



TRONDHEIM KOMMUNE
Miljøenheten

Etterbrennar for å redusere svevestøvutslepp i eldre vedomnar

-Pilotprosjekt i Trondheim 2005-2006



Sluttrapport juni 2006

**TRONDHEIM KOMMUNE, MILJØENHETEN.
CITY OF TRONDHEIM, DEPARTMENT OF
ENVIRONMENT**

RAPPORT, REPORT.

Tittel, *Title:*

**ETTERBRENNAR FOR Å REDUSERE SVEVESTØVUTSLEPP I ELDRE
VEDOMNAR**

- PILOTPROSJEKT I TRONDHEIM, 2005 – 2006

***Installation of afterburners in pre-1998 wood stoves to reduce particle
matter emissions – pilot project in Trondheim 2005 - 2006***

Forfatter(e), *Author(s):*
Elisabeth Sørheim

Bjørn Ove Berthelsen

Dato, *Date:*
12.06.2006

Rapport nr., TM 2006/02
ISBN 82-7727-101-8

Sammendrag, *Abstract:*

Fyringssesongen 2005/2006 vart det gjennomført ei større utprøving (100 installasjonar) av eit etterbrennarsystem for eldre vedomnar (frå før 1998). Etterbrennarsystemet fører til at omnen slepp ut langt mindre svevestøv. Ei storstilt installering av etterbrennar i boksomnar, små peisomnar og koksomnar er eit godt tiltak, i område med svevestøvproblem. Det er viktig at eit slikt tiltak vert følgt av kampanjar med fokus på reingjøring og vedlikehald av omn, gode fyringsvanar og tørr ved av god kvalitet.

During winter 2005 – 2006 an experiment with afterburners (100 installations) in pre-1998 wood stoves was carried out. The afterburner system leads to reduced emissions of particle matter from older wood stoves, and may be a useful and effective initiative to reduce total particle emissions in Trondheim. Such an initiative, however, must be accompanied by campaigns focusing on the importance of cleaning and overhaul of the stove, and improved firing habits. These factors are crucial to obtain reduced particle emissions from wood stoves.

Stikkord, emneord:
Etterbrennarsystem
Lokal luftkvalitet
Svevestøvutslipp
Eldre vedovner

Key words:
Afterburner system
Local air quality
Particle matter emissions
Older wood stoves

Forord

Trondheim kommune ser det som svært viktig å sette i verk gode tiltak mot svevestøvproblema i kommunen. Når det gjeld svevestøvutslepp frå vedfyring i eldre omnar, fins få gode og godt utprøvde tiltak. Eit etterbrennarsystem for eldre vedomnar, utvikla i Trondheim, verkar likevel lovande. Systemet aukar også effekten i omnen, og fører dermed til redusert energibruk. Redusert energibruk er også eit viktig mål for kommunen.

Etterbrennarsystemet er tidlegare berre utprøvd i liten skala i laboratoriet. Miljøenheten i Trondheim kommune tok difor initiativ til ei omfattande utprøving av etterbrennaren, saman med oppfinnaren, Johan Hustad som er professor ved NTNU, og patenteigar for systemet, Ecoxy Afterburner. Målet var å undersøkje om dette kunne vere eit godt virkemiddel for å redusere svevestøvutslepp frå vedfyring. Pilotprosjektet vart gjennomført vinteren 2005/06 med installasjon av etterbrennar i 100 omnar (94 husstandar). Husstandane fekk installert etterbrennar gratis mot at omnane vart nytta som forsøksobjekt. Prosjektet vart leia frå Miljøenheten i Trondheim kommune.

Trondheim kommunale feiarvesen har sørja for installering av etterbrennarane. Deira innsats og ikkje minst kompetanse på omnar og fyring har vore uvurderleg for prosjektet, og i stor grad ført til at prosjektet har vorte vellykka.

Vi rettar ein stor takk til alle deltakarane som har satt omnane sine til disposisjon for prosjektet og gitt oss viktig tilbakemelding undervegs! Utan deira engasjement og interesse hadde ikkje kommunen fått så mykje nyttig og viktig kunnskap ut i frå prosjektet.

Trondheim, juni 2006

Thorbjørn Bratt
miljødirektør

Elisabeth Sørheim

Bjørn Ove Berthelsen

Innhald

FORORD	1
INNHALD	2
SAMANFATNING	3
INNLEIING	4
BAKGRUNN	4
MÅL	4
AVGRENSING	4
TIDSPERIODE.....	4
DELTAKARAR	4
AKTØRAR	5
FORVENTA RESULTAT	6
BESKRIVING AV ETTERBRENNAR	6
BESKRIVING AV PROSJEKTGJENNOMFØRING	7
AKTØRAR/SAMARBEIDSPARTAR I PROSJEKTET	7
GJENNOMFØRING	7
RESULTAT OG DISKUSJON	8
INSTALLASJON (ERFARING FRÅ FEIAR).....	8
Typar omnar	8
Erfaring frå installasjonen	8
MÅLING AV UTSLEPP OG VEDFORBRUK.....	9
ANBEFALING	11
Boksomnar	11
Peisomnar	11
Koksomnar	12
Reingjering og vedlikehald av eldstaden	12
Fyringsvanar.....	12
ERFARING FRÅ BEBUARAR - SPØRJESKJEMA	12
Informasjon om prosjektet	12
Årsaker til deltaking i prosjektet	12
Effektar av etterbrennar på omnens funksjon	13
Kommunikasjon mellom deltakarar og kommunen	14
Installasjonen av etterbrennaren	14
Oppsummering av spørjeskjema	15
Utsleppsmålingar.....	15
KONKLUSJONAR	16
Målingane	16
Ulike omnstypar.....	16
Vedlikehald.....	16
Kva tiltak bør iverksetjast?	16
FORTSETTING	17
VEDLEGG	17

Samanfatning

I fyringssesongen 2005/2006 vart det gjennomført ei større utprøving av eit etterbrennarsystem for eldre vedomnar (frå før 1998). Etterbrennarsystemet fører til at omnen slepp ut langt mindre svevestøvpartiklar. Ei omfattande installering av etterbrennarar i vedomnar i Trondheim *kan* difor vere eit høveleg tiltak i Trondheim kommunes satsing på å redusere svevestøvproblema vi opplever vinterstid.

Hovudmålet med prosjektet var å prøve ut etterbrennarane i større skala for å undersøke den svevestøvreduserande effekten av systemet i eit breitt utval omnar. Andre mål med prosjektet var å få erfaring frå installering av etterbrennar, utvikle effektive installasjonsrutinar, sjå kva haldningar innbyggjarane i Trondheim har til eit slikt tiltak og å få tilbakemelding frå brukar på funksjon mm.

94 husstandar deltok i prosjektet. Seks av desse fekk installert etterbrennar i to omnar slik at prosjektet totalt omfatta 100 installasjonar. Installasjonane er i hovudsak fordelt på områda Møllenberg, Rosenborg og Sjetnemarka. Desse områda vart valt ut fordi det der vert fyrt mykje med ved. Møllenberg-området er også viktig fordi svevestøvproblema der er uttala.

I prosjektet vart det utført utsleppsmålingar (svevestøv og karbonmonoksid - CO) på 11 omnar; 5 omnar (32 testar) i laboratoriet og 6 omnar (12 testar) i felt. Ein omnstype (boksomn) vart testa både i felt og i laboratoriet. Utsleppsmålingar i bustaden ("i felt") er vanskelege fordi røyken er svært konsentrert. Filtret går fort tett og ein får kondensasjon og frysing. Difor vart dei fleste testane utført ved å hente inn omnane til laboratoriet.

Utsleppsmålingane viste til dels svært gode resultat for tradisjonelle boksomnar (eks. Jøtul 600-602, Dovre 3-4, Ulefos 864 og Trolla 811) med målte utsleppsreduksjonar på 60-80%. For små peisomnar (eks. Jøtul Petit) var utsleppsreduksjonane av svevestøv på 40-75%, for store peisomnar (eks. Jøtul 850, DSA, Morsø 6B og 1410) 5-30% og for koksomnar (eks. Jøtul 507) 40-50%. Etterbrennaren er særst godt egna for boksomnar. Desse er djupe og det dannar seg fort oksygenfattige område bak i omnen. Etterbrennaren er også godt egna for små peisomnar.

