.1	12.0
$PM_{2,5}$	16.4	16.5	11.6
NO_x	2.0	2.0	1.4

2.3 Skip og industri

Veitrafikk og vedfyring er de to viktigste kildene til lokal luftforurensning i Norge. I tillegg til disse har to andre sektorer blitt beregnet på høy oppløsning: skip og industri. Disse gir betydelige bidrag til forurensning ved bakken kun i begrensede områder av noen kommuner. Utslipp fra skip er basert på en utslippsmodell fra Kystverket, som blant annet bruker [AIS](#)-systemet, som identifiserer posisjonen til større skip kontinuerlig. Skipets fart brukes sammen med kjente data om skipet til å regne ut utslipp. Utslippsberegningene tar ikke hensyn til landstrøm. Industriutslippene kommer fra en [database av norske utslipp](#) som er driftet av Miljødirektoratet og SSB. Den inneholder omkring 300 punktutslipp i Norge fra større industriområder. Mange mindre industristeder er foreløpig ikke med i denne databasen, og den gir dessuten ikke informasjon om høyden på utslippene eller hvordan de er fordelt i tid. For et mindretall av utslippspunktene er pipehøyden oppgitt, og der er denne brukt i modellen. For de øvrige er utslippshøyden satt til 100 m.

2.4 Bakgrunn

I tillegg til de overnevnte sektorene, er også andre sektorer tatt med i modellen. For disse blir utslippene ikke modellert på fin oppløsning, og de ligger under fellesbetegnelsen «bakgrunn» i kildebidraget. Dette omfatter blant annet utslipp fra anleggsmaskiner, småbåter, flytrafikk og landbruk, i tillegg til naturlige kilder (men sjøsalt vises separat). «Bakgrunn» inneholder også utslippene fra veitrafikk, vedfyring, skip og industri når disse er utenfor det lokale beregningsområdet på 10 x 10 km².

2.5 Usikkerhet i utslippsberegningene

I alle ledd av beregningene er det en viss usikkerhet. Siden nasjonale gjennomsnittstall er brukt for bilparken, kan det i hver kommune være avvik fra den virkelige bilparken. Virkelig trafikkmengde kan også avvike fra den som er brukt. Praktiseringen av vedfyring, slik som når man velger å fyre, kan også variere fra kommune til kommune, men de samme antagelsene har blitt brukt på alle steder.

For å kartlegge usikkerhet blir modellberegningene sammenlignet med måledata. Denne sammenligningen er dokumentert [her](#).

3. Beregning av utslippsendringer fra tiltak

De totale utslippene fra kommunen er beregnet for hver sektor. Utslippene fra en sektor kan igjen deles inn i bidrag fra underkategorier. For eksempel kan eksosutslippene fra veitrafikk deles inn i bidrag fra personbiler, varebiler, busser og lastebiler, og disse igjen i bidrag fra ulike typer biler (inndelt etter drivstoff, som i Tabell 1) innad i kategoriene. Alle tiltakene i Tiltakskalkulatoren er formulert slik at de kan oversettes til en prosentvis endring i utslippene fra en eller flere av underkategoriene i en sektor. Dermed er det rett fram å regne ut endringen i totalt utslipp fra sektoren.

Når brukeren fyller inn tall i den interaktive tabellen med tiltak, oppdateres tabellen med utslipp fra hver sektor fortløpende og viser hvor mange prosent utslippene øker eller avtar. Se eksempelet i seksjon 6 på slutten av dette dokumentet. Mulige tiltak er gitt i Tabell 3.

Tabell 3: Tiltak som kan velges i Tiltakskalkulatoren

Trafikkvolum og kjøretøyfordeling	Tiltak relatert til piggdekk	Vedfyring	Annet
Trafikkvolum, personbiler	Piggdekkandel, korte kjøretøyer	Totalt vedforbruk	Utslipp fra skip
Fordeling av drivstoff, personbiler	Piggdekkandel, lange kjøretøyer	Andel av vedforbruk i ulike teknologi	Utslipp fra industri
Trafikkvolum, varebiler	Piggdekk sesong		Fjern sjøsalt fra PM
Fordeling av drivstoff, varebiler	Gjennomsnittsfart for trafikken		
Trafikkvolum, lastebiler			
Fordeling av drivstoff, lastebiler			
Trafikkvolum, busser			
Fordeling av drivstoff, busser			

