

Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Status: **Endelig utgave**
Dato: 19.01.2017
Utarbeidet av: **Dag Borgnes (Norsk Energi)**
Franziska Goile og Morten Seljeskog (SINTEF Energiforskning)
Oppdragsgiver: Miljødirektoratet
Rapport nr. M-691/2017

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Rapport

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Dato: 19.01.2017

Rapport nr: M-691/2017

Dok. ID: 33367-00005-1.1

Tittel.: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Deres ref: Vigdis Vestreng

Utarbeidet av: Dag Borgnes (Norsk Energi). Morten Seljeskog og Franziska Goile (SINTEF)

Kontrollert av: Stine Torstensen

Status: Endelig utgave

Sammendrag:

Norsk Energi har i samarbeid med SINTEF Energiforskning utført tiltaksutredning vedrørende reduksjon av utslipp av klimadrivere fra vedfyring.

Følgende tiltak er utredet:

1. Forsert utskifting fra eldre (-97) til nyere vedovner
2. Forsert utskifting fra eldre (-97) til nyere og beste vedovner og pelletsovner
3. Bedret fyringsteknikk, nyere vedovner
4. Ettersyn og vedlikehold, nyere vedovner
5. Elektrostatisk partikkelrensing, nyere vedovner
6. Bedret trekkregulering vha røykgassvifte, nyere vedovner

Alle tiltak er forutsatt å starte i 2018. De fleste av tiltakene vil ha effekt utover 2050 slik de er skalert i denne rapporten.

Tiltak 1, *Forsert utskifting til nye vedovner* og tiltak 2, *Forsert utskifting til beste vedovner og pelletsovner* representerer ulike scenarier for utskifting av eldre vedovner, dvs at effekten av tiltakene ikke kan legges sammen.

Tiltak 1 eller 2 kan kombineres med ett eller flere av tiltakene 3, 4, 5 og 6. For hvert tiltak som legges til vil man da kunne oppnå en ytterligere utslippsreduksjon. Den prosentvise utslippsreduksjonen som oppnås når flere av tiltakene utføres samtidig vil være noe lavere enn det som er angitt for ett og ett tiltak.

Det er foretatt beregninger av utslippsreduksjoner i forhold til referansebanen for hvert år fram til ca 2050. Beregningene omfatter BC (Black carbon, svart karbon), OC (organisk karbon), PM_{2,5}, PM₁₀, TSP, CO, CO₂, NO_x, N₂O, CH₄, NMVOC, SO₂. BC er antatt å være en av de viktigste klimadriverne fra vedfyring, derfor er deler av rapporten fokusert på BC.

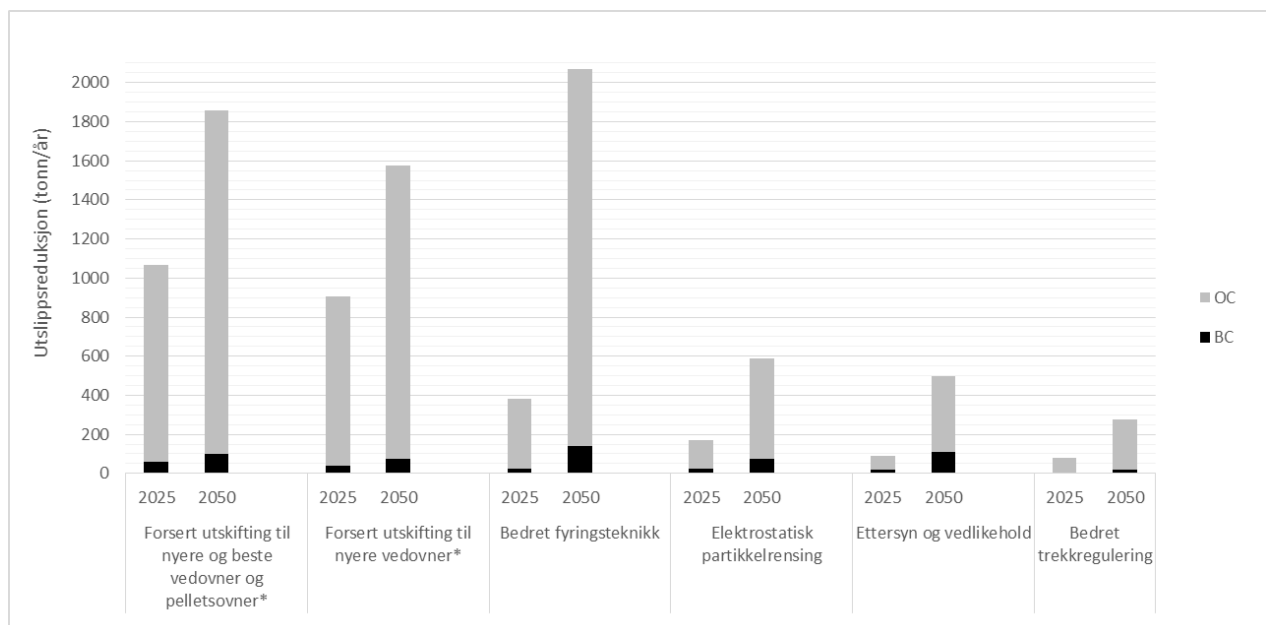
Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Utslipp av flere av de nevnte komponentene gir helseeffekter i tillegg til klimaeffekter. Dette gjelder i først rekke utslippet av svevestøv/partikler.

I Miljødirektoratet/SSB sine beregninger av historiske og fremtidige utslipp benyttes utslippsfaktor for PM på ca 12 g/kg brensel for nyere (98-) ovner. Det har skjedd en betydelig utvikling mot lavere partikkelutslipp i årene etter 1998, og ytterligere reduksjoner er forventet i årene som kommer. Fordi overgangen til de nyere ovnene ikke er inkludert i Miljødirektoratet/SSB sin referansebane, har vi laget en korrigert referansebane. Utslippsfaktoren for PM for nyere vedovner i denne korrigerte referansebanen er 8 g/kg for nyere (98-) ovner. I den korrigerte referansebanen er det benyttet endrede utslippsfaktorer også for flere av de andre utslippskomponentene.

Figuren nedenfor viser utslippsreduksjon av OC og BC i forhold til den korrigerte referansebanen.



*Ulike scenarier for utskifting av eldre vedovner, dvs at effekten av tiltakene ikke kan legges sammen. Tiltakene kan kombineres med ett eller flere av de øvrige tiltakene. Utslippsreduksjonen som oppnås når flere av tiltakene utføres samtidig vil være lavere enn det som er angitt for ett og ett tiltak.

Figur 0.1 Utslippsreduksjon av OC og BC i forhold til referansebane

Tiltakene som gir største utslippsreduksjon av BC i 2025 med den benyttede skaleringen er *forsert utskifting til nyere og beste vedovner og pelletsovner og forsert utskifting til nyere vedovner* med hhv 70 og 40 tonn BC pr år. Utslippsreduksjonen i 2025 utgjør ca 5 % av utslippet i referansebanen. Utslippsreduksjonen i 2050 er beregnet til hhv ca 100 og 70 tonn BC pr år. Disse tiltakene gir også den største utslippsreduksjonen av OC i 2025 med hhv. ca 1000 og 860 tonn pr år.

Tiltaket *bedret fyringsteknikk* gir størst utslippsreduksjon av BC i 2050.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Tiltakene *forsert utskifting til nyere og beste vedovner og pelletsovner og forsert utskifting til nyere vedovner* gir største utslippsreduksjon av PM_{2.5} i 2025 med hhv 1,6 og 1,3 ktonn (hhv. 7 og 9 % av PM_{2.5}-utslippene i referansebanen).

Omfanget av tiltakene påvirkes av virkemidlene som settes inn. For alle tiltak som omtales her, er det et stort antall valgmuligheter med tanke på utforming og skalering. Ved annen utforming eller skalering enn vist vil både kostnader og utslippsreduserende effekter bli endret.

Bedret fyringsteknikk og ettersyn og vedlikehold er gitt samme skalering fordi disse tiltakene antas å kunne utføres samtidig (begge er forutsatt å utføres hvert 5. år og av samme instans; trolig feiervesenet).

Elektrostatisk partikkelrensing og bedret trekkregulering er også gitt samme skalering, siden disse tiltakene kan være hensiktsmessig å utføre samtidig (begge krever el til skorstein).

Tiltak med større helsegevinst enn tiltakskostnad er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Foreløpige estimer basert på en verdsetting av utslippsreduksjoner av PM₁₀ under antagelse om at reduksjonene skjer hovedsakelig i tettsteder viser at alle tiltak har en større helsegevinst enn tiltakskostnad etter få år.

Tiltakene med *forsert utskifting til nyere vedovner og beste vedovner og pelletsovner* gir største reduksjoner i helsekostnader i 2025 slik tiltakene er skalert. Redusert helsekostnad i 2025 for disse tiltakene er beregnet til hhv snaut 1 og snaut 1,2 milliarder kroner. Summerte investerings- og driftskostnader er på hhv 200 og 250 millioner kroner i 2025. Etter 2030 er årlige kostnader svært lave fordi de aller flest eldre vedovner da er skiftet ut.

Beregninger av helsegevinster av tiltakene er usikre, både fordi verdsettingen av reduserte utslipp er usikker og fordi det er usikkert hvor tiltakene vil bli innført.

Det er allerede eksisterende støtteordninger for å få en overgang til ny rentbrennende ovnsteknologi. Slike støtteordninger kan utvides og styrkes for å få til en forsert utfasing av gammel ovnsteknologi samt for å utløse tiltakene med elektrostatisk partikkelrensing og bedret trekkregulering. Forbud mot bruk av eldre ovner (produsert før 1998) bør vurderes enten på permanent basis eller i perioder/områder med dårlig luftkvalitet.

Aktuelle virkemidler for tiltakene *ettersyn og vedlikehold* og *bedret fyringsteknikk* kan for eksempel være overføring av midler for å øke aktiviteten hos feiervesenet i de kommunene der en ønsker gjennomføring av tiltakene.

Det er knyttet usikkerhet til beregningene og vurderingene i denne rapporten. Usikkerheter omfatter blant annet utslippsfaktorer, vedforbruk og kostnadsdata.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Innhold

1	Innledning/bakgrunn.....	5
1.1	Utslipp av BC	6
2	Tiltak for reduksjon av kortlevde klimadrivere fra vedfyring	7
2.1	Tiltak 1. Forsert utskifting til nye vedovner	8
2.2	Tiltak 2. Forsert utskifting til nyere vedovner, beste vedovner og pelletsovner	8
2.3	Tiltak 3. Bedret fyringsteknikk – nyere vedovner	8
2.4	Tiltak 4 Ettersyn og vedlikehold – nyere vedovner	8
2.5	Tiltak 5 Elektrostatisk partikkelrensing – nyere vedovner	9
2.6	Tiltak 6 Bedret trekkregulering – røykgassvifte – nyere vedovner.....	9
2.7	Kommentarer til tiltakene	10
3	Virkemidler.....	11
3.1	Eksisterende virkemidler	11
3.2	Mulige nye virkemidler	13
4	Beregninger av utslipp.....	14
4.1	Utslippsfaktorer for partikkelutslipp.....	14
4.2	Vedforbruk	17
4.2.1	Virkningsgrad	17
5	Skalering av tiltakene	18
5.1	Tiltak 1 Forsert utskifting til nye vedovner	19
5.1	Tiltak 2 Forsert utskifting til nyere vedovner, beste vedovner og pelletsovner	20
5.2	Tiltak 3 Bedret fyringsteknikk og Tiltak 4 Ettersyn og vedlikehold.....	22
5.3	Tiltak 5 Elektrostatisk partikkelrensing og Tiltak 6 Bedret trekkregulering	23
6	Utslipsreduksjoner som følge av tiltakene	24
6.1	Forsert utskifting til nye vedovner.....	24
6.2	Forsert utskifting til nyere vedovner, beste vedovner og pelletsovner	26
6.3	Ettersyn og vedlikehold	28
6.4	Bedret fyringsteknikk	30
6.5	Elektrostatisk partikkelrensing	32
6.6	Bedret trekkregulering.....	34
6.7	Sammenstilling av utslipsreduksjoner av BC som følge av tiltakene	36
7	Kostnader.....	38
7.1	Helsekostnader	38
7.2	Investerings- og driftskostnader	39
7.3	Helsekostnader, investerings- og driftskostnader for tiltakene	40
7.3.1	Oppsummering.....	43
8	Usikkerhet	44

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

1 Innledning/bakgrunn

Denne rapporten omfatter tiltak og reduksjonsmuligheter for utslipp av klimadrivere fra vedfyring i husholdningene. Mulig utslippsreduksjoner er beregnet i tonn pr år. Klima- og miljøeffektene av utslippene er ikke beregnet. Helseeffekter av redusert partikkelutslipp er beregnet ved hjelp av verdsettingsfaktorer.

Det er allerede publisert flere rapporter som omhandler tiltak for å redusere utslipp fra vedfyring. I forbindelse med Miljødirektoratets Forslag til handlingsplan for norske utslipp av kortlevde klimadrivere ble det publisert en sektorrapport som omfattet tiltak for reduksjon av kortlevde klimadrivere fra vedfyring (M90/2013)¹. Disse tiltakene ble utredet av Norsk Energi med SINTEF som underleverandør i 2013. Etter at handlingsplanen ble publisert har Miljødirektoratet publisert rapporten, *Klimatiltak mot 2030 – "Klimaeffekt på kort sikt og helseeffekter"* (M-438/2015)². SINTEF utførte i 2015 målinger for å kvantifisere effekten av vedlikehold av vedovner på oppdrag fra Miljødirektoratet³. Den foreliggende rapport bygger på allerede publisert materiale, men omfatter en oppdatering av gamle tiltak og inkludering av to nye tiltak.

Vedfyring gir utslipp av flere komponenter som gir klimaeffekter: partikler, metan (CH₄), flyktige organiske forbindelser (nmVOC), nitrogenoksider (NO_x), karbonmonoksid (CO), CO₂ (biologisk) og små mengder N₂O og SO₂.

Partiklene består av svart karbon (BC), organisk materiale (OM) og uorganisk materiale. Organisk karbon (OC) utgjør en del av det organiske materialet. Svart karbon (BC) har oppvarmende effekt, mens organisk karbon (OC) har avkjølende effekt. NO_x-utslipp vil også virke avkjølende. Metan er en kortlevd klimadriver. I tillegg er det en forløper for ozon som er en kortlevd klimadriver med oppvarmende effekt. CO og nmVOC er også ozonforløpere og ozon nær bakken virker oppvarmende. Svovelutslipp danner sulfatpartikler i atmosfæren som sprer sollyset og har en avkjølende effekt. CO₂ er en langlevende drivhusgass og virker oppvarmende. BC er antatt å være en av de viktigste klimadriverne fra vedfyring, derfor er deler av rapporten fokusert på BC.

Utslipp av flere av de nevnte komponentene gir helseeffekter i tillegg til klimaeffekter. Dette gjelder i først rekke utslippet av svevestøv/partikler. NO_x-utslipp bidrar også til helseeffekter. Utslipet av svevestøv/partikler og nitrogenoksider (NO_x) kan føre til utvikling av sykdom, forverre sykdom og forkorte levetiden. NMVOC inneholder helseskadelige komponenter som benzen, toluen, etylbenzen og xylene (BTEX). Det er fastsatt grenseverdier i

¹ <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2013/Desember-2013/Underlagsrapport-til-Forslag-til-handlingsplan-for-norske-utslipp-av-kortlevde-klimadrivere/>

² <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2015/Desember-2105/Klimatiltak-mot-2030---klimaeffekt-pa-kort-sikt-og-helseeffekter/>

³ <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2016/Mars-2016/Effect-of-maintenance-on-particulate-emissions-from-residential-woodstoves/>

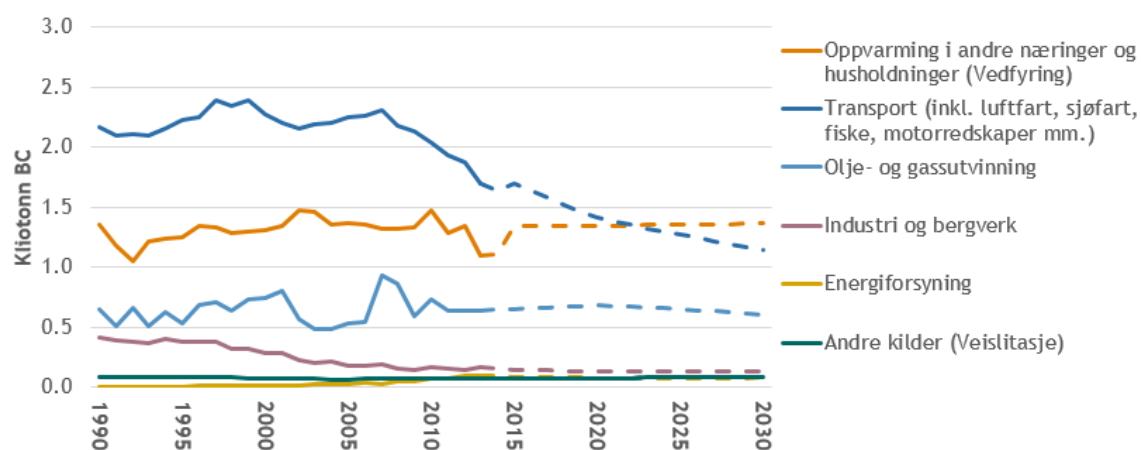
Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

forurensningsforskriften, samt nasjonale mål for luftkvalitet og helsebaserte luftkvalitetskriterier for svevestøv (PM) og NO₂.

1.1 Utslipp av BC

Figuren nedenfor viser historiske og framskrevne utslipp av svart karbon (BC) fra ulike sektorer.



MILJØ-
DIREKTORATET

Figur 1 Historiske og framskrevne utslipp av BC fra ulike sektorer (Kilde: Miljødirektoratet)

Det fremgår av figuren at utslippet fra vedfyring og transport er de desidert største kildene til nasjonalt BC-utslipp. BC-utslippet fra transport er imidlertid redusert kraftig de senere årene. Ifølge figuren ovenfor vil utslipp fra vedfyring være den største kilden til BC-utslipp i Norge i 2022 og framover.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

2 Tiltak for reduksjon av kortlevde klimadrivere fra vedfyring

Følgende tiltak omfattes av denne utredningen:

1. Forsert utskifting fra eldre (-97) til nyere vedovner
2. Forsert utskifting fra eldre (-97) til nyere vedovner (50 %), beste vedovner (45 %) og pelletsovner (5 %)
3. Bedret fyringsteknikk, nyere vedovner
4. Ettersyn og vedlikehold, nyere vedovner
5. Elektrostatisk partikkelrensing, nyere vedovner
6. Bedret trekkregulering vha røykgassvifte, nyere vedovner

Tiltak 1-4 er i all hovedsak en oppdatering av tiltak utredet i «Underlagsrapport til Forslag til handlingsplan for norske utslipp av kortlevde klimadrivere» (Miljødirektoratet rapport nr M90/2013, med følgende endringer:

- Tiltak nr 2 ble i M90 utredet med utskifting til 50 % vedovner med ny teknologi og 50 % pelletsovner. I denne utredningen er dette tiltaket endret til å omfatte utskifting til 50 % nyere vedovner, 45 % beste vedovner på markedet og 5 % pelletsovner. De beste vedovnene har nå partikkelutslipp som er stadig nærmere partikkelutslippsnivået til pelletsovner. Videre viser utviklingen så langt at pelletsovner velges i svært liten grad⁴.
- Det er i denne utredningen foretatt en oppdeling av tiltaket Bedret fyringsteknikk/Ettersyn og vedlikehold fra M90 i to separate tiltak.

Tiltak 5 og 6 ble ikke utredet i M90.

Tiltak 3 og 4 omfatter kun nyere (produsert etter 1998 (98-)) vedovner (som i M90). Tiltak 5 og 6 omfatter også kun nyere (98-) vedovner.

Noen av disse tiltakene kan også utføres på eldre ovner (produsert før 1997 (-97)). Følgende forhold taler for at tiltakene utføres på nyere (98-) vedovner:

- eldre ovner bør primært skiftes ut til nyere ovner istedenfor å utføre andre til dels kostnadskrevenende tiltak på dem
- utslippsfaktorer forbundet med tiltak på eldre vedovner er svært usikre
- det tiltaket som er blant de mer effektive for eksisterende ovner (partikkelrensing) er angitt å være dårlig egnet til eldre ovner (se kapittel 2.5)

⁴ En av Norges større leverandører av pelletsovner selger 20-40 pelletsovner pr år ifølge Terje Holt, Ole Chr. Bye (<http://www.bye.no/>) (uke 45 2016).

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

2.1 Tiltak 1. Forsert utskifting til nye vedovner

Ovner produsert etter 1998 er såkalt "rentbrennende" med lavere utslipp og bedre virkningsgrad. I referansebanen forutsettes det en naturlig utskifting av eldre vedovner (-97) til nyere (98-) vedovner. Dette tiltaket beskriver en utskifting til nyere vedovner utover referansebanen.

2.2 Tiltak 2. Forsert utskifting til nyere vedovner, beste vedovner og pelletsovner

I referansebanen forutsettes det en naturlig utskifting av eldre vedovner (-97) til nyere (98-) vedovner. Dette tiltaket beskriver en utskifting utover referansebanen til nyere vedovner (50 %), de beste vedovnene (45 %) og pelletsovner (5 %).

2.3 Tiltak 3. Bedret fyringsteknikk – nyere vedovner

Tiltaket omfatter opplæring i bedre fyringsteknikk for nyere (98-) vedovner. Antall nyere ovner øker hvert år, og dermed blir det en økning i tiltakets omfang fra år til år.

Utslippsreduksjon ved korrekt fyring kan være opptil 80%. Dette er likevel urealistisk i praksis, en reduksjon på 50 % anses mer realistisk. En australsk undersøkelse som sammenliknet resultater fra godkjenningstester med ovner i bruk støtter opp under denne antagelsen.⁵ BC ble ikke påvirket like mye som andre uforbrente komponenter.

I beregningene har vi benyttet reduksjonsgrad på 50 % for parametere påvirket av bedret forbrenning (CH₄, CO, NMVOC, OC, PM_{2.5}) med unntak av BC der vi har benyttet 25 % rensegrad.

Det er forutsatt at det foretas opplæring hvert 5. år. Opplæringen bør omfatte elementær forbrenningsteknikk, opptenningsteknikk og fokus på viktighet av tørr ved.

2.4 Tiltak 4 Ettersyn og vedlikehold – nyere vedovner

Tiltaket omfatter systematisk ettersyn og vedlikehold av nyere vedovner.

Undersøkelsen av hvordan manglende vedlikehold påvirker utslipp, viste at lekkasje som oppstår på grunn av en manglende pakning påvirker utslippene betydelig.⁶ Sammenligner man eksperimentelle data fra tester på en typisk moderne vedovn viser disse at en ovn med defekt pakning i døren hadde betydeligere høyere utslipp. Partikkelutslippet økte med 30% og BC-utslippet økte med 100% sammenliknet på samme last. Resultatene gjelder et ekstremt tilfelle helt uten pakning.

⁵ National Environment Protection Council Service Corporation, Consultation regulation impact statement for reducing emissions from wood heaters, Released 11 April 2013

⁶ <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2016/Mars-2016/Effect-of-maintenance-on-particulate-emissions-from-residential-woodstoves/>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Basert på data fra undersøkelsen har vi valgt å benytte reduksjonsgrad på 10 % for parametere påvirket av ettersyn og vedlikehold (BC, CH₄, CO, NMVOC, OC, PM_{2.5}) med unntak av BC der vi har benyttet 20 % rensegrad.

Det er forutsatt at det foretas ettersyn og vedlikehold hvert 5. år, der det blant annet etterses at ovnen er tett; hvis ikke foretas tetting av ovnen.

2.5 Tiltak 5 Elektrostatisk partikkelrensing – nyere vedovner

Elektrostatisk partikkelrensing ble vurdert i utredningen i 2013, men det ble den gangen vurdert at «Målinger viser varierende resultater og usikker effekt på de minste partiklene». Tiltaket ble således ikke utredet. Det foreligger nå mer informasjon om mulig utslippsreduksjon for partikler, bl.a. fra Danmark⁷. I Tyskland finnes en tilskuddsordning som omfatter elektrostatisk partikkelrensing. Ovner med for partikkelutslipp over grenseverdi må enten påmonteres partikkelfilter eller tas ut av drift. De som velger en ettermontering, kan søke om tilskudd fra Federal Office of Economics and Export Control (BAFA)⁸. Kostnad for elektrostatisk partikkelrensing er angitt til 800 - 1500 euro, og rensegrad for partikler er angitt til mellom 50 og 90%.

SINTEF anbefaler ikke elektrostatisk partikkelrensing til eldre ovner fordi for mye uforbrent danner belegg og reduserer virkningsgraden betydelig. En langtidsstudie i felt viser at virkningsgraden gikk ned med økt partikkelutslipp.⁹ Høy rensegrad krever kontinuerlig vedlikehold og derfor anses en virkningsgrad på 60% som mer realistisk for langtidsbruk i Norge.

I beregningene har vi benyttet rensegrad på 60 % for BC, OC og PM_{2.5}.

2.6 Tiltak 6 Bedret trekkregulering – røykgassvifte – nyere vedovner

Bedret trekkregulering vha røykgassvifte er et nytt tiltak (ble ikke vurdert i utredningen i 2013). Forbrenningslufttilførselen til en vedovn er styrt av skorkestrekken og åpningsgraden på ventiler på vedovnen. Luftbehovet varierer mye i løpet av forbrenningscyklusen. Bedret trekkregulering vha. røykgassvifte kan bidra til bedret forbrenning og dermed reduserte utslipp.

En vifte vil påvirke forbrenningsprosessen positivt,¹⁰ særlig i bygninger med gamle piper. 30% anses som et realistisk anslag på hvor mye forbrenningsrelatert utslipp kan bli redusert med røykgassvifte. Selv om en vifte forbedrer forbrenningsprosessen så blir BC ikke tilsvarende redusert, og reduksjonen av BC antas å være cirka 15%.

⁷ «Forprosjekt om rensning af brænderøg for partikler» (Miljøprojekt nr 1705, 2015, Miljøministeriet, Miljøstyrelsen) <http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2015/dec/publikation-om-forprosjekt-om-rensning-af-braenderoeg-for-partikler/>

⁸ http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/biomasse/innovations_und_zusatzfoerderung/

⁹ http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/festbrennstoffe/dateien/23_bericht.pdf

¹⁰ <http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2015/dec/publikation-om-forprosjekt-om-rensning-af-braenderoeg-for-partikler/>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Vi har benyttet rensegrad på 30 % for parametere påvirket av bedret forbrenning (CH₄, CO, NMVOC, OC, PM_{2.5}) med unntak av BC der vi har benyttet 15 % rensegrad.

2.7 Kommentarer til tiltakene

Tiltakene *Forsert utskifting til nye vedovner* og *Forsert utskifting til beste vedovner og pelletsovner* representerer ulike scenarier for utskifting av eldre vedovner. De er "overlappende", dvs at effekten av tiltakene ikke kan legges sammen.

Tiltak 1 eller 2 kan kombineres med ett eller flere av tiltakene 3, 4, 5 og 6. For hvert tiltak som legges til, vil man da kunne oppnå en ytterligere utslippsreduksjon. Den prosentvise utslippsreduksjonen som oppnås når flere av tiltakene utføres samtidig vil være noe lavere enn det som er angitt for ett og ett tiltak ovenfor (bemerk at prosentvis reduksjon beregnes av resterende utslipp).

Vedlegg 1 gir en samlet oversikt over tiltakene som er vurdert som aktuelle for å redusere utslipp fra vedfyring i husholdningene. Tiltak som ikke er utredet, kan også være relevante å gjennomføre, men antagelig i mindre skala og for spesielle forhold. Dette er nærmere beskrevet i vedlegget.

3 Virkemidler

3.1 Eksisterende virkemidler

Tidligere og dagens virkemidler for å redusere partikkelutslipp omfatter følgende:

- I 1998 ble det innført utslippsstandarder for vedovner som installeres i bygg. Byggteknisk forskrift TEK10 stiller krav om at nye lukkede ildsteder for vedfyring har partikkelutslipp lavere enn 10 g/kg.
- En rekke kommuner gir støtte ved utskifting av gamle ovner til nye rentbrennende ovner. Støttesatsen er typisk 3000-4000 kroner¹¹.
- Klima- og energifondet i Oslo kommune gir støtte til utskifting til nye, rentbrennende. Støttesatsen er 3 000 kroner innenfor Ring 3, og 1 500 kroner utenfor Ring 3 vedovner. I en kampanjeperiode fram til 1.1 2017 er støttesatsen er 6000 kroner innenfor Ringvei 3. Tilskuddet begrenses til 50 % av kostnaden.
- Takdirektivet og Gøteborgprotokollen setter et bindende krav for Norge om at vi må redusere våre utslipp av PM_{2,5} med 30% i 2020 sammenliknet med utslippet i 2005. En kald vinter med mye vedfyring kan forhindre oss fra å nå dette målet.
- Den 24. april 2015 vedtok EU-kommisjonen økodesignforordning nr. 2015/1185 om varmeovner til fastbrensel (vedovner). Forordningen er gjennomført i norsk rett ved endring av økodesignforskriften. Endringen trådte i kraft 2. mars 2016. Disse forordningene setter maksimumskrav til partikler, NO_x, OC og CO fra blant annet vedovner, pelletsovner og kjeler fyrt med biomasse. Økodesignkravene har virkning fra 2022. Grenseverdien for partikkelutslipp er satt strengere i forordningen enn den nåværende nasjonale grenseverdi. De fleste produsentene av fastbrenselovner i Norge og Norden vil likevel uten større vanskeligheter klare å overholde økodesignkravene¹².
- Kapittel 7 i forurensningsforskriften gir kommunen myndighet til å regulere utslipp fra mindre fyringsanlegg, blant annet vedovner. Reguleringen kan skje gjennom lokal forskrift eller enkeltvedtak og skal bidra til å sikre at kravene til PM₁₀ og PM_{2,5}-konsentrasjon i kapitlet overholdes. Nye grenseverdier for svevestøv trådte i kraft 1. januar 2016. De nye grenseverdiene er strengere enn minstekravene som er satt til svevestøv i EUs luftkvalitetsdirektiv. Grenseverdiene for svevestøv (PM 10 og PM 2,5) i forurensningsforskriftens Kap. 7 er gitt i tabellen nedenfor.

¹¹ <http://energitilskudd.no/stotteordning/stikkord/vedovn>

¹² <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2012/mars/okodesign---fastbrenselovner-til-lokal-romoppvarming/id2434587/>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Tabell 1 Grenseverdier for svevestøv (PM 10 og PM 2,5) i forurensningsforskriftens kapittel 7

Svevestøv	Tidligere grenseverdier	Grenseverdier 1. januar 2016
PM₁₀ årsmiddel	40 µg/m ³	25 µg/m ³
PM₁₀ døgnmiddel	50 µg/m ³ , maksimalt 35 tillatte overskridelser per år	50 µg/m ³ , maksimalt 30 tillatte overskridelser per år
PM_{2,5} årsmiddel	25 µg/m ³	15 µg/m ³

3.2 Mulige nye virkemidler

De eksisterende støtteordningene kan utvides og styrkes for å få til en *forsert utfasing* av gammel ovnsteknologi samt for å utløse tiltakene med *elektrostatisk partikkelrensing* og *bedret trekkregulering*. Informasjon om støtteordningen og hvorfor de gjennomføres, bør være en del av virkemiddelet. Ordningen kan avgrenses til kommuner som omfatter større tettsteder eller byer hvor forurensning fra vedfyring er betydelig og helsegevinsten er størst.

Aktuelle virkemidler for tiltakene *ettersyn og vedlikehold* og *bedret fyringsteknikk* kan for eksempel være overføring av midler for å øke aktiviteten hos feiervesenet i de kommunene der en ønsker gjennomføring av tiltakene.

Forbud mot bruk av eldre ovner (-98) bør vurderes enten på permanent basis eller i perioder/områder med dårlig luftkvalitet. Krav om bedre rentbrennende ovner (strengere utslippsgrenseverdi for partikler og BC i Norsk Standard) kan også være et mulig virkemiddel. Siden også nye ovner gir utslipp av partikler og andre kortlevde klimadrivere, vil strengere regelverk for alle ovner som er på markedet kunne redusere utslippene ytterligere.

4 Beregninger av utslipp

Årlige totale utslipp er beregnet slik for hver enkelt teknologi og utslippsparameter:

$$\text{Utslipp (tonn)} = \text{Utslippsfaktor (tonn/TJ}_{\text{innfyr}} \text{ (=g/MJ}_{\text{innfyr}})) \times \text{Vedforbruk/pelletsforbruk (innfyr energi, TJ}_{\text{innfyr}})$$

Deretter summeres de teknologispesifikke utslippene.

4.1 Utslippsfaktorer for partikkelutslipp

Utslippsfaktorene er basert på laboratoriemålinger utført i Norge, litteraturdata og ekspertvurderinger.

Partikkelutslippene måles i forbindelse med typegodkjenning av ovnene, og det er dermed utført et stort antall målinger av partikkelutslippet.

Utslippsfaktorene for partikler fra vedovner tilsier at partikkelutslippet består nesten utelukkende av PM_{2.5}, og vi har antatt at PM₁₀=PM_{2.5} i beregningene.

Utslippsfaktorene for BC for vedlikehold av vedovner er basert på et svært begrenset antall målinger av EC, OC og PM_{2.5}. Det er antatt at EC tilsvarer BC.

Utslippsfaktorer for situasjon etter tiltak er basert svært begrenset antall målinger.

Følgende forhold bidrar til usikkerhet i utslippsfaktorene:

- Utslippsfaktorene er basert på laboratoriemålinger og reflekterer ikke utslipp ved reelle forhold
- Utslippsfaktorer for BC baserer seg på svært få målinger av EC
- Det benyttes samme utslippsfaktorer for ulike typer ovner innenfor de tre kategoriene gammel, nyere og beste vedovner og pelletsovner. Reelt sett vil utslippsfaktorene variere mye med type ovn
- Utslippene av blant annet BC, OC, PM_{2.5}, CH₄, NMVOC og CO avhenger av forbrenningsforholdene. Utslippsfaktorene for nyere ovner er holdt konstante i hele perioden, i realiteten har det vært en utvikling mot stadig lavere partikkelutslipp

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

I Miljødirektoratet/SSB sine beregninger av historiske og fremtidige utslipp benyttes utslippsfaktor for PM på ca 12 g/kg for nye (98-) ovner.

Det har skjedd en betydelig utvikling mot lavere partikkelutslipp i årene etter 1998. Ovnene som selges pr idag har typisk utslippsfaktor på er 2-3 g/kg. Det forventes at typisk partikkelutslipp for fremtidige ovner kan bli ned mot 1 g/kg (forutsatt god fyringsteknikk og egnet skorstein med gode trekkforhold).

Fordi overgangen til de nyere ovnene ikke er inkludert i Miljødirektoratet/SSB sin referansebane, er det grunn til å anta at utslippene i deres referansebane er for høye.

SINTEF har nylig presentert anbefalte revisjoner av utslippsfaktorer for eldre (-97) og nyere (98-) vedovner¹³. Utslippsfaktorene er basert på laboratoriemålinger, litteraturstudier og ekspertvurderinger. Vi har benyttet disse reviderte utslippsfaktorene i våre beregninger i denne rapporten.

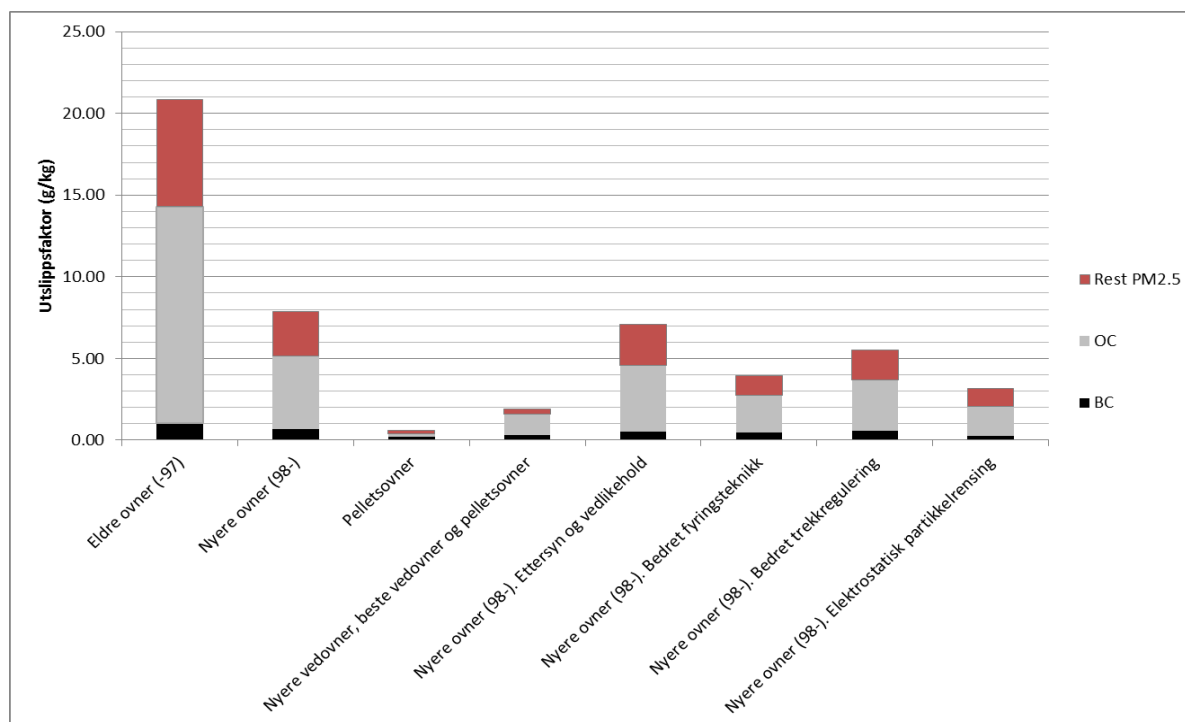
Nominell last gir vesentlig lavere utslipp enn dellast. Utslippsfaktorene ivaretar effekt av ulik fyring (nominell last og lav last). For å beregne typisk utslipp fra vedovner er det behov for å vekte utslippsfaktorene for dellast og nominell last. I vektingsprosedyren som ligger til grunn for Miljødirektoratet/SSB sine utslippsfaktorer benyttes reduserte utslippsfaktorer for store byer, hvor mindre dellast drift er lagt til grunn. I den reviderte metoden angitt av SINTEF benyttes vekting av dellast/nominell belastning for eldre på 65/35 % og nyere ovner på 70/30%. Vi har benyttet denne vektingen i våre beregninger.

Figuren nedenfor viser benyttede PM_{2.5}-utslippsfaktorer (hele søylen) samt OC- og BC-utslippsfaktorer for eldre og nyere vedovner uten og med tiltak samt beste vedovner og pelletsovner. Det fremgår av figuren nedenfor at utslippsfaktoren for PM_{2.5} for nyere vedovner er ca 8 g/kg.

¹³ Seljeskog, M.; Goile, F.; Skreiberg, Ø., SINTEF Energy Research. "Recommended revisions of Norwegian emission factors for wood stoves" Energy Procedia (2016)

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring



Figur 2 Utslippsfaktorer for eldre og nyere ovner uten og med tiltak (g/kg)

De reviderte utslippsfaktorene for BC, OC og PM_{2.5} som fremgår av figuren ovenfor er noe lavere enn de som tidligere er benyttet av Miljødirektoratet/SSB. Utslippsfaktoren for CO₂ er marginalt lavere enn det som er benyttet tidligere, mens utslippsfaktorene for CH₄, CO, NMVOC og SO₂ er høyere enn det som er benyttet tidligere.

Utslippsfaktorer for alle komponenter (uten og med tiltak) er gitt i vedlegg 2.

4.2 Vedforbruk

Framskrivningene av vedforbruk i dette arbeidet er utarbeidet av Miljødirektoratet i forbindelse med tiltaksanalysearbeidet. Samlet forbruk av ved er framskrevet som historisk utvikling 1990-2013 (+0,3% p.a.). Veksten er regnet i forhold til forbruket i 2012 pga. at 2013 var et år med særlig lavt forbruk pga. varm vinter.

Endringen i forbruket i ovner med gammel teknologi som er lagt til grunn er den samme som endringen per år for årene 1990-2013 (-3,3% per år). Endringsfaktor for forbruket i peiser er +1,8 % per år. Forbruket i nye ovner er restbestemt.

4.2.1 Virkningsgrad

Avgitt energi fra vedfyring kan beregnes ved å multiplisere vedforbruket (gitt som innfyrt energi) og virkningsgrad. I Miljødirektoratet/SSB sine beregninger benyttes virkningsgrader på hhv. 50 og 75 % for eldre og nyere vedovner.

SINTEF har nylig presentert anbefalte revisjoner av utslippsfaktorer for eldre (-97) og nyere (98-) vedovner¹⁴. Dette arbeidet omfattet også evaluering av virkningsgrad for eldre og nyere ovner. Det ble her funnet at virkningsgraden for eldre og nyere vedovner er hhv. 66 og 71 % for eldre og nyere vedovner (med den angitte vektingen for nominell last og dellast), og disse er benyttet i våre beregninger.

I alle de utredede tiltakene er *avgitt energi* den samme som i referansebanen. Den høyere virkningsgraden for nyere vedovner innebærer dermed at vedforbruket avtar i forhold til referansebanen ved overgang fra eldre til nyere vedovner

Det er knyttet betydelig usikkerhet både til historisk og framskrevet vedforbruk, blant annet fordi historisk forbruk er basert på spørreundersøkelser, og fordi det benyttes antakelser vedrørende typer ved og fuktighetsinnhold i veden. I tillegg kommer usikkerhet fordi det foretas ekstrapolering av data fra årene med undersøkelser til årene uten undersøkelser.

¹⁴ Seljeskog, M.; Goile, F.; Skreiberg, Ø., SINTEF Energy Research. "Recommended revisions of Norwegian emission factors for wood stoves" Energy Procedia (2016)

5 Skalering av tiltakene

Pelletsovner gir lavere utslipp enn vedovn. I skaleringen har vi lagt til grunn en moderat utskifting til pelletsovner. Momenter som tilsier vedovn istedenfor pelletsovn er høyere kostnad for pelletsovner og at mange har tilgang på billig eller gratis ved. Videre viser utviklingen så langt at pelletsovner velges i svært liten grad¹⁵.

Det er grunn til å anta at de aller fleste nyere ovner installeres slik at trekkforholdene er rimelig gode, og tiltaket Bedret trekkregulering er dermed gitt et moderat omfang. Vi antar at 15 % av nyere (98-) ovner vil kunne oppnå redusert utslipp som følge av bedret trekkregulering.

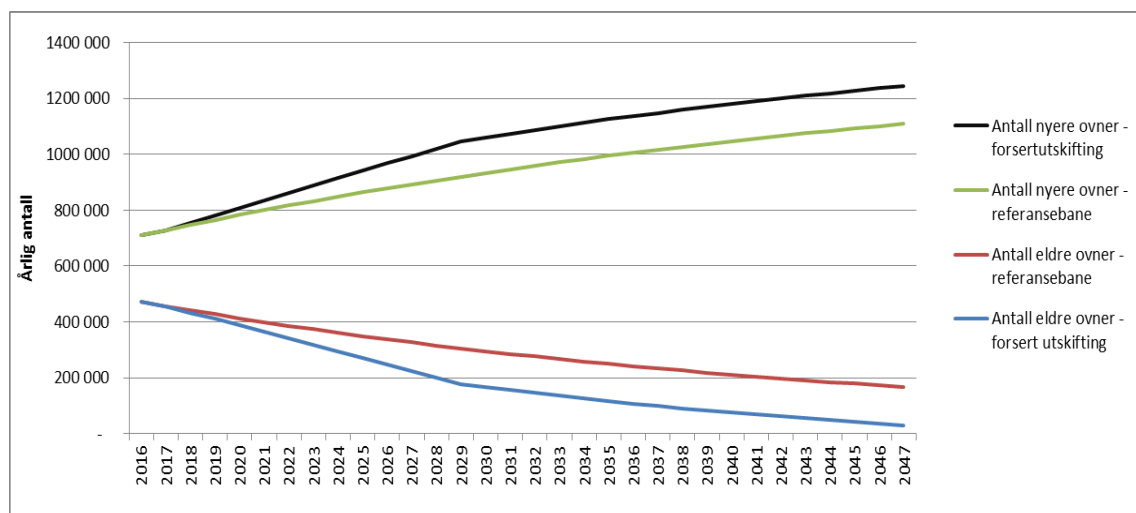
Elektrostatisk filter kan benyttes som et tillegg til alle øvrige tiltak. Vi anser at dette kan bli et viktig tiltak for reduksjon av partikkelutslipp, men har gitt det et moderat omfang fordi erfaringene med tiltaket foreløpig er begrensede.

Omfanget avgjøres av virkemidlene som settes inn, samt om det er andre drivere som vil påvirke utviklingen av både referansebanen (dvs. framskrivningene av utslippene uten ytterligere virkemidler) og respons på virkemidler (eksempelvis pris på pelletsovner, endring i strømpriser etc.).

¹⁵ En av Norges større leverandører av pelletsovner selger 20-40 pelletsovner pr år ifølge Terje Holt, Ole Chr. Bye (<http://www.bye.no/>) (uke 45 2016).

5.1 Tiltak 1 Forsert utskifting til nye vedovner

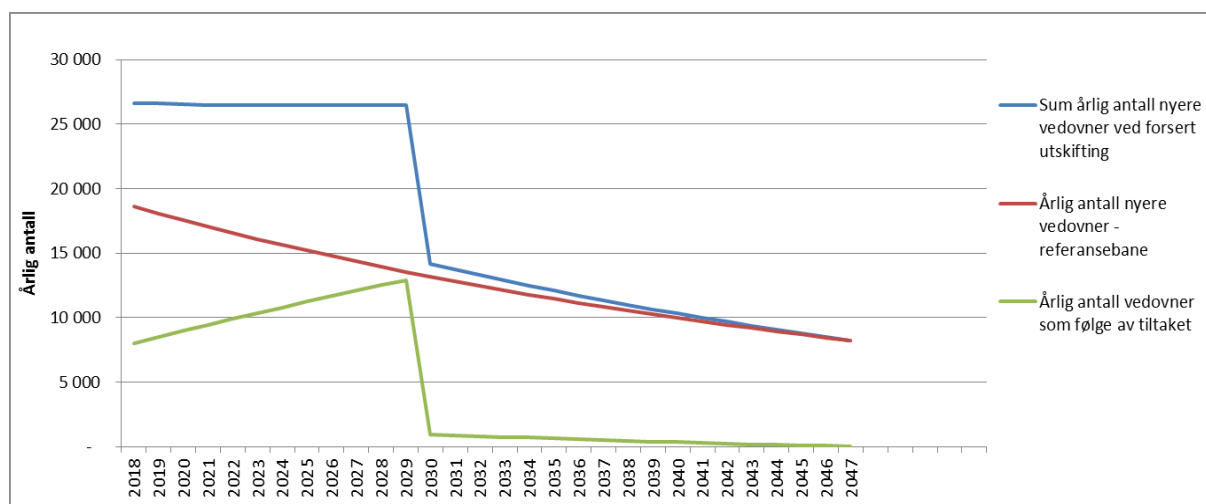
Figuren nedenfor viser totalt antall eldre og nyere ovner i referansebanen og ved forsert utskifting.



Figur 3 Totalt antall eldre og nyere ovner i referansebanen og ved forsert utskifting til nyere ovner

Figuren ovenfor viser at det er ca 470 000 eldre og 700 000 nyere ovner i Norge i dag. Tiltaket er skalert slik at det vil være igjen drøyt 270 000 eldre ovner i 2025, og ca 40 000 i 2045.

Figuren nedenfor viser årlig antall nyere ovner i referansebanen og ved forsert utskifting.



Figur 4 Antall ovner som årlig skiftes ut i referansebanen og i tiltaket "Forsert utskifting til nye vedovner". Sum årlig antall nyere vedovner ved forsert utskifting

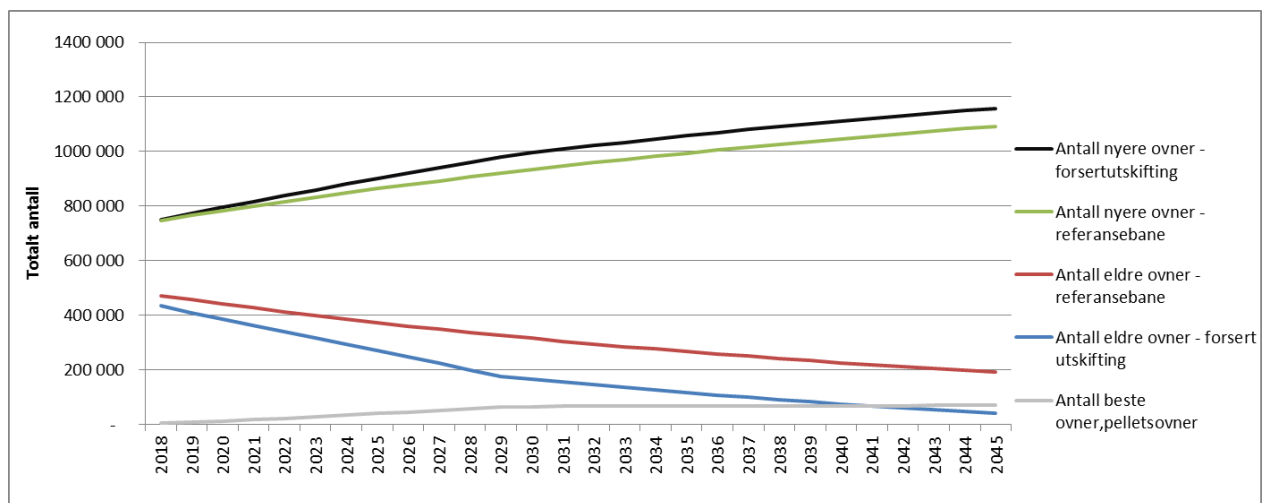
Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Figuren ovenfor viser at årlig antall nye vedovner som følge av dette tiltaket vil være på rundt 8 000 (2018) til drøyt 13 000 (2029), deretter er utskiftingstakten omtrent som i referansebanen.

5.1 Tiltak 2 Forsert utskifting til nyere vedovner, beste vedovner og pelletsovner

Figuren nedenfor viser totalt antall eldre og nyere ovner i referansebanen og ved forsert utskifting. I dette tiltaket er 50 % av den forserte utskiftingen til nyere vedovner, 45 % til beste vedovner og 5 % til pelletsovner.



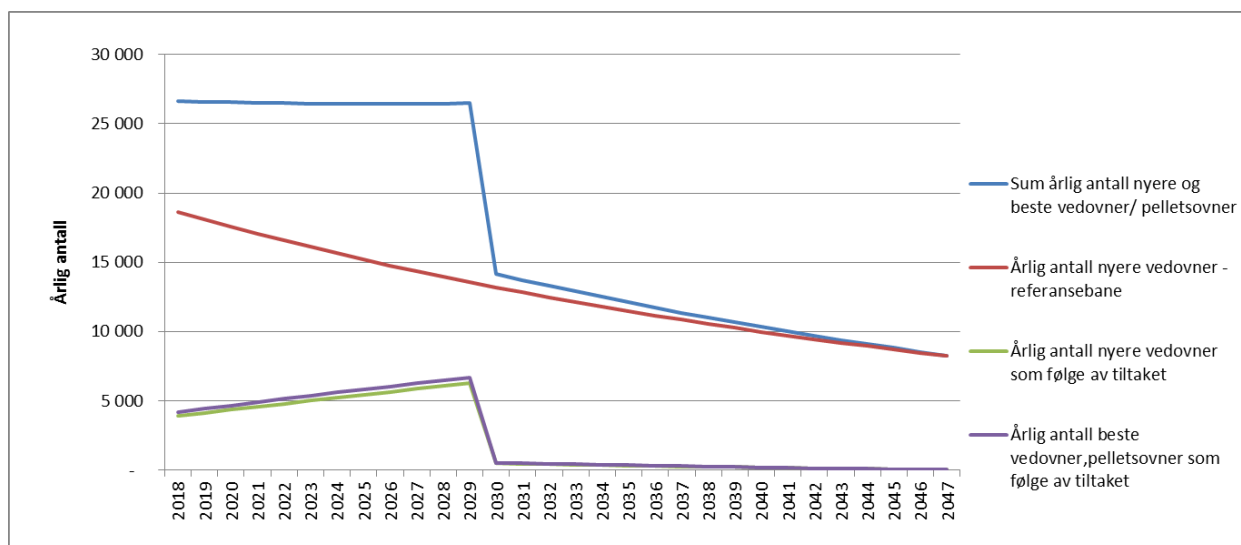
Figur 5 Totalt antall eldre og nyere ovner i referansebanen og ved forsert utskifting til nyere ovner og beste vedovner og pelletsovner

Figuren ovenfor viser at det er ca 470 000 eldre og 700 000 nyere ovner i Norge i dag. Tiltaket er skalert slik at det vil være igjen drøyt 270 000 eldre ovner i 2025, og ca 40 000 i 2045.

Figuren nedenfor viser årlig antall eldre, nyere ovner og beste vedovner og pelletsovner i referansebanen og ved forsert utskifting.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring



Figur 6 Årlig antall eldre og nyere ovner i referansebanen og ved forsert utskifting

Figuren ovenfor viser at antall nyere vedovner og antall beste vedovner og pelletsovner som følge av dette tiltaket vil være på rundt 4000 (2018) til 6500 ovner per år i 2029.

