

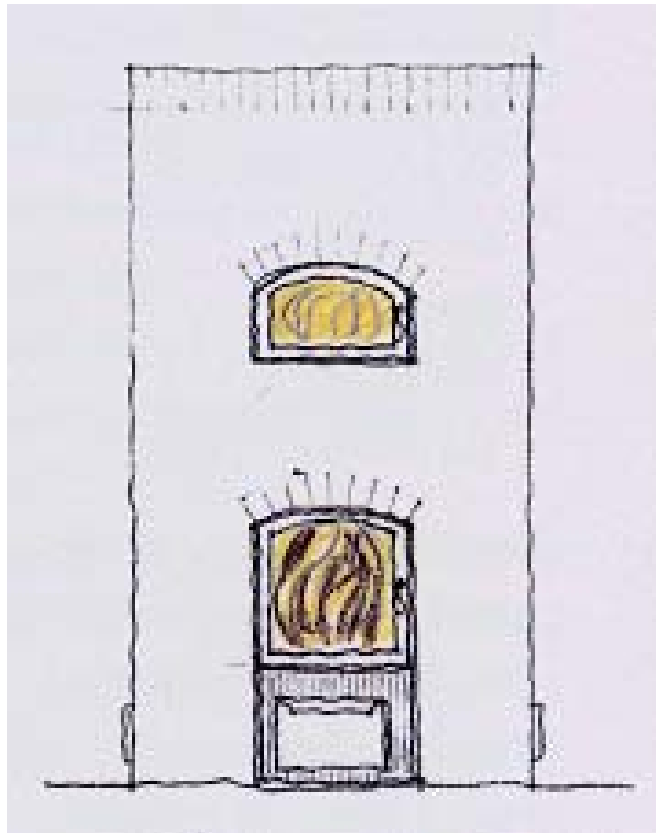
Alfred Heller

Teoretisk diskussion af temperaturer i lukkede, murede ildsteder (masseovne)

Sagsrapport
BYG•DTU SR-01-14
2001
ISSN 1396-402x

Teoretisk diskussion af temperaturer i lukkede, murede ildsteder (masseovne)

Alfred Heller



Department of Civil Engineering
DTU-bygning 118
2800 Kgs. Lyngby
<http://www.byg.dtu.dk>

FORORD

Foreliggende notat er et af resultaterne fra projektet ”Undersøgelse af masseovnens termiske egenskaber”. Projektet er muliggjort gennem økonomisk støtte fra Energistyrelsen gennem UVE-ordningen, J.nr. 51181/99-0050.

Ud over en tak til Energistyrelsen for den økonomiske støtte, vil jeg gerne takke en række ildsjæle, som arbejder med masseovne. Jeg håber, at dette notat er med til at klarlægge nogle forhold, der kan være med til at øge anvendelsen af masseovne under sikre og fornuftige forhold.

Tak til Flemming Abrahamsen, og Philip Streich, der er medansøgere til projektet. Tak til ovnsætter Lars Helbro for hans store indsats. Tak til Theodor Kristensen, oldemand for skorstensfejernes brancheforbund. Tak også til mine kolleger fra Teknologisk Institut, Energi som har tilført projektet uvurderlige erfaringer fra deres DS-godkendelsesarbejde og generelle viden. Speciel tak til det østrigske ”Kachelofenverband” for deres medvirken til det foreliggende arbejde og de mange dokumenter, de har forsynet os med. Jeg vil endvidere takke redaktøren for tidsskriftet ”BioEnergi”, som har givet betydelig og grundlæggende inspiration til det foreliggende arbejde.

Det må bemærkes, at instituttet har ændret navn i løbet af projektet. Institut for Bygninger og Energi er indgået i et større institut, BYG•DTU, der dække hele byggesektoren. Dette kan være relevant i forbindelse med litteratursøgning og lignende.