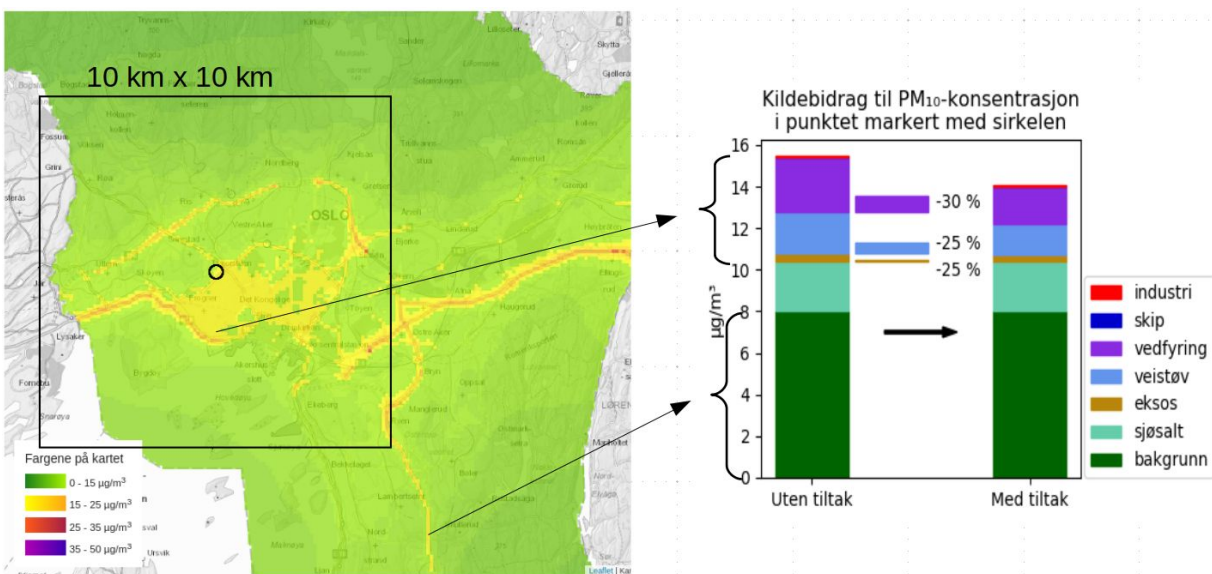
4. Beregning av nye konsentrasjoner

Som nevnt i introduksjonen, har spredningsmodellen regnet ut hvilken andel av konsentrasjonene som kommer fra lokale utslipp i hver sektor (kildebidrag). Når Tiltakskalkulatoren har regnet ut at utslipp fra en sektor går ned med en viss prosent (forklart i seksjon 3), blir effekten av dette simulert ved at kildebidraget fra denne sektoren reduseres med samme prosent i det modifiserte datasettet, hvilket gir en ny totalkonsentrasjon. Metoden er illustrert i Figur 1. Dette gjøres for alle dager og alle steder i kommunen. Deretter regnes statistikkene ut på nytt (årsmiddel, korttidsmiddel, luftsonekart, befolkningseksponering). Denne metoden er korrekt forutsatt at vi kun skalerer lokale utslipp og at forurensningene kan antas å ikke avsettes eller reagere kjemisk i særlig grad på tidsskalaer kortere enn et par timer. Dette er oppfylt for utslipp av PM₁₀ og PM_{2,5}, og også for NO_x, for de sektorene vi ser på. For NO₂ må vi gjøre en korleksjon (se siste avsnitt i seksjon 4).

Som et eksempel, la oss si at tiltakene som ble lagt inn reduserer utslipp av PM₁₀ fra veistøv med 25 %. Hvis en opprinnelig PM₁₀-konsentrasjonen like ved en stor vei er 25 µg/m³ og 12 µg/m³ av dette kommer fra veistøv, vil tiltaket redusere PM₁₀-konsentrasjonen med 12·25 % = 3 µg/m³, så ny totalkonsentrasjon blir 22 µg/m³. På et annet sted lenger fra veien er opprinnelig PM₁₀-konsentrasjon 13 µg/m³ og kildebidraget fra veistøv er bare 2 µg/m³. Her vil tiltaket redusere PM₁₀-konsentrasjonen med 0.5 µg/m³, ned til 12.5 µg/m³.

