

Vurdering af omfanget af dårlige skorstene til private brændeovne og brænde kedler, regelgrundlag og løsningsmuligheder

Ole Schleicher og Jørgen Boje

FORCE Technology

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSION	6
SUMMARY AND CONCLUSIONS	11
1 INDLEDNING	16
2 LOVGIVNING	18
2.1 BYGNINGSREGLEMENTET	18
2.1.1 <i>Bygningsreglementets regler for ildsteder og skorstene</i>	18
2.1.2 <i>Vurdering af skorstenshøjder</i>	21
2.1.3 <i>Bygningsreglementets retsvirkning</i>	23
2.2 TILSYN OG GODKENDELSE AF SKORSTENE OG ILDSTEDER	24
2.2.1 <i>Opsummering og diskussion</i>	25
2.3 MILJØSTYRELSENS REGLER FOR BRÆNDEOVNE	27
2.3.1 <i>Regulering af emissioner fra brændeovne og -kedler</i>	27
2.3.2 <i>Håndhævelse af regler</i>	28
2.3.3 <i>Fri fortynding</i>	30
2.4 STANDARDER FOR SKORSTENE	31
3 SKORSTENSHØJDER OG REGULERING I ANDRE LANDE	34
3.1 TYSKLAND	34
3.2 NORGE	35
3.3 SVERIGE	37
3.4 USA	39
3.5 ANDRE MYNDIGHEDSREGULERINGSVÆRKTØJER	40
3.5.1 <i>Norge</i>	40
3.5.2 <i>Sverige</i>	41
3.5.3 <i>USA</i>	41
3.6 DISKUSSION	42
4 SKORSTENSTRÆK	44
4.1 NØDVENDIG SKORSTENSHØJDE	45
4.2 TEORETISK SKORSTENSTRÆK	45
4.2.1 <i>Trykforhold inde i huse</i>	46
4.2.2 <i>Utætheder i skorstene</i>	47
4.2.3 <i>Skorstenens placering og isolering</i>	47
4.3 SKORSTENSTRÆKKETS DRIVKRAFT	48
4.3.1 <i>Måling af skorstenstrækket</i>	50
4.3.2 <i>Beregning af skorstenstræk</i>	50
4.3.3 <i>Skorstenstemperatur</i>	52
4.3.4 <i>Brændeovnens trækbehov</i>	53
4.3.5 <i>Friktion og enkeltmodstande</i>	55
4.3.6 <i>Indikatorer på et godt skorstenstræk</i>	56
4.3.7 <i>Diskussion</i>	57
4.4 ÅRSAGER TIL DÅRLIGT SKORSTENSTRÆK	58

5	SPREDNINGSFORHOLD FOR SKORSTENE	60
5.1	VINDENS STRØMNINGSFORHOLD OMKRING BYGNINGER	60
5.1.1	<i>Røgspredning og vinden</i>	62
5.1.2	<i>Påvirkning fra andre bygninger og beplantning</i>	64
5.1.3	<i>Skorstensnedslug</i>	64
5.2	DISKUSSION	65
6	SKORSTENSERFARINGER	66
6.1	BRÆNDEOVNSFORHANDLERE	66
6.2	SKORSTENSFEJERERERFARINGER	68
6.3	SKORSTENSERFARINGER FRA GUNDSØMAGLE	75
6.4	EMISSION OG SPREDNING AF LUGT OG PAH	77
6.4.1	<i>OML-beregning for lugt</i>	78
6.4.2	<i>Emission og spredning af PAH</i>	80
6.4.3	<i>Vurdering af OML beregninger</i>	81
7	DISKUSSION OG KONKLUSION	83
7.1	DÅRLIGE SKORSTENE BIDRAGER TIL LOKALE PROBLEMER	83
7.2	REGLER FOR SKORSTENE	85
7.3	SKORSTENSRETTEDE LØSNINGSMULIGHEDER	86
7.4	BEHOVET FOR YDERLIGERE REGULERING	87
7.5	KONKLUSION	89
8	LITTERATURLISTE	91

Bilag A.	Spørgeskemaundersøgelse om skorstensfejernes vurdering af brændeovne, fyring og luftforurening
Bilag B.	Standarder om brændeovne og skorstene og CE-mærkning
Bilag C.	CEN-Standarder om skorstensplacering
Bilag D.	Uddrag af Miljøbeskyttelsesloven mv.
Bilag E.	Skema til registrering af skorstensproblemer og røggener
Bilag F.	Brændeovnsforhandler interview
Bilag G.	Eksempler på skorstensproblemer og løsninger
Bilag H.	Røgspredning omkring fritliggende bygninger

Forord

Miljøstyrelsen har igangsat dette projekt om vurdering af omfanget af dårlige skorstene til private brændeovne/kedler, regelgrundlaget og løsningsmuligheder

Formålet har været at tilvejebringe viden om problemer med forurening fra brændeovne og -kedler, som skyldes forhold vedrørende skorstene og herved danne det tekniske grundlag for mere konkret vejledning til brug for skorstensfejers og kommuners kontrol af skorstenes funktion.

I projektforløbet har FORCE Technology været i kontakt med en lang række aktører på dette område, fra producenter af brændeovne og skorstene, over myndigheder og skorstensfejere til forhandlere og brugere af brændeovne. Alle har aktivt og interesseret svaret på spørgsmål og suppleret med yderligere oplysninger, som i flere tilfælde har tilført projektet nye perspektiver og værdifuld viden.

En speciel tak rettes til Skorstensfejermester Theodor Kristensen, Skorstensfejersvend Flemming Nielsen, Teamkoordinator og underviser på Skorstensfejeruddannelsen på EUC syd i Tønder Finn Hansen samt Produktudviklingschef Lars Bracht, Varde Ovne, som aktivt har bidraget med materiale og input til projektet.

Til projektet har der været tilknyttet en følgegruppe, der har haft til opgave at vurdere projektets planlægning, forløb og resultater. Følgegruppen har bestået af:

Theodor Christensen	Skorstensfejerlauget
Michael Strøm	Kierulff A/S, Skorstensforum
Ove Nielsen	Erhvervs- og Byggestyrelsen
Zahid Saleem	Erhvervs- og Byggestyrelsen
Peter Jessen Hansen	Morsø Jernstøberi A/S, DAPO
Brian Mortensen	RAIS, DAPO
Arne Hansen	Krog Iversen & Co., DAPO
Freddy Svendsen	Svendsen Pejse, DBL
Kaj Boye Frandsen	Miljøcenter Fyn/Trekantområdet, på vegne af KL
Hans Erik Brems	Odense Kommune, på vegne af KL
Birgitte Kjær	Miljøstyrelsen
Rasmus Brandt Lassen	Miljøstyrelsen (formand)

Følgegruppens medlemmer takkes for deres værdifulde bidrag.

Sammenfatning og konklusion

Forureningen fra fyring med træ i private hjem og de miljø- og sundhedsmæssige konsekvenser heraf afgøres i praksis af et kompliceret samspil mellem en række faktorer, herunder fyringsadfærd, anvendt brændsel, fyringsanlæg og skorsten samt placeringen af skorstenen i forhold til omgivelserne.

Ifølge et spørgeskema som Miljøstyrelsen i 2006 sendte ud til 79 skorstensfejere, har 19% af brændeovnejerne forkert fyringsteknik, 15% har en ovn af dårlig kvalitet, 9% fyrer med uegnet brændsel og 6% har for lave skorstene.

Formålet med dette projekt har været at afdække i hvor høj grad dårlige skorstene bidrager til lokale problemer med røggen og forurening, samt vurdere og foreslå muligheder for afhjælpning og forebyggelse, dels ved konkrete forbedringer og dels ved forslag til yderligere regulering, f.eks. ved input til en ny SBI-anvisning.

Dårlige skorstenes bidrag til lokale problemer

Skorstenen er brændeovnens motor, der driver forbrændingen. Uden en velfungerende skorsten med et ordentlig træk, virker brændeovnen ikke ordentligt, og kan bl.a. give anledningen til problemer med optænding, røg i stuen, samt dårlig forbrænding og potentielle gener for naboerne. Det er varmen i røgen, der giver skorstenstrækket, og jo varmere røgen er, jo bedre fungerer skorstenen, og jo bedre skorstenen er isoleret, jo bedre holder den på røgens varme. Det er derfor vigtigt, at optændingen sker med en kraftig forbrænding og høj temperatur, så skorstenen hurtigt varmes op til en høj driftstemperatur. Her er stålskorstene normalt bedre end murede skorstene, fordi de nemmere og hurtigere varmes op, og de holder bedre på varmen pga. god isolering.

Årsagen til dårlige skorstene er i stor udstrækning, at skorstenen ikke er høj nok og i sjældnere tilfælde utætheder i skorstenen eller problemer med lufttilførslen til brændeovnen, f.eks. fordi huset er for tæt eller et ventilationsanlæg eller emhætte giver undertryk, så der ikke kan komme luft nok ind til forbrændingen.

Årsagen til røggen hos naboer er enten dårlige fyringsvaner med for lidt forbrændingsluft, for lav skorsten, uhensigtsmæssig placering på huset, kort afstand til naboer eller en kombination heraf.

I det omfang dårlige skorstene medfører dårlig forbrænding, vil der være en væsentlig større emission af partikler, sod, CO, PAH, uforbrændte gasser m.v.

Nøjagtig måling af emissioner fra brændeovne er meget besværligt og dyrt, og det er umuligt at udføre målinger uden store forberedelser og planlagt drift af brændeovnen. Røgens farve og lugt kan derimod observeres på afstand i vindretningen, og det kan give en god indikation af den potentielle forurening, men kan ikke direkte kobles til størrelse af den aktuelle forurening. Det anses

for rimeligt at antage, at både røgens farve og lugt i et vist forhold er proportional med koncentrationen af partikler, sod, CO, PAH, uforbrændte gasser m.v.

Lugtmålingerne på en 2 år gammel brændeovn og en ældre brændekedel viser, at lugtmissionen ved almindelig forbrænding er 3 gange større fra den ældre brændekedel end fra den nyere brændeovn. Der var ikke tale om dårlige skorstene, men almindelige gennemsnitsinstallationer og højder. Spredningsberegninger med disse lugtmålinger viser, at der kan forekomme lugtgener ved almindelig fyring, specielt under optænding og påfyring. Skorstenens placering på huset er her yderst vigtig for spredningen af røgen, ligesom naboernes placering i forhold til skorstenen og i forhold til den fremherskende vindretning er en meget væsentlig faktor for hyppigheden og graden af gener.

Regler for skorstene

Bygningsreglementerne indeholder funktionskrav til skorstene, om at de skal være høje nok til at sikre tilstrækkelig trækforhold i skorstenen og spredning af røgen, så den ikke giver gener. Konkrete anvisninger for skorstene til fastbrændselskedler og brændeovne findes i SBI-anvisningen.

Reglerne og anvisningerne i bygningsreglementet og SBI-anvisningen er grundlæggende gode og fornuftige, men det ser ud til, at funktionskravene ofte ikke opfyldes, fordi anvisningerne i SBI-anvisningen ikke følges og håndhæves af myndighederne. Mange skorstene er blevet godkendt, selvom de ikke lever op til anvisningerne. Der mangler en mere konsekvent linie fra de kommunale myndigheder/skorstensfejerne side, så anvisningerne i højere grad efterleves. Desuden mangler der generelt viden om spredningsforholdene omkring lave bygninger og anvisninger for skorstenens højde og placering i forhold til at undgå røggener for naboerne.

Spredning af røg fra lave bygninger

Når vinden blæser forbi en bygning, vil der dels opstå overtryk på forsiden af huset, og dels undertryk på husets bagside. Desuden vil der i varierende grad opstå hvirvler omkring og specielt bag huset. Hvis skorstenen udmunder inden for hvirvelzonen, vil røgen nemt blive trukket helt ned til jorden bag ved huset, og blive spredt langs med jorden.

Hvis skorstenen udmunder i overtrykszonen, vil det generelt reducere skorstenstrækket. Hvis den udmunder i undertrykszonen vil det i princippet give lidt bedre skorstenstræk, men der vil kunne forekomme vindnedslag, dvs. vindhvirvler som blæser ned i skorstenen og ødelægger skorstenstrækket.

Hvis bygningsnedlug skal undgås, skal skorstenen udmunde over hvirvelzonen, som også angivet i SBI-anvisningen. Den mest hensigtsmæssige skorstensplacering er i tagryggen, fordi det giver den bedste spredning af røgen. Jo længere væk fra tagryggen skorstenen placeres, jo højere skal den være, for at opnå den samme spredning af røgen, som ved placering i tagryggen. På huse med flade tage er den mest hensigtsmæssige placering midt på taget. Flade tage kan være problematiske og kræver ofte en højere skorsten, end hvis huset havde høj rejsning, hvis de samme spredningsforhold skal opnås.

Uover vindhastigheden har også vindretningen betydning for spredningsforholdene. Det største bygningsnedlug i bygningens læside ses, når vinden

rammer huset med en vinkel på mellem 45 og 75°. Blæser vinden på langs af en bygning med rejsning, vil forholdene nærme sig et fladt tag, fordi vinden blæser ind på gavlen og møder en kant som på et hus med fladt tag. Er det den fremherskende vindretning, og er der naboer lige netop i den retning, er der forøget risiko for røggener.

Regulering af emissioner fra brændeovne og -kedler

Der er 3 vigtige oplysninger vedrørende brændeovne i Luftvejledningen:

1. Kommunalbestyrelsen kan ifølge Miljøbeskyttelseslovens § 42 give en brændeovnsejer påbud om at nedbringe forureningen
2. Påbud efter Miljøbeskyttelsesloven § 42 kan ikke påklages til anden administrativ myndighed.
3. Der må kun anvendes rent træ i brændeovne. Avispapir kan dog anvendes til optænding.

I forbindelse med klagesager over røggener har tilsynsmyndigheden også mulighed for at lave tilsyn hos den pågældende brændeovnsejer, som også har pligt til at udlevere alle relevante oplysninger om fyringsanlægget. Hvis personen ikke er samarbejdsvillig, og ikke tillader tilsynet, kan tilsynsmyndigheden med hjemmel i Miljøbeskyttelseslovens § 87, og under behørig hensyntagen til retssikkerhedsloven, gennemføre tilsynet med politiets hjælp.

I USA er der et generelt krav til luftforureningen fra brændeovne, idet det ikke er tilladt at udsætte naboer for røg fra brændefyring, og udsendelse af meget synlig røg fra brændeovne er forbudt. Ifølge den statslige regulering i staten Washington, må røgen fra brændeovne ikke overstige 20% opacitet i mere end 6 sammenhængende minutter.

Et tilsvarende regelsæt kunne overvejes i Danmark, hvor fælles retningslinjer og vurderingsmetoder for håndtering af klagesager kunne bidrage til hurtigere og bedre løsninger. Sådanne regler ville kunne anvendes både i forhold til gener forårsaget af dårlige skorstene, dårlig placering og forkert fyring.

Skorstensrettede løsningsmuligheder

Skorstensfejerne bliver ofte involveret, når der er problemer med brændeovnen, både når det er problemer med selve installationen, og når der er tale om nabogener og klager over røgen. Mange problemer kan løses med instruktion i en bedre fyringsteknik, som dels kan få skorstenen til at fungere bedre, fordi bedre optænding og fyring giver højere temperatur i skorstenen, og dels giver bedre forbrænding, som medfører mindre lugt, og dermed færre gener.

Der er dog en del skorstene, både nye og gamle, som ikke kan fungere ordentligt, selvom fyringsteknikken er helt i orden, fordi de er for lave. Her må der foretages fysiske ændringer for at forbedre skorstenstrækket. Problemet ses både med nye skorstene, som bare er for korte, og med genbrugte murede skorstene, hvor der tilsluttes en ny brændeovn. Sidstnævnte skyldes ofte de mere effektive nye brændeovne, som dels kræver et større skorstenstræk for at suge forbrændingsluften gennem ovnen, og dels at røgtemperaturen er lavere, fordi den afkøles mere end i den gamle brændeovn. Der kan også være store problemer ved installation af en indsats i en åben pejs, hvor skorstenen ofte ikke er særlig høj.

Løsningsmulighederne er grundlæggende en forhøjelse af skorstenen eller en elektrisk dreven røgsuger, som altid vil kunne sikre det nødvendige skorstenstræk, dog forudsat at den kører. Ulempen ved en røgsuger er dels strømforbruget, og dels at brændeovnen ikke kan anvendes ved strømafbrydelse.

Behovet for yderligere regulering

Erfaringerne fra flere sider, skorstensfejere og kommunale miljømyndigheder, viser, at skorstenshøjden ofte er for lav til at undgå røgnedslag og nabogener, specielt i tæt-lav bebyggelse, hvis man nøjes med at følge bygningsreglementets regler, som de udmøntes i SBI anvisningen.

Det vil være helt i overensstemmelse med bygningsreglementet og SBI-anvisningen at nægte at godkende en skorsten, der er placeret ved tagfoden, hvis den er tæt på naboer i den fremherskende vindretning, og der dermed er stor risiko for gener, med mindre skorstenen er så høj, at gener med sikkerhed undgås (måske 4-5 meter over tag).

Håndhævelsen af reglerne kan og bør strammes op, så de dårligste skorstene undgås, hvilket vil være til gavn for både naboer, og sælger og køber af brændeovn og skorsten. Selvom køberen i nogle tilfælde får en større udgift til skorstenen, så undgås nabostridigheder, samt kedelige ekstraudgifter til efterfølgende forbedringer, som altid vil være dyrere, end hvis det installeres fra starten.

Eksisterende dårlige skorsten kan også forbedres, for med de nuværende regler kan kommunalbestyrelsen pålægge en husejer at forhøje en skorsten, hvis den forårsager gener.

Grundlæggende bør der sættes ind overfor at få de gældende regler overholdt. Et af midlerne til dette kunne være at indføre i bygningsreglementet, at anvisningerne, bl.a. i SBI-anvisningen **skal** følges og efterleves, med mindre det dokumenteres, at man på anden vis sikrer, at funktionskravene overholdes. For at føre det ud i praksis, vil det også være hensigtsmæssigt med en klar kompetencefordeling mellem kommunen og skorstensfejeren, så det er den, der syner og godkender eller ikke godkender en skorsten, reelt også har kompetencen til det.

Det kunne derefter følges op med mere konkrete anvisninger til supplerende af dem, der i forvejen findes i SBI-anvisningen. Der er mange muligheder, som det med det nuværende vidensniveau kan være vanskeligt at prioritere.

1. Fastsættelse af en absolut minimumshøjde for skorstene, f.eks. i meter stålskorsten ført lige op fra toppen af ovnen, samt tillægslængder for andre typer skorstene, bøjninger og lignende.
2. Det ville også være gavnligt for skorstenstrækket, med en maksimal tilladt længde af det uisolerede røgrør, der normalt er fra ovnens røgafgang.
3. Brændeovnsproducenterne bør opgive en minimums skorstenshøjde for hver type brændeovn.
4. En egentlig byggetilladelse til etablering af skorstene kunne medvirke til at sikre gode skorstene og færre nabogener, ved at skorstenens højde og placering på huset og i forhold til naboerne vurderes og godkendes (af den kommunale miljømyndighed/skorstensfejer) inden etableringen.

5. Beregning af skorstenshøjden med tysk PC-program efter EN 13384 bør overvejes, men det forudsætter en nærmere undersøgelse af virkningen på skorstenshøjden, også i forhold til placeringen på huset i forhold til nabogener.

Konklusion

Mange generende brændeovne har fået forbedret forholdene, enten ved forhøjelse af skorstenen, montering af røgsuger, forbedret fyringsteknik, forbud mod anvendelse ved visse vindretninger etc. Mange er blevet forbedret med skorstensfejerens medvirken, og mens der i andre tilfælde har været varslet og/eller gennemført kommunalt påbud, og enkelte sager ender med afgørelse i en retssag.

Der er stadig mange skorstene, der ikke lever op til bygningsreglementets funktionskrav, fordi det tilsyneladende bliver tolket mere lempeligt, end SBI-anvisningen reelt foreskriver. Det kan også være vanskeligt at vurdere, om funktionskravet er eller kan opfyldes, fordi der grundlæggende er tale om en vurdering og ikke en måling af en parameter, som skal være større end en vis værdi.

Den grundlæggende mangel i de nuværende regler er en præcisering og efterlevelse af, at SBI-anvisningen skal følges, og hvis den fraviges, skal det dokumenteres, at funktionskravet alligevel overholdes.

Der skal også altid tages behørigt hensyn til, at man i mange tilfælde skal etablere en højere skorsten, end SBI-anvisningen anviser, for at leve op til funktionskravet om, at røgafkastet ikke må give lugt- og sundhedsmæssige gener.

Den samlede konklusion er, at hvis bare de nuværende regler og anvisninger efterleves og følges på den rigtige måde, så vil langt de fleste skorstene være gode skorstene, og de vil have en højde og placering, så nabogener i større udstrækning undgås.

Det vil dog ikke hjælpe på alle de problemer, som dårlige fyringsvaner medfører af nabogener. En skorsten, og spredningen af røgen derfra, kan aldrig være bedre end hvad den ovn eller kedel, der fyres i og den anvendte fyringsteknik, muliggør. Dårlig forbrænding giver en stærkt lugtende røg, som kan give gener, uanset hvor god og hvor godt placeret skorstenen er. Her kan information medvirke til at forbedre forholdene, specielt hvis der suppleres med nogle klare regler og krav til brændeovnejerne om, at de er forpligtiget til at brænde så rent som muligt, og at det er deres ansvar, at naboerne ikke udsættes for lugt og sundhedsskadelige stoffer fra deres brændeovne. Det kunne følges op med krav til røgens udseende/farve (opacitet), som praktiseret i USA, hvilket vil gøre det nemmere for både naboer og myndigheder at afgøre, om forbrændingen er i orden.

Summary and conclusions

The pollution from burning wood in stoves and boilers in private homes and the environmental and health related consequences, are determined by a complicated interaction between a number of factors, among these, habits when using the stove, applied fuel, type of stove, chimney and chimney positions in regard to the surroundings.

According to a questionnaire submitted by the Danish Environmental Protection Agency in 2006 to 79 chimney sweeps, 19 % of all wood burning stove owners have poor habits, 15 % have a poor quality stove, 9% use unsuitable fuel and 6 % have too low chimneys.

The purpose of this project has been to discover as to which extent poor chimneys contribute to local problems with smoke nuisances and pollution, and assess and recommend possibilities for remedial treatment and prevention both by actual improvements and by rendering proposals for further adjustments, e.g. by giving inputs for a new Danish Building Research Institute (SBI) recommendation.

Poor chimneys – contribution to local problems

The chimney is the engine of the wood burning stove, operating the combustion. Without a well functioning chimney with an efficient chimney draught, the wood burning stove will not function at its optimum, which may cause light-up problems, smoke in the living room, poor combustion and potential problems for neighbours. It is the heat in the smoke that creates the chimney draught and the hotter the smoke the better the chimney function, and the better the chimney is insulated the better it will hold on to the heat in the smoke. Thus it is important that light-up takes place during heavy combustion and at high temperatures, so that the chimney is quickly heated to high operating temperatures. In such cases, steel chimneys are usually better than brick-built chimneys as they are easier and more quickly heated, and they retain the heat better, due to better insulation.

The reason for poor chimneys is to a great extent that they are not high enough and in rare cases leaks in the chimney or problems with the air-intake to the stove, e.g. if the house is too airtight or leak-proof, or a ventilation system or exhaust hood cause under pressure, so that not enough air is led into the combustion.

Smoke nuisances for neighbours are either caused by poor habits with too little combustion air, too low chimneys or an inappropriate position on the house, short distance to the neighbours or a combination of these factors.

To the extent that the poor chimneys result in poor combustion, this will lead to a significantly higher emission of particles, soot CO, PAH, unburned gases etc.

Exact measurement of emissions from wood burning stoves is very difficult and expensive and it is impossible to perform measurements without great

preparation and planning the operating time of the stove. The smoke's colour and smell may be observed downwind, which may give good indication of potential pollution, but it cannot be directly connected to the size or amount of the ongoing pollution. It is considered reasonable to assume that both the smoke's colour and smell to a certain extent are proportional with the concentration of particles, soot, CO, PAH, unburned gases etc.

Odour measurements on a two-year-old wood burning stove and an even older fuel boiler show that the odour emissions from ordinary combustion is three-times the size in an old wood burning stove than in that of a new one. This was not a case of poor chimneys, but ordinary average installations and heights. Range calculations on these odour measurements/air emissions show that offensive odours may occur at ordinary burning, especially during light up and burning. The chimney's location in the house is very important to the spreading of smoke, just as the neighbours' location in relation to the chimney and in relation to the prevailing wind direction are significant factors for the extent and degree of nuisance.

Rules applicable for chimneys

Building regulations include performance requirements for chimneys and they must be high enough to ensure sufficient chimney draught and spreading of the smoke, so that it does not cause problems or nuisance. Specific directions for chimneys attached to solid fuel boilers and wood burning stoves may be found in the SBI direction.

Rules and directions in the building regulations and the SBI direction are basically sensible and reasonable, but it looks as though the performance requirements are not often met, since the directions in the SBI direction are not being enforced by the authorities. Many chimneys have been approved even though they do not meet the requirements. The municipal authorities and chimney sweepers need to take a more firm approach so that the requirements in the direction are observed to a much greater degree. Furthermore, general knowledge is needed as to the smoke spreading around low buildings and as to chimney height directions and location so as to avoid inconveniencing neighbours

Spreading of smoke from low buildings

When the wind blows past a building over-pressure will occur in front of the house, and under-pressure will occur to the rear of the house. Furthermore, whirlwinds will occur mostly at the back of the house. If the chimney opens into the whirlwind zone, the smoke could easily be dragged down to the ground behind the house and spread out along the ground.

If the chimney opens into the over-pressure zone, in general this would reduce the chimney draught. If it opens into the under-pressure zone it would result in a better chimney take-up in principle, but downdraughts might occur, i.e. whirlwinds blowing down the chimney and spoiling the chimney draught.

If the building downdraught is to be avoided the chimney must open above the whirlwind zone, as stated in the SBI direction. The most appropriate chimney location is on the ridge, as this gives the best smoke dispersion. The further away from the roof the chimney is located, the higher it must be to achieve the same dispersion of the smoke, as with a location on the ridge. On houses with flat roofs the most appropriate location is in the middle of the

roof. Flat roofs may be problematic and often require higher chimneys than houses with high pitch if the same spreading conditions are to be achieved.

Apart from the wind velocity, the wind direction is also significant for the spreading conditions. The largest building downdraught on the building's lee side is seen when the wind hits the house at an angle between 45 and 75°. If the wind blows along a building with pitch, the conditions will be like those of a flat roof. If this is the prevailing wind direction, and neighbours are located in that exact direction, there is an increased risk of smoke nuisance.

Adjustment of emissions from wood stoves and boilers

There are three important pieces of information on wood burning stoves in the Danish Guidelines for Air Emission Regulation /54/:

1. According to section 42 of the Environmental Protection Act, the municipal council can order a wood stove owner to reduce pollution.
2. Orders as a consequence of the Environmental Protection Act cannot be appealed against another administrative authority
3. Only clean wood may be used in wood burning stoves. However, newspaper may be used for light-up.

In connection with complaints over smoke nuisance, the supervising authority also has the possibility of inspecting the wood burning stove, and the owner must give all relevant information on the system. If the person is not willing to cooperate, and will not allow the inspection, section 87 of the Environmental Protection Act permits the supervising authority to seek help from the police, whilst observing the Due Process of Law Act .

In the US there is a general requirement concerning air pollution from wood stoves and it is not allowed to expose neighbours to smoke from wood stoves and emissions of very visible smoke from wood stoves are prohibited. According to state regulations in the state of Washington, the smoke from wood stoves may not exceed 20% opacity for more than 6 consecutive minutes.

A similar set of rules might be considered in Denmark, where joint guidelines and assessment methods for handling complaints could contribute to faster and better solutions. Such rules could be applied for nuisance caused by poor chimneys, bad placing and incorrect use.

Chimney-oriented solution possibilities

Chimney sweeps are often involved when problems occur with the wood stove, both as regards the actual installation and when the problem is the neighbours complaining about the smoke. Many problems could be solved with instructions for better burning techniques, which may enhance the chimney performance, as better light-up and burning give higher temperatures in the chimney, and enhance combustion which will involve less emissions and nuisance.

However, some chimneys, both new and old do not work properly, even if the fuel is burned correctly, as they are too low. In such cases physical changes must be applied to improve the chimney draught. The problem is present both with new but too short chimneys and with recycled brick-built chimneys that are connected to a new wood burning stove. The latter is often caused by the more efficient new stoves that require larger chimney draughts to suck up

the combustion air through the stove, and also the fact that the smoke temperature is lower, as it is cooled down much more efficiently than in the old stoves. There might also be problems with the installation of an insertable unit in an open fireplace, where the chimney is often not particularly high.

Basically, possible solutions would be to extend the chimney or to install an electrically driven exhauster, which would always ensure the necessary air up-take, provided of course that it is switched on. The disadvantage of an exhauster is the power consumption and the fact that the stove cannot be used in a power failure.

The need for further regulations

Experience from several parties, chimney sweeps and municipal authorities shows that the chimney height is often too low to avoid smoke downwash and neighbour nuisance, especially in residential areas with densely built, low buildings, if the rules of the building regulation are kept, such as they are presented in the SBI direction.

It would be fully in accordance with the building regulations and the SBI direction to refuse approval of a chimney placed by the eaves, if this is close to neighbours in the prevailing wind direction, and thus there is a great risk of problems, unless the chimney is so high that nuisance is avoided (perhaps 4-5 meters above the roof).

Enforcement of the rules can and should be tightened, in order to avoid the poorest chimneys, which would be beneficial to neighbours, sellers and buyers of wood stoves and chimneys. Even if the buyer in some case will have larger expenses for the wood stove installation, neighbour disputes will be avoided as well as tiresome extra expenses for subsequent improvements that are inevitably more expensive than if they had been installed initially.

Existing chimneys may very well be improved, since according to the present rules the municipal authorities may order a house owner to extend his chimney, if it causes problems.

Basically the present rules should be enforced. One of the means to do this could be to add a section to the building regulations with the wording that the instructions in the SIB direction **must be observed**, unless it is documented that the function requirements are being observed in another way. In order to carry out such a rule in practice it would be appropriate to have a clear division of responsibilities the municipality and the chimney sweeper, so that he who inspects and approves or rejects a chimney also holds the authority to do so.

This could then be followed up by more specific directions to supplement those that are already in the SBI direction. There are many different possibilities, which with the present level of knowledge may be difficult to prioritize.

1. Determining an absolute minimum height for chimneys, e.g. in meters of steel chimney, calculated from the top of the stove and additional lengths for other chimney types, bends etc.
2. It would be beneficial for the chimney draught to have a maximum length for the first piece of non-insulated duct.

3. The wood burning stove manufacturer should state a minimum chimney height for each burner type.
4. A construction permit for establishing chimneys could help ensure good chimneys and less nuisance for neighbours, as the chimney's height and location on the house and proximity to the neighbouring houses is assessed and approved (by the municipal environmental authority/chimney sweep) before establishment.
5. Calculating the chimney height with a German PC program according to EN 13384 should be considered, however this requires closer investigation of the effect of the chimney height, also in relation to location on the house, and in relation to neighbours.

Conclusion

Many nuisance wood stoves have improved their performance either by increasing the chimney height or by mounting an exhauster, improved burning techniques, prohibition against use in certain wind directions etc. Many have improved with the help of the chimney sweep, whereas in other cases notices or municipal orders have been given, and a few cases have ended in the courts.

There are still many chimneys that do not comply with the function requirements of the building regulations, as the regulations not interpreted as strictly as in the wording of the SBI direction. It may also be difficult to assess whether the function requirement has been or can be met, since basically it is an assessment not measurement of a parameter that has to be higher than a given value.

Basically lacking in the present rules is a specification of the fact that the SBI directions must be followed, and if not, it must be documented that the function requirement has still been met.

It should also always be taken into consideration that in many cases a higher chimney than what is stated in the SBI directions must be established in order to meet the requirement that the smoke discharge must not give any smell or health deteriorating effects.

The verall conclusion is that if the present rules and regulations were followed correctly, most chimneys would be acceptable and they would have a height and location so that neighbour problems can be avoided to a large extent.

However, this will not remedy all the problems that poor burning habits cause between neighbours. A chimney and the spreading of smoke from it will never be better than the oven or boiler that is used and the applied burning techniques facilitate. Poor combustion results in strong foul smelling smoke, which will cause problems, no matter how good or well placed the chimney is. Information may contribute to improving the conditions, especially if supplemented by clearly defined rules and requirements to the wood stove owners that they are obliged to burn as cleanly as possible and that it is their responsibility that neighbours are not exposed to smell and health deteriorating elements from their stoves. This could be accompanied by a requirement for the smoke's appearance/colour (opacity), as practised in the US, which would make it easier for both neighbours and authorities to determine, whether or not combustion is satisfactory.

1 Indledning

Partikelforurening er et stort miljø- og sundhedsmæssigt problem. Brændeovne og brænde kedler er vigtige kilde til partikeludslip i Danmark. Partikelforurening fra brændeovne/kedler kan ikke undgås, men der er meget stor forskel på, hvor meget der slipper ud. Et særligt stort udslip kan skyldes forkert fyring, ligesom nogle ovne/kedler - især ældre - slipper mere luftforurening ud end andre. Endelig kan dårlige skorstene bidrage til problemerne.

Problemer vedrørende skorstene er ikke særligt veldokumenteret, og der er derfor behov for at undersøge problemets omfang nærmere.

I februar 2006 sendte Miljøstyrelsen et spørgeskema til 79 skorstensfejere spredt over hele landet (uddrag af undersøgelsens sammenfatning er vedlagt som Bilag A). 39 blev returneret i udfyldt stand, hvoraf 4 var udfyldt tvetydigt og blev taget fra. Undersøgelsens resultater bygger derved på besvarelser fra 35 skorstensfejermestre, som angiver at have i alt 148.137 brændeovnsejere i deres distrikter. Det svarer til godt en fjerdedel af landets omkring 550.000 brændeovne.

Ifølge besvarelserne er det skorstensfejernes vurdering at:

19% af brændeovnsejerne har en forkert fyringsteknik
15% har en ovn af dårlig kvalitet - som regel gammel
9% fyrer med uegnet brændsel
6% har for lave skorstene

Undersøgelsen er baseret på skorstensfejernes umiddelbare vurdering af forholdene, og ikke en reel registrering og optælling af forholdene, og resultatet er gennemsnit af svarene. Resultaterne kan derfor ikke ses som eksakte tal for forholdene, men kun som en indikation af forholdene.

De angivne 6%, der har for lave skorstene, synes måske ikke af så meget, men ses det i forhold til det samlede antal brændeovne i Danmark, på mindst 550.000 stk., så er der mere end 30.000, der har for lave skorstene.

Problemer med skorstene i forhold til brændeovne og -kedler bl.a. være:

- forkert dimensionering af skorsten i forhold til brændeovnen/kedlen
- dårligt træk i skorstenen
- typen af skorsten
- højden af skorstenen i forhold til huset
- højden af skorstenen i forhold til omgivende bebyggelse og terræn

Forkert dimensionering kan føre til dårligere forbrænding og dermed øge forureningen, mens højden og placeringen af skorstenen i høj grad kan være en medvirkende årsag til lokale gener.

Det var oplægget, at projektet skulle:

- Afdække i hvor høj grad dårlige skorstene bidrager til lokale problemer med partikelforurening fra brændeovne/brændekedler, herunder omfang og årsager til problemerne.
- Kortlægge lovgivningen på området, både indenfor Erhvervs- og Økonomiministeriets samt Miljøministeriets område.
- Opstille skorstensrettede løsningsmuligheder for at forebygge og afhjælpe lokale problemer med partikelforurening fra brændeovne/kedler, både for gamle og nye skorstene.
- Vurdere behovet for yderligere regulering af området, herunder udarbejde konkrete forslag til uddybende vejledningstekst, som f.eks. kan anvendes som input i en ny SBI-anvisning.

Denne rapport kan forhåbentlig medvirke til, at myndighederne alene eller i samarbejde med skorstensfejeren kan:

- foretage en bedre registrering af forholdene omkring den brændeovnsinstallation, der klages over
- foretage en bedre vurdering af årsagen eller årsagerne til generne
- foreslå forbedringsmuligheder til nedbringelse af generne

Der er i rapporten forsøgt at skelne mellem de gener, som dårlige skorstene kan medføre for henholdsvis bruger og naboer, men da der er meget stort overlap mellem årsag og virkning, er det ikke muligt at lave en klar adskillelse. Forholdet er søgt klargjort de steder i rapporten, hvor det er vurderet at være relevant.

I kapitel 2 er der redegjort for danske regler og lovgivning for brændeovne og -kedler i boliger, med specielt vægt på dimensionering og placering af skorstene. Desuden redegøres for myndighedernes muligheder for at regulere emissioner fra brændeovne og -kedler i forbindelser med klager over røggener.

I kapitel 3 redegøres kort for enkelte udenlandske regler for dimensionering og placering af skorstene, samt lidt om regulering i forbindelse med røggener.

I kapitel 4 redegøres for, hvordan skorstenen fungerer, d.v.s. hvad det er, der giver skorstenstrækket, hvordan det kan beregnes, og hvad der kan medføre dårligt skorstenstræk.

I kapitel 5 gennemgås forholdene for spredning af røgen, som i meget høj grad påvirkes af bygningen og skorstenen placering på taget i forhold til vindretningen. Dette kapitel er suppleret med en mere detaljeret gennemgang af forholdene i Bilag G.