Det var stor skilnad på effekten av etterbrennar i små og store peisomnar. Store peisomnar har relativt små utslepp i utgangspunktet og ein etterbrennar vil ikkje gi nokon stor forbetring. Desse omnane har og relativt stort brennkammer slik at den eksisterande modellen av etterbrennar blir for liten for å tilføre nok oksygen bak i omnen. Dermed oppnår ein ikkje tilstrekkeleg forbrenning av røykgassane. Ein vil truleg kunne oppnå gode resultat ved bruk av eit større etterbrennarsystem.

Etterbrennaren fungerer også relativt bra for koksomnar. For slike omnar betyr mengde ved lagt i av gangen særst mykje for utsleppa. Legg ein i lite ved av gangen, slepp koksomnar ut lite svevestøv; då vil ikkje etterbrennaren gi nokon stor forbetring. Ved store ilegg av ved derimot vil etterbrennaren føre til betydelege reduksjonar i svevestøvutsleppa.

Det finst også mange runde omnar og omnar med mindre buing av bakveggen. Desse typar omnar vart ikkje testa i prosjektet. Etterbrennarsystemet bør vidareutviklast og tilpassast alle dei vanlege omnsformene.

Pr. i dag vil ei storstilt installering av etterbrennar i boksomnar, små peisomnar og koksomnar vere eit godt tiltak, men hovudsakeleg i område med uttala svevestøvproblem, jfr. grenseverdiar og helsebaserte normer. Det er viktig at eit slikt tiltak vert følgt av kampanjar med fokus på reingjering og vedlikehald av omn, gode fyringsvanar og tørr ved av god kvalitet. Elles vil effekten av etterbrennaren reduserast kraftig.

Innleiing

Bakgrunn

I Trondheim kommune er det i dag registrert 32 600 bustader som fyrer med ved i større eller mindre grad. Berre 7000 av desse er nye reintbrennande omnar. Omlag 75% av vedforbruken i Trondheim vert fyr i dei 23 600 bustadane som framleis har gamle omnar. Desse er meir ineffektive og forureinar meir enn dei nye reintbrennande omnane som er tilgjengelege i dag.

Trondheim har store problem med svevestøv, PM₁₀. Grenseverdien for PM₁₀ vert i dag overskride i delar av bykjernen, langs E6 Omkjøringsvegen og langs innfartsårene sør, øst og delvis vest for byen. Hovudkjelda til svevestøvet i Trondheim er piggdekkslitasje på bar asfalt og oppvirvling av dette støvet. Inntil 20% av svevestøvnivåa vinterstid kan likevel skuldast partikkelutslepp frå fyring, i hovudsak frå privathushald. Ofte er det dei same områda som har store bidrag av partiklar både frå vegstøv og frå fyring. Tiltak for å redusere svevestøvutslepp frå fyring er difor viktig. I Trondheim kommune si tiltaksutgreiing om lokal luftkvalitet vert det peika på fleire svevestøvredukerande tiltak. Pilotprosjekt med etterbrennar i eldre omnar er eit av desse.

Effekt av ulike andre tiltak for å minske utslepp frå vedfyring:

- *Innvendig feiing av omn* gir store gevinstar på energieffektivitet. 1 mm sot gir eit energitap på 1-1,5 kW. Auka effekt fører til minska vedforbruk og mindre partikkelutslepp.
- *Reintbrennande omnar* aukar energieffektiviteten med oppimot 40% og reduserar partikkelutsleppa med om lag 90%. Dei har også vist seg å auke bruk av ved til oppvarming. Dette kan ha fleire forklaringar. Dels er det "kjekkare" og lettare å fyre i ny omn, dels er det kanskje dei som vil fyre mykje som investerar i nye omnar.
- *Krav om ettersyn/feiing av ved-/oljefyrte kjelanlegg* kan minske partikkelutslepp lokalt og gi minska energibehov for den enkelte kjeleigar. Feiarvesenet i Trondheim påpeikar at tilstanden for mange slike anlegg i Trondheim er dårleg med omsyn til ettersyn.

Mål

Hovudmålet med dette prosjektet var å prøve ut ein ny metode som kan bidra til å minske utslepp av svevestøv frå vedfyring i Trondheim. Metoden er tidligare utprøvd i mindre skala i laboratoriet. I dette prosjektet har metoden vorte utprøvd på eit breitt utval av eldstadar "ute i felt". Andre målsettingar med prosjektet har vore å få erfaring frå installering, utvikle effektive installasjonsrutinar, sjå kva haldningar innbyggjarane i Trondheim har til eit slikt tiltak og å få tilbakemelding frå brukar på funksjon mm.

Avgrensing

100 etterbrennarar er installert i 100 omnar i to bydelar i Trondheim. Tradisjonelle omnar og peisomnar vart prioritert. Runde omnar frå tidlig på 1900-talet er ikkje prøvd ut sidan etterbrennaren må tilpassast særskilt for å passe i desse.

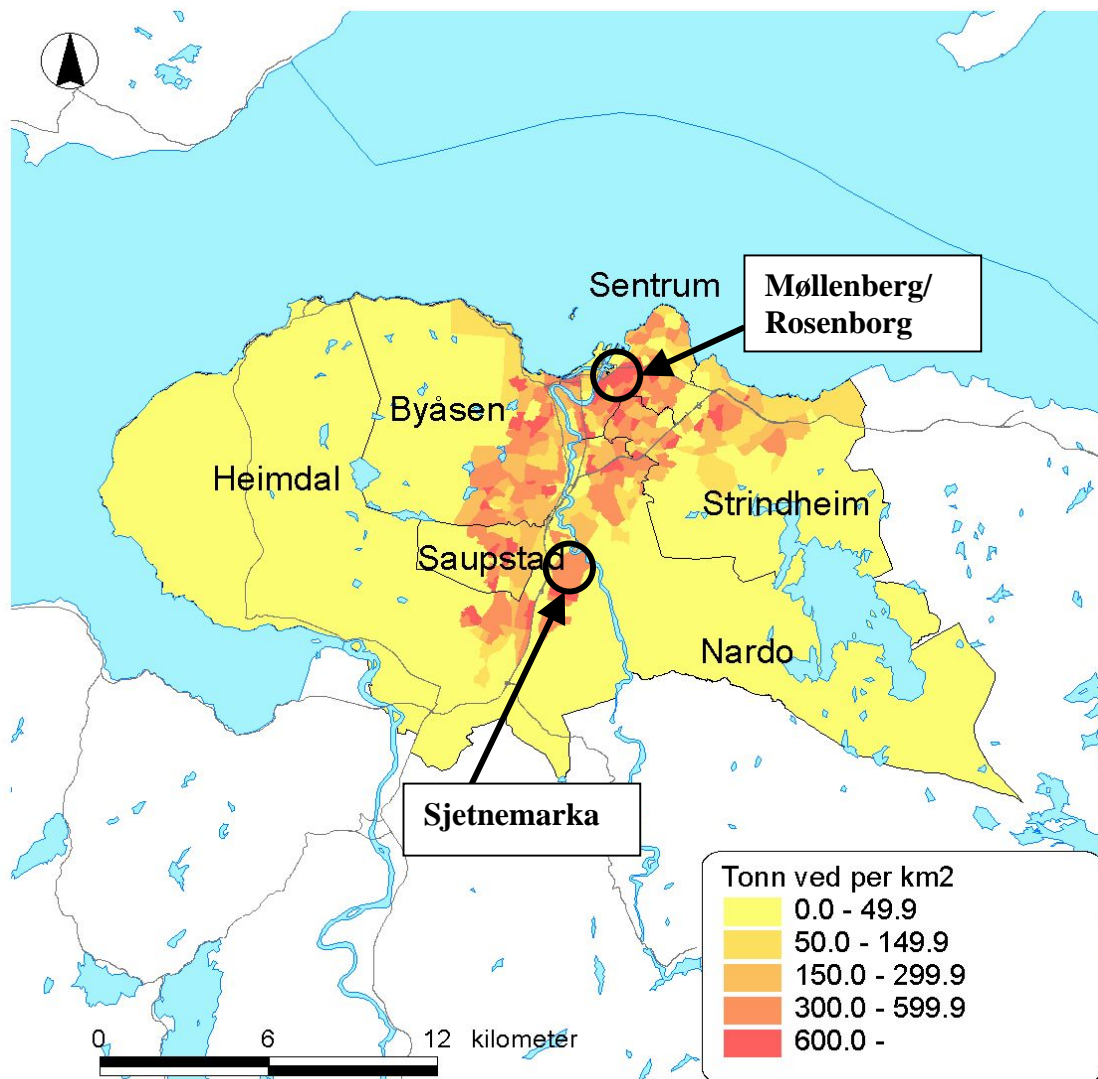
Tidsperiode

Prosjektet har gått over ein tidsperiode frå september 2005 til juni 2006.