Som nevnt i seksjon 1.2, representerer kildebidragene i modellen egentlig den forurensningen som slippes ut i et kvadratisk område på 10 x 10 km² omkring punktet der konsentrasjonen er beregnet. I praksis er det derfor bidraget fra utslippene innenfor dette området som blir redusert i Tiltakskalkulatoren. Dette er illustrert i Figur 1. Forurensning som er sluppet ut utenfor dette området faller inn under «bakgrunn» og blir derfor ikke redusert som følge av tiltakene i Tiltakskalkulatoren. Det meste av dette vil være utslipp i andre kommuner eller fra utenfor Norge, men noe av det vil også være utslipp fra de delene av kommunen som ligger utenfor kvadratet. Derimot vil også kvadratet dekke utslipp fra nabokommunen på steder nær grensen. Tiltakskalkulatoren har altså et «fotavtrykk» på 10 x 10 km² i beregningen av effekten av tiltak på konsentrasjonene. Et unntak fra denne regelen er «tiltaket» som fjerner bidraget fra sjøsalt til PM. Da fjernes all sjøsalt, uansett hvor langt unna det kommer fra.

Denne begrensningen til et område på 10 x 10 km² kan antas å gi en viss underestimering av effekten av tiltak på kommunenivå, særlig for store byer som har en større bykjerne enn 5 km. På den annen side er de mest forurensede områdene i en by typisk dominert av kilder nærmere enn 5 km, og dermed er det ikke så problematisk. Den utslippsendringen som regnes ut i første del av Tiltakskalkulatoren gjelder derimot utslipp som faller nøyaktig innenfor kommunegrensen (bortsett fra sjøsalt).



Figur 1: Illustrasjon av hvilke utslipp som blir påvirket av Tiltakskalkulatoren når nye konsentrasjoner regnes ut for punktet markert med den lille sirkelen: Bidragene fra utslipp innenfor kvadratet på 10 x 10 km² blir skalert, mens bidragene fra utslipp som kommer utenfra er kategorisert som “bakgrunn” og forblir uendret. I dette eksemplet gir summen av tiltakene som er valgt en utslippsreduksjon i PM₁₀ fra veistøv og eksos på 25 %, og en 30 % reduksjon i utslipp fra vedfyring.

For nitrogenoksider (NO_x) er utregningen litt mer komplisert, fordi den kjemiske reaksjonen mellom NO, NO₂ og O₃ er så rask at vi må ta hensyn til den også for de lokale utslippene. Tiltakskalkulatoren regner først ut nye konsentrasjoner for NO_x ved å skalere kildebidrag basert på utslippsendringene for NO_x (som forklart over), og så regner den ut nye årsmidler og vintermidler for NO_x. Deretter brukes en empirisk formel for sammenhengen mellom årsmidlet konsentrasjon av NO_x og NO₂ til å estimere nye årsmidler for NO₂. Samme formel brukes også for å regne ut vintermidlene av NO₂ fra vintermidlene av NO_x (vintermiddel av NO₂ brukes i luftsonekartet). Denne formelen brukes også for å estimere nye kildebidrag til NO₂. Siden formelen ikke er lineær, vil de nye kildebidragene til NO₂ kunne endre seg noe også for sektorer der utslippene ikke er endret. Den empiriske sammenhengen mellom NO_x og NO₂ gjelder ikke for korte tidsperioder, og derfor gir ikke Tiltakskalkulatoren noen resultater for det korttidsmiddelet av NO₂ som er vist i Fagbrukertjenesten.

5. Resultater

Resultatene blir vist automatisk når beregningen er ferdig. Visninger inkluderer både kart og statistikk. Statistikken kan vises som grafikk (stolpediagram) eller tabell. Alle resultatene inkluderer en sammenligning av beregninger med og uten tiltak. Kartvisningen inkluderer en interaktiv slider for dette, i tillegg til forskjellskart som viser absolutt eller relativ endring som følge av tiltakene. Resultater kan bli lastet ned i excel-format eller som bildefil (png). Tabell 4 oppsummerer hvilke resultatvisninger som er tilgjengelige.

Tabell 4: Resultater som vises etter tiltaksberegningen

Resultat	Komponenter	Med og uten tiltak	Absolutt endring	Relativ endring
Kart av beregnet årsmiddelkonsentrasjon	PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂	X	X	X
Kart av beregnet korttidsmiddelkonsentrasjon (31. høyeste døgnmiddel)	PM ₁₀	X	X	X
Grafikk og tabell av beregnet befolkningseksposering til årsmiddel	PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂	X		
Grafikk og tabell av kildebidrag til eksposering, midlet over befolkningen	PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂	X		
Grafikk og tabell av utslippskilder	PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO _x	X		
Luftsonekart	rød og gul sone	X		

6. Eksempel

I dette eksempelet ønsker brukeren å teste effekten av en lavere piggdekkandel i trafikken.