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	INTRODUKTION.....	3
2.	KRAVENE TIL ALMINDELIGE BRÆNDEOVNE	4
3.	PRINCIPPER OG BENÆVNELSER.....	6
4.	DEN GRUNDLÆGGENDE TEORI.....	6
5.	ANTAGELSER VEDR. TEMPERATURER	8
6.	EN SIMPEL EN-DIMENSIONAL BEREGNINGSMODEL	9
7.	DISKUSSION AF DEN EN-DIMENSIONALE MODEL.....	9
8.	OPSAMLING	12
9.	LITERATURLISTE	13

1. INTRODUKTION

Masseovne eller ”lukkede, murede ildsteder” som navnet foreslås til revision af Bygningsreglementet 2005, er bygningsintegrerede ildsteder, som har en stor termisk masse i form af de mursten, der bruges til opbygning. Formålet med den omgivende masse er at kunne lagre forbrændingsenergien og afgive denne over længere tid. En konsekvens af dette koncept er, at temperaturerne på ovnens overflade svinger afgørende mindre end for almindelige ”lette” brændeovne. På trods af denne markante forskel stilles de samme byggetekniske og sikkerhedsmæssige krav til disse tunge type ovne, som til de lette brændeovne.

Et andet forhold, der adskiller masseovne fra almindelige brændeovne, er, at masseovne bliver bygget unikke. Hver masseovn er et ”kunstværk” for sig selv. Dette medfører, at det ikke er muligt at typogodkende et sådant design. Endvidere er en standardiseret prøvning af masseovne, som de er beskrevet i de danske og europæiske standarder, ikke mulig, da dele af krav og procedurer næppe kan anvendes på masseovne. Og dog synes en revision af den Europæiske Standard på vej, der også kan takle sådanne tunge konstruktioner. Det er ikke formålet her at gå i dybden med disse kommende standarder. Formålet er at få branchen til at diskutere disse forhold, at skabe baggrundsmaterialer, der kan anvendes til evt. ændringer af bygningsreglementet og herigennem sikre brugerbeskyttelse i spørgsmålet om sikkerhed. Specielt kan det foreliggende notat anvendes til vurdering af forskellige afstandskrav for tunge ovne til brændbare materialer.

2. KRAVENE TIL ALMINDELIGE BRÆNDEOVNE

Kravene til brændeovne er nedfældet i en række standarder og i bygningsreglementet. De vigtigste bestemmelser for de foreliggende undersøgelser kan findes i følgende referencer:

Tabel 1. Udvalgte kravspecifikationer fra Dansk Standard til brændeovne.

Henvisning	Sidetal el. lign.	Beskrivelse
(Bolig og By Ministeriet, 1998a)	Afsn. 8.1.4 Under ”Ildsteder”	Varmeafgivelsen må ikke medføre højere temperaturer på brændbare materialer end 80°C.
	Afsn. 8.1.10	Lukkede ildsteder kan forsynes med håndbetjente røgspjæld, der i lukket tilstand sikrer et frit gennemstrømningsareal på mindst 20 cm ² .
	Afsn. 8.4.3 Under ”Skorstene og røgrør”	Varmeafgivelsen må ikke medføre højere temperaturer på brændbare materialer end 80°C.
	Afsn. 8.5 ”Afstand til brændbart materiale”	
	Afsn. 8.5.1	Den udvendige side af ildsteder skal mindst holdes i en afstand af 500 mm fra brændbart materiale i væg og loft, røgrør dog 300 mm. Ved murede pejse måles afstanden fra ildstedets indvendige side. Pejse og brændeovne, der er udført i overensstemmelse med DS 887, Brændeovne, kan dog opstilles i de mindsteafstande fra brændbart materiale, der fremgår af kontrolmærket. For DS-godkendte ovne kan afstanden fra fritstående lodrette røgrør og til brændbart materiale reduceres til 225 mm. Ovennævnte afstande gælder ikke for fodpaneler.
	Afsn. 8.5.3	Brændbart materiale skal mindst holdes i følgende afstande fra: - stålskorstene og murede skorstene 100 mm - renselemme 200 mm Afstande måles til den udvendige side.
	Afsn. 8.5.4	Bjælker, spær og trappevanger kan dog anbringes direkte op ad murede skorstensvanger, når vangerne er mindst 228 mm tykke, eller skorstenen er udført i tilsvarende isoleret konstruktion.
	Afsn. 8.5.5	Kanten af brændbare beklædninger, der er højst 30 mm tykke, kan anbringes umiddelbart op til murede skorstene. Afstanden til stålskorstene skal være mindst 50 mm.