Deltakarar

Deltakarane i prosjektet vart valt ut utifrå kriteriet at dei er innbyggjarar i ein av to valte forsøksområde og brukar vedomn til oppvarming av bustaden. *Møllenberg-/Rosenborgområdet* vart valt på grunnlag av at det har gamal busetnad, det ligg utafor konsesjonsområdet for fjernvarme og problem med svevestøv er uttala. *Sjetnemarka* vart valt på grunnlag av at vedforbruken er høg i området. I tillegg består området i hovudsak av einebustadar og rekkjehus der det er ein eigar per pipe, noko som gjer det lettare å måle utslepp frå eldstaden. Lokalisering av dei to områda,

Sjetnemarka og Møllenberg/Rosenborg, er vist i Figur 1. Figuren viser og eit relativt høgt vedforbruk i dei utvalde områda, meir enn 300 tonn ved pr. km² årleg.



Figur 1. Lokalisering av dei to hovudforsøksområda Sjetnemarka og Møllenberg/Rosenborg.

Kjelde: Statistisk sentralbyrå (SSB).

Aktørar

Det er fleire nøkkeltørar i prosjektet som kan tilføre kunnskap og tiltak for betre fyringsmiljø i Trondheim.

Feiarvesenet sit på mykje kunnskap om gode fyringsvanar og oversikt over eldstadar og bruk av desse. Dei er og dei einaste som kjem på heimebesøk til alle som har vedomnar. Oppgåva deira i dag er både feiing og tilsyn av eldstad og pipe. I dette prosjektet har dei stått for installasjon av etterbrennarane heime hjå deltakarane.

NTNU – Institutt for energi- og prosessteknikk har utvikla den etterbrennarinnsatsen som vert utprøvd i prosjektet og utførte utsleppsmålingar på omnane med og utan etterbrennaren installert.

Ecoxy Afterburner AS med tilhald på Innovasjonssenter Gløshaugen (NTNU/SINTEF), har patent på etterbrennarinnsatsen som reduserar partikkelutslepp og energibruk frå vedomnar og skal prøvast ut i dette prosjektet.

Miljøenheten er initiativtaker til prosjektet, har leda prosjektet, har skaffa deltakarar, og har drive informasjonsarbeidet.

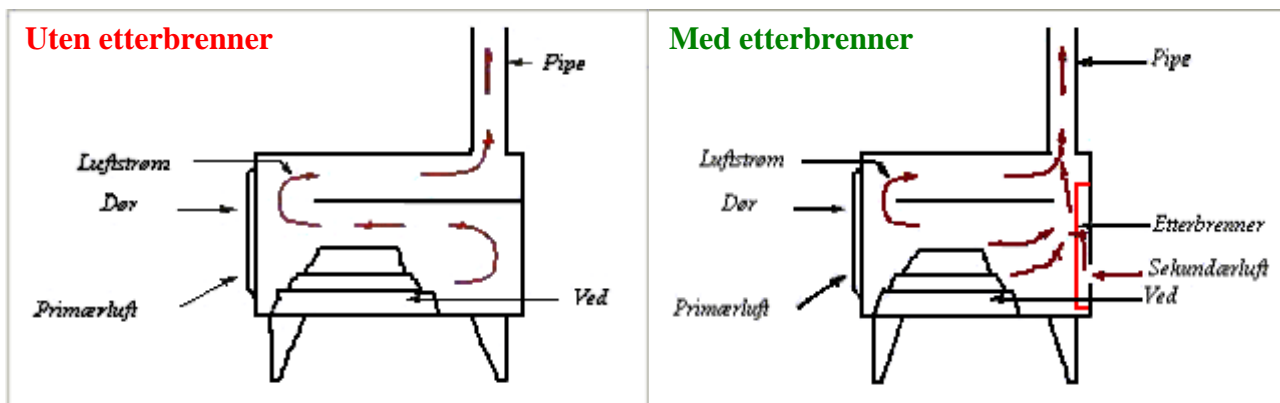
Forventa resultat

Forventar resultat av pilotprosjektet er å synleggjere:

- Tal for utsleppsreduksjonar i eit relativt breitt utval eldre omnar (ein tidlegare test viste at etterbrennaren kan minske partikkelutslepp med oppimot 75% og auke effekten i omnen med kring 15%)
- Korleis sjølve installasjonen fungerer
- Produktets fleksibilitet i ulike typar eldstader
- Erfaringsinnhenting frå brukarane (spørjeskjema) kring omnens funksjon med etterbrennar:
 - Opptenning
 - Kor bra det brenn
 - Endringar i varmeeffekt og kor varm omnen blir på overflata
 - Sotmengde
- Folks haldning til eit produkt for mindre forureining frå fyring
- Folks haldning og kunnskap meir generelt i.f.t. svevestøv frå fyring som miljø- og helseproblem
- Erfaring for gjennomføring av denne typen tiltak

Beskriving av etterbrennar

I eldre vedomnar vert lufta oftast berre tilført direkte mot veden gjennom ein ventil i døra (primærluft). Det er denne lufta som bestemmer forbrenningsaktivitet og vedforbruk. Problemet med denne typen lufttilførsel er at lufta ikkje er jamt fordelt, og oksygenfattige soner vert danna. Uforbrente gassar vert difor slept ut og dannar partiklar. I nyare og reintbrennande eldstadar vert det tilført såkalla sekundærluft bak i omnen. Denne lufta vert varma opp fordi sekundærlufta strøymer inn gjennom kanalar integrert i det varme fyrrommet før det vert blanda med forbrenningsgassane frå veden. Når luft med høg temperatur vert blanda med gassar frå veden, brenn desse opp, og utslepp av forureinande stoff vert sterkt redusert. Etterbrennaren har same funksjon.



Figur 2. Skisse av korleis veden brenn i omnen med og utan etterbrenner

Kjelde: Ecoxy Afterburner

Etterbrennaren er ei plate i syrefast stål som består av to delar slik at den kan bli trekt ut til passe lengde. Sammenskyvd måler den 15x16 cm. Den er dobbeltfalsa, og når den er montert, blir det eit holrom mellom plata og bakveggen i omnen. Ved monteringa vert det bora to hol bak i omnen. Gjennom desse hola vert luft trekt inn i omnen og strøymer i holrommet mellom etterbrennarplata og omnsveggen. Her vert lufta varma opp fordi etterbrennarplata er svært varm, før den strømmer vidare inn i øvre del av omnen gjennom ei rad hol i etterbrennaren. Den oppvarma lufta vert så blanda med brennbare gassar, som dermed brenn opp i staden for å stige uforbrent opp gjennom

pipa og blir til partiklar. Dette er illustrert i Figur 2. Betre forbrenning av gassane aukar også energiutbyttet frå eldstaden.