Første steg etter valg av kommune og år er å sette inn tall for de tiltakene man ønsker å aktivere. Figur 2 viser hvordan man kan legge inn en ny piggdekkandel på 20 % for både korte og lange kjøretøyer. Med en gang man fyller inn disse tallene, vil man kunne lese av effekten på utslipp i tabellen nederst på skjermen. Siden dette går raskt, kan man teste mange forskjellige kombinasjoner av tiltak og variere tallene man legger inn, og se på hvordan dette påvirker de prosentvise utslippsendringene, uten å måtte vente lenge på utregningen.

Fordeling av drivstoff, busser ▼

Piggdekkandel, korte kjøretøyer ▲

Original: 48 %. Ny: 20

Ny andel i %: - +

[Vis beskrivelse](#)

Piggdekkandel, lange kjøretøyer ▲

Original: 30 %. Ny: 20

Ny andel i %: - +

[Vis beskrivelse](#)

Piggdekkelsesong ▼

Sektor	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x
Bakgrunn	0%	0%	0%
Sjøsalt	0%	0%	-
Eksos	0%	0%	0%
Veistøv	-41,64%	-40,4%	-
Vedfyring	0%	0%	0%
Skip	0%	0%	0%
Industri	0%	0%	0%

- Skjul utslippsendringer

Figur 2: Eksempel på bruk av tiltakstabellen. Brukeren har valgt to tiltak, “Piggdekkandel, korte kjøretøyer” og “Piggdekkandel, lange kjøretøyer” og fylt inn tall for nye piggdekkandeler. Brukeren kan også lese hvilke piggdekkandeler som er brukt i de originale beregningene. I tabellen nederst på skjermen vises det automatisk hvor store prosentvise utslippsendringer de valgte tiltakene medfører i hver sektor. I dette tilfellet er det bare sektoren veistøv som påvirkes.

Når man har funnet den kombinasjonen av tiltak man ønsker å studere nærmere, trykker man på knappen “Start beregningen” (man må scrolle ned til bunnen av siden, forbi alle tiltakene, for å finne denne knappen). Da åpnes en side som viser fremdriften til beregningen. Når beregningen er ferdig, noe som typisk tar 1-10 minutter, åpnes automatisk resultatsiden til beregningen. Der vises alle resultatene i Tabell 4 under hverandre.

Disse resultatene vil lagres på en server i minst ett døgn og være tilgjengelige for å vises og lastes ned. Hvis man lukker vinduet eller trykker “Endre tiltak”, er det ikke noen knapp som lar deg komme tilbake til den samme resultatsiden uten å gjøre beregningen på nytt. Men man kan fortsatt få opp igjen resultatsiden dersom man skriver inn den fulle URI-en som lå i adresselinja i nettleseren mens man var på resultatsiden.

Figur 3-5 viser noen eksempler på resultatvisning for en beregning med de tiltakene som blir valgt i Figur 2.



Figur 3: Eksempler på visningen av kart over PM₁₀ korttidsmiddel på resultatsiden til Tiltakskalkulatoren: (a) Menyene nede til venstre er satt til “sammenligning”. Man kan da trekke en slider til venstre og høyre. Den delen av kartet som er til venstre for slideren viser konsentrasjonene i beregningen med tiltak, mens området til høyre viser konsentrasjonene i den opprinnelige beregningen (uten tiltak). Siden dette er en interaktiv kombinasjon av to visninger, kan den ikke lastes ned som bildefil. Da må man velge enten “med tiltak” eller “uten tiltak”. (b) Menyene nede til venstre er satt til “forskjellskart absolutt”. Nå vises det hvor stor endring i korttidsmiddelkonsentrasjonen tiltakene medfører for hvert sted på kartet.



Figur 4: Eksempler på visning av luftsonekart på resultatsiden til Tiltakskalkulatoren: (a) Luftsonekart for beregningen med tiltak er valgt. (b) Luftsonekart for beregningen uten tiltak (originaldata) er valgt.