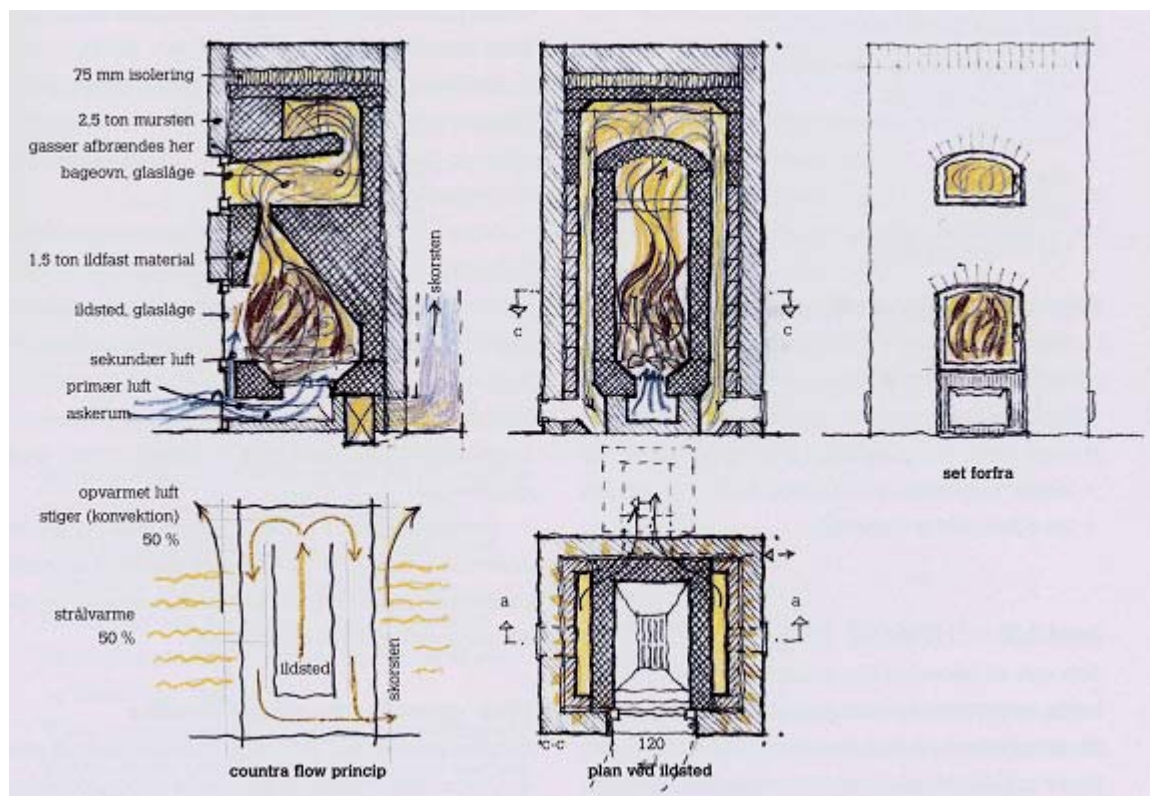
Henvisning	Sidetal el. lign.	Beskrivelse
(Bolig og By Ministeriet, 1998b)	Afsn. 8.5.1	3. og 4. punktum ændres til: Pejse og brændeovne, der er udført i overensstemmelse med DS 887, Brændeovne, kan dog opstilles i de mindsteafstande fra brændbart materiale, der fremgår af kontrolmærket. For pejse og brændeovne udført i overensstemmelse med DS 887, Brændeovne, kan afstanden fra fritstående lodrette røgrør til brændbart materiale reduceres til 225 mm.
(Dansk Standard, 2000)	Afsn. 4.2.1	Hvis der anvendes brændbare materialer i konstruktionen [Red. i brændeovne], må temperaturen ved prøvning for nominel effekt eller ved sikkerhedsprøvning ved maksimal effekt ikke overstige rumtemperaturen med 60 K.
	Afsn. 4.2.5	Overfladetemperaturen i (toppen) af brændselsrummet må ved nominel effekt og sikkerhedsprøvning ikke overstige rumtemperaturen med 60 K.
	Afsn. 4.2.10	Når ovnen er opstillet med de afstande til brændbart materiale, som fabrikanten har angivet, må overfladetemperaturen på det brændbare materiale ved prøvning for nominel effekt og sikkerhedsprøvning ikke overstige rumtemperaturen med 60 K. Det gælder for gulv under ovnen, væggene ved siden og bagved samt på loft. Overfladetemperaturen bestemmes inklusive varmpåvirkningen fra lodrette, fritstående, uisolerede røgrør. Afstand til brændbart materiale skal af fabrikanten angives på mærkepladen, Afstanden angives i mm afrundet opad til nærmeste multiplum af 50.
	Afsn. 4.2.11	Ved prøvning ved nominel effekt skal røggas-temperaturen i gennemsnit ligge under 350°C

Den sidste henvisning er brugbar til at vurdere røggastemperaturen.

Bemærk, at de Europæiske Normer bruger 65 K, hvor der i tabellen står 60 K.

3. PRINCIPPER OG BENÆVNELSER

I Figur 1 er princippet for opbygningen af en masseovn samt lufttransporten gennem denne skitseret.



Figur 1. Princippet i en masseovn. Tegnet af bygmester, arkitekt Flemming Abrahamsson, Stenlille.

Det ses, at masseovnen består af et brændkammer, hvor forbrændingen af træet foregår. Ved forbrændingen dannes gasser, der stiger opad ind i røggaskanalerne (røggasveje), hvor der ved tilførsel af sekundær luft foregår en efterforbrænding. Den varme luft trækkes herefter nedad gennem røggaskanalerne og forbi et overgangsstykke til skorstenen. Drivtrykket for røggastransporten er tryk- og temperaturforskellene i bygningen, ovnen og udeklimaet.

4. DEN GRUNDLÆGGENDE TEORI

I en række forskningsprojekter undersøgte det Tekniske Universitet i Wien masseovne og deres termiske virkemåde. Herudfra er der udviklet en teori og nogle prøvningsprocedurer, der er dokumenteret i en rapportserie, herunder (Baumgartner, G. and Hofbauer, H., 1997). Hovedparten af de teoretiske udtryk, der fremføres nedenunder, stammer fra dette arbejde, da andre kilder ikke kunne fremskaffes. Af andre kilder kan nævnes finske forskningsresultater, der udelukkende findes på originalsprog.

Den maksimale brændstofmængde, m_b i kg, er den mængde brænde, der medfører den nominelle effekt, P_n , og bestemmes af udtrykket:

$$m_b = \frac{P_n \cdot \tau_n}{H_u \cdot \eta}$$

hvor	P_n	er den nominelle effekt for masseovnen i kW
	τ_n	den nominelle brændselstid i timer

H_u brændværdier for brændslet i kWh/kg

η virkningsgrad for ovnen

Her er der naturligvis tale om store forskelle i f.eks. brændværdien. Dog kan der antages gennemsnitsværdier på 4,16 kWh/kg brændsel (ca. 15 MJ/kg) og en virkningsgrad på ca. 0,78. Dermed bliver udtrykket simplificeret til:

$$m_b = \frac{P_n \cdot \tau_n}{3,25}$$

Værdierne for de nominelle størrelser er vanskelige at bestemme, og dette må diskuteres i branchen, således at forbrugerne kan stole på disse størrelser.

Der anvendes betegnelsen træklængde, som er længden af en tænkt middellinie, som strækker sig fra brændkammeret til indgangen af overgangsstykket og hen til skorstenen. Denne mindste træklængde er givet ved den nominelle effekt og en effektivitet på 78%. Temperaturen i røggassen i overgangsstykket er her ca. 240°C under disse forhold.

Varmeovergangen, P , til fedtstenene på dette sted findes af udtrykket:

$$P = \alpha \cdot O_i \cdot \Delta t$$

hvor α er varmeovergangstallet i W/(m²·K)

O_i den indre overflade af trækkanalen i m²

Δt temperaturforskellen mellem røggassen og

brændkammerets overflade i K

Der indføres en minimal træklængde, $L_{z,min}$, som bestemmes af udtrykket:

$$L_{z,min} = 1,3 \cdot \sqrt{m_b}$$

Forbrændingstemperaturen i trækkanalerne/røggaskanalerne kan empirisk tilnærmes ved følgende eksponentialfunktion:

$$T_{r,x} = T_{r,0} \cdot e^{\frac{-0,83 \cdot L_z}{L_{z,min}}}$$

hvor $T_{z,x}$ er temperaturen i røggaskanalen på stedet x i °C

e Eulers' tal (= 2,718) [-]

L_z længde af trækkanalerne i m

$L_{z,min}$ er den minimale træklængde for røggaskanalen i m.

Temperaturen ved udgangen af brændkammeret er generaliseret til $T_{r,0} = 550$ °C ($L_z = 0$) og for den minimale røggaskanallængde, $L_z = L_{z,min}$, er temperaturen $T_{z,min} = 240$ °C. Disse værdier og formler kan dernæst anvendes til at finde ”værste scenario temperaturer” og gennemsnitstemperaturer. Forskerne i Wien har fundet flere empiriske størrelser, dog er disse ikke relevante til det foreliggende formål.

En anden vigtig størrelse er massen, der strømmer igennem kanalerne. Massen benyttes til at estimere varmeovergangstallene i kanalerne, som er nødvendige i de følgende beregningsmetoder. Massestrømmen igennem røggaskanalen kan findes af udtrykket:

$$\dot{m} = \dot{V} \cdot \rho = \dot{V} \cdot \frac{1,282}{f_t \cdot f_s}$$

hvor ρ er massefylden for røggassen i kg/m³

f_t temperaturkorrekturfaktoren

f_s korrektionsfaktoren for højde over hav

Temperaturkorrektionsfaktoren kan findes af udtrykket:

$$f_t = \frac{273 + t_l}{273}$$

hvor t_l er temperaturen af den tilførte luft, sugluft i °C.

Korrektionsfaktoren for højde over hav findes af udtrykket:

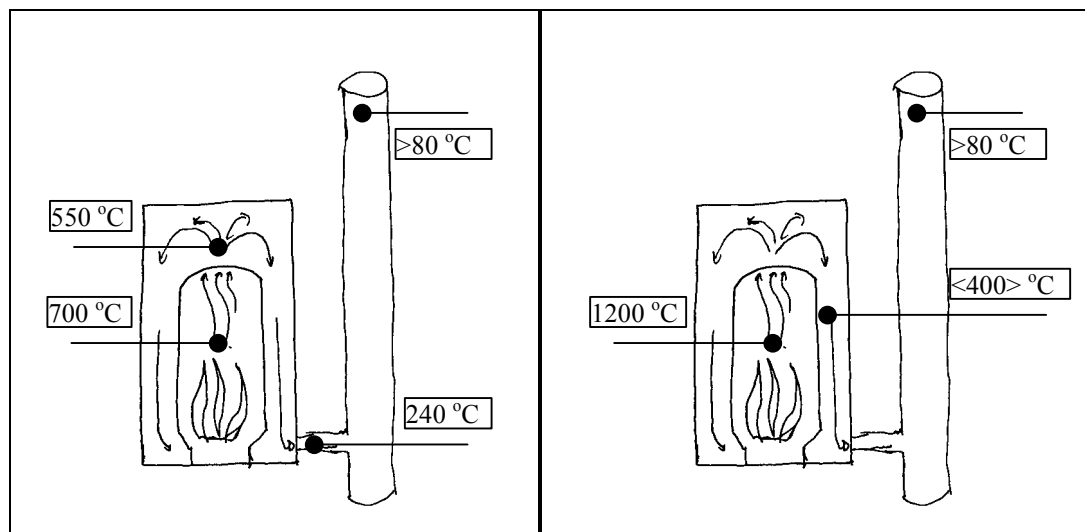
$$f_s = \frac{1013}{p}$$

hvor p er lufttrykket omkring ovnen i mbar

5. ANTAGELSER VEDR. TEMPERATURER

Ved de følgende beregninger er der behov for at kende temperaturerne i systemet. Specielt er der behov for at kende temperaturerne i brændkammeret og røggaskanalen. Begge temperaturer er i virkeligheden dynamiske størrelser, der ændrer sig stadigt i tid og rum. Derfor antages der normtemperaturer, som kan anses for at være repræsentative for de ret komplicerede forhold under ”gode” driftsbetingelser. Fra litteraturen findes følgende forslag:

Det Tekniske Universitet i Wien, (Baumgartner, G. and Hofbauer, H., 1997), fremfører følgende simplificerede temperaturer i systemet som stilles overfor de erfaringer der er opsamlet af Lars Helbo (<http://www.stenovne.dk/ovnbyggersnak/skema.html>):



Figur 2. Temperaturfordeling over masseovnen iflg. det Teknisk Universitet i Wien (venstre) og Helbo (højre).

Det fremgår af de to figurer, at antagelser vedr. temperaturer i de forskellige kilder er meget forskellige. Derfor er det relevant at diskutere disse antagelser. Her skal der bl.a. diskuteres to grundlæggende metoder: 1) Worst-case, hvor man tager de højeste temperaturer og de værste steder i systemet, og herudfra finder kravene til systemet. 2) Gennemsnitsmetoden, hvor man bestemmer nogle gennemsnitstemperaturer for relevante steder i systemet. Her kan teorien ovenfor anvendes.

Et andet emne, der skal diskuteres, er, hvilke systemdele der regnes på. Der kan beregnes på hvert af følgende fysiske forhold:

- Isolerede/ikke isolerede flader
- Orienteringsafhængig (top, bund, sider)
- Med/uden luftkanaler i konstruktionen

Herudfra ville man være i stand til at bestemme nødvendige overfladetemperaturer. Med nuværende computerteknologi er disse beregninger gennemført på få sekunder.

6. EN SIMPEL EN-DIMENSIONAL BEREGNINGSMODEL

Det synes at være accepteret i branchen, også for almindelige brændeovne og industribrændeovne, at der nøjes med en en-dimensional model til beskrivelse af varmetransporten i brændeovne. Firmaet Isomax er i gang med at udvikle et EDB-program til formålet, og ovnbygger Lars Helbo har lagt et simpelt skema ud på Internettet under <http://www.stenovne.dk/ovnbyggersnak/skema.html>. Skemaet er i nærværende arbejde overført til et regneark og danner grundlag for enkle beregninger, der diskuteres i det følgende.

7. DISKUSSION AF DEN EN-DIMENSIONALE MODEL

Der er mindst tre emner, der giver anledning til kritisk gennemgang af den en-dimensionale model:

- Der forekommer 2- og 3-dimensionale effekter.
- Varmeovergangstallene er tilsyneladende valgt af byggeteknikere, der anvender disse tal til varmetabsberegninger for bygninger.
- Brændkammerets temperaturfordeling er meget kompleks.

Til vurderingen af de 2- og 3-dimensionale varmetransporter, der forekommer i masseovne, kan det forenklet siges, at beregninger må splittes op efter de fysiske forhold. Som minimum må kræves, at flader med isolering beregnes uafhængigt af flader uden isolering. Yderligere kan beregningerne opsplittes således, at der beregnes for flader med røggaskanaler og flader uden røggaskanaler.

En anden måde at vurdere de 2- og 3-dimensionale forhold på er, at tage ved lære af de erfaringer, der er gjort vedr. varmetabsberegninger i bygninger, hvor disse forhold er undersøgt og simplificeret. Dette er ikke udført i dette arbejde og lægges ud til et senere arbejde.

Varmeovergangen på overfladerne i masseovnen afhænger stærkt af de luftstrømninger, der er til stede. Disse er forskellig fra ovn til ovn og afhænger af designet. Grundlæggende kan lufttransporten gennem ovnen dog beskrives som vist i bogen (Holmsgaard, E., 2001), hvilket er gengivet i Figur 1.

Af Figur 1 ses at den friske luft (primær luft) trækkes ind nederst i ovnen og føres under brændet, hvor den tilføres forbrændingen. I øverste del af brændkammeret tilføres den sekundære, friske luft, som muliggør en efterforbrænding, som foregår i et eller flere overliggende brændkamre. Herefter transporteres den forbrændte røggas ned forbi brændkammeret i en nedadgående retning og ud gennem skorstenen.

Varmeovergangen på den yderste overflade af masseovnen kan antages at have de samme forhold, som gør sig gældende for bygninger. Dette varmeovergangstal er blevet vurderet af Klaus Terpager fra SBI og dokumenteret i forskellige publikationer.

Derimod er det ikke givet, at disse forhold er til stede for røggaskanalerne, hvilket er antaget i den simple model ovenfor. En vurdering af lufthastigheden i røggaskanalerne må nøjere undersøges, før der kan gives estimater for indflydelsen heraf. Teorien ovenfor giver dog nogle ideer om temperaturudviklingen langs kanalerne og de lufthastigheder, der kan forventes. Herudfra kan så findes varmeovergangskoefficienterne for de relevante tilfælde. Her er der dog behov for at afgøre, hvilke forhold, der skal ligge til grund for sådanne beregninger. Er det forholdet på det varmeste sted eller gennemsnitsbetragtninger?

Umiddelbart synes det oplagt at antage stor lufttransport i disse kanaler, hvilket vil medføre turbulent strømning. Den turbulente strømning kan betragtes som tvungen konvektion, hvilket medfører en øget varmetransport for disse kanaler. Herudover vil lufttemperaturen påvirkes af lufttransporten mere end af varmetransporten gennem materialet mellem brændkammeret og røggaskanalen. Dermed vil overfladetemperaturen i røggaskanalerne være mere påvirket af lufttemperaturen end af andre forhold. Dvs. en varmetransport fra luft til væg og ikke fra væg til luft. En konsekvens heraf vil være, at varmetransporten til omgivelserne vil være domineret af strømningstemperaturen i røggaskanalerne.

Benyttes denne model, findes følgende afstand til brændbare materialer ved de i tabellen anførte røggastemperaturer:

Tabel 2. Afstand mellem masseovnen og brændbare materialer ved røggaskanal-metoden og antagelse om varmeovergangstal i røggaskanalen på 0,04 og 0,13 på ydersiden.

Røggastemperatur	Isoleringstykkel	Afstand til brændbare materialer
[°C]	[cm]	[cm]
800	0	27
800	10	2,9
400	0	13,5
400	10	1,4

Af Tabel 2 ses at der er betydelig forskel mellem resultaterne, der fås med de forskellige antagelser.

I modellen ovenfor er varmeovergangen for brændkammeret antaget til en værdi på 0,04 ??, hvilket gælder for ydersiden af en bygning. Dette synes ikke umiddelbar at være situationen for brændkammeret, hvor der tilføres frisk luft hele tiden med en sådan hastighed, at der forekommer turbulent strømning. Desuden forekommer der stærke strålingspåvirkninger ud over de konvektive varmetransporter. Derfor er det afgørende at vurdere denne størrelse.

Varmetransport ved konvektion, Q , beregnes af udtrykket:

$$Q = hA(T_s - T_\infty)$$

hvor	h	er det konvektive varmeovergangstal i W/(m ² ·K)
	A	fladens areal i m ²
	T_s	fladens temperatur i °C
	T_∞	er omgivelsestemperaturen i °C.

Det konvektive varmeovergangstal, h , for naturlig ventilation med hhv. laminar og turbulent strømning kan, iflg. grundbøgerne, beregnes f.eks. af formlerne givet i Tabel 3.

Tabel 3. Beregningsudtryk for det konvektive varmeovergangstal, h .

Naturlig konvektion	$h = c_2 (\Delta T)^r L^{3r-1}$
Tvungen konvektion	$h = c_2 \left(\frac{v}{L} \right)^q$

hvor L er længden af kontakten mellem overfladen og strømmingen i m. De øvrige størrelser kan findes af Tabel 4 og Tabel 5.

Bemærk, at der i den en-dimensionale model anvendes isolanser, og derfor skal den reciprokke værdi af varmeovergangstallet anvendes.

Tabel 4. Hjælpestørrelser til beregningsudtryk for det konvektive varmeovergangstal, h , for naturlig konvektion.

Geometri		Anvendelsesområde	c_2	r	L
Vertikal overflade		$7 \cdot 10^{-5} < \Delta T \cdot L^3 < 7$	1,42	1/4	højde
		$7 < \Delta T \cdot L^3 < 7 \cdot 10^3$	1,31	1/3	1
Horisontal flade	Varm flade opad Kold flade nedad (kuldene-fald)	$7 \cdot 10^{-4} < \Delta T \cdot L^3 < 0,14$	1,46	1/4	Sidelængde
		$0,14 < \Delta T \cdot L^3 < 210$	1,65	1/3	1
	Kold flade opad Varm flade nedad (stagnerende strømning)	$2 \cdot 10^{-3} < \Delta T \cdot L^3 < 210$	0,59	1/4	sidelængde
Hældende flade	Som vertikal flade, hvor ΔT er erstattet af $\Delta T \cdot \cos$ (hældningsvinkel)				

Tabel 5. Hjælpestørrelser til beregningsudtryk for det konvektive varmeovergangstal, h , for tvungen konvektion.

Geometri		Anvendelsesområde	c_2	q	L
Alle		$1,33 < v \cdot L < 6,65$	3,9	1/2	højde
		$v \cdot L > 6,65$	$h = 6,4 v^{0,8} L^{-0,2}$		

For at give et indtryk af, hvor sensitiv den en-dimensionale model er i forhold til disse varmeovergangstal, indsættes disse i modellen, og der findes, at den samme konstruktion kræver en afstand mellem masseovnen og brændbare materialer, som svinger mellem 9 cm for laminare strømningsforhold til 11 cm for turbulente strømningsforhold. Dette viser, at metoden ikke er helt afgørende sensitiv over for de konvektive varmeovergangstal, hvilket ligeledes ses af, at de store termiske modstande findes i materialerne, der anvendes.

8. OPSAMLING

Vi har set at simple, én-dimensionale modeller kan anvendes til beregning af overfladetemperaturen på en tung ovnkonstruktion.

Det er ikke afklaret, på hvilke konstruktionsdele sådanne beregninger skal gennemføres og hvilke forudsætninger, der skal gælde, specielt for temperaturen i brændkammeret. Dermed er det ikke afklaret, hvilke temperaturer der vil danne grundlag for en bestemmelse af afstanden til brændbart materiale, en diskussion der forhåbentlig snart er sat på plads. Her er der dog ikke nødvendigvis behov for så komplicerede beregninger, som der er fremlagt i dette skrift. Metoden skal ses mere som inspiration til fremtidigt arbejde med en kvalitetssikringsordning, der skal tilfredsstille et behov for at sikre ”forbrugerne” mod ulykker og dårligt udført håndværk.

Der er behov for normerede metoder til bestemmelse af de størrelser, der indgår i kravspecifikationer for brændeovne, som er tilpasset masseovne. Hertil er der behov for dokumentation af forskellige størrelser, f.eks. temperaturerne i ovnene. Her vil en kommende europæisk standard kunne danne grundlag.

Jeg håber at det bliver muligt at arbejde videre på emnet, og at branchen vil støtte dette foretagende.

Her kan i hvert fald nedfældes at der er et behov for et forløb, der muliggør en generel accept af teknologien fra myndighedernes side, samt en vejledning til ensartet sagsbehandling fra myndighederne.

9. LITERATURLISTE

Baumgartner, G. & Hofbauer, H. (1997) *Bemessung von Kachelöfen. (Measurements of tail stoves.)* Schriftreihe des Österreichischen Kachelofenverbandes Nr. 1, Österreichischer Kachelofenverband, Dassanowskyweg 8, A-1220 Wien, ISBN 3-901680-07-1.

Bolig og By Ministeriet. (1998a) *Bygningsreglement for småhuse*. Bolig og By Ministeriet, Quickly Tryk A/S, ISBN 87-90247-14-0.

Bolig og By Ministeriet. (1998b) *Tillæg 1 til Bygningsreglement for småhuse, 1998*. Bolig og By Ministeriet.

Dansk Standard. (2000) Byggeri, Brændeovne, Del 1, Krav.

Holmsgaard, E. (2001) *Brænde og brændeovne.*, ISBN: ISBN 87-7241-883-4, Christian Ejlers' Forlag.

Lars Helbro og Peder Andreasen *Afprøvning af Stenovne* Teknisk bibliotek, eller - www.stenovne.dk.