Beskriving av prosjektgjennomføring

Aktørar/Samarbeidspartar i prosjektet

Prosjektet vart etablert hausten 2005 som eit samarbeidsprosjekt mellom lokal miljøforvalting, Trondheim kommunale feiarvesen, forskingsmiljøet på universitetet (NTNU) og leverandøren av etterbrennarsystemet:

Miljøenheten (2 pers.): Prosjektleiing, skaffe deltakarar, hovudkontakt mot deltakarane

Trondheim kommunale feiarvesen (3 personar, derav to installatørar): Installasjon av etterbrenner, kontakt mot deltakarane på omnsfaglege og brannsikringsspørsmål, og ting direkte knytt til installasjon

Norges naturvitenskapelige universitet, NTNU (1 pers.): Måling på røykgassar

Ecoxy Afterburner AS (1 pers.): Produksjon av etterbrennar inklusive pakke med monteringsanvising

Gjennomføring

Ei grov oversikt over dei ulike aktivitetane i prosjektet er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Gjennomføring av prosjektet

Tidsperiode	Oppgåve
Sept.-okt. 2005	Planlegging av prosjektet; etablering av prosjektgruppe
Okt.-nov. 2005	Utarbeiding av informasjonsbrosjyre
Okt. 2005	Utsending av 700 brev til aktuelle deltakarar på Møllenberg, Rosenborg og i Sjetnemarka Utgangspunktet for adresselister var medlemslista til den lokale beboerforeninga på Møllenberg/Rosenborg, og feieregister for Møllenberg, Rosenborg og Sjetnemarka
Nov. 2005	Opplæring av feiarar i installasjon av etterbrennar
08.12.2005	Annonsering i Adresseavisen med invitasjon/oppmoding om deltaking
Okt.–des. 2005	Ei lang rekke av dei tilskrivne vart følgd opp via telefon om deltaking og spørsmål om å stille på informasjonsmøte. Miljøenhetens sentralbord tok i mot namn, adresse, omnstype etc. frå interesserte.
Des. 2005- jan. 2006	Informasjonsmøte: Sjetnemarka 5. desember 2005 og 16. januar 2006 Møllenberg/Rosenborg 15. desember 2005
Des. 2005- feb. 2006	Feiarvesen gjorde avtalar og gjennomførte installasjonar. Når tidsavtalane vart gjort for installasjon fekk deltakaren beskjed om ikkje å fyre, og å reingjere omnen best mogleg innvendig. Alle deltakarane fekk informasjonsbrosjyre, og kontrakt med kommunen ved installasjon. Kontrakten sikra erstatning til huseigar ved skade på omn eller hus under sjølve installasjonen eller ved bruk av omnen med etterbrennar i. Feiarane registrerte også tidsbruk per installasjon og type omn
Feb. 2006	Spørjeskjema vart utarbeida og sendt ut til alle deltakarar (sjå Vedlegg 2 og Resultat og diskusjonskapitlet) Med skjema fekk deltakarane ferdig adressert og frankert svarkonvolutt. Frist for svar: 3. april 2006
Feb.-mar. 2006	NTNU i, samarbeid med Ecoxy, valde ut 11 omnar for utsleppsmålingar. Nokre av målingane vart utført i felt, heime hos deltakarane, men dei fleste vart

	utført på lab. (Energi- og prosesseteknikk) på NTNU. Alle dei 11 som fikk utført utsleppsmålingar fikk tilsendt eit eige spørjeskjema om sjølve målingane og kontakten med NTNU
Mars – april 2006	Gjennomarbeiding av data, oppsummering av resultat og evaluering: Tidsbruk på installasjonane, tilbakemeldingar frå deltakarane, utsleppsmålingane og felles evaluering i prosjektgruppa av gjennomføring og erfaringar
April – mai	Utarbeiding av sluttrapport
Juni 2006	Utsending av sluttrapporten til alle prosjektdeltakarane

Dei 100 omnane som fekk installert etterbrenner er lokalisert som følgjer:

Sjetnemarka: 54
Møllenberg/Rosenborg: 32
Andre: 14

”Andre” er lokalisert i området rundt Møllenberg/Rosenborg og nærast mogleg Sjetnemarka for å minimera transporttid for installatørane.

Prosjektet blei finansiert med kommunale prosjektmiddel.

Resultat og diskusjon

Installasjon (erfaring frå feiar)

Typar omnar

39 ulike omnsmodellar var med i prosjektet, samt 6 omnar utan nærare modellbetegning. Fleire av modellane var representert med 5 eller fleire omnar, slik som Jøtul nr. 1, Jøtul nr. 3, Jøtul nr. 602 og Jøtul Petit. Ei fullstendig oversikt over deltakande omnstypar/-modellar er vist i Vedlegg 4.

Erfaring frå installasjonen

Dette prosjektet er den første storstilte installasjonsserien av etterbrennarsystem. Etterbrennaren er opphavleg utvikla for ”boksomnar” som til eksempel Jøtul 602 og Trolla 106. Med utgangspunkt i den eksisterande monteringsretteleinga måtte installatørane frå Feiarvesenet difor gjere monnaleg metodeutvikling, og dei støtte på ei rekkje utfordringar undervegs.

Alle 100 installasjonane vart utført med to mann til stades, med ei gjennomsnittleg installasjonstid på ein time. Ei viss erfaring med installasjon av etterbrennar kan gjere det mogleg for ein mann å utføre jobben. Feiarvesenet anbefalar likevel at installasjonane vert utført av to personar. Det var nokre gonger behov for å løfte ut omnen litt, eller å ha ein person framfor og ein bak omnen. Å kalle ut ein ekstra person ved behov er vanskeleg å administrere og tidkrevjande. Det er difor lite truleg at det lønar seg å bruke berre ein person til installasjon.

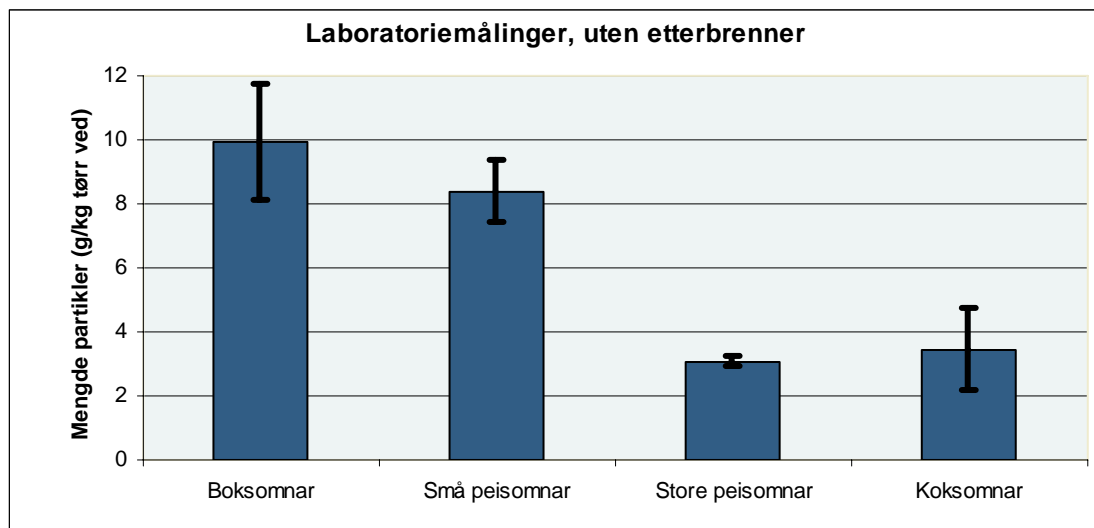
Vedlegg 4 viser stor variasjon i installasjonstid, frå 45 minutt til 2 timar. Det er ikkje eintydig at det er boksomnar som krev kortast tid for installasjon. Dette er tydeleg då Trolla 106 (boksomn) i snitt krev lengre eller like lang installasjonstid som peisomnar og peisnnsatsar som Jøtul nr. 1, 3, 15 og nr. 80.

For nokre av omnstypane som det var 4 eller fleire med av (Jøtul 3, Jøtul Petit, og Trolla 106 og 811) gjekk installasjonstida ned med 15 – 25 minutt ettersom installatørane fekk meir erfaring. Ein bør likevel budsjettere med totalt to timar (2 mann i ein time) til installasjon pr. etterbrennar.

Måling av utslepp og vedforbruk

I prosjektet vart det utført utsleppsmålingar på 11 omnar, 5 omnar (32 testar) i laboratoriet og 6 omnar (12 testar) i felt. Ein omnstype (boksomn) vart testa både i felt og i laboratoriet. Det vart nytta standard testbrensel for utsleppsmålingane (jfr. NS3058).

Figur 3 viser kor mykje partiklar ulike omnstypar slepp ut pr. kg ved utan etterbrennar installert. Dei ulike omnane som blei testa med omsyn til utslepp er kategorisert som følgjer: Boksomnar (eks. Jøtul 600-602, Dovre 3-4, Ulefos 864, Jøtul Bukkene Bruse og Trolla 811), små peisomnar (eks. Jøtul Petit), store peisomnar (eks. Jøtul 850, DSA, Morsø 6B og 1410) og koksomnar (eks. Jøtul 507).