Figur 3 illustrerer to av måtene kartene kan visualiseres på, med korttidsmiddel av PM_{10} som eksempel. Med visningen “sammenligning” (Figur 3a) kan man ved å trekke den interaktive slideren til venstre og høyre sammenligne nivået av konsentrasjoner med tiltak med de originale konsentrasjonene. Ved å velge forskjellskartet (Figur 3b) kan man se forskjellen mellom beregningene med og uten tiltak direkte. Fra Figur 3b kan man se at på enkelte steder ved hovedveiene har PM_{10} -konsentrasjonen på 31. verste dag gått ned med bortimot $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figur 4 viser resultatvisningen av luftsonekart (se [Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging](#)). Her har brukeren valgt å vise luftsonekartet med og uten tiltak separat, i stedet for å bruke en slider. Da kan figurene lastes ned som png-filer. Ved å sammenligne de to luftsonekartene kan man se at utbredelsen av både gul og rød sone er betydelig redusert som følge av tiltakene med lavere piggedekandel. Disse kartvisningene skal hjelpe brukeren å se hvilke områder som har mest nytte av bedre luftkvalitet gjennom de valgte tiltakene.

Figur 5 viser resultatvisningen av befolkningseksposering. Ut fra denne kan vi se at som følge av mindre bruk av piggedekk, er det færre innbyggere som er eksponert til en årsmiddelkonsentrasjon av PM_{10} over $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og antallet som er eksponert over $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ har gått ned fra 209 til 0. I dette tilfellet var ingen eksponert til over $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i originalsituasjonen, så hele befolkningen er godt under grenseverdien for PM_{10} årsmiddelkonsentrasjon selv uten tiltak.

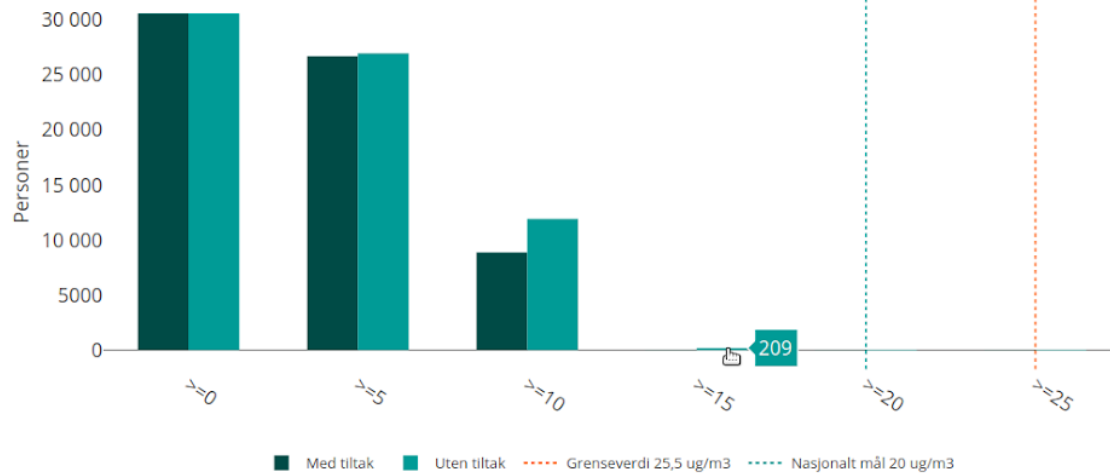
Befolkningseksposering for Gjøvik, Innlandet

Velg komponent:

PM ₁₀	NO ₂	PM _{2,5}
------------------	-----------------	-------------------

Velg visning:

Graf	Tabell
------	--------

Beregnet befolkningseksposering for PM₁₀ i 2018, med og uten tiltak

Figur 5: Eksempel på visning av befolkningseksposering på resultatsiden til Tiltakskalkulatoren: Her sammenlignes eksponeringen i beregningene med og uten tiltak. For ulike nivåer av konsentrasjon vises det hvor mange personer i kommunen som er eksponert for årsmiddelkonsentrasjoner som overskrider disse nivåene (på bostedsadressen). Lengst til venstre er grensen 0 µg/m³, så her er alle innbyggerne inkludert. Lengst til høyre vises antallet som er eksponert for de høyeste konsentrasjonene. Dette er langt færre, og dermed er søylene ofte så lave at det er vanskelig å se dem. Da kan man enten holde musa over søylene for å få opp tallene (som vist i figuren) eller velge visningen "Tabell".