

# Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

Status: **Endelig utgave**  
Dato: 15.03.2019  
Utarbeidet av: **Dag Borgnes (Norsk Energi)**  
Oppdragsgiver: Miljødirektoratet  
Rapport nr.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

# Rapport

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Dato: 15.03.2019

Rapport nr:

Dok. ID: 34000-00001-1.0

Tittel.: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

Deres ref: Kaya Grjotheim

Utarbeidet av: Dag Borgnes

Kontrollert av: Stine Torstensen/Sven Danielsen

Status: Endelig utgave

## Sammendrag:

---

Norsk Energi har utført tiltaksutredning vedrørende reduksjon av utslipp av svevestøv (PM<sub>2.5</sub>) fra vedfyring. I tillegg omfatter beregningene BC (Black carbon, svart karbon), OC (Organic carbon, organisk karbon), CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, NMVOC, SO<sub>2</sub> samt PAH.

Det er foretatt beregninger av utslippsreduksjoner i forhold til referansebanen fram til 2050. Beregningene omfatter eldre vedovner (-97), nyere vedovner (98-2020) og nyeste vedovner (2020-), samt beste vedovner og nyeste vedovner med varmelagring.

Følgende tiltak er utredet:

1. *Forsert utskifting fra eldre til nyeste vedovner*
2. *Forsert utskifting fra eldre og nyere til beste vedovner*
3. *Bedret fyringsteknikk, nyere og nyeste vedovner*
4. *Ettersyn og vedlikehold, nyere og nyeste vedovner*
5. *Elektrostatisk partikkelrensing (elektrofilter), nyere og nyeste vedovner*
6. *Bedret trekkregulering vha røykgassvifte, nyere og nyeste vedovner*
7. *Forsert overgang fra vedfyring til elvarme*
8. *Forsert overgang fra vedfyring til varmepumpe*
9. *Forsert overgang fra vedfyring til fjernvarme*

Tiltakene er forutsatt å starte i 2020 eller 2025. De fleste av tiltakene vil ha effekt utover 2050.

**Tiltak 1-6** er i all hovedsak en oppdatering av tiltak utredet i 2016/17 i samarbeid med SINTEF Energiforskning i «Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring» (M-691). Referansebanens utslipp er imidlertid vesentlig lavere enn i M-691 på grunn av redusert vedforbruk og lavere utslipp fra de nyeste vedovnene.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

**Tiltak 3, 4, 5 og 6** er forutsatt utført på nyere og nyeste ovner. Noen av disse tiltakene kan også utføres på eldre ovner (produsert før 1997 (-97)). Følgende forhold taler for at tiltakene utføres på nyere eller nyeste vedovner:

- eldre ovner bør primært skiftes ut til nyere ovner istedenfor å utføre andre til dels kostnadskrevenne 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

Elektrostatisk partikkelrensing (elektrofilter) monteres i toppen av skorsteinen. Det er utført diverse tester som viser partikkelrensegrader på 50-90% på nyere vedovner. Det er imidlertid lite data vedrørende lengre tids testing og anvendelighet på eldre ovner. SINTEF anbefaler ikke elektrofilter til eldre ovner fordi for mye uforbrent danner belegg og reduserer virkningsgraden betydelig. Kombinasjon av beste vedovn og elektrofilter kan gi vesentlig lavere utslipp enn dagens vedovner.

I Tyskland finnes en tilskuddsordning som omfatter elektrofilter for vedkjeler, fliskjeler, pelletskjeler og pelletsovner. Ordningen omfatter ikke vedovner. De fleste elektrofiltrene som er godkjent gjennom ordningen er designet for noe større forbrenningsenheter enn vedovner. De vil derfor trolig egne seg på skorsteiner som er tilknyttet mange vedovner (for eksempel leilighetsbygg). Kostnad for de aktuelle elektrofiltrene er angitt til 800 - 1500 euro.

I beregningene har vi benyttet partikkelrensegrad på 60 % for elektrofilter.

Elektrofilter kan bli et viktig tiltak for reduksjon av partikkelutslipp, men vi har gitt det et moderat omfang de nærmeste årene fordi erfaringene med tiltaket er begrensede.

#### ***Tiltak 7, 8 og 9, forsert overgang til annen oppvarming***

Tiltak 7 (forsert overgang til elvarme) og 8 (forsert overgang til varmpumpe) ble ikke vurdert i M-691. For begge disse tiltakene har vi forutsatt 0,7 TWh reduksjon av avgitt energi fra vedfyring i 2030 og 0,8 TWh reduksjon i 2040 og 2050. Det er lagt til grunn at reduksjonen omfatter eldre vedovner (2030) samt eldre og nyere vedovner (2040 og 2050).

Tiltak 9 (forsert overgang fra vedfyring til fjernvarme) ble ikke vurdert i M-691.

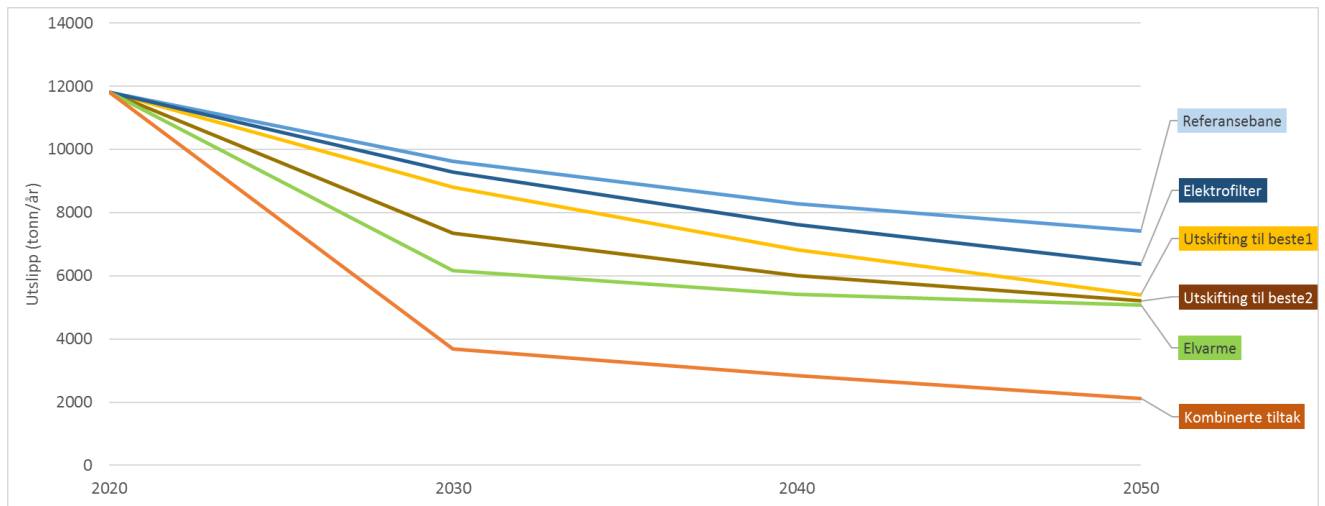
Beregningene og vurderingene utført her tilsier at forsert fjernvarmeutbygging har begrenset potensial for reduksjon av nasjonalt svevestøvutslipp fra vedfyring. Dette skyldes at boligene som er mest aktuelle for fjernvarme benytter lite vedfyring. I enkelte områder med mye vedfyring kan man trolig oppnå en signifikant reduksjon av lokal svevestøvbelastning ved fjernvarmeutbygging. Dette skyldes både det vesentlig lavere utslippet fra fjernvarme samt at utslippet kommer fra høye skorsteiner.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

### Reduksjon av svevestøvutslipp

Figuren nedenfor viser utslipp av PM<sub>2.5</sub> i referansebanen, utvalgte tiltak og en kombinasjon av tiltak (utskifting til beste vedovner, elektrofilter, elvarme/varmepumpe). Utslipp fra produksjon og transport av energibærere inngår ikke i beregningene.



**Elektrofilter**

10 % (2030) og 50 % (2050) av nyere og nyeste vedovner omfattes av tiltaket

**Utskifting til beste1**

Referansebanens vedforbruk til beste vedovner istedenfor nyeste vedovner

**Utskifting til beste2**

Utskifting til beste1+ halvering av vedforbruket til eldre vedovner; tilsvarende økning av vedforbruket til beste vedovner

**Elvarme/varmepumpe**

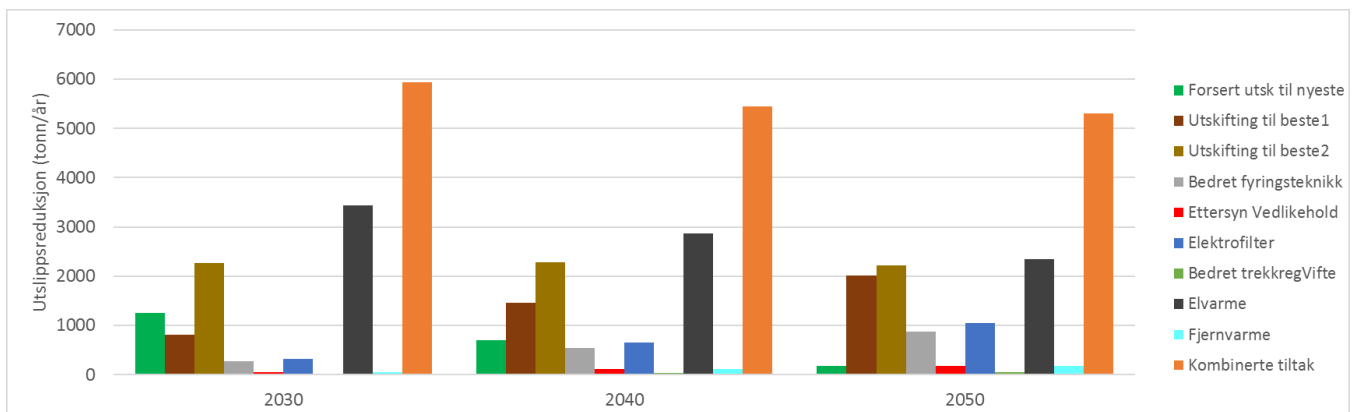
0,7 TWh reduksjon av avgitt energi fra eldre vedovner i forhold til refbanen i 2030 og 0,8 TWh reduksjon totalt fra eldre og nyere vedovner i 2040 og 2050

**Kombinerte tiltak**

Utskifting til beste vedovner 2, elektrofilter på nyere vedovner, elvarme/varmepumpe

Figur 0.1 Utslipp av PM<sub>2.5</sub>

Figuren nedenfor viser utslippsreduksjoner av PM<sub>2.5</sub> i forhold til referansebanen.



Figur 0.2 Utslippsreduksjon av PM<sub>2.5</sub> i forhold til referansebanen

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

Tiltaket *elvarme/varmepumpe* gir størst utslippsreduksjon både i 2030 og 2050 med hhv ca 3400 og 2300 tonn pr år. Deretter følger tiltaket *utskifting til beste vedovner alternativ 2* (utskifting til beste2) med 2200-2300 tonn reduksjon både i 2030 og 2050.

*Kombinerte tiltak* (utskifting til beste2, elektrofilter på noen nyere vedovner, elvarme/varmepumpe) er beregnet å gi utslippsreduksjon på snaut 6000 tonn i 2030 og 5300 tonn i 2050.

Utbredelsen av tiltakene påvirkes av virkemidlene som settes inn, kostnadsutvikling på bl.a. vedovner og strøm, utslippskrav og luftkvalitetskrav. For alle tiltak som omtales her, er det et stort antall valgmuligheter med tanke på utforming og skalering. Ved annen utforming eller skalering enn benyttet vil utslippsreduksjonene bli endret.

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

### ***Hvordan og hvor bør tiltakene settes inn?***

For å oppnå redusert svevestøvforurensning fra vedfyring utover reduksjonen i referansebanen må eksisterende virkemidler styrkes og/eller nye virkemidler innføres. Følgende virkemiddelutvidelse bør vurderes:

- økt støttebeløp for nye ovner
- økt støttebeløp for overgang til varmepumpe
- støtte til elektrofilter
- forbud mot bruk av eldre og evt også nyere vedovner i forurensningsbelastede områder/perioder
- utslippsavgift differensert ut fra ovnstype, geografisk plassering og eventuelt også *når* ovnen brukes
- ytterligere informasjonskampanjer for bedret fyring
- ressurser til ytterligere vedlikehold/ettersyn av vedovner utført av feiervesenet
- strengere utslippsgrenseverdier
- krav om tiltak med bakgrunn i luftkvalitetsgrenseverdier

Det er viktig at virkemidlene innrettes slik at tiltakene som utløses er kostnadseffektive og praktisk gjennomførbare, og at de gjennomføres i områder og perioder med høy forurensningsbelastning.

En riktig utformet utslippsavgift vil gi et incitament til å fyre mindre (særlig i forurensningsperioder), skifte til nyere vedovn eller gå over til for eksempel el oppvarming eller varmepumpe. Antall timer bruk kan registreres ved hjelp av en enkel termaturmåler med loggmulighet.

Temperaturmåler på vedovn kan også benyttes for å overvåke om eventuelle fyringsforbud overholdes, samt for å estimere brenselforbruk/innfyrt effekt. Dette kan også bidra til bedre

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

data vedrørende utslipp siden utslippet varierer mye med innfyrt effekt på ovnen (lav effekt gir 5-10 ganger høyere utslipp pr kg ved enn nominell effekt).