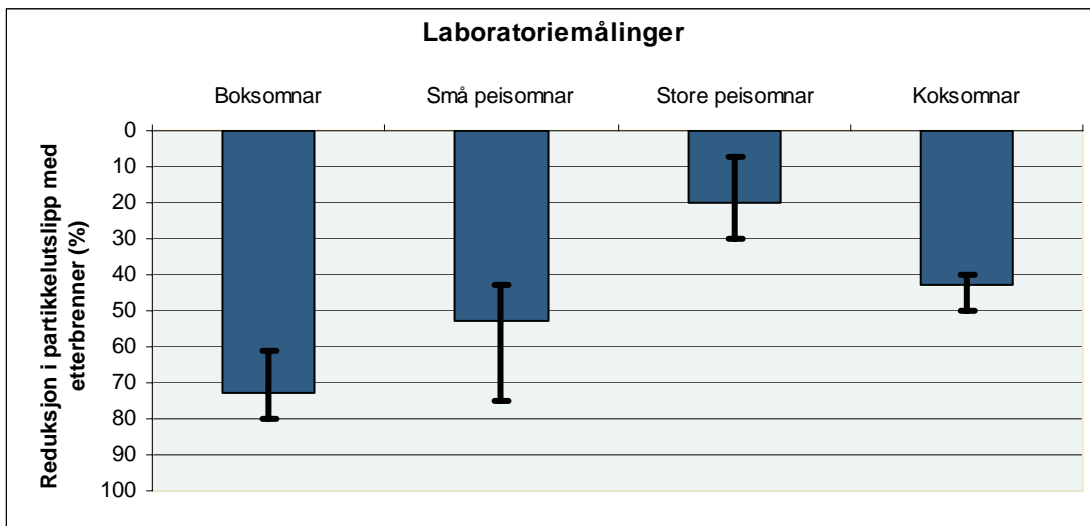
Figur 3. Partikkelutslepp (gram partiklar pr. kg tørr ved) for dei ulike omnstypane utan etterbrennar installert. (gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdiar). *Laboratoriemålingar.*

Det er stor forskjell på partikkelutslepp frå ulike omnstypar. Utsleppa frå boksomnar og små peisomnar er høge, medan koksomnar og i enda større grad store peisomnar, slepp ut langt mindre partiklar. Låge utslepp skuldast god tilgang på luft i store delar av omnen for koksomnane sin del og svært høg temperatur i brennkammeret i store peisomnar. Lave partikkelutslepp utan etterbrennar tyder på at ein ikkje har svært mykje å hente ved å installere etterbrennar. Dette er også tydeleg ut frå laboratoriemålingane av utsleppsreduksjonar vist i Figur 4. Resultata viser tydeleg at det er boksomnar som får størst reduksjon i partikkelutsleppa med etterbrennar, og at store peisomnar ikkje er så lempa for denne etterbrennaren.

Etterbrennaren er konstruert med utgangspunkt i boksommen, og fungerer såleis best for denne type omn. Desse omnane er djupe og smale. Ein får då stor avstand mellom primærluft og bakkant i omnen der lufttilføringa vert dårlegare. I grunne omnar er luftomblendinga betre i utgangspunktet og effekten av etterbrennaren vert såleis mindre.

Figur 4 viser at boksomnar gir best resultat med reduksjonar i partikkelutslepp mellom 60 og 80% (i snitt høgre enn 70%). Etterbrennaren er utvikla og spesialtilpassa for boksomnar, og resultata i Figur 4 understrekar det.

Figur 4 viser stor skilnad mellom store og små peisomnar. Dei små peisomnane gir tilfredsstillande resultat med meir enn 50% reduksjon i snitt og maks. 75%. I store omnar vert intensiteten på fyringa og dermed temperaturen høgre, dette vil automatisk gi mindre utslepp av partiklar. Etterbrennaren i si noverande utforming er truleg for liten til det store brennkammeret i store peisomnar; likevel oppnådde vi utsleppsreduksjonar på mellom 10 og 30%. Ein større etterbrennar til store peisomnar vil truleg føre til større utsleppsreduksjonar.

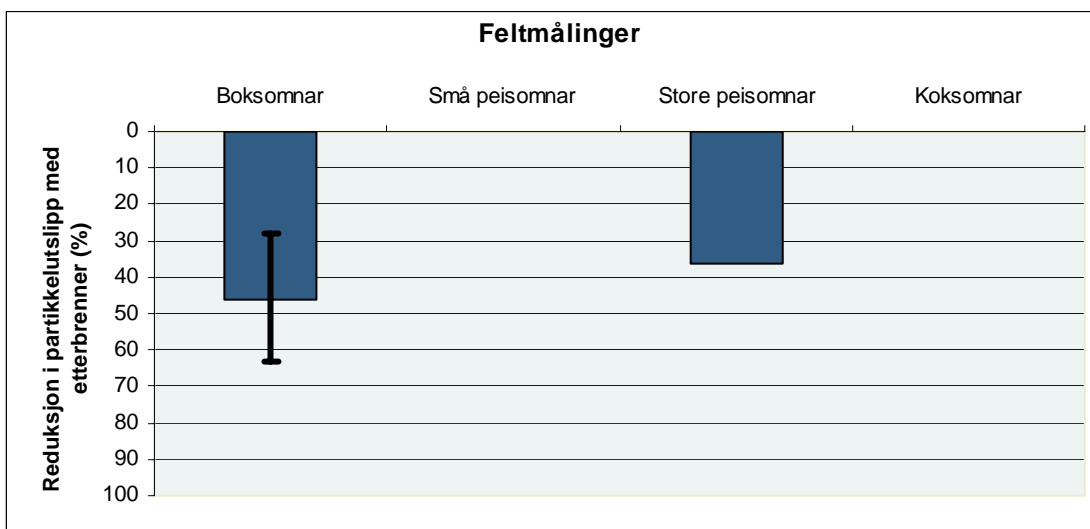


Figur 4. Utsleppsreduksjonar for partiklar (svevestøv) i % for dei ulike omnstypene med etterbrennar i (gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdiar). *Laboriermålingar*.

I koksomnar har mengde ved som vert lagt inn stor effekt på utsleppa; legg ein i lite ved av gangen gir koksomnar lave partikkelutslepp, også utan etterbrennar. Figur 4 viser likevel at ein oppnår inntil 50% reduksjon i partikkelutsleppa i koksomnar ved installering av etterbrennar. Dersom det vert lagt inn større mengder ved i desse omnane, vert luftmengda for liten og utsleppa aukar. I slike tilfelle vil etterbrennaren gi større reduksjon.

Ein del koksomnar er innmurt. Innmuring aukar temperaturen i omnen og fører til betre forbrenning av røykgassar, noko som medfører at etterbrennaren ikkje gir like stor effekt.

Feltmålingar (i den enkelte bustad) er teknisk sett vanskeleg å utføre. Det er ikkje mulig å tynne ut røykgassane før måling, filteret vert ofte tett, og ein opplever kondensering/frysing i måleapparatur. Variasjonar i trekk og liknande er vanskeleg å kontrollere. Figur 5 viser resultatata av utsleppsmålingar i felt.



Figur 5. Utsleppsreduksjonar for partiklar (svevestøv) i % for dei ulike omnstypene med etterbrennar i (gjennomsnitt, minimums- og maksimumsverdiar). *Feltmålingar*.

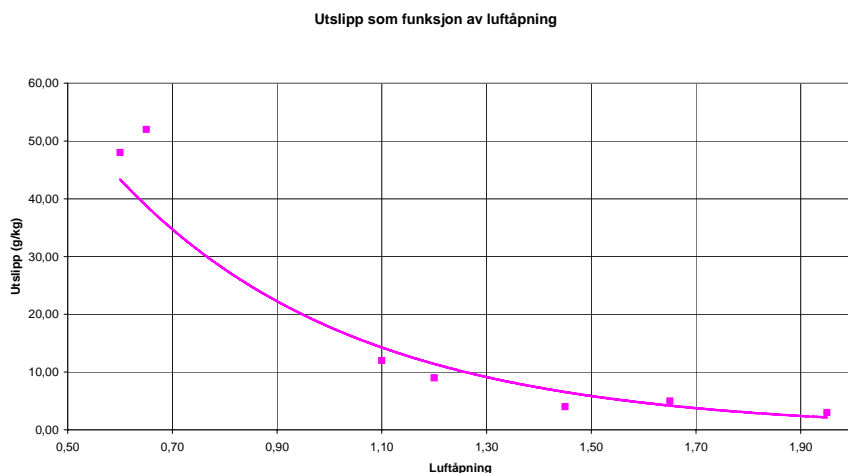
Den eine store peisommen som blei testa på denne måten viste større utsleppsreduksjon (35%) enn tilsvarende frå laboriermålingane. Av boksomnar vart ein modell testa både i lab. og i felt. Figur 5 viser langt mindre utsleppsreduksjon for boksomnar i felt enn i lab. All usikkerheita forbundet med feltmålingar medfører at laboriermålingane gir dei mest pålitelege resultatata. Sjølv om

målingar i lab. er ein kunstig situasjon, bør likevel laboratorieresultata og ikkje feltmålingar leggst til grunn for vurderingar av effekt av etterbrennar i eldre eldstader.

Utslepp frå ein eldstad er avhengig både av korleis omnen er konstruert og korleis det vert fyrst. Det same gjeld for omnar med etterbrennar. Installering av etterbrennar gir oss ikkje dei ønska utsleppsreduksjonane utan at ein:

- Fyrer med tørt ved, god trekk og unngår rundfyring
- Sørger for hyppig reingjering og vedlikehald av omnen
- Unngår å legge i for mykje ved av gangen

Figur 6 illustrerer forholdet mellom lufttilførsel (trekk) og utslepp av partiklar. God trekk i omnen er svært viktig for effektiv forbrenning.



Figur 6. Partikkelutslepp frå vedomn som funksjon av trekk (luftopning) i omnen

Vert trekken strypt, slik som om natta ved rundfyring, kan utsleppa nå så høgt som 50 gram partiklar pr. kg ved. Det er 5 gonger så høgt som Plan- og bygningslovens krav til utslepp frå nye omnar.

Ein omn med etterbrennar vil gi mindre partiklar i pipeløpet. Dette igjen fører til mindre sot og dermed mindre risiko for pipebrannar. Sot er varmeisolerande. Lågare sotproduksjon og –avleiring i sjølve omnen og i pipeløpet vil difor bidra til å auka energieffektiviteten i omnen. Dette er positive sideeffektar av bruk av etterbrennar for å redusere svevestøvslepp frå vedfyring.

I alle testane med etterbrennar installert oppnådde ein til dels betydeleg lågare utslepp av karbonmonoksid, CO enn utan etterbrennar. Auka oksygentilgang i omn med etterbrennar installert fører til at meir av CO-gassen i brennkammeret brenn opp til CO₂. Reduksjonane i CO-utsleppa ligg i storleiksorden 20-70%, og det er ingen skilnader mellom ulike omnstypar når det gjeld CO-utslepp. Reduksjonar i CO viser at etterbrennaren gir ein meir fullstendig forbrenning.

Anbefaling

Boksomnar

Etterbrennar i den form den er i dag er eit godt tiltak for å minske utslepp og auke effekt i omnen.

Peisomnar

Storleiken betyr mykje for effekten av etterbrennaren for denne type omnar. Dagens etterbrennar fungerer godt på små omnar, men bør kunne bli betre gjennom tilpassing til denne type omn. Det

bør og vere mulig å tilpasse ein etterbrennar for store peisomnar dersom det finns mange slike rundt omkring.

Koksomnar

Utslepp frå koksomnar er naturleg små dersom det vert fyrst med små ilegg av ved og god trekk; små vedskier ofte. Ved store ilegg er forbrenninga mindre effektiv og ein etterbrennar kan gi monnalege utsleppreduksjonar. Koksomnane som deltok i dette etterbrennarprosjektet oppnådde i snitt 40% reduksjon i partikkelutsleppa med etterbrennar installert (Figur 4). Etterbrennar kan difor anbefalast også for denne kategorien omnar.

Reingjering og vedlikehald av eldstaden

Innvendig reingjering og fjerning av sot og tette pakningar i dørene vil auke verknadsgraden og minske partikkelutslepp frå alle typar omnar. Omnen bør reingjerast minst ein gong pr. år for ikkje å tape effekt. Denne jobben kan omnseigar gjere sjølv eller få Feiaren til å gjere. Sjekk av pakningar, lekkasjar mm. bør gjerast med jamne mellomrom. Dette bør utførast av kvalifisert personell (t.d. Feiarvesenet).

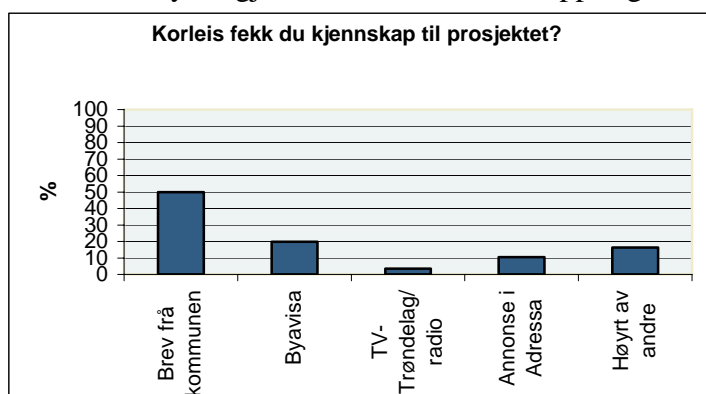
Fyringsvanar

Fyringsvanar og kvaliteten på veden har svært mykje å seie for partikkelutsleppa frå vedomnar. Fyring med dårleg trekk og ved med for høgt fuktinnhald kan oppvege verknaden av t.d. etterbrennarsystemet. Dette er berre to eksempel av ei rekkje faktorar som påverkar utsleppa.

Erfaring frå bebuarar - Spørjeskjema

Informasjon om prosjektet

Prosjektet vart selt inn hjå deltakarane gjennom brev (700 stk), artikkel i Byavisa (lokal gratisavis), Reportasje på TV og radio, og i kommunen si fellesannonse i Adresseavisa. 50% av deltakarane fekk kjennskap til prosjektet gjennom brev. Halvparten av deltakarane fekk altså kjennskap til prosjektet gjennom andre kanalar enn brev. Heile 15% høyrde om prosjektet frå andre. Ein kan rekne med at responsen gjennom "Brev frå kommunen", "Annonse i Adresseavisa" og "Høyrte av andre" vart styrka gjennom ei rekke medieoppslag.



Figur 7. Prosentvis fordeling av korleis deltakarane fekk kjennskap til prosjektet

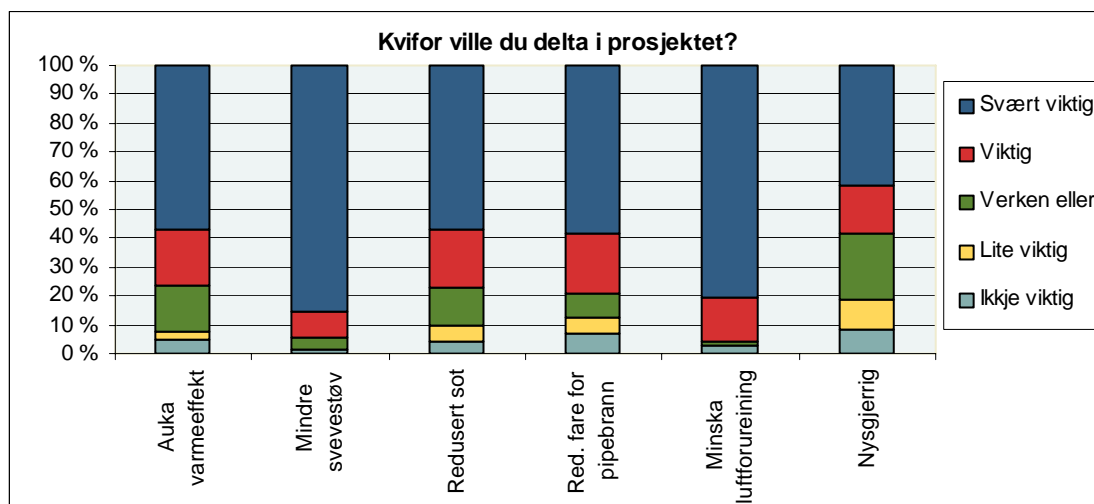
Årsaker til deltaking i prosjektet

Svaralternativa for årsakene til deltaking var: Betring av omnens funksjon, mindre sot, minska risk for pipebrann, minska utslepp til luft eller at dei var nysgjerrige. Figur 8 viser resultatane. Ein fekk krysse av for alle alternativane dersom ein ville.

Luftkvalitet var delt i mindre svevestøvslepp og minske luftforureining. "Mindre svevestøvslepp" vart eit eige svaralternativ då det utgjer ein sterkare *lokal* faktor enn "minske luftforureining i byen".

Svara viser at omsynet til luftkvalitet vov tyngst som årsak for deltaking framfor moglegheiter for til dømes auka varmeeffekt og redusert sotmengde i omnen. Resultata er eintydige, sjølv om potensialet for betring av omnens funksjon var ei av dei argumenta kommunen flagga aktivt ved invitasjon om deltaking.

Ein viktig faktor er truleg at innbyggjarane i Trondheim er svært bevisst på problem med luftkvalitet, spesielt svevestøv. Dette skuldast langt på veg sterk mediefokusering når det gjeld luftkvalitet og aktivt haldningsskapande arbeid frå kommunen si side. Sambandet mellom mykje svevestøv i lufta og negative helseeffektar er godt kommunisert til innbyggjarane.



Figur 8. Årsaker til at deltakarane ville vere med i etterbrennarprosjektet

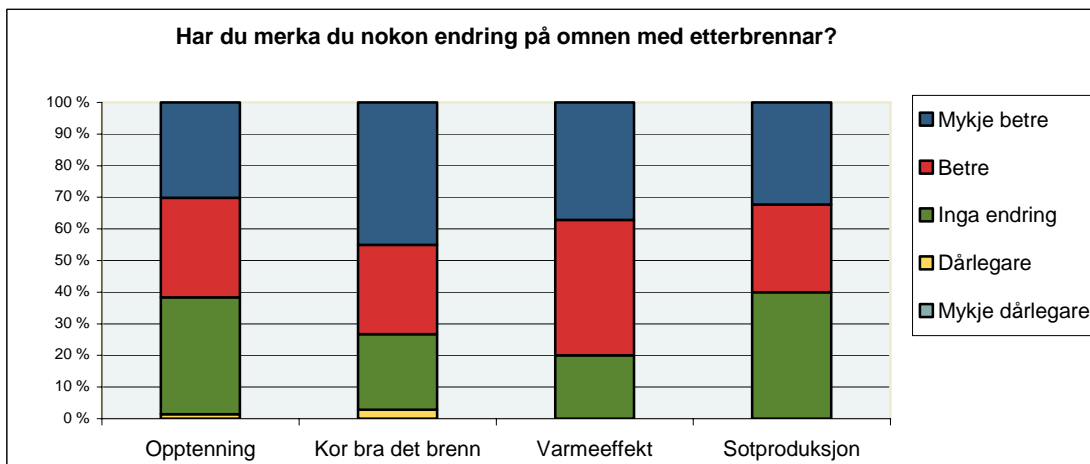
Effektar av etterbrennar på omnens funksjon

Når det gjeld effektar av etterbrennar, vart det fokusert på opptenning, korleis omnen brenn, varmeeffekt og sotmengde. Dette er eigenskapar som er vanskelege å bedømme objektivt av fleire årsaker: Fyringsbehovet varierar frå år til år, veden er ikkje alltid den same frå år til år, det er vanskeleg å hugse korleis omnen fungerer frå år til år og så vidare. Dessutan kan deltakarane si positive haldning til prosjektet få dei til å svare meir positivt enn det som er reelt.

Mellom 60 og 80% av deltakarane synes alle dei 4 faktorane kring omnens funksjon er blitt betre eller mykje betre etter at dei fekk installert etterbrennar: Dette gjeld spesielt auka varmeeffekt og kor bra det brenn (Figur 9). Svært få svara at det er vanskelegare å tenne opp eller at omnen brenn dårlegare enn før, og ingen meiner omnen er blitt dårlegare med omsyn til varmeeffekt eller sotproduksjon. Mange kommenterer at det er vanskeleg å vurdere endring i funksjonen av etterbrennaren. Overvegande positive svar indikerar likevel ein positiv effekt. Deltakarane sine forventningar kan også ha gitt overrepresentasjon av positive svar.

Deltakarane vart også spurde om omnen vart varmare på overflata med etterbrennar installert. Svara her er ikkje eintydige. Sjølv om 80% meiner at etterbrennaren forbetrar varmeeffekten av omnen, svarer rundt halvparten at omnen ikkje blir varmare på overflata.

Resultata er oppsummert i Figur 9.

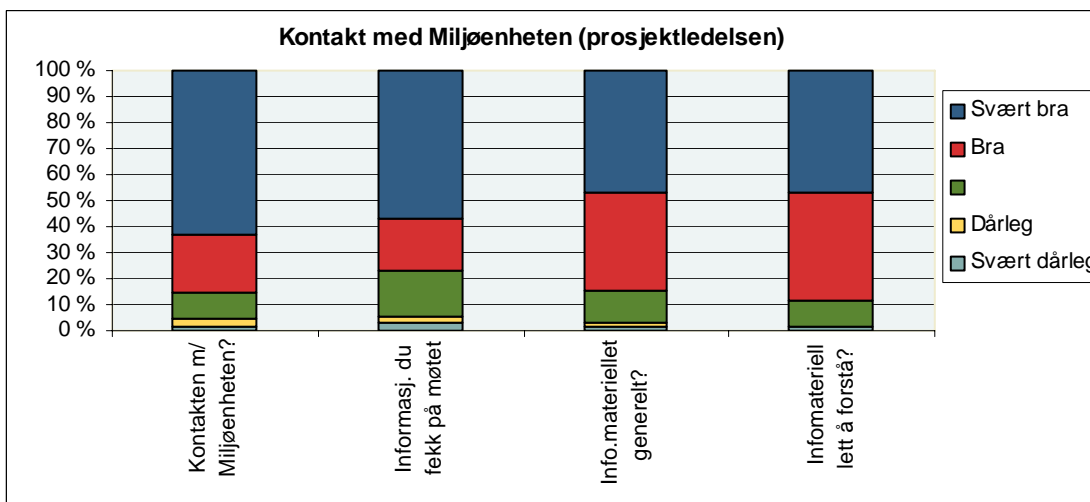


Figur 9. Prosentvis fordeling av svar på eventuell endring i korleis omnen verkar med etterbrennar i.

Kommunikasjon mellom deltakarar og kommunen

God og enkel informasjon om prosjektet og tilrettelegging for tovegskommunikasjon er essensielt i eit pilotprosjekt der ein prøver ut ny teknologi hjå befolkninga. I tillegg er det viktig med enkle forklaringar og beskrivingar og liknande av system og funksjon til det som skal prøvast ut.

Figur 10 viser kor nøgde deltakarane var med den informasjonen dei fekk om prosjektet og kontakten med Miljøenheten. Mellom 10 og 25% av deltakarane var ikkje nøgde med kommunikasjonen med kommunen. Dette er eit viktig signal, og viser tydeleg at informasjon til og kommunikasjon med deltakarane kunne vore betre. Dei som deltok på informasjonsmøtet er meir positive enn dei som ikkje deltok. 84% av dei som deltok på møtet var nøgde med både kontakten med Miljøenheten generelt og med informasjonsmateriellet. For dei som ikkje deltok på møtet var dei tilsvarende tala 62% og 53%. Dette viser at direkte kontakt og moglegheit til tovegskommunikasjon er viktig.



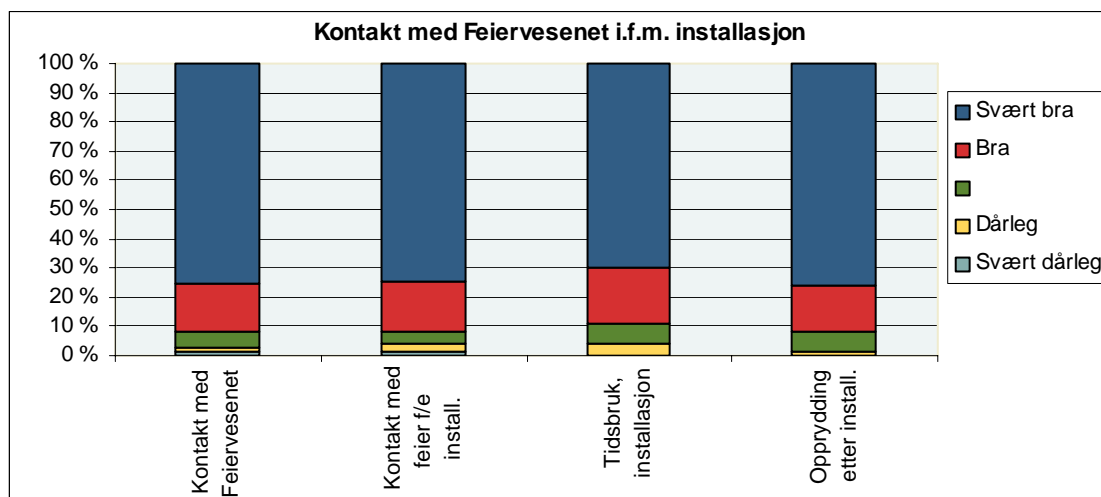
Figur 10. Tilbakemeldingar frå deltakarane på kor godt kommunikasjonen med Miljøenheten (prosjektleiing) fungerte og om kvaliteten på informasjonsmateriellet; prosentvis fordeling mellom ulike svaralternativ.

Installasjonen av etterbrennaren

Installasjon av etterbrennarane var Feiarvesenet si primære oppgåve. Dei utgjorde også fagkompetansen på omnar, fyring, brensløse og brannsikring i prosjektet. Feiarvesenet var difor den viktigaste kontaktflate mellom prosjektet og deltakarane.

Deltakarane vart spurt korleis kontakten med Feiarvesenet fungerte og kva deltakarane tykte om sjølve installasjonen (tidsbruk og opprydding). Resultata er oppsummert i Figur 11.

Resultata viser at Feiarvesenet gjorde ein svært god jobb når det gjeld kontakten mot deltakarane. Meir enn 90% av deltakarane var nøgd eller svært nøgd med korleis kommunikasjonen fungerte. Figur 11 viser også at publikum hadde forventa at installasjonen skulle ta lengre tid. Om lag 90% var nøgd eller sær sars nøgd med tidsbruken. Over 90% var også nøgd eller svært nøgd med opprydding etter utført installasjon.



Figur 11. Tilbakemeldingar frå deltakarane på kontakten mellom dei og Feiarvesenet; prosentvis fordeling mellom ulike svaralternativ.

Sjølv om det oppsto nokre tilfeller av misforståingar og misnøye ved installasjon, er det vanskeleg å sjå noko stort forbetningspotensiale i denne delen av prosjektet.

Oppsummering av spørjeskjema

Ein bør streve etter å arrangere møter i starten av slike prosjekt, og sørgje for å få flest mogleg av deltakarane til å stille på møte for informasjon, svar på spørsmål og anna.

Miljøenheten sendte ut brev til 700 personar med invitasjon om deltaking i prosjektet. Denne mengd brev var nødvendig, elles ville vi ikkje fått mange nok deltakarar. Bruk av feieregister er eit godt utgangspunkt som adresseliste i så måte. Her kan ein blant anna sile ut husstandar med nye, reintbrennande omnar.

Ein er avhengig av goodwill for å lukkast med slike prosjekt, og å skape ei positiv atmosfære med tanke på vidare arbeid innan feltet. Høg fagkompetanse hos installatør (i dette tilfellet Feiarvesenet) og profesjonalitet i kontakten mot publikum er difor ein viktig suksessfaktor. Dette gjeld ikkje berre i ein prosjektfase, men også dersom ein skal gjennomføre utsleppsreducerande tiltak retta mot for eksempel fyring i større skala.

Utsleppsmålingar

6 av dei 11 omnane som skulle gjennom utsleppsmålingar i regi av Noregs teknisk-naturvitskapelege universitet, NTNU blei tatt inn på laboratoriet for måling. Deltakarane skulle altså vere utan omn kanskje i fleire dagar i fyringssesongen. Likevel meinte 85% av deltakarane at kontakten mot NTNU fungerte bra eller sær sars bra. Dette seier mykje om kor positiv haldninga har vore til prosjekt.

Konklusjonar

Målingane

Laboratoriemålingar av reduksjonar i partikkelutslepp frå omnar med etterbrennar viser følgjande verdiar: (*min.-, maks.-reduksjon (gjennomsnittleg reduksjon)*)

- Boksomnar 61-80% (73%)
- Små peisomnar 43-75% (53%)
- Store peisomnar 7-30% (20%)
- Koksomnar 40-50% (43%)

Feltmålingar av reduksjonar i partikkelutslepp frå omnar med etterbrennar viser følgjande: (*min. maks. reduksjon (gjennomsnittleg reduksjon)*)

- Boksomnar 28-63% (46%)
- Store peisomnar (36%)

Feltmålingane gav lågare utslippsreduksjonar enn målingar i laboratoriet. Laboratoriemålingane bør likevel vektleggast sidan målingane her er langt meir nøyaktige. Feilkjeldene for feltmålingane er for store til å legge for mykje vekt på desse.

Ulike omnstypar

- Den eksisterande utgåva av etterbrennaren gir størst reduksjon i *boksomnar*.
- Den gir og bra reduksjon i *små peisomnar*.
- Den eksisterande etterbrennaren er for liten for brennkameret i *store peisomnar* og gir liten effekt for denne type omn. Utsleppa kan truleg reduserast i slike omnar også ved bruk av ein større etterbrennar med større luftkapasitet.
- *Koksomnar* gir noko lågare utsleppsreduksjonar enn boksomnar og små peisomnar. Delvis skuldast dette at det i utgangspunktet er bra oksygentilgang i omnen, føresatt små ilegg av ved. Når ein legg i større mengder ved i ein koksomn, vil det fort bli underskot på oksygen. I desse tilfeller vil etterbrennaren tilføre nødvendig luft, og føre til betydelege utsleppsreduksjonar.

Installering av etterbrennarsystem i boksomnar, små peisomnar og koksomnar i større skala vil være eit godt svevestøvreduserande tiltak.

Vedlikehald

- Fyring i utett omn eller omn med utett røykrør-system, fyring med våt ved og dårlege fyringsvanar (rundfyring, lite trekk, sprengfyring etc.) er faktorar som åleine eller samla vil redusere effekten av etterbrennaren i vesentleg grad.

Kva tiltak bør settast i verk?

- Dersom tiltak for masseinstallasjon av etterbrennar skal gjerast, er det naudsynt å prioritere område med uttala svevestøvproblem. Tiltaket vil ha størst moglegheit for å lukkast dersom det vert følgt av offentlige økonomiske støtteordningar for installasjon og/eller restriksjonar på utslepp.
- Ei omfattande installering av etterbrennarar eller anna partikkelreduserande teknologi i Trondheim må følgjast av ei omfattande informasjons- og haldningskampanje for reingjering og vedlikehald av omn og gode fyringsvanar.

Fortsetting

Dersom ein tar i bruk etterbrennar eller anna utsleppsreducerande teknologi, må det følgjast av eit solid informasjonsopplegg og haldningsskapande arbeid for å bevisstgjere folk og auke kunnskapen om å fyre riktig. Utan det vil gevinsten i form av utsleppsreduksjonar reduserast vesentleg.

Det fins truleg ei relativt stort mengd runde omnar og omnar med bogeforma bakvegg. I Trondheim finn ein ei rekkje slike omnar blant anna på Møllenberg. Dette området har også problem med svevestøv. Mange av desse omnane er gamle, og har stor affeksjonsverdi. Det bør difor utviklast etterbrennarar skreddarsydde for slike omnstypar slik at dei framleis kan brukast, og kan utgjere ei mest mogleg miljøvennleg oppvarmingskjede.

Vedlegg

1. Informasjonsbrosjyre om etterbrennarsystemet og pilotprosjektet i Trondheim
2. Spørjeskjema
3. Brev til bebuarar med invitasjon til å være med i prosjektet og annonsetekst med invitasjon, Adresseavisa
4. Liste over omnar utprøvd og tidsbruk på installasjonar for kvar omnstype