I kapitel 6 redegøres for praktiske erfaringer, fra samtaler med en række brændeovnsforhandlere, eksempler fra en skorstensfejers arbejde med dårlige skorstene samt erfaringer med skorstene og emission af lugt og PAH fra Gundsømagleundersøgelsen, herunder OML-spredningsberegninger for lugt og PAH.

I kapitel 7 opsamles udvalgte oplysninger i forhold til formålet med denne undersøgelse, og der konkluderes på de meget komplekse forhold, der er omkring skorstene, højder, placering, fyingsteknik, røggener o.s.v.

2 Lovgivning

I Danmark er regulering af brændeovne og tilhørende skorstene underlagt to forskellige ministerier, Økonomi- og Erhvervsministeriet gennem Erhvervs- og Byggestyrelsen samt Miljøministeriet gennem Miljøstyrelsen.

Der findes desuden en række nationale og internationale standarder for brændeovne og skorstene.

2.1 Bygningsreglementet

Skorstene og ildsteder er reguleret af Bygningsreglement for småhuse fra 1998 (BR-S 98) /1/, Bygningsreglement for erhvervs- og etagebyggeri fra 1995 (BR 95) /2/ og SBI-anvisning 189, Småhuse /4/, der via Erhvervs- og Byggestyrelsen hører under Økonomi- og Erhvervsministeriet.

Det nuværende bygningsreglement er opdelt i to reglementer, hvor der tidligere har været et fælles reglement. Tofamiliehuse, der deles i to etager, er omfattet af BR 95 om erhvervs- og etagebyggeri, mens sammenhængende tofamiliehuse er omfattet af BR-S 98 småhuse, selvom hver enhed kan være i flere etager. Reglerne for ildsteder og skorstene er ens i de to bygningsreglementer, og der refereres efterfølgende kun til Bygningsreglement for småhuse, med betegnelsen "bygningsreglementet", med mindre der er grund til at præcisere hvilket bygningsreglement, der konkret henvises til.

Erhvervs- og byggestyrelsen arbejder på et nyt bygningsreglement (BR 07), som har været i høring i december-januar 06/07. Med dette bygningsreglement vil der igen kun være et reglement, som omfatter både småhuse, og erhvervs- og etagebyggeri. I høringsbrevet angives, at en revision af SBI-anvisningen er under udarbejdelse, og at den endelige anvisning vil blive offentliggjort, når BR 07 træder i kraft i første halvår af 2007.

2.1.1 Bygningsreglementets regler for ildsteder og skorstene

Formålet med de byggetekniske bestemmelser i bygningsreglementet er primært at forhindre, at der ved installationen opstår fare for brand, eksplosion, forgiftning eller andre sundhedsmæssige gener. Det er husejeren selv, den tekniske rådgiver eller håndværker, der er ansvarlig for, at bestemmelserne overholdes.

Her ser vi kun på selve skorstenen og ikke de brandtekniske forhold, fordi de ikke har nogen direkte indflydelse på skorstenens funktion.

Skorstenens lysningsareal vil vi heller ikke se nærmere på ud over at nævne, at lysningsarealet i en skorsten skal svare til den indfyrede effekt, så skorstenen kan transportere hele røgmængden, og der skal være plads til afsætning af sod. Fyring med fast brændsel kræver altid et større lysningsareal end oliefyring. Generelt bør lysningsarealet være mindst 175 cm^2 (15 cm diameter) og højst 350 cm^2 (21 cm i diameter) for ildsteder til fast brændsel. Lysningen i

stålkorstene med glat indvendigt rør vælges normalt til 15 cm, mens murede skorstene og skorstensforinger fra flere sider anbefales udført med en lysning på 17 cm, for med den type overflader reduceres lysningen mere p.g.a. sodaflejringer.

De konkrete krav til skorstenshøjden i det gældende Bygningsreglement for småhuse fra 1998 er følgende (kursiv tekst er vejledende anvisninger):

BR-S 98 (gældende bygningsreglement)

8.4.1 Skorstene og røgrør skal udføres og installeres, så der ikke opstår fare for brand, eksplosion, skadelig kondens, forgiftning og sundhedsmæssige gener.

(8.4.1) I SBI-anvisning 189 er redegjort for, hvorledes skorstene og røgrør kan udføres.

8.4.4 Skorstene skal have en sådan udformning, lysningsareal og højde, at der bliver tilfredsstillende trækforhold og røgafkast.

(8.4.4) Hvis et fyringsanlæg medfører væsentlige røgluftgener for omgivelserne, giver Miljøbeskyttelsesloven kommunalbestyrelsen mulighed for at kræve, at ildsteder og skorstene eller fyringen ændres, så generne ophører. Hvis ulemperne ikke kan afhjælpes, kan kommunalbestyrelsen forbyde anvendelse af anlægget.

8.4.5 Balanceret aftræk fra olie- eller fastbrændselskedler skal udføres, så røgafkastet ikke giver lugt- og sundhedsmæssige gener.

(8.4.5) Et tilfredsstillende røgafkast kan sædvanligvis opnås ved at følge vejledningen i SBI-anvisning 189 om skorstene.

8.6.2 Skorstenspiber skal føres mindst 0,8 m over tagryggen på huse med stråtag eller andet letantændeligt materiale, som ligger indenfor en afstand af 6,0 m fra skorstenen.

Princippet for bygningsreglementets krav til skorstene er funktionskrav, f.eks. "at der bliver tilfredsstillende trækforhold og røgafkast" samt at "røgafkastet ikke giver lugt- og sundhedsmæssige gener". I de tidligere udgaver af bygningsreglementet var der mere detaljerede og konkrete krav til skorstenshøjden, men det er blevet flyttet til den vejledende tekst og til SBI-anvisningen. Den konkrete formulering fra det tidligere bygningsreglement fra 1992 er:

BR 82 (tidligere bygningsreglement)

10.4.3 Små skorstene

Stk. 2. Små skorstene skal udføres således, at tilfredsstillende trækforhold sikres, og at der ikke opstår røgulemper på grundstykket.

Stk.3. Skorstenspiber skal mindst føres 0,8 m over tagfladen og mindst op over en linie, som går gennem et punkt 0,8 m over tagets højeste del (tagryggen eller lign.) og gennem et punkt lodret over ydervæggen i samme højde som tagets højeste del.

Skorstenspiben skal dog altid føres 0,8 m over tagryggen på enhver bygning med tag af strå eller andet letantændeligt materiale, som ligger indenfor en afstand af 6 m fra skorstenen.

Kommunalbestyrelsen kan kræve en større skorstenshøjde, når der på grund af særlige forhold kan forventes røgulemper.

Kravene kan lempes, når det i overensstemmelse med byggelovens § 27 sikres, at skorstenen senere kan øges efter kommunalbestyrelsens krav.

Her er der ingen tvivl om skorstenens mindste højde, som dels skal være mindst 0,8 m over tagfladen, og mindst op i højde med tagryggen.

I SBI-anvisning 189 behandles forhold vedrørende skorstenes konstruktion og dimensionering. Det angives i Bygningsreglementet, at et tilfredsstillende røgafkast kan opnås ved at følge vejledningerne i denne anvisning.

SBI-Anvisning 189, under overskriften "Opstilling" står:

Ildsteder kan opstilles i beboelsesrum, køkken, bryggers og kælderrum, når ventilationsforholdene er sådan, at der kan tilføres tilstrækkelig luft til forbrændingen. Det kan fx. opnås ved at forsyne rummet med en tilstrækkelig stor regulerbar udeluftventil eller ved at tilføre forbrændingsluften gennem en kanal fra det fri.

Dette er nok en lidt overset bestemmelse, idet der mange steder er problemer med friskluftforsyningen. Nyere huse er generelt meget tætte, og renovering af ældre huse har også medført, at de er blevet meget mere tætte. Her vil der ofte ikke være tilstrækkelig lufttilførsel via utætheder, hvilket der normalt er i de ældre mere utætte huse. Nyere vinduer og døre har ofte små friskluftventiler, som kan levere den nødvendige lufttilgang, men det forudsætter naturligvis, at de er åbne.

SBI-Anvisning 189, under overskriften "Skorstene" står:

Skorstene skal være så høje, at der opnås tilstrækkelig træk. Desuden skal skorstenene føres så højt op i forhold til bygningers tage og omgivelser, at røgen hurtigt spredes og fortyndes i atmosfæren.

Hensigten med denne bestemmelse er overordnet meget god, men den er yderst vanskelig at opfylde, fordi der ikke er nogen anvisning til at beregne eller vurdere hvilken skorstenshøjde, der er nødvendig for at sikre en hurtig spredning af røgen. Det er også en meget vanskelig vurdering at foretage, dels fordi spredningsforholdene fra lave skorstene og bygninger er meget kompliceret, og dels fordi det ikke er defineret, hvad der menes med en hurtig spredning af røgen. Hastigheden for spredning og fortynding af røgen afhænger primært af vindhastigheden, mens det er andre forhold som højde og placering, der er mest afgørende for, om røgen giver anledning til gener.

Formuleringen er uklar og derfor ikke særlig operationel. Man kan godt slutte sig til, hvad der menes, nemlig at røgen skal spredes og fortyndes i atmosfæren, uden at røgfanen giver høje koncentrationer og gener, hvor mennesker bor eller færdes, men der er ikke nogen hjælp eller anvisning til, hvordan man skal afgøre, om det sker.

Mere konkrete anvisninger for skorstenshøjde findes også i SBI-anvisningen.

SBI-Anvisning 189, under overskriften "Højde" står:

I ildsteders forbrændingsrum og i hele aftrækssystemet bør der være undertryk.... Undertrykket skabes af opdriften af den varme røg i skorstenen....

Ved fyring med fast brændsel skal skorstenen ikke alene suge røgen ud af ildstedet, den skal også suge forbrændingsluften ind i ildstedet gennem luftspjældet. Ovne og især centralvarmekedler for fast brændsel kræver derfor ofte højere skorstene end oliefyrede kedler.

Skorstenshøjden regnet fra gulvet, hvorpå ildstedet står, bør så vidt muligt være **mindst 5 m**. Ved fastbrændselskedler og andre ildstedet, der skal have højere skorstene for at fungere sikkert, bør man følge kedelproducentens anvisning om minimumshøjden.

Når et hus udsættes for vindpåvirkning, opstår der i vindsiden overtryk på facaden og tillige på den nederste del af taget ved taghældninger større end ca. 30°. Skorstenen bør være så høj, at udmundingen kommer **uden for overtrykszonen**.

Over flade tage samt i læsiden af skrå tage opstår der hvirvler, som vil kunne føre røgen ned i det niveau, hvor mennesker færdes, og dermed give anledning til røgluftgener. Skorstenen bør derfor udmunde **over hvirvelzonen**. Som tommelfingerregel benyttes normalt at føre skorstenen **ca. 1 m over tagryggen** eller den højeste del af taget.

Skorstenen bør under alle omstændigheder **ikke placeres lavere end tagets højeste punkt**.

Er skorstenen anbragt på en lav tilbygning, skal skorstenshøjden fastlægges efter **husets største taghøjde**.

Anvisningerne for skorstenshøjde synes nogenlunde klare, men det ser ud til, at de i praksis anvendes noget mere lempeligt, formentlig fordi der ikke er tale om bindende krav, men om vejledning og anvisning. Der står f.eks., at skorstenen "bør være", ikke at den "skal være" mindst 5 meter, og at den "bør udmunde", ikke at den "skal udmunde" over tagryggen. Det opfattes tilsyneladende sådan, at det er frivilligt, om man vil rette sig efter anvisningen.

2.1.2 Vurdering af skorstenshøjder

Hvis man ser rundt på skorstenene i de danske parcelhuskvarterer, så ses en mangfoldighed af forskellige hustyper, med en stor variation i højde, placering og udformning af skorstene. En del af dem ser ud til ikke helt at leve op til anvisningerne i SBI-anvisningen, men de er alligevel blevet godkendt.

Villaer fra før tresserne var hovedsageligt 2 etager murerestervillaer, hvor skorstenen til det dengang almindelige fastbrændselsfyr eller -kedel (til kul eller koks) altid var placeret midt i huset, for det giver bedre fordeling og udnyttelse af varmen. I det voksende parcelhusbyggeri i tresserne, hvor den almindelige opvarmingskilde var oliefyr og centralvarme, var skorstensforhold og -placering ikke mere så vigtige, og traditionen med skorstenen midt i huset forsvandt. Parcelhuse har siden tresserne hovedsageligt været etplanshuse med lave taghældninger. I 70'erne blev der også bygget mange parcelhuse med fladt tag, men den byggestil er næsten ophørt igen på grund af mange fugtskader. Skorstenen bliver automatisk lavere, når huset har laver taghældning, fordi husets totalhøjde bliver mindre.

Mange parcelhuse er bygget af typehusfirmaer og entreprenører, som ikke altid har haft uddannede arkitekter med indgående kendskab til bygningsreglementets regler for skorstene, så skorstenen er ofte blevet dimensioneret efter udseendet frem for funktionen. Da skorstenen primært blev brugt til oliefyr, har de generelt været gode nok. Dengang var der heller ingen, der kunne forudse nutidens store og stigende anvendelse af brændeovne og brændefyr.

Mange huse blev også bygget med en pejls med en relativ lav skorsten, fordi den var placeret på siden af huset. Mange af disse pejse har aldrig fungeret ordentlig på grund af for lille skorstenstræk, og det er endnu værre, hvis de forsynes med en pejseindsats, hvor trækbehovet er større.

Skorstene fra før det nuværende bygningsreglement fra 1998 antages generelt at overholde kravene om højde i forhold til tag, selvom mange skorstene mangler 0,1 – 0,3 m i at være de krævede 0,8 m over tag. Dog kniber det med højden i forhold til tagryggen på mange skorstene på tilbygninger, ligesom der er mange skorstene, som ikke er de anbefalede 5 m høj regnet fra gulvet.

Under det nuværende bygningsreglement fra 1998 ser det ud til, at der etableres mange skorstene, der er lavere end efter de gamle regler. Der ses f.eks. mange skorstene, der er lavere og nogle gange væsentligt lavere end husets tagryg, se Figur 1 og Figur 2. Dette forhold fremgår også af interviews med brændeovnsforhandlere og skorstensfejernes erfaringer.



Figur 1. Eksempler på lave skorstene i forhold til bygningerne. På billedet til højre, er det skorstenen på den lave tilbygning



Figur 2. Eksempel på skorsten på brænde kedel i garagetilbygning til nr. 12. Kedlen anvendes ikke, dels p.g.a. dårligt træk, fordi den er for lav, og dels fordi røgen falder ned lige foran ejerens hus til højre i billedet.

Der findes også huse med skorstene, der tydeligt er dimensioneret efter brændeovns trækbehov, uden skelet til om skorstenen arkitektonisk passer til huset.



Figur 3. Eksempler på meget høje skorstene i forhold til tagfladen

I dag er det ofte brugeren, der bestemmer, hvor stålskorstenen skal stå, og brændeovnsforhandleren der dimensionere højden, og brugeren accepterer ofte ikke en høj og dyr skorsten med barduner, som nemt kommer til at se dominerende ud.

Kommunalbestyrelser har så vidt vi ved kun i begrænset omfang krævet, at eksisterende skorstene ændres, så gener på grund af for lave skorstene ophører. Der er dog eksempler på, at kommunalbestyrelser har gennemført forbud mod anvendelse af brændeovne, fordi ulemperne ikke kunne afhjælpes på anden måde.

2.1.3 Bygningsreglementets retsvirkning

I Bygningsreglement for småhuse, afsnit 1.1 Reglementets anvendelsesområde står der:

”Generelle bemærkninger:

Bygningsreglement for småhuse er opdelt i to spalter. Spalten til venstre indeholder kravteksten d.v.s. de juridisk bindende forskrifter, og spalten til højre indeholder vejledende skitser og kommentarer til kravteksten. Alle tegninger i vejledningen skal alene opfattes som eksempler.”

Bygningsreglementet angiver funktionskrav for skorstenes virkning, og der er derfor ikke konkrete fysiske angivelser og krav til skorstenenes højde, placering og funktion i den juridisk bindende tekst. Funktionskravene skal opfyldes, og i SBI-anvisningen angives, hvordan det kan gøres.

I indledningen til SBI-anvisningen står der: ”Denne SBI-anvisning indeholder vejledning om og eksempler på, hvordan konstruktioner i enfamiliehuse kan udformes, så de opfylder kravene i Bygningsreglementet for småhuse, 1998, herefter kaldet **Småhusreglementet**.” Det uddybes lidt senere med: ”Det skal understreges, at de i anvisningen viste løsninger er eksempler, og at andre løsninger, der kan påvises at opfylde kravene i **Småhusreglementet**, naturligvis også vil kunne anvendes.”

Ud fra dette er der ingen tvivl om, at hvis en skorsten ikke udføres efter anvisningerne, så skal det **påvises**, at den alligevel opfylder bygningsreglementets funktionskrav.

En telefonisk henvendelse til Erhvervs og Byggestyrelsen /19/ gav grundlaget til at skrive nedenstående fortolkning, som efterfølgende er godkendt af kontaktpersonen:

Kravene til skorstenenes højde og funktion er funktionskrav, som uddybes i den vejledende tekst og i SBI-anvisningen. Hvis man ikke følger anvisningerne, og heller ikke gør noget andet for at opfylde funktionskravene, så har man ikke opfyldt den juridiske bindende forskrift. Man behøver dog ikke at følge anvisningerne, hvis man på anden måde sikrer, at funktionskravet er opfyldt.

Hvis man ikke følger de relativt konkrete anbefalinger i SBI-anvisningen, bl.a. at skorstenen bør være mindst 5 m høj regnet fra gulvet, og at den bør være 1 m over den højeste del af taget, så skal man altså kunne dokumentere eller sandsynliggøre, at funktionskravet alligevel er opfyldt. Funktionskravet er vel at mærke både krav til skorstenstrækket og spredning af røgen i forhold til naboerne.

Denne udlægning svarer både til andre vejledningers retsvirkning, og til erfaringerne fra de få retslige afgørelse af påbudssager om røggener, vi er bekendt med.

2.2 Til syn og godkendelse af skorstene og ildsteder

Ifølge bekendtgørelsen om brandvænsforanstaltninger for skorstene og ildsteder /43/ skal kommunalbestyrelsen sørge for, at alle skorstene fejes med de angivne intervaller, og at arbejdet skal udføres af faglærte personer, der har bestået skorstensfejerfagets svendep prøve eller tilsvarende. Kommunerne har fast tilknyttet en eller flere skorstensfejermestre, som sørger for den regelmæssige fejning af skorstenene, syner og godkender nye installationer og udfører brandpræventivt tilsyn.

Bekendtgørelsen bemyndiger skorstensfejeren til at kunne nedlægge forbud mod anvendelse af en skorsten, der har været udsat for skorstensbrand, samt mod anvendelse af en skorsten, der er belagt med glanssod, som ikke kan udfræses.

Ifølge §10 skal skorstensfejeren meddele til kommunalbestyrelsen, hvis der er mangler ved en skorsten, der bevirker særlig brandfare, eller ulovligheder i henhold til reglerne om ildsteder og skorstene i bygningsreglementet. Her har skorstensfejeren ikke nogen bemyndigelse, men ifølge skorstensfejer Finn Hansen¹ fra EUC Syd foregår det i praksis ved, at skorstensfejeren påpeger forholdene og henstiller til, at de forbedres efter hans anvisning. Sker det ikke, evt. efter gentaget påtale, meddeles det til kommunalbestyrelsen, som så må overtage sagen. Der kan selvfølgelig være store forskelle på den konkrete håndtering af dette i forskellige kommuner.

Skorstensfejeren skal syne nye installationer, både skorstene og ildsteder, og kontrollere at reglerne i bygningsreglementet er opfyldt. Her udfyldes en tilmelding, hvor brugeren får en kopi, og skorstensfejermesteren tilmelder installationen til kommunen, så den bliver registreret i BBR, og i nogle

¹ Finn Hansen, skorstensfejer. Underviser og teamkoordinator for skorstensfejeruddannelsen på EUC syd i Tønder.

kommuner så taksten for skorstensfejningen opkræves sammen med ejendomsskatterne. Herefter fejes skorstenen mindst en gang om året.

Selvom skorstensfejeren syner og godkender skorstene, så er kommunalbestyrelsen myndigheden i forhold til godkendelsen. Det hævdes fra flere sider, at hvis skorstensfejeren ikke vil godkende en installation, og ejeren klager til kommunen, så godkender kommunen ofte installationen, hvis installationen er brandmæssig forsvarlig, men uden at vurdere om funktionskravene er opfyldt. Det kan både være skorstene, der efter skorstensfejeren vurdering er for lave til at give det nødvendige skorstenstræk, og skorstene, der med stor sandsynlighed vil give røggener i forhold til naboer. Dette forhold kan have medført, at skorstensfejere nogle gange godkender anlæg, som de mener reelt ikke opfylder bygningsreglementets funktionskrav, fordi kommunen muligvis alligevel godkender anlægget, hvis ejeren klager til kommunen. Den slags mundtlige påstande, hvor det typisk er problemområderne, der huskes og gengives, er vanskelige at dokumentere omfanget af, og der kan selvfølgelig også være stor forskel kommunerne imellem. Men der er ikke nogen tvivl om, at der er bygget og godkendt mange skorstene, som enten giver for dårligt skorstenstræk og/eller er for lave eller uhensigtsmæssigt placeret i forhold til spredning af røgen, så naboerne generes af røgen. Derved lever de ikke op til funktionskravene i bygningsreglementet. Miljøstyrelsens rundspørge til skorstensfejere (Bilag A) og mængden af klager over røggener og problemer med dårligt træk vidner om dette.

Der er forhåbentligt en voksende forståelse for problemerne med for lave skorstene i kommunerne. I Hillerød Kommune har man indsat bygningsreglementets begrænsninger, for her står i kommunens "Vejledning for fyring med fast brændsel i private fyringsanlæg" /44/: "Det viser sig ofte, at skorstenshøjden er for lav til at undgå røgnedslag, hvis man nøjes med at følge bygningsreglementets anvisninger, specielt i tæt-lav bebyggelse."

Med de tidligere bygningsreglementer fra før 1998, som havde mere konkrete krav til skorstenshøjden, blev der sjældnere godkendt for lave skorstene, fordi der ikke var tvivl om den krævede minimumshøjde i forhold til husets tagryg. SBI-anvisningen giver godt nok nogenlunde de samme anbefalede krav til skorstenshøjden, men det håndhæves åbenbart ikke konsekvent.

2.2.1 Opsummering og diskussion

De konkrete regler og anvisninger i bygningsreglementet og SBI-anvisningen omkring skorstene for fastbrændselskedler og brændeovne kan oversigtsmæssigt reduceres til følgende korte punkter:

Bygningsreglementet:

1. Ventilationsforholdene skal være sådan, at der kan tilføres tilstrækkelig luft til forbrændingen.
2. Skorstene skal have en sådan udformning, lysningsareal og højde, at der bliver tilfredsstillende trækforhold og røgafkast.
3. Balanceret aftræk fra olie- eller fastbrændselskedler skal udføres, så røgafkastet ikke giver lugt- og sundhedsmæssige gener.
4. Skorstenspiber skal føres mindst 0,8 m over tagryggen på huse med stråtag eller andet letantændeligt materiale, som ligger indenfor en afstand af 6,0 m fra skorstenen.

SBI-anvisning 189:

1. Ventilationsforholdene i rummet, hvor fyringsanlægget opstilles, skal sikre, at der tilføres tilstrækkelig luft til forbrændingen.
2. I ildsteders forbrændingsrum og i hele aftrækssystemet bør der være undertryk.
3. Skorstenshøjden regnet fra gulvet, hvorpå ildstedet står, bør så vidt muligt være mindst 5 m.
4. Ved fastbrændselskedler og andre ildsteder, der skal have højere skorstene end 5 m for at fungere sikkert, bør man følge kedelproducentens anvisning om minimumshøjden.
5. Skorstenen bør være så høj, at udmundingen kommer uden for overtrykszonen ved opstilling i vindsiden.
6. Skorstenen bør udmunde over den hvirvelzone, der er over flade tage samt i læsiden af skrå tage.
7. Som tommelfingerregel benyttes normalt at føre skorstenen ca. 1 m over tagryggen eller den højeste del af taget.
8. Skorstenen bør under alle omstændigheder ikke placeres lavere end tagets højeste punkt.
9. Er skorstenen anbragt på en lav tilbygning, skal skorstenshøjden fastlægges efter husets største taghøjde.

Bygningsreglementets funktionskrav bliver ofte ikke opfyldt, fordi anvisningerne i SBI-anvisningen ikke følges, og årsagen til det er tilsyneladende manglende håndhævelse af anvisningerne i SBI-189, samt at skorstenen alligevel kan blive godkendt.

Erfaringerne fra flere sider, skorstensfejere og kommunale miljømyndigheder, viser, at skorstenshøjden ofte er for lav til at undgå røgneslag og nabogener, specielt i tæt-lav bebyggelse, hvis man nøjes med at følge bygningsreglementets regler, som de udmøntes i SBI anvisningen.

Reglerne og anvisningerne er grundlæggende gode og fornuftige, og formuleringen med bør i stedet for skal, åbner mulighed for fravigelse, så man ikke fanges af stive regler, hvis der i særlige tilfælde er gode grunde til ikke at følge dem slavisk. Fravigelser burde kun forekomme, når det på forhånd er dokumenteret, at en skorsten, der ikke lever op til kravene, ikke vil medføre røggener, og hvis der alligevel forekommer røggener, at kommunalbestyrelsen automatisk vil forlange, at skorstenen bringes i overensstemmelse med reglerne. Så kunne man undgå mange lave skorstene med for ringe skorstenstræk, der giver røg i stuen, og har for ringe spredningsforhold, så de giver røggener i omgivelserne.

Det vil altså være en stor fordel med en mere konsekvent linie fra de kommunale myndigheders/skorstensfejernes side, så anvisningerne i højere grad efterleves. Desuden mangler der generelt viden om, og anvisninger for skorstenes højde og placering i forhold til at undgå røggener for naboerne.

Det danske system med at en skorstensinstallation ikke kræver nogen forhåndsgodkendelse, og først godkendes, når den er etableret, harmonerer egentlig ikke så godt med bygningsreglementets funktionskrav, når det ikke konsekvent håndhæves, at SBI-anvisningen skal følges. Det er meget sværere at nægte godkendelse af en skorsten, der ~~er~~ etableret, end hvis det kan ske i en ansøgningsfase forud for etableringen.

Når der er plads til en fortolkning af reglerne, vil der altid være tilfælde, hvor nogen fortolker dem lempeligere end det, der er meningen, og undlader den dokumentation, der egentlig skal foreligge, hvis skorstenen laves lavere end SBI-anvisningens mindstekrav. I den situation er der behov for nogle klare rammer for hvor meget plads til fortolkning, der er. Det kunne hjælpe med en klar udmelding om, at SBI-anvisningen i bogstavelig forstand skal følges, og hvis den afviges, skal der foreligge en dokumentation for, at bygningsreglementets funktionskrav alligevel overholdes. Det kunne f.eks. tydeligt fremgå af bygningsreglementets tekst, eller fremgå mere tydeligt og direkte af SBI-anvisningen. Det bør følges op med, at skorstene, der ikke lever op til dette, ikke bliver godkendt.

Samtidigt bør det også præciseres, at i forhold til at undgå røgneslag og nabogener er det ikke altid nok at følge bygningsreglementets anvisninger, specielt i tæt-lav bebyggelse.

Der mangler også viden og metoder til vurdering af spredningsforholdene fra skorstene, så højde og placering bedre kan vurderes i forhold til potentielle gener for naboerne.

Endeligt må det også konstateres, at det ikke er nok, at skorstensforholdene er i orden, for hvis fyringsteknikken er forkert, kan det alene give anledning til nabogener i form af kraftig røglugt.

2.3 Miljøstyrelsens regler for brændeovne

Miljøstyrelsen, under Miljø- og Energiministeriet, varetager med udgangspunkt i Miljøbeskyttelseslovens retningslinier for reguleringen af luftmiljøet i Danmark med bl.a. Luftvejledningen /5/, samt vejledning af kommuner i forbindelse med røggenesager. Desuden forventer Miljøstyrelsen i løbet af 2007 at sende en bekendtgørelse i høring, der vil indeholde krav til den maksimale forurening fra brændeovne og brændekedler, samt præcisere rammerne for det kommunale tilsyn på området. Bekendtgørelsens krav kommer til at gælde ved tilslutning af fyringsanlægget og retter sig derfor mod såvel nye fyringsanlæg, som mod markedet for brugte anlæg.

2.3.1 Regulering af emissioner fra brændeovne og -kedler

Miljøstyrelsens vejledning nr. 2/2001 (Luftvejledningen) er udarbejdet som en industrivejledning, men omfatter i princippet alle emissioner til luften. Klagesager over gener fra brændeovne sorteres under de lokale miljømyndigheder, og derfor indeholder luftvejledningen lidt om brændeovne.

Fra Luftvejledningen side 79:

6.7.2 Brændeovne

Hvis en brændeovn medfører væsentlig forurening eller væsentlige miljømæssige gener, kan kommunalbestyrelsen give ejeren påbud om at nedbringe forureningen. Det fremgår af Miljøbeskyttelseslovens § 42 stk. 1, og det gælder uanset om brændeovnen er opstillet i et boligområde eller i et industriområde, og uanset om ovnen tilhører en virksomhed eller en privat.

Oplysninger om brug af brændeovne kan findes i pjecen 'Før du fyrer løs', der er udarbejdet af Miljøstyrelsen, og i pjecen 'Korrekt fyring. Sådan udnyttes brændslet bedre', udarbejdet af Bygge- og Boligstyrelsen.

Det skal specielt bemærkes, at der skal anvendes rent træ i brændeovne. Brændeovne må således ikke anvendes til afbrænding af affald, såsom bemalet træ, imprægneret træ, spånplader, MDF-plader eller øvrigt husholdningsaffald. Avispapir kan dog anvendes til optænding.

Bemærk at påbud efter Miljøbeskyttelsesloven § 42 vedrørende faste, ikke-erhvervsmæssige energianlæg ikke kan påklages til anden administrativ myndighed. Dette fremgår af § 19 i bekendtgørelse nr. 366 af 10. maj 1992 om ikke-erhvervsmæssigt dyrehold, uhygiejniske forhold m.v. (Skal med seneste lovændring rettes til § 20 i bekendtgørelse nr. 1517 af 14. december 2006 om miljøregulering af visse aktiviteter.)

Der er således 3 vigtige oplysninger vedrørende brændeovne i Luftvejledningen:

4. Kommunalbestyrelsen kan ifølge Miljøbeskyttelseslovens § 42 (se Bilag D) give en brændeovnsejer påbud om at nedbringe forureningen, hvis anlægget medfører - eller skønnes at indebære en nærliggende risiko for - væsentlig forurening eller uhygiejniske forhold.
5. Påbud efter Miljøbeskyttelsesloven § 42 kan ikke påklages til anden administrativ myndighed (se Bilag D).
6. Der må kun anvendes rent træ i brændeovne. Brændeovne må ikke anvendes til afbrænding af affald, såsom bemalet træ, imprægneret træ, spånplader, MDF-plader eller øvrigt husholdningsaffald. Avispapir kan dog anvendes til optænding.

I forbindelse med klagesager over røggener har tilsynsmyndigheden også mulighed for at lave tilsyn hos den pågældende brændeovnsejer, som også har pligt til at udlevere alle relevante oplysninger om fyringsanlægget. Hvis personen ikke er samarbejdsvillig, og ikke tillader tilsynet, kan tilsynsmyndigheden med hjemmel i Miljøbeskyttelseslovens § 87 (se Bilag D), og under behørig hensyntagen til retssikkerhedsloven, gennemføre tilsynets med politiets hjælp.

2.3.2 Håndhævelse af regler

Udgangspunktet for vurdering og behandling af røggenesager bør være en grundlæggende ret til at kunne færdes i sin have og have åbne vinduer i sit hus uden at blive generet af røg fra naboens brændeovn. Fyringsvaner og skorstensforhold, som er indrettet efter bygningsreglementet regler og anvisninger, bør grundlæggende tilgodeses dette, men hvis der alligevel

forekommer gener, som ikke kan afhjælpes ved dialog og anbefalinger, kan kommunalbestyrelsen meddele påbud om afhjælpning med henvisning til Miljøbeskyttelseslovens § 42, som også angivet i bygningsreglementet.

Selvom kommunalbestyrelsen har mulighed for regulering via påbud, så er der tilsyneladende stor forskel på håndteringen rundt omkring i landet. Det kan skyldes forskellig viden og erfaring med gennemførelse af påbud i praksis. Nogle kommuner agerer måske henholdende, fordi det kan være en meget omstændelig proces at gennemføre en påbudssag, hvis ejeren ikke er indstillet på at rette sig efter et påbud.

Klagesager over røggener kan også være vanskelige at håndtere for myndighederne, bl.a. fordi det er vanskeligt at afgøre, hvor stor en gene, der egentlig er tale om. Der er ofte tale om periodevise gener, ved specielle vindretninger, og det kan være vanskeligt at komme på tilsyn, lige når genen er værst.

Det findes ingen ordentlige retningslinjer for undersøgelse og vurdering af generne fra brændeovne, og der findes heller ikke nogen anerkendte metoder til vurdering af røggener, f.eks. ved at måle lugten i omgivelserne. Her må anvendes tilsynsmyndighedspersonens egen vurdering af, om røgudledningen giver anledning til, eller risiko for uhygiejniske forhold eller væsentlig forurening.

Klagesager søges i første omgang ofte løst ved instruktion om opbevaring og håndtering af brændsel, bedre fyringsvaner, ofte med skorstensfejerens hjælp, og det hjælper heldigvis i mange tilfælde. I nogle tilfælde hjælper det ikke tilstrækkeligt, specielt hvis årsagen til generne er, at anlægget er uegnet til det anvendte brændsel, skorstenen er for lav og/eller afstand til naboer er lille. I sådanne tilfælde anbefales udskiftning af brændslet, udskiftning af fyringsanlægget eller en forhøjelse af skorstenen. I nogle tilfælde kan det være nødvendigt med et påbud, for at få forbedret forholdene. Påbud skal først varsles, og i nogle tilfælde kan varslet alene være tilstrækkeligt til at få en bedre dialog med ejeren og en løsning på problemet.

Nogle sager bliver ikke løst til klagerens tilfredshed, men der kan være tvivl om det skyldes, at sagen har udviklet sig til en nabostrid, hvor tolerance-tærsklen er blevet meget lav, eller om det reelt skyldes, at afhjælpningen ikke er tilstrækkelig.

Procedurer og erfaringer med håndtering af røggenesager fra Fyn-området er vist i nedenstående /16/:

Ved klage over røggener sendes brev til begge parter med oplysninger om det videre sagsforløb. Ejeren får oplysninger om, at der har været klaget over røggener, og at miljømyndigheden vil komme på tilsyn, hvis der igen klages over røggener. Brevet til anlægsejeren vedlægges information om korrekt fyring. Klageren får oplysning om henvendelsen til ejeren, samt information om at rette henvendelse til tilsynsmyndigheden, hvis røggenerne ikke afhjælpes.

Ved tilsyn udløst af fornyet henvendelse om røggener fra anlægget, foretages lugtobservationer hos klageren og i området i øvrigt. Fyringsanlægget, fyringsvaner, brændslet, skorstensforholdene og skorstenens højde og placering i forhold til naboerne registreres. Skorstensfejeren inddrages typisk i sagen på dette tidspunkt med henblik på vurdering af skorsten og instruktion i korrekt fyring.

Hvis klagen - efter det nødvendige antal observationer for en afgørelse af sagen - findes berettiget, varsles der påbud om afhjælpning af røggenerne. I modsat fald afvises klagen.

Samtidig med varsling af påbud om afhjælpning af røggener gøres anlægsejeren opmærksom på eventuelle tiltag, skorstensfejer eller myndighed finder, der kan reducere generne. Det kan eksempelvis være:

- *Forhøjelse eller ændring af skorsten*
- *Kun at anvende anlægget til bestemte brændsler*
- *Kun at anvende fyringsanlægget ved bestemte vindretninger*
- *Udskiftning af ineffektivt fyringsanlæg til et anlæg der er egnet til det anvendte brændsel*

Det er anlægsejeren, der selv vælger/foreslår hvilke eventuelle afhjælpningsforanstaltninger, der ønskes gennemført. Hvis anlægsejeren ikke inden for varslingsperioden er fremkommet med afgørende nyt til sagen, meddeles der påbud om afhjælpning.

Flere af klagesagerne stopper dog allerede efter tilsynsmyndighedens første skriftlige henvendelse til parterne. Også en stor del af de sager, hvor klagen er fundet berettiget, bliver løst ved en "frivillig aftale" med anlægsejeren. Kun hvor en "frivillig aftale" om afhjælpning ikke er mulig, meddeles der påbud.

Påbudssager er normalt blevet efterfulgt, men enkelte sager er endt med retssager.

I et tilfælde blev et forbud mod anvendelse af træbrændsel i et fyringsanlæg, der ikke var egnet til træfyring, ikke efterkommet. Anlægsejeren blev politianmeldt og retsforfulgt. Retten tildelte ejeren en bøde, som herefter efterkom forbudet.

I en anden sag med et påbud om afhjælpning af røggener fra et nyetableret træfyringsanlæg ville ejeren ikke efterkomme påbudet. Han mente, at han havde købt et anlæg, der skulle virke og havde fået skorstensfejrens godkendelse af installationen. Så der blev indledt en retssag. Ejeren indgik dog inden retssagen forlig om kun at anvende anlægget ved visse vindretninger, fordi det primært var skorstenens højde og afstand i forhold til klageren, der gav anledning til gener (klagerens vinduer på 1. sal var på højde med skorstenen).

I forbindelse med en registrering af konkrete skorstensproblemer i dette projekt, hvor forholdene er blevet forbedret, er der udarbejdet et registreringskema, som myndighederne eventuelt kan bruge til en systematisk registrering af forholdene omkring brændeovne, der er årsag til røggener. Skemaet er vedlagt som Bilag E.

2.3.3 Fri fortynding

Vedrørende skorstenshøjder er der en enkelt bestemmelse i luftvejledningen om fri fortynding fra små lave afkast, som er relevant at nævne i forbindelse med brændeovne.

Fra Luftvejledningen side 47:

Hvis spredningsfaktoren er mindre end $250 \text{ m}^3/\text{s}$, skal afkastet blot føres 1 meter over tag og være opadrettet, så der kan ske fri fortynding.

Fodnotetekst til "fri fortynding": Ved "over tag" forstås normalt det aktuelle tag, hvor afkastet er placeret, men i specielle tilfælde må der tages hensyn til høje nærliggende bygninger m.v. for, at der kan ske fri fortynding.

Her er der angiveligt ikke tænkt på brændeovne og skorstene på private boliger, men det interessante er omtalen af fri fortynding og definitionen af, at fri fortynding kan opnås, hvis afkastet er 1 m over tag.

Spredningsfaktoren for PAH for de laveste målte emissioner i Gundsømagleprojektet /21/ er knap $600 \text{ m}^3/\text{s}$, hvilket er ca. $2\frac{1}{2}$ gange mere end den grænse, luftvejledningen angiver, for at en skorsten på 1 m over tag er tilstrækkelig. Tilsvarende er spredningsfaktoren for 4 lugtmålinger på en brændeovn og en brændekedel i Gundsømagleprojektet fra 200 til $2.600 \text{ m}^3/\text{s}$. Miljøstyrelsens vejledende B-værdier for PAH og lugt kan derfor være overskredet i fyringssæsonen i mange boligområder. Disse forhold omtales nærmere i afsnittene 6.4.1 og 6.4.2.

I Miljøstyrelsens vejledning nr. 13/1997 om "Begrænsning af luftforurening fra virksomheder, der udsender svejserøg /25/, er der en tilsvarende formulering om fri fortynding:

Fra svejserøgvæjledningen:

Afkast føres over tag på en sådan måde, at der kan ske fri fortynding. Fodnote: Kravet om at afkastet føres over tag på en sådan måde, at der kan ske fri fortynding, kan f.eks. opfyldes ved, at skorstenen føres 1 m over det sted på tagfladen, hvor den er placeret.

Der er ingen steder defineret, hvad der reelt menes med fri fortynding. Det er vores opfattelse, at der med fri fortynding menes, at røgfanen spredes uden væsentlig påvirkning af turbulensen omkring bygningen, ligesom SBI-anvisningens angivelse af at skorstenen bør udmunde over den hvirvelzone, der opstår over huse med flade tage og i læsiden af alle typer huse.

Som det fremgår af kapitel 5 om Spredningsforhold for skorstene, er 1 m skorstene på flade tage og på læsiden af skrå tage i de fleste tilfælde ikke højt nok til at undgå påvirkninger fra turbulensområdet.

Hillerød Kommune og andre har erfaret, at det ofte viser sig, at skorstenshøjden er for lav til at undgå røgnedslag, hvis man nøjes med at følge bygningsreglementets anvisninger, specielt i tæt-lav bebyggelse. De skriver det direkte i deres Vejledning for Fyring med fast brændsel i private fyringsanlæg /44/.

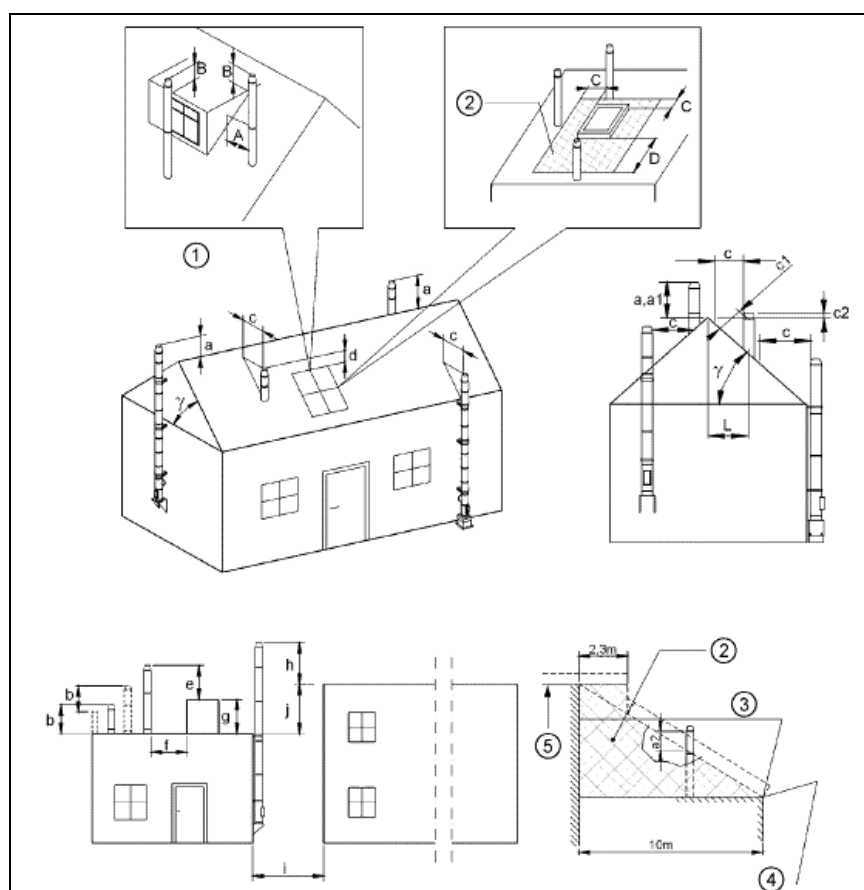
2.4 Standarder for skorstene

Der findes også en række nationale og internationale standarder.

I standarderne stilles der både krav til materialer og udførelse, samt krav til overfladetemperatur, driftsforhold, miljøpåvirkning og virkningsgrad.

Ifølge EU's byggevederedirektiv skal en række produkter CE-mærkes, før de må markedsføres, sælges og tages i brug i EU-landene. Det drejer sig bl.a. om alle byggevarer, der er omfattet af en harmoniseret standard eller en europæisk teknisk godkendelse. Skorstene er omfattet af harmoniserede standarder, og de skal derfor CE-mærkes, hvilket vi sige, at de er afprøvet ifølge den relevante standard for den pågældende type skorsten. Stålskorsten afprøves og certificeret f.eks. i henhold til de fælles europæiske standarder DS/EN 1859 og DS/EN 1856-1. Se Bilag B om CE-mærkning og skorstensrelevante standarder.

To af standarderne, DS/EN 12391-1 /39/ og udkastet prEN 15287-1 /40/, indeholder retningslinjer for fastlæggelse af skorstens mindste højde, ud fra husets og tagets konstruktion og udformning, placeringen på tagfladen og afstand til andre huse. De afstande, der behandles, er vist i Figur 4, og mere detaljeret forklaring med anbefalede afstande er med dansk oversættelse vist i Bilag C.



Figur 4. Skorstensplacering i følge draft prEN 15287-1 /40/

Standarden DS/EN 13384-1 Skorstene – Termiske strømningsdynamiske beregningsmetoder – Del 1: Skorstene med ét ildsted /38/ anviser en detaljeret metode til beregning af den nødvendige skorstenshøjde for at opnå tilfredsstillende trækforhold, under hensyntagen til bl.a. placeringen på taget i forhold til tagets fysiske dimensioner og udseende.

Beregningerne er komplicerede, og der er derfor udviklet (vist nok) flere PC-programmer, som med relativt detaljerede oplysninger om ildsted og skorsten

kan udføre beregningerne. Et af programmerne er Aladin fra Kesa Technische Software /41/ i Tyskland, hvor det anvendes til beregning af skorstene.

Standarden ser ud til at have en meget grundig anvisning for skorstenes placering og højde over taget, i forhold til mange forskellige tagudformninger og specielle konstruktioner. Der er også anvisninger for at tage hensyn til nærliggende bygninger ud fra deres størrelse og afstand fra skorstenen. Alle værdier for højde og placering af skorstene, der angives i standarderne, er vejledende minimumsværdier, og de kan nationalt fastsættes til andre størrelser.

Det har ikke været muligt at undersøge og vurdere anvendeligheden af disse standarder i form af et af de eksisterende PC-programmer til beregning af skorstenshøjder i Danmark. CEN-standarderne udarbejdes i EU-regi, og det er forventningen, at de også frivilligt bliver implementeret og anvendt i nationale regulering. Af den grund kan det også anbefales at udføre en undersøgelse og vurdering af muligheder og virkning af anvendelse af disse standarder i Danmark.

3 Skorstenshøjder og regulering i andre lande

Der er udført en screening af andre landes regler for opstilling af brændeovne/kedler og dimensionering af skorstene, dels ved forespørgsel til brændeovnsforhandlere, og dels ved søgning efter de nationale regler på Internettet.

Der er sendt et spørgeskema til forhandlere af Varde Ovne i Norge, Sverige, Tyskland, Schweiz, England, Holland, Belgien, Luxemburg, Frankrig og Italien, men på grund af travlhed her i højsæsonen for salg af brændeovne er der kun kommet relativt få besvarelser, som så er suppleret med oplysninger fundet via Internettet.

Nationale regler og anvisninger for skorstene til mindre huse er fundet på Internettet for Tyskland, Sverige, Norge og USA.

3.1 Tyskland

Skorstene skal dimensionere efter CEN-standarden EN 13384-1 eller EN-13384-2. Beregningerne udføres med et PC-program af forhandlerne af brændeovne.

Der er vist nok flere beregningsprogrammer på markedet, og et af dem er Aladin fra Kesa Technische Software (www.kesa.de).

Ved nyinstallationer og ved genanvendelse af en eksisterende skorsten til en ny brændeovn skal der udføres beregninger af, om skorstenstrækket er stort nok til at sikre ordentlig fyringsforhold og udledning af røggasserne.

Programmet kontrollerer bl.a., om skorstenstrækket og temperaturforholdene er i orden med den valgte skorsten, højde og placering.

Opfyldelse af temperaturforholdene sikrer, at skorstenen er beskyttet mod langtidspåvirkning fra kondensering af vand og andre komponenter i røggassen, også ved meget lave udendørstemperaturer.

Det tyske system sikrer tilsyneladende ikke altid specielt høje skorstene, hvis de to billeder i Figur 5 fra en tysk brændeovnsforhandlers hjemmeside er udført efter reglerne.



Figur 5. Relativt lave tyske skorstene, fra tysk brændeovnsforhandlers hjemmeside

Skorstensberegningen i PC-programmerne er baseret på de såkaldte triplewerte, som er røggasmængde, røggastemperatur og skorstenstræk fra afprøvningen efter EN 13240. Det er testdata, som ikke svarer til det, man opnår hos brugerne, og hvis beregningerne ikke tager behørigt hensyn til det, vil den beregnede skorsten blive lavere, end den burde være.

3.2 Norge

Reglerne for skorstene i boliger i Norge findes i "Ildsteder og skorsteiner", Byggforskserien, Byggdetaljer, nr. 552.135.

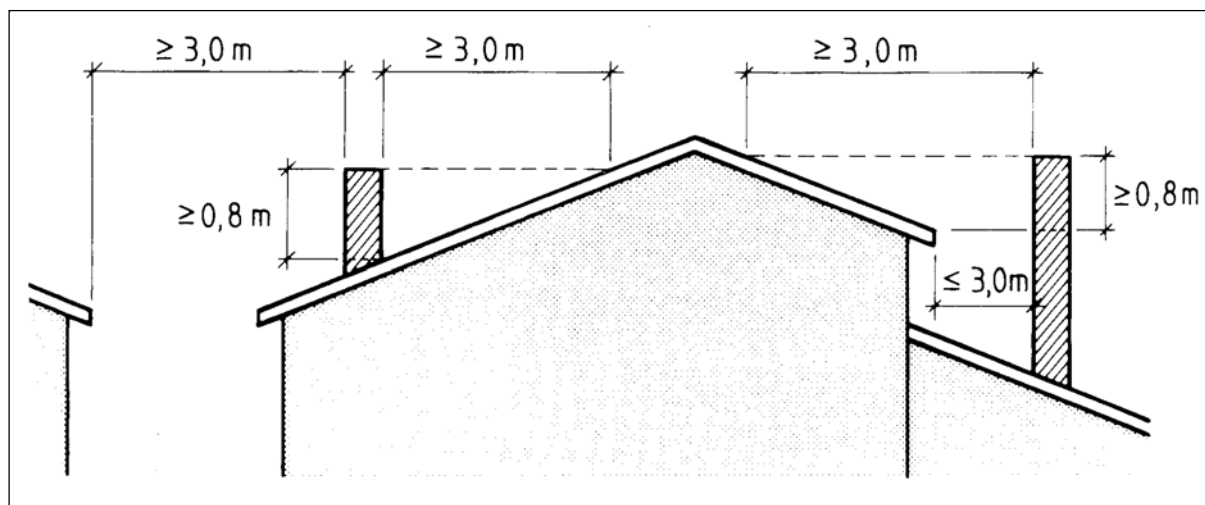
Dette blad omhandler krav og anbefalinger for udformning og opstilling af mindre ildsteder og tilhørende skorstene. Mindre ildsteder er almindelige ovne, kaminer og pejse i boliger.

Opførelse af skorstene i Norge er godkendelsespligtige, og der skal søges om tilladelse til etableringen, i henhold til Plan og bygningsloven § 93 e. En selvbygger kan bygge sin egen skorsten, men skal først søge om personlig godkendelse til at udføre arbejdet, og det forudsætter en dokumenteret kompetence til arbejdet. Der vil som regel blive stillet krav om uafhængig kontrol ved selvbyg.

Tilslutning af ildsteder til eksisterende skorstene skal ikke anmeldes, hvis arbejdet kontrolleres af en kvalificeret kontrollør, for eksempel kommunal skorstensfejer. Kravet om kontrol gælder også ved flytning af ildsted. Der skal udarbejdes en bekræftelse på den udførte kontrol.

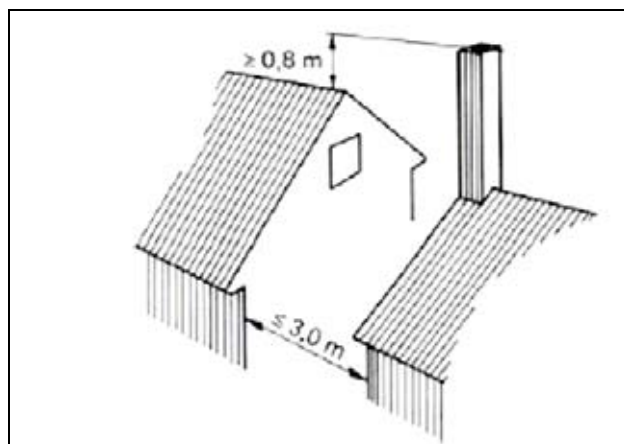
Ethvert ildsted skal bruge forbrændingsluft. I boliger med balanceret ventilation bør der være en lufttilførsel direkte frem til ildstedet. Et lukket ildsted (brændeovn) bruger ca. 15 m³ luft i timen, og en åben pejs har ofte behov for op mod 500 m³ luft i timen.

Skorstenens munding bør ligge mindst 0,8 m over tagets højeste punkt ved skorstenen og have horisontal afstand til tagfladen, eller til forlængelsen af tagfladen, på mindst 3 m, se Figur 6.



Figur 6. Skorstenens højde over tag og horisontal afstand til tagfladen /26/

Hvis skorstenen er mindre end 3,0 m fra en anden bygnings tag eller mur, bør skorstenens munding være mindst 0,8 m over nabotagets højeste punkt, se Figur 7.



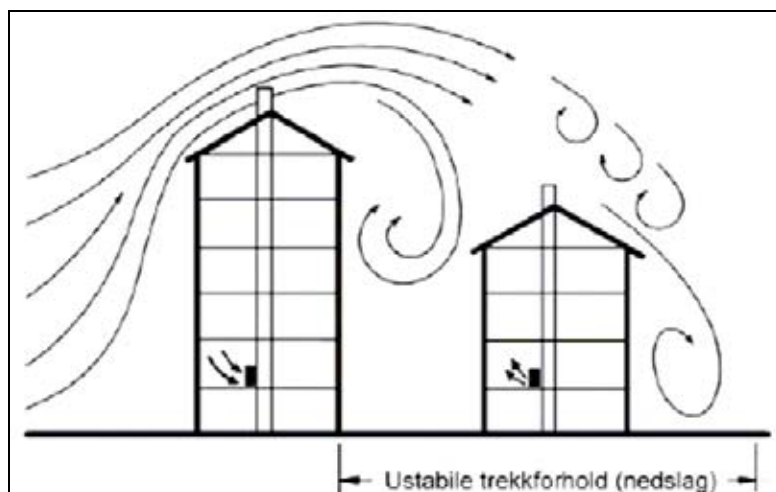
Figur 7. Skorstenens højde over tagryg på nabobygning hvis skorstenen er nærmere nabobygning end 3 m /26/

De norske regler tillader tilslutning af flere ildsteder til en skorsten, og dimensioneringen af skorstenens tværsnitsareal sker på basis af skorstenens højde og antallet af tilsluttede ildsteder.

Trækforholdene i en skorsten påvirkes af temperaturen inde i skorstenen og udenfor, af vindstyrke og vindretning, af omgivelsernes topografi og af skorstenens form, højde og placering.

Vinden kan skabe overtryk eller undertryk omkring bygninger. Hvirvler i vinden kan forstyrre trækforholdene. Problemerne er størst for skorstene placeret på flade tage eller på læsiden af taget, se Figur 8.

Hvis man dimensionerer skorsten, ildsted, lufttilførsel og ventilation optimalt i forhold til hinanden, vil de lokale forhold, som vind og omgivelsernes topografi, kun i mindre grad påvirke skorstenstrækket.



Figur 8. Eksempel på luftbevægelser som kan give ustabile trækforhold i en skorsten /26/

Skorstenens højde fra ildstedet til munden over taget er det mest afgørende for skorstenstrækket. Hvis skorstenstrækket er meget dårligt, kan trækket forbedres ved at montere en røggassuger, men den løsning vil være problematisk ved strømafbud.

Hvis opvarmningen er baseret på træfyring alene eller i kombination med andet brændsel, anbefales ikke skorstenschat, på grund af kondens og tjæredannelse. Det kan være fornuftigt at overdække skorstene som kun bruges lidt og skorstene i nedbørsrige områder. Skorstene i fritidsboliger som står uopvarmet i længere perioder bør altid overdækkes. Overdækningen skal have et åbningsareal, som mindst svarer til røgrørets tværsnitsareal.

En af de danske brændeovnsproducenter anbefaler følgende i deres norske Monterings- og Bruksanvisning om skorstene:

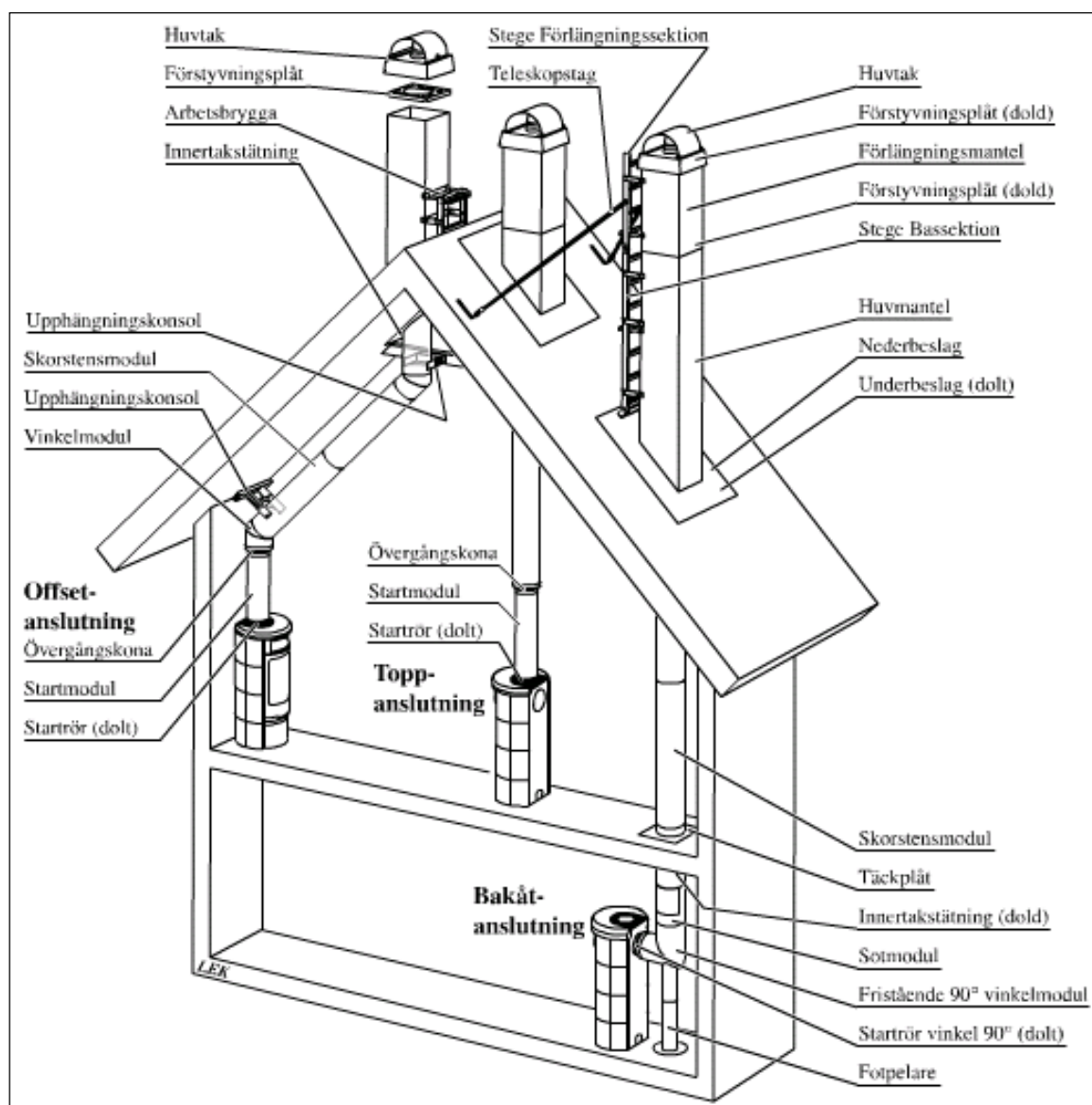
- Anbefalet skorstenstræk er mindst 12 Pa (1,2 mm vandsøjle). På en senere side angives det anbefalede skorstenstræk dog til at være 14 – 25 Pa.
- Skorstenen er en vigtig faktor for at få fuld udnyttelse af brændeovnen. Selv den bedste brændeovn vil fungere dårligt, hvis skorstenen ikke er dimensioneret rigtigt og er i god stand.
- Mindste anbefalede skorstenshøjde er 3,5 m.
- Vær opmærksom på røgrør med skarpe bøjninger og vandrette stykker, som reducerer trækket i skorstenen. Maksimalt vandret røgrør er 1 m, forudsat at den lodrette skorstenslængde er mindst 5 m.

3.3 Sverige

Regler for skorsten findes i Boverkets Byggregler /29/. Uddybende tekst er hentet fra Sveriges Skorstensfejaremästares Riksförbunds hjemmeside /30/ og Vedpärmen /31/.

Røggasser skal udledes via en skorsten, som er høj nok til at give tilstrækkelig skorstenstræk og forhindre røgulempen omkring bygningen og i omgivelserne. Skorstenen skal også placeres, så røggasserne ikke føres tilbage til luftindtag, vinduer der kan åbnes, døre, balkoner og lignende i huset, eller i nærliggende huse.

Skorstene til ildsteder op til 60 kW bør udmunde mindst 1 meter over tagryg, hvis der ikke er specielle forhold, der gør sig gældende. Ved fastlæggelse af skorstenshøjden bør der bl.a. tages hensyn til den fremherskende vindretning, brandfaren ved træfyring og risikoen for spredning af gnister.



Figur 9. Svenske anvisninger for skorstene til brændeovne /52/

Hvis skorstenshøjden er mere end 1,2 m over taget, skal den forsynes med stige og eventuelt platform, hvis skorstensfejeren ikke kan stå sikkert på stigen.

Skorstenen skal være konstrueret, så røgen så vidt muligt holder sin temperatur i hele skorstenen, da lave temperaturer kan give kondens, sodaflejringer og korrosion med tilhørende skader.

Inspektion og tæthedsprøvning af skorstenen udføres af skorstensfejeren, som ser, om den er korrekt udført. Gamle murede skorstene kan blive utætte med tiden, og bør også kontrolleres med regelmæssig interval.

En svensk brændeovnsforhandler anbefaler følgende for skorstene:

- Skorstenen bør være mindst 3,5 m

- Tværsnitsarealet bør være 150 – 200 cm²
- Skorstenen skal give et træk på mindst 12 Pa

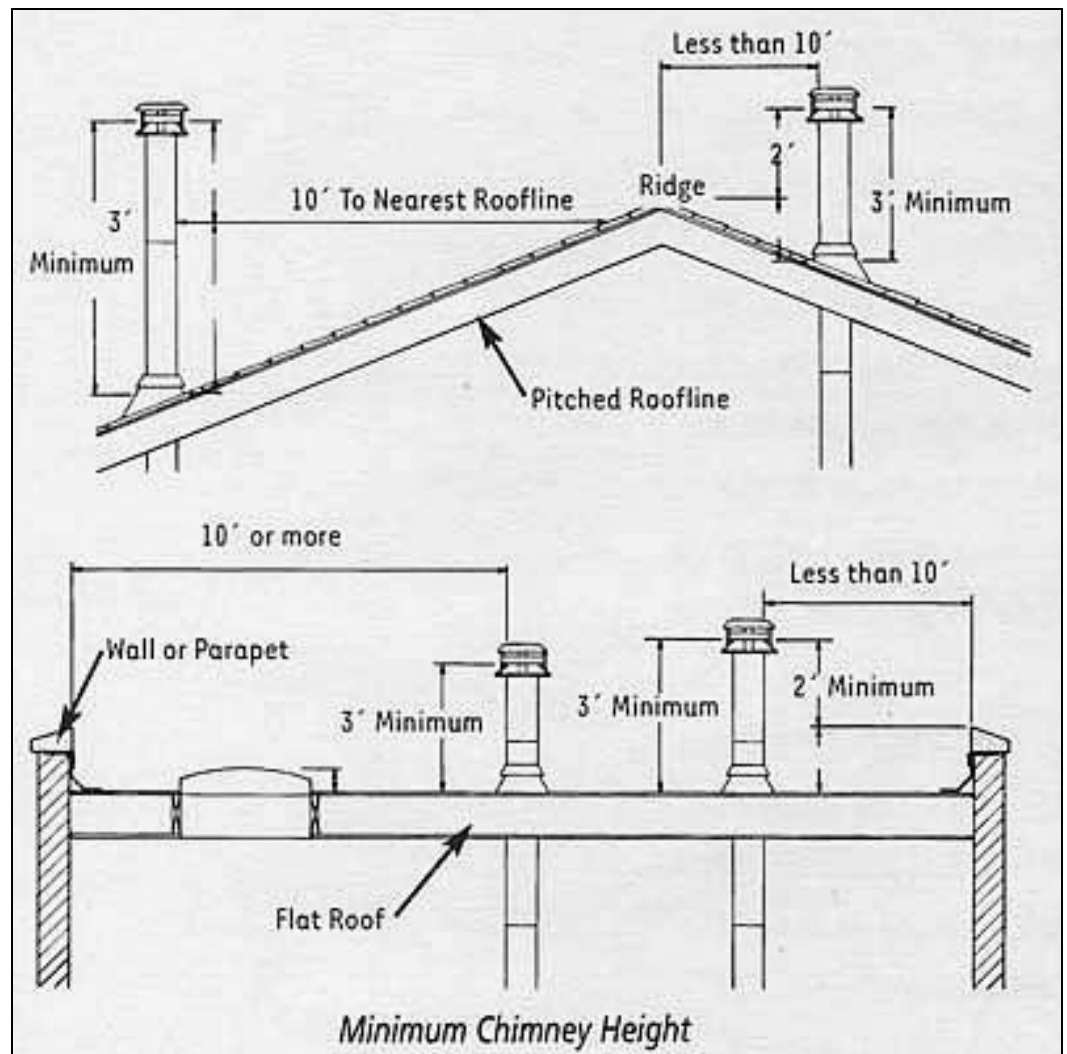
3.4 USA

De amerikanske anvisninger for skorstenshøjde er national forskrift, der findes i sektion FG503.5.4 i "International Fuel Gas Code".

Det angives generelt om skorstenshøjde, at brændeovnsproducenterne specificerer minimum og maksimum skorstenshøjden for deres ovne.

I forhold til huset skal skorstene overholde den såkaldte 10-2-3 regel for mindste højde over tag. 10-2-3 reglen er, at skorstensmunden skal være mindst 2 fod (0,6 m) højere end enhver konstruktion indenfor en vandret omkreds af 10 fod (3 m), og den skal være mindst 3 fod (0,9 m) højere end tagfladen, se Figur 10. Hvis brændeovnens specifikationer angiver en minimumshøjde for skorstenen, der er højere end det 10-2-3 reglen angiver, skal kravet om den højeste skorsten opfyldes.

Skorstenen kan laves højere end minimumshøjderne foreskriver for at opnå større skorstenstræk og bedre funktion under alle vejrforhold. Højere skorsten kan dog ikke løse alle problemer med dårlig skorstenstræk, specielt ikke hvis årsagen er, at huset har en kraftigere intern skorstenvirkning end skorstenen (se afsnit 4.2.1 om Trykforhold inde i huse på side 46).



Figur 10. Skitsering af den amerikanske 10-2-3 regel for skorstene til brændeovne /31/

Generelt anbefales en minimumsskorstenslængde på 15 fod (5 m). Det fremhæves, at en for høj skorsten også kan give problemer med for kraftig skorstenstræk. Det kan give en meget kraftig og hurtig forbrænding med meget høj temperatur, som kan skade katalysatoren eller andre komponenter inde i ovnen, og efterfølgende medføre dårligere virkningsgrad og meget kortere levetid.

3.5 Andre myndighedsreguleringsværktøjer

Ved henvendelse til de pågældende lande er der også spurgt om myndighedernes mulighed for indgriben overfor den enkelte brændeovnsejer ved konstaterede røggener, eller hvis der anvendes "ulovlige" brændsler.

De indkomne svar, der gengives efterfølgendes, skal ses som en oversigt, som ikke nødvendigvis er dækkende overalt i de pågældende lande.

3.5.1 Norge

Der er fundet følgende lovgivningstekst i Plan- og bygningsloven /27/ om anlægsejeren og kommunens pligter og rettigheder.

§ 106 Byggetekniske installationer

1. Byggetekniske installationer skal opføres eller installeres, drives og vedligeholdes sådan, at krav til sundhed, miljø, sikkerhed og energiøkonomi bliver opfyldt.....

2. Giver et anlæg, som nævnt under punkt 1 efter kommunens skøn, anledning til unødige gener for omgivelserne, er ejeren efter pålæg fra kommunen forpligtiget til at udføre de nødvendige tiltag, herunder også om nødvendigt at føre skorstenen op til en større højde. Hvis særlige forhold gør sig gældende, kan det ved skøn bestemmes, at udgifterne til tiltagene, helt eller delvist skal bæres af ejeren af den ejendom, som er årsag til pålægget er givet. Er anlægget godkendt efter forureningsloven, gælder reglerne i forureningsloven i stedet for bestemmelserne i første afsnit.

3.5.2 Sverige

Oplysninger fra Nibe AB /35/.

Ventilationssystemer med varmeveksling mellem luft, der suges ud af huset og frisk luft, der blæses ind i huset, er meget udbredt i Sverige, og det øger potentialet for røggener, fordi lugten af den vej hurtigt suges ind i og fordeles i hele huset.

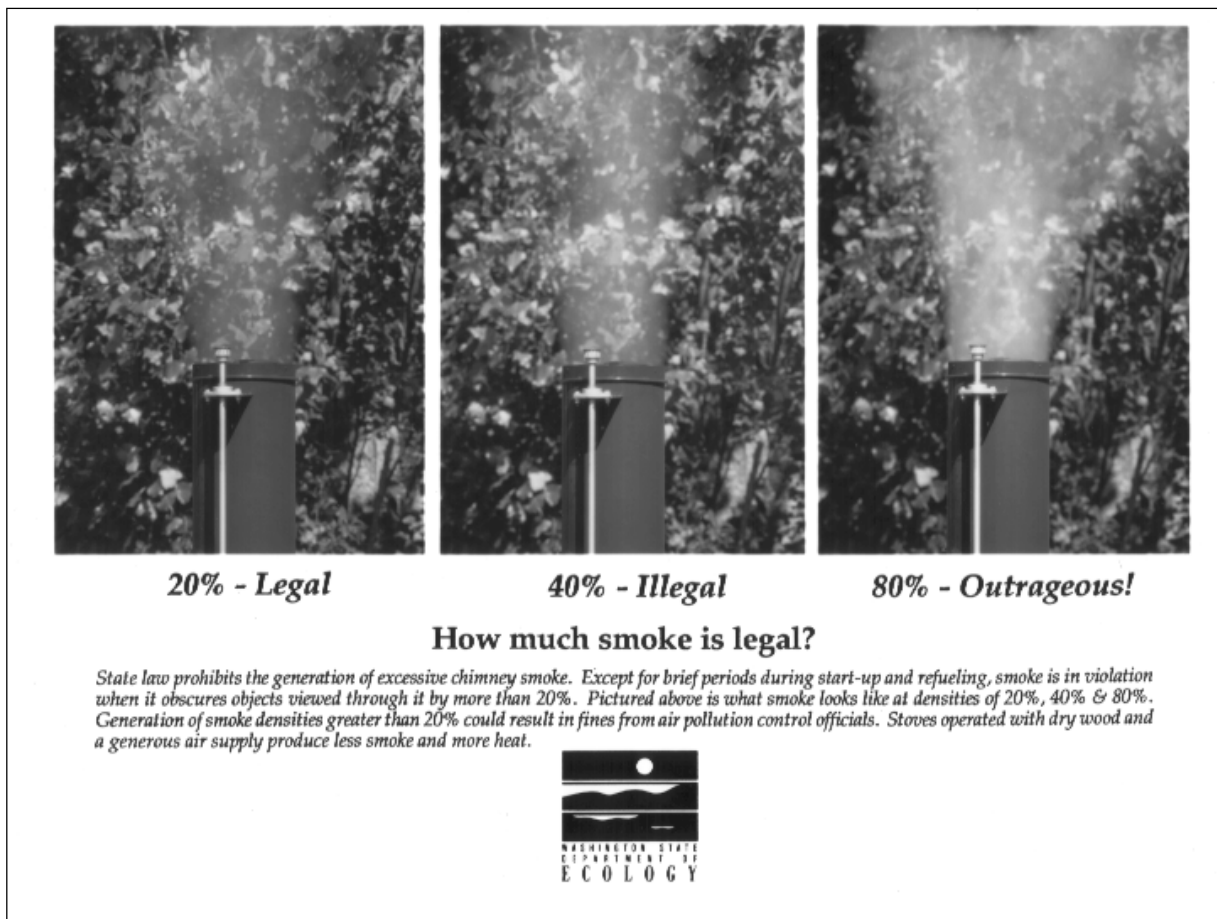
Hvis en brændeovn giver anledning til gener, prøver myndighederne først at få brugeren til at anvende den rigtigt, så generne undgås, og hvis det ikke hjælper, kan de forbyde fortsat anvendelse.

Nogle lokale miljømyndigheder har regler, der begrænser, hvor hyppigt og hvor længe man må bruge sin brændeovn. Det kan være en begrænsning til, at den kun må anvendes to gange pr. uge.

3.5.3 USA

Via Internettet er der fundet nedenstående regler og procedurer for anvendelse og håndhævelse af regler for brug af brændeovne i staten Washington i USA /28/.

Der er et generelt krav til luftforureningen fra brændeovne, idet det ikke er tilladt at udsætte naboer for røg fra brændefyring. Alle har ret til et indånde ren luft, og hvis røgen fra en brændeovn påvirker naboerne, betragtes det som en overtrædelse af reglerne, som udløser en håndhævelseshandling. Man skal derfor holde øje med, om ens skorsten ryger, for udsendelse af meget synlig røg er ikke bare nabouvenligt, det er også forbudt. Ifølge den statslige regulering /28/ må røgen fra brændeovne ikke overstige 20% opacitet (som vist i Figur 11) i mere end 6 sammenhængende minutter. Overskridelse af kravet kan medføre bøder.



Figur 11. Regler for tilladelig sværtning af røg fra brændeovne i Washington /33/

Der er også en anvisning til borgerne for håndtering af gener fra brændeovne, med opfordring til først at tale med brændeovneejeren, og hvis det ikke løser problemet, kan der indsendes en klage på en særlig formular, hvortil der hører en klagevejledning. Myndighederne følger klager op med at sende forskelligt informationsmateriale om reglerne for brug af brændeovne, vejledning i korrekt brug og oplysninger om brændeovnsrøgens sundhedsskadelige virkninger.

Brændeovneejeren skal skriftligt svare på klagen og oplyse om, hvad han vil gøre for at løse problemet. Hvis det ikke hjælper, kan klageren rekvirere et tilsyn, og hvis det konstateres, at brændeovneejeren overtræder reglerne, vil myndighederne sørge for at bringe forholdene i orden.

Ved forhøjet luftforurening i byområder, kan der indføres et midlertidigt forbud mod anvendelsen af brændeovne. I første niveau af forbudet må brændefyrede anlæg, der ikke er EPA-certificerede, ikke anvendes, og ved en forværrelse af luftforureningsniveauet kan andet trin indføres, hvor ingen anlæg må benyttes. Huse, der udelukkende opvarmes med brændefyrede anlæg, er dog undtaget fra forbudet.

3.6 Diskussion

Generelt ser de udenlandske regler for skorstenshøjder ikke ud til at være afgørende forskellige fra de danske regler og anvisninger. Der er generelt tale om anvisninger med minimumshøjder og afstande, hvor der også skal foretages nogle vurderinger, for at fastlægge skorstenshøjden. Der er ikke

kendskab til, hvordan de udenlandske regler fortolkes og administreres i praksis, men der kan ikke være nogen tvivl om, at den administrative praksis er helt afgørende for hvilke skorstenshøjder og placeringer, der tillades.

Det svenske krav om 1 m over tagryg er tiltalende, for det har formentlig den effekt, at flere skorstene bliver placeret i området omkring tagryggen, hvor der opnås de bedste spredningsforhold.

Det amerikanske princip om retten til ren luft, og forpligtigelsen til at brænde rent i brændeovnen uden at genere omgivelserne er meget tiltalende. Sammen med kravet til røgens sværtning, gør det det formentlig også nemmere for myndighederne at vurdere og håndtere klager over røggener, fordi der nemt kan laves en relativ objektiv vurdering af røgens udseende.

Et tilsvarende regelsæt kunne overvejes i Danmark, hvor fælles retningslinjer og vurderingsmetoder for håndtering af klagesager kunne bidrage til hurtigere og bedre løsninger. Sådanne regler ville kunne anvendes både i forhold til gener forårsaget af dårlige skorstene, dårlig placering og forkert fyring.

4 Skorstenstræk

Dårlige skorstene medvirker til en dårligere forbrænding, som vides at forårsage en større emission af partikler og uforbrændte gasser, som bidrager til den lokale partikelforurening. Effekten kan dog ikke adskilles fra andre årsager til dårlig forbrænding, som overordnet er for store og for dårlige brændeovne/kedler, kvaliteten af brændet og ikke mindst folks fyringsvaner. Nedregulering af lufttilførslen for at få brændet til at holde længere giver en dårligere forbrænding, og dermed en væsentlig forøgelse af emissionen af både partikler, lugt og uforbrændte gasser.

For brugeren kan dårlige trækforhold i skorstene, der medfører dårlig forbrændingsforhold, ofte give problemer i form af vanskeligheder med at tænde op, røg i stuen og vanskeligheder med at fyre ordentligt. For naboerne kan det afhængigt af de lokale forhold og afstand til naboerne, og give anledning til røggener. Er der kun tale om lidt for dårlige trækforhold, kan brugerens problemer være små, så han har lært at leve med det, mens der kan være tale om væsentlige røggener for naboerne.

Der er også en gruppe skorstene, som er høje nok til at levere et tilstrækkeligt skorstenstræk, men hvor der er røggener, fordi skorstenens højde og/eller placering er uhensigtsmæssig i forhold til naboer, så røgen ikke spredes ordentligt.

Den sidste gruppe er de skorstene, der reelt er gode nok, fordi de er både høje nok og fornuftigt placeret i forhold til naboerne, men hvor andre årsager, f.eks. dårlige fyringsvaner, giver en dårlig forbrænding med forøget emission af partikler, lugt m.m., samt en lav røgtemperatur så røgen endnu nemmere falder ned og giver gener i de nære omgivelser. Hvis årsagen til den dårlige forbrænding er en stor gammel brændeovn, så vil udskiftning til en ny og mindre brændeovn ofte kunne løse problemet, fordi de kan brænde mere effektivt ved en lavere varmeydelse. Hvis årsagen er fejlbetjening og/eller decideret forkert fyringsteknik, kan instruktion ofte hjælpe, men i nogle tilfælde kan det være en meget stor pædagogisk opgave at lære en "gammel fyrmester" nye fyringsvaner. Denne type problemer vil ikke blive yderligere behandlet i denne rapport, da det ikke er relateret til skorstensforholdene.

Årsagen til dårlig skorstenstræk er ofte for lav eller utæt skorsten, men det kan også være undertryk i huset p.g.a. et kørende ventilationsanlæg eller emhætte, eller at huset simpelthen er for tæt, så der ikke kommer luft nok ind til forbrændingen. Problemerne giver sig primært udslag i problemer for ejeren og kan også medføre gener for naboer, p.g.a. dårlig forbrænding og lav skorsten.

I dette kapitel redegøres for forholdene, der har betydning for skorstenstrækket og dimensioneringen af skorstenens højde.

4.1 Nødvendig skorstenshøjde

Den nødvendige skorstenshøjde afhænger ikke kun af brændeovnen og skorstenens fysiske udformning og isolering, men i høj grad også af røggastemperaturen, og dermed af ovnen/kedlen og den anvendte fyringsteknik, hvor optændingen er en væsentlig del. Under optændingen varmes skorstenen op, og hvis der skrues for hurtigt ned for forbrændingsluften, så bliver skorstenens driftstemperatur lavere, og skorstenstrækket blive mindre.

Selv en god skorsten kan fungere dårligt, hvis den bruges forkert. Tilsvarende kan en dårlig skorsten fungere bedre, hvis den bruges rigtigt.

4.2 Teoretisk skorstenstræk

Der ses flere steder i litteraturen, at skorstenstrækket normalt vil ligge på 3 – 5 Pa pr. meter skorsten. Med en skorsten på 5 m er det samlede skorstenstræk på 15 – 25 Pa, hvilket er relativt lidt i forhold til de kræfter, der påvirker bygningen. Vindens tryk eller sugningen på en bygning kan i mange tilfælde være større end skorstenstrækket. Vindretning, terrænforhold, træer og åbne vinduer kan derfor forrykke trækforholdene markant.

Ved fyring med fast brændsel skal skorstenen ikke alene suge røgen ud af ildstedet, den skal også suge forbrændingsluften ind i ildstedet gennem luftspjældet. Brændeovne og brændekedler kræver derfor normalt højere skorstene end oliefyrede kedler, der typisk er forsynet med blæser, som sørger for tilførsel af forbrændingsluft. Nyere brændeovne kræver normalt også mere skorstenstræk og dermed højere skorsten, fordi de har systemer til at forvarme forbrændingsluften, hvilke giver bedre forbrænding og holder ruderne rene, men det giver også en større modstand, som skorstenstrækket skal overvinde. Desuden er de mere energieffektive, hvorved røggassen afkøles bedre, og det giver lavere røggastemperatur, og dermed mindre skorstenstræk. Mange brændeovnsejere har derfor først fået problemer med skorstenstrækket, da den gamle brændeovn blev skiftet en ud med ny.

En del nyere brændekedler har røggasblæser indbygget, og de har mindre krav til skorstenstrækket, svarende til oliefyrede kedler. Det betyder, at man ikke behøver en så høj skorsten som til en brændekedler uden blæser, og overholdelse af bygningsreglementets anvisninger for skorstenshøjde vil normalt være tilstrækkeligt.

Uanset skorstenens højde er der en række forhold, der er afgørende for dens virkning og det opnåede skorstenstræk. Det er dels forhold omkring konstruktionen af skorstenen, tæthed, isolering, bøjninger m.v., dels fyringen i brændeovnen og dels trykforholdene i begge ender af skorstenen. Der kan derfor være mange forskellige ting, der kan forårsage dårligt skorstenstræk, og gener for både ejeren og naboer. Det kan være vanskeligt at identificere en enkelt ting som værende hovedårsagen til en dårlig skorsten, og dermed med sikkerhed kunne anviser den rigtige løsning til afhjælpning af problemer.

Ifølge Miljøstyrelsens skorstensfejerundersøgelse har 6% for lave skorstene, og på landsplan er det i størrelsesordenen 30.000 skorstene. I undersøgelsen defineres en for lav skorsten som værende en skorsten, der ikke er høj nok til at give det nødvendige træk til, at brændeovnen eller brændekedlen kan fungere tilfredsstillende. Bygningsreglementets funktionskrav om at

”skorstene skal have en sådan udformning, lysningsareal og højde, at der bliver tilfredsstillende trækforhold og røgafkast”/1/, samt at ”røgafkastet ikke giver lugt- og sundhedsmæssige gener” er altså ikke overholdt for et meget stort antal skorstene. Det må her forudsættes, at der tændes op og fyres korrekt i brændeovnen, således at skorstenen hurtigt varmes op, og der bibeholdes en rimelig høj temperatur i skorstenen, så det optimale skorstenstræk opnås.

Problemer med for lille skorstenstræk kan normalt løses ved at forhøje skorstenen, men højden er ikke altid den eneste årsag til problemet. Skorstene der har en tilstrækkelig teoretisk højde, kan også have trækproblemer, f.eks. hvis der ved optænding og drift ikke opnås tilstrækkelig høj temperatur i skorstenen, hvis den udmunder i en overtrykszone, eller hvis den er udsat for vindnedslag. Modsat kan der også være skorstene, der egentlig er for lave til at give ordentlig træk, som ikke giver de store problemer, heller ikke for naboer, fordi brugeren har lært at fyre så kraftigt, at den høje temperatur i skorstenen kompenserer for den lidt for lave højde. Brugen af brændeovnen kan også være reduceret, så den erfaringsmæssigt ikke anvendes ved visse vindretninger eller specielle vejrforhold.

4.2.1 Trykforhold inde i huse

Trykforholdene inde i huset kan være meget afgørende for skorstenens funktion, fordi skorstenstrækket er meget svagt, og der skal ikke meget til at påvirke det. Bygningsreglementet angiver da også direkte, at ”til rum med centralvarmekedel, brændeovn, pejs eller andet ildsted skal der være tilstrækkelig tilførsel af luft til forbrændingen.”/1/.

Der er identificeret fire årsager til trykforhold inde i huse, som kan forårsage dårligt skorstenstræk:

1. I ældre huse vil der normalt være rigelig lufttilførsel til en brændeovn, via utætheder omkring vinduer og døre, men nye og renoverede huse med nye vinduer kan være så tætte, at lufttilførslen er alt for lille. Det betyder, at skorstenstrækket også skal suge luften ind i huset, og det er de færreste skorstene høje nok til at kunne gøre, og resultatet er dårligt skorstenstræk.
2. I alle slags huse kan der forekomme problemer med undertryk, hvis der kører en emhætte eller en anden udsugning i huset uden ekstra tilførsel af luft, f.eks. via et åbent vindue. Skorstenstrækket skal konkurrere med udsugningen om luften, og her vil den mekaniske udsugning næsten altid være den stærkeste.
3. I blæsevejr kan der også forekomme problemer. Hvis lufttilførslen primært er i husets læside, vil det undertryk, som vinden danner, forplante sig ind i huset, og derved skal skorstenstrækket også overvinde dette undertryk for at få luft nok til forbrændingen.
4. Huse kan også have en intern skorstensvirkning. Varm luft er lettere end kold luft, og derfor vil den varme luft naturligt bevæge sig opad. Det sker også inde i et hus, hvor temperaturen normalt er højest under loftet og lavere ved gulvet. Luftbevægelsen giver også en trykforskel, med lavere tryk nederst i huset i forhold til øverst, svarende til forholdene i en skorsten. Da der næsten altid er utætheder i huse, hvor

luften kan trænge ud, så vil der være en naturlig ventilation på den måde. Det er naturligvis mest udtalt i huse med flere etager, hvor effekten kan give et pænt undertryk i kælderen i forhold til 1. sal. Hvis man i sådan et hus har en udvendig og dårligt isoleret skorsten, og en brændeovn i kælderen eller i stueetagen, kan husets skorstensvirkning være større end skorstenstrækket, så man får trukket kold udeluft ned igennem skorstenen. Det kan medføre store vanskeligheder med at få tændt op i brændeovnen og varmet skorstenen op, så den leverer det nødvendige skorstenstræk.

Hvis problemet forsvinder, når man åbner et vindue, har man identificeret problemet til at være undertryk forårsaget af et af punkterne 1 til 3. Er problemet i blæsevejr, skal vinduet, der åbnes, være i vindsiden og ikke i læsiden. Den permanente løsningen er at etablere ventilationsåbninger (eller åbne de ventilationsåbninger der findes i mange nyere vinduer). Er problemet kun, eller størst, i blæsevejr, er det i vindsiden, der skal være åbne ventilationsåbninger.

Problemet med intern skorstensvirkning i punkt 4 er formentlig ikke særlig udbredt i Danmark, da de fleste villaer i flere etager har skorstenen placeret i midten af huset. Afhjælpningen er primært isolering af skorstenen, ekstra lang optænding så skorstenen varmes hurtigt op samt reduktion af den interne skorstensvirkning ved tætning af utætheder. Tilførsel af frisk luft udefra direkte til forbrændingen vil også være effektivt.

4.2.2 Utætheder i skorstene

Utætheder i skorstene kan også være ødelæggende for skorstenstrækket, fordi noget af det går til at trække falsk luft ind i skorstenen, som afkøler røgen, hvilket medfører mindre skorstenstræk.

Stålskorstene er sjældent utætte, men kan være det, f.eks. på grund af tæring. Murede skorstene og elementskorsten kan nemmere være utætte, specielt jo ældre de er. Der kan f.eks. være revner i murværket eller utætte samler i foringen, og endelig kan der være utætheder omkring renselømmen. Renselømmen er typisk en støbt lem i en indmuret ramme, og de er sjældent helt lige og tætte. Der kan også være utætheder ved den indmurede ramme. I Tyskland er der krav til renselømmen, hvor der skal være en indre prop med pakning, der spændes fast, og en ydre lem med lås.

4.2.3 Skorstenens placering og isolering

Skorstenens placering og isolering har som nævnt tidligere stor betydning for dens funktion, fordi funktionen afhænger af en hurtigt opvarmning til en høj driftstemperatur, og dermed er skorstenens starttemperatur og varmetab vigtig for funktionen.

Indvendige skorstene er generelt bedre end udvendige med samme højde, fordi de har stuetemperatur på alle sider, hvor udvendige skorstene har udetemperatur på ydersiderne, og afkølingen er derfor større. Indvendige skorstene giver derfor generelt et bedre skorstenstræk, fordi de hurtigere bliver varme. Optændingen i brændeovnen sker derfor normalt hurtigere og nemmere.

I ældre huse er skorstenen stort set altid placeret i midten af huset, hvilket også giver den bedste varmeudnyttelse, både fra brændeovnen og skorstenen. I lidt nyere huse (fra efter 60'erne) med murede skorstene ses de tit placeret udenpå huset, hvilket formentlig er sket ud fra arkitektoniske overvejelser om, hvor pejsen eller brændeovnen bedst placeres i stuen, og at skorstenen ikke optager plads inde i huset. Der ses også huse med lav rejsning, der har en pejs med en ganske kort skorsten, fordi den er placeret på siden af huset. Selvom skorstenen udmunder over tagryggen, er skorstenen ofte ikke lang nok til at give det nødvendige træk til pejsen. Det kan derfor være meget svært eller næsten umuligt at anvende pejsen uden at få røg ud i stuen. Monteres en pejseindsats eller tilsluttes en brændeovn, vil forholdene normalt blive forværret, fordi der grundlæggende er alt for lidt træk i den korte skorsten, og både pejseindsats og brændeovne kræver større skorstenstræk end en pejs. Montering af en isolerende kerne og en forhøjelse af skorstenen kan normalt afhjælpe problemet.

Hensynet til bedst udnyttelse af varmen fra brændeovnen/pejsten har ikke altid været prioriteret særlig højt, formentlig fordi man i mange år har betragtet brændeovne og pejse som hyggeting uden egentligt opvarmningsformål. Selvom det har ændret sig i takt med de stigende energipriser, så mange i dag bruger brændeovnen som en væsentlig, eller den primære opvarmningskilde, så har placeringen i nye huse ikke altid fulgt med denne udvikling. I dag bygges mange huse helt uden skorsten, og ønsker man senere en brændeovn, kan man bare eftermontere en stålskorsten lige der, hvor man ønsker den placeret i stuen.

Placeringen af brændeovnen i stuen sker ofte efter møbleringen af stuen, så selvom man har en muret skorsten, så etablerer nogle alligevel en stålskorsten, fordi de ønsker brændeovnen placeret et andet sted i stuen.

Mulighederne for at forbedre forholdene for skorstenen begrænser sig til at begrænse varmetabet ved isætning af foring i murede skorstene, eller etablere en velisoleret stålskorsten indvendigt i huset, og helst så den udmunder tæt på og over tagryggen.

4.3 Skorstenstrækkets drivkraft

Skorstenen er brændeovnens motor, der driver forbrændingen, men tingene hænger sammen, for det er grundlæggende varmen fra røgen, der driver skorstenen. Jo varmere røgen er, jo bedre fungerer skorstenen, og jo bedre skorstenen er isoleret, jo bedre holder den på røgens varme, og jo hurtigere varmes den op ved optændingen

Skorstenstrækket frembringes af vægtfyldforskellen mellem den varme røggassøjle i skorstenen og den tilsvarende koldere luftsøjle udenfor skorstenen/huset, og vægtfylden afhænger direkte af temperaturen. Røgen bliver på denne måde suget op igennem skorstenen. Røgens vægtfylde er altid større end luftens ved samme temperatur, fordi røgen indeholder CO_2 , som har en større vægtfylde end luft.

Normalt indeholder røg fra træfyring kun betydende mængder af CO_2 og vanddamp, ud over indholdet af N_2 og O_2 .

Luftart		Vægtfylde
Kemisk betegnelse	Navn	kg/normal m ³
-	Luft	1,293
N ₂	Kvælstof	1,251
O ₂	ilt	1,429
CO ₂	Kuldioxid	1,977
H ₂ O	Vanddamp	0,804

Tabel 1. Massefylde for luft og de betydende luftarter der indgår i brændeovnsrøg /8/

Af tabellen fremgår, at større indhold af kuldioxid i røgen giver betydelig større vægtfylde, mens vanddamp har den modsatte virkning, men med forholdsvis lidt mindre effekt. Da røg altid indeholder mere kuldioxid end vanddamp, er røg altid lidt tungere end luft ved samme temperatur, hvilket ses i den følgende tabel.

Temperatur	Massefylde kg/m ³	
	Luft	Brænderøg
°C		
- 20	1,39	-
- 10	1,34	-
0	1,29	1,3
10	1,24	1,26
20	1,20	1,21
30	1,16	1,17
50	-	1,1
100	-	0,95
150	-	0,84
200	-	0,75

Tabel 2. Massefylden for luft og brænderøg ved forskellige temperaturer /8/

Røggassens massefylde er lidt større end for luft ved samme temperatur. Da massefyldforskellen er den eneste drivkraft til skorstenstrækket, er en høj røggastemperatur af afgørende betydning for, at røgens massefylde er mindre i forhold til udeluftens massefylde, og dermed for det opnåelige skorstenstræk. Det er også forklaringen på, at det kan være meget vanskeligt at få gang i en kold skorsten, med stillestående luft, som måske ligefrem bevæger sig i den forkerte retning, så det trækker ud gennem brændeovnen, når den åbnes.

Suget i skorstenen øges med stigende temperaturforskelle mellem røggassen og udeluften. Undertrykket øges også (indenfor visse grænser) med højden på skorstenen. Afkølingen i skorstenen af den relativt lille mængde røggas med lav hastighed bevirker, at højden på skorstenen har en negativ effekt på røggassens temperatur. Ved en bestemt højde vil den effekt være større end den positive effekt af skorstenshøjden. En velisoleret skorsten er derfor væsentlig for, at afkølingen og dermed den negative effekt bliver så lille som mulig. Derfor er en skorsten placeret inde i huset langt bedre end en udvendig skorsten, fordi varmetabet er mindre.

Man kan sige, at skorstenstræk ikke er noget, man har i sin skorsten, det er noget man skaber ved optændingen, når skorstenen varmes op. For at få et godt skorstenstræk, skal man derfor sørge for en ordentlig optænding og opvarmning af skorstenen, samt at holde en høj temperatur på røggassen efter ovnen. På den måde kan en god skorsten fungere dårligt, hvis den bruges forkert, og en dårlig skorsten kan fungere godt, hvis den bruges rigtigt.

Vinden har også en effekt på skorstenstrækket, som både kan være positivt og negativt. Er vinden lidt opadgående, der hvor skorstenen er placeret, f.eks. på vindsiden af et tag med høj rejsning, hvor vinden bøjes opad, så kan vinden trække røgen ud ad skorstenen (ejektorvirkning). Er skorstenen placeret i læsiden, hvor vinden laver et undertryk, kan blæsten også give bedre træk, med mindre vinden giver nedslag i skorstenen. Flere typer skorstenschætter hævdes at kunne omsætte vindens energi til skorstenstræk, men det er uvist, om de reelt har den virkning. Til gengæld er det sikkert, at de ofte anvendte hatte på skorstenstoppene, der forhindrer, at det regner ned i skorstenen, giver øget modstand og dermed reducerer skorstenstrækket. Effekten vil være aftagende ved stigende vindhastighed.

4.3.1 Måling af skorstenstrækket

Skorstenstrækket kan godt måles med en fintfølede trykmåler, for der er tale om meget lave tryk. Det er dog nødvendigt også at måle røgens temperatur, fordi skorstenstrækket direkte afhænger af temperaturen.

Målingen kan ikke udføres korrekt, uden at bore et hul i brændeovnen, hvor målingen kan foretages, uden at forstyrre forbrændingen. Skorstenstrækket bør måles i niveau med det nederste luftindtag, f.eks. i askeskuffen, hvor det kan gøres uden at forstyrre hverken forbrændingen eller betjeningen af ovnen. Røggastemperaturen måles ca. 0,5 meter fra skorstenstoppen. Hvis både skorstenstræk og temperatur er lave, så kan man øge skorstenstrækket ved at fyre kraftigere, med mere luft, så røggastemperaturen bliver større.

4.3.2 Beregning af skorstenstræk

Her vises en simpel metode til at beregne det teoretiske skorstenstræk i en simpel skorsten, baseret på formlerne i Varme stabi /10/. En langt mere detaljeret og kompleks beregning kan udføres efter CEN-standarden EN 13384-1 /38/.

Det teoretiske maksimale undertryk i en skorsten kan beregnes ved at multiplicere den effektive skorstenschøjde med forskellen i vægtfylde mellem røggassen i skorstenen og udeluften.

$$p_H = H \cdot (\rho_L - \rho_R) \cdot g$$

Hvor:

p_H er opdriften eller statisk træk (Pa)

H er skorstenens højde fra ildstedet til pibens top (m)

ρ_L er luftens massefylde i (kg/m^3)

ρ_R er røgens massefylde i (kg/m^3)

g er tyngdeaccelerationen = $9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$

En række faktorer som røgens friktionsmodstand i rør og enkeltmodstande som bøjninger reducerer trækket i skorstenen. Friktionsmodstanden er normalt meget lille og næsten betydningsløs for trækket, mens bøjninger kan have væsentlig betydning. Skorstenens effektive træk eller undertryk er differencen mellem opdriften (det statiske tryk p_H) og den samlede friktionsmodstand p_F .

$$P_z = p_H - p_F$$

Hvor:

P_z er skorstenens effektive træk (Pa)

p_H er opdriften eller statisk træk (Pa)

p_F er den samlede friktionsmodstanden (Pa)

for at skorstenen skal kunne fungere med en given brændeovn, skal skorstenens effektive træk p_z være større end modstanden Δp i brændeovnen.

Ved naturligt træk i en lige stålskorsten lodret op fra toppen af en brændeovn (uden bøjninger) er friktionsmodstanden p_F en meget lille størrelse, og den nødvendige minimumsskorstenshøjde H_{\min} kan tilnærmelsesvis beregnes efter formlen:

$$H_{\min} = \Delta p / ((273 \cdot ((\rho_{0L} / (273 + t_L)) - (\rho_{0R} / (273 + t_R)))) \cdot g)$$

ρ_{0L} er luftens massefylde ved 0 °C

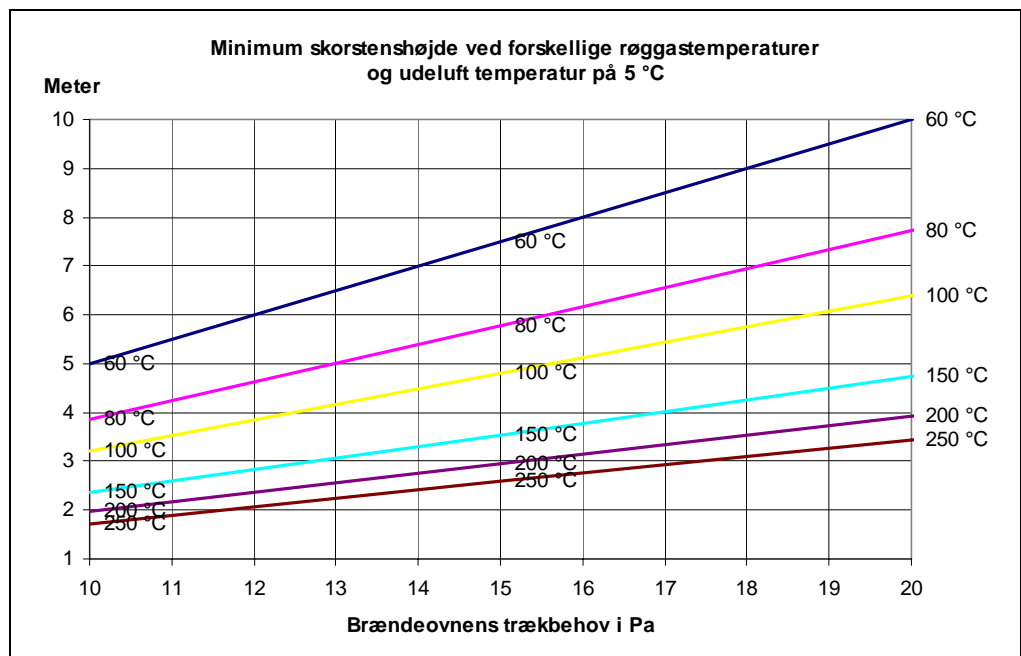
ρ_{0R} er røgens massefylde ved 0 °C

t_L er luftens temperatur ved skorstenstoppen

t_R er røgens middeltemperatur

Har skorstenen bøjninger og/eller vandrette rørstykker, kan friktionsmodstanden være væsentlig og bør indgå i en beregning eller vurdering af den nødvendige skorstenshøjde.

Ud fra formlen kan den nødvendige minimumsskorstenshøjde beregnes for en fast udetemperatur, forskellige røggastemperaturer og ovnens trækbehov, hvilket er vist i Figur 12 for en udetemperatur på 5 °C.



Figur 12. Minimumsskorstenshøjde som funktion af brændeovnens trækbehov ved forskellige røggastemperaturer og en udeluft temperatur på 5 °C.

Skorstenstrækket afhænger hovedsageligt af røggastemperaturen og udetemperaturen, samt skorstenshøjden. For at beregne en skorstenshøjde

skal man derfor have værdier for temperaturerne, og man skal kende brændeovns trækbehov.

Udeluftens temperatur er i beregningen sat til 5 °C, men den kunne også være 10 – 12 °C som en øvre grænse for den højeste udetemperatur, hvor brændeovnen forventes anvendt, hvilket ville give lidt højere minimums-skorstenshøjder.

4.3.3 Skorstenstemperatur

Røggassens temperatur kan ikke umiddelbart fastsættes for en given brændeovn og skorsten, fordi den afhænger af fyringsteknikken og skorstenens varmetab. I optændingsfasen skal skorstenen hurtigt varmes op, og hvis den fase er for kort, opnår skorstenen ikke så høj en temperatur, inden der skrues ned for forbrændingsluften.

En indvendig isoleret stålskorsten, der går lige op fra brændeovnen, har det mindste varmetab, specielt hvis det først stykke uisolerede rør er relativt kort. Det største varmetab er i udvendige murede skorstene uden isolerende kerne, hvor afkølingen kan medføre stærkt reduceret skorstenstræk, ligesom den kun langsom varmes op ved optændingen. God fyring og en stålskorsten kan nemt give over 200°C i skorstenen, mens den kan være betydelig lavere for murede skorstene. Målinger af middelrøggasttemperaturen på 8 huse over to fyringsperioder i Gundsømagle er vist i Tabel 3.

Hus	Røggasttemperatur		Udeluft	Skorstenstype
	Måling 1	Måling 2		
Nr.	°C	°C	°C	
4	39	49	0 og 1	Muret skorsten udvendig i gavl
6	44	43	10 og 7	Muret skorsten udvendig i gavl
1	38	38	1 og 7	Muret skorsten indvendig i gavl
7	85	66	14 og 14	Muret indvendig skorsten
8	102	73	14 og 14	Muret indvendig skorsten
2	119	54	-2 og 3	Indvendig stålskorsten lodret op
3	150	153	-2 og 3	Indvendig stålskorsten lodret op
5	216	202	10 og 7	Indvendig stålskorsten lodret op

Tabel 3. Røggasttemperaturer målt ca. ½ m ned i skorstenen på 8 huse i Gundsømagle

Da temperaturen varierer over måleperioden, vil der være en højere temperatur ved optændingen og påfyring, og en faldende temperatur efterhånden som gasforbrændingen ophører, og der kun er gløder tilbage.

Her ses tydeligt, at røggasttemperaturen er stærkt påvirket af skorstenstypen, og målingerne kan inddeles i tre grupper.

1. De laveste temperaturer omkring 40 – 50°C opnås i murede skorstene i ydermure, som har det største varmetab p.g.a. af afkølingen af de udvendige sider.
2. Den næste gruppe er indvendige murede skorsten, som har mindre varmetab, fordi alle overfladerne er inde i det varme hus. Her er røggasttemperaturen fra 66 – 102°C.
3. Den sidste gruppe er indvendige stålskorstene, som dels har lavt varmetab, fordi alle overfladerne er inde i det varme hus, og dels

opvarmes langt hurtigere end de murede skorstene. Her er røggasttemperaturen 150 – 216°C.

Det er et lidt begrænset statistisk materiale til at dokumentere, at indvendige stålskorstene altid giver de højeste røggasttemperaturer, men da det kan underbygges af viden om materialernes varmekapacitet og varmetab, så kan der ikke herske megen tvivl om, at det forholder sig sådan for de skorstenstyper, der indgår i målingerne.

På baggrund af disse målinger er det tydeligt, at man bør forholde sig til den temperatur, der reelt opnås i en given skorsten, når den nødvendige skorstenshøjde skal fastlægges. Det gælder specielt, når der er tale om eksisterende murede skorstene.

Det er også tydeligt, at de skorstenstemperaturer på 200 til 300 °C der måles ved DS og EN afprøvning af brændeovne, ofte ikke nås i praksis ude hos forbrugerne.

Mange problemer med dårligt skorstenstræk kunne skyldes forkert og/eller for kort optændingsperiode, hvor skorstenen aldrig når at blive så varm, at der kommer ordentligt træk i den. Hvis brændeovnen kun benyttes nogle timer i aftenperioden efter arbejdstid, så er skorstenen også altid kold, når der tændes op.

4.3.4 Brændeovnens trækbehov

Brændeovnens reelle minimumstrækbehov er ikke nemt at finde. Mange brændeovnsproducenter opgiver et trækbehov i Pa, men det er uklart, om det der opgives stammer fra DS afprøvningen af ovnen, eller om det er det mindste skorstenstræk, hvor ovnen kan fungere ordentligt under alle belastningsforhold.

Der findes heller ikke nogen standardiseret metode til at måle det nødvendige trækbehov til en brændeovn.

I brochurer og tekniske specifikationer for brændeovne opgiver forskellige producenter på forskellig måde noget om skorstenstræk, f.eks.:

- Afprøvet skorstenstræk i Pa: 12
- Anbefalet skorstenstræk på 15 Pa
- Skorstenstræk, Pa 15
- Pejseovnen kræver et minimumstræk på mindst 12 Pa
- Træk 12 Pa (14 – 15 Pa)
- Min. tryk i ildsted: - 12Pa og Min. røgtræk: - 15Pa
- Røggasdata: 6,5 g/sek., 245 °C ved 20 °C, 12 Pa

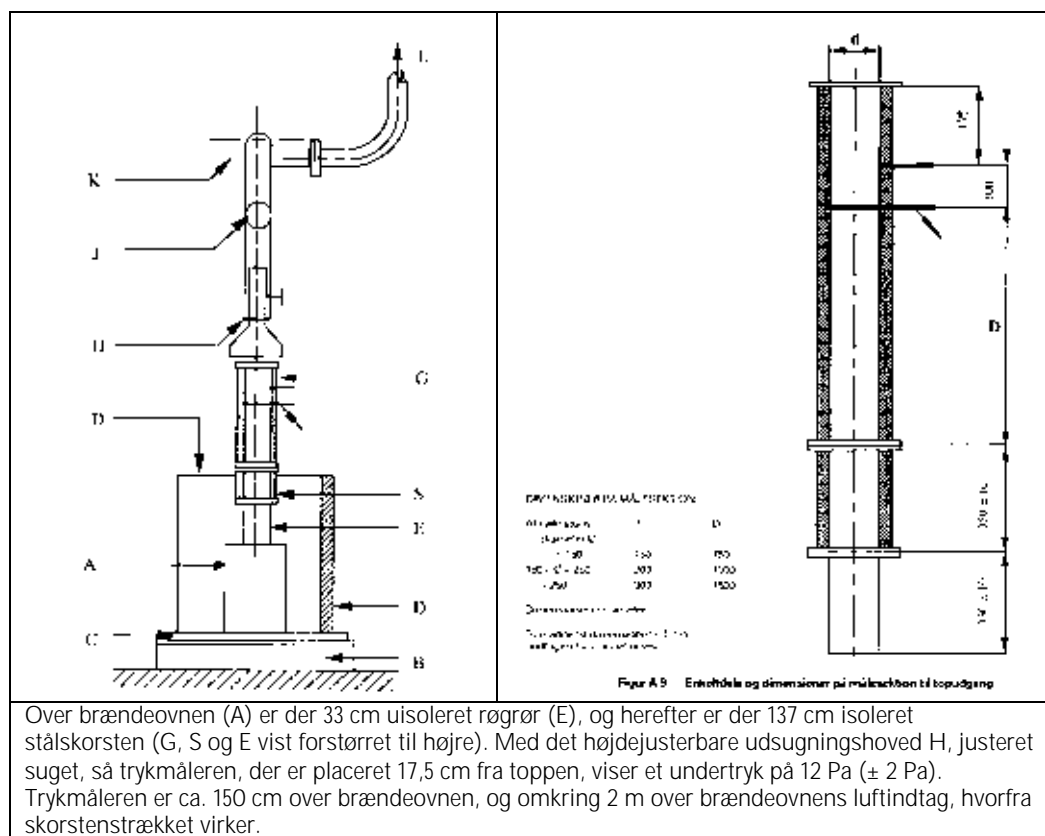
Dette kan tydeligt opfattes som det nødvendige skorstenstræk, men der er formentlig generelt tale om det skorstenstræk, ovnen er afprøvet ved. Ifølge standarden EN 13.240 skal der opgives en række data for prøvningsbetingelserne, og skorstenstrækket er en af dem, men ved afprøvningen måles undertrykket ca. 1,5 m oppe i den velisoleret stålskorsten, der anvendes ved afprøvningen. Det er således ikke det træk, der reelt er i brændeovnen under afprøvningen.

Teknisk afprøvning af brændeovne sker på en prøvestand med et fast skorstenstræk, som er defineret i standarden, se Figur 13. Det giver typisk en røggastemperatur på 200 – 300 °C, ved en temperatur omkring skorstenen på 20 °C. Så høj skorstenstemperatur kan der ifølge forrige afsnit normalt ikke forventes opnået ude hos forbrugerne.

Under afprøvningen skal skorstenstrækket holdes på 12 Pa undertryk, men da undertrykket er størst ved brændeovnens luftindtag, og nul ved skorstens top, så må undertrykket ved luftindtaget være noget lavere end 12 Pa undertryk.

Hvis røggassen er 250 °C, og afstanden mellem brændeovnens luftindtag og målestedet i skorsten er 1,8 m, kan trækket i det rørstykke beregnes til ca. 10 Pa (kan også tilnærmelsesvis aflæses på Figur 12, som dog er for en udetemperatur på 5 °C, hvor afprøvningen er ved 20 °C). Afprøvningen er derfor reelt sket ved et skorstenstræk på ca. 22 Pa, hvilket svarer til en skorsten på ca. 4,2 m fra brændeovnens luftindtag (eller ca. 4,5 m fra gulvet).

Under afprøvningen reguleres ovnens luftventiler til den optimale forbrænding, og de er normalt ikke helt åbne. De samme forbrændingsbetingelser kan derfor opnås ved et lavere skorstenstræk, ved at åbne luftventilerne mere.



Figur 13. Røgrør og skorsten ved afprøvning efter EN 13.240 /37/.

Hvis det skorstenstræk producenterne opgiver er fra DS afprøvningen, kan det ikke direkte bruges til dimensionering af skorstenen, og oplysningen er misvisende, hvis det direkte opgives at være trækbehovet. Hvis det oplyst trækbehov reelt er målt, eller en erfaringsmæssigt fastsat værdi, for den pågældende brændeovn, så bør det være suppleret med oplysninger om realistisk opnåelige røggastemperaturer i forskellige typer skorstene og afkølingsforhold.

Nogle steder opgives det teknisk korrekt som røggasdata (temperatur, tryk og røggasflow), selvom tallene reelt ikke kan anvendes til noget her i Danmark. I Tyskland bruges tallene (triplewerte) til dimensionering af skorstenen.

Flere brændeovnsproducenter giver på deres hjemmeside eller i brochurer anbefalinger for minimumsskorstenshøjde, f.eks.:

1. Nominelt træk: Ca. 15 Pa. Det svarer til en stålskorsten på mindst 3,5 m eller en betonelement skorsten på mindst 4,5 m.
2. En virksom skorstenshøjde på 3,5 til 4,5 m er normalt tilstrækkelig. Den virksomme højde måles fra ovnsens top til skorstenens top.
3. Skorstenen skal være min. 4 meter høj fra røgrørstilslutning for at få det optimale træk; men det afhænger meget af, hvilket træk den enkelte ovn kræver.
4. Kortest anbefalede skorstenslængde er 3,5 m. Vær opmærksom på, at røgrør med skarpe knæk og vandret føring reducerer trækket i skorstenen. Maksimal vandret røgrør er 1 m, forudsat at den lodrette skorstenslængde er mindst 5 m.

Baggrunden for de anbefalede minimumsskorstenshøjder kendes ikke, men formodes i høj grad at være baseret på praktisk erfaring. På baggrund af dette kunne man stille generelle krav til minimumsskorstenshøjden:

1. Mindst 3,5 m stålskorsten der går ret op fra brændeovnen, regnet fra brændeovnens top.
2. Mindst 4 eller 4,5 m element eller muret skorsten, regnet fra skorstenstilslutningen.

Det ville være operationelt, hvis der blev fastsat minimumshøjder for skorstene, som altid skulle overholdes, så de værste tilfælde med alt for lave skorstene blev forhindret.

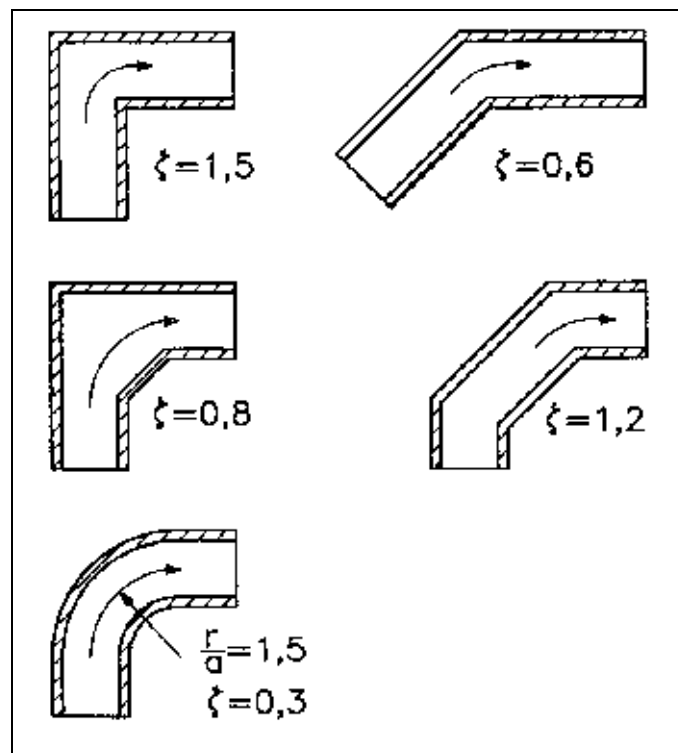
Det ville også være gavnligt for skorstenstrækket at begrænse afkølingen i røgrøret, ved at stille krav om en maksimal længde på det uisolerede røgrør i installationen, eventuelt i form af en procent del af skorstenens samlede højde (f.eks. 15 %, svarende til godt 0,6 m for en skorsten på 4 m).

4.3.5 Friktion og enkeltmodstande

Hvis røgrøret har bøjninger, vandrette rørstykker eller er en muret skorsten, der eventuel har kvadratisk røgrør, har friktionsmodstanden en væsentlig større betydning, så den nødvendige minimumsskorstenshøjde bliver noget højere. Der er så mange forhold, der kan have indflydelse på friktionsmodstanden, at det er vanskeligt at opstille en simpel model for beregning af minimumsskorstenshøjden. Det er dog gjort i de PC-programmer, der beregner skorstenen efter EN 13384 /41/.

Den ujævne overflade i en muret skorsten giver større friktionsmodstand end et stålør, og enkelt modstande som bøjninger og vandrette indførsler i murede skorsten giver betydelige modstande.

Eksempler på enkeltmodstande i forskellige typer rørbøjninger er vist i Figur 14.



Figur 14. Enkel tmodstande i røgrør /10/

Det ses tydeligt, at en skarp bøjning giver en modstand, der er 5 gange større end en blød bøjning. En vandret indføring af røggassen ind i en muret skorsten vil give en modstand i samme størrelse som en skarp bøjning, fordi røgen skal vende 90° inde i skorstenen. En skarp bøjning giver en friktionsmodstand i samme størrelsesorden som 5 – 6 m lige stålskorsten. Det er også en væsentlig grund til, at stålskorstene, der føres lige op fra toppen af brændeovnen, giver de bedste trækforhold.

Har man problemer med for lille skorstenstræk, og har man skarpe bøjninger på røgrøret, kan det give en mærkbar forbedring at udskifte dem til bløde bøjninger.

En skorsten med bøjninger skal være højere end en uden, fordi den også skal levere det ekstra skorstenstræk, der er nødvendigt for at overvinde friktionsmodstanden i bøjningerne. Det ville være et godt hjælpeværktøj med en liste over, hvor meget ekstra skorstenshøjde man skal have for forskellige kombinationer af skorstenstyper og bøjninger. Beregninger efter EN 13384-1 medregner effekten af alle bøjninger i en skorsten.

4.3.6 Indikatorer på et godt skorstenstræk

Når der fyres i private brændeovne, er det muligt selv at kontrollere, om skorstenstrækket fungerer hensigtsmæssigt. For det første skal der suges luft ind i brændeovnen, når den ikke anvendes, og lågen åbnes. Kan f.eks. testes med røgen fra en cigaret eller flammen på et stearinlys. Under optændingen skal ilden udvikle sig hurtigt, brænde klart og opnå en høj temperatur i løbet af kort tid. Endelig bør der ikke slippe røg ud i rummet, når lågen åbnes (når der kun er gløder tilbage) for påfyldning af mere brænde. Luftpjældenes

nødvendige åbning for at opnå tilstrækkelig luft til forbrændingen indikerer også trækets størrelse. Jo mindre luftspjældene skal være åbne, for at der suges luft nok ind til at give en god forbrænding, jo bedre er skorstenstrækket.

4.3.7 Diskussion

Minimumskorstenshøjden kan beregnes, hvis man kender de nødvendige data for trækbehov og skorstenstemperatur, men da man ikke umiddelbart kan få oplyst brændeovns trækbehov, og man heller ikke kender den røggas-temperatur, man vil opnå med en eventuel eksisterende muret skorsten, og da temperaturen også afhænger af fyringsteknikken, er det ikke nemt at beregne den rigtige minimumskorstenshøjde.

Ved fastsættelse af faste minimumsværdier for trækbehov og opnåelig skorstenstemperatur for forskellige skorstenstyper, kunne man beregne en minimumsskorstenshøjde, som ville sikre det nødvendige skorstenstræk, under de fleste forhold, bare man fyrer ordentligt. Det kunne suppleres med en liste over, hvor meget ekstra skorstenshøjde man skal have, for forskellige kombinationer af skorstenstyper og bøjninger. Det er dog en forudsætning, at andre forhold som lufttilførsel og skorstenens højde i forhold til vindnedslag og husets over- og undertrykszoner er i orden og ikke bevirker et reduceret skorstenstræk.

Det er kompliceret at udføre beregning af skorstenshøjden med alle de nævnte data, men det kan relativt simpelt udføres med de programmer, der er udviklet til de meget detaljerede beregninger efter standarden EN 13384 /38/. Det program vi kender til, Aladin /41/, findes også på dansk, og kan relativt let implementeres i Danmark.

Der har ikke været ressourcer i dette projekt til at undersøge og afprøve programmet, men det menes at kunne være et godt værktøj til sikring af tilstrækkeligt skorstenstræk under de fleste forhold, og i nogen grad også forbedre afkastforholdene i forhold til naboerne. På den baggrund anbefales det at undersøge fordele og ulemper ved at anvende og eventuelt implementere EN 13384 med PC-program til dimensionering af skorstene i Danmark.

En beregning af skorstenen kan sikre ordentlige trækforhold i skorstenen, men det er ikke tilstrækkeligt til at sikre ordentlige spredningsforhold, så naboer ikke generes af røgen. Der bør derfor altid foretages konkrete vurderinger af, om en skorsten er placeret uhensigtsmæssigt og/eller er for lav i forhold til naboerne.

Det danske system med at en skorstensinstallation ikke kræver nogen forhåndsgodkendelse og først godkendes, når den er etableret, harmonerer egentlig ikke så godt med bygningsreglementets funktionskrav, fordi det ikke konsekvent håndhæves, at SBI-anvisningen skal følges.

Det ville være operationelt, hvis der blev fastsat minimumshøjder for skorstene, som altid skulle overholdes, så de værste tilfælde med alt for lave skorstene blev forhindret. Det kunne relativt nemt gøres for henholdsvis stålskorstene og murede skorstene, med simple tillæg i meter skorstenshøjde, for bøjninger, regnhætter og andre ting der kan reducere skorstenstrækket. Det skulle selvfølgelig suppleres med oplysninger om, at det kun er minimumshøjder, og at der i hvert tilfælde også skal tages hensyn til ovns trækbehov, placeringen på huset og røgens spredning i forhold til naboer.

4.4 Årsager til dårligt skorstenstræk

Som allerede nævnt flere steder, kan der være mange årsager til et dårligt skorstenstræk. Der kan også være tale om en kombination af flere årsager, og så får man måske ikke nogen væsentlig forbedring af skorstenstrækket, hvis man kun afhjælper én af årsagerne.

Følgende lister skal ses som en oversigt over mulige problemer og årsager til dårligt skorstenstræk, og ikke en komplet liste. Der er heller ikke nogen prioritering i rækkefølgen, men årsagerne er forsøgt grupperet.

Skorstensproblemer kan give sig udslag i følgende problemer:

1. Problemer med at få gang i skorstenen ved optænding.
2. Dårlig forbrænding selvom luftspjældene er helt åbne.
3. Der kommer røg ud i lokalet, når lågerne åbnes.
4. Glaslågerne er sodsværtede.
5. Ilden går ud.
6. Vindnedslag blæser røg tilbage gennem brændeovnen.
7. Naboerne klager over lugt og røggener.
8. Ovenstående problemer forekommer kun, eller er mest udtalt ved visse vindretninger og/eller vejrforhold.

De nævnte problemer kan også skyldes andet end skorstensproblemer, specielt dårlig fyringsteknik, der i høj grad kan give de samme problemer.

Problemer med at røgen falder ned til jorden og giver gener for naboer, kan også skyldes dårlige skorstene, hvis det medfører dårlig forbrænding og lav røggastemperatur. Det vil dog typisk være for lav og/eller uhensigtsmæssig placering af skorstenen, der er årsagen.

Årsagerne til skorstensproblemer, som i nogle tilfælde også medfører problemer med spredning af røgen, kan være:

1. Skorstenen er for kort.
2. For stor lysning i muret skorsten.
3. Røggastemperaturen er for lav.
4. Skorstenen har for ringe isolering.
5. Skorstenen er for kold ved optænding og drift.
6. En skorstenshætte hæmmer den frie opdrift.
7. Udetemperaturen er for høj.
8. Der er utætheder i skorsten, røgrør eller renselemme.
9. Der er andre ildsteder tilsluttet skorstenen, som forstyrrer skorstenstrækket, evt. ved at der kan suges luft ind via utætheder.
10. Røgrør og/eller skorsten har tykke belægninger eller er delvist tilstoppede og trænger til rensning.
11. Der er fremmedlegemer i skorstenen, f.eks. en fuglerede.
12. Huset er for tæt, så der ikke kommer luft nok til forbrændingen.
13. Ventilationsåbninger sidder i husets undertryksside, så undertrykket forplanter sig ind til brændeovnen.
14. En emhætte giver undertryk i huset (og ved brændeovnen).
15. Huset har et ventilationsanlæg, der giver undertryk i stedet for overtryk i lokalet.
16. Der er installeret en blæser til at suge den varme luft fra stuen ud i resten af huset, og den giver undertryk ved brændeovnen.
17. Lågen åbnes før, der kun er gløder tilbage.

18. Lågen er meget stor og åbnes for hurtigt.

Der er mange muligheder for forbedringer, som er mere eller mindre realistiske i en aktuel situation. Nogle er simple at indføre, mens andre kan være ganske dyre. Løsningen kan ofte være en kombination af flere tiltag, og det kan være vanskeligt at forudsige, hvad man skal gøre, for at problemet helt sikkert bliver løst.

1. Sørg for tilstrækkelig lufttilgang til rummet hvor brændeovnen står.
2. Sørg for at der ikke er undertryk i lokalet (emhætte/udsugning).
3. Sørg for at skorsten, røgrør, renselemme og alle samlinger er helt tætte.
4. Forhøj skorstenen.
5. Montér isolerende kerne i muret skorsten.
6. Installér stålskorsten lige op fra brændeovnen frem for muret skorsten, speciel ved skorstene i ydervægge.
7. Flyt udvendig stålskorsten ind i huset.
8. Flyt brændeovn ind til midten af huset og installér lige op stålskorsten.
9. Før stålskorsten over tagryg.
10. Udskift 90° bøjning til blød bøjning.
11. Ombyg bagudvendt skorstenstilslutning til topafgang med blød bøjning ind i skorsten.
12. Montér røgsuger.
13. Montér skorstenshætte mod vindnedslag, men det kan give mindre skorstenstræk.

Optændingen er meget vigtig for skorstenens funktion, fordi det er her, den bliver varmet op til driftstemperaturen, som giver det nødvendige skorstenstræk.

Endvidere er det vigtigt, at man fyrer korrekt, bl.a. altid sørger for, at brændet er ordentligt tørt, at brændestykkerne ikke er for tykke (gerne 5 – 8 cm), kun at lægge lidt brænde i ad gangen og skrue op for luften, så der er klare flammer, indtil der kun er gløder tilbage. Se i øvrigt Miljøstyrelsens kampagne for bedre fyringsteknik på hjemmesiden www.fyrfornuftigt.dk.

Den eller de rigtige forbedringsmuligheder i hvert enkelt tilfælde er vanskelig at forudsige, fordi der er så mange muligheder, og flere forskellige tiltag kan afhjælpe det samme problem

En række eksempler på forbedringer af skorstensforhold er vist i afsnit 6.2, i form af 8 cases om skorstensproblemer og forbedringer.

Et skema til registrering af skorstensproblemer til fri afbenyttelse er vedlagt som Bilag E.

5 Spredningsforhold for skorstene

Der er en række andre forhold, der har indflydelse på, om skorstenen har tilfredsstillende trækforhold og røgafkast, så det ikke giver lugt- og sundhedsmæssige gener for omgivelserne. Det er grundlæggende vindpåvirkningen, som afhænger af skorstenens højde og placering på tagfladen i forhold til husets størrelse og udformning, nærliggende bygninger og høje træer, og ikke mindst afstande til og højde af nabohuse.

Som udgangspunkt er det meget vanskeligt at beskrive vindpåvirkningen omkring bygninger, da selv små forskelle i bygningernes udformning kan have en væsentlig betydning for strømningsforholdene og dermed røgens spredning. Det er lidt nemmer at beskrive vindpåvirkningen i generelle termer og dermed give en forståelse for de mekanismer, der har betydning for vindpåvirkningen, og derved gøre det muligt at forstå og forudsige hvilke problemer en konkret skorsten kan forårsage.

En grundlægende forståelse for de meget komplicerede forhold omkring spredningen af røg omkring lave skorstene kan medvirke til:

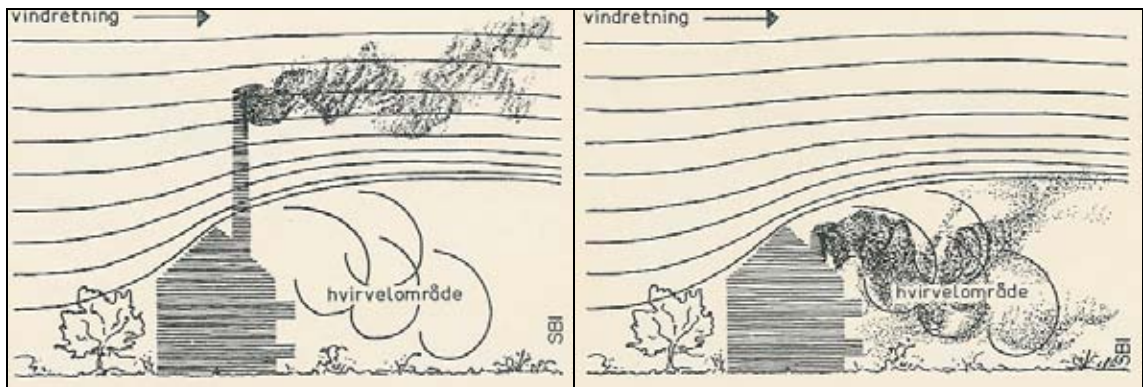
- at identificere årsager til dårlige skorstensforhold og derved bedre kunne anvise forbedringsmuligheder.
- at vurdere de potentielle røggener for naboerne, ud fra de konkrete fysiske forhold for hus og skorsten, og nabobygningernes orientering i forhold hertil.

I dette kapitel gives en generel introduktion til vindpåvirkninger omkring bygninger, samt røgspredning omkring fritliggende bygninger.

I Bilag G er der en grundigere gennemgang af røgspredningen omkring fritliggende bygninger. Spredningsforholdene fra huse med forskellige taghældninger og skorstenshøjder illustreres ved at gengive udvalgte dele af undersøgelsen "Røgspredningen omkring fritliggende bygninger", baseret på forsøg i en vindtunnel af Civilingeniør Allan Bang Jensen fra dk-TEKNIK /11/.

5.1 Vindens strømningsforhold omkring bygninger

Strømningsforholdene omkring bygninger medfører ofte, at røgen fra lave skorstene spredes mod jordoverfladen, hvor det kan give anledning til gener. Når vinden blæser forbi en bygning, vil der på vindsiden dannes et overtryk, hvor vinden afbøjes udenom huset. Omkring huset og specielt på bagsiden (læsiden) vil der være hvirvlende luftbevægelser, og der vil være undertryk i forhold til barometertrykket. Forholdene er vist i Figur 15.



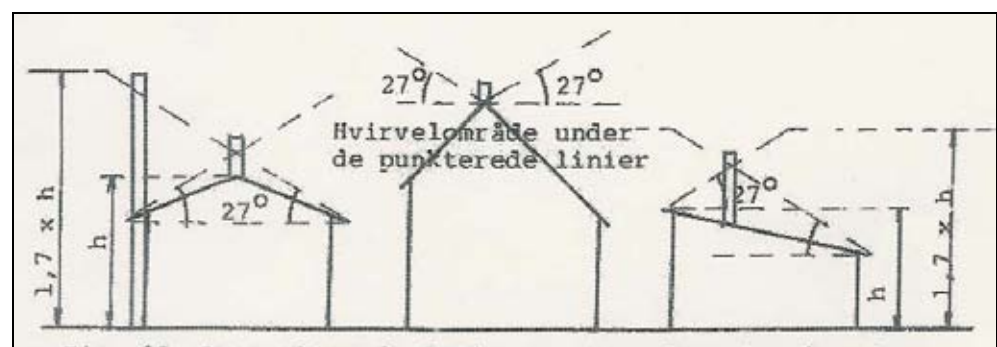
Figur 15: Vindens strømning omkring en bygning. Billedet til venstre viser, hvorledes en høj skorsten sender røgen ud i den rolige luftstrøm over bygningen, og røgfanen spredes frit i luften. I læsiden dannes et turbulensfelt, der suger røgfanen ned mod jorden, og røgfanen spredes langs jorden.

Vindtunnelforsøg /11/ har vist, at røgen fra en lav skorsten, der udmunder lige over tagfladen, hyppigt vil blive suget ned i dette hvirvelområde. Hvirvlerne vil føre røgen med sig ned mod jorden og ind mod husets tag og ydervægge, og røgfanen spredes langs jorden.

Anderledes forholder det sig med høje skorstene. Her udsendes røgen i en højde, hvor luftens bevægelse er jævn og uforstyrret. Det gælder om at gøre skorstenen så høj, at røgfanen bliver holdt fri af det hvirvelområde, der dannes i læ af de omkringliggende huse. Hermed opfylder skorstenen sine vigtigste formål at give træk til brændeovnen og sprede røgen, så den ikke giver gener i omgivelserne. Fri fortynding af røggassen kræver typisk en meget højere skorsten end den højde på 4 - 6 meter, der blot sikrer et tilstrækkeligt træk til brændeovnen.

Skorstene, der er placeret, så de påvirkes af bygningens turbulensfelt, medfører således meget nemt røg og lugtgener i de nære omgivelser.

Målinger og modelforsøg /8/ har vist, at afstrømningsvinkelen, d.v.s. den vinkel som hvirvelområdet udbreder sig med opad, er ca. 27° . På huse med taghældning på 27° vil hvirvelområdet derfor udbrede sig fra tagryggen med samme hældning som taget. På huse med mindre taghældning vil hvirvelområdet starte fra tagkanten med en vinkel på 27° , og på huse med større taghældning vil hvirvelområdet starte fra tagryggen. Det er illustreret i Figur 16, hvor det ses, at placeres skorstenen ved husets tagfod, så skal skorstenen være meget høj for at komme op over hvirvelområdet.

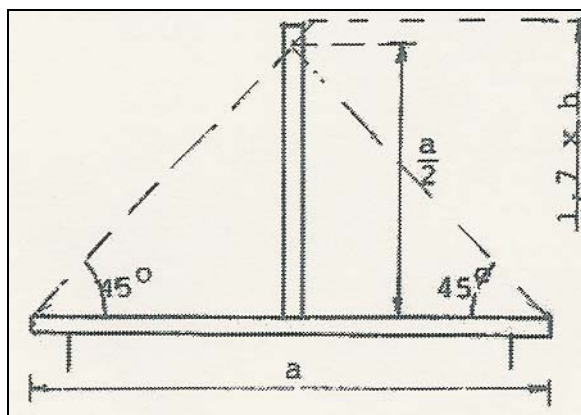


Figur 16. Skorstenen skal udmunde over de punkterede linier ved en vinkel på 27° , hvis bygningsnedsug skal undgås /16/.

Det ses tydeligt i Figur 16, at en skorsten placeret i tagrygningen på symmetriske bygninger vil resultere i det mindste krav til skorstenens højde

over taget, når påvirkningen fra bygningens turbulensfelt skal begrænses, og vinden kan komme fra begge sider. På huse med ensidig hældning eller asymmetriske tagflader er den bedste skorstensplacering der, hvor 27° linjerne fra begge tagkanter mødes.

På huse med fladt tag er den bedste placering af skorstenen midt på taget, hvor højden til 27° linjerne er mindst. Udbredelsen af hvirvelområdet på flade tage er dog lidt mere kompliceret, idet det i høj grad også afhænger af tagets udformning, så vinklen kan være større end 27° . Hvis taget har tagfremspring, forøges hvirvelområdet, så vinklen er nærmere 45° /9/, hvilket betyder, at en skorsten placeret midt på taget skal være en halv tagbredde høj for at komme over hvirvelzonen, som vist i Figur 17. Dette betyder, at for at undgå røgnedslag, skal skorstenen på huse med flade tage i mange tilfælde være højere, end hvis huset havde høj rejsning.



Figur 17. skorstenshøjde over fladt tag for at komme over hvirvelzonen /16/.

Den nødvendige skorstenshøjde for at komme over hvirvelzonen afhænger i høj grad af bygningens og tagets udformning og skorstenens placering på tagfladen. Hvis skorstenen ikke placeres det optimale sted på tagfladen, skal den have en højde på flere meter over tagryggen, hvis røgen skal gå helt fri af bygningens turbulensområde og spredes frit i omgivelserne.

5.1.1 Røgspredning og vinden

Når skorstenen er placeret, så er det vinden, der har den afgørende betydning for spredningen af røgen, som bevæger sig bort fra skorstenen med samme hastighed som vinden. Koncentrationen af røg er størst i luften lige ved skorstenen og aftager udefter i røgfanen, efterhånden som røgen bliver mere og mere spredt.

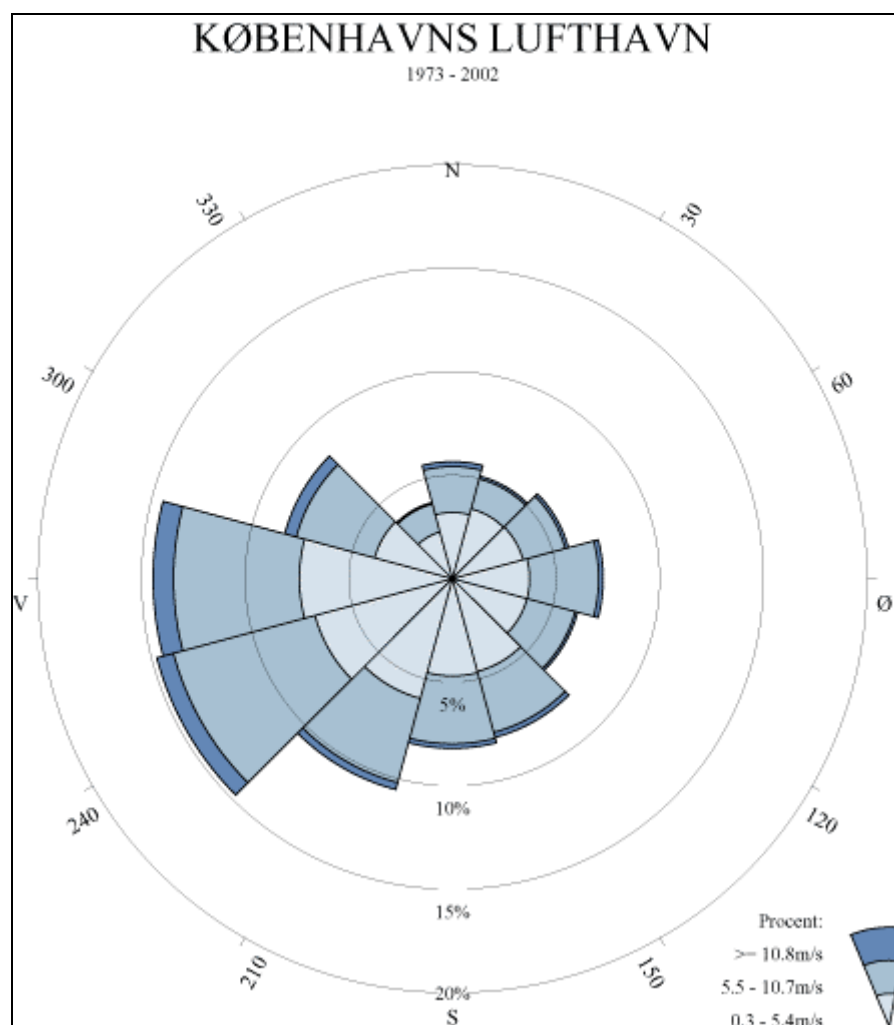
Røgens fortynding afhænger af vindhastigheden, idet kraftig vind giver den bedste fortynding, fordi mængden af luft, der pr. tidsenhed passerer skorsten og fortynder røgen, er direkte proportional med vindhastigheden. Kraftigere vind giver dog også mere turbulens og et større bygningsnedslug, så røgfanen nemmere føres ned mod jorden.

Udover vindhastigheden har også vindretningen betydning for spredningsforholdene. Den største effekt af turbulensen i bygningens læside ses, når vinden rammer huset med en vinkel på mellem 45° og 75° . Blæser vinden på langs af en bygning med rejsning, vil forholdene nærme sig et fladt tag, fordi vinden blæser ind på gavlen og møder en kant som på et hus med fladt tag. Kanten er dog skrå ned til begge sider, så forholdene er mere komplicerede.

Der vil dog være tale om et turbulensområde, som rækker højere op, end hvis vinden går vinkelret ind på den skrå tagflade.

Det er velkendt, at en skorsten placeret i en bygnings vindside kan have et dårligt træk på grund af det overtryk, der skabes, når vinden rammer en bygning. Dette fænomen er særlig udtalt for lave skorstene, der udmunder under tagryggen.

Som det ses af vindrosen herunder, er den fremherskende vindretning i Danmark vest/sydvest. Dermed vil en skorsten placeret på den vestlige side af en bygning være mere udsat for vindovertryk, end en tilsvarende skorsten placeret i bygningens østside. Til gengæld vil en skorsten placeret på den østlige side (læsiden) være påvirket af bygningens turbulensfelt, og dermed risiko for vindnedslag.



Figur 18. Vindrose fra Københavns Lufthavn med vindfordelingen i perioden 1973-2002. Det er tydeligt, at den overvejende vindretning er vest/sydvest.

Det skal dog bemærkes, at den viste vindrose kun er et eksempel, fordi der lokalt kan optræde vindforhold med vindretninger, der adskiller sig meget fra den viste fordeling for Kastrup Lufthavn. Lokale topografiske forhold kan medføre ændret vindretningen, ligesom bebyggelser, specielt rækkehus og større boligblokke kan få vinden til lokalt at følge husenes orientering i længderetningen. Der er også årstidsvariationer, f.eks. vil der i kolde vintre typisk være en større hyppighed af vind fra øst/nordøst, som blæser kold luft

fra Sibirien, mens der i varme vinter hyppigere blæser varmere luft fra havene mod vest/sydvest.

5.1.2 Påvirkning fra andre bygninger og beplantning

Selv om skorstenen placeres og indrettes, så røgfanen ikke påvirkes af turbulens fra bygningen, kan der alligevel opstå røggener i de nære omgivelser. Dette kan f.eks. forekomme, hvis højden af omkringliggende bebyggelse er højere end den aktuelle skorsten. Den nødvendige afstand afhænger af højden på den omkringliggende bebyggelse. Normalt har en bygning indflydelse på spredningsforholdene i en zone, der svarer til 2 gange bygningshøjden /42/. Beplantninger kan både mindske og forværre røgnedslaget. Virkningen afhænger af beplantningens højde, afstand til bygningen og placering i forhold til vindretningen. Hække eller træer placeret i vindsiden kan mindske vindhastigheden ved husets væg. Således har vindtunnelforsøg /11/ med en halvgennemtrængelig vindspærring med en højde svarende til $\frac{1}{4}$ hushøjde og i en afstand af 4 hushøjder fra det relevante hus vist en gunstig virkning på turbulensfeltet. Højere træer placeret tættere på bygningen forværrer røgnedslaget. Dette gælder både i vind- og læsiden.

5.1.3 Skorstensnedsug

Når vindhastigheden er større end eller lig med røgens hastighed ud af skorstenen, vil røgen suges ned på skorstenens læside. I teorien kan man modvirke denne tendens ved at lade røgen strømme ud af skorstenen med stor hastighed, men i praksis er det ikke muligt ved netop brændeovne, hvor den indfyrede effekt og dermed tilgængelige røggasmængde er meget begrænset.

Udslipshastigheden i skorstenen fra almindelige brændeovne er typisk under 1 m/s, og denne lave udslipshastighed medfører, at de meget ofte har skorstensnedsug. En hyppigt anvendt "tommelfingerregel" siger, at røghastigheden divideret med vindhastigheden skal være større end 1,5 for helt at undgå skorstensnedsug. Hvis røghastigheden er 1 m/s, så skal vindhastigheden være mindre end 0,7 m/s, d.v.s. næsten vindstille, for at undgå skorstensnedsug.

Skorstensnedsuget er størst ved brede, firkantede skorstene, hvor hvirvelområdet bliver kraftigere end bag mindre runde stålskorstene. Sværtningen afhænger selvfølgelig også af forbrændingen, da dårlig forbrænding giver mere sod og dermed mere sværtning.



Figur 19. Eksempler på sodsværtning af skorstene

Kraftig sodsværtning på en skorsten kan derfor være tegn på dårlig forbrænding, men det kan også være en gammel skade, for sværtningen forsvinder ikke af sig selv.

5.2 Diskussion

Når vinden blæser forbi en bygning, vil der dels opstå overtryk på forsiden af huset, og dels undertryk på husets bagside. Desuden vil der i varierende grad opstå hvirvler omkring og specielt bag huset. Hvis skorstenen udmunder inden for hvirvelzonen, vil røgen nemt, af dette bygningsnedslag, blive trukket helt ned til jorden bag ved huset, og spredes langs med jorden.

Hvis skorstenen udmunder i overtrykszonen, vil det generelt reducere skorstenstrækket. Hvis den udmunder i undertrykszonen vil det i princippet give lidt bedre skorstenstræk, men der vil kunne forekomme vindnedslag, dvs. vindhvirvler som blæser ned i skorstenen og ødelægger skorstenstrækket.

Hvis bygningsnedslag skal undgås, skal skorstenen udmunde over hvirvelzonen, som også angivet i SBI-anvisningen. Den mest hensigtsmæssige skorstensplacering er i tagryggen, fordi det giver den bedste spredning af røgen. Jo længere væk fra tagryggen skorstenen placeres, jo højere skal den være, for at opnå den samme spredning af røgen, som ved placering i tagryggen. På huse med flade tage er den mest hensigtsmæssige placering midt på taget. Flade tage kan være problematiske og kræver ofte en højere skorsten, end hvis huset havde høj rejsning, hvis de samme spredningsforhold skal opnås.

Placeres skorstenen ved tagkanten, så skal skorstenen være betydeligt højere (flere meter) end tagryggen, hvis røgen skal gå fri af hvirvelzonen. Hverken bygningsreglementet eller SBI-anvisningen tager rigtig højde for dette, selvom det nævnes, at skorstenen bør udmunde over hvirvelzonen, så er der ingen anvisninger for størrelsen af hvirvelzonen.

Uover vindhastigheden har også vindretningen betydning for spredningsforholdene. Det største bygningsnedslag i bygningens læside ses, når vinden rammer huset med en vinkel på mellem 45 og 75°. Blæser vinden på langs af en bygning med rejsning, vil forholdene nærme sig et fladt tag, fordi vinden blæser ind på gavlen og møder en kant som på et hus med fladt tag. Er det den fremherskende vindretning, og er der naboer lige netop i den retning, er der forøget risiko for røggener.

Spredningsforholdene omkring lave bygninger er således meget komplicerede, men det er muligt at forudse, om en given placering af en skorsten giver en stor risiko for at genere naboer. Dog vil en aktuel gene være stærkt afhængig af fyringsteknik og -vane, ligesom naboens vaner med udluftning og åbne vinduer i fyringssæsonen er betydende for oplevelsen af røggene inde i huset.

Det ville være meget hensigtsmæssigt med et PC-beregningsværktøj, som kunne beregne genepotentialet ud fra oplysninger om skorstenens højde og placering i forhold til naboernes huse (afstand, højde og retning). Forholdene er dog så komplicerede, at det nok ikke er realistisk. Det tidligere nævnte tyske PC-program til beregning af skorstene medregner afstand og størrelse af nabohuse, som anvist i standarden, men det er formentlig ikke nok til at sikre mod gener i alle situationer.

6 Skorstenserfaringer

Der er fra forskellige kilder indsamlet oplysninger og erfaringer med skorstene og emissioner fra brændeovne og brændekedler.

6.1 Brændeovnsforhandlere

Fem brændeovnsforhandlere er telefonisk blevet interviewet, med udgangspunkt i en række spørgsmål. Alle forhandlerne har positivt indvilget i at deltage, og de har alle været meget oplysende. Svar og hovedpunkter er samlet i et skema for hver forhandler, og alle svarene er efterfølgende samlet i et skema, med alle fem svar efter hvert spørgsmål. Dette er vedlagt som Bilag F. Et overordnet resume af interviewene og for de enkelte spørgsmål gives i det følgende.

Flere af de oplysninger og påstande forhandlerne kom med under samtalerne, er ikke medtaget, fordi der var tale om lidt usaglige personlige holdninger og meninger. Et par nævnes dog, dels fordi det blev nævnt af flere af forhandlerne, og dels fordi der kan være nogen sandhed i påstanden, selvom det ikke er dokumenteret.

- Forhandlerne er presset af den indbyrdes priskonkurrencen, og her kan prisen på skorstenen være meget væsentlig. F.eks. er prisen for en skorsten anbragt ved tagfoden meget afhængig af, hvilken højde over taget man regner med, og den forhandler, der tilbyder den laveste skorsten, er (alt andet lige) den billigste. Her er påstanden, at der er nogle forhandlere, der altid tilbyder de laveste skorstene, selvom den burde være højere for at give ordentlig træk og spredningsforhold. Uanset om påstande er rigtig, så kan det medvirke til, at alle tilbyder en skorstenshøjde, der bliver lige lidt kortere, end man egentlig mener den burde være for at holde prisen så lav som mulig.
- Det hævdes også, at salget af brændeovne og skorstene til lave priser i byggemarkeder og andre stor-forretninger ikke altid følges af en kvalificeret rådgivning. De tilbyder ofte en standardskorsten med 2 m isoleret rør og 1,5 m uisolert rør, der som regel bliver kortet lidt af ved montagen. Det ses dog også, at brændeovnsforhandlere annoncerer med tilbud på en brændeovn, inklusiv en tilsvarende 3,25 m skorsten. Med en kvalificeret rådgivning om den nødvendige skorstenshøjde bør salget blive den rigtige og normalt længere skorsten.

Spm.: Hvordan dimensionerer I skorstenen til en brændeovn?

Forhandlerne har alle haft stor erfaring og viden om problemer med skorstene og sammenhængen med trækproblemer, når de er for lave. De søger alle at undgå for lave skorstene, for så klager kunden og vil have forholdene udbedret.

Udgangspunktet er generelt en mindste højde på 3 – 3,5 m, og reglen i det tidligere bygningsreglement, med mindst op til tagryg, og en højde over tag på 0,6 – 1 m, men det kan ikke altid opfyldes.

Der er specielt problemer med skorstene ved tagfoden, hvor kunderne ikke ønsker en skorsten op over tagryg, dels fordi det ser mærkeligt ud, og dels fordi prisen er højere. Kunden er sjældent lydhør overfor at flytte brændeovnen, så skorstenen går op tættere på tagryggen. Derfor bliver højden ofte et kompromis med en reelt for lav skorsten, der eventuelt forsynes med en røggassuger eller en aspirator².

Spm.: Har I nogen anbefalet mindste længde på skorstenen, regnet fra brændeovnen?

Generelt mindst 3 – 3,5 m, men to af forhandlerne ser på de konkrete forhold og vurderer ud fra det.

Spm.: Får alle brændeovne samme skorsten og højde over taget?

Alle forhandlere er opmærksomme på, at nogle brændeovne skal have mere skorstenstræk, og det tages der hensyn til. F.eks. ved at anbefale en anden brændeovn, hvis skorstenen ikke kan blive høj nok.

Spm.: Anbefalinger ved anvendelse af eksisterende muret skorsten (f.eks. isoleret foring, topafgang og ikke bagudgang fra brændeovn).

Alle vurderer den eksisterende skorsten og oplyser om fordel og ulemper ved at anvende den. Isolerende kerne anbefales generelt, hvor der ikke er nogen.

Alle anbefaler topafgang med blød bøjning ind i skorstenen.

Spm.: Hvordan rådgiver/anbefaler i kunderne om valg af brændeovnens størrelse/effekt?

1 kW opvarmer 10 – 20 m² (dårligt – godt isoleret hus)

Alle er opmærksomme på, at ovnen ikke skal være for stor. Ser i varierende grad på størrelsen af det opvarmede areal, hidtidige energiforbrug og forventede fyringsvaner (fyring hele dagen eller kun aften).

En nævner, at det med størrelsen ikke helt gælder for sommerhuse, hvor man ønsker en meget hurtig opvarmning, når man kommer derop om vinteren, og det kan være ødelæggende for en lille ovn.

Spm.: Har I haft reklamationer over brændeovne, der f.eks. giver røg i stuen, og hvordan håndteres de?

Alle har haft reklamationer og spørgsmål om problemer af denne slags, og de ser på de almindelige årsager og anbefaler forbedringer. I nogle tilfælde er den eneste løsning at forhøjes skorstenen eller montere en røgsuger. I nogle tilfælde hjælper montage af en aspirator. Instruktion i korrekt optænding og ændrede fyringsvaner hjælper i mange tilfælde.

Spm.: Hvad mener du, er de væsentligste årsager til lugtgener fra brændeovne?

Alle giver dårlig fyring og for vådt brænde som den væsentligste årsag til lugtgener for naboer.

² En aspirator er nærmest en kugle formet af skrå lameller, som vinden får til at rotere, og det skulle give ekstra sug i skorstenen, samtidigt med at lamellerne vil hindre både vindstød og regn i at trænge ned i skorstenen.

Spm.: Forslag/ønsker til nye regler for skorstenshøjde:
(Kun 3 ud af 5 forhandlere har fået dette spørgsmål)

Alle ønsker nogen stramning, så reglerne kunne blive nemmere at bruge, d.v.s. at alle ville komme frem til den samme skorstenshøjde, for så kan man bedre konkurrere på den reelle pris.

En forhandler ser gerne reglerne i det tidligere bygningsreglement genindført (at skorstenen skal være over en linie fra 0,8 m over tagryg og ned til tagfoden i højde med tagryggen), mens en anden bestemt ikke ønsker dette. Det vil give mange grimme skorstene, som ikke i alle tilfælde behøver at være så høje, og der mistes kunder. Foreslår som en mellemløsning, at skorstene altid skal være højere end det øverste vindue i huset, samt i andre huse indenfor en rimelig afstand, f.eks. 10 – 15 m. En ser gerne, at brændeovnsproducenterne opgiver en minimumshøjde for skorstenen.

6.2 Skorstensfejererfaringer

Konkrete erfaringer med dårlige skorstene med for lille skorstenstræk og forbedringsmuligheder er samlet i dette afsnit.

Skorstensfejerne bliver ofte involveret, når der er problemer med brændeovnen, både når det er problemer med selve installationen, og når der er tale om nabogener og klager og røgen. Mange problemer kan løses med instruktion i bedre fyringsteknik, som dels kan få skorstenen til at fungere bedre, fordi bedre optænding og fyring giver højere temperatur i skorstenen, og dels giver bedre forbrænding, som medfører mindre lugt, og dermed færre gener.

Der er dog en del skorstene, både nye og gamle, som ikke kan fungere ordentligt, selvom fyringsteknikken er helt i orden, og her må der foretages fysiske ændringer for at forbedre skorstenstrækket. Problemet ses både med nye skorstene, som bare er for korte, og med genbrugte murede skorstene, hvor der tilsluttes en ny brændeovn. Sidstnævnte skyldes ofte de mere effektive nye brændeovne, som dels kræver et større skorstenstræk for at suge forbrændingsluften gennem ovnen, og dels at røgtemperaturen er lavere, fordi den afkøles mere end i den gamle brændeovn. Der kan også være store problemer ved installation af en indsats i en åben pejls, hvor skorstenen ofte ikke er særlig høj.

Årsagen til for lille skorstenstræk er altid for lave skorstene, bortset fra de tilfælde, hvor det skyldes utætheder, f.eks. ved renselemmen. Der er andre forhold, som kan forringe skorstenstrækket, men de kan alle løses ved at forhøje skorstenen. F.eks.:

- Hvis skorstenen udmunder under tagryggen i overtryksområdet på husets vindside, så er løsningen at forhøje skorstenen (eller monterer røgsuger).
- Hvis skorstenen er udsat for vindnedslag, fordi den er placeret under tagrygge på husets læside, så er den bedste løsning at forhøje skorstenen (eller montere en skorstenshætte, men den kan også reducere skorstenstrækket).

Nyere brændeovne kræver som tidligere nævnt generelt et større skorstenstræk end ældre, p.g.a. den større modstand i ovnen.

I det følgende gives en række konkrete eksempler på dårlige skorstene, hvor skorstensfejeren har bistået med at finde årsagen og anvise muligheder for afhjælpning. Skemaet i Bilag E er anvendt og udfyldt, men kun essensen fra skemaerne gengives for at lette overskueligheden.

Skema nr. 1

Problem: Dårligt træk i skorstenen. Røg i stuen, når der fyres på. Der er alt for meget sod i skorstenen.

Vurdering og løsning: For lille skorstenstræk, p.g.a. for lav skorsten i forhold til ovnens trækbehov på 12 Pa.

Højere skorsten efter producentens anvisninger, så der er eftermonteret 0,75 m skorsten.

Sodmængden i skorstenen blev reduceret til ca. 1/3. Husejeren har efterfølgende sagt, at forbrændingen er væsentligt bedre, da ovnen nu får det fornødne skorstenstræk.

Brændeovn: Morsøe 5045. 12 Pa trækbehov.

Skorsten: Stålskorsten ca. 5 m lige op. Uisoleret: 1,30 m og isoleret: 3,75 m. Udmunder ca. 1 m over tag.



Figur 20. Eksempel 1: Skorsten forhøjet med 0,75 m

Fyringsforhold: Hovedsagelig tørt gran og fyr som er kløvet i passende størrelse til ovnen (d.v.s. Ø 5 – 6 cm). Opbevares i brændeskur.

Bemærkninger:

Før skorstenen blev forhøjet har udmundingen været langt fra SBI-anvisningens 1 m over tag.

Skema nr. 2

Problem: Dårligt træk i skorstenen. Der kommer aske og røg ud, når fyrlågen åbnes.

Vurdering og løsning: Skorstenslængden er ikke afpasset efter brændeovnens modstand. Skorstenen laves længere, eller røgsuger monteres.

Brændeovn: Euro Flame A/S.



Figur 21. Eksempel 2: Skorsten bør forhøjes, eller røgsuger monteres

Skorsten: Stålskorsten 3,75 m lige op. Uisoleret: 1,25 m og isoleret: 2,50 m. Udmunder 30 – 40 cm over rygning.

Fyringsforhold: Blandede træsorter som er tørre og kløvet i passende små størrelser. Opbevaret under tag.

Skema nr. 3

Problem: Dårligt træk i skorstenen.

Indbygningsovn monteret i åben pejs med kun 2 m skorsten. Modstanden i ovnen er så stor, at selv når røgvendepladen tages ud, er der ikke træk nok i skorstenen til, at ilden kunne brænde – den gik simpelthen ud.

Da ovnen først for nylig er taget i brug, er der ikke sod i skorstenen!

Vurdering og løsning: Skorstenen er for lav i forhold til ovnens modstand.

Der blev monteret en Exhausto røgsuger af typen RSV 00941.

Husejeren siger, at havde han på forhånd vidst, at udgifterne totalt ville løbe op i 30.000 kr., før ovnen virkede, havde han valgt en anden løsning!

Ovnen virker perfekt, når røgsugeren kører, d.v.s. der er hverken sod eller røggener nu.

Brændeovn: Ny Meteor Jupiter 550.

Skorsten: 15x23 skalmuret elementskorsten 2 m med 2 x 45° bøjninger. Indbygningsovn monteret i åben pejs. Udmunder i niveau med tagryg.



Figur 22. Eksempel 3: Røgsuger monteret

Fyringsforhold: Hovedsagelig tørt gran og fyr, som er kløvet i passende størrelse (max Ø 5 – 6 cm). Opbevares under tag.

Skema nr. 4

Problem: Dårligt træk i skorstenen, røg i stuen når lågen åbnes, og røgen falder ned til jorden bag huset. Der er begrænset glanssod i skorstenen. Brugeren er opmærksom på, om røgen generer naboerne.

Vurdering og løsning: Brændediameteren er for stor i forhold til den indfyrede mængde og ovn, og skorstenen opfylder ikke producentens minimumshøjde. Brændet kløves, så det passer til ovnen, og skorstenen skal forlænges. Efter samtale d. 16. november 2006 kløves brændet til passende stykker (max Ø 5 – 6 cm).

Brændeovn: Focus 1 fra 2006. 8 KW, 15 Pa.



Figur 23. Eksempel 4: Skorsten anbefales forhøjet

Skorsten: Lige op stålskorsten Ø 15. Isoleret 2 m og uisolereet 80 cm.

Fyringsforhold: Gran, kløvet Ø 10 og opefter, der opbevares under tag i brændeskur.

Skema nr. 5

Problem: Dårligt træk i skorstenen, røg i stuen når lågen åbnes, og røgen falder ned til jorden bag huset. Brugeren er opmærksom på, om røgen generer naboerne.

Vurdering og løsning: Skorsten og brændeovn er ikke dimensionerede driftsmæssigt korrekt til hinanden. Isokern monteres i eksisterende skorsten, og skorstenen forhøjes med 2 m isoleret stålskorsten. Derefter er der ingen røggener i stuen ved påfyring, og ovnen både brænder og varmer væsentligt bedre. Røgen fra skorstenen er nu næsten usynlig. Husejerens kommentar: "Havde vi kunnet læse os til dette, da vi købte ovnen, havde vi fået det monteret samtidig."

Brændeovn: ABC pejseindsats 12. Ca. 5 år gammel. 15 Pa trækbehov.



Figur 24. Eksempel 5: Isokern isat skorsten som er forlænget med 2 m stål skorsten

Skorsten: 1,70 m muret med 2 x 45° bøjninger, isokern isat. Skorsten forlænget med 2 m isoleret stålskorsten. Total højde på skorsten 3,70 m. Udmunder ca. ½ m over tagryg.

Fyringsforhold: Forskellige træsorter, vellagrede (tørre), kløvet i passende diameter i forhold til ovnen (max 5 – 6 cm). Tænder op med fine optændingspinde, som antændes med avispapir.

Skema nr. 6

Problem: Dårligt træk i skorstenen, røg i stuen når lågen åbnes, og røgen falder ned til jorden bag huset. Der er problemer med røg i stuen, hver gang der skal fyres.

Der er på nuværende tidspunkt monteret 0,5 m ekstra skorsten, end det oprindeligt var tænkt.

Vurdering og løsning: For dårligt skorstenstræk, p.g.a. af for lav skorsten. Løsningen er, at skorstenen skal op over tagryggen efter Morsøes anvisninger, som på deres hjemmeside lyder: 4 m stålskorsten, som samtidig skal kunne række 80 cm over tagryggen. Eller montering af røgsuger.

Brændeovn: Morsøe 1440. 11 Pa trækbehov.



Figur 25. Eksempel 6: 0,5 m ekstra skorsten er monteret, men er ikke nok. Røgsuger anbefales

Skorsten: Stålskorsten lige op. Uisoleret 1,25 m og isoleret 2 m, i alt 3,25 m. Udmunder under tagryg.

Fyringsforhold: Hovedsagelig tørt gran og fyr der er kløvet, så det passer til ovnen (max 5 - 6 cm). Opbevares i brændeskur. Optændes med små brændestykker og aviser/sprittabletter.

Ovnen bruges i perioder ikke p.g.a. overtryk på vindsiden af huset, der hvor skorstenen er, og derved fyldes stuen med røg. Ved vindstille bruges ovnen, men rent driftsmæssigt virker den ikke optimalt, da skorstenstrækket ikke kan overvinde ovnens modstand 100%.

Bemærkninger: Et kortere uisoleret rør ville give lidt højere røggastemperatur og dermed lidt bedre skorstenstræk, men det ser ikke så elegant ud med en isoleret skorsten helt ned til brændeovnen.

Skema nr. 7

Problem: Dårligt træk i skorstenen, røg i stuen når lågen åbnes. Ovnen bliver ikke brugt, selvom den er helt ny, da der kommer aske og røg i stuen, hver gang man åbner indfyringslugen.

Vurdering og løsning: Alt for ringe skorstenstræk, p.g.a. uisoleret og for lav skorsten.

Montering af Ø15 cm isokern i eksisterende skorsten. Hvis dette ikke giver skorstenstræk nok, vil husejeren skære lidt af røgvendepladen og derved mindske modstanden i ovnen (han ikke vil bygge skorstenen højere eller have en røgsuger på toppen).

Skorstensfejeren er personligt imod, at man ændrer på modstanden i ovnen, da man derved også ændrer konstruktionen, så den kommer i uoverensstemmelse med DS-mærkningen – bl.a. afstandskrav til brændbart materiale!

Brændeovn: Varde Line 12 fra 2006. 3-7 kW, 14 Pa. Røggasdata: 5,4 g/s, 296°C ved 20 °C, 12 Pa.



Figur 26. Eksempel 7: Isokern monteret. Ejer overvejer også at afkorte røgvendepladen

Skorsten: 24x24 muret skorsten på 4,4 m. Røgafgang fra ovn går ind 85 cm over bunden. Udmunder cirka i samme niveau som tagryg.

Fyringsforhold: Han har endnu ikke købt brænde, da konen har modsat sig ibrugtagning, efter hans test med en sæk brænde fra den lokale tankstation.

Bemærkninger: En blød 90° bøjning ville forbedre skorstenstrækket, men det vil kræve, at tilslutningen i muren hæves, for en blød bøjning fylder mere end en skarp bøjning.

Skema nr. 8

Problem: Dårligt træk i skorstenen.

Vurdering og løsning: Årsagen er for lille skorstenstræk p.g.a. for lav skorsten. Løsning er højere skorsten eller røgsuger. Her valgte kunden en Exhausto røgsuger af typen RSV 00941, som blev monteret, før ovnen blev taget i brug, da ovnen ville være ubrugelig uden. Herefter virker ovnen stort set perfekt, når røgsugeren kører.

Brændeovn: Scan 51 fra 2006. Trækbehov 15 Pa. 2-8 kW.



Figur 27. Eksempel 8: For kort skorstene, som til lige er alt for lav i forhold til både tag og tagryg

Skorsten: Stålskorsten lige op gennem taget. Uisoleret 1,10 m og isoleret 2 m, i alt 3,1 m skorsten.



Figur 28. Eksempel 8: Røgsuger monteret på den alt for lave skorsten.

Fyringsforhold: Tænder op med små kløvede pinde og sprittabletter. Fyrer med blandet tørt gran og fyr med lidt stor diameter, der opbevares under tag.

Bemærkninger: Skorstenen opfylder stort set ikke funktionskravene i bygningsreglementet og ej heller SBI-anvisningen om skorstenshøjde, specielt dem om udmundning 1 m over tag og ikke under tagryg.

6.3 Skorstenserfaringer fra Gundsømagle

Otte af de huse, der indgik i målingerne i Gundsømagle i 2005, er blevet spurgt, om de har problemer med træk i deres skorsten. De fleste har ikke nogen umiddelbare problemer med skorstenstrækket, men lidt efter viser det sig, at de alligevel har lidt problemer, men kun sjældent og i helt specielle situationer. Det tolkes dog som værende helt normalt, at selv veldimensionerede skorstene kan give lidt problemer, specielt ved optændingen ved nogle vejrforhold, specielt i tåget og diset vejr, hvor det ofte er næsten vindstille.

To ud af de 8 har generelt problemer med skorstenstrækket. Hos den ene er årsagen sandsynligvis utætheder ved skorstenens udvendige renselam, og den anden er en kombination af dårlig fyringsteknik og en kold udvendige skorsten uden isolerende kerne.

Hus nr. 1: Ca. 4,5 m indvendig muret skorsten med isokern. Har ingen problemer med dårligt træk. Skorstenstemperatur målt til 90 – 130°C ved første måling og lidt lavere og jævnt faldende ved anden måling.

Hus nr. 2: Ca. 5 m fra gulv muret skorsten med isokern, placeret indvendigt i gavlen. Generelt godt træk, men har ind imellem problemer med tilbageslag, hvilket han selv mener at ske, når han giver ovnen for lidt luft. Har isokern i skorstenen. Har aldrig problemer ved optænding, hvor han altid giver luft nok.

Målingerne viser meget lav temperatur i skorstenen, 40 – 60°C, med en kortvarig top på 90°C ved optændingen.

- Hus nr. 3: Ca. 4,5 m muret skorsten uden isokern placeret indvendigt i gavlen. Har lidt problemer med optænding. Optænding med optændingsblokke og de tyndeste brændestykker. Det kan godt være nogen tid at tænde op, hvor det ligger og ulmer, og så kommer der lige pludseligt gang i ilden. Mens det ligger og ulmer, kan der godt sive røg og lugt ud i stuen. Problemerne har været værre i år (men det er også varmere i denne vinter). Skorstenstemperaturen målt til 30 – 55°C.
- Hus nr. 4: Ca. 4,5 m indvendig muret skorsten med isokern. Har generelt ingen problemer med træk, men har i sjældne tilfælde haft problemer med tilbageslag. Tænder op med pindebrænde. Brændeovn har topafgang, 1 meter op og 2 stk. 45° bøjninger ind i skorstenen. Skorstenstemperatur målt til 80 – 100°C og 80 – 120°C på de to måledage.
- Hus nr. 5: Ca. 3,5 m stålskorsten lige op. Fik ny skorsten for 1½ år siden, og der har aldrig været trækproblemer med den, selvom den vist nok er lidt kortere end den gamle. Med den gamle skorsten kunne det ind imellem godt være svært at få gang i skorstenen, specielt i tåget/diset vejr. Bruger flækkede brædder til optænding i en ældre stor brændeovn. Skorstenstemperaturen er kortvarigt målt til over 400°C under optændingen, men falder hurtigt og er nede på 100°C efter ca. 2½ time.
- Hus nr. 6: Ca. 3,5 m stålskorsten lige op. Har aldrig problemer med træk i skorstenen, som er 1,2 m over tag, og tæt på tagryg. Tænder op med pinde og optændingsblokke i 3-4 år gammel Jyde Pejs Royal Line 2. Skorstenstemperaturen kommer kortvarigt op på 300 – 400°C under optændingen, og falder jævnt til 100°C i løbet af ca. 4 timer.
- Hus nr. 7: Ca. 4,5 m (fra gulv) muret skorsten udvendigt på gavlen. Har normalt ingen trækproblemer, undtagen i diset/tåget vejr, hvor der kan være lidt problemer, men så åbnes terrassedøren på klem, og så kører det bare. Tænder op med optændingsblokke og pindebrænde. Kløver selv brændestykker til optænding.
- Hus nr. 8: Ca. 4,5 m (fra gulv) muret skorsten udvendigt i gavlen. Har generelt problemer med dårligt skorstenstræk. Nogen gange opgiver han at tænde op, for ilden går bare ud igen. Muligvis er renselemmen utæt - også i indmuringen. Hvis renselemmen er utæt, så vil problemerne være størst, når vinden fanges i gården mellem huset og garage, der forbindes med en mur, hvor skorstenen med renselemmen er starten på muren. Gården vender mod syd, så vinden fanges formentlig ved vindretninger fra omkring SØ til VSV, og det er et hyppigt forekommende vindretningsinterval. Under målingerne er skorstenstemperaturen

maksimalt kommet op på 85°C, men har ellers varieret mellem 30 og 50 - 60°C.

Alle husene har lav taghældning og er bygget i perioden fra før det nuværende bygningsreglement. Skorstenene lever generelt op til de tidligere krav om mindste 0,8 m over tag og ikke under tagryg. Alle skorstenene udmunder over tagryggen, men flere af dem mangler 0,1 - 0,3 m i at være 0,8 m over taget.

Det er bemærkelsesværdigt, at der generelt opnås relativt lave temperaturer i skorstenen, og at der langt fra opnås de temperaturer på 2 - 300°C, der typisk opnås ved afprøvningen efter DS/EN 13240. Det er også tydeligt, at de højeste temperaturer opnås i stålskorstenene, og de laveste ses i de udvendige murede skorstene, der er koldest ved opstart og har det største varmetab under drift.

Husene nr. 5 og 6 skiller sig ud fra de andre ved at komme op på meget høje temperaturer ved optændingen, hvilket næsten er for effektiv optænding, fordi temperaturen formentlig overskrider den temperatur, skorstenen er afprøvet og godkendt til. Det kunne tyde på en meget effektiv forbrænding med rigeligt luft, men det bibeholdes tilsyneladende ikke efterfølgende, for målingerne af PAH ligger omkring gennemsnittet.

6.4 Emission og spredning af lugt og PAH

Der er udført nogle simple orienterende spredningsberegninger med OML-modellen for emissionen af PAH og lugt fra fyring med træ i brændeovn/kedel fra et parcelhus, og resultaterne er sammenlignet med Miljøstyrelsens B-værdier.

Det er velkendt, at brændeovne til tider giver lugtgener, men der findes os bekendt ikke nogen målinger af lugtemissionen fra brændeovne, ud over nogle få målinger, som FORCE Technology har publiceret i Stads & Havningeniøren i december 2006 /15/. Målingerne af lugt blev udført på 2 huse i forbindelse med de målinger af emissioner, som FORCE Technology udførte fra brændeovne i Gundsømagle projekterne, som DMU har udført for Miljøstyrelsen /21/og /22/. Fra samme undersøgelser er de målte emissioner af PAH anvendt i OML-beregningerne.

OML-modellen er udviklet til beregning af store skorstene, og den er ikke god til at beregne koncentrationen tæt på kilden og i bygningens influensområde. Modellen regner med bygningseffekter indenfor 2 gange bygningshøjden, men indenfor denne afstand beregnes gennemsnitsværdier. Beregningsmæssigt ophører bygningseffekterne brat ved afstanden 2 gange bygningshøjden, men der er i realiteten stadig en effekt også i større afstande, men den aftager gradvis. Beregningen i afstanden 10 m og muligvis også 20 m er derfor meget usikre, ligesom de øvrige resultater også skal betragtes som vejledende beregninger, der illustrerer en mulig spredning af lugt fra en brændeovn.

DMU har i faglig rapport nr. 609: OML: Gennemgang af modelformuleringen /53/ også gennemgået modellens pålidelighed i forhold til bygningseffekter, og skiver (lettere redigeret):

OML har visse erkendte problemer med håndtering af bygninger. Som sagerne står, så må en bruger af OML acceptere temmelig store afvigelser

mellem modelforudsigelser og observationer for mange situationer med bygninger. I store afstande fra kilden er forudsigelserne rimelige, men tæt ved kilden kan der let være over- eller under-vurderinger på en faktor 2 eller mere. Problemet bunder i, at bygningseffekter er særdeles komplekse. Det er svært for en simpel model - som OML og mange andre modeller - at simulere dem korrekt. For en modelbruger ser tingene således ud, at hvis han ønsker forudsigelser tæt ved en bygning, så kan han vælge at bruge en simpel model ala OML, men han må i så fald være villig til at acceptere en begrænset nøjagtighed. /53/

6.4.1 OML-beregning for lugt

Der blev udtaget seks prøver til bestemmelse af lugtkoncentrationen under forskellige fyringsforhold på et brændefyr og en brændeovn. Resultaterne og fyringsforhold ses i følgende tabel.

Fyringsanlæg	Prøve Nr.	Fyringsforhold	Lugtemission LE/s	Gennemsnit LE/s	Spredningsfaktor m ³ /s
Ældre brændefyr	1	Brændepåfyldning	1.700	1.700	2.600
	2	Alm. forbrænding	580	460	700
	3	Alm. forbrænding	340		
Brændeovn 2 år gl.	1	Optænding	780	780	1.200
	2	Alm. forbrænding	70	130	200
	2	Alm. forbrænding	190		

Tabel 4. Målt emission af lugt fra brændefyr og brændeovn

Prøverne er udtaget under almindelig drift, hvor der ikke kunne registreres nogen speciel dårlig forbrænding eller høje emissioner. Det er tydeligt, at lugtemissionen fra den nye brændeovn er væsentlig mindre end fra det ældre brændefyr, hvilket sandsynligvis skyldes den bedre forbrænding, man generelt har i nyere brændeovne. Det er også tydeligt, at der er en væsentlig større lugtemission under optænding og brændepåfyldning, hvor forbrændingen forstyrres.

Til spredningsberegningerne er valgt en situation med et standardhus, og der er anvendt de fire lugtemissioner i kolonnen Gennemsnit i tabel 1. Standardhuset er sat til at være 4 meter højt, skorstenen er 4,5 m høj og røggasmængden er 15m³/h (svarende til 2 kg/h træ) ved en temperatur på 120°C. Beregningsresultaterne angives for et cirkulært receptornet, med spring på 10 m i afstanden til skorstenen.

Der anvendes normalt timemiddelværdier for emissionen i OML-beregninger, men for lugt anvendes 1-minutsværdier, fordi timemiddelværdier er en alt for lang midlingstid i forhold til vurdering af genevirkningen af lugt. DMU har undersøgt de koncentrationsfluktuationer, der som følge af de meteorologiske forhold forekommer i løbet af en time, og de har fundet, at de højeste 1-minutters værdier kan udtrykkes ved timemiddelværdien gange 7,75 (= kvadratroden af 60). Da OML-modellen kun kan regne med timemiddelværdier, løses problemet ved regneteknisk at gange lugtemissionen med 7,75. Dette er i overensstemmelse med Miljøstyrelsens anbefalinger for spredningsberegninger for lugt.

Resultatet af OML-beregningen er de maksimale 99% fraktiler, som er vist i Tabel 5. For industrivirksomheder må de maksimale 99% fraktiler ikke overskride Miljøstyrelsens grænseværdi (B-værdi), som for lugt i boligområder normalt fastsættes til 5 LE/m³. Det skal dog bemærkes, at luftvejledningen ikke er udarbejdet med henblik på private brændeovne og kedler, men kun for industrielle virksomheder og processer. De grå felter viser, hvor grænseværdien på 5 LE/m³ overholdes.

Kilde	Fyringsforhold	Afstand fra skorsten								
		10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	100 m
Brændefyr	Brændepåfyldning	245	96	60	43	33	26	22	18	13
	Alm. forbrænding	66	26	16	12	9	7	6	5	4
Brændeovn	Optænding	115	45	28	20	16	12	10	8	6
	Alm. forbrænding	19	7	5	3	3	2	2	1	1

Tabel 5. Resultater af spredningsberegning. Lugtkoncentrationsbidrag (LE/m³) som maksimale 99-percentiler

1 LE/m³ er defineret ved, at halvdelen af et testpanel kan registrere lugten, mens den anden halvdel ikke kan. Ved en lugtkoncentration på 5 LE/m³ vil alle med en almindelig lugtesans tydeligt kunne registrere lugten. Da der er tale om 99% fraktiler, så vil lugten i 1% af tiden (7 timer pr. måned) i den mest belastede måned kortvarigt være højere, mens den i en meget stor del af tiden vil være meget mindre.

Beregningerne viser væsentligt højere værdier end 5 LE/m³ helt ud til 80-90 m fra skorstenen, undtagen for den nyere brændeovn ved almindelig forbrænding, hvor der kun er overskridelse ud til ca. 30 m. Det anses for sandsynligt, at den nye brændeovn generelt ikke vil give anledning til gener i omgivelserne, fordi der sjældent vil være tale om kraftig og vedvarende lugt. Det forudsætter selvfølgelig, at brugeren altid anvender den rigtigt ved at sørge for en ordentlig forbrænding med tilstrækkelig lufttilførsel.

Generne er reelt nok mindre end beregningerne antyder, fordi man ikke opholder sig så meget udendørs i fyringssæsonen om vinteren. Lugten slår ikke umiddelbart igennem inde i husene, med mindre der er åbne vinduer eller ventilationsåbninger lige der, hvor røgfanen rammer.

I situationer med langt større emission af lugt under forhold med dårlig forbrænding, formodes lugtemissionen at kunne være mange gange større, og det vil også give en tilsvarende større lugtkoncentration i omgivelserne og medføre langt større gener for naboerne.

Der er ofte flere huse, der anvender brændeovne samtidigt i villakvarterer, og så kan der være områder, hvor lugten forstærkes, fordi der er bidrag fra flere huse. Det kan samlet give den baggrundslugt af brænderøg, som man kan opleve i mange villakvarterer. Da der er tale om lave kilder, hvor spredningen af røgfanen dækker et relativt smalt spor, og der kan være store variationer i udsendelsen af lugt, vil en konkret gene dog oftest kunne henføres til én bestemt skorsten.

Det skal også bemærkes, at variation på lugtbestemmelser er relativ stor, fordi bestemmelsen udføres med mennesker, og forskellige mennesker har forskellig lugtesans. Således er variationen på et resultat af en enkeltbestemmelse i dette tilfælde ca. en faktor 2 til begge sider for resultatet. De beregnede

lugtkoncentrationsbidrag kan derfor være fra ca. 0,5 til 2 gange de angivne værdier.

Som følge af prøvetagningens korte varighed er prøverne ikke repræsentative for et helt fyringsforløb, og variationerne fanges ikke. Hvis den valgte situation er en nogenlunde konstant situation, giver prøverne imidlertid et udmærket billede. Er der derimod tale om kortvarige forløb (pålægning af brænde eller kortvarig mangelfuld luft til ovnen), kan prøven give anledning til både overestimering og underestimering.

I situationer med langt større emission af lugt under forhold med dårlig forbrænding kan lugtemissionen være mange gange større, og det vil også give en tilsvarende større lugtkoncentration i omgivelserne, og medføre langt større gener for naboerne.

Resultaterne viser, at der kan være stor forskel på lugtemissionen, om der tændes op, om der lige er påfyldt frisk brænde eller der er stabil forbrænding.

Resultaterne understøtter observationer af lugt i nærheden af huse med brændeovn, idet de beregnede værdier er væsentligt over Miljøstyrelsens grænseværdier for boligområder på 5 LE/m³.

En mere præcis vurdering af genepotentialet kræver en grundigere undersøgelse, hvor der foretages flere målinger og analyser, specielt når der er meget dårlig forbrænding. Det kan anbefales at tilvejebringe en større viden om emissionen af lugt fra brændeovne og brændekedler, da lugt er den faktor, der normalt udløser gener og klager og røg. En større viden om sammenhængen mellem lugt, emissionen af sundhedsskadelige stoffer og forbrændingens kvalitet, kunne give myndighederne et bedre vurderings- og reguleringsværktøj i forbindelse med klagesager.

6.4.2 Emission og spredning af PAH

I Gundsømagleundersøgelsen /22/ blev emissionen af PAH målt i 26 prøver fra 13 huse til mellem 2,5 og 73 mg B[a]P-ækv/h³. Gennemsnittet var 7,7 mg B[a]P-ækv/h. Målingen på 73 mg B[a]P-ækv/h er den eneste, der er så høj, så der kan være tale om en målefejl. Alle de øvrige målinger er mindre end 15 mg B[a]P-ækv/h.

Luftvejledningen angiver en emissionsgrænseværdi for PAH på 0,05 mg B[a]P-ækv/m³, hvis massestrømsgrænsen på 25 mg B[a]P-ækv/h overskrides. B-værdien er 2,5 ng B[a]P-ækv/m³.

Luftvejledningen gælder ikke for private fyringsanlæg, men B-værdien kan altid anvendes til sammenligning og vurdering af påvirkningen fra en emissionskilde.

OML-spredningsberegningen er foretaget med de samme hus- og skorstensdata som lugtberegningerne med OML-modellen. Der er anvendt emissioner på 2,5 - 5 - 7,5 mg B[a]P-ækv/h. Resultaterne af OML-beregningen er lineær, således at ændres emissionen, ændres den beregnede 99% fraktil med samme forhold. Det er derved muligt nemt at beregne

³ Enheden B[a]P-ækv er en forkortelse af Benz[a]pyren-ækvivalenter. Luftvejledningen angiver, at der skal måles 15 specifikke PAH'er, som ganges med deres respektive ækvivalensfaktorer, og summeres til et tal.

virksomheden af en fordobling eller halvering af emissionen. Resultatet for en emission på 10 mg B[a]P-ækv/h er således det dobbelte af resultaterne for 5 mg B[a]P-ækv/h.

Emission mg B[a]P-ækv/h	Afstand fra skorsten								
	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	100 m
2,5	12	5	3	2	2	1	1	1	1
5	25	10	6	5	3	3	2	2	1
7,5	37	15	9	7	5	4	3	3	2

Figur 29. Beregnede 99% fraktiler for PAH med OML-model 1en. Mørke felter er under B-værdien

B-værdien på 2,5 ng B[a]P-ækv/m³ ses tydeligt overskredet ud til en afstand af 40 – 80 m. Selv for målinger med de laveste emissioner af PAH på 2,5 mg B[a]P-ækv/h, vil B-værdien være overskredet ud til en afstand af omkring 40 m, hvilket normalt vil være udenfor parcellen og ofte på naboens eller genboens grund. Med en emission på 7,5 mg B[a]P-ækv/h (næsten gennemsnittet) vil B-værdien være overskredet helt ud til omkring 80 m.

B-værdier fastsættes med store sikkerhedsfaktorer, så overskridelser kan ikke tolkes, at det vil medføre sundhedsskader for naboerne, men risikoen for effekter vil være større.

Mange brændeovne anvendes kun i nogle timer efter arbejdstid og i weekenderne i fyringssæsonen, men til gengæld er der også mange, der gør det i et boligområde, og den samlede koncentration eller belastning med PAH kan derfor være større, end det beregningen fra et enkelt hus viser.

PAH hører til hovedgruppe 1-stofferne, der er særligt farlige. Udgangspunktet for fastsættelse af B-værdien er, at alle PAH-stofferne anses for at være kræftfremkaldende eller at virke fremmede for den kræftfremkaldende proces. Luftvejledningen åbner mulighed for, at B-værdien for hovedgruppe 1-stoffer kan lempes, hvis emissionen/driften er intermitterende, fordi effekten ikke afhænger af koncentrationen, men den samlede mængde man udsættes for.

Det kan anbefales at tilvejebringe en større viden om emissionen af PAH fra brændeovne og brændekedler, samt undersøge og vurdere hvor stor belastningen med PAH er i luften i et typisk parcelhuskvarter, og hvilke risici det udsætter beboerne for. En kortlægning af sammenhængen mellem forbrændingsbetingelser og både PAH og lugt kunne give et godt redskab til at vurdere PAH-emissionen ud fra en registrering af lugten. Hvis sammenhængen er sådan, at man kan lugte brændeovnsrøgen, så er der også for meget PAH i luften, så kunne det dels give grundlag for en skarpere regulering af lugt fra brændeovne og -kedler, og dels gøre det nemmere at håndhæve.

6.4.3 Vurdering af OML beregninger

OML-beregningerne viser tydeligt, at med de emissioner, der er målt i Gundsømagle, som menes at være rimeligt repræsentativ for den variation i fyringsteknik og emissioner, der forekommer i Danmark, er skorstenene generelt alt for lave til, at B-værdierne overholdes. Udstrækningen af

påvirkningsområdet er dog begrænset, p.g.a. den relativt lille massestrøm fra hver kilde, hvilket dog forværres af, at der ofte er flere forurenere i samme område.

B-værdierne gælder umiddelbart kun for industrier, men det kan konstateres, at brændeovne giver store lokale overskridelser.

OML-modellen er ikke så velegnet til lave kilder som til de store skorstene, den er udviklet til, men det er den model, vi bruger til industriens lave afkast. Selvom OML ikke er det bedste til lave afkast, så regner den nok ikke helt forkert, så det antages, at vi alligevel kan regne med størrelsesniveauet. Hvis vi har en overskridelse af B-værdien på 2-300%, så ændrer det jo ikke på resultatet, om usikkerheden på beregningen skulle være helt oppe på 50%. OML-modellen kan både regne for højt og for lavt, men da den ikke kan håndtere flere bygningseffekter, og bygninger typisk trækker røgen ned mod jorden, og giver højere koncentrationer her, så er det sandsynligt, at den generelt regner for lavt i boligområder.

7 Diskussion og konklusion

Det var oplægget til dette projekt, at:

1. afdække i hvor høj grad dårlige skorstene bidrager til lokale problemer med partikelforurening fra brændeovne/brændekedler, herunder omfang og årsager til problemerne.
2. kortlægge lovgivningen på området, både indenfor Erhvervs- og Økonomiministeriets samt Miljøministeriets område.
3. opstille skorstensrettede løsningsmuligheder for at forebygge og afhjælpe lokale problemer med partikelforurening fra brændeovne/kedler, både for gamle og nye skorstene.
4. vurdere behovet for yderligere regulering af området, herunder udarbejde konkrete forslag til uddybende vejledningstekst, som f.eks. kan anvendes som input i en ny SBI-anvisning.

Rapporten har behandlet mange forhold omkring brændeovne/kedler og skorstene, som har været en naturlig del af undersøgelsen, men som ikke direkte er relateret til de fire punkter i oplægget. Rapporten kan forhåbentligt bidrage til en større viden og forståelse af de faktorer, der har betydning for skorstenens virkning og effektivitet, samt spredning af røgen og sammenhængen til nabogener.

Forholdene omkring brændeovne, brændekedler, skorstene og røggener i omgivelserne er meget komplekse. Der er så mange forskellige ting, der har indflydelse på forholdene, og ikke to installationer er helt ens og sammenlignelige. Selv om der findes identiske installationer, så er det forskellige mennesker, med forskellige fyringsvaner, og de anvender formentlig også forskellige typer træbrændsel, og det forhold kan give vidt forskellige forbrændingsmæssige resultater. Det gør det yderst vanskeligt at give entydige svar, anbefalinger og konklusioner omkring skorstensforhold og forureningsniveau, fordi det i sidste ende er brugeren, der via sin fyringsteknik har den mest afgørende indflydelse på forholdene.

En dårlig skorsten kan fungere bedre eller ligefrem godt, hvis der fyres rigtigt, mens en god skorsten kan fungere dårligt, hvis der fyres forkert. På samme måde kan en dårligt placeret skorsten genere naboerne mindre, hvis der fyres korrekt, og en godt placeret skorsten kan give store gener, hvis der fyres forkert, med alt for lidt forbrændingsluft, fordi det giver en voldsomt lugtende røg.

7.1 dårlige skorstene bidrager til lokale problemer

Oplæg: at afdække i hvor høj grad dårlige skorstene bidrager til lokale problemer med partikelforurening fra brændeovne/brændekedler, herunder omfang og årsager til problemerne.

Skorstenen er brændeovns motor, der driver forbrændingen. Uden en velfungerende skorsten virker brændeovnen ikke ordentligt, og kan bl.a. give anledningen til problemer med optænding, dårlig træk med røg i stuen til følge samt dårlig forbrænding og potentielle gener for naboerne. Det er varme fra røgen, der driver skorstenen, og jo varmere røgen er, jo bedre fungerer skorstenen, og jo bedre skorstenen er isoleret, jo bedre holder den på røgens varme. Det er derfor vigtigt, at optændingen sker rigtigt med en kraftig forbrænding og høj temperatur, så skorstenen hurtigt varmes op til en høj driftstemperatur, og at den høje temperatur bibeholdes, så længe der er gasforbrænding med flammer.

Har man dårlige trækforhold i skorstenen, vil det primært give sig udslag i vanskeligheder med at tænde op, man får nemt røg i stuen, og det er vanskeligere at fyre ordentligt. Årsagen er ofte for lav skorsten, men det kan også være utætheder i skorstenen, undertryk i huset p.g.a. ventilationsanlæg eller emhætte, eller at huset simpelthen er for tæt, så der ikke kommer luft nok ind til forbrændingen. Problemerne giver sig primært udslag i problemer for ejeren, men kan også medføre gener for naboer, p.g.a. dårlig forbrænding og dårlig spredning fra den lave skorsten.

Blandt dem der har været involveret i dette projekt, har der været en stor opbakning til det synspunkt, at dårligt skorstenstræk primært giver problemer for brugeren i form af problemer med optænding og røg i stuen. Det er også holdningen, at nabogener primært er knyttet til dårlige fyringsvaner, hvor der f.eks. anvendes for våde og måske for store brændeknuder, andet uegnet eller ulovligt brændsel og/eller bare for lidt forbrændingsluft, som giver store udslip af uforbrændte og stærkt lugtende gasser. Lugtmålingerne og spredningsberegningerne viser, at der sagtens kan forekomme lugtgener ved almindelig fyring, specielt under optænding og påfyring. Skorstenens placering på huset er her yderst vigtig for spredningen af røgen, ligesom naboernes placering i forhold til skorstenen og i forhold til den fremherskende vindretning er en meget væsentlig faktor for hyppigheden og graden af gener.

I det omfang dårlige skorstene medfører dårlig forbrænding, vil der være en væsentlig større emission af partikler, sod, CO, PAH, uforbrændte gasser m.v. Dårlig forbrænding kommer også, når der tilføres for lidt luft til forbrændingen, og det kan i høj grad også forekomme ved velfungerende skorstene, for at reducere forbrændingen og varmeafgivelsen. Omfanget af den ekstra forurening, der direkte skyldes dårlige skorstene, er derfor meget vanskelig at vurdere, fordi der ikke er kendskab til, hvor meget emissionen af forureningskomponenter forøges ved den dårligere forbrænding.

Nøjagtig måling af emissioner fra brændeovne er med den nuværende teknologi meget besværligt og dyrt, og det er umuligt at udføre målinger uden store forberedelser og planlagt drift af brændeovnen. Røgens farve og lugt kan derimod observeres på afstand i vindretningen, og det kan give en god indikation af den potentielle forurening, men kan ikke direkte kobles til størrelse af den aktuelle forurening. Det anses for rimeligt at antage, at både røgens farve og lugt i et vist forhold er proportional med koncentrationen af partikler, sod, CO, PAH, uforbrændte gasser m.v.

Miljøstyrelsens spørgeskemaundersøgelse blandt skorstensfejere viste, at de mener, at 6% af alle skorstene er for lave, mens i alt 43% har forkert fyringsteknik, gamle brændeovne eller dårligt brændsel, som samlet giver i alt 49%, som giver anledning til unødigt forurening. Der er sikkert en del overlap

mellem de nævnte grupper, så den rigtige andel er måske nærmere 30%, men uanset den rigtige størrelse, så viser det, at forkert fyringsteknik, gamle brændeovne og dårligt brændsel bidrager langt mere til lokale problemer med partikelforurening og andre forureningskomponenter end de 6% dårlige skorstene.

Rent forbrændingsteknisk er der ikke forskel på forureningsgraden fra en dårlig forbrænding, om årsagen er en dårlig skorsten med for lille skorstenstræk, eller om det skyldes, at der er skruet alt for langt ned for forbrændingsluften eller brændet er for vådt etc.

Der findes ikke undersøgelser af emissioner, som kan dokumentere størrelse af den forøgede emission fra dårlige skorstene, forkert fyringsteknik etc., men et bud kunne være, at den samlede forurening fra de 30% med dårlig forbrænding, er større end den samlede forurening fra alle de øvrige.

Lugtmålingerne på en 2 år gammel brændeovn og en ældre brændekedel viser, at lugtemissionen ved almindelig forbrænding er 3 gange større fra den ældre brændekedel end fra den nyere brændeovn. Der var ikke tale om dårlige skorstene, men almindelige gennemsnitsinstallationer og højder.

Årsagen til de dårlige skorstene er i stor udstrækning, at skorstenen ikke er høj nok til den pågældende brændeovn, og i sjældnere tilfælde utætheder i skorstenen eller problemer med lufttilførslen til brændeovnen, f.eks. p.g.a. for tæt hus.

Årsagen til røggener hos naboer er enten dårlige fyringsvaner med for lidt forbrændingsluft, for lav skorsten, uhensigtsmæssig placering på huset, kort afstand til naboer eller en kombination heraf.

7.2 Regler for skorstene

Oplæg: at kortlægge lovgivningen på området, både indenfor Erhvervs- og Økonomiministeriets samt Miljøministeriets område.

Bygningsreglementerne indeholder funktionskrav til skorstene, om at de skal være høje nok til at sikre tilstrækkelig trækforhold i skorstenen og spredning af røgen, så den ikke giver gener. Konkrete anvisninger for skorstene til fastbrændselskedler og brændeovne findes i SBI-anvisningen, og de kan oversigtsmæssigt reduceres til følgende korte punkter:

SBI-anvisning 189:

1. Skorstenshøjden regnet fra gulvet, hvorpå ildstedet står, bør så vidt muligt være mindst 5 m.
2. Skorstenen bør være så høj, at udmundingen kommer uden for overtrykszone ved opstilling i vindsiden.
3. Skorstenen bør udmunde over den hvirvelzone, der er over flade tage samt i læsiden af skrå tage.
4. Som tommelfingerregel benyttes normalt at føre skorstenen ca. 1 m over tagryggen eller den højeste del af taget.
5. Skorstenen bør under alle omstændigheder ikke placeres lavere end tagets højeste punkt.
6. Er skorstenen anbragt på en lav tilbygning, skal skorstenshøjden fastlægges efter husets største taghøjde.

Reglerne og anvisningerne i bygningsreglementet og SBI-anvisningen er grundlæggende gode og fornuftige, men det ser ud til, at funktionskravene ofte ikke opfyldes, fordi anvisningerne i SBI-anvisningen ikke følges og håndhæves af myndighederne. Mange skorstene er blevet godkendt, selvom de ikke lever op til anvisningerne. Det underbygges af:

- Skorstensfejerundersøgelsen (se Bilag A), hvor de angiver, at 6% har for lave skorstene, og at der mangler ordentlige krav i bygningsreglementet.
- Skorstensfejererfaringerne (afsnit 6.2 på side 68), som giver en række eksempler på huse med dårligt skorstenstræk, hvor skorstenen i alle tilfælde anbefales forhøjet.
- Det kan ved selvsyn konstateres i mange parcelhuskvarterer, blot ved at være opmærksom på højde og placering af skorstenene på husene.
- Brændeovnsforhandlernes anbefalinger af skorstenshøjder og deres grundlag for anbefalingerne, som grundlæggende ikke svarer til SBI-anvisningens konkrete anbefalinger. Desuden ønsker brændeovnsforhandlerne også mere klare regler for fastlæggelse af skorstenshøjden.

Bygningsreglementets og SBI-anvisningens regler er således overordnet gode nok, men der mangler en mere konsekvent linie fra de kommunale myndigheder/skorstensfejerne side, så anvisningerne i højere grad efterlevs. Desuden mangler der generelt viden om og anvisninger for skorstenens højde og placering i forhold til at undgå røggener for naboerne.

Det danske system med at en skorstensinstallation ikke kræver nogen forhåndsgodkendelse, og først godkendes når den er etableret, harmonerer ikke godt med bygningsreglementets funktionskrav, når det ikke konsekvent håndhæves, at SBI-anvisningen skal følges (se afsnit 2.2.1 på side 25). Hvis myndighederne konsekvent håndhæver SBI-anvisningens konkrete anvisninger, specielt om minimum 5 m skorstenshøjde og 1 m over tagryg eller den højeste del af taget, også hvis skorstenen er på en lav tilbygning (eller nærliggende lav bygning), så kunne mange for lave skorstene og nabogener undgås.

7.3 Skorstensrettede løsningsmuligheder

Oplæg: at opstille skorstensrettede løsningsmuligheder for at forebygge og afhjælpe lokale problemer med partikelforurening fra brændeovne/kedler, både for gamle og nye skorstene.

Skorstensfejerne bliver ofte involveret, når der er problemer med brændeovnen, både når det er problemer med selve installationen, og når der er tale om nabogener og klager og røgen. Mange problemer kan løses med instruktion i en bedre fyringsteknik, som dels kan få skorstenen til at fungere bedre, fordi bedre optænding og fyring giver højere temperatur i skorstenen, og dels giver bedre forbrænding, som medfører mindre lugt, og dermed færre gener.

Der er dog en del skorstene, både nye og gamle, som ikke kan fungere ordentligt, selvom fyringsteknikken er helt i orden, og her må der foretages fysiske ændringer for at forbedre skorstenstrækket. Problemet ses både med

nye skorstene, som bare er for korte, og med genbrugte murede skorstene, hvor der tilsluttes en ny brændeovn. Sidstnævnte skyldes ofte de mere effektive nye brændeovne, som dels kræver et større skorstenstræk for at suge forbrændingsluften gennem ovnen, og dels at røgtemperaturen er lavere, fordi den afkøles mere end i den gamle brændeovn. Der kan også være store problemer ved installation af en indsats i en åben pejls, hvor skorstenen ofte ikke er særlig høj.

Årsagen til for lille skorstenstræk er hyppigst for lave skorstene, bortset fra de tilfælde, hvor det skyldes utætheder, f.eks. ved renseløbet. Der er andre forhold, som kan forringe skorstenstrækket, men de kan alle løses ved at forhøje skorstenen. F.eks.:

- Hvis skorstenen udmunder under tagryggen i overtryksområdet på husets vindside, så er løsningen at forhøje skorstenen (eller monterer røgsuger).
- Hvis skorstenen er udsat for vindnedslag, fordi den er placeret under tagrygge på husets læside, så er den bedste løsning at forhøje skorstenen (eller montere en skorstenschætte, men den kan også reducere skorstenstrækket).

Løsningsmulighederne er grundlæggende en forhøjelse af skorstenen eller en elektrisk dreven røgsuger, som altid vil kunne sikre det nødvendige skorstenstræk, dog forudsat at den kører. Ulempen ved en røgsuger er dels strømforbruget, og dels at brændeovnen ikke kan anvendes ved strømafbrydelse.

Der findes også en række forskellige typer skorstenschætter, hvoraf nogle hævdes at kunne øge trækket i skorstenen. Fælles for dem alle er, at de grundlæggende giver et modtryk, og derved reduceres skorstenstrækket, men effekten er stærkt afhængig af vindhastigheden. Det største modtryk ses ved vindstille, og det vil aftage med stigende vindhastighed. Flere af typerne har formentlig en positiv effekt på skorstenstrækket ved stigende vindhastighed, men da de er afhængige af vinden, kan de ikke anbefales til afhjælpning af dårligt skorstenstræk. Derimod kan nogle typer i nogle tilfælde være anvendelige til at modvirke vindnedslag.

7.4 Behovet for yderligere regulering

Oplæg: vurdere behovet for yderligere regulering af området, herunder udarbejde konkrete forslag til uddybende vejledningstekst, som f.eks. kan anvendes som input i en ny SBI-anvisning.

Erfaringerne fra flere sider, skorstensfejere og kommunale miljømyndigheder, viser, at skorstenschættens højde ofte er for lav til at undgå røgnedslag og nabogener, specielt i tæt-lav bebyggelse, hvis man nøjes med at følge bygningsreglementets regler, som de udmøntes i SBI anvisningen.

I nogle tilfælde skal skorstenen være meget højere end 1 m overtagryg, f.eks. hvis den står ved tagfoden i bygningens læside, og der er kort afstand til et nabohus i den fremherskende vindretning, kan den nødvendige højde for at undgå nabogener være 4-5 m over taget. Det er urealistisk med en så høj skorsten, men det kunne løses ved at placere brændeovnen nær tagryggen eller føre skorstenen op til tagryggen under taget, og sikre at højden er mindst 5 m fra gulvet, hvor ovnen står. Det vil være helt i overensstemmelse med

bygningsreglementet og SBI-anvisningen at nægte at godkende en skorsten, der er placeret ved tagfoden, hvis den er tæt på naboer i den fremherskende vindretning, og der dermed er stor risiko for gener, med mindre skorstenen er så høj, at gener med sikkerhed undgås (måske 4-5 over tag).

Håndhævelsen af reglerne kan og bør strammes op, så de dårligste skorstene undgås, hvilket vil være til gavn for både naboer, og sælger og køber af brændeovn og skorsten. Selvom køberen i nogle tilfælde får en større udgift til skorstenen, så undgås nabostridigheder, samt kedelige ekstraudgifter til efterfølgende forbedringer, som altid vil være dyrere, end hvis det installeres fra starten.

Med de nuværende regler kan kommunalbestyrelsen pålægge en husejer at forhøje en skorsten, hvis den forårsager gener, men det er normalt bedre at forebygge, så generne slet ikke opstår.

Som tidligere nævnt er bygningsreglementets og SBI-anvisningens regler overordnet gode, men de bliver ikke fulgt og overholdt. Man kan godt foreslå en uddybende tekst til den kommende revision af SBI-anvisningen, men hvis den heller ikke overholdes, så vil det ikke have nogen effekt.

Grundlæggende bør der derfor sættes ind overfor at få de gældende regler overholdt. Et af midlerne til dette kunne være at indføre i bygningsreglementet, at anvisningerne, bl.a. i SBI-anvisningen **skal** følges og efterleves, med mindre det dokumenteres, at man på anden vis sikrer, at funktionskravene overholdes. For at føre det ud i praksis, vil det også være hensigtsmæssigt med en klar kompetencefordeling mellem kommunen og skorstensfejeren, så det er den, der syner og godkender eller ikke godkender en skorsten, reelt også har kompetencen til det.

Det kunne derefter følges op med mere konkrete anvisninger til supplerende af dem, der i forvejen findes i SBI-anvisningen. Der er mange muligheder, som det med det nuværende vidensniveau kan være vanskeligt at prioritere.

1. Fastsættelse af en absolut minimumshøjde for skorstene, f.eks. i meter stålskorsten ført lige op fra toppen af ovnen. Det kunne suppleres med et enkelt system for tillæg til højden for hver type bøjning på røgrøret og en procentregulering for andre typer skorstene (f.eks. murede) og lysninger.
2. Det ville også være gavnligt for skorstenstrækket at begrænse afkølingen i røgrøret, ved at stille krav om en maksimal længde på det uisolerede røgrør i installationen, eventuelt i form af en procentdel af skorstenens samlede højde (f.eks. 15 %, svarende til godt 0,6 m for en skorsten på 4 m).
3. På samme måde kunne brændeovnsproducenterne opgive den mindste skorstenshøjde for hver brændeovn, specielt hvis den er højere end mindstehøjden i punkt 1.
4. Der bør ses mere på placeringen af skorstenen i forhold til potentielle nabogener. Her menes nærværende rapport at kunne bidrage med en vurdering heraf, men et mere konkret og mere operationelt system ville være ønskeligt, så f.eks. skorstensfejeren kunne efteruddannes til at varetage sådan en vurdering. Den kommunale miljømyndighed bør

også være tidligt inde i specielt problematiske skorstensplaceringer, f.eks. så skorstensfejeren kan hente hjælp herfra til vurderingen.

5. En byggetilladelse til etablering af en skorsten kunne være hensigtsmæssig til at sikre gode skorstene, men vurderes at være problematisk at indføre. Der kunne laves en light udgave, så man kan rådføre sig med skorstensfejeren om skorstenens højde og placering, inden den etableres, og derved få en forhåndsgodkendelse, som selvfølgelig skal være skriftlig og være vedlagt tegning og mål for højde og placering.
6. Beregning af skorstenshøjden med tysk PC-program efter EN 13384 bør overvejes, men det forudsætter en nærmere undersøgelse af virkningen på skorstenshøjden, også i forhold til placeringen på huset i forhold til nabogener.

7.5 Konklusion

Det bør grundlæggende betragtes som en menneskeret, at kunne indånde frisk luft i sit hjem og sin have uden at blive generet af lugtende og sundhedsskadelig røg fra naboers brændeovne eller brænde kedel.

Man har også ret til at have en brændeovn, men her må det betragtes som en forpligtigelse, at man sikrer, at røgen ikke generer naboer. Det kan betyde, at man i nogle tilfælde skal etablere en meget høj skorsten, eller at man skal placere den et andet sted i stuen end lige der, hvor man helst vil have den, og i andre tilfælde kan man måske slet ikke have en brændeovn, fordi man ikke vil kunne undgå nabogener.

Sådan er det ikke i dag, hvor mange mennesker betragter det som en menneskeret at have en brændeovn, uanset om den generer naboerne eller ej. Denne holdning er dog ved at ændre sig, men det går langsomt, og det vil ikke have den helt store effekt på skorstensforholdene uden myndighedernes medvirken.

Mange generende brændeovne har fået forbedret forholdene, enten ved forhøjelse af skorstenen, montering af røgsuger, forbedret fyringsteknik, forbud mod anvendelse ved visse vindretninger etc. Mange er blevet forbedret med skorstensfejers medvirken, og mens der i andre tilfælde har været varslet og/eller gennemført kommunalt påbud, og enkelte sager ender med afgørelse i en retssag.

Mange skorstene lever reelt ikke op til bygningsreglementets funktionskrav, fordi det tilsyneladende bliver tolket mere lempeligt, end SBI-anvisningen reelt foreskriver. Det kan også være vanskeligt at vurdere, om funktionskravet er eller kan opfyldes, fordi der grundlæggende er tale om en vurdering og ikke en måling af en parameter, som skal være større end en vis værdi.

Den grundlæggende mangel i de nuværende regler er en præcisering og efterlevelse af, at SBI-anvisningen skal følges, og hvis den fraviges, skal det dokumenteres, at funktionskravet alligevel overholdes.

Der skal også altid tages behørigt hensyn til, at man i mange tilfælde skal etablere en højere skorsten, end SBI-anvisningen anviser, for at leve op til

funktionskravet om, at røgafkastet ikke må give lugt- og sundhedsmæssige gener.

Den samlede konklusion er, at hvis bare de nuværende regler og anvisninger efterleves og følges på den rigtige måde, så vil langt de fleste skorstene være gode skorstene, og de vil have en højde og placering, så nabogener i større udstrækning undgås.

Det vil dog ikke hjælpe på alle de problemer, som dårlige fyringsvaner medfører af nabogener. En skorsten, og spredningen af røgen derfra, kan aldrig være bedre end hvad den ovn eller kedel, der fyres i og den anvendte fyringsteknik, muliggør. Dårlig forbrænding giver en stærkt lugtende røg, som kan give gener, uanset hvor god og hvor godt placeret skorstenen er. Her kan information medvirke til at forbedre forholdene, specielt hvis der suppleres med nogle klare regler og krav til brændeovnsejerne om, at de er forpligtiget til at brænde så rent som muligt, og at det er deres ansvar, at naboerne ikke udsættes for lugt og sundhedsskadelige stoffer fra deres brændeovne. Det kunne følges op med krav til røgens udseende/farve (opacitet), som praktiseret i USA, hvilket vil gøre det nemmere for både naboer og myndigheder at afgøre, om forbrændingen er i orden.

8 Litteraturliste

- /1/ Bygningsreglement for småhuse. Nr. 60027, 1998 (BR-S 98). (inkl. tillæg 1-11). Kapitel 8. Ildsteder og skorstene. Erhvervs- og Byggestyrelsen. http://www.ebst.dk/BRS98_10_ID378/0/54/0
- /2/ Bygningsreglement for erhvervs- og etagebyggeri (BR 95) (inkl. tillæg 1-15). Kapitel 10. Ildsteder og skorstene. Erhvervs- og Byggestyrelsen.
- /3/ Byggestyrelsen, Bygningsreglement 1982, publikation nr. 54.
- /4/ Småhuse. SBI-anvisning 189, 2. udgave, Statens Byggeforskningsinstitut 1999. ISBN 87-563-1005-6
- /5/ Miljøstyrelsens vejledning nr. 2, 2001. Luftvejledningen.
- /6/ Dansk Skovforening, Folderen ” Brænd rigtigt”, 2006.
- /7/ Miljøstyrelsen, Folderen ”Grønne Tips om fyring i brændeovne”, 2006.
- /8/ Statens Byggeforskningsinstituts anvisning 60: Skorstene. Becher, P, Rasmussen, K.O. J. Statens Byggeforskningsinstitut 1963. UDK 047 697.8:624.027.
- /9/ Varme. Oktober 1966. Specialnummer om skorstene. Dansk tidsskrift for Varme-, Ventilations- og Sanitetsteknik.
- /10/ Varme ståbi. 4. udgave. 2004. Nyt Teknisk Forlag. ISBN 87-571-2546-5
- /11/ Jensen A.B. Røgspredning omkring fritliggende bygninger. Kursusmateriale fra DIEU kursus ”Spredning af luftforurening fra lave kilder” 2.-3. december 1987.
- /12/ Jensen A.B. Røgulemper på grund af bygningsnedsug. Miljø & teknologi 1/1988.
- /13/ Haaland P.W, et all. Skorsteinsteknikk og verktøylære. GAN Forlag 2000. ISBN 82-492-0001-2
- /14/ Sande, G.S. Håndbok i skorsteiner og ildsteder – montering, bruk og vedlikehold. Norsk Brannvern Forening. ISBN 82-7485-080-7
- /15/ Schleicher O, Oxbøl A, Boje J. Lugt fra brændeovne. Stads- og havneingeniøren 12/2006.
- /16/ Kaj Boye Frandsen. Miljøcenter Fyn/Trekantområdet. Personlige oplysninger.
- /17/ Finn Hansen, skorstensfejer. Underviser og teamkoordinator for skorstensfejeruddannelsen på EUC syd i Tønder. Personlige oplysninger.
- /18/ Flemming Nielsen, Skorstensfejer og mestersvend i Skagen og Hirtshals kommuner. Personlige oplysninger.
- /19/ Zahid Saleem. Erhvervs- og Byggestyrelsen. Personlige oplysninger.

- /20/ Kaj Mortensen. Arkitekt. Personlige oplysninger.
- /21/ Glasius M. et al. Dioxin, PAH og partikler fra brændeovne. Arbejdsrapport fra DMU, nr. 212/2005.
- /22/ Glasius M. et al. Partikler og organiske forbindelser fra træfyring – nye undersøgelser af udslip og koncentrationer. Arbejdsrapport fra DMU, nr. 235/2007.
- /23/ Bekendtgørelse nr. 1517 af 14. december 2006 om miljøregulering af visse aktiviteter.
- /24/ Miljøbeskyttelsesloven. Nr. 1517 af 14. december 2006.
- /25/ Begrænsning af luftforurening fra virksomheder, der udsender svejserøg. Miljøstyrelsens vejledning nr. 13/1997.
- /26/ Ildsteder og skorsteiner. Byggforskserien, Byggdetaljer, nr. 552.135. Sending 1 – 2005.
- /27/ Plan- og bygningsloven av 14. juni 1985, med endringer senest ved lov av 16. april 1999 nr.18. Findes på:
www.statkart.no/IPS/filestore/cd2003/lover/pbl.html#106
- /28/ Washington Administrative Code (WAC), Chapter 173-433 Solid fuel burning devices. <http://apps.leg.wa.gov/WAC/>
- /29/ Boverkets Byggregler 94. BFS 2006:12.
- /30/ Skorstensfejaremästares Riksförbunds hjemmeside
www.skorstensfejare.se/pub24.asp
- /31/ Vedpärmen. www.novator.se/bioenergy/wood/index.html
- /32/ FireplacesNow. <http://www.fireplacesnow.com/smchinfo.asp>
- /33/ Puget Sound Clean Air Agency.
www.pscleanair.org/actions/woodstoves/law.aspx
- /34/ Trues med fyringsforbud. Artikel fra Steinkjer nettavis på:
www.steinkjer-avisa.no/?side=art&artid=617&PHPSESSID=46a916021c75fc4deb5fab9d641615cb
- /35/ Bo Nilsson. Nibe AB. Personlig oplysninger.
- /36/ David Lachaize. FONTE FLAMME. Personlig oplysninger.
- /37/ DS/EN 13240:2002. Rumopvarmere fyret med fastbrændsel – Krav og prøvningsmetoder.
- /38/ DS/EN 13384-1:2002. Skorstene – Termiske strømningsdynamiske beregningsmetoder – Del 1: Skorstene med ét ildsted.
- /39/ DS/EN 12391-1:2003. Skorstene – Udførelsesstandard for metalskorstene – Del 1: Skorstene til ikke rumforseglede ildsteder.
- /40/ Draft prEN 15287-1:2005. Chimneys – Design, installation and commissioning of chimneys – Part 1: Chimneys for non-roomsealed heating appliances.
- /41/ Kesa Technische Software. Aladin PC skorstensberegningssystem. www.kesa.de
- /42/ Berkowicz R. Olesen H.R. Kursus i anvendelse af operationelle meteorologiske luftkvalitetsmodel (OML). 1. del: Turbulens og spredning.

- /43/ Bekendtgørelsen om brandværnsforanstaltninger for skorstene og ildsteder. BEK nr. 239 af 27/04/1993.
- /44/ Vejledning for fyring med fast brændsel i private fyringsanlæg. Hillerød Kommune.
http://www.hillerod.dk/ForBorgere/Miljoe_Energi/Miljoe/Lugt_stoej/Fyring.aspx
- /45/ Oplysninger fra forskellige brændeovnsproducenters hjemmesider.
- /46/ Oplysninger fra <http://www.teknologisk.dk/energi/braendeovne>.
- /47/ Oplysninger fra <http://www.ds.dk>
- /48/ Hwam brændeovne, hjemmeside: www.hwam.com
- /49/ Svendsen Ovne, hjemmeside: www.svendsen-pejse.dk
- /50/ Mørsø ovne, hjemmeside: www.morsoe.com
- /51/ Contura www.nibe.com/pejseovne
- /52/ Nibe brasvårme. <http://www.nibe.se/brasvarme/default.asp>
- /53/ Olesen H.R. et all. OML: Gennemgang af modelformuleringen. Faglig rapport fra DMU nr. 609/2007
- /54/ Guidelines for Air Emission Regulation. Limitation of air pollution from installations. Environmental Guidelines No. 1, 2002. Vejledning fra Miljøstyrelsen.

Spørgeskemaundersøgelse om skorstensfejernes vurdering af brændeovne, fyring og luftforurening

Uddrag af undersøgelsens sammenfatning

I februar 2006 sendte Miljøstyrelsen et spørgeskema ud til 79 skorstensfejere spredt over hele landet. 39 blev returneret i udfyldt stand, men 4 var udfyldt tvetydigt og blev taget fra. Undersøgelsens resultater bygger altså på i alt 35 besvarelser. De 35 skorstensfejere angiver, at have i alt 148.137 brændeovne i deres distrikter, hvilket svarer til godt en fjerdedel af landets godt 550.000 brændeovne.

Det skal dog bemærkes at ikke alle landets skorstensfejere fik tilsendt spørgeskemaet. Undersøgelsens resultater er derfor muligvis ikke repræsentative for hele landet.

Hvor mange fyrer forkert – og hvad er det de gør forkert?

For at undersøge dette spørgsmål blev skorstensfejerne bedt om at angive, hvor mange procent af brændeovnejerne i deres distrikter, der havde bestemte problemer. Vurderingerne varierede en hel del, men i gennemsnit ser resultatet således ud:

Hvor mange har forkert fyringsteknik? (fylder for meget træ på af gangen, skuer for meget ned for lufttilførslen, og lign.)	19%
Hvor mange har ovne af så dårlig kvalitet, at de giver anledning til unødigt luftforurening?	15%
Hvor mange fyrer med uegnet brændsel? (malet træ, reklamer, mælkekartoner, vådt træ, for store brændestykker)	9%
Hvor mange har problemer med højden af skorstenen i relation til nabo?	6%

Tabel 1. Undersøgelsens resultater

Skorstensfejerne blev desuden bedt om at rangordne nedenstående problemer efter deres størrelse. De skulle give point fra 1 til 5, hvor 1 er det største problem og 5 er det mindste problem i relation til luftforurening. På baggrund heraf fremkom følgende rangorden:

1. Folk skruer for meget ned for lufttilførslen	1,9 %
2. Folk fyrer med for store stykker brænde	3,0 %
3. Folk har brændeovne af for dårlig kvalitet	3,0 %
4. Folk fyrer med for vådt brænde	3,3 %
5. Folk fyrer med affald (mælkekartoner, reklametryksager, malet træ eller lign)	4,1 %

Tabel 2. Rangordning af problemerne efter størrelse

I håb om at få en indikation af problemernes kvantitative størrelse, blev skorstensfejerne bedt om at angive, hvor mange skorstene de fejede hhv. 1 og 2 gange om året, og i hvor mange der dannes så meget sod, at det udgør et sikkerhedsproblem. De blev også spurgt om, i hvor mange skorstene, der dannes meget pulver sod, men det var vanskeligt for mange at svare på.

Svarene viser at omkring en tredjedel af skorstenene bliver fejlet to gange om året, og cirka 4 % bliver fejlet mere end 2 gange om året. I cirka 6 % af skorstenene dannes så meget sod, at det udgør et sikkerhedsproblem.

Skorstensfejerne havde følgende forslag og kommentarer vedrørende skorstene:

- alle brændeovnsskorstene burde fejes to gange om året
- udskift gamle ovne eller renover de gamle med foring/kærne
- nye husejere skal instrueres i eksisterende ovn
- der mangler ordentlige krav i bygningsreglementet

CE-mærkning af byggevarer

http://www.ebst.dk/ce_maerkningogbyggevarer

Ifølge EU's byggevederdirektiv skal en række produkter skal CE-mærkes, før de må markedsføres, sælges og tages i brug i EU-landene. Det drejer sig bl.a. om alle byggevarer, der er omfattet af en harmoniseret standard eller en europæisk teknisk godkendelse. Skorstene er omfattet af harmoniserede standarder, og de skal derfor CE mærkes, hvilket vi sige at de er afprøvet ifølge den relevante standard for den pågældende type skorsten.

CE-mærkningen kan opfattes som en tillidsaftale mellem myndigheder og erhvervsliv. Mærket angiver, at byggevarens egenskaber er deklareret på en ensartet måde, så den frit kan omsættes på det fælles europæiske marked uden nye krav om national prøvning og godkendelse. Det kan imidlertid ikke betragtes som et kvalitetsmærke.

Listen over byggevarer indeholder standardernes navne, numre, tidspunktet for hvornår CE-mærkning er mulig, og hvornår CE-mærkning er obligatorisk.

I omstående tabel findes alle relevante standarder for gruppen skorstene.

Gruppe: Skorstene - M105	CE-mærkning		Standardnummer
	Mulig	Obligatorisk	
Standard			
Fritstående skorstene - Del 7: Produktspecifikation af cylindriske stålfabrikationer anvendt i enkeltvægs stålskorstene og stålbeklædning	1.8.2006	1.8.2007	DS/EN 13084-7:2005
Fritstående skorstene — Del 5: Materiale til teglforinger — Produktspecifikation	1.1.2007	1.1.2007	DS/EN 13084-5:2005/AC:2006
Keramisk teglforing – Krav og prøvningsmetoder	1.1.2007	1.1.2007	DS/EN 1457:1999/A1:2002/AC:2006
Skorstene - Dele - Betonskorstene	1.5.2004	1.5.2005	DS/EN 1858:2003
Skorstene - Dele - Skorstensforinger af beton	1.6.2006	1.6.2006	DS/EN 1857:2003/AC:2005
Skorstene - Komponenter - Ydervægselementer af beton	1.2.2004	1.2.2005	DS/EN 12446:2003
Skorstene - Krav til metalskorstene - Del 1: Produkter til systemskorstene	1.3.2007	1.3.2008	DS/EN 1856-1:2003/A1:2006
Skorstene - Krav til metalskorstene - Del 2: Foringer og forbindelsesstykker af metal	1.5.2005	1.11.2007	DS/EN 1856-2:2004
Skorstene - Systemskorstene med ler/keramikaftræk - Del 1: Krav og prøvningsmetoder under våde forhold	1.10.2006	1.10.2008	DS/EN 13063-1:2005
Skorstene – Krav og prøvningsmetoder til foringsrør af ler/keramik	1.8.2003	1.8.2004	DS/EN 13502:2002
Skorstene — Systemskorstene med ler/keramikaftræk — Del 2: Krav og prøvningsmetoder under våde forhold	1.3.2006	1.3.2007	DS/EN 13063-2: 2005
Skorstene — Systemskorstene med plastforinger — Krav og prøvningsmetoder	1.6.2006	1.6.2007	DS/EN 14471: 2005
Skorstene. Ler/keramik ydervægge til systemskorstene. Krav og prøvningsmetoder	1.5.2006	1.5.2007	DS/EN 13069: 2005
Skorstene. Ler/keramikrøgkanalblokke til etvægs skorstene. Krav og prøvningsmetoder	1.5.2007	1.5.2008	DS/EN 1806:2006

CEN standarder om skorstensplacering

I følgende to CEN standarder, er der anvisninger for placering af skorstene til boligopvarmningsanlæg med anbefalede værdier for afstande og højder i forhold til tagkonstruktion mv.:

DS/EN 12391-1:2003

Skorstene – Udførelsesstandard for metalskorstene – Del 1: Skorstene til ikke rumforseglede ildsteder.

Draft prEN 15287-1:2005

Chimneys – Design, installation and commissioning of chimneys – Part 1: Chimneys for non-roomsealed heating appliances

Anvisningerne i de to standarder er stort set identiske, idet der stort set kun er afvigelser af redaktionel karakter. Anvisningerne fra prEN 15287-1 gengives her i en dansk oversættelse, hvor der tages forbehold for oversættelsesfejl. Ved uoverensstemmelser er det den originale tekst i standarden der er gældende.

Standardens anvisninger gives for både fast brændsler, olie, gas og overtryks installationer, men er gengives kun de anbefalede værdier for faste brændsler.

4.3.17: Location of chimney outlet

Fra Draft prEN 15287-1:2005 Afsnit (side 23-24):

Skorstensudmundingen skal placeres så der opnås et tilstrækkeligt skorstenstræk og spredningen af røgen, samt at tilbagesug ind i huset gennem åbninger undgås.

Placeringen af skorstenen skal være i overensstemmelse med nationale og/eller lokale bestemmelser.

Hvor der ingen lokale krav er, giver Annex J eksempler på krav til placering af skorstene til boligopvarmning og sammenlignelige anlæg, som er udviklet på baggrund af typiske nationale regler. Det informative Annex J indeholder anbefalede afstande (minimumsafstande), som også er baseret på kendte nationale regler, for placering af skorstene.

Opnåelse af tilstrækkeligt skorstenstræk dokumenteres ved beregning efter EN 13384-1 og EN 13384-2, som tager hensyn til placeringen af skorstenen, samt effekten af en eventuel placering i en overtrykszone.

Skorstensmundingen anses for at være i en ugunstig trykzone, hvis den befinder sig mindre end 0,4 m over tagryggen og den horisontale afstand fra udmundingen til tagfladen er mindre end 2,3 m, og skorstenen er placeret på:

- et tag med en hældning på mere end 40°, eller
- et tag med en hældning på mere end 25°, hvis den ikke er placeret i tagrygningen og den vinkelrette afstand fra tagfladen til udmundingen er mindre end 1 m.

Note 1: En skorsten kan også være væsentligt påvirket af nærliggende eller tilstødende konstruktioner eller forhindringer, f.eks. bygninger, træer, bjerge. En skorsten, hvor der indenfor 15 m findes en forhindring, der har en vinkeludstrækning på mere end 30° og en højde på mere end 10° over horisonten set fra skorstensmundingen, kan blive påvirket af vindturbulens. Dette kan forebygges med en aerodynamisk skorstensafslutning.

Forebyggelse indenfor denne zone er mulig for anlæg med naturligt træk, hvis afslutninger med specielle aerodynamiske egenskaber monteres. De skal kunne generere et negativt tryk i skorstensmundingen, som kan overvinde det positive tryk som vindeffekten giver anledning til.

Andre dimensioner, f.eks. den forbudte zone, relateres til miljømæssige forhold, og ikke skorstenens funktion.

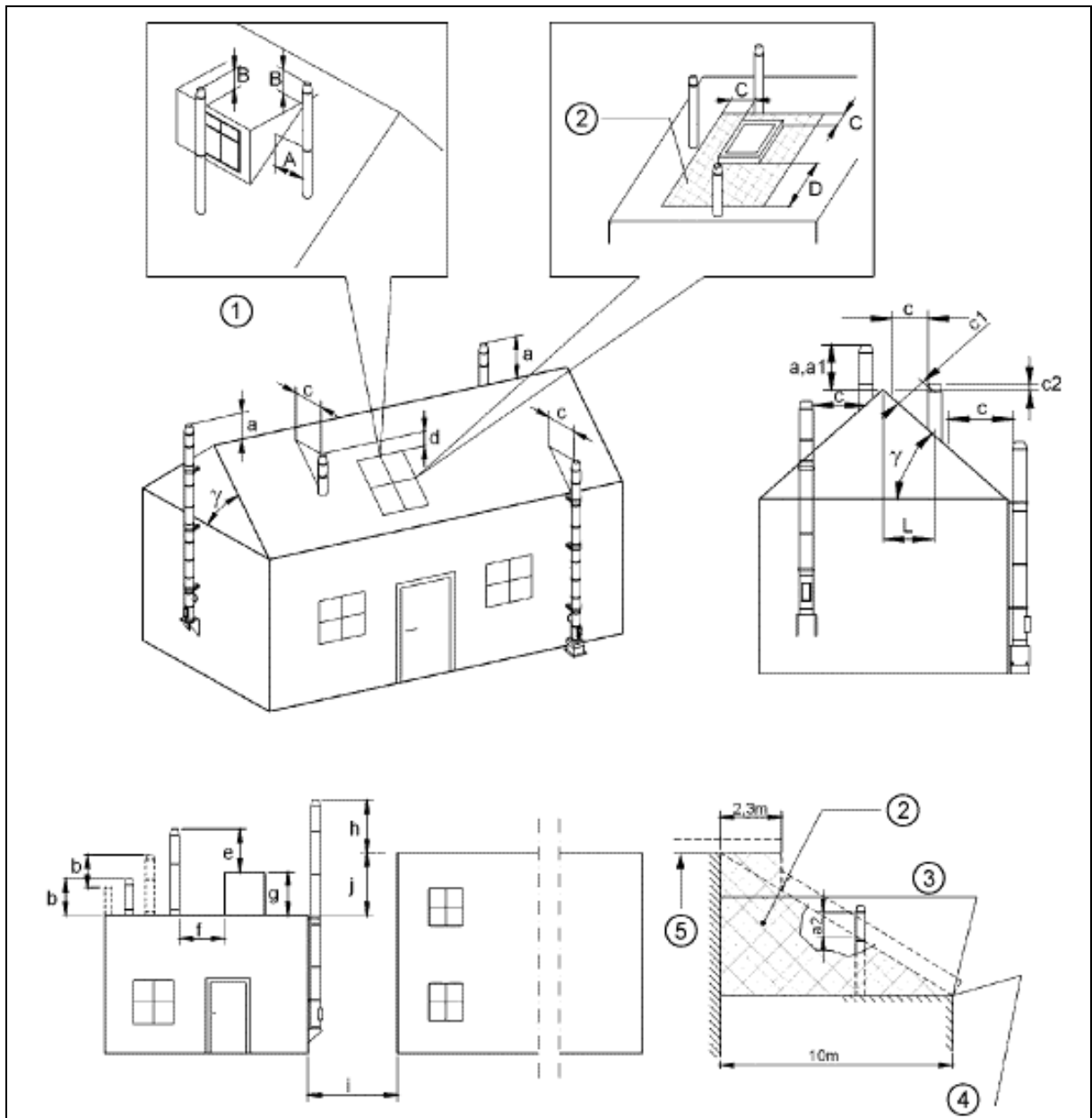
Note 2: For andre installationer, f.eks. industrielle energianlæg eller procesventilation, kan fastlæggelsen af skorstenshøjden afhænge af andre kriterier, f.eks. spredningsberegninger for forureningskomponenterne i omgivelserne.

(I Danmark fastlægges skorstenshøjden for industrielle aktiviteter med OML beregninger, således at B-værdierne for forureningskomponenterne overholdes.)

Annex J (Informative). Locations of the chimney outlet

Fra Draft prEN 15287-1:2005, side 64:

Figur 1 giver eksempler på krav til placering af skorstene til boligopvarmning og sammenlignelige anlæg, som er udviklet på baggrund af typiske nationale regler. Tabel 1 indeholder anbefalede afstande (minimumsafstande), som også er baseret på kendte nationale regler, for placering af skorstene.



Figur 1. Skorstensplacering og afstande

Forklaring:

1. Afstandskrav til vinduer og åbninger på skrå tage.
2. Forbudt område
3. Mure der kan være en del af bygningen eller en tilstødende bygning
4. Kant på lavere bygningsdel eller tilbygning med fladt tag, eller 10 m ud fra bygningen (den der er størst)
5. Højeste punkt på tilstødende højere bygning

Placering af skorstensafkast på tage som støder op til høje bygninger eller forhindringer.

Anbefalede højder og afstande for skorstene til anlæg fyret med faste brændsler		
Symbol	Symbolforklaring	Afstand
a	Højde over tagryg ved placering tæt på tagryg på tage med høj rejsning	$a \geq 0,4$ m
a1	Højde over tagryg ved placering tæt på tagryg på stråttækte tage med høj rejsning	$a \geq 0,8$ m
a2	Højde over tag på tage der støder op til højere bygninger eller bygningsdele	0,6 m
b	Højde over fladt tag eller lukket brystværn	$b \geq 1,0$ m
γ	Taghældning. NOTE: Et tag antages at være fladt, hvis $\gamma \leq 20^\circ$ og skråt hvis $\gamma > 20^\circ$.	
c	Mindste horisontal afstand til skrå tagflade	$c \geq 2,3$ m eller c1
c1	Mindste afstand målt vinkelret fra skrå tagflade af ubrændbart materiale.	1 m
c2 hvor L	Højde over tagryg Vandret afstand fra tagryg	0,4 m Hvis $L < 8$ m
D	Højde over åbninger.	$d \geq 1,0$ m
e hvor f og g	Højde over forhindringen eller det højeste punkt på et fladt tag Afstand fra skorsten til forhindringen Højde på forhindringen	hvis $f < 1,5 \times g$ så $e > 1,0$ m
H hvor i og j	Højde over tilstødende eller nærliggende bygning Vandret afstand fra skorsten til tilstødende eller nærliggende bygning Højde på tilstødende eller nærliggende bygning	Hvis $i < 1,5 \times j$ så $H > 1,0$ m
A	Afstand til tagkonstruktioner, vinduer og åbninger på skråt tag	Hvis under tagryg eller $A < 2,3$ m, så $B \geq 1$ m
B	Højde over tagkonstruktioner med vinduer og åbninger på skråt tag	
C	Højde over eller til siden af åbninger eller vinduer på skråt tag	$C \geq 1,0$ m
D	Afstand under åbninger eller vinduer på skråt tag	$D \geq 2$ m

Tabel 1. Anbefalede afstande for placering af skorstene

Det skal bemærkes, at alle de anbefalede afstande er minimumsafstande, idet anbefalingen er "større end" ($>$) eller "større end eller lig med" (\geq).

I DS/EN 12391-1:2003, afsnit 4.2.6.12 Location of chimney outlet (side 23), har følgende tekst, som ikke findes i Draft prEN 15287:

Skorstenens munding bør placeres i den frie luftstrøm. Figur 1 giver et eksempel på placering af skorstenen for boligopvarmningsanlæg, hvor anbefalede værdier for afstande findes i Tabel 1. For andre installationer, f.eks. industrielle varmeanlæg eller procesventilation, kan placeringen af skorstenen skulle fastlægges efter andre kriterier, som spredningsberegninger for forureningskomponenterne fra fyringsanlægget.

Note: Opmærksomheden henledes på, at lokale og nationale regler på området også skal opfyldes.

Andre skorstensplaceringer og højder over tagfladen end dem der gives er tilladt for højder over taget, som bringer udmundingen ind i en overtrykszone, forudsat at yderpunkterne for de aerodynamiske egenskaber i overensstemmelse med EN 1856-1 anvendes, eller at konstruktionen demonstreres at opfylde kriterierne for vind påvirkning med beregningsmetoden i EN 13384-1. Afstandene i forhold til åbninger i bygningen må ikke reduceres.

Uddrag fra:
Miljøbeskyttelsesloven

Nr. 1757 af 22. december 2006.

§ 42. Hvis erhvervsvirksomheder, herunder private eller offentlige bygge- og anlægsarbejder, eller **faste anlæg til energiproduktion**, som ikke er optaget på den i § 35 nævnte liste, **medfører uhygiejniske forhold eller væsentlig forurening**, herunder affaldsfrembringelse, **kan tilsynsmyndigheden give påbud om, at forureningen skal nedbringes, herunder påbud om gennemførelse af bestemte foranstaltninger.**

Stk. 2. Påbud kan endvidere gives over for aktiviteter, som skønnes at **indebære en nærliggende risiko for væsentlig forurening eller uhygiejniske forhold.**

Stk. 3. Tilsynsmyndigheden kan give påbud om, at der skal foretages afhjælpende foranstaltninger over for idrætsanlæg, fritidsklubber eller lignende fritidsaktiviteter, som medfører væsentlige støjulemper for omgivelserne.

Stk. 4. **Kan ulemperne ikke afhjælpes, kan tilsynsmyndigheden nedlægge forbud imod virksomheden eller aktiviteten.**

Stk. 5. Bliver tilsynsmyndigheden i forbindelse med etablering, udvidelse eller ændring af en af de i stk. 1 nævnte virksomheder opmærksom på forhold, som kan forventes at medføre krav om begrænsning af virksomhedens forurening eller forbud mod virksomhedens drift, kan tilsynsmyndigheden på forhånd tilkendegive dette over for virksomheden.

.....

§ 87. Tilsynsmyndighederne eller personer, der af disse myndigheder er bemyndiget hertil, **har, hvis det skønnes nødvendigt, til enhver tid mod behørig legitimation uden retskendelse adgang til offentlige og private ejendomme, lokaliteter og transportmidler for at udføre tilsyns- eller andre opgaver** efter denne lov, regler udstedt med hjemmel i loven eller forordninger på lovens område. **Tilsynsmyndigheden har herunder adgang til at foretage undersøgelser, fotografere, kopiere eller medtage dokumenter samt medtage andre genstande uden vederlag**, herunder eksemplarer af produkter og varer, der er reguleret i medfør af loven. Kvittering for medtagne genstande skal udleveres. Producenten eller importøren af en udtaget produkt- eller vareprøve er forpligtet til at godtgøre en detailforhandler prøvens fakturapris eller levere et tilsvarende eksemplar mod forevisning af kvitteringen.

Stk. 2. Adgang efter stk. 1 kræver retskendelse, hvor adgangen sker med henblik på at lade påbudte foranstaltninger udføre efter § 69 i forbindelse med undersøgelse og oprydning af forurenede jord, jf. § 83 c. Der kræves dog ikke retskendelse, hvis

- 1) der foreligger en situation som beskrevet i § 70, stk. 1, eller
- 2) adgangen til at gennemføre undersøgelsepåbud eller oprydningpåbud er påkrævet for at forebygge, at den i § 70, stk. 1, nævnte situation opstår.

Stk. 3. Politiet kan, hvis det skønnes nødvendigt, til enhver tid mod behørig legitimation uden retskendelse standse og undersøge transportmidler med

henblik på at kontrollere affaldstransporters overholdelse af gældende lovgivning, der varetager miljøbeskyttelseshensyn. Politiet yder i øvrigt bistand ved tilsynsmyndighedernes udøvelse af beføjelser efter stk. 1. Justitsministeren kan efter forhandling med ministeren fastsætte nærmere regler om politiets udøvelse af ovenstående beføjelser.

Stk. 4. Ved undersøgelser og tilsyn på ejendomme, lokaliteter og transportmidler skal indehaveren og ansatte yde myndighederne fornøden vejledning og hjælp.

Uddrag fra:

Bekendtgørelse om miljøregulering af visse aktiviteter.

Nr. 1517 af 14. december 2006.

§ 20. Afgørelser truffet af kommunalbestyrelsen i medfør af lovens § 42 vedrørende forebyggelse og afhjælpning af forurening og støj, samt afgørelser efter lovens § 72 om afgivelse af oplysninger, vedrørende følgende aktiviteter, kan ikke påklages til anden administrativ myndighed:

- 1) Restauranter, diskoteker, grillbarer eller lignende erhvervsmæssigt drevne virksomheder.
- 2) Supermarkeder, detailhandelsbutikker eller lignende erhvervsmæssigt drevne virksomheder.
- 3) Idrætsanlæg, fritidsklubber eller lignende fritidsaktiviteter.
- 4) Faste, ikke-erhvervsmæssige energianlæg.

Registreringsskema for brændeovnsproblemer

Navn:	Telefon / mobil / e-mail:	Dato:
Adresse:		Udfyldt af:

Problem

<input type="checkbox"/> Klager over lugtgener <input type="checkbox"/> Røg i stuen når lågen åbnes <input type="checkbox"/> Andet, beskrivelse:	<input type="checkbox"/> Røgen falder ned til jorden <input type="checkbox"/> Dårligt træk i skorstenen
Uddybning og beskrivelse. Eks. hvor bor evt. klager i forhold til brugeren (vedlæg skitse med husene, nord-syd retning, skorstenens placering og evt. foto):	
Vurdering af sodaflejring i skorsten:	

Brugeren

Er brugeren opmærksom på om røgen generer naboerne, specielt med lugt?:	Er brugeren selv generet af røg/lugt fra andre huse?
-------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------

Vurdering og løsning

Vurdering af årsagen til problemet:
Forbedringsmuligheder:
Indført forbedring:
Resultat af forbedringen:
Kommentarer:

Brændeovn og hus

Fabrikat/model:	Årgang/alder:	Trækbehov (Pascal):	Effekt i kW (min-max):	Opvarmet areal:
Er der tilstrækkelig lufttilgang til rummet hvor brændeovnen står (husets alder og tæthed):				

Skorsten og tag

Skorsten (stål, mursten, elementer, isolering, dimension o. lign):		
Skorstenshøjde (fra brændeovn til top):	Skorstenshøjde over tagflade:	Skorstenshøjde i forhold til tagryg:
Tilslutning til brændeovn (top eller bag):	Antal bøjninger på røgrør:	Højere bygninger i nærheden?:
Beskrivelse af husets tag (fladt tag, høj/lav rejsning, tagryggens retning i forhold til nord):		

Fyringsforhold

Beskrivelse af brændet (træsart, tørhed, form, størrelse, opbevaring o. lign):
Beskrivelse af optænding (størrelse af optændingspinde, bruges aviser, optændingsbriketter o. lign):
Beskrivelse af drift (regulering af lufttilførsel, hyppighed for påfyldning af hvor meget brænde, o.lign):
Beskrivelse af røgens udseende og spredning, gerne både under optænding og drift (også billeder):

Der bør suppleres med digitale billeder af brændeovn og skorstensinstallation, gerne så følgende kan ses:

- Skorstens placering på taget og højde i forhold til tagryg.
- Eventuelt nærbillede af skorstenstop, hvis der er tydelige sodaflejringer fra dårlig forbrænding og røgnedsug
- Brændeovnen med røgafgang og skorstenstilslutning.
- Gerne billeder af brændeovnen i funktion samt røgfanen
- Omgivelserne, så eventuelle naboer der generes af røgen kan ses i forhold til skorstenen.

Indsæt billederne efter hinanden her efter skemaet:

Forhandlerundersøgelse

Samlet svar på spørgsmål til brændeovnsforhandlere

Fem brændeovnsforhandlere er telefonisk blevet interviewet, med udgangspunkt i en række spørgsmål. Alle forhandlerne har positivt indvilget i at deltage og de har alle været meget oplysende og samtalerne har ofte bevæget sig langt væk fra de konkrete spørgsmål. Svar og hovedpunkter er samlet i et skema for hver forhandler, og de er efterfølgende samlet, så alle svarene står efter hvert spørgsmål.

Hvordan dimensionerer I skorstenen til en brændeovn?

- Vurderer huset og anbefaler den nødvendige skorstenshøjde, men mange kunder vil ikke have så høj en skorsten, fordi det ikke ser pænt ud. Det er specielt på huse med høj rejsning, hvor skorstenen skal være ude ved tagfoden, og anbefalingen er en skorsten der går op over rygningen. Højden over tag anbefales generelt så højt som muligt uden renselem. På huse med fladt tag, eller meget lille rejsning, anbefales generelt 1,5 m over tag, eventuelt også en røgsuger.

Nye ovne har større modstand end gamle, og kræver derfor bedre skorstenstræk. Fyringsteknik er meget vigtig for at opnå godt træk i skorstenen. Gør meget ud af vejledningen om valg af skorsten, som også ligger på hjemmesiden, så kunder derigennem selv kan vælge den rigtige skorstenshøjde.
- Primært 1 m over tagryg og skorstenen op ad indervæg. Mange ovne kan køre fint med en relativ kort skorsten, men det forudsætter, at den er høj nok i forhold til huset og omgivelserne (træer og andre huse meget tæt på).

Mange med 1. sal vil have skorstenen op gennem skunken, og så ser det ikke pænt ud, hvis den skal op over tagryggen, og de kan ikke altid overtales til at placere den midt i huset under tagryggen.

Hvis kunden vil have skorstenen op så den udmunder under tagryg, skal de nærmest skrive under på, at de har fået oplyst hvilke problemer det kan medføre. Anbefaler montage af aspirator eller røgsuger, hvis skorstenen er lavere end tagryg.
- Erfaring og sund fornuft, samt bygningsreglementets regler.

Bruger også vimpelprøven til tjek af eksisterende skorstenshøjde, dvs. stang med lille vimpel af silkepapir føres op langs skorstenen, og hvor blæsten retter den vandret ud skal skorstenen nå til.
- Bruger meget sund fornuft, og viden fra 30 år som skorstensfejer.

Følger tidligere regel fra bygningsreglementet om at skorstenen skal være mindst 80 cm over tagryg, eller over en linje fra 80 cm over tagryg og ned til en vandret linje fra tagryg til lodret over tagkanten, som i tidligere Bygningsreglement.

Sørger for at dimensionere så anlægget kommer til at fungere, for ellers laver han det om uden beregning.
- Som tommelfingerregel mindst 3-3,5 meter, som svarer til det DS afprøvningen foretages med. Højden over tag så vidt muligt mindst 60-65 cm, og evt. lidt højere så det passer med rørsektionerne (mindste er vist 35 cm).

Højden vurderes også efter husets tagrejsning og placeringen på tagfladen, nabohusenes højde og afstand, høje træer tæt på og husets topografiske placering (på en bakketop eller i en lavning). I tvivlstilfælde besigtiges huset. Ønsker kunden ikke så høj en skorsten som

anbefalet, fordi de ikke syntes at det er pænt, så gøres kunden opmærksom på eventuelle problemer med for lille træk i skorstenen, vindnedslag i skorstenen og mulige gener for naboerne, samt de forbedringsmuligheder der kan afhjælpe det (højere skorsten, røgsuger, aspirator).
På flade tage anbefales ofte skorstene på op til 1,7 meter, for at få en skorsten på 3-3,5 meter.

Har I nogen anbefalet mindste længde på skorstenen, regnet fra brændeovnen

1. Ser på forholdene og vurderer det samlet, og anbefaler generelt at skorstenen kommer op over tagrygningen.
2. Helst større end 3,5 m. Sjældent under 3,25 m på fladt tag.
3. Ser på huset og den bør generelt være mindst 3 meter over brændeovnen. For høj skorsten kan også give problemer, fordi der er mere afkøling.
4. Vurderes i hvert enkelt tilfælde i forhold til den konkrete brændeovn, husets højde, placering af skorsten og omgivelserne.
5. 3 – 3,5 meter, svarende til det DS afprøvningen foretages med.

Får alle brændeovne samme skorsten og højde over taget?

1. Næsten alle, men nogle ovne kræver markant mere træk end andre, og det gøres kunden opmærksom på.
2. Ja normalt. Hvis en brændeovn behøver mere sug, kan den løse røgvendeplade øverst i brændeovnen afkortes eller fjernes. Anbefaler aldrig at fjerne noget ved lufttilgangen, så åbningen kan blive større, da det ændrer ved konstruktionen i forhold til DS afprøvningen.
3. Nej. Nogle ovne har større modstand og kræver mere skorstenstræk. Det kan nogle gange (nogle ovne) løses ved at fjerne noget af luftmodstanden (fjerne en dims i luftrosetten), så modstanden bliver mindre.
4. Nogle brændeovne kræver højere skorsten end andre. Det er typisk 0,5 – 0,75 cm ekstra skorsten der er nødvendigt for at få det nødvendige skorstenstræk.
5. Primært dimensioneres skorstenen efter huset, og dernæst ses på brændeovnen, og hvis den vurderes at behøve et større skorstenstræk, anbefales en højere skorsten.

Anbefalinger ved anvendelse af eksisterende muret skorsten (f.eks. isoleret foring, topafgang og ikke bagudgang fra brændeovn).

1. Vurderer eksisterende skorsten mht. højde og kerne. Anbefaler generelt montering af isolerende kerne i uisolerede skorstene, specielt ved højere skorstene. Mange vil dog lige se hvordan den fungerer uden isolering, for at spare den omkostning. Anbefaler generelt topafgang, dog afhængigt af skorstenens højde.
2. Anbefaler isolerende kerne i murede skorstene. Anbefaler altid topafgang, da det giver de bedste trækforhold. Er skorstenen i muren, så 30-40 cm op og en blød bøjning ind i muren til skorstenen.
3. Har erfaring for at Aspirator kun virker nogle år, og så vil den ikke dreje ordentlig rundt. Har selv konstrueret en speciel hat, efter flyvinge-princippet, som både hindrer røgnedslag og forbedrer trækket i skorstenen.

4. Vurderer altid eksisterende skorsten mhb. på genbrug. Murede skorstene er som regel høje nok. Ældre stålskorstene kan være forkert dimension, tærede eller på anden måde uanvendelige. Ved isætning af pejseindsats, er skorstenen på pejsen ofte ikke god nok, ofte for lav (2-3 m) og uisoleret. anbefaler isolerende kerne og forhøjelse af afkast med skorstenspipe.
5. anbefaler altid topafgang, også til eksisterende murede skorstene. Forklarer kunden fordelene ved topafgang, at det giver bedre træk og mindre risiko for røg i stuen når lågerne åbnes.

**Hvordan rådgiver/anbefaler i kunderne om valg af brændeovns størrelse/effekt?
1 kW opvarmer 10 – 20 m² (dårligt – godt isoleret hus)**

1. Helst ikke for stor brændeovn. Mange vil gerne kunne fyre hele huset op. Fyr lidt men tit.
2. anbefaler altid en lille ovn, som kan fyres med høj belastning i en større del af vinterperioden. Kunden får ikke lov at købe den store ovn, hvis det vurderes, at den vil varme så meget, at der det meste af tiden bliver skruet så meget ned for luften, at forbrændingen bliver dårlig.
3. Ser også på folks energiforbrug og hvilken temperatur de foretrækker i hjemmet. Er der hjemmegående i huset, så den skal brænde hele dagen eller skal der tændes op sidst på dagen efter arbejde så den kun brændes indtil sengetid. Ovnene kan være mindre ved mere konstant brug, og den kan være større hvis den hurtigt skal varme huset op efter arbejdstid.
4. Spørger helt ind til benet om størrelsen af stuen og det samlede areal der skal opvarmes. Er meget bevidst om at brændeovnen ikke må være for stor.
5. Gør meget ud af dette. Hellere for lille ovn end for stor ovn. Dog er det lidt anderledes med brændeovne til sommerhuse, fordi folk kan skade en for lille ovn, når de kommer op til et koldt sommerhus, og fyrer meget kraftigt, for at få det varmet hurtigt op.

**Har i haft reklamationer over brændeovne der f.eks. giver røg i stuen? Hvordan håndteres de?
(Årsager: For lav skorsten, uisoleret muret skorsten, for lav temperatur i brændeovnen, for tæt hus, emhætte i køkken/alrum laver undertryk hvor brændeovnen står eller andet):**

1. Mange har problemer med trækket, specielt huse med høj rejsning og for lave skorstene der udmunder under tagryg. Spørger til lufttilgang, husets tæthed (alder), om der evt. kører en emhætte, så det sikres at der er tilstrækkelig lufttilgang til lokalet hvor brændeovnen er placeret. Har gode erfaringer med ovne der har monteret direkte lufttilførsel udefra. anbefaler at brændet er kløvet godt igennem, så de ikke er for store.
2. Ved klager over røgnedslag og røg i stuen, ses på hvordan der fyres, skorstenens højde, om der er tilstrækkelig lufttilgang til brændeovnen og om f.eks. en emhætte tager luften. Lågen må ikke åbnes så længe, der er flammer, hvilket er en hyppig årsag til røg i stuen. Er der problemer med træk ved optændingen, anbefales at brænde et par sprittabletter af på den øverste plade i brændeovnen, så skorsten varmes op.
3. Møder ofte problem med folk der skifter til en ny ovn, og fortsætter med deres gamle fyringsvaner. En moderne ovn skal betjenes anderledes end en gammel. Mange har problem med træk i nye ovne, fordi de ikke tænder rigtigt op. Brug 2 – 2½ kg tyndt brænde til optænding, så ovn og skorsten hurtigt varmes op. Lågen må ikke åbnes før det er brændt ned til glød, ellers kan det give røg i stuen. Afpas påfyring med mængde i forhold til varmebehovet, så intervallet bliver 1 og højet 2 timer. Lidt ad gangen giver bedre forbrænding. For at få bedre træk i en ny ovn, er der nogen der skærer noget af røgvendepladen.
4. Meget vigtigt med lufttilførsel. Har ofte anbefalet montage af luftventil, og forklaret at

emhætten kan give undertryk og røg i stuen. Eftermontere ekstra højde på skorstenen. Har gode erfaringer med, at Aspirator kan afhjælpe problemer, ved at trække røgsøjlen op og forhindre røgnedslag.

Anbefaler vimpelprøven ved for lave skorstene. En stang med en vimpel af plast eller silkepapir føres op over skorstenen, og i den højde hvor den retter sig vandret ud, bør skorstenen nå op til. Duer selvfølgelig kun i blæsevejr.

5. Ved problemer ses først og fremmest på mulige fyringsproblemer, og på at forbedre dette. Er der stadig problemer, anbefales forhøjelse af skorsten, montage af røgsuger eller aspirator, afhængigt af problemet. Røgsugere sælges ofte til huse med høj rejsning og skorsten i tagkant, som udmunder under tagryg.

Har solgt mange flere røgsugere i de sidste par end tidligere. Hvis folk ikke fyrer ordentligt så hjælper en røgsuger kun på indendørsproblemerne og ikke på gener for naboerne. Aspirator kan anvendes med succes mod vindnedslag, men den forbedrer ikke trækket i skorsten.

Dårlig fyring med masser af røg og tjærestoffer kan afsættes i både røgsuger og aspirator, og med tiden reducere eller helt hindre rotationen og dermed ophører virkningen.

Hvad mener du er de væsentligste årsager til lugtgener fra brændeovne?

1. Gamle ovne, dårlig fyring og fyring med brændbart affald. Det er en fejlopfattelse, at man sparer ved at lukke ned for luften. Man skal i stedet fyre hyppigere med en mindre mængde brænde. Det er godt med de nye brændeovne med glaslåger, som hurtigt bliver sodsværtede pga. dårlig forbrænding, hvis man skruer ned for luften.
Vejledning – specielt problemer med de store låger i nyere brændeovne, som nemt giver røg i stuen fordi åbningen er så stor. De bør kun åbnes når der kun er gløder tilbage. Nogle ovne (Varde Lux 1 + andre) har et spjæld der åbner for mere træk til skorstenen når lågen åbnes, og det afhjælper problemet.

2. Dårlig fyring er den hyppigste årsag (for lidt luft og/eller for vådt træ).
Holder jævnligt undervisning i butikken, hvor kunderne over et glas rødvin bliver oplært i korrekt fyring.

3. Forkert og for dårlig fyring. Specielt fyring natten over giver lugtgener, og det burde forbydes. Mere fokus på det problem i informationskampagner anbefales.

4. Ubetinget fyringen, som ofte sker med for vådt brænde og for lidt luft. I denne regnfulde og våde tid, så opfugtes brændet (i overfladen) til op mod 25 % fugt, selvom det opbevares udendørs. Det bør højst være 14 %.

Har tidligere haft gode erfaringer med at ringe tilbage til kunder efter ca. 1 måned, for at høre om brændeovnen fungerer tilfredsstillende. Har derved i flere tilfælde afhjulpet typiske betjeningsfejl, f.eks. ombygning på primær og sekundær luft og hvordan de egentlig skal indstilles.

Anbefaler optænding således: 2 store stykker brænde i bunden med briketter imellem. 2 stk. maks. 5 cm på tværs med lidt afstand ovenover og en til ovenpå igen. Optænding og fuld luft på i 30-45 minutter, hvor ovnen ikke røres.

5. For lav temperatur i brændeovnen, hvilket kan skyldes for fugtige eller for store brændestykker eller for lille lufttilførsel, så gasserne ikke forbrændes ordentligt. Anbefaler at brændeknuder er højst 8 cm i diameter. Oplever sjældent sammenhæng mellem dårlig fyring og dårligt skorstenstræk.

Gav eksempel med rækkehus med høj rejsning (to etager), hvor der var problemer med røggener, også efter montage af røgsuger. Røgen blev suget ned mellem de to rækker rækkehuse, og gav problemer for både brændeovnsejer og naboer. Løsningen blev et forbud mod brændeovne i bebyggelsen, og to der havde investeret i brændeovne fik erstatning fra foreningen.

Forslag/ønsker til nye regler for skorstenshøjde:

1. (Ikke spurgt)
2. Gerne regler om større højde, så problemerne med de lave skorstene undgås. Gerne genindførelse af de gamle regler om mindste højde i niveau med tagryggen, også selvom det kan give færre kunder, fordi der vil være nogen der af den grund ikke køber en brændeovn.
3. Ønsker ikke de gamle regler for skorsten mindst op til en linie fra 80 cm over tagryg til et punkt vandet ud fra tagryggen til lodret over tagfoden genindført, for den vil i mange tilfælde betyde meget høje skorstene, som dels er grimme og dels ikke er nødvendige alle steder. De nuværende krav er for slappe og tillader skorstene der reelt er for lave, så der er behov for en opstramning. Ønsker en mellemting, og foreslår en supplerende regel med at skorstene altid skal være højere end det øverste vindue i huset, samt andre huse indenfor en rimelig afstand, som kunne være 10 – 15 meter.
4. (Ikke spurgt)
5. Brændeovnsproducenter skal opgive nødvendig skorstenshøjde i meter. Generel minimumslængde for skorsten og minimumshøjde over tagflade.

Eksempler på skorstensproblemer og løsninger

Skema nr. 1

Problem: Dårligt træk i skorstenen. Røg i stuen, når der fyres på. Der er alt for meget sod i skorstenen.

Vurdering og løsning: For lille skorstenstræk, pga. for lav skorsten i forhold til ovnens trækbehov på 12 Pa.

Højere skorsten efter producentens anvisninger, så der er eftermonteret 0,75 m skorsten.

Sodmængden i skorstenen blev reduceret til ca. 1/3. Husejeren har efterfølgende sagt, at forbrændingen er væsentligt bedre, da ovnen nu får det fornødne skorstenstræk.

Brændeovn: Morsøe 5045. 12 Pa trækbehov

Skorsten: Stålskorsten ca. 5 m lige op. Uisoleret 1,30 m og Isoleret: 3,75m. Udmunder ca. 1 m over tag.



Fyringsforhold: Hovedsagelig tørt gran og fyr som er kløvet i passende størrelse til ovnen (dvs. Ø 5 – 6 cm). Opbevares i brændeskur.

Bemærkninger:

Før skorstenen blev forhøjet har udmundingen været langt fra SBI-anvisningens 1 m over tag.

Skema nr. 2

Problem: Dårligt træk i skorstenen. Der kommer aske og røg ud, når fyrlågen åbnes

Vurdering og løsning: Skorstenslængden er ikke afpasset efter brændeovnens modstand. Skorstenen laves længere eller røgsuger monteres.

Brændeovn: Euro Flame A/S



Skorsten: Stålskorsten 3,75 m lige op. Uisolaret: 1,25 m og Isoleret: 2,50 m. Udmunder 30 – 40 cm over rygning

Fyringsforhold: Blandede træsorter som er tørre og kløvet i passende små størrelser. Opbevaret under tag.

Bemærkninger:

Skema nr. 3

Problem: Dårligt træk i skorstenen.

Indbygningsovn monteret i åben pejs med kun 2 m skorsten. Modstanden i ovnen er så stor, at selv når røgvendepladen tages ud, er der ikke træk nok i skorstenen til at ilden kunne brænde – den gik simpelthen ud.

Da ovnen først for nylig er taget i brug, er der ikke sod i skorstenen!

Vurdering og løsning: Skorstenen er for lav i forhold til ovnens modstand.

Der blev monteret en Exhausto røgsuger af typen RSV 00941.

Husejeren siger, at havde han på forhånd vidst at udgifterne totalt ville løbe op i 30.000kr. før ovnen virkede, havde han valgt en anden løsning!

Ovnen virker perfekt når røgsugeren kører, dvs. der er hverken sod eller røggener nu.

Brændeovn: Ny Meteor Jupiter 550

Skorsten: 15x23 skalmuret elementskorsten 2 m med 2 x 45° bøjninger. Indbygningsovn monteret i åben pejs. Udmunder i niveau med tagryg.



Fyringsforhold: Hovedsagelig tørt gran og fyr, som er kløvet i passende størrelse (max Ø 5 – 6 cm). Opbevares under tag.

Bemærkninger:

Skema nr. 4

Problem: Dårligt træk i skorstenen, røg i stuen når lågen åbnes og røgen falder ned til jorden bag huset. Der er begrænset glanssod i skorstenen. Brugeren er opmærksom på om røgen generer naboerne.

Vurdering og løsning: Brændediameteren er for stor i forhold til den indfyrede mængde og ovn, og skorstenen opfylder ikke producentens minimumshøjde.

Brændet kløves så det passer til ovnen og skorstenen skal forlænges.

Efter samtale 16. nov. 2006 kløves brændet til passende stykker (max Ø 5 – 6 cm).

Brændeovn: Focus 1 fra 2006. 8 KW, 15 Pa



Skorsten: Lige op stålskorsten Ø 15. Isoleret 2 m og uisolert 80 cm

Fyringsforhold: Gran, kløvet Ø 10 og opefter, der opbevaret under tag i brændeskur.

Bemærkninger:

Skema nr. 5

Problem: Dårligt træk i skorstenen, røg i stuen når lågen åbnes og røgen falder ned til jorden bag huset. Brugeren er opmærksom på om røgen generer naboerne.

Vurdering og løsning: Skorsten og brændeovn er ikke dimensionerede driftsmæssigt korrekt til hinanden. Isokern monteres i eksisterende skorsten og skorstenen forhøjes med 2m isoleret stålskorsten.

Derefter er der ingen røggener i stuen ved påfyring og ovnen både brænder og varmer væsentligt bedre. Røgen fra skorstenen er nu næsten usynlig.

Husejerens kommentar: "Havde vi kunnet læse os til dette da vi købte ovnen, havde vi fået det monteret samtidig."

Brændeovn: ABC pejseindsats 12. Ca. 5 år gammel. 15 Pa trækbehov.



Skorsten: 1,70 m muret med 2 x 45° bøjninger, isokern isat. Skorsten forlænget med 2 m isoleret stålskorsten. Total højde på skorsten 3,70m. Udmunder ca. ½ m over tagryg

Fyringsforhold: Forskellige træsorter, vellagrede (tørre), kløvet i passende diameter i forhold til ovnen (max 5 – 6 cm).

Tænder op med