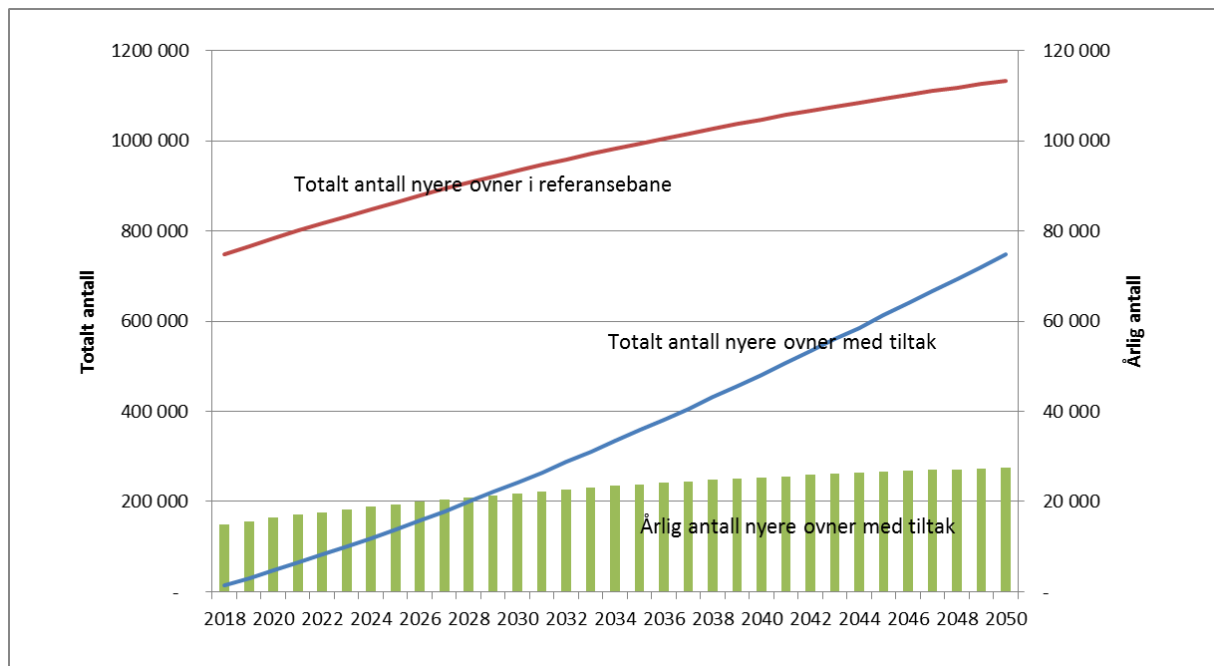
Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

5.2 Tiltak 3 Bedret fyringsteknikk og Tiltak 4 Ettersyn og vedlikehold

Bedret fyringsteknikk og ettersyn og vedlikehold er gitt samme skalering fordi disse tiltakene antas å kunne utføres samtidig (begge er forutsatt å utføres hvert 5. år og av samme instans; trolig feiervesenet).

Figuren nedenfor viser totalt antall nyere vedovner, totalt antall nyere ovner med tiltak samt årlig antall nyere ovner med tiltak.



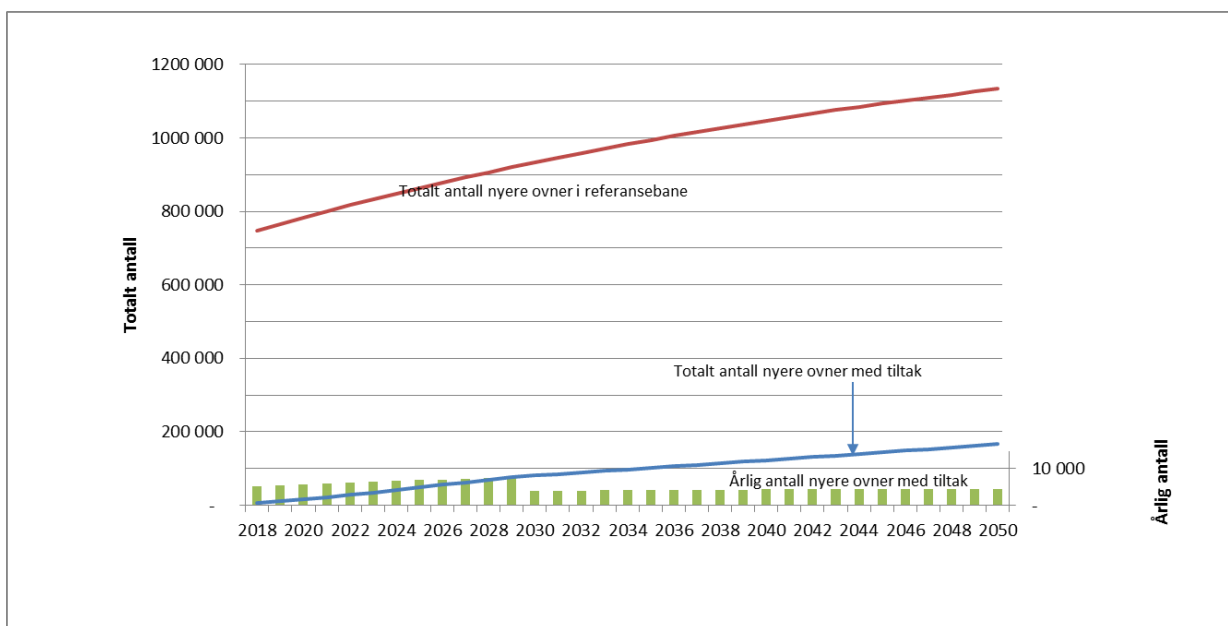
Figur 7 Totalt antall nyere vedovner i referansebane, totalt antall nyere ovner med tiltak samt årlig antall nyere ovner med tiltak

Vi ser av figuren ovenfor at årlig antall ovner med tiltak øker fra ca 15 000 i 2018 til 20 000 i 2025 og 27 000 i 2050. I 2025 omfatter tiltaket ca 140 000 ovner.

5.3 Tiltak 5 Elektrostatisk partikkelrensing og Tiltak 6 Bedret trekkregulering

Elektrostatisk partikkelrensing og bedret trekkregulering er gitt samme skalering, fordi disse tiltakene kan være hensiktsmessig å utføre samtidig (begge krever el til skorstein) og fordi de begge er antatt å omfatte en liten andel av det totale antall nyere ovner (15 % av nyere ovner i 2015).

Figuren nedenfor viser totalt antall nyere vedovner i referansebanen, totalt antall nyere ovner det antas å gjøre tiltak på samt årlig antall nyere ovner med tiltak.



Figur 8 Totalt antall nyere vedovner, totalt antall nyere ovner med tiltak samt årlig antall nyere ovner med tiltak

Vi ser av figuren ovenfor at totalt antall ovner med tiltak omfatter ca 50 000 i 2025. I 2050 omfatter det snaut 170 000 ovner. Årlig antall ovner med tiltak er 6800 i 2025. Fra 2030 til 2050 er årlig antall ovner med tiltak ca 4000.

6 Utslippsreduksjoner som følge av tiltakene

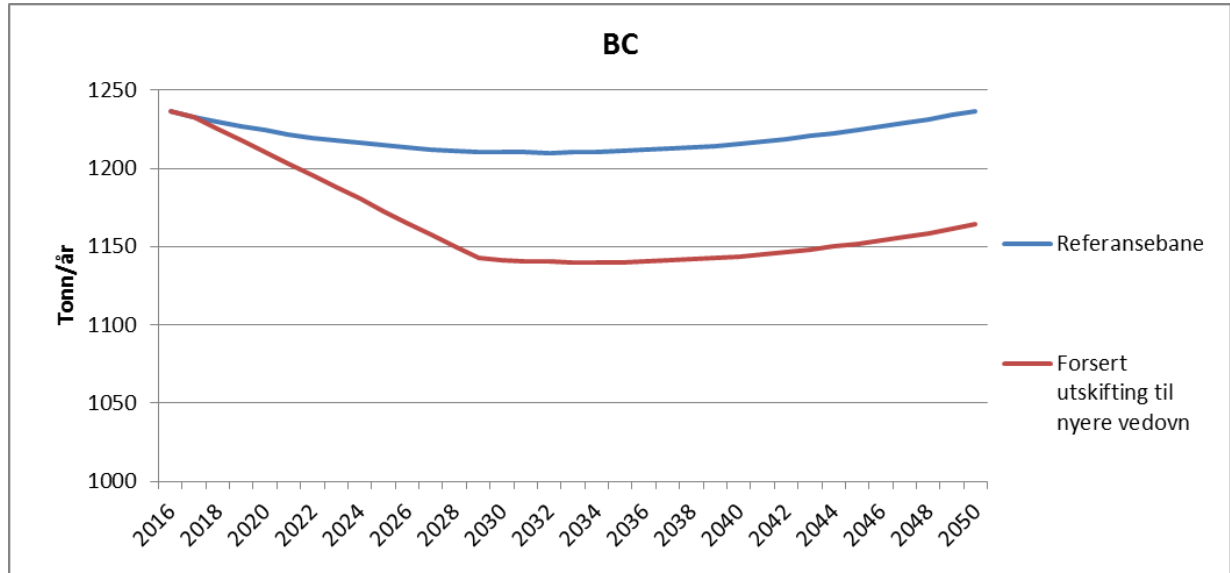
6.1 Forsert utskifting til nye vedovner

Tabellen nedenfor viser utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket.

Tabell 2 Utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket

		2018	2025	2050
BC (tonn/år)	Referansebane	1230	1215	1237
	Etter tiltak	1226	1173	1164
	Utslippsreduksjon	4	42	73
CH₄ (tonn/år)	Referansebane	12437	11201	8797
	Etter tiltak	12312	10005	6716
	Utslippsreduksjon	124	1196	2081
CO (tonn/år)	Referansebane	137646	138891	146929
	Etter tiltak	137425	136760	143222
	Utslippsreduksjon	221	2131	3707
CO₂ (ktonn/år)	Referansebane	2346	2418	2625
	Etter tiltak	2346	2418	2625
	Utslippsreduksjon	0.0	0.1	0.2
NM VOC (tonn/år)	Referansebane	25599	25205	24918
	Etter tiltak	25518	24428	23567
	Utslippsreduksjon	81	776	1351
N₂O (tonn/år)	Referansebane	47.0	48.0	51.7
	Etter tiltak	47.0	47.8	51.3
	Utslippsreduksjon	0.0	0.2	0.4
NO_x (tonn/år)	Referansebane	1449	1482	1612
	Etter tiltak	1448	1476	1600
	Utslippsreduksjon	1	7	11
OC (tonn/år)	Referansebane	11550	10741	9323
	Etter tiltak	11460	9877	7819
	Utslippsreduksjon	90	864	1504
PM_{2.5} (ktonn/år)	Referansebane	19	18	16
	Etter tiltak	19	17	14
	Utslippsreduksjon	0.1	1.3	2.3
SO₂ (tonn/år)	Referansebane	494	505	541
	Etter tiltak	494	503	539
	Utslippsreduksjon	0	1	2

Figuren nedenfor viser årlig utslipp BC i referansebane og for tiltak.



Figur 9 BC-utslipp. Tiltak 1 Forsert utskifting til nyere vedovn

Det fremgår av tabellen og figurene ovenfor at tiltaket *forsert utskifting til nyere vedovn* gir utslippsreduksjon på ca 40 tonn BC pr år i 2025 og ca 70 tonn BC pr år i 2050.

Utslippsreduksjonen av BC i 2025 og 2050 utgjør hhv ca 4 og 6 % av utslippet i referansebanen.

Utslippsreduksjonen av PM_{2,5} i 2025 (1,3 ktonn) utgjør 7 % av PM_{2,5}-utslippet i referansebanen.

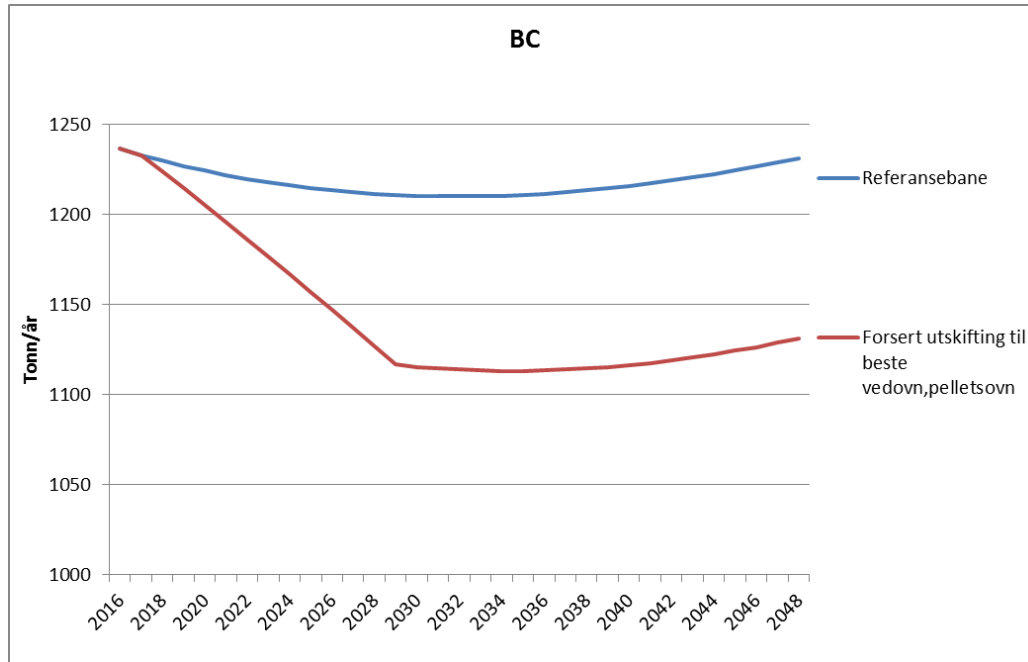
6.2 Forsert utskifting til nyere vedovner, beste vedovner og pelletsovner

Tabellen nedenfor viser utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket.

Tabell 3 Utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket

		2018	2025	2050
BC (tonn/år)	Referansebane	1230	1215	1237
	Etter tiltak	1224	1157	1137
	Utslippsreduksjon	6	58	100
CH₄ (tonn/år)	Referansebane	12437	11201	8797
	Etter tiltak	12295	9839	6429
	Utslippsreduksjon	141	1361	2368
CO (tonn/år)	Referansebane	137646	138891	146929
	Etter tiltak	137080	133440	137445
	Utslippsreduksjon	566	5451	9484
CO₂ (ktonn/år)	Referansebane	2346	2418	2625
	Etter tiltak	2346	2418	2625
	Utslippsreduksjon	0.0	0.1	0.2
NM VOC (tonn/år)	Referansebane	25599	25205	24918
	Etter tiltak	25448	23752	22391
	Utslippsreduksjon	151	1453	2528
N₂O (tonn/år)	Referansebane	47.0	48.0	51.7
	Etter tiltak	47.0	47.8	51.3
	Utslippsreduksjon	0.0	0.2	0.4
NO_x (tonn/år)	Referansebane	1449	1482	1612
	Etter tiltak	1448	1476	1600
	Utslippsreduksjon	1	7	11
OC (tonn/år)	Referansebane	11550	10741	9323
	Etter tiltak	11445	9730	7564
	Utslippsreduksjon	105	1011	1759
PM_{2.5} (ktonn/år)	Referansebane	19	18	16
	Etter tiltak	19	16	13
	Utslippsreduksjon	0.2	1.6	2.7
SO₂ (tonn/år)	Referansebane	494	505	541
	Etter tiltak	494	503	539
	Utslippsreduksjon	0	1	2

Figuren nedenfor viser årlig utslipp BC i referansebane og for tiltak.



Figur 10 BC-utslipp. Tiltak 2 Forsert utskifting til nyere vedovner, beste vedovner og pelletsovner

Det fremgår av tabellen og figuren ovenfor at tiltaket *forsert utskifting til nyere vedovner, beste vedovner og pelletsovner* gir utslippsreduksjon på ca 60 tonn BC pr år i 2025 og ca 100 tonn BC pr år i 2050.

Utslippsreduksjonen av BC i 2025 og 2050 utgjør hhv ca 5 og 8 % av utslippet i referansebanen.

Utslippsreduksjonen av PM_{2,5} i 2025 (1,6 ktonn) utgjør 9 % av PM_{2,5}-utslippet i referansebanen.

6.3 Ettersyn og vedlikehold

Tabellen nedenfor viser utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket.

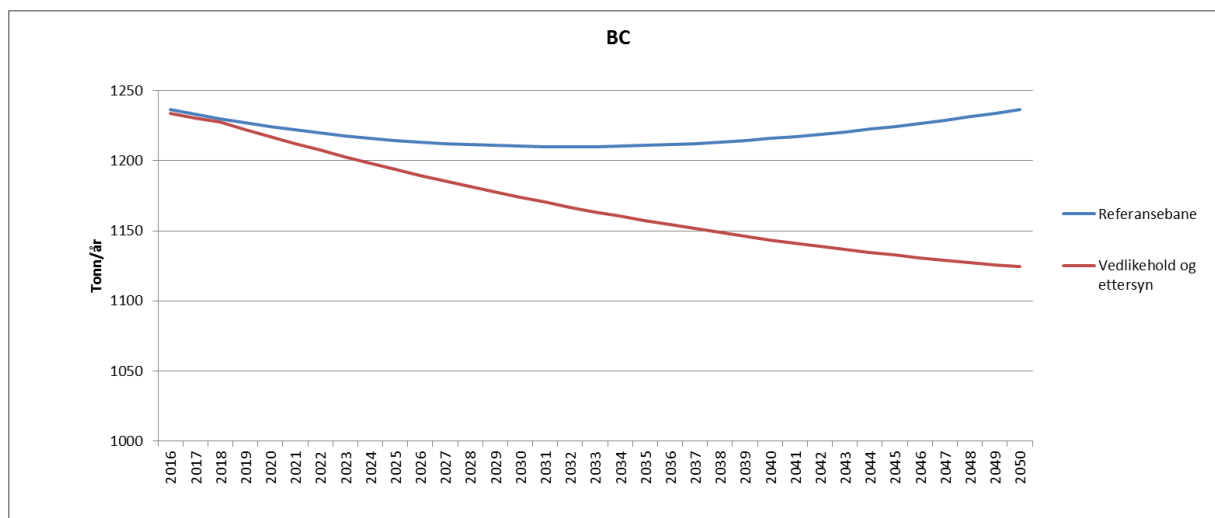
Tabell 4 Utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket

		2018	2025	2050
BC (tonn/år)	Referansebane	1230	1215	1237
	Etter tiltak	1228	1194	1124
	Utslippsreduksjon	2	21	112
CH₄ (tonn/år)	Referansebane	12437	11201	8797
	Etter tiltak	12430	11139	8464
	Utslippsreduksjon	7	62	333
CO (tonn/år)	Referansebane	137646	138891	146929
	Etter tiltak	137499	137531	139571
	Utslippsreduksjon	147	1360	7358
CO₂ (ktonn/år)	Referansebane	2346	2418	2625
	Etter tiltak	2346	2418	2625
	Utslippsreduksjon	0	0	0
NM VOC (tonn/år)	Referansebane	25599	25205	24918
	Etter tiltak	25573	24963	23612
	Utslippsreduksjon	26	241	1306
N₂O (tonn/år)	Referansebane	47	48	52
	Etter tiltak	47	48	52
	Utslippsreduksjon	0	0	0
NO_x (tonn/år)	Referansebane	1449	1482	1612
	Etter tiltak	1449	1482	1612
	Utslippsreduksjon	0	0	0
OC (tonn/år)	Referansebane	11550	10741	9323
	Etter tiltak	11542	10670	8937
	Utslippsreduksjon	8	71	386
PM_{2.5} (ktonn/år)	Referansebane	19	18	16
	Etter tiltak	19	18	16
	Utslippsreduksjon	0.0	0.1	0.7
SO₂ (tonn/år)	Referansebane	494	505	541
	Etter tiltak	494	505	541
	Utslippsreduksjon	0	0	0

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Figuren nedenfor viser årlig utslipp av BC i referansebane og for tiltak.



Figur 11 BC-utslipp. Tiltak 3 Vedlikehold og ettersyn

Det fremgår av tabellen og figuren ovenfor at tiltaket *vedlikehold og ettersyn* gir utslippsreduksjon på ca 20 tonn BC pr år i 2025 og drøyt 100 tonn BC pr år i 2050.

Utslippsreduksjonen i 2025 og 2050 utgjør hhv ca 1,5 og 8 % av utslippet i referansebanen.

6.4 Bedret fyringsteknikk

Tabellen nedenfor viser utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket.

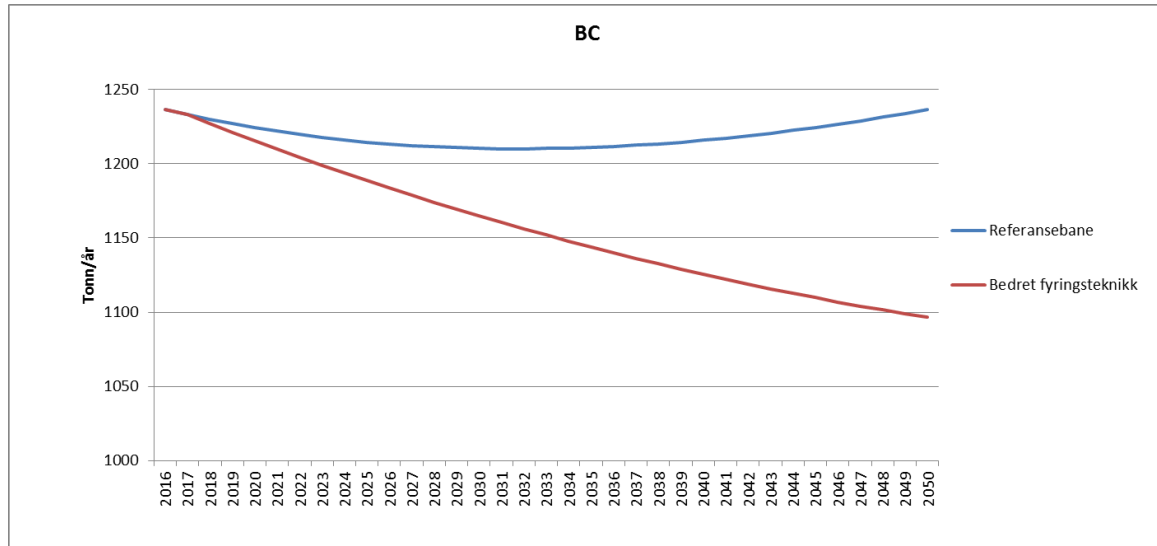
Tabell 5 Utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket

		2018	2025	2050
BC (tonn/år)	Referansebane	1230	1215	1237
	Etter tiltak	1227	1189	1096
	Utslippsreduksjon	3	26	140
CH₄ (tonn/år)	Referansebane	12437	11201	8797
	Etter tiltak	12403	10893	7130
	Utslippsreduksjon	33	308	1666
CO (tonn/år)	Referansebane	137646	138891	146929
	Etter tiltak	136910	132092	110139
	Utslippsreduksjon	735	6799	36791
CO₂ (ktonn/år)	Referansebane	2346	2418	2625
	Etter tiltak	2346	2418	2625
	Utslippsreduksjon	0	0	0
NM VOC (tonn/år)	Referansebane	25599	25205	24918
	Etter tiltak	25468	23998	18387
	Utslippsreduksjon	131	1207	6531
N₂O (tonn/år)	Referansebane	47	48	52
	Etter tiltak	47	48	52
	Utslippsreduksjon	0	0	0
NO_x (tonn/år)	Referansebane	1449	1482	1612
	Etter tiltak	1449	1482	1612
	Utslippsreduksjon	0	0	0
OC (tonn/år)	Referansebane	11550	10741	9323
	Etter tiltak	11511	10385	7393
	Utslippsreduksjon	39	357	1930
PM_{2.5} (ktonn/år)	Referansebane	19	18	16
	Etter tiltak	19	17	13
	Utslippsreduksjon	0.1	0.6	3.4
SO₂ (tonn/år)	Referansebane	494	505	541
	Etter tiltak	494	505	541
	Utslippsreduksjon	0	0	0

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Figuren nedenfor viser årlig utslipp av BC i referansebane og for tiltak.



Figur 12 BC-utslipp. Tiltak 4 Bedret fyringsteknikk

Det fremgår av tabellen og figuren ovenfor at tiltaket *bedret fyringsteknikk* gir utslippsreduksjon på ca 25 tonn BC pr år i 2025 140 tonn BC pr år i 2050.

Utslippsreduksjonen i 2025 og 2050 utgjør hhv ca 2 og 11 % av utslippet i referansebanen.

6.5 Elektrostatisk partikkelrensing

Tabellen nedenfor viser utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket.

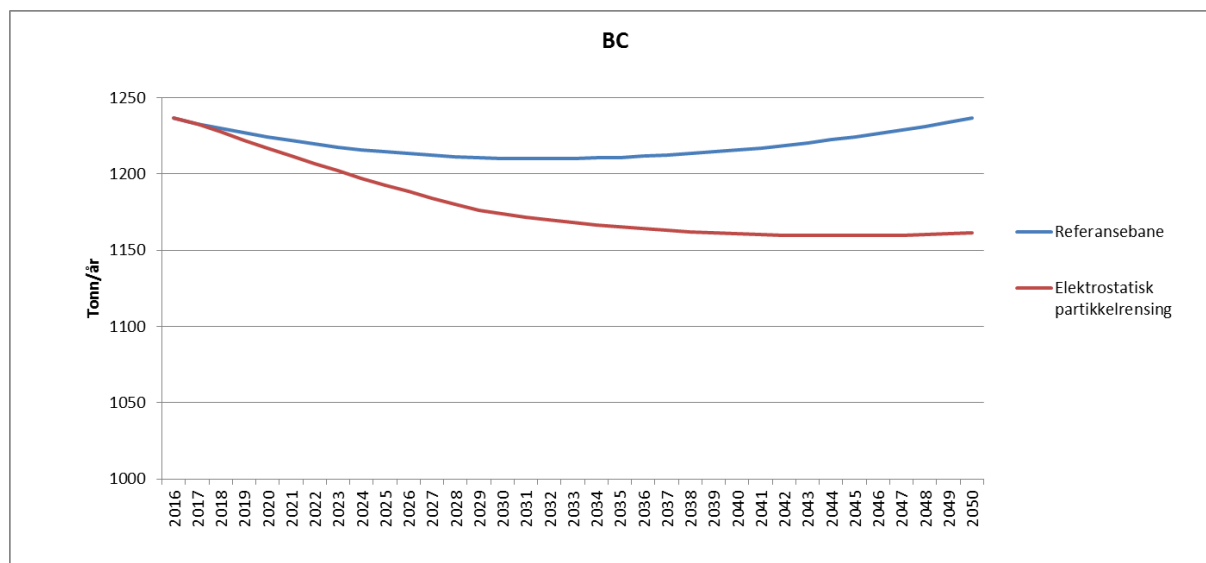
Tabell 6 Utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket

		2018	2025	2050
BC (tonn/år)	Referansebane	1230	1215	1237
	Etter tiltak	1228	1193	1162
	Utslippsreduksjon	2	22	75
CH₄ (tonn/år)	Referansebane	12437	11201	8797
	Etter tiltak	12437	11201	8797
	Utslippsreduksjon	0	0	0
CO (tonn/år)	Referansebane	137646	138891	146929
	Etter tiltak	137646	138891	146929
	Utslippsreduksjon	0	0	0
CO₂ (ktonn/år)	Referansebane	2346	2418	2625
	Etter tiltak	2346	2418	2625
	Utslippsreduksjon	0	0	0
NM VOC (tonn/år)	Referansebane	25599	25205	24918
	Etter tiltak	25599	25205	24918
	Utslippsreduksjon	0	0	0
N₂O (tonn/år)	Referansebane	47	48	52
	Etter tiltak	47	48	52
	Utslippsreduksjon	0	0	0
NO_x (tonn/år)	Referansebane	1449	1482	1612
	Etter tiltak	1449	1482	1612
	Utslippsreduksjon	0	0	0
OC (tonn/år)	Referansebane	11550	10741	9323
	Etter tiltak	11533	10592	8808
	Utslippsreduksjon	16	150	516
PM_{2.5} (ktonn/år)	Referansebane	19	18	16
	Etter tiltak	19	18	15
	Utslippsreduksjon	0.0	0.3	0.9
SO₂ (tonn/år)	Referansebane	494	505	541
	Etter tiltak	494	505	541
	Utslippsreduksjon	0	0	0

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Figuren nedenfor viser årlig utslipp av BC i referansebane og for tiltak.



Figur 13 BC-utslipp. Tiltak 5 Elektrostatisk partikkelrensing

Det fremgår av tabellen og figuren ovenfor at tiltaket *elektrostatisk partikkelrensing* gir utslippsreduksjon på ca 20 tonn BC pr år i 2025 og 75 tonn BC pr år i 2050.

Utslippsreduksjonen i 2025 og 2050 utgjør hhv ca 2 og 6 % av utslippet i referansebanen.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

6.6 Bedret trekkregulering

Tabellen nedenfor viser utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket.

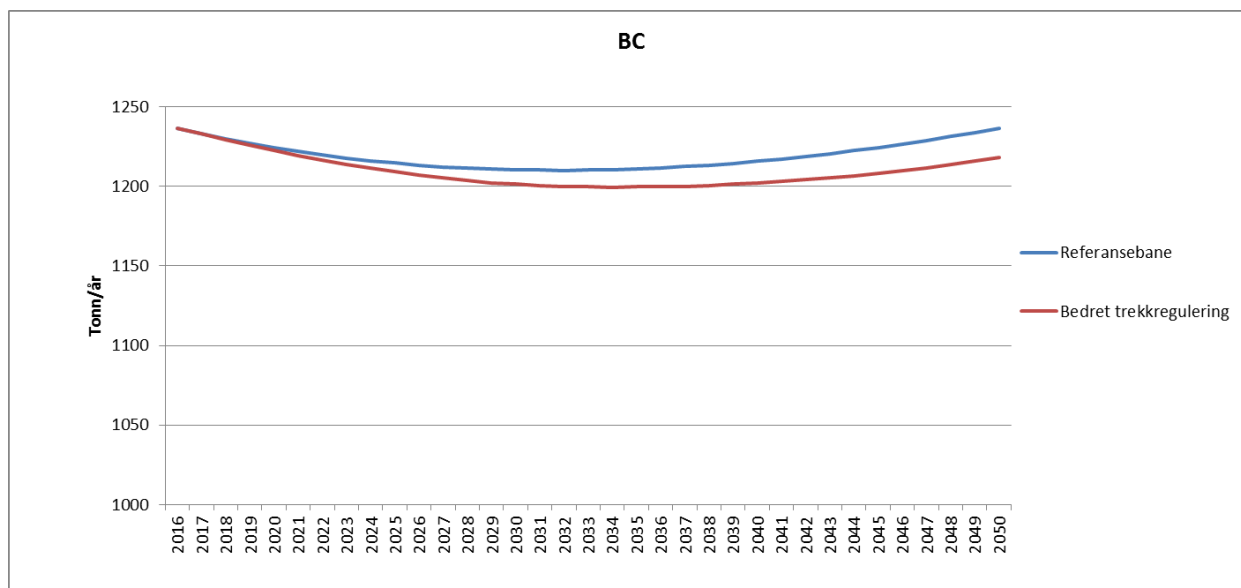
Tabell 7 Utslipp i referansebane, etter tiltak samt utslippsreduksjon som følge av tiltaket

		2018	2025	2050
BC (tonn/år)	Referansebane	1230	1215	1237
	Etter tiltak	1229	1209	1218
	Utslippsreduksjon	1	5	19
CH₄ (tonn/år)	Referansebane	12437	11201	8797
	Etter tiltak	12430	11136	8574
	Utslippsreduksjon	7	65	223
CO (tonn/år)	Referansebane	137646	138891	146929
	Etter tiltak	137491	137463	142013
	Utslippsreduksjon	154	1428	4917
CO₂ (ktonn/år)	Referansebane	2346	2418	2625
	Etter tiltak	2346	2418	2625
	Utslippsreduksjon	0	0	0
NM VOC (tonn/år)	Referansebane	25599	25205	24918
	Etter tiltak	25572	24951	24045
	Utslippsreduksjon	27	253	873
N₂O (tonn/år)	Referansebane	47	48	52
	Etter tiltak	47	48	52
	Utslippsreduksjon	0	0	0
NO_x (tonn/år)	Referansebane	1449	1482	1612
	Etter tiltak	1449	1482	1612
	Utslippsreduksjon	0	0	0
OC (tonn/år)	Referansebane	11550	10741	9323
	Etter tiltak	11541	10667	9065
	Utslippsreduksjon	8	75	258
PM_{2.5} (ktonn/år)	Referansebane	19	18	16
	Etter tiltak	19	18	16
	Utslippsreduksjon	0.0	0.1	0.5
SO₂ (tonn/år)	Referansebane	494	505	541
	Etter tiltak	494	505	541
	Utslippsreduksjon	0	0	0

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Figuren nedenfor viser årlig utslipp av BC i referansebane og for tiltak.



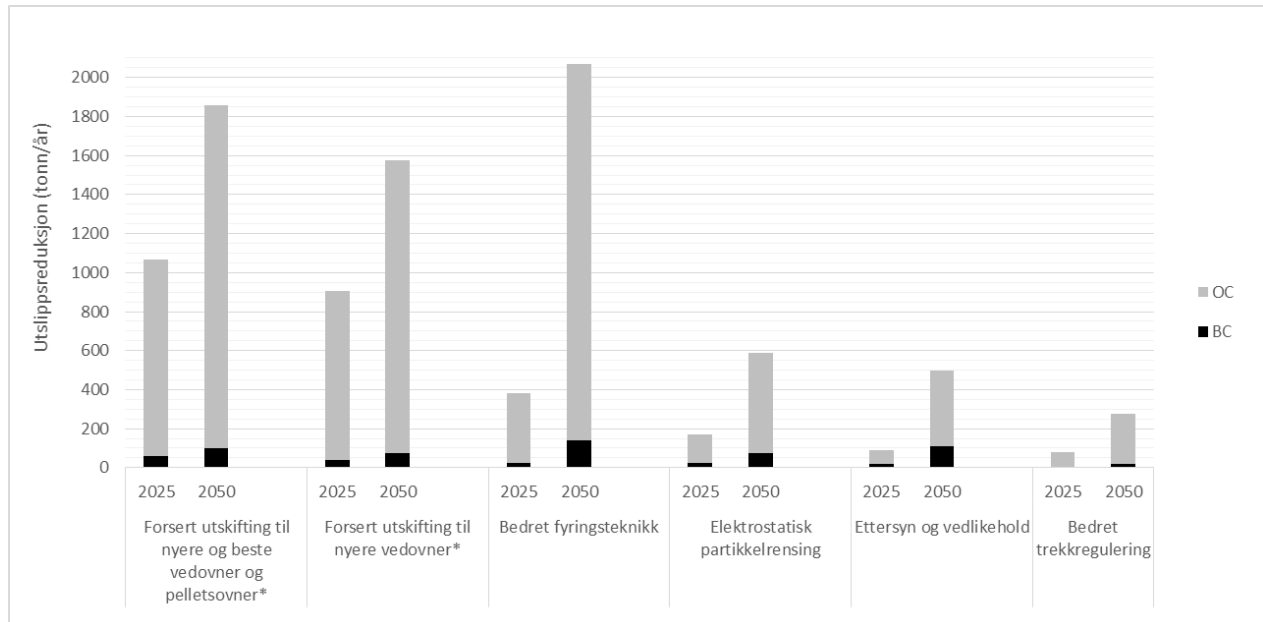
Figur 14 BC-utslipp. Tiltak 6 Bedret trekkregulering

Det fremgår av tabellen og figuren ovenfor at tiltaket *bedret trekkregulering* gir utslippsreduksjon på ca 5 tonn BC pr år i 2025 og 20 tonn BC pr år i 2050.

Utslippsreduksjonen i 2025 og 2050 utgjør hhv ca 0,5 og 1,5 % av utslippet i referansebanen.

6.7 Sammenstilling av utslippsreduksjoner av som følge av tiltakene

Figuren nedenfor viser utslippsreduksjon av OC og BC i forhold til referansebanen.



*Ulike scenarier for utskifting av eldre vedovner, dvs. at effekten av tiltakene ikke kan legges sammen. Tiltakene kan kombineres med ett eller flere av de øvrige tiltakene. Utslippsreduksjonen som oppnås når flere av tiltakene utføres samtidig vil være lavere enn det som er angitt for ett og ett tiltak.

Figur 15 Utslippsreduksjon av OC og BC i forhold til referansebanen

Vi ser av figuren ovenfor at tiltakene som gir største utslippsreduksjon av BC i 2025 med den benyttede skaleringen er *forsert utskifting til nyere og beste vedovner og pelletsovner* og *forsert utskifting til nyere vedovner* med hhv 70 og 40 tonn BC pr år. Utslippsreduksjonen i 2025 utgjør ca 5 % av utslippet i referansebanen. Utslippsreduksjonen i 2050 er beregnet til hhv ca 100 og 70 tonn BC pr år. Disse tiltakene gir også den største utslippsreduksjonen av OC i 2025 med hhv. ca 1000 og 860 tonn pr år.

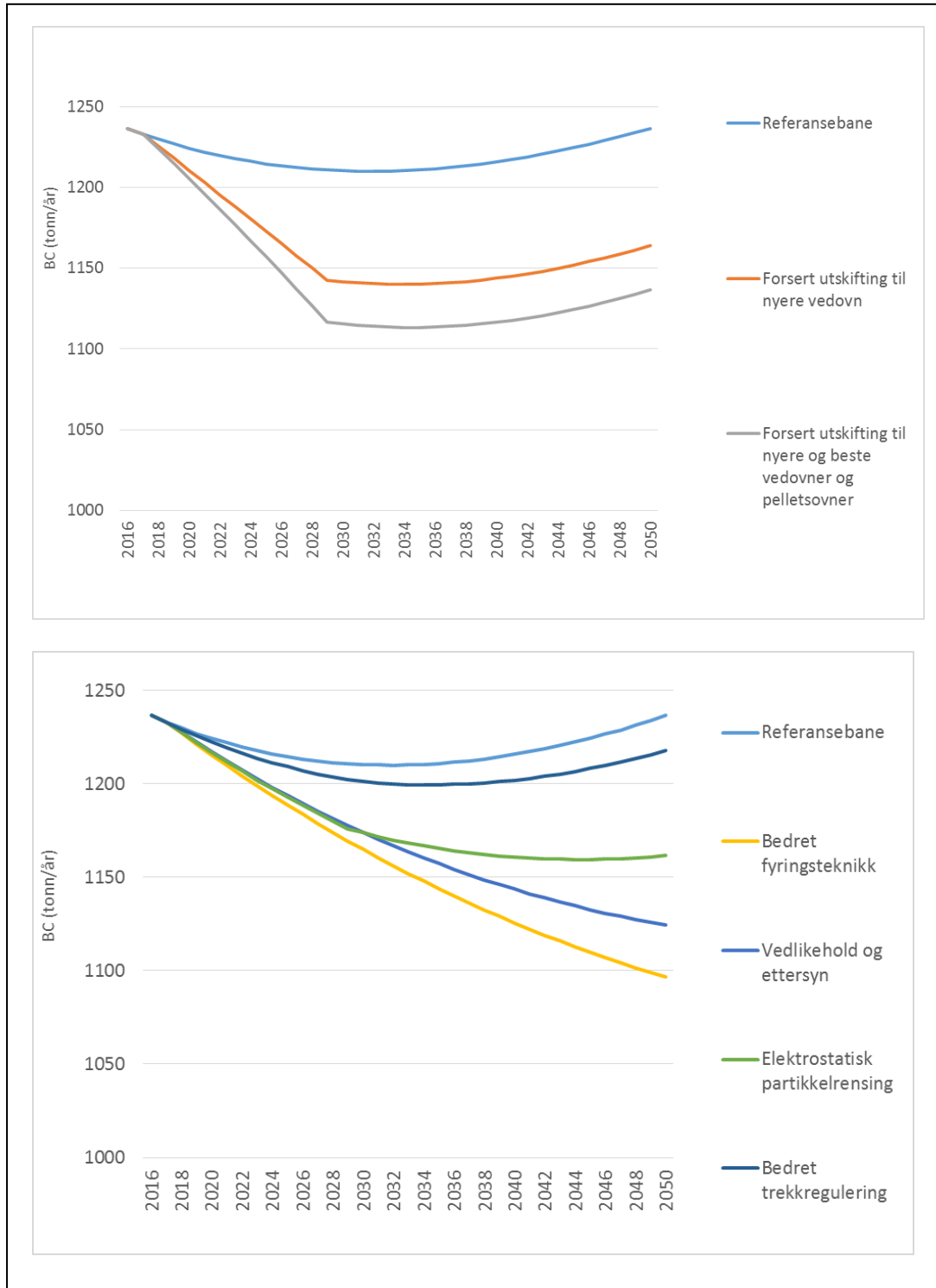
Tiltaket *bedret fyringsteknikk* gir størst utslippsreduksjon av BC i 2050.

Tiltakene *forsert utskifting til nyere og beste vedovner og pelletsovner* og *forsert utskifting til nyere vedovner* gir største utslippsreduksjon av PM_{2.5} i 2025 med hhv 1,6 og 1,3 ktonn (hhv. 7 og 9 % av PM_{2.5}-utslippene i referansebanen).

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Figuren nedenfor viser BC-utslipp i referansebanen og for de vurderte tiltakene.



Figur 16 BC-utslipp i referansebanen og for de vurderte tiltakene

7 Kostnader

7.1 Helsekostnader

Utslipp av partikler og NO_x bidrar til helseeffekter. Det gjør også ozon nær bakken, men det har ikke vært mulig å verdsette i denne rapporten. Helseeffekten verdsettes som eksterne effekter i de samfunnsøkonomiske beregningene. Effekten av redusert utslipp avhenger av hvor mange som blir eksponert for utslippene. Verdsettingsfaktorer for partikler og NO_x er vist i tabellen nedenfor. Tabellen er hentet fra Miljødirektoratets rapport *Klimatiltak mot 2030- Klimaeffekt på kort sikt og helseeffekter* (M-438)¹⁶.

Tabell 8 Verdsettingsfaktorer for PM₁₀ og NO_x basert på antatt geografisk fordeling av utslippsreduksjoner

Gruppe		Verdsettingsfaktor PM ₁₀	Verdsettingsfaktor NO _x
1 - Gjennomsnittlig verdsettingsfaktor transporttiltak i lavutslippsrapporten	I denne gruppa ligger de transporttiltakene det ble beregnet helsegevinst av i lavutslippsrapporten, samt biodrivstofftiltak i veitransport og andre mobile kilder.	3000 kr/kg	100 kr/kg
2 - Andre områder	I denne gruppa ligger tiltak der utslippsreduksjonene er vurdert å komme hovedsakelig i områder med spredt bebyggelse eller i områder uten bebyggelse (som tiltak offshore i petroleumssektoren og luftfartssektoren).	0 kr/kg	20 kr/kg
3 - Andre områder/tettsteder	I denne gruppa ligger tiltak der utslippsreduksjonene er vurdert å komme dels i områder med spredt bebyggelse og dels i eller i nærheten av tettsteder.	375 kr/kg	50 kr/kg
4 - Tettsted	I denne gruppa ligger tiltak der utslippsreduksjonene er vurdert å skje hovedsakelig i tettsteder, samt tiltak som vil ha effekt både i spredtbygde områder, i tettsteder og i større byer.	750 kr/kg	80 kr/kg
5 - Ikke relevant	I denne gruppa ligger HFK-, PFK- og jordbrukstiltak uten utslipp av NO _x eller PM ₁₀ . De er derfor ikke relevante for analysen av helseeffekter i denne sammenhengen.	Ikke relevant	Ikke relevant

De vurderte tiltakene har bare marginal innvirkning på NO_x-utslippene og andre ozon-forløpere, men alle tiltak gir redusert partikkelutslipp¹⁷. I denne rapporten er det derfor kun helseeffekten av reduserte PM-utslipp som er verdsatt fordi verdsettingsfaktorer for BC ikke er tilgjengelig.

¹⁶ <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2015/Desember-2105/Klimatiltak-mot-2030---klimaeffekt-pa-kort-sikt-og-helseeffekter/>

¹⁷ nmVOC inneholder helseskadelige komponenter som benzen, toluen, etylbenzen og xylen (BTEX), men helseeffekten av reduserte utslipp er ikke vurdert her.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

7.2 Investerings- og driftskostnader

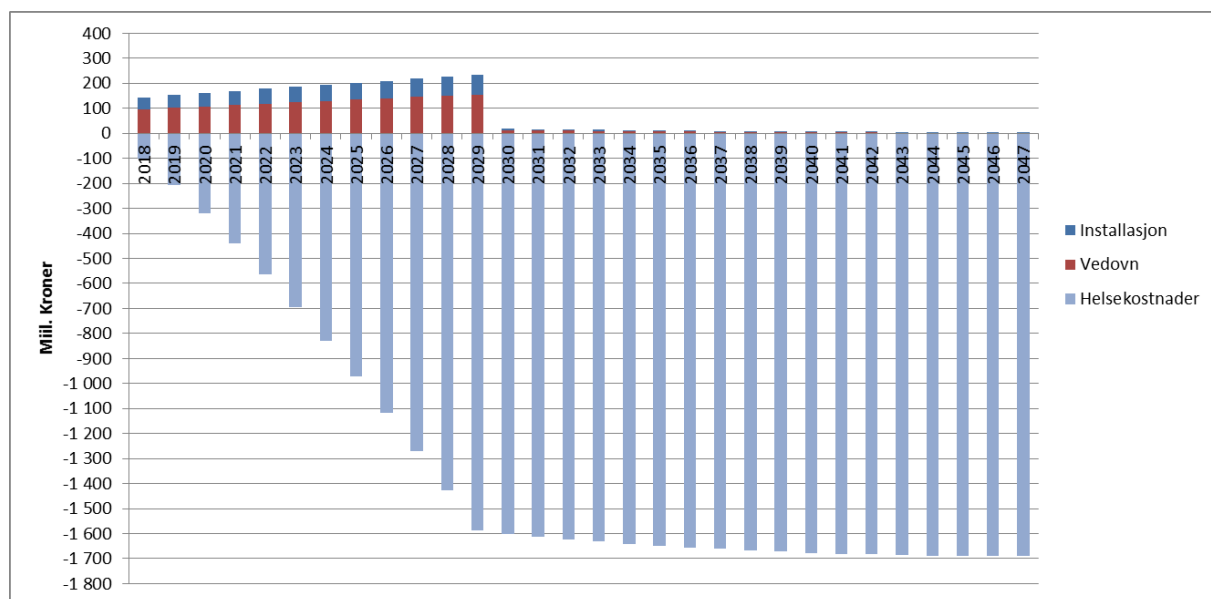
Tabellen nedenfor viser investerings- og driftskostnader benyttet i beregningene for de ulike tiltakene.

Tabell 9 Investerings- og driftskostnader for de ulike tiltakene

	NOK per ovn (eks. mva.)	Kommentar/referanse
Tiltak 1 Forsert utskifting til nyere vedovner		
Per enhet nye ovner (NOK)	12000	http://www.varmeforum.no/produkt?type=vedovner
Installasjonskostnader (NOK)	6000	http://www.byggebolig.no/peis-ovn-pipe-brannmur-brensel/pris-pa-installasjon-av-vedovn/
Driftskostnader (NOK) vedovner	0	Antar samme driftskostnader for eldre og nye ovner
Tiltak 2 Forsert utskifting til beste vedovner og pelletsovner		
Per enhet nye beste vedovner pelletsovner (NOK)	18000	
Installasjonskostnader (NOK)	7000	
Økte driftskostnader i forhold til vedovn	0	
Tiltak 3 Bedret fyringsteknikk		
Investering	0	Engangskostnad
Lønnskostnader - teknisk vedlikehold 2 timer hvert 5. år	320	Fordelt Årlig kostnad (800x2/5)
Tiltak 4 Bedret ettersyn og vedlikehold		
Investering	0	Engangskostnad
Lønnskostnader - teknisk vedlikehold 2 timer hvert 5. år	320	Fordelt Årlig kostnad (800x2/5)
Forbruksmateriell	40	Årlig kostnad
Tiltak 5 Elektrostatisk partikkelrensing		
Elektrostatisk partikkelrensing	8000	
Installasjonskostnader (NOK)	4200	
Driftskostnader (NOK)	200	Årlig kostnad
Tiltak 6 Bedret trekkregulering		
Røykgassvifte	5200	
Installasjonskostnader (NOK)	4200	
Driftskostnader (NOK)	200	Årlig kostnad

7.3 Helsekostnader, investerings- og driftskostnader for tiltakene

Figurene nedenfor viser økte investerings- og driftskostnader samt reduserte helsekostnader i forhold til referansebanen for de ulike tiltakene. Tiltakene som er utredet er antatt å bli innført dels i områder med spredt bebyggelse og dels i eller i nærheten av tettsteder. Det er ikke utført vurdering av hvor tiltakene innføres, og vi har valgt å benytte verdsettingsfaktoren for «Tettsted». Denne er estimert til 750 kr/kg¹⁸ basert på oppdaterte anslag for marginale eksterne kostnader ved utslipp av PM₁₀¹⁹.



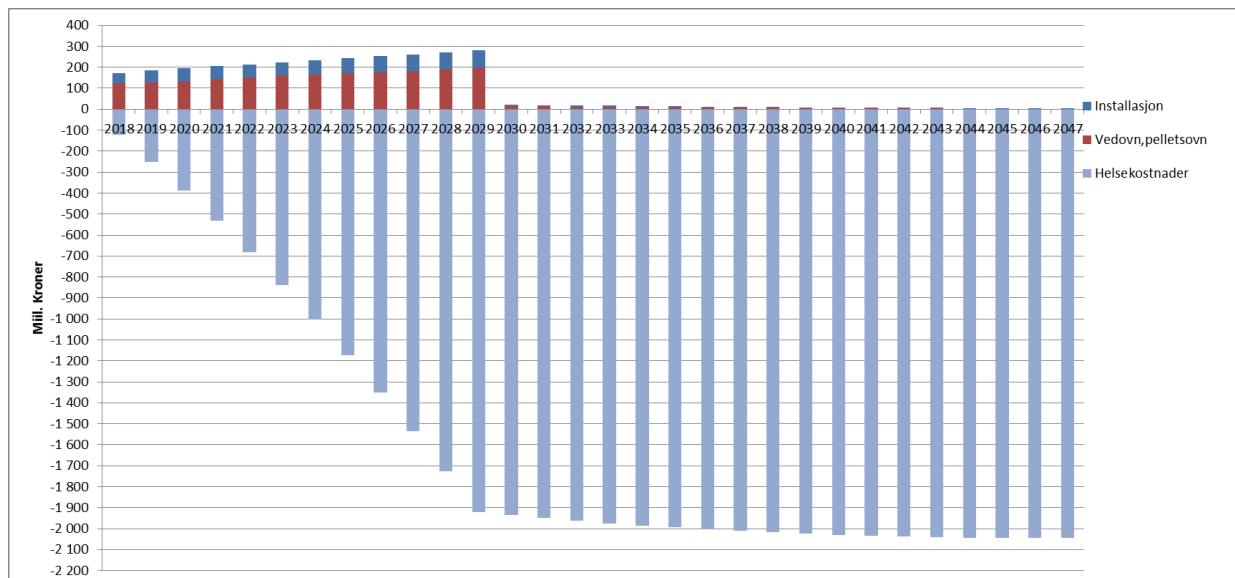
Figur 17 Investerings- og driftskostnader. Helsekostnader. Tiltak 1 Forsert utskifting til nyere vedovn

¹⁸ <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2015/Desember-2105/Klimatiltak-mot-2030---klimaeffekt-pa-kort-sikt-og-helseeffekter/>

¹⁹ Vista Analyse. (2015). Karin Ibenholt, Kristin Magnussen, Ståle Navrud og John Magne Skjelvik: «Marginale eksterne kostnader ved enkelte miljøpåvirkninger», Vista Analyse rapport 2015/19 . Vista Analyse.

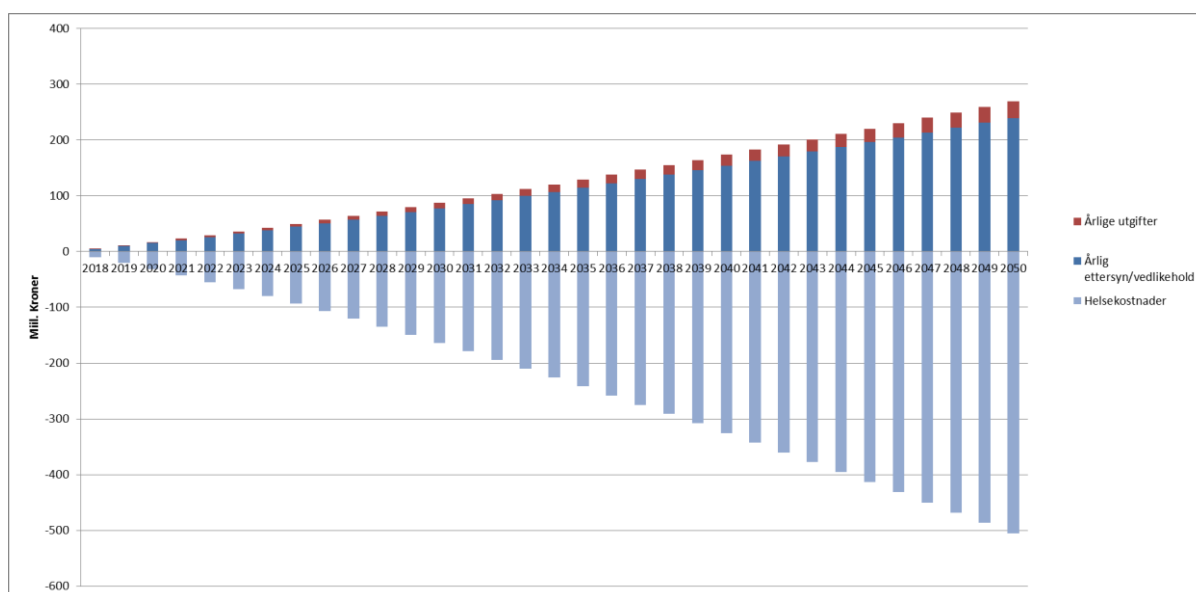
Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring



Figur 18 Investerings- og driftskostnader. Helsekostnader. Tiltak 2 Forsert utskifting til beste vedovner og pelletsovner

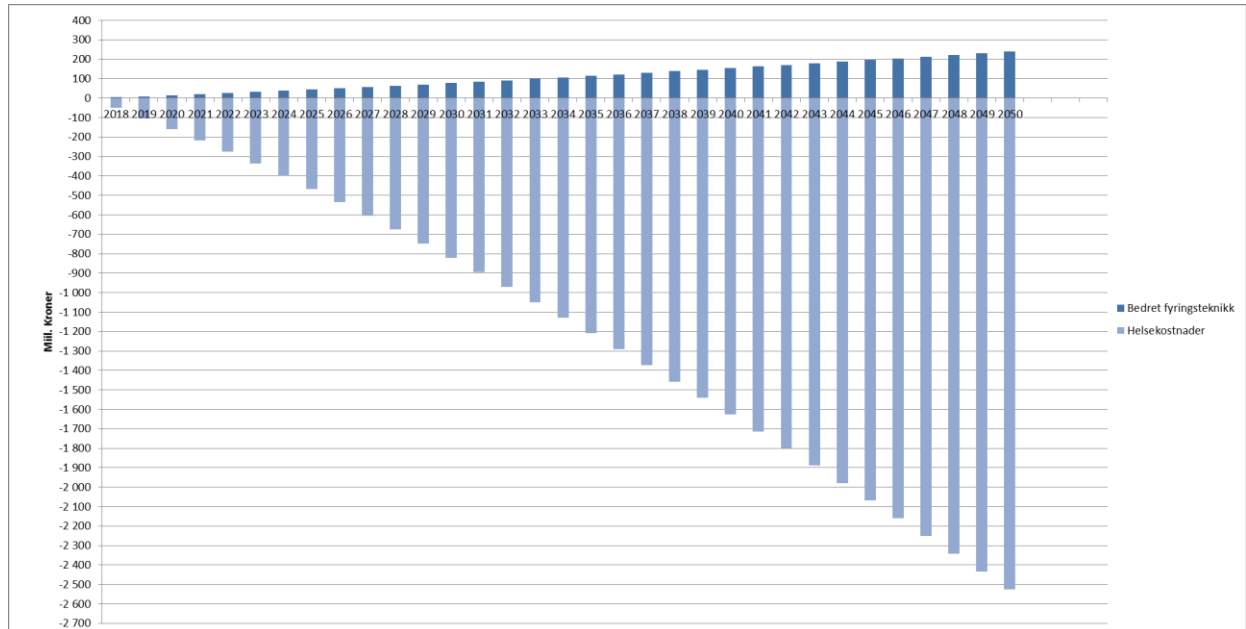
Summerte investerings- og driftskostnader er på hhv 200 og 250 millioner kroner i 2025 for tiltakene forsert utskifting til nyere vedovner og forsert utskifting til nyere vedovner og beste vedovner og pelletsovner. Etter 2030 er kostnadene svært lave fordi de aller fleste eldre vedovner da er skiftet ut.



Figur 19 Investerings- og driftskostnader. Helsekostnader. Tiltak 3 Vedlikehold og ettersyn

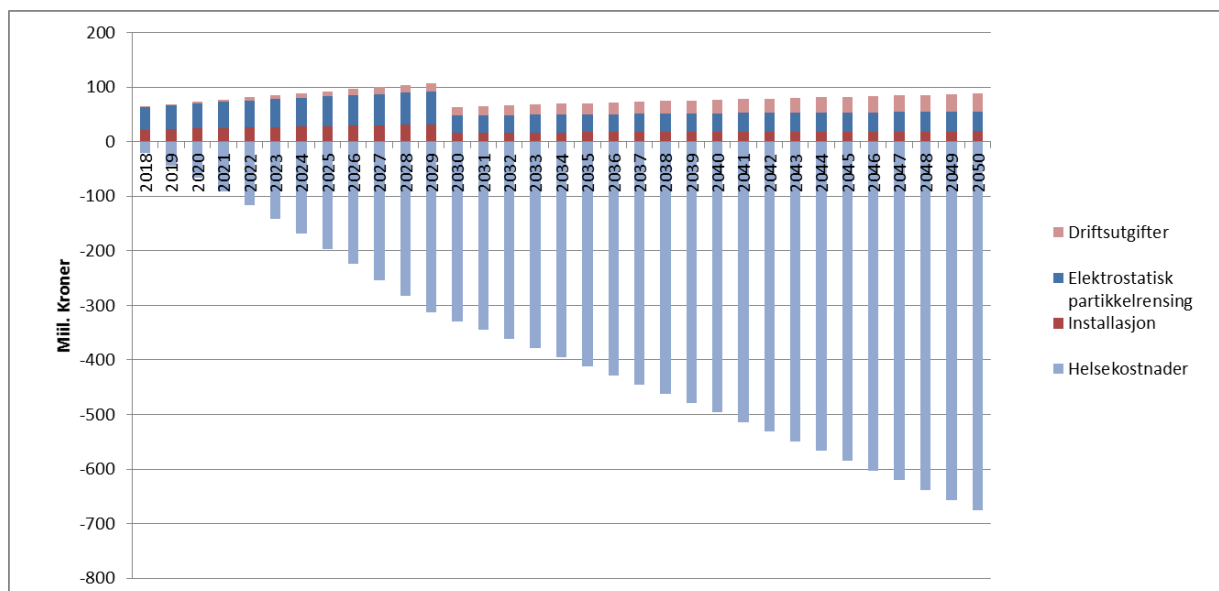
Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring



Figur 20 Investerings- og driftskostnader. Helsekostnader. Tiltak 4 Bedret fyringsteknikk

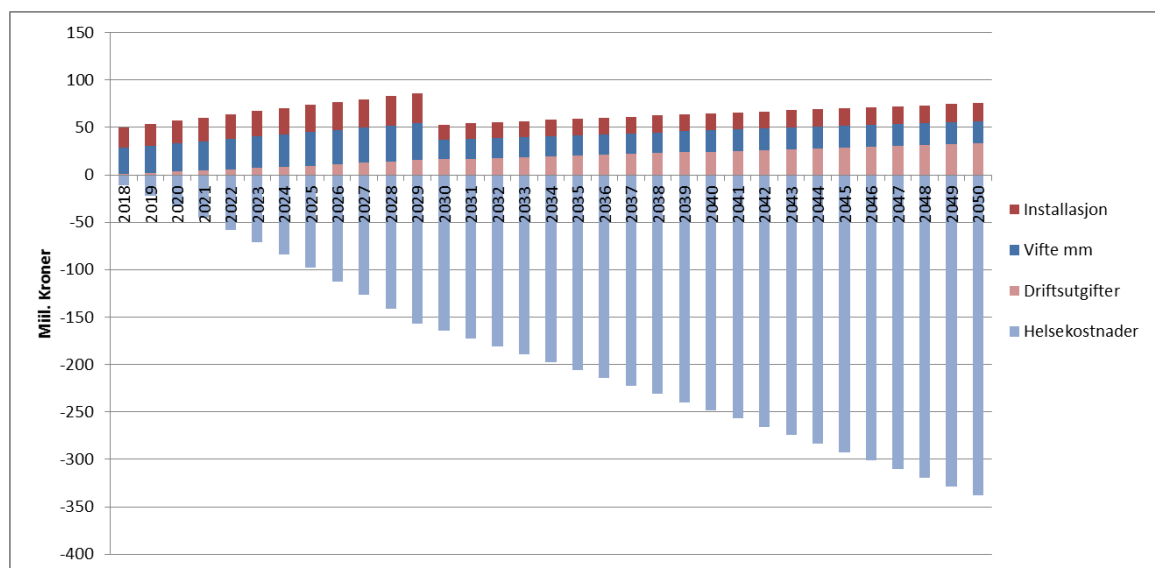
Tiltakene ettersyn og vedlikehold og bedret fyringsteknikk har investerings- og driftskostnader på 50 millioner kroner i 2025, økende til hhv 270 og 250 millioner kroner i 2050.



Figur 21 Investerings- og driftskostnader. Helsekostnader. Tiltak 5 Elektrostatisk partikkelrensing

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring



Figur 22 Investerings- og driftskostnader. Helsekostnader. Tiltak 6 Bedret trekkregulering

Tiltakene elektrostatisk partikkelrensing og bedret trekkregulering har investerings- og driftskostnader på hhv snaut 100 og 75 millioner kroner i 2025, og hhv 90 og 75 millioner kroner i 2050.

7.3.1 Oppsummering

Det fremgår av figurene ovenfor at alle tiltak etter få år har en større helsegevinst enn tiltakskostnad. Tiltak med større helsegevinst enn tiltakskostnad er samfunnsøkonomisk lønnsomme.

Tiltakene med *forsert utskifting til nyere vedovner og beste vedovner og pelletsovner* gir største reduksjoner i helsekostnader i 2025 slik tiltakene er skalert. Redusert helsekostnad i 2025 for disse tiltakene er beregnet til hhv snaut 1 og snaut 1,2 milliarder kroner.

8 Usikkerhet

Det er knyttet usikkerhet til beregningene og vurderingene i denne rapporten. Usikkerheter omfatter blant annet utslippsfaktorer, vedforbruk og kostnadsdata:

- Utslippsfaktorer for nyere ovner (produsert etter 1998) er holdt konstant i hele beregningsperioden. I realiteten har det vært en utvikling mot stadig lavere partikkelutslipp
- Utslippsfaktorene er basert på laboratoriemålinger og reflekterer ikke utslipp ved reelle forhold
- Det foreligger kun et begrenset antall målinger av BC og OC
- Det er knyttet betydelig usikkerhet til vedforbruk, blant annet fordi det er basert på en spørreundersøkelse, og fordi det benyttes antakelser vedrørende typer ved og fuktighetsinnhold i veden. I tillegg kommer usikkerhet fordi det foretas ekstrapolering av data fra årene med undersøkelser til årene uten undersøkelser.
- Kostnadsdata benyttet i fremskrivningene er usikre

Beregninger av helsegevinster av tiltakene er usikre, både fordi verdsettingen av reduserte utslipp er usikker og fordi det er usikkert hvor tiltakene vil bli innført.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Vedlegg 1 – Gjennomgang av mulige tiltak med begrunnelse for inkludering og utelatelse

Tiltaksnavn	Kort beskrivelse	Kommentar	Virkemiddel*	Begrunnelse for inkludering/-utelatelse, M90, 2013	Begrunnelse for inkludering/-utelatelse, 2016
Enøk-tiltak bolig	Etterisolering etc. husholdninger.	Lite treffsikkert tiltak i denne sammenheng. Anses ikke hensiktsmessig å tiltaksutrede. Stort sett alltid positiv virkning på partikkelutslipp, men en viss usikkerhet knyttet til om det kan medføre noe mer fyring ved lav effekt og økte spesifikke partikkelutslipp.		Lite treffsikkert tiltak i denne sammenheng.	
Bedret brensel	Strengere brenselstandard mht fuktighet og kubbet diameter/kløyving. Inkludere opptenningsved	Et mer homogent brensel med utgangspunkt i mer stringente standarder vil sørge for en signifikant senkning av utslipp, spesielt hvis man øker kravet til innhold av vann. Per i dag er dette 20-25% fuktighet. Hvis man øker kravet til fuktighet ned til 12-14 % vil dette kunne redusere utslippene av partikler med rundt 30-40% ved lavere last hvor partikkelutslippene er høyest. Dette gjelder også nye vedovner.	Endret brenselstandard med øket krav til lavere innhold av vann.	Vanskelig å kvantifisere, bl.a. pga. egenproduksjon av ved.	Fortsatt vanskelig å kvantifisere. Fokus på viktighet av tørt brensel foreslås ivarettatt i tiltak vedr. bedret fyringsteknikk
Etterbrenner på eldre (før 1998) vedovner	Etterbrennere monteres på eksisterende eldre ovner for å bedre forbrenning og dermed redusere partikkelutslipp	Dårlig dokumentert og ikke holdbart som fullgodt alternativ til ny ovn. Full dokumentasjon og optimalisering kan koste like mye som kjøp av ny ovn. Kan følges opp men må bli satt inn i et bedre system. Kan benyttes på ovner av antikvarisk verdi.		Dårlig dokumentert og ikke holdbart som fullgodt alternativ til ny ovn.	
Bedret fyringsteknikk	Opplæring av brukere av vedovn	Bedret kunnskap om riktig fyringsteknikk kan redusere partikkelutslippene betydelig. Potensiale fra 9 g/kg og ned til ovnens godkjente utslippsmengde som på nye ovner nærmer seg 2-3 g/kg. Det må ikke selges ovner som er for store ift oppvarmingsbehov slik at de ikke opereres på mye lavere last enn nominell effekt. Jo nærmere nominell effekt jo lavere partikkelutslipp. Tenning fra toppen kan redusere utslippene av partikler i første ilegg med 50%.	Informasjonskampanjer. Opplæring av brukere av vedovn, opplæring av vedovnsseiere, produsentinformasjon.	Utredet i M90	Oppdateres
Bedret ettersyn og vedlikehold, nyere (etter 1998) vedovner	Nye ovner vil over tid utvikle lekkasjer som følge av materialpåkjenninger. Dette kan gi økte utslipp.	Pakninger og lim kan brytes ned allerede etter 2-5 års bruk. Man må følge opp dette med utvidet kontroll av vedovn gjerne i regi av feiervesenet.	Endrede forskrifter vedrørende ettersyn og vedlikehold.	Utredet i M90	Oppdateres
Elektrostatisk partikkelrensing	Elektrostatisk partikkelrensing for montasje på ovnsrør eller pipe.	Nye momenter 2016: Ny informasjon om mulig utslippsreduksjon for partikler foreligger, bl.a. fra «Forprosjekt om rensning av brænderøg for partikler» (Miljøprosjekt nr 1705, 2015, Miljøministeriet, Miljøstyrelsen). I Tyskland finnes tilskuddsordning som omfatter elektrostatisk partikkelrensing. Partiklene avsettes i forbindelse med rensing kan fjernes i ved feiing.	Utvidet tilskuddsordning.	Målinger viser varierende resultater, usikker effekt på de minste partiklene.	Ikke utredet i M90. Foreslås utredet. Det foreligger nå mer informasjon om utslippsreduksjon av partikler. I Tyskland finnes tilskuddsordning. Fungere på både eldre og nyere ovner.
Bedret trekkregulering vha røykgassvifte	Røykgassvifte monteres ved skorsteinsutløp. Bedrer trekk og reguleringsmuligheter for trekk.	Forbrenningslufttilførselen til en vedovn er styrt av skorsteinstrekken og åpningsgraden på ventiler på vedovnen. Luftbehovet varierer mye i løpet av forbrenningssyklusen. Bedret trekkregulering vha røykgassvifte kan bidra til bedret forbrenning og dermed reduserte utslipp.		Nytt tiltak	Ikke utredet i M90. Foreslås utredet. Kan gi bedret forbrenning og dermed reduserte utslipp.
Bedre rentbrennende ovner	Mange moderne vedovner oppnår lave partikkelutslipp (2-5 g/kg), dvs. vesentlig lavere enn utslippsgrenseverdien på 10 g/kg		Lavere utslippsgrenseverdier. (strengere utslippsgrenseverdi for PM i NS). Nye ovner : Fra maks 10 til maks 5 g/kg	Omtalt som virkemiddel	
Forsert utbytting av eldre ovner (-1997) til nye ovner	Effekt av utskifting utover eksisterende fremskrivning/innfasing	For nye ovner kan utslippsreduksjon kan være i størrelsesorden fra 9 g/kg ned til ovnens godkjente partikkelutslipp som for de beste ovnene på markedet i dag ligger på mellom 2-3 g/kg. Dette forutsetter riktig bruk (Tenning fra toppen, lav fuktighet osv.)	Bedre tilskuddsordning er og evt. fremtidig forbud mot bruk av eldre ovnstyper.	Utredet i M90	Utredet (M90) Oppdateres
Overgang fra eldre vedovn (1940-1998) til ny vedovn med varmelagring som f.eks. klebersteinsover	Vedovn med varmelagring (klebersteinsovn, kakkelovn evt. ovn med nye materialer med gode varmelagringsevner)	Jo oftere vedovnene kan operere på nominell last jo mindre vil den slippe ut av PM, OC og EC. Operasjon på nominell last vil bety at deler av varmen lagres for så å bli jevnt tilbakeført til rommet over tid. En klebersteinsovn opereres nesten alltid på nominell effekt hvor den har meget lave utslipp.	Bedre tilskuddsordning er og evt. fremtidig forbud mot bruk av eldre ovnstyper.		
Overgang fra vedovn til pelletsovn	Pelletsovn for luftoppvarming	Gode pelletsovner har utslipp i str. orden 0.5-1 g/kg, god utbrenning og lite utslipp av OC.	Utvidet tilskuddsordning	Utredet i M90	Utredet (M90) (forsert overgang til nye vedovner og pelletsovner). Oppdateres.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Overgang fra vedovn til pelletsovn med varmtvannssløyfe/pelletskjel (evt. fra vedovn til vedovn med vannkappe/vedkjel)	Ved eller pelletsfyring koblet til vannbåren varme og varmtvann.	Ovnene/kjelene kan opereres på høyere last, noe som kan gi lavere utslipp pr kg brensel. Tiltaket vil kunne gi høyere utslipp dersom ved eller pelletsfyring erstatter el/varmepumpe eller oljefyring.		Antall ombygginger forventes å bli lavt pga høye kostnader	
Overgang fra vedfyring til el (varmepumpe)				Utredes ikke spesifikt. Luft/luft-varmepumpe er dårlig egnet som spisslastkulde.	
Reduksjon av vedfyring ved tilknytning til fjernvarme		Dersom tidligere oppvarming (typisk lokal olje/elkjel) ga ustabil varmeleveranse kan muligens vedforbruket avta som følge av fjernvarme		De fleste vil fortsette å fyre like mye med ved etter tilknytning til fjernvarme	

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Vedlegg 2 – Utslippsfaktorer benyttet i utredningen

	BC	CH ₄	CO	CO ₂	NM VOC	N ₂ O	NO _x	OC	PM _{2.5}	SO ₂
	g/kg tørr	g/kg tørr	g/kg tørr	g/kg tørr	g/kg tørr	g/kg tørr	g/kg tørr	g/kg tørr	g/kg tørr	g/kg tørr
Eldre ovner (-97)²⁰	1.04	16.2	102	1527	22.3	0.03	0.97	13.2	20.9	0.34
Nyere ovner (98-)²⁰	0.65	3.9	85.7	1642	15.2	0.03	0.97	4.50	7.85	0.35
Beste vedovner og pelletsovner²¹	0.31	0.3	13.3	1689	0.47	0.03	0.97	1.30	1.9	0.2
Nyere ovner (98-). Bedret fyringsteknikk²²	0.49	1.94	42.9	1642	7.6	0.03	0.97	2.25	3.93	0.35
Nyere ovner (98-). Ettersyn og vedlikehold²³	0.52	3.5	77	1642	13.7	0.03	0.97	4.05	7.1	0.35
Nyere ovner (98-) Elektrostatisk partikkelfilter²⁴	0.3	3.88	85.7	1642	15.2	0.03	0.97	1.8	3.1	0.35
Nyere ovner (98-). Bedret trekkregulering²⁵	0.56	2.72	60.0	1642	10.7	0.03	0.97	3.15	5.5	0.35

²⁰ Beregnet fra utslippsfaktorer for dellast og nominell last og vektning av disse angitt i Seljeskog, M.; Goile, F.; Skreiberg, Ø., SINTEF Energy Research. "Recommended revisions of Norwegian emission factors for wood stoves" Energy Procedia (2016)

²¹ Basert på data fra laboratoriemålinger, litteraturdata og ekspertvurderinger

²² Basert på litteraturdata, herunder National Environment Protection Council Service Corporation, Consultation regulation impact statement for reducing emissions from wood heaters, Released 11 April 2013 og ekspertvurderinger

²³ Basert på litteraturdata, herunder <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2016/Mars-2016/Effect-of-maintenance-on-particulate-emissions-from-residential-woodstoves/og> ekspertvurderinger

²⁴ Basert på litteraturdata, herunder «Forprosjekt om rensning af brænderøg for partikler» (Miljøprosjekt nr 1705, 2015, Miljøministeriet, Miljøstyrelsen)

<http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2015/dec/publikation-om-forprosjekt-om-rensning-af-braenderoeg-for-partikler/> samt

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/biomasse/innovations_und_zusatzfoerderung/ og http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/festbrennstoffe/dateien/23_bericht.pdf og ekspertvurderinger

²⁵ Basert på litteraturdata, herunder <http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2015/dec/publikation-om-forprosjekt-om-rensning-af-braenderoeg-for-partikler/> og ekspertvurderinger

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Vedlegg 3 Tiltaksark

1. Forsert utskifting fra eldre (-97) til nyere vedovner

Ovner produsert etter 1998 er såkalt "rentbrennende" med lavere utslipp og bedre virkningsgrad. I referansebanen forutsettes det en naturlig utskifting av eldre vedovner (-97) til nyere (98-) vedovner. Dette tiltaket beskriver en utskifting utover referansebanen.

Nøkkelinformasjon	
Reduksjonspotensial i 2025 (i forhold til referansebanene)	40 tonn BC 1,3 ktonn PM _{2.5}
Kostnadskategori	
Gjennomføringskategori	

Status og potensial for utslippsreduksjoner i 2025

Utslippsreduksjon i 2025 er ca 40 tonn BC pr år, dvs ca 5 % av utslippet i referansebanen. Utslippsreduksjonen av PM_{2.5} i 2025 er ca 1,3 ktonn (ca 7 % av PM_{2.5}-utslippene i referansebanen) med den benyttede skaleringen.

Kostnadskategori

Ikke vurdert.

Gjennomføringskategori

Ikke vurdert.

Tiltakspakke

Tiltaket er ikke inkludert i tiltakspakkene.

Dagens virkemidler

Det gis støtte til utskifting fra eldre til nyere vedovn i flere kommuner.

Energieffekter

Tiltaket medfører noe lavere vedforbruk fordi virkningsgraden for nyere vedovner er noe høyere enn for eldre.

Tilleggseffekter

Utslipp av CH₄, OC (organisk karbon), PM₁₀, TSP, CO, CO₂, NMVOC vil også reduseres som følge av tiltaket.

Viktige forutsetninger

Det har skjedd en betydelig utvikling mot lavere partikkelutslipp i årene etter 1998, og ytterligere reduksjoner er forventet i årene som kommer. Fordi overgangen til de nyere ovnene ikke er inkludert i Miljødirektoratet/SSB sin referansebane, har vi benyttet en korrigert referansebane. I den korrigerte referansebanen er det benyttet endrede utslippsfaktorer også for flere av de andre utslippskomponentene.

Omfanget av tiltakene påvirkes av virkemidlene som settes inn. Det er det et stort antall valgmuligheter med tanke på utforming og skalering av tiltaket. Ved annen utforming eller skalering enn vist vil både kostnader og utslippsreduserende effekter bli endret.

Referanser

Tiltaksutredning vedrørende utslipp av kortlevde klimadrivere fra vedfyring (Norsk Energi, SINTEF)

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

2. Forsert utskifting fra eldre (-97) til nyere vedovner, beste vedovner og pelletsovner

Ovner produsert etter 1998 er såkalt "rentbrennende" med lavere utslipp og bedre virkningsgrad. I referansebanen forutsettes det en naturlig utskifting av eldre vedovner (-97) til nyere (98-) vedovner. Dette tiltaket omfatter forsert utskifting og erstatning av eldre ovner nyere vedovner (50 %) beste vedovner (45 %) og pelletsovner (5 %).

Nøkkelinformasjon	
Reduksjonspotensial i 2025 (i forhold til referansebanene)	70 tonn BC 1,6 ktonn PM2.5
Kostnadskategori	
Gjennomføringskategori	

Status og potensial for utslippsreduksjoner i 2025

Utslippsreduksjon i 2025 er ca 70 tonn BC pr år, dvs drøyt 5 % av utslippet i referansebanen. Utslippsreduksjonen av PM_{2,5} i 2025 er ca 1,6 ktonn (ca 9 % av PM_{2,5}-utslippene i referansebanen) med den benyttede skaleringen.

Kostnadskategori

Ikke vurdert.

Gjennomføringskategori

Ikke vurdert.

Tiltakspakke

Tiltaket er ikke inkludert i tiltakspakkene.

Dagens virkemidler

Det gis støtte til utskifting fra eldre til nyere vedovn i flere kommuner.

Energieffekter

Tiltaket medfører noe lavere vedforbruk fordi virkningsgraden for nyere vedovner er noe høyere enn for eldre.

Tilleggseffekter

Utslipp av CH₄, OC (organisk karbon), PM₁₀, TSP, CO, CO₂, NMVOC vil også reduseres som følge av tiltaket.

Viktige forutsetninger

Det har skjedd en betydelig utvikling mot lavere partikkelutslipp i årene etter 1998, og ytterligere reduksjoner er forventet i årene som kommer. Fordi overgangen til de nyere ovnene ikke er inkludert i Miljødirektoratet/SSB sin referansebane, har vi benyttet en korrigert referansebane. I den korrigerte referansebanen er det benyttet endrede utslippsfaktorer også for flere av de andre utslippskomponentene.

Omfanget av tiltakene påvirkes av virkemidlene som settes inn. Det er det et stort antall valgmuligheter med tanke på utforming og skalering av tiltaket. Ved annen utforming eller skalering enn vist vil både kostnader og utslippsreducerende effekter bli endret.

Referanser

Tiltaksutredning vedrørende utslipp av kortlevde klimadrivere fra vedfyring (Norsk Energi, SINTEF)

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

3. Bedret fyringsteknikk – nyere vedovner

Tiltaket omfatter opplæring i bedre fyringsteknikk for nyere (98-) vedovner. Antall nyere ovner øker hvert år, og dermed blir det en økning i tiltakets omfang fra år til år.

Det er forutsatt at det foretas opplæring hvert 5. år. Opplæringen bør omfatte elementær forbrenningsteknikk, opptenningsteknikk og fokus på viktighet av tørr ved.

Nøkkelinformasjon	
Reduksjonspotensial i 2025 (i forhold til referansebanene)	26 tonn BC 0,6 ktonn PM2.5
Kostnadskategori	
Gjennomføringskategori	

Status og potensial for utslippsreduksjoner i 2025

Utslippsreduksjon i 2025 er ca 26 tonn BC pr år. Utslippsreduksjonen av PM_{2.5} i 2025 er ca 0,6 ktonn med den benyttede skaleringen.

Kostnadskategori

Ikke vurdert.

Gjennomføringskategori

Ikke vurdert.

Tiltakspakke

Tiltaket er ikke inkludert i tiltakspakkene.

Dagens virkemidler

Energieffekter

Det vil ikke være noen energieffekter knyttet til dette tiltaket.

Tilleggseffekter

Utslipp av CH₄, OC (organisk karbon), PM₁₀, TSP, CO, CO₂, NMVOC vil også reduseres som følge av tiltaket.

Viktige forutsetninger

Det har skjedd en betydelig utvikling mot lavere partikkelutslipp i årene etter 1998, og ytterligere reduksjoner er forventet i årene som kommer. Fordi overgangen til de nyere ovnene ikke er inkludert i Miljødirektoratet/SSB sin referansebane, har vi benyttet en korrigert referansebane. I den korrigerte referansebanen er det benyttet endrede utslippsfaktorer også for flere av de andre utslippskomponentene.

Omfanget av tiltakene påvirkes av virkemidlene som settes inn. Det er det et stort antall valgmuligheter med tanke på utforming og skalering av tiltaket. Ved annen utforming eller skalering enn vist vil både kostnader og utslippsreducerende effekter bli endret.

Referanser

Tiltaksutredning vedrørende utslipp av kortlevde klimadrivere fra vedfyring (Norsk Energi, SINTEF)

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

4 Ettersyn og vedlikehold – nyere vedovner

Tiltaket omfatter systematisk ettersyn og vedlikehold av nyere vedovner. Det er forutsatt at det foretas ettersyn og vedlikehold hvert 5. år, der det blant annet etterses at ovnen er tett; hvis ikke foretas tetting av ovnen.

Status og potensial for utslippsreduksjoner i 2025

Utslippsreduksjon i 2025 er ca 21 tonn BC pr år.
Utslippsreduksjonen av PM_{2.5} i 2025 er ca 0,1 ktonn med den benyttede skaleringen.

Kostnadskategori

Ikke vurdert.

Gjennomføringskategori

Ikke vurdert.

Tiltakspakke

Tiltaket er ikke inkludert i tiltakspakkene.

Dagens virkemidler

Energieffekter

Det vil ikke være noen energieffekter knyttet til dette tiltaket.

Tilleggseffekter

Utslipp av CH₄, OC (organisk karbon), PM₁₀, TSP, CO, CO₂, NMVOC vil også reduseres som følge av tiltaket.

Viktige forutsetninger

Det har skjedd en betydelig utvikling mot lavere partikkelutslipp i årene etter 1998, og ytterligere reduksjoner er forventet i årene som kommer. Fordi overgangen til de nyere ovnene ikke er inkludert i Miljødirektoratet/SSB sin referansebane, har vi benyttet en korrigert referansebane. I den korrigerte referansebanen er det benyttet endrede utslippsfaktorer også for flere av de andre utslippskomponentene.

Omfanget av tiltakene påvirkes av virkemidlene som settes inn. Det er det et stort antall valgmuligheter med tanke på utforming og skalering av tiltaket. Ved annen utforming eller skalering enn vist vil både kostnader og utslippsreducerende effekter bli endret.

Referanser

Tiltaksutredning vedrørende utslipp av kortlevde klimadrivere fra vedfyring (Norsk Energi, SINTEF)

Nøkkelinformasjon	
Reduksjonspotensial i 2025 (i forhold til referansebanene)	21 tonn BC 0,1 ktonn PM _{2.5}
Kostnadskategori	
Gjennomføringskategori	

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

5. Elektrostatisk partikkelrensing – nyere vedovner

Tiltaket omfatter ettermontering av elektrostatisk partikkelfilter på nyere (98-) vedovner.

I beregningene har vi benyttet rensegrad på 60 % for BC, OC og PM_{2.5}.

Status og potensial for utslippsreduksjoner i 2025

Utslippsreduksjon i 2025 er 22 tonn BC pr år. Utslippsreduksjonen av PM_{2.5} i 2025 er ca 0,3 ktonn med den benyttede skaleringen.

Nøkkelinformasjon	
Reduksjonspotensial i 2025 (i forhold til referansebanene)	22 tonn BC 0,3 ktonn PM _{2.5}
Kostnadskategori	
Gjennomføringskategori	

Kostnadskategori

Ikke vurdert.

Gjennomføringskategori

Ikke vurdert.

Tiltakspakke

Tiltaket er ikke inkludert i tiltakspakkene.

Dagens virkemidler

Energieffekter

Det vil ikke være noen energieffekter knyttet til dette tiltaket.

Tilleggseffekter

Utslipp av CH₄, OC (organisk karbon), PM₁₀, TSP, CO, CO₂, NMVOC vil også reduseres som følge av tiltaket.

Viktige forutsetninger

Det har skjedd en betydelig utvikling mot lavere partikkelutslipp i årene etter 1998, og ytterligere reduksjoner er forventet i årene som kommer. Fordi overgangen til de nyere ovnene ikke er inkludert i Miljødirektoratet/SSB sin referansebane, har vi benyttet en korrigert referansebane. I den korrigerte referansebanen er det benyttet endrede utslippsfaktorer også for flere av de andre utslippskomponentene.

Omfanget av tiltakene påvirkes av virkemidlene som settes inn. Det er det et stort antall valgmuligheter med tanke på utforming og skalering av tiltaket. Ved annen utforming eller skalering enn vist vil både kostnader og utslippsreduserende effekter bli endret.

Referanser

Tiltaksutredning vedrørende utslipp av kortlevde klimadrivere fra vedfyring (Norsk Energi, SINTEF)

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

6. Bedret trekkregulering – røykgassvifte – nyere vedovner

Bedret trekkregulering vha røykgassvifte er et nytt tiltak. Bedret trekkregulering vha. røykgassvifte kan bidra til bedret forbrenning og dermed reduserte utslipp.

Nøkkelinformasjon	
Reduksjonspotensial i 2025 (i forhold til referansebanene)	5 tonn BC 0,1 ktonn PM2.5
Kostnadskategori	
Gjennomføringskategori	

I beregningene er det benyttet rensegrad på 30 % for parametere påvirket av bedret forbrenning (CH₄, CO, NMVOC, OC, PM_{2.5}) med unntak av BC der det er benyttet 15 % rensegrad.

Status og potensial for utslippsreduksjoner i 2025

Utslippsreduksjon i 2025 er 5 tonn BC pr år. Utslippsreduksjonen av PM_{2.5} i 2025 er ca 0,1 ktonn med den benyttede skaleringen.

Kostnadskategori

Ikke vurdert.

Gjennomføringskategori

Ikke vurdert.

Tiltakspakke

Tiltaket er ikke inkludert i tiltakspakkene.

Dagens virkemidler

Energieffekter

Det vil ikke være noen energieffekter knyttet til dette tiltaket.

Tilleggseffekter

Utslipp av CH₄, OC (organisk karbon), PM₁₀, TSP, CO, CO₂, NMVOC vil også reduseres som følge av tiltaket.

Viktige forutsetninger

Det har skjedd en betydelig utvikling mot lavere partikkelutslipp i årene etter 1998, og ytterligere reduksjoner er forventet i årene som kommer. Fordi overgangen til de nyere ovnene ikke er inkludert i Miljødirektoratet/SSB sin referansebane, har vi benyttet en korrigert referansebane. I den korrigerte referansebanen er det benyttet endrede utslippsfaktorer også for flere av de andre utslippskomponentene.

Omfanget av tiltakene påvirkes av virkemidlene som settes inn. Det er det et stort antall valgmuligheter med tanke på utforming og skalering av tiltaket. Ved annen utforming eller skalering enn vist vil både kostnader og utslippsreduserende effekter bli endret.

Referanser

Tiltaksutredning vedrørende utslipp av kortlevde klimadrivere fra vedfyring (Norsk Energi, SINTEF)

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring

Vedlegg 4 Akronymer og forkortelser

Forkortelse	Forklaring
ACAP	Arctic Contaminants Action Program
BC	Svart karbon
CH ₄	Metan
CO	Karbonmonoksid
CO ₂	Karbondioksid
EC	Elementært karbon
FHI	Folkehelseinstituttet
N ₂ O	Lystgass
nmVOC	Flyktige organiske forbindelser med unntak av metan
NO _x	Nitrogenoksider
O ₃	Ozon
OC	Organisk karbon
PM ₁₀	Partikulært materiale med diameter mindre en 10 µm
PM _{2,5}	Partikulært materiale med diameter mindre enn 2,5 µm (fine partikler)
SINTEF	Stiftelsen for industriell og teknisk forskning
SO ₂	Svoveldioksid
SSB	Statistisk sentralbyrå
TSP	Partikulært materiale som også omfatter større partikler enn 10 µm
VOC	Flyktige forbindelser, inkl. metan