Tiltakene bør primært settes inn i svevestøvbelastede tettsteder og byområder med mye vedfyring. For å identifisere områder som bør omfattes av tiltak kan man benytte data fra målestasjoner for PM (primært fra bybakgrunn/bakgrunnsstasjoner (ikke veinære stasjoner) og modellerte data (Nasjonalt Beregningsverktøy, andre modellberegninger) dersom det er tilgjengelig. Eventuelt kan man benytte lokale data om vedforbruk, ovnspopulasjon og meteorologiske forhold.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

## Innhold

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1      | Innledning/bakgrunn .....  | 8  |
| 2      | Energiforbruk til oppvarming i husholdningene .....  | 9  |
| 2.1    | Vedfyring .....  | 10 |
| 2.2    | Overgang til andre oppvarmingskilder .....   | 11 |
| 3      | Utslipp av svevestøv fra boligoppvarming .....   | 12 |
| 4      | Tiltak for reduksjon av svevestøvtutslipp fra vedfyring .....                              | 14 |
| 4.1    | Tiltak 1. Forsert utskifting fra eldre til nyeste vedovner .....                           | 15 |
| 4.2    | Tiltak 2. Forsert utskifting til beste vedovner .....                                      | 15 |
| 4.3    | Tiltak 3. Bedret fyringsteknikk – nyere og nyeste vedovner .....                           | 15 |
| 4.4    | Tiltak 4 Ettersyn og vedlikehold – nyere og nyeste vedovner .....                          | 15 |
| 4.5    | Tiltak 5 Elektrostatisk partikkelrensing (elektrofilter) .....                             | 16 |
| 4.6    | Tiltak 6 Bedret trekkregulering – røykgassvifte – nyere og nyeste vedovner .....           | 18 |
| 4.7    | Tiltak 7 og 8 Forsert overgang fra vedfyring til elvarme/varmepumpevarme .....             | 18 |
| 4.8    | Tiltak 9 Forsert overgang fra vedfyring til fjernvarme .....                               | 20 |
| 5      | Beregninger av utslipp .....   | 22 |
| 5.1    | Utslippsfaktorer for vedfyring .....   | 22 |
| 5.2    | Utslippsfaktorer for vedfyring og fjernvarmeforbrenningsanlegg .....                       | 24 |
| 5.3    | Vedforbruk .....   | 24 |
| 5.4    | Virkningsgrad .....  | 24 |
| 6      | Skalering av tiltakene .....   | 26 |
| 7      | Utslippsreduksjoner som følge av tiltakene .....   | 28 |
| 7.1    | Utslippsreduksjoner av svevestøv som følge av tiltakene .....                              | 28 |
| 7.2    | Utslipp og utslippsreduksjoner av PM2.5 og øvrige komponenter som følge av tiltakene ..... | 30 |
| 8      | Kostnader .....  | 36 |
| 8.1    | Helsekostnader .....   | 36 |
| 8.2    | Investerings- og driftskostnader .....   | 38 |
| 9      | Usikkerhet .....   | 40 |
| 10     | Hvordan oppnå redusert svevestøvforurensning fra vedfyring? .....                          | 41 |
| 10.1   | Eksisterende virkemidler .....   | 41 |
| 10.1.1 | Støtte til utskifting av gamle ovner til nye rentbrennende ovner .....                     | 41 |
| 10.1.2 | Utslippsgrenseverdier .....  | 41 |
| 10.1.3 | Luftkvalitetsgrenseverdier .....   | 42 |

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 10.1.4 | Energiltak som gir støtte fra Enova.....                                  | 43 |
| 10.2   | Mulige nye virkemidler.....   | 43 |
| 10.2.1 | Støtteordninger .....   | 43 |
| 10.2.2 | Forbud mot bruk av vedovn i forurensningsbelastede områder/perioder ..... | 43 |
| 10.2.3 | Strengere utslippsgrenseverdi for svevestøv .....                         | 44 |
| 10.2.4 | Avgifter på bruk av vedovn.....   | 44 |
| 10.2.5 | Miljøattest ved eierskifte .....  | 44 |
| 10.3   | Hvor bør tiltakene settes inn?.....                                       | 45 |

**Vedlegg 1 Utslippsfaktorer benyttet i utredningen**

**Vedlegg 2 Akronymer og forkortelser**



Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

## 1 Innledning/bakgrunn

Det er 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 sektorrappport som omfatter tiltak for reduksjon av kortlevde klimadrivere fra vedfyring (M90/2013)<sup>1</sup>. 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)<sup>2</sup>. SINTEF utførte i 2015 målinger for å kvantifisere effekten av vedlikehold av vedovner på oppdrag fra Miljødirektoratet<sup>3</sup>. Norsk Energi utredet i 2016/17 tiltak i samarbeid med SINTEF Energiforskning i «*Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring*» (M-691).

Vedfyring gir utslipp av flere komponenter som gir helseeffekter. Dette gjelder i første rekke svevestøv/partikler. NO<sub>x</sub>-utslipp bidrar også til helseeffekter. Det er fastsatt grenseverdier i forurensningsforskriften, samt nasjonale mål for luftkvalitet og helsebaserte luftkvalitetskriterier for svevestøv (PM) og NO<sub>2</sub>.

Noen av utslippskomponentene fra vedfyring gir klimaeffekter i tillegg til helseeffekter: partikler, metan (CH<sub>4</sub>), flyktige organiske forbindelser (NMVOC), nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>), karbonmonoksid (CO), CO<sub>2</sub> (biologisk), N<sub>2</sub>O og SO<sub>2</sub>. Partiklene består av blant annet svart karbon (BC) og organisk karbon (OC). Svart karbon (BC) har oppvarmende effekt, mens organisk karbon (OC) har avkjølende effekt. NO<sub>x</sub>-utslipp vil også virke avkjølende.

---

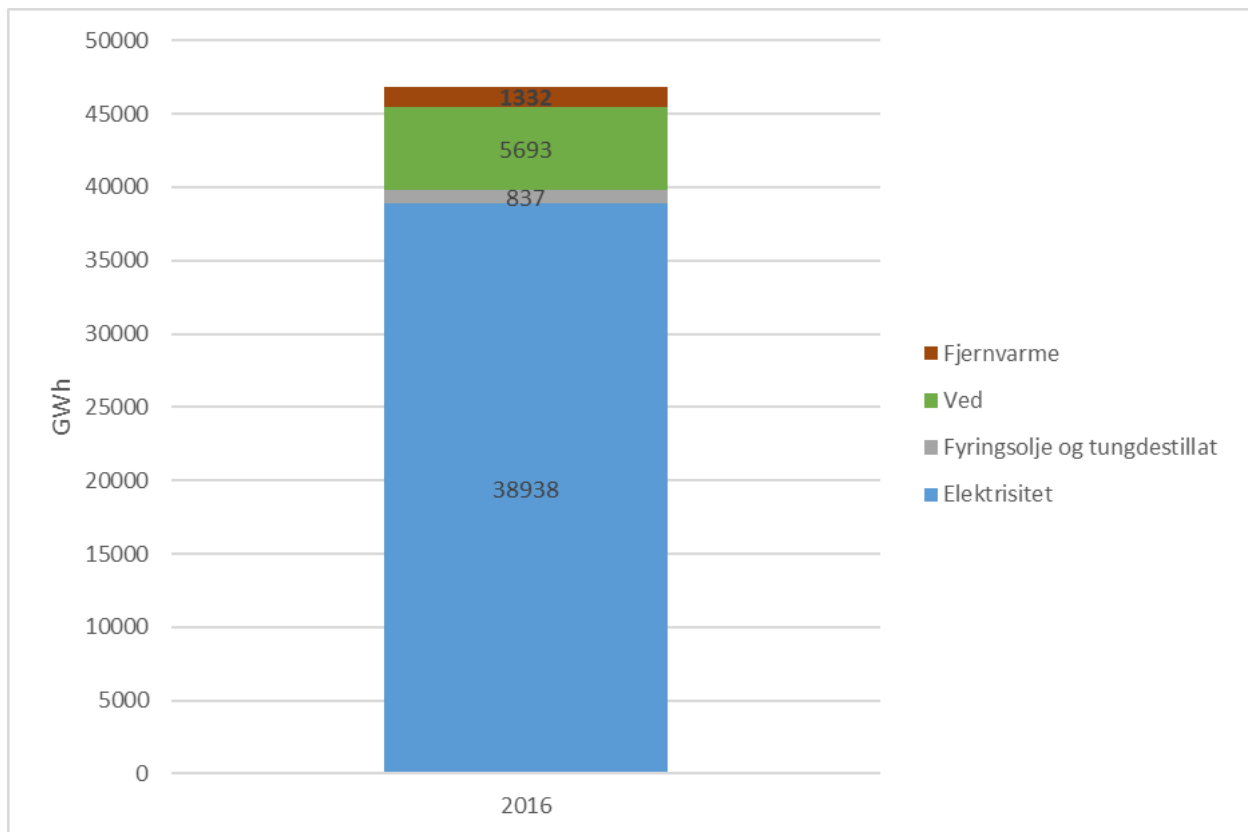
<sup>1</sup> <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2013/Desember-2013/Underlagsrapport-til-Forslag-til-handlingsplan-for-norske-utslipp-av-kortlevde-klimadrivere/>

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

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

## 2 Energiforbruk til oppvarming i husholdningene

Figuren nedenfor viser energiforbruk i husholdningene i 2016<sup>4</sup>.



**Figur 1 Energiforbruk i husholdninger og fritidshus**

Det fremgår av figuren ovenfor at totalt energiforbruk i husholdningene i 2016 var ca 47 TWh. Elektrisitet er den viktigste energikilden med snaut 40 TWh. Ca. 50 prosent av elektrisitetsforbruket i husholdningene går til oppvarming.<sup>5</sup>

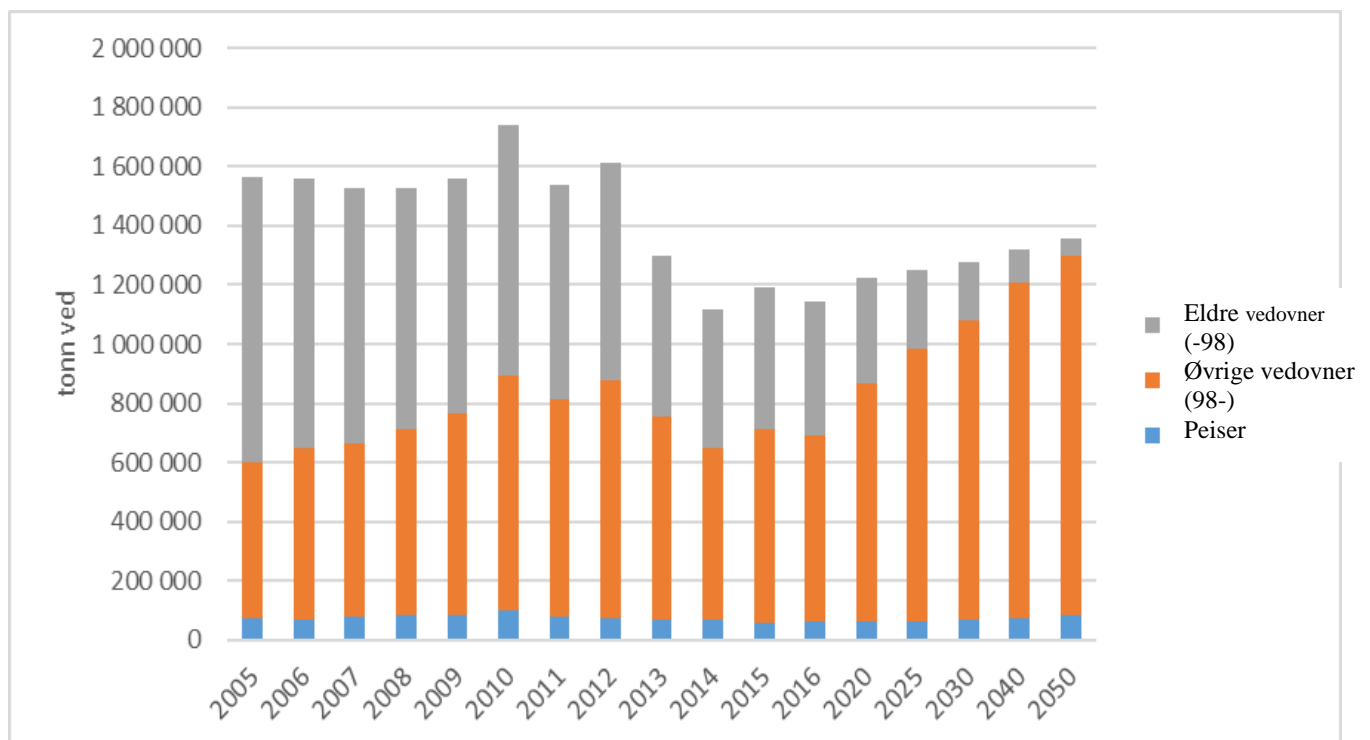
Etter elektrisitet er ved den viktigste energikilden til oppvarming i husholdningene med ca 5,7 TWh. Deretter følger fjernvarme med 1,3 TWh.

<sup>4</sup> <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/energibalanse/aar-forelopige>

<sup>5</sup> [https://www.vestforsk.no/sites/default/files/migrate\\_files/vf-rapport-13-2011-nve-energibruk-i-norske-husholdninger.pdf](https://www.vestforsk.no/sites/default/files/migrate_files/vf-rapport-13-2011-nve-energibruk-i-norske-husholdninger.pdf) (Rapport henvist til i NVE-rapport benyttet i PM2017)

## 2.1 Vedfyring

Figuren nedenfor viser historiske og fremskrevne vedforbruksdata fordelt på eldre vedovner (-98), øvrige vedovner (98-) og peiser<sup>6</sup>. Framskrivningene er fra referansebanen.



**Figur 2 Historiske og fremskrevne vedforbruksdata**

Det fremgår av figuren at vedforbruket har vært vesentlig lavere de senere årene (2013-2016) enn i årene før. Vedforbruket i 2016 var drøyt 1,1 millioner tonn. Det forventes en økning til snaut 1,3 millioner tonn i 2030.

I 2016 ble ca. 55 % av veden brent i nyere vedovn. Andelen brent i nyere vedovn forventes å øke til ca. 80 % i 2030 og 90 % i 2050.

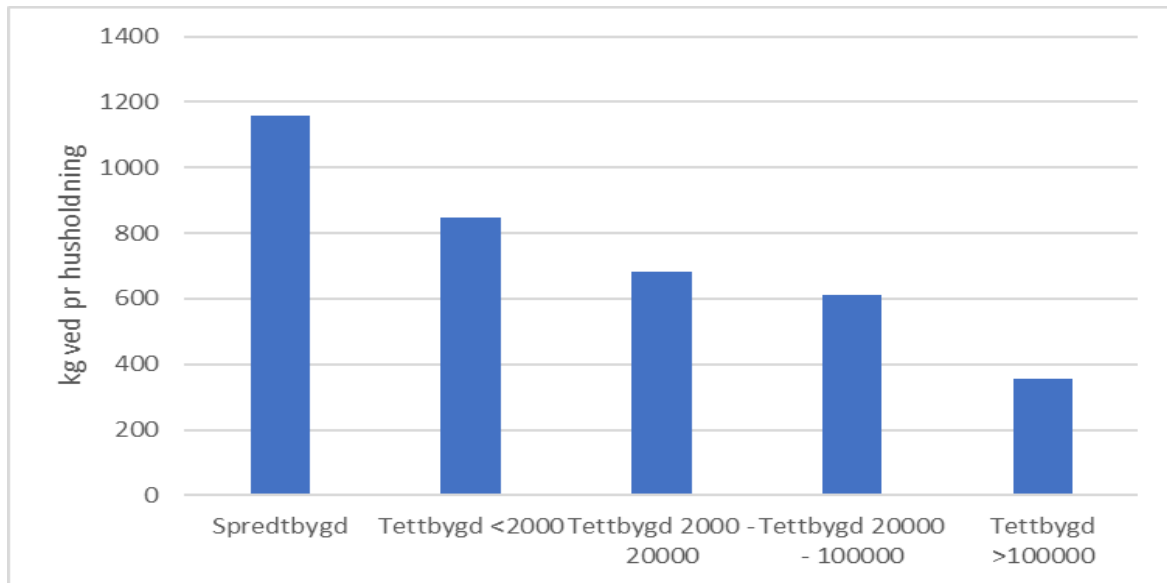
SSB vedfyringsundersøkelse<sup>7</sup> viser at vedforbruket per husholdning som fyrer, er betydelig mindre i tettbygde enn i spredtbygde områder. Se figuren nedenfor.

<sup>6</sup> Epost datert 20. juni 2018 fra Kaya Grjotheim/Eiliv Gjerald, Miljødirektoratet

<sup>7</sup> <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/mindre-ved-brennes-i-gamle-ovner>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring



**Figur 3 Vedforbruk per husholdning som fyrer i tettsteder av ulik størrelse. 2016**

Vi ser av figuren ovenfor at vedforbruket per husholdning som fyrer i tettsteder med mer enn 100 000 innbyggere er mindre enn 1/3-del av forbruket i spredtbygd område.

## 2.2 Overgang til andre oppvarmingskilder

Levekårsundersøkelsen i 2015<sup>8</sup> tyder på en betydelig overgang fra vedfyring til vannbåren varme eller varmepumpe som viktigste oppvarmingskilde i perioden 2012-2015: Vedfyring var viktigste oppvarmingskilde for 22 prosent i 2012 og 16 prosent i 2016. Vannbåren varme eller varmepumpe var viktigste oppvarmingskilde for 30 prosent i 2012 og 38 prosent i 2015. Vannbåren varme basert på fjernvarme benyttes hovedsakelig i blokker/leilighetsbygg, mens varmepumpe benyttes mest i eneboliger.

<sup>8</sup> <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/boforhold-levekarsundersokelsen-2015>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

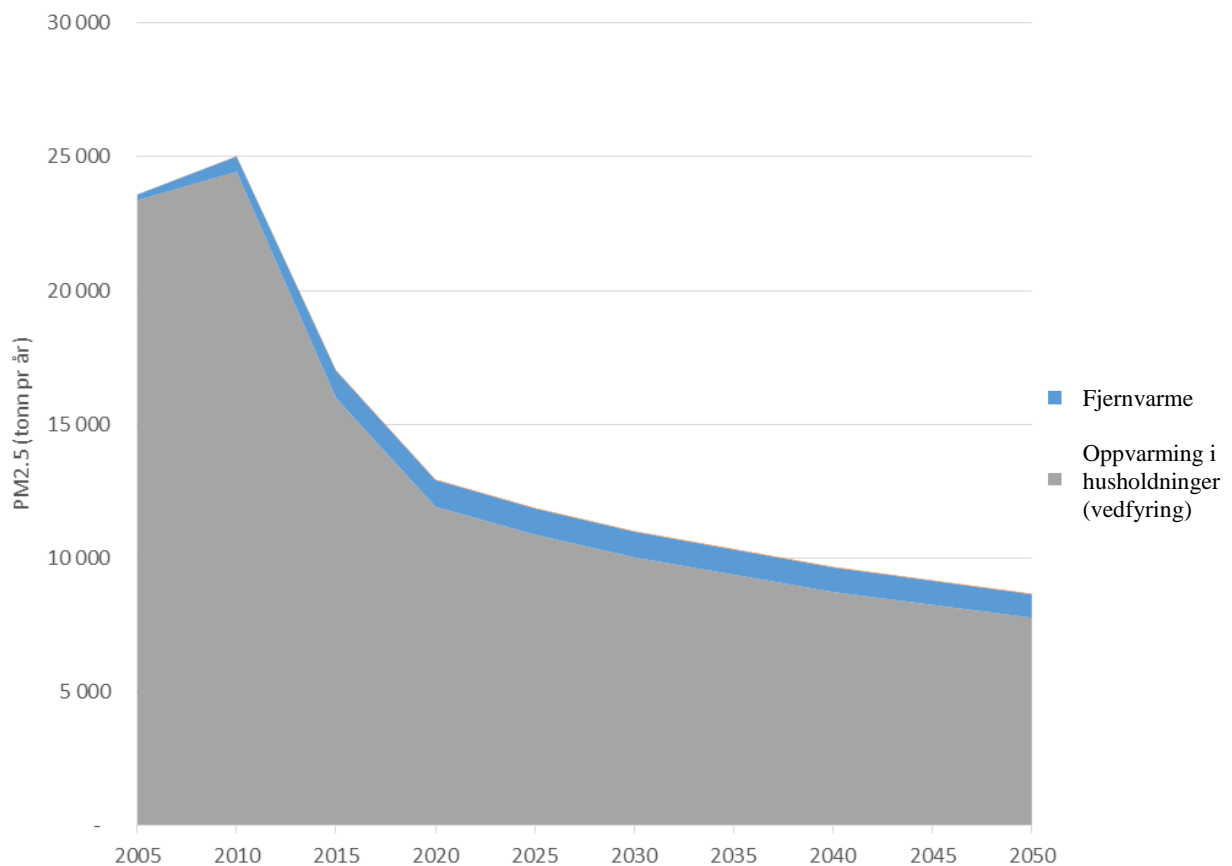
Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

### 3 Utslipp av svevestøv fra boligoppvarming

Fyring med ved i boliger og fritidsboliger er den største kilden til utslipp av svevestøv i Norge.

Tall fra utslippsregnskapet viser at det ble sluppet ut omlag 36 000 tonn svevestøv (PM<sub>10</sub>) i 2016. Av dette utslippet stammet 15 700 tonn fra fyring med ved i boliger og fritidsboliger.

Figuren nedenfor viser historiske og framskrevne utslipp av PM<sub>2.5</sub> fra oppvarming i husholdninger (vedfyring), og fjernvarme (avfallsforbrenning og flisfyringsanlegg)<sup>9</sup>.



**Figur 4 Historiske og framskrevne utslipp av PM<sub>2.5</sub> fra vedfyring og fjernvarme (Kilde: Miljødirektoratet)**

Det fremgår av figuren at svevestøvutslippet fra vedfyring er vesentlig høyere enn fra fjernvarmeanlegg. I 2015 var utslippene hhv. 16492, 24 og 1021 tonn.

<sup>9</sup> Epost datert 20. juni 2018 fra Kaya Grjotheim/Eiliv Gjerald

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

Energiproduksjonen fra avfallsforbrenning er pr i dag mer enn 2 ganger energiproduksjonen fra flisfyring, men avfallsforbrenningsanlegg har mer avansert renseutrustning enn flisfyringsanlegg og gir derfor lavere støvutslipp.

Utslippene i figuren ovenfor omfatter kun utslippet fra selve vedovnen, avfallsforbrenningsanlegget og flisfyringsanlegget. Utslipp fra produksjon og transport av brensel og fra produksjon av elektrisitet er ikke inkludert. Denne begrensningen gjelder alle utslippsfaktorer og utslipp gitt i denne rapporten.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

## 4 Tiltak for reduksjon av svevestøvutslipp fra vedfyring

Det er foretatt beregninger av utslippsreduksjoner i forhold til referansebanen fram til 2050. Referansebanen er utarbeidet av Miljødirektoratet og datert 7. juni 2018. Beregningene omfatter eldre vedovner (-97), nyere vedovner (98-2020) og nyeste vedovner (2020-) samt beste vedovner og nyeste vedovner med varmelagring.

Følgende tiltak er utredet:

1. *Forsert utskifting fra eldre til nyeste vedovner*
2. *Forsert utskifting fra eldre og nyere til beste vedovner*
3. *Bedret fyringsteknikk, nyere og nyeste vedovner*
4. *Ettersyn og vedlikehold, nyere og nyeste vedovner*
5. *Elektrostatisk partikkelrensing, nyere og nyeste vedovner*
6. *Bedret trekkregulering vha røykgassvifte, nyere og nyeste vedovner*
7. *Forsert overgang fra vedfyring til el oppvarming*
8. *Forsert overgang fra vedfyring til el med varmpumpe*
9. *Forsert overgang fra vedfyring til fjernvarme*

Tiltakene er forutsatt å starte i 2020 eller 2025. De fleste av tiltakene vil ha effekt utover 2050.

Tiltak 1-6 er i all hovedsak en oppdatering av tiltak utredet i samarbeid med SINTEF Energiforskning i «Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring» (M-691)<sup>10</sup>. Referansebanens utslipp er imidlertid vesentlig lavere enn i M-691 på grunn av redusert vedforbruk og lavere utslipp fra de nyeste vedovnene.

Noen av disse tiltakene kan også utføres på eldre ovner (produsert før 1997 (-97)). Følgende forhold taler for at tiltakene bør utføres på nyere (98-2020) eller nyeste (2020-) vedovner:

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

---

<sup>10</sup> M-691 Miljødirektoratet «Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring» (M-691). Norsk Energi/SINTEF

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

#### 4.1 Tiltak 1. Forsert utskifting fra eldre til nyeste vedovner

Svevestøvutslippet fra dagens ovner er vesentlig lavere enn fra ovner produsert før 1998. I referansebanen forutsettes det en naturlig utskifting av eldre vedovner (-97) til nyeste (2020-) vedovner. Dette tiltaket beskriver en utskifting til nyeste vedovner utover referansebanen.

#### 4.2 Tiltak 2. Forsert utskifting til beste vedovner

I referansebanen forutsettes det en naturlig utskifting til nyeste (2020-) vedovner. Dette tiltaket beskriver en utskifting utover referansebanen til de beste vedovnene.

#### 4.3 Tiltak 3. Bedret fyringsteknikk – nyere og nyeste vedovner

Tiltaket omfatter opplæring i bedre fyringsteknikk for nyere og nyeste vedovner.

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.<sup>11</sup> BC ble ikke redusert like mye som andre uforbrente komponenter.

I beregningene har vi benyttet reduksjonsgrad på 50 % for parametere påvirket av bedret forbrenning (CH<sub>4</sub>, CO, NMVOC, OC, PM<sub>2.5</sub>, PAH) 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, optenningsteknikk og fokus på viktighet av tørr ved.

#### 4.4 Tiltak 4 Ettersyn og vedlikehold – nyere og nyeste vedovner

Tiltaket omfatter systematisk ettersyn og vedlikehold av nyere og nyeste vedovner.

Undersøkelsen av hvordan manglende vedlikehold påvirker utslipp, viste at lekkasje som oppstår på grunn av en manglende pakning påvirker utslippene betydelig.<sup>12</sup> 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.

Basert på data fra undersøkelsen har vi valgt å benytte reduksjonsgrad på 10 % for parametere påvirket av ettersyn og vedlikehold (BC, CH<sub>4</sub>, CO, NMVOC, OC, PM<sub>2.5</sub>, PAH) 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.

---

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

<sup>12</sup> <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2016/Mars-2016/Effect-of-maintenance-on-particulate-emissions-from-residential-woodstoves/>



## 4.5 Tiltak 5 Elektrostatisk partikkelrensing (elektrofilter)

Figuren nedenfor viser elektrofilter for vedovner.



**Figur 5 Elektrofilterfor vedovn**

Renseutrustningen monteres i toppen av skorsteinen. En eller flere høyspente elektroder lader partiklene, og partiklene avsettes på veggen av røykrøret. Fjerning av partiklene på røykrøret foregår ved feing.

Ved typisk utløpstemperatur fra skorsteinen inneholder røykgass fra vedovner en betydelig andel uforbrente gassformige, kondenserbare komponenter. Andelen er høyere ved dårlig enn ved god forbrenning, og er dermed høyere fra eldre enn fra nyere vedovner. Elektrofilter fungerer kun på faste eller flytende komponenter, og har dermed ingen renseeffekt på de gassformige komponentene.

Elektrofilter ble vurdert i tiltaksutredning for vedovner utført for Miljødirektoratet i 2013<sup>13</sup>. Det ble den gangen vurdert at «Målinger viser varierende resultater og usikker effekt på de minste partiklene». Dette var blant annet basert på tester utført i regi av Miljøministeriet i Danmark. Tiltaket ble således ikke utredet i 2013.

I 2015 ble det utført nye tester i regi av Miljøministeriet<sup>14</sup>, og her var konklusjonen mer positiv.

<sup>13</sup> M-691 Miljødirektoratet «Tiltaksutredning vedrørende utslipp av klimadrivere fra vedfyring» (M-691). Norsk Energi/SINTEF

<sup>14</sup> «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/>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

Elektrofilter ble også utredet og testet i forbindelse med EU-prosjektet “*Next generation small-scale biomass combustion technologies with ultra-low emissions (UltraLowDust)*”<sup>15</sup>. Rensegrad for den testede teknologien ble angitt til 50-90 %. Det ble imidlertid påpekt at det mangler data vedrørende lengre tids testing og anvendelighet på eldre ovner. Kombinasjon av moderne vedovn med automatisk kontrollsystem og elektrofilter ble demonstrert og trukket fram som en mulighet innenfor konseptet «UltraLowDust».

I prosjektrapporten påpekes at hovedstrategien må være å optimalisere forbrenningsteknologien og deretter rense utslippene. På kort sikt blir imidlertid rensing av utslippene på eldre ovner ansett som en interessant løsning: *“It has to be pointed out that the overall strategy must be to firstly optimize combustion technologies by utilizing primary measures, and then, as an add-on, gain further emission reduction potentials by secondary measures. However, especially regarding retrofit of old combustion systems, secondary measures may provide an interesting potential for emission reduction in short-term. Regarding PM emissions, ESPs seem to be most suitable”*<sup>16</sup>.

I Tyskland finnes en tilskuddsordning som omfatter elektrostatisk partikkelrensing på vedkjeler, fliskjeler, pelletskjeler og pelletsovner. Tilskuddsordningen omfatter ikke partikkelrensing på vedovner. Ordningen administreres av Federal Office of Economics and Export Control (BAFA)<sup>17</sup>.

Anlegg med partikkelutslipp over grenseverdi må enten påmonteres godkjent partikkelfilter eller tas ut av drift. Godkjenning av partikkelfiltre forutsetter bl.a. partikkelrensegrad på over 50 %. BAFA har utarbeidet en oversikt over godkjente elektrostatiske partikkelfiltre som omfatter 12 ulike fabrikat. Noen av disse er egnet for anlegg ned mot vedovnsstørrelse. De fleste er imidlertid tiltenkt noe større anlegg, og kan trolig gi tilfredsstillende effekt på utslipp fra skorsteiner som er tilknyttet mange vedovner (for eksempel leilighetsbygg).

Kostnad for elektrofilter er angitt til 800 - 1500 euro, og rensing for partikler er angitt til mellom 50 og 90%. I beregningene har vi benyttet rensing på 60 % for BC, OC og PM<sub>2.5</sub>.

SINTEF anbefaler ikke elektrofilter til eldre ovner fordi for mye uforbrent danner belegg i elektrofilteret og reduserer virkningsgraden betydelig. En langtidsstudie i felt viser at virkningsgraden gikk ned med økt partikkelutslipp.<sup>18</sup>

Elektrofilter kan benyttes som et tillegg til 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.

---

<sup>15</sup> <http://www.ultralowdust.eu/index.php?id=201>

<sup>16</sup> Prosjektet omfattet vedovner (typisk effekt 8 kW) og pelletskjeler (typisk effekt 25 kW), fliskjeler (typisk effekt 40 kW) og vedkjeler (typisk effekt 30 kW).

<sup>17</sup> [http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare\\_energien/biomasse/innovations\\_und\\_zusatzfoerderung/](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/biomasse/innovations_und_zusatzfoerderung/)

<sup>18</sup> [http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/festbrennstoffe/dateien/23\\_bericht.pdf](http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/festbrennstoffe/dateien/23_bericht.pdf)

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

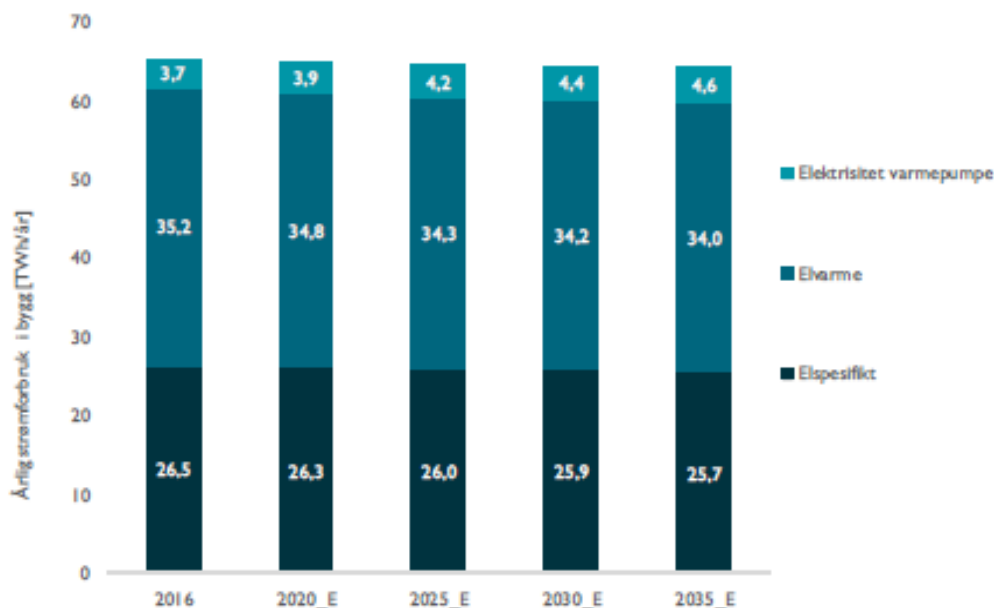
#### 4.6 Tiltak 6 Bedret trekkregulering – røykgassvifte – nyere og nyeste vedovner

Forbrenningslufttilførselen til en vedovn er styrt av skorkestrekken 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.

En vifte kan påvirke forbrenningsprosessen positivt,<sup>19</sup> særlig i bygninger med gamle piper. Vi har benyttet rensegrad på 30 % for parametere påvirket av bedret forbrenning (CH<sub>4</sub>, CO, NMVOC, OC, PM<sub>2.5</sub>, PAH) med unntak av BC der vi har benyttet 15 % rensegrad.

#### 4.7 Tiltak 7 og 8 Forsert overgang fra vedfyring til elvarme/varmepumpevarme

NVE har foretatt framskrivningene av strømforbruk i bygg som er benyttet i Perspektivmeldingen (PM2017)<sup>20</sup>. Bygg omfatter private husholdninger samt privat og offentlig tjenesteyting. Se figuren nedenfor.



Figur 4-1 Strømforbruk i bygg. NVEs analyser viser at strøm brukt i bygg vil reduseres fra 65 TWh i 2016 til 64 TWh i 2035.

#### Figur 6 Strømforbruk i bygg

Det fremgår av figuren at elforbruk til elvarme vil avta med ca. 1 TWh i perioden 2016-2035 (35,2 til 34 TWh) ifølge framskrivningene. Elforbruk til varmepumper vil øke med ca. 1 TWh

<sup>19</sup> <http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2015/dec/publikation-om-forprojekt-om-rensning-af-braenderoeg-for-partikler/>

<sup>20</sup> NVE-rapport 2018\_43

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

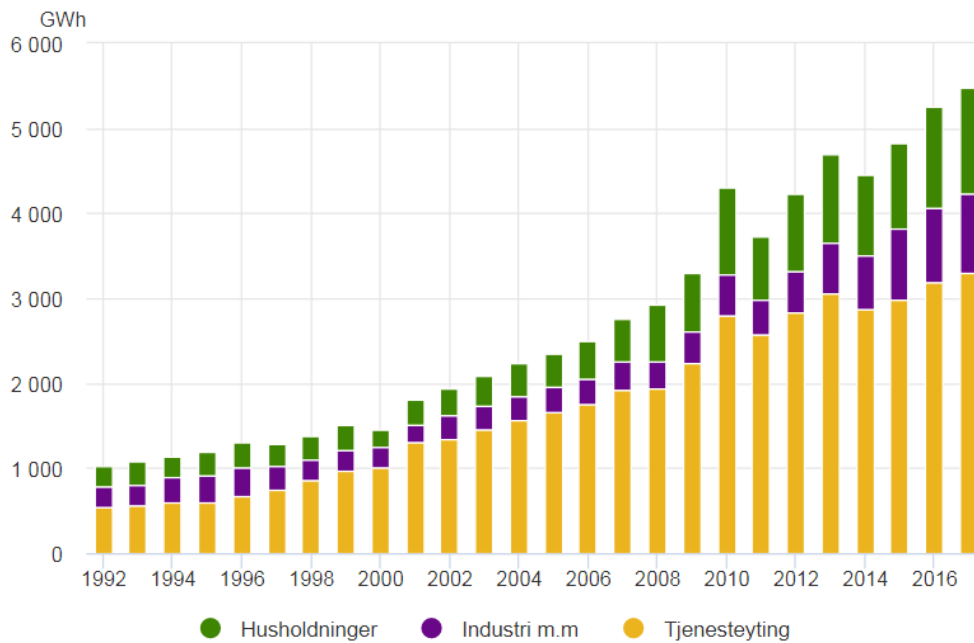
---

(fra 3,7 til 4,6 TWh) i den samme perioden. Elvarme til husholdningene var på ca 20 TWh i 2016.

I beregningene har vi lagt til grunn at elvarme/varmepumpe til husholdninger økes med 0,7-0,8 TWh i forhold til NVEs framskrivninger til 2035, og en tilsvarende reduksjon i avgitt energi fra vedfyring. Det er lagt til grunn at reduksjonen omfatter eldre vedovner (2030) samt eldre og nyere vedovner (2040 og 2050).

## 4.8 Tiltak 9 Forsert overgang fra vedfyring til fjernvarme

Fjernvarmeproduksjonen har økt mye de senere årene, se figuren nedenfor.



Kilde: Fjernvarme og fjernkjøling, Statistisk sentralbyrå.

**Figur 7 Forbruk av fjernvarme i ulike forbrukergrupper**

Økningen i fjernvarmeproduksjonen skyldes store investeringer i fjernvarmeanlegg og utbygging av nettet, særlig i de største byene. Fjernvarmeproduksjonen er pr i dag på ca. 5,5 TWh<sup>21</sup>. Det forventes at den vil fortsette å øke i årene fram mot 2030 og 2050. Tidligere målsetning om fjernvarmeproduksjon på 10 TWh i 2020 er imidlertid ikke realistisk; antatt fjernvarmeproduksjon i 2020 er ca. 7 TWh<sup>22</sup>.

Drøyt 20 % av fjernvarmeproduksjonen går til oppvarming i husholdninger<sup>23</sup>.

For å estimere mulig forsert fjernvarmeleveranse til husholdningene i forhold til det som er lagt til grunn i referansebanen har vi studert potensialet i Oslo:

Fortum Oslo Varme AS produserer pr i dag ca. 1,7 TWh fjernvarme. Fortum Oslo Varme har ambisjoner om å bygge ut til ca. 2 TWh med dagens rammebetingelser og til ca. 3 TWh dersom rammebetingelsene bedres<sup>24</sup>. Basert på dette antar vi at fjernvarmeleveransen til oppvarming i Oslo kan bli **1 TWh** mer enn det som er lagt til grunn i referansebanen i 2030.

<sup>21</sup> <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/fjernvarme>

<sup>22</sup> Jon Tveiten. Adm. dir. i Norsk Energi og medlem av styret i Norsk Fjernvarme

<sup>23</sup> <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/fjernvarme>

<sup>24</sup> <https://www.fortum.no/fjernvarme-i-oslo>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

Vi antar en noe mer moderat utbygging ellers i landet, og estimerer ca. **2 TWh** mer enn i referansebanen totalt i landet i 2030. Vi legger til grunn at ca. 20 % går til oppvarming i husholdninger, dvs. **0,4 TWh**.

Fjernvarme benyttes først og fremst i blokkleiligheter, både eksisterende og nye. Nasjonale tall tyder på at ca. 5 % av energiforbruket i blokkleiligheter dekkes av vedfyring<sup>25</sup>. Mange nye leiligheter bygges uten mulighet for vedfyring. Dersom vi legger til grunn at 2,5 % av energiforbruket i blokkleiligheter dekkes av vedfyring, finner vi at potensiell reduksjon av energi fra vedfyring som følge av forsert fjernvarmeutbygging er 2,5 % av 0,4 TWh, dvs. **0,01 TWh i 2030**. Dette tilsvarer ca. 0,001 **TWh pr år**. Dette utgjør ca. 0,02 % av nasjonalt energiforbruk fra ved på ca. 5,7 TWh.

Beregningene og vurderingene utført her tilsier at forsert fjernvarmeutbygging har begrenset potensial for reduksjon av nasjonalt svevestøvutslipp fra vedfyring. Dette skyldes at boligene som er mest aktuelle for fjernvarme benytter lite vedfyring. I enkelte områder med mye vedfyring kan man trolig oppnå en signifikant reduksjon av lokal svevestøvbelastning ved fjernvarmeutbygging. Dette skyldes både det vesentlig lavere utslippet fra fjernvarme samt at utslippet kommer fra høye skorsteiner.

---

<sup>25</sup> <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/husenergi/hvert-3-aar>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

## 5 Beregninger av utslipp

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

$$\text{Utslipp (tonn)} = \text{Utslippsfaktor (tonn/TJ}_{\text{innfyrt}} (=g/MJ_{\text{innfyrt}})) \times \text{Vedforbruk (innfyrt energi, TJ}_{\text{innfyrt}})$$

Deretter summeres de teknologispesifikke utslippene.

Utslipp fra produksjon og transport av energibærere inngår ikke i beregningene.

### 5.1 Utslippsfaktorer for vedfyring

Utslippsfaktorene for vedfyring 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 svevestøvutslippet består av mer enn 95% PM<sub>2.5</sub>, og vi har utført beregninger kun for PM<sub>2.5</sub>-andelen av svevestøvutslippet.

Utslippsfaktorene for BC er basert på et svært begrenset antall målinger av EC, OC og PM<sub>2.5</sub>. Det er antatt at EC tilsvarer BC.

Utslippsfaktorer for situasjon etter tiltak er basert på et 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 kategoriene eldre, nyere, nyeste, beste og varmelagrende vedovner. Reelt sett vil utslippsfaktorene variere mye med type ovn
- Utslippene av blant annet PAH, BC, OC, PM<sub>2.5</sub>, CH<sub>4</sub>, NMVOC og CO avhenger av forbrenningsforholdene og er dermed svært usikre

SINTEF har nylig presentert anbefalte revisjoner av utslippsfaktorer for eldre (-97) og nyere (98-) vedovner<sup>26</sup>. Utslippsfaktorene er basert på laboratoriemålinger, litteraturstudier og ekspertvurderinger. Vi har benyttet disse reviderte utslippsfaktorene i våre beregninger i denne rapporten.

Fyring med høy effekt gir vesentlig lavere utslipp enn lav effekt delast. For å beregne typisk utslipp fra vedovner er det behov for å vekte utslippsfaktorene for høy effekt (nominell last)

<sup>26</sup> Seljeskog, M.; Goile, F.; Skreiberg, Ø., SINTEF Energy Research. "Recommended revisions of Norwegian emission factors for wood stoves" Energy Procedia (2016)

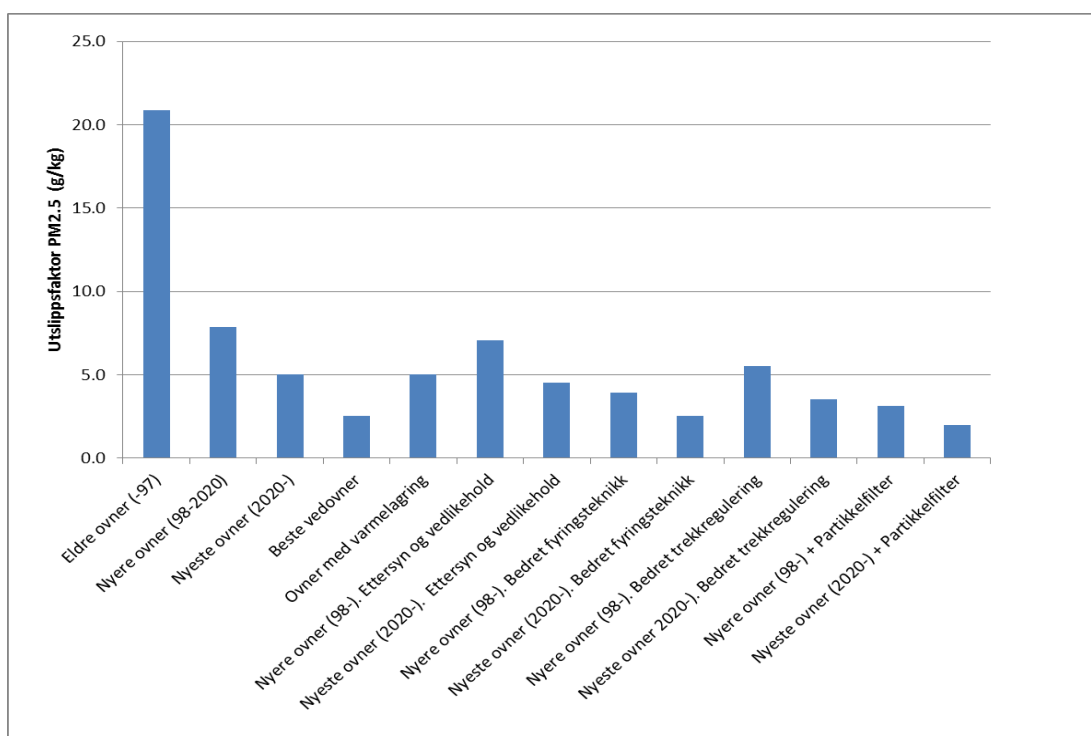
Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

og lav effekt (dellast). I metoden angitt av SINTEF<sup>27</sup> benyttes vektning av dellast/nominell last for eldre på 65/35 % og nyere ovner på 70/30%. Vi har benyttet denne vektningen i våre beregninger fordi dette er anbefalt vektning for de sist oppdaterte norske utslippsfaktorene.

Utslippsfaktorer for nyeste vedovner er basert på grenseverdi for PM på 5 g/kg i økodesignforordning nr. 2015/1185 og ekspertvurderinger. Utslippsfaktorer for beste vedovner og varmelagrende<sup>28</sup> ovner er basert på litteraturdata og ekspertvurderinger.

Figuren nedenfor viser benyttede PM<sub>2.5</sub>-utslippsfaktorer for eldre, nyere og nyeste vedovner uten og med tiltak samt beste vedovner og nyeste ovner med varmelagring.



**Figur 8 Utslippsfaktorer for eldre, nyere og nyeste vedovner uten og med tiltak samt beste vedovner og nyeste ovner med varmelagring**

Det fremgår av figuren ovenfor at utslippsfaktorer for PM<sub>2.5</sub> for eldre, nyere og nyeste vedovner benyttet i denne utredningen er hhv. ca. 20, 8 og 5 g/kg. Beste vedovner, nyeste ovner med bedret fyringsteknikk og nyeste ovner med partikkelfilter har utslippsfaktor på ca 2,5 g/kg.

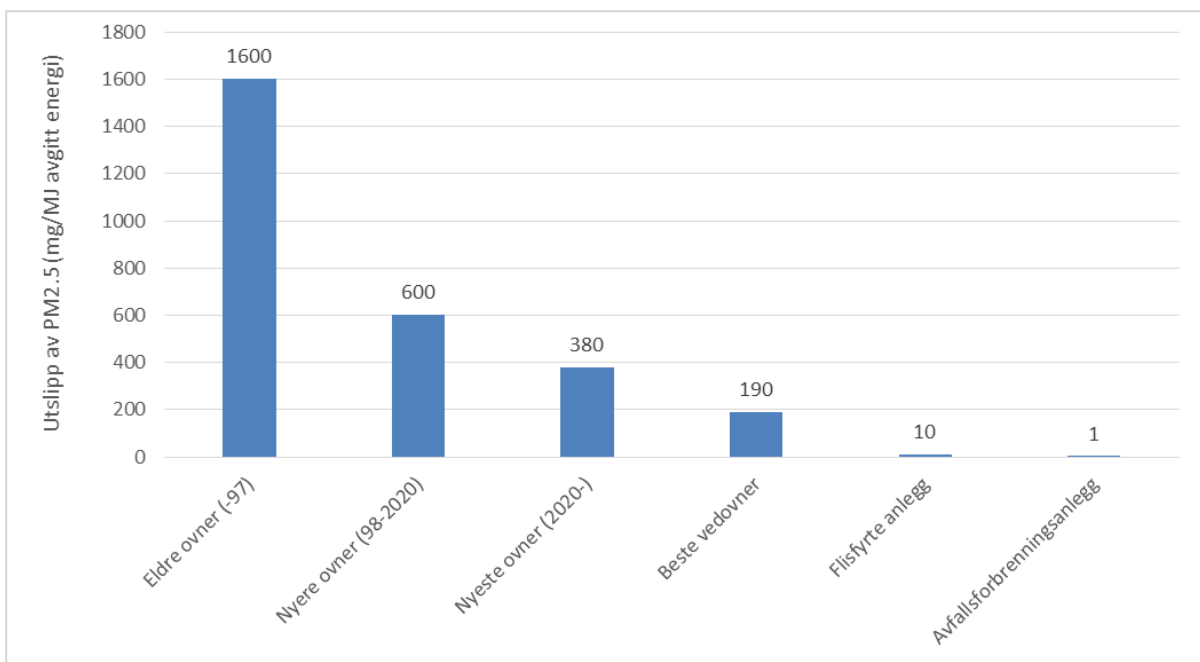
<sup>27</sup> Seljeskog, M.; Goile, F.; Skreiberg, Ø., SINTEF Energy Research. “Recommended revisions of Norwegian emission factors for wood stoves” Energy Procedia (2016)

<sup>28</sup> Tytgat T. et al. “Literature review of emissions of modern wood combustion devices and emissions reducing technologies, under real-life conditions”. Flanders Environment Agency, 2018



## 5.2 Utslippsfaktorer for vedfyring og fjernvarmeforbrenningsanlegg

Figuren nedenfor viser utslippsfaktorer for eldre, nyere, nyeste og beste vedovner samt typiske utslippsfaktorer for flisfyrte anlegg og avfallsfyrte fjernvarmeanlegg.



**Figur 9 Utslippsfaktorer for PM<sub>2.5</sub> fra eldre, nyere, nyeste og beste vedovner samt typiske utslippsfaktorer for flisfyrte anlegg og avfallsfyrte fjernvarmeanlegg. Enhet: mg/MJ avgitt energi**

Vi ser av figuren ovenfor at utslippsfaktorene for vedovner pr MJ avgitt energi er vesentlig høyere enn faktorene for flisfyrte og avfallsfyrte fjernvarmeanlegg. Beste vedovner har nesten 200 ganger høyere utslipp pr energienhet enn avfallsforbrenningsanlegg og nesten 20 ganger høyere enn flisfyrte anlegg.

## 5.3 Vedforbruk

Framskrivningene av vedforbruk i referansebanen er utarbeidet av Miljødirektoratet. Referansebanen er utarbeidet av Miljødirektoratet og datert 7. juni 2018. Framskrevet vedforbruk er vesentlig lavere enn i tidligere tiltaksutredning (M-691). Dette skyldes hovedsakelig de siste årenes kraftige reduksjon i vedforbruk. I *referansebanen* er det gått ut fra at alle ovner er skiftet ut til *nyeste vedovner* i løpet av 40 år (2020-2060).

## 5.4 Virkningsgrad

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

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

SINTEF har nylig presentert anbefalte revisjoner av utslippsfaktorer for eldre (-97) og nyere (98-) vedovner<sup>29</sup>. Dette arbeidet omfattet også evaluering av virkningsgrad for eldre og nyere ovner. Det ble her funnet at virkningsgraden er hhv. 66 og 71 % for eldre og nyere vedovner (med den angitte vektingen for nominell last og dellast). I våre beregninger har vi benyttet virkningsgrad på 70 %.

I alle de utredede tiltakene med unntak av tiltakene elvarme/varmepumpe og kombinerte tiltak er totalt vedforbruk det samme som i referansebanen.

Det er knyttet betydelig usikkerhet både til historisk og fremskrevet 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.

---

<sup>29</sup> 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 svevestøv fra vedfyring

---

## 6 Skalering av tiltakene

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

Følgende hovedprinsipper ligger til grunn for valgte skalering av tiltakene:

- tiltakene med bedret fyringsteknikk, ettersyn og vedlikehold er gitt samme skalering som i M-691
- godt dokumenterte tiltak er gitt høyere skalering enn de som er usikre
- det er tatt hensyn til dagens og fremskrevet forbruk av elvarme og varmpumpevarme ved skalering av tiltaket forsert overgang til elvarme og varmpumper

Følgende skalering er benyttet i denne tiltaksutredningen:

### *1. Forsert utskifting fra eldre til nyeste vedovner*

Halvering av vedforbruket til eldre vedovner i forhold til referansebanen; tilsvarende økning av vedforbruket til nyeste vedovner

### *2. Forsert utskifting fra eldre og nyere til beste vedovner*

Beste1: Referansebanens vedforbruk til beste vedovner istedenfor til nyeste vedovner  
Beste2: Utskifting til beste1+ halvering av vedforbruket til eldre vedovner; tilsvarende økning av vedforbruket til beste vedovner

### *3. Bedret fyringsteknikk, nyere og nyeste vedovner*

5 % (2025), 10 % (2030) til 50 % (2050) av nyere og nyeste vedovner omfattes av tiltaket

### *4. Ettersyn og vedlikehold, nyere og nyeste vedovner*

5 %, 10 % (2030) til 50 % (2050) av nyere og nyeste vedovner omfattes av tiltaket

### *5. Elektrofilter, nyere og nyeste vedovner*

Dette tiltaket forventes å starte noe senere enn tiltakene med bedret fyringsteknikk og ettersyn og vedlikehold fordi teknologien fortsatt ikke er etablert. 10 % (2030) til 50 % (2050) av nyere og nyeste vedovner omfattes av tiltaket.

### *6. Bedret trekkregulering vha røykgassvifte, nyere og nyeste vedovner*

Tiltaket er gitt lite omfang fordi effekten er usikker og fordi nyere og nyeste ovner normalt vil antas å ha gode trekkforhold pga riktig dimensjonering av ovn/pipe. Tiltaket omfatter 1-3 % av nyere og nyeste vedovner.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

*7.Forsert overgang fra vedfyring til eloppvarming*

0,7 TWh reduksjon av avgitt energi fra eldre vedovner i forhold til referansebanen i 2030 og 0,8 TWh reduksjon totalt fra eldre og nyere vedovner i 2040 og 2050.

*8.Forsert overgang fra vedfyring til el med varmepumpe*

0,7 TWh reduksjon av avgitt energi fra eldre vedovner i forhold til referansebanen i 2030 og 0,8 TWh reduksjon totalt fra eldre og nyere vedovner i 2040 og 2050.

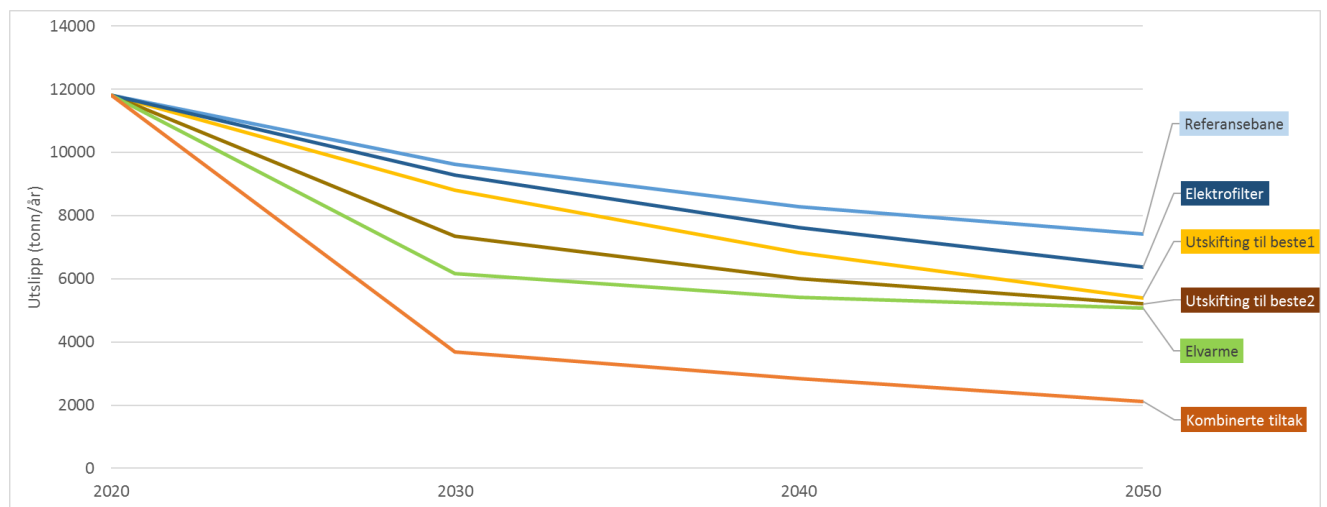
*9.Forsert overgang fra vedfyring til fjernvarme*

0,01 TWh reduksjon av avgitt energi fra eldre vedovner i forhold til referansebanen i 2030, og 0,02 TWh reduksjon i 2030 og og 0,03 TWh reduksjon i 2050.

## 7 Utslppsreduksjoner som følge av tiltakene

### 7.1 Utslppsreduksjoner av svevestøv som følge av tiltakene

Figuren nedenfor viser utslipp av PM<sub>2.5</sub> i referansebanen, utvalgte tiltak og en kombinasjon av tiltak (utskifting til beste vedovner, elektrofilter, elvarme/varmepumpe).



#### Elektrofilter

10 % (2030) og 50 % (2050) av nyere og nyeste vedovner omfattes av tiltaket

#### Utskifting til beste1

Referansebanens vedforbruk til beste vedovner istedenfor nyeste vedovner

#### Utskifting til beste2

Utskifting til beste1+ halvering av vedforbruket til eldre vedovner; tilsvarende økning av vedforbruket til beste vedovner

#### Elvarme/varmepumpe

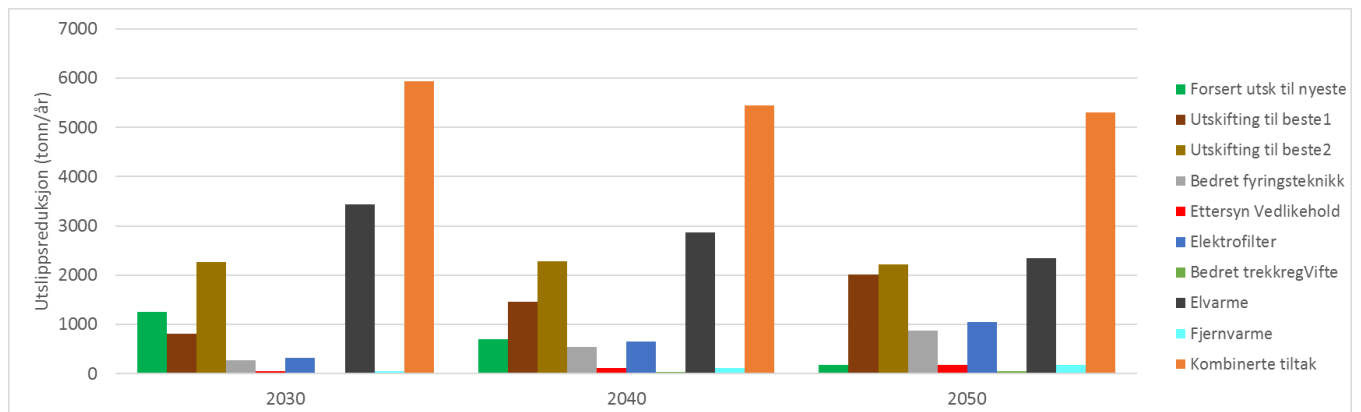
0,7 TWh reduksjon av avgitt energi fra eldre vedovner i forhold til refbanen i 2030 og 0,8 TWh reduksjon totalt fra eldre og nyere vedovner i 2040 og 2050

#### Kombinerte tiltak

Utskifting til beste vedovner 2, elektrofilter på nyere vedovner, elvarme/varmepumpe

**Figur 10 Utslipp av PM<sub>2.5</sub>**

Figuren nedenfor viser utslppsreduksjoner av PM<sub>2.5</sub> i forhold til referansebanen.



**Figur 11 Utslppsreduksjon av PM<sub>2.5</sub> i forhold til referansebanen**

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

Tiltaket *elvarme/varmepumpe* gir størst utslippsreduksjon både i 2030 og 2050 med hhv ca 3400 og 2300 tonn pr år. Deretter følger tiltaket *utskifting til beste vedovner alternativ 2* (utskifting til beste2) med 2200-2300 tonn reduksjon både i 2030 og 2050.

*Kombinerte tiltak* (utskifting til beste2, elektrofilter på noen nyere vedovner, elvarme/varmepumpe) er beregnet å gi utslippsreduksjon på snaut 6000 tonn i 2030 og 5300 tonn i 2050.

Utbredelsen av tiltakene påvirkes av virkemidlene som settes inn, kostnadsutvikling på bl.a. vedovner og strøm, utslippskrav og luftkvalitetskrav. For alle tiltak som omtales her, er det et stort antall valgmuligheter med tanke på utforming og skalering. Ved annen utforming eller skalering enn benyttet vil utslippsreduksjonene bli endret.

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 svevestøv fra vedfyring

## 7.2 Utslipp og utslippsreduksjoner av PM2.5 og øvrige komponenter som følge av tiltakene

Tabellene nedenfor viser utslipp i referansebanen, etter gjennomføring av tiltak samt utslippsreduksjoner i forhold til referansebanen.

**Tabell 1 BC. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (tonn) |      |      | Utslippsreduksjon (tonn) |      |      |
|---------------------------------|----------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                                 | 2020           | 2025 | 2050 | 2020                     | 2025 | 2050 |
| <b>Referansebane</b>            | 790            | 738  | 590  |                          |      |      |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 790            | 738  | 597  | 0                        | 0    | 16   |
| 2a Utskifting til beste         | 790            | 719  | 503  | 0                        | 18   | 87   |
| 2b Utskifting til beste2        | 790            | 719  | 509  | 0                        | 18   | 81   |
| 3 Bedret fyringsteknikk         | 787            | 732  | 554  | 3                        | 5    | 36   |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 788            | 733  | 561  | 3                        | 4    | 29   |
| 5 Elektrofilter                 | 790            | 735  | 503  | 0                        | 3    | 87   |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 790            | 737  | 588  | 0                        | 1    | 2    |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 790            | 663  | 430  | 0                        | 74   | 161  |
| 9 Fjernvarme                    | 790            | 736  | 582  | 0                        | 1    | 9    |
| 10 Kombinerte tiltak            | 790            | 643  | 284  | 0                        | 95   | 306  |

**Tabell 2 CH<sub>4</sub>. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (tonn) |      |      | Utslippsreduksjon (tonn) |      |      |
|---------------------------------|----------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                                 | 2020           | 2025 | 2050 | 2020                     | 2025 | 2050 |
| <b>Referansebane</b>            | 7394           | 6598 | 4954 |                          |      |      |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 7394           | 6598 | 4664 | 0                        | 0    | 304  |
| 2a Utskifting til beste         | 7394           | 5979 | 2040 | 0                        | 619  | 2914 |
| 2b Utskifting til beste2        | 7394           | 5979 | 1731 | 0                        | 619  | 3223 |
| 3 Bedret fyringsteknikk         | 7357           | 6527 | 4333 | 37                       | 71   | 622  |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 7387           | 6584 | 4830 | 7                        | 14   | 124  |
| 5 Elektrofilter                 | 7394           | 6598 | 4954 | 0                        | 0    | 0    |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 7394           | 6591 | 4926 | 0                        | 7    | 28   |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 7394           | 5451 | 3494 | 0                        | 1147 | 1460 |
| 9 Fjernvarme                    | 7394           | 6577 | 4821 | 0                        | 21   | 133  |
| 10 Kombinerte tiltak            | 7394           | 4832 | 140  | 0                        | 1766 | 4814 |

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

**Tabell 3 CO. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (tonn) |       |       | Utslippsreduksjon (tonn) |       |       |
|---------------------------------|----------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
|                                 | 2020           | 2025  | 2050  | 2020                     | 2025  | 2050  |
| <b>Referansebane</b>            | 90456          | 91228 | 96485 |                          |       |       |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 90456          | 91228 | 96956 | 0                        | 0     | 402   |
| 2a Utskifting til beste         | 90456          | 78800 | 37952 | 0                        | 12429 | 58533 |
| 2b Utskifting til beste2        | 90456          | 78800 | 38037 | 0                        | 12429 | 58449 |
| 3 Bedret fyringsteknikk         | 89628          | 89653 | 82763 | 828                      | 1575  | 13723 |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 90290          | 90913 | 93741 | 166                      | 315   | 2745  |
| 5 Elektrofilter                 | 90456          | 91228 | 96485 | 0                        | 0     | 0     |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 90456          | 91083 | 95861 | 0                        | 145   | 624   |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 90456          | 83980 | 76866 | 0                        | 7248  | 19620 |
| 9 Fjernvarme                    | 90456          | 91099 | 95644 | 0                        | 130   | 842   |
| 10 Kombinerte tiltak            | 90456          | 71553 | 15611 | 0                        | 19676 | 80874 |

**Tabell 4 CO<sub>2</sub>. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (ktonn) |      |      | Utslippsreduksjon (ktonn) |      |      |
|---------------------------------|-----------------|------|------|---------------------------|------|------|
|                                 | 2020            | 2025 | 2050 | 2020                      | 2025 | 2050 |
| <b>Referansebane</b>            | 1570            | 1614 | 1772 |                           |      |      |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 1570            | 1614 | 1775 | 0                         | 0    | -3   |
| 2a Utskifting til beste         | 1570            | 1614 | 1772 | 0                         | 0    | 0    |
| 2b Utskifting til beste2        | 1570            | 1614 | 1774 | 0                         | 0    | -2   |
| 3 Bedret fyringsteknikk         | 1570            | 1614 | 1772 | 0                         | 0    | 0    |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 1570            | 1614 | 1772 | 0                         | 0    | 0    |
| 5 Elektrofilter                 | 1570            | 1614 | 1772 | 0                         | 0    | 0    |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 1570            | 1614 | 1772 | 0                         | 0    | 0    |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 1570            | 1505 | 1418 | 0                         | 109  | 355  |
| 9 Fjernvarme                    | 1570            | 1612 | 1760 | 0                         | 2    | 13   |
| 10 Kombinerte tiltak            | 1570            | 1505 | 1385 | 0                         | 109  | 388  |



Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

**Tabell 5 NMVOC. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (tonn) |       |       | Utslippsreduksjon (tonn) |      |       |
|---------------------------------|----------------|-------|-------|--------------------------|------|-------|
|                                 | 2020           | 2025  | 2050  | 2020                     | 2025 | 2050  |
| <b>Referansebane</b>            | 16536          | 16336 | 16380 |                          |      |       |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 16536          | 16336 | 16025 | 0                        | 0    | 175   |
| 2a Utskifting til beste         | 16536          | 13804 | 4457  | 0                        | 2532 | 11923 |
| 2b Utskifting til beste2        | 16536          | 13804 | 4023  | 0                        | 2532 | 12357 |
| 3 Bedret fyingsteknikk          | 16389          | 16056 | 13944 | 147                      | 280  | 2436  |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 16506          | 16280 | 15893 | 29                       | 56   | 487   |
| 5 Elektrofilter                 | 16536          | 16336 | 16380 | 0                        | 0    | 0     |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 16536          | 16310 | 16269 | 0                        | 26   | 111   |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 16536          | 14753 | 12690 | 0                        | 1583 | 3690  |
| 9 Fjernvarme                    | 16536          | 16308 | 16196 | 0                        | 28   | 184   |
| 10 Kombinerte tiltak            | 16536          | 12222 | 160   | 0                        | 4115 | 16220 |

**Tabell 6 N<sub>2</sub>O. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (tonn) |      |      | Utslippsreduksjon (tonn) |      |      |
|---------------------------------|----------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                                 | 2020           | 2025 | 2050 | 2020                     | 2025 | 2050 |
| <b>Referansebane</b>            | 31             | 32   | 35   |                          |      |      |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 31             | 32   | 35   | 0                        | 0    | 0    |
| 2a Utskifting til beste         | 31             | 32   | 35   | 0                        | 0    | 0    |
| 2b Utskifting til beste2        | 31             | 32   | 35   | 0                        | 0    | 0    |
| 3 Bedret fyingsteknikk          | 31             | 32   | 35   | 0                        | 0    | 0    |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 31             | 32   | 35   | 0                        | 0    | 0    |
| 5 Elektrofilter                 | 31             | 32   | 35   | 0                        | 0    | 0    |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 31             | 32   | 35   | 0                        | 0    | 0    |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 31             | 30   | 28   | 0                        | 2    | 7    |
| 9 Fjernvarme                    | 31             | 32   | 34   | 0.00                     | 0.04 | 0.26 |
| 10 Kombinerte tiltak            | 31             | 30   | 27   | 0                        | 2    | 8    |

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

**Tabell 7 NO<sub>x</sub>. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (tonn) |      |      | Utslippsreduksjon (tonn) |      |      |
|---------------------------------|----------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                                 | 2020           | 2025 | 2050 | 2020                     | 2025 | 2050 |
| <b>Referansebane</b>            | 965            | 986  | 1074 |                          |      |      |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 965            | 986  | 1082 | 0                        | 0    | 0    |
| 2a Utskifting til beste         | 965            | 986  | 1074 | 0                        | 0    | 0    |
| 2b Utskifting til beste2        | 965            | 986  | 1082 | 0                        | 0    | -8   |
| 3 Bedret fyringsteknikk         | 965            | 986  | 1074 | 0                        | 0    | 0    |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 965            | 986  | 1074 | 0                        | 0    | 0    |
| 5 Elektrofilter                 | 965            | 986  | 1074 | 0                        | 0    | 0    |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 965            | 986  | 1074 | 0                        | 0    | 0    |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 965            | 917  | 861  | 0                        | 69   | 213  |
| 9 Fjernvarme                    | 965            | 985  | 1066 | 0                        | 1    | 8    |
| 10 Kombinerte tiltak            | 965            | 917  | 840  | 0                        | 69   | 234  |

**Tabell 8 OC. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (tonn) |      |      | Utslippsreduksjon (tonn) |      |      |
|---------------------------------|----------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                                 | 2020           | 2025 | 2050 | 2020                     | 2025 | 2050 |
| <b>Referansebane</b>            | 7057           | 6251 | 4215 |                          |      |      |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 7057           | 6251 | 4043 | 0                        | 0    | 257  |
| 2a Utskifting til beste         | 7057           | 5983 | 2951 | 0                        | 269  | 1265 |
| 2b Utskifting til beste2        | 7057           | 5983 | 2770 | 0                        | 269  | 1445 |
| 3 Bedret fyringsteknikk         | 7014           | 6176 | 3713 | 43                       | 76   | 502  |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 7049           | 6236 | 4115 | 9                        | 15   | 100  |
| 5 Elektrofilter                 | 7057           | 6233 | 3613 | 0                        | 18   | 603  |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 7057           | 6244 | 4183 | 0                        | 8    | 33   |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 7057           | 5311 | 2808 | 0                        | 941  | 1407 |
| 9 Fjernvarme                    | 7057           | 6234 | 4106 | 0                        | 17   | 109  |
| 10 Kombinerte tiltak            | 7057           | 5027 | 969  | 0                        | 1224 | 3246 |

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

**Tabell 9 PAH. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (tonn) |      |      | Utslippsreduksjon (tonn) |      |      |
|---------------------------------|----------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                                 | 2020           | 2025 | 2050 | 2020                     | 2025 | 2050 |
| <b>Referansebane</b>            | 918            | 732  | 335  |                          |      |      |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 918            | 732  | 268  | 0                        | 0    | 66   |
| 2a Utskifting til beste         | 918            | 732  | 335  | 0                        | 0    | 0    |
| 2b Utskifting til beste2        | 918            | 732  | 321  | 0                        | 0    | 14   |
| 3 Bedret fyringsteknikk         | 918            | 732  | 331  | 0                        | 0    | 3    |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 918            | 732  | 334  | 0                        | 0    | 1    |
| 5 Elektrofilter                 | 918            | 732  | 332  | 0                        | 0    | 3    |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 918            | 732  | 334  | 0                        | 0    | 0    |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 918            | 540  | 197  | 0                        | 192  | 138  |
| 9 Fjernvarme                    | 918            | 729  | 312  | 0                        | 3    | 22   |
| 10 Kombinerte tiltak            | 918            | 540  | 122  | 0                        | 192  | 213  |

**Tabell 10 PM<sub>2.5</sub>. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (tonn) |       |      | Utslippsreduksjon (tonn) |      |      |
|---------------------------------|----------------|-------|------|--------------------------|------|------|
|                                 | 2020           | 2025  | 2050 | 2020                     | 2025 | 2050 |
| <b>Referansebane</b>            | 11805          | 10568 | 7420 |                          |      |      |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 11805          | 10568 | 7241 | 0                        | 0    | 393  |
| 2a Utskifting til beste         | 11805          | 10138 | 5400 | 0                        | 429  | 2021 |
| 2b Utskifting til beste2        | 11805          | 10138 | 5207 | 0                        | 429  | 2213 |
| 3 Bedret fyringsteknikk         | 11729          | 10436 | 6544 | 76                       | 132  | 876  |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 11790          | 10541 | 7245 | 15                       | 26   | 175  |
| 5 Elektrofilter                 | 11805          | 10536 | 6369 | 0                        | 32   | 1052 |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 11805          | 10554 | 7363 | 0                        | 13   | 57   |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 11805          | 9086  | 5076 | 0                        | 1482 | 2345 |
| 9 Fjernvarme                    | 11805          | 10541 | 7248 | 0                        | 27   | 172  |
| 10 Kombinerte tiltak            | 11805          | 8630  | 2117 | 0                        | 1937 | 5304 |

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

**Tabell 11 SO<sub>2</sub>. Utslipp og utslippsreduksjoner**

|                                 | Utslipp (tonn) |      |      | Utslippsreduksjon (tonn) |      |      |
|---------------------------------|----------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                                 | 2020           | 2025 | 2050 | 2020                     | 2025 | 2050 |
| <b>Referansebane</b>            | 330            | 338  | 367  |                          |      |      |
| 1 Forsert utskifting til nyeste | 330            | 338  | 364  | 0                        | 0    | 0    |
| 2a Utskifting til beste         | 330            | 338  | 367  | 0                        | 0    | 0    |
| 2b Utskifting til beste2        | 330            | 338  | 364  | 0                        | 0    | 3    |
| 3 Bedret fyringsteknikk         | 330            | 338  | 367  | 0                        | 0    | 0    |
| 4 Ettersyn Vedlikehold          | 330            | 338  | 367  | 0                        | 0    | 0    |
| 5 Elektrofilter                 | 330            | 338  | 367  | 0                        | 0    | 0    |
| 6 Bedret trekkregulering-vifte  | 330            | 338  | 367  | 0                        | 0    | 0    |
| 7 Elvarme/8 Varmepumpe          | 330            | 314  | 292  | 0                        | 24   | 76   |
| 9 Fjernvarme                    | 330            | 337  | 365  | 0.0                      | 0.4  | 2.8  |
| 10 Kombinerte tiltak            | 330            | 314  | 284  | 0                        | 24   | 83   |

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

## 8 Kostnader

### 8.1 Helsekostnader

Utslipp av partikler og NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub> er vist i tabellen nedenfor. Tabellen er hentet fra Miljødirektoratets rapport *Klimatiltak mot 2030- Klimaeffekt på kort sikt og helseeffekter (M-438)*<sup>30</sup>.

**Tabell 12 Verdsettingsfaktorer for PM<sub>10</sub> og NO<sub>x</sub> basert på antatt geografisk fordeling av utslippsreduksjoner**

| Gruppe   |  | Verdsettingsfaktor PM <sub>10</sub> | Verdsettingsfaktor NO <sub>x</sub> |
|--|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| <b>1 – Gjennomsnittlig verdsettingsfaktor transporttiltak i lavutslippsrapporten</b> | 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                          |
| <b>2 - Andre områder</b>   | 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                           |
| <b>3 - Andre områder/tettsteder</b>  | 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                           |
| <b>4 - Tettsted</b>  | 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                           |
| <b>5 - Ikke relevant</b>   | I denne gruppa ligger HFK-, PFK- og jordbrukstiltak uten utslipp av NO <sub>x</sub> eller PM <sub>10</sub> . De er derfor ikke relevante for analysen av helseeffekter i denne sammenhengen.                           | Ikke relevant                       | Ikke relevant                      |

<sup>30</sup> <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2015/Desember-2105/Klimatiltak-mot-2030---klimaeffekt-pa-kort-sikt-og-helseeffekter/>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

Etter at M-438-rapporten ble publisert har Statens vegvesen publisert en revidert håndbok V712<sup>31</sup> med justerte verdsettingsfaktorer for NO<sub>x</sub> og svevestøv. Justeringene er små, og usikkerheten i faktorene er stor. For å sikre konsistens med tidligere analyser har vi valgt å gjengi faktorene fra M-438-rapporten også her.

De vurderte tiltakene har bare marginal innvirkning på NO<sub>x</sub>-utslippene og andre ozonforløpere, men alle tiltak gir redusert partikkelutslipp<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup>[https://www.vegvesen.no/\\_attachment/704540/binary/1273191?fast\\_title=H%C3%A5ndbok+V712+Konsekvensanalyser.pdf](https://www.vegvesen.no/_attachment/704540/binary/1273191?fast_title=H%C3%A5ndbok+V712+Konsekvensanalyser.pdf)

<sup>32</sup> nmVOC inneholder helseskadelige komponenter som benzen, toluen, ethylbenzen og xylen (BTEX), men helseeffekten av reduserte utslipp er ikke vurdert her.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

## 8.2 Investerings- og driftskostnader

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

**Tabell 13 Investerings- og driftskostnader for de ulike tiltakene**

|  | NOK per<br>ovn (eks.<br>mva.) | Kommentar/referanse                    |
|--|-------------------------------|--|
| <b>Tiltak 1 Forsert utskifting til nyere/nyeste vedovner</b> |                               |  |
| Per enhet nye ovner (NOK)                                    | 12000                         | M-691                                  |
| Installasjonskostnader (NOK)                                 | 6000                          | M-691                                  |
| <b>Tiltak 2 Forsert utskifting til beste vedovner</b>        |                               |  |
| Per enhet nye beste vedovner (NOK)                           | 18000                         | M-691                                  |
| Installasjonskostnader (NOK)                                 | 7000                          | M-691                                  |
| <b>Tiltak 3 Bedret fyringsteknikk</b>                        |                               |  |
| Investering  | 0                             | Engangskostnad                         |
| Lønnskostnader - teknisk vedlikehold 2 timer hvert 5. år     | 320                           | M-691. Fordelt Årlig kostnad (800x2/5) |
| <b>Tiltak 4 Bedret ettersyn og vedlikehold</b>               |                               |  |
| Investering  | 0                             | Engangskostnad                         |
| Lønnskostnader - teknisk vedlikehold 2 timer hvert 5. år     | 320                           | M-691. Fordelt Årlig kostnad (800x2/5) |
| Forbruksmateriell  | 40                            | M-691. Årlig kostnad                   |
| <b>Tiltak 5 Elektrofilter</b>                                |                               |  |
| Elektrofilter  | 8000                          | M-691                                  |
| Installasjonskostnader (NOK)                                 | 4200                          | M-691                                  |
| Driftskostnader (NOK)  | 200                           | M-691. Årlig kostnad                   |
| <b>Tiltak 6 Bedret trekkregulering</b>                       |                               |  |
| Røykgassvifte  | 5200                          | M-691                                  |
| Installasjonskostnader (NOK)                                 | 4200                          | M-691                                  |
| Driftskostnader (NOK)  | 200                           | M-691. Årlig kostnad                   |

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

|  | <b>NOK per bolig (eks. mva.)</b> | <b>Kommentar/referanse</b>                                       |
|--|----------------------------------|--|
| <b>Tiltak 7 Forsert overgang fra vedfyring til el</b>                |                                  |  |
| Investeringskostnader  | 5 000                            | Panelovner   |
| Installasjonskostnader   | 1 000                            |  |
| <b>Tiltak 8 Forsert overgang fra vedfyring til el med varmepumpe</b> |                                  |  |
| Investeringskostnader  | 20 000                           | Luft-luft varmepumpe   |
| Installasjonskostnader   | 5 000                            |  |
| <b>Tiltak 9 Forsert overgang fra vedfyring til fjernvarme</b>        |                                  |  |
| Investeringskostnader, installasjonskostnader                        | -                                | Pris varierer mye avhengig av antall boliger som skal tilknyttes |



Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

## 9 Usikkerhet

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

- Utslippsfaktorer for nyere ovner (-98-2020) er holdt konstant i hele beregningsperioden. I realiteten har det vært en utvikling mot stadig lavere partikkelutslipp
- Utslippsfaktorer for nyeste ovner (2020-) er holdt konstant i hele beregningsperioden. I realiteten vil det være en utvikling mot stadig lavere partikkelutslipp
- Utslippsfaktorene er basert på laboratoriemålinger og reflekterer ikke utslipp ved reelle forhold
- BC og EC er satt lik hverandre
- 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 framskrivningene er usikre

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

## 10 Hvordan oppnå redusert svevestøvforurensning fra vedfyring?

For å oppnå redusert svevestøvforurensning fra vedfyring utover reduksjonen i referansebanen må eksisterende virkemidler styrkes og/eller nye virkemidler innføres.

Det er viktig at virkemidlene innrettes slik at tiltakene som utløses er kostnadseffektive og praktisk gjennomførbare, og at de gjennomføres i områder og perioder med høy forurensningsbelastning.

### 10.1 Eksisterende virkemidler

#### 10.1.1 Støtte til utskifting av gamle ovner til nye rentbrennende ovner

En rekke kommuner gir støtte ved utskifting av gamle ovner til nye rentbrennende ovner. Støttesatsen er på 3000-6000 kroner<sup>33</sup>.

#### 10.1.2 Utslippsgrenseverdier

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.

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<sub>x</sub>, 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 økodesignkravene<sup>34</sup>.

Tabellen nedenfor viser grenseverdier for vedovner i byggteknisk forskrift (TEK17) § 9-2, EU-direktiv 2015/1185 (økodesigndirektivet) og Svanemerkede ovner (offisiell nordisk miljømerking, introdusert av Nordisk Ministerråd).

**Tabell 14 Grenseverdier for partikkelutslipp fra vedovner. TEK17, EU-direktiv 2015/1185 (økodesigndirektivet) og Svanemerkede ovner**

|                    | Byggteknisk forskrift (TEK17) | 2015/1185/EU         | Svanemerkede ovner |
|--------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Grenseverdi</b> | 10 g/kg                       | 5 g/kg               | 2 g/kg             |
|                    |                               | 40 mg/m <sup>3</sup> |                    |

<sup>33</sup> <http://www.ektevarme.no/om-ektevarme/>

<sup>34</sup> <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2012/mars/okodesign---fastbrenselovner-til-lokal-romoppvarming/id2434587/>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

Den norske metoden for måling av partikkelutslipp, beskrevet i NS3058/3059 og CEN/TS15883 Tillegg A.2, skulle tas inn i økodesignforordningen. Dette ønsket er delvis innfridd, ved at tre parallelle målemetoder, inkludert den norske metoden, tillates benyttet frem til det foreligger en felles europeisk metode for måling av partikkelutslipp.

### 10.1.3 Luftkvalitetsgrenseverdier

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.

Forurensningsforskriftens kapittel 7 om lokal luftkvalitet 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  $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ -konsentrasjon i kapitlet overholdes. Nye grenseverdier for svevestøv trådte i kraft 1. januar 2016. Grenseverdiene for svevestøv er gitt i tabellen nedenfor.

**Tabell 15 Grenseverdier for svevestøv ( $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ ) i forurensningsforskriftens kapittel 7**

| Svevestøv                              | Tidligere grenseverdier   | Grenseverdier 1. januar 2016  |
|--|---|---|
| <b><math>PM_{10}</math> årsmiddel</b>  | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$   | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$   |
| <b><math>PM_{10}</math> døgnmiddel</b> | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , maksimalt 35 tillatte overskridelser per år | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , maksimalt 30 tillatte overskridelser per år |
| <b><math>PM_{2,5}</math> årsmiddel</b> | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$   | 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$   |

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

### 10.1.4 Energiltak som gir støtte fra Enova

Enova gir støtte til en rekke energiltak i private husholdninger, blant annet varmepumpe og vedovn (bio-ovn) med vannkappe og vedkjel (biokjel)<sup>35</sup>:

- Luft-til-vann-varmepumpe - inntil 20.000 kroner i støtte
- Væske-til-vann-varmepumpe - inntil 30.000 kroner i støtte
- Avtrekksvarmepumpe - inntil 20.000 kroner i støtte
- Bio-ovn med vannkappe - inntil 10.000 kroner i støtte
- Biokjel - inntil 25.000 kroner i støtte

Enova gir ikke støtte til rentbrennende vedovner og luft-til-luft-varmepumper.

## 10.2 Mulige nye virkemidler

### 10.2.1 Støtteordninger

De eksisterende støtteordningene kan utvides og styrkes for å få til en *forsert utfasing* av gammel ovnsteknologi samt for å utløse tiltakene med *elektrofilter, bedret trekkregulering og overgang til elvarme/varmepumpe*. Informasjon om støtteordningene 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.

### 10.2.2 Forbud mot bruk av vedovn i forurensningsbelastede områder/perioder

Forbud mot bruk av vedovner i perioder med dårlig luftkvalitet og permanent forbud mot bruk av eldre vedovner i forurensningsbelastede områder bør vurderes. I Bergen innføres forbud mot bruk av ikke-rentbrennende ildsteder fra 2021. Forbudet omfatter blant annet vedovner installert før 1998. Ovner fra før 1940 er unntatt fra forbudet.<sup>36</sup>

Figuren nedenfor viser forurensningsbasert forbud vedfyring i Sacramento, California<sup>37</sup>.

---

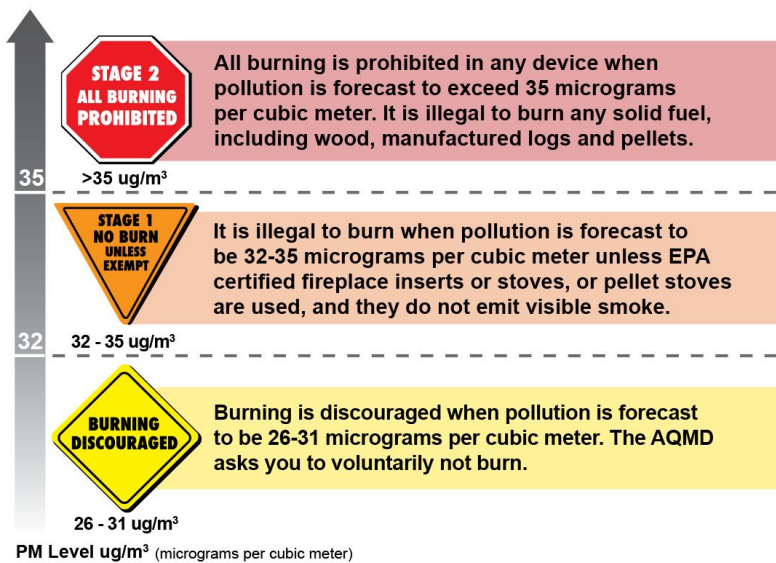
<sup>35</sup> <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/fjerne-fossil-oppvarming/>

<sup>36</sup> <https://www.bergen.kommune.no/hvaskjer/sistenytt/article-150445>

<sup>37</sup> <https://www.whentoburn.com/sacramento-air-quality-management-spare-the-air-burn-bans>

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring



Figur 12 “Local burning guidelines” i Sacramento, California

### 10.2.3 Strengere utslippsgrenseverdi for svevestøv

Dagens utslippskrav og/eller økodesignkravene kan eventuelt utvides til også å gjelde eldre vedovner etter en overgangsperiode. Dermed vil man tvinge fram utskifting av eldre vedovner (eventuelt installasjon av elektrofilter).

### 10.2.4 Avgifter på bruk av vedovn

Avgift på bruk av vedovn differensiert ut fra ovnstype (utslippsfaktor), geografisk plassering og eventuelt også *når* ovnen brukes vil kunne bidra til å redusere forurensingen i belastede områder. Avgiften vil gi et incitament til å fyre mindre, skifte til nyere vedovn eller gå over til for eksempel el oppvarming eller varmepumpe. Antall timer bruk kan registreres ved hjelp av en enkel termometer med loggmulighet.

Termometer på vedovn kan også benyttes for å overvåke om eventuelle fyringsforbud overholdes, samt for å estimere brenselforbruk/innfyrt effekt. Dette kan også bidra til bedre data vedrørende utslipp siden utslippet varierer mye med innfyrt effekt på ovnen (lav effekt gir 5-10 ganger høyere utslipp pr kg ved enn nominell effekt).

### 10.2.5 Miljøattest ved eierskifte

Miljøattest for vedovner og kjeler som kan anvendes av kjøpere og/eller selgere i forbindelse med eierskifte.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

---

### 10.3 Hvor bør tiltakene settes inn?

Følgende forhold bør vektlegges når man prioriterer *hvor* tiltakene bør settes inn:

#### **Høyt svevestøvutslipp fra vedfyring**

*Eneboligområder i byer og tettsteder i innlandsområder med lave vintertemperaturer og god tilgang til ved har gjerne høyest vedforbruk og dermed de høyeste utslippene.*

#### **Lavt utslippspunkt**

*Eneboliger vil typisk ha skorsteinsutløp 5-10 meter over bakken, noe som gjør at svevestøvbidraget på bakkenivå blir vesentlig høyere enn fra utslippspunkt på høye bygninger.*

#### **Dårlige spredningsforhold**

*Områder med topografi som gir lite utskifting av luft, ugunstige meteorologiske forhold (episoder med lav vindhastighet og lav temperatur, inversjon)*

#### **Høy befolkningstetthet/høy boligtetthet**

*Høy boligtetthet medfører potensielt høye totalutslipp i området. Høy befolkningstetthet medfører at mange blir eksponert. Elektrofilter kan være et egnet tiltak på skorsteiner som er tilknyttet mange vedovner (for eksempel leilighetsbygg).*

#### **Høyt svevestøvbidrag fra veitrafikk**

*Områder med tidvis høye svevestøvnivåer fra veitrafikk bør prioriteres dersom høye nivåer fra veitrafikk ofte forekommer i fyringssesongen.*

Vedforbruket kan kartlegges ved hjelp av spørreundersøkelser og temperaturmålinger med logger på et representativt utvalg av vedovner (dette gir timedata og dermed informasjon om når og ved hvilken effekt ovnene benyttes).

For å identifisere områder som bør omfattes av tiltak kan man benytte data fra målestasjoner for PM (primært fra bybakgrunn/bakgrunnsstasjoner (ikke veinære stasjoner) og modellerte data (Nasjonalt Beregningsverktøy, andre modellberegninger) dersom det er tilgjengelig. Eventuelt kan man benytte lokale data om vedforbruk, ovnspopulasjon og meteorologiske forhold.

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

## Vedlegg 1 – Utslippsfaktorer benyttet i utredningen

|  | BC        | CH <sub>4</sub> | CO        | CO <sub>2</sub> | NM-VOC    | N <sub>2</sub> O | NO <sub>x</sub> | OC        | PM <sub>2,5</sub> | SO <sub>2</sub> | PAH-4     |
|--|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|------------------|-----------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------|
|  | 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       | g/kg tørr |
| <b>Eldre ovner (-97)<sup>38</sup></b>  | 1.04      | 16.1            | 102.0     | 1527            | 22.3      | 0.03             | 0.97            | 13.2      | 20.9              | 0.34            | 2.70      |
| <b>Nyere ovner (98-2020)<sup>39</sup></b>  | 0.65      | 3.9             | 85.7      | 1642            | 15.2      | 0.03             | 0.97            | 4.5       | 7.9               | 0.35            | 0.025     |
| <b>Nyeste ovner (2020-)<sup>39</sup></b>   | 0.42      | 3.9             | 85.7      | 1642            | 15.2      | 0.03             | 0.97            | 2.9       | 5.0               | 0.35            | 0.025     |
| <b>Beste vedovner<sup>40</sup></b>   | 0.31      | 0.3             | 13.3      | 1642            | 0.5       | 0.032            | 0.97            | 1.3       | 2.5               | 0.35            | 0.025     |
| <b>Ovner med varmelagring<sup>41</sup></b>   | 0.42      | 3.9             | 85.7      | 1642            | 15.2      | 0.03             | 0.97            | 2.9       | 5.0               | 0.35            |           |
| <b>Åpne ildsteder</b>  | 1.48      | 5.9             | 126.3     | 1585            | 7.8       | 0.032            | 1.3             | 7.9       | 16.4              | 0.20            |           |
| <b>Nyere ovner (98-). Ettersyn og vedlikehold<sup>42</sup></b>                         | 0.52      | 3.5             | 77.2      | 1642            | 13.7      | 0.032            | 0.97            | 4.0       | 7.1               | 0.35            | 0.02      |
| <b>Nyeste ovner (2020-). Ettersyn og vedlikehold</b>                                   | 0.33      | 3.5             | 77.2      | 1642            | 13.7      | 0.032            | 0.97            | 2.6       | 4.5               | 0.35            | 0.02      |
| <b>Nyere ovner (98-). Bedret fyringsteknikk<sup>43</sup></b>                           | 0.49      | 1.9             | 42.9      | 1642            | 7.6       | 0.032            | 0.97            | 2.2       | 3.9               | 0.35            | 0.0125    |
| <b>Nyeste ovner (2020-). Bedret fyringsteknikk</b>                                     | 0.31      | 1.9             | 42.9      | 1642            | 7.6       | 0.032            | 0.97            | 1.4       | 2.5               | 0.35            | 0.0125    |
| <b>Nyere ovner (98-). Bedret trekkregulering Bedret trekkregulering<sup>44</sup></b>   | 0.56      | 2.7             | 60.0      | 1642            | 10.7      | 0.032            | 0.97            | 3.1       | 5.5               | 0.35            | 0.0175    |
| <b>Nyeste ovner 2020-). Bedret trekkregulering</b>                                     | 0.35      | 2.7             | 60.0      | 1642            | 10.7      | 0.032            | 0.97            | 2.0       | 3.5               | 0.35            | 0.0175    |
| <b>Nyere ovner (98-) + Partikkelfilter Elektrostatisk partikkelfilter<sup>45</sup></b> | 0.26      | 3.9             | 85.7      | 1642            | 15.2      | 0.032            | 0.97            | 1.8       | 3.1               | 0.35            | 0.010     |
| <b>Nyeste ovner (2020-) + Partikkelfilter</b>  | 0.17      | 3.9             | 85.7      | 1642            | 15.2      | 0.032            | 0.97            | 1.1       | 2.0               | 0.35            | 0.010     |

<sup>38</sup> 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)

<sup>39</sup> Basert på data fra laboratoriemålinger, litteraturdata og ekspertvurderinger

<sup>40</sup> Basert på data fra laboratoriemålinger, litteraturdata og ekspertvurderinger

<sup>41</sup> Tytgat T. et al. "Literature review of emissions of modern wood combustion devices and emissions reducing technologies, under real-life conditions". Flanders Environment Agency, 2018

<sup>42</sup> Basert på litteraturdata, herunder <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2016/Mars-2016/Effect-of-maintenance-on-particulate-emissions-from-residential-woodstoves/> og ekspertvurderinger

<sup>43</sup> 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

<sup>44</sup> Basert på litteraturdata, herunder <http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2015/dec/publikation-om-forproje-kt-om-rensning-af-braenderoeg-for-partikler/> og ekspertvurderinger

<sup>45</sup> Basert på litteraturdata, herunder «Forproje-kt om rensning af brænderøg for partikler» (Miljøproje-kt nr 1705, 2015, Miljøministeriet, Miljøstyrelsen)

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

[http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare\\_energien/biomasse/innovations\\_und\\_zusatzfoerderung/](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](http://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/festbrennstoffe/dateien/23_bericht.pdf) og ekspertvurderinger

Oppdragsgiver: Miljødirektoratet

Tittel: Tiltaksutredning vedrørende utslipp av svevestøv fra vedfyring

## Vedlegg 2 Akronymer og forkortelser

| Forkortelse       | Forklaring   |
|-------------------|--|
| BC                | Svart karbon   |
| CH <sub>4</sub>   | Metan  |
| CO                | Karbonmonoksid   |
| CO <sub>2</sub>   | Karbondioksid  |
| EC                | Elementært karbon  |
| N <sub>2</sub> O  | Lystgass   |
| NMVOG             | Flyktige organiske forbindelser med unntak av metan                |
| NO <sub>x</sub>   | Nitrogenoksider  |
| O <sub>3</sub>    | Ozon   |
| OC                | Organisk karbon  |
| PAH               | Polyaromatiske hydrokarboner                                       |
| PM <sub>10</sub>  | Partikulært materiale med diameter mindre enn 10 µm                |
| PM <sub>2,5</sub> | Partikulært materiale med diameter mindre enn 2,5 µm               |
| SINTEF            | Stiftelsen for industriell og teknisk forskning                    |
| SO <sub>2</sub>   | Svoveldioksid  |
| SSB               | Statistisk sentralbyrå   |
| TSP               | Partikulært materiale som også omfatter større partikler enn 10 µm |
| VOC               | Flyktige forbindelser, inkl. metan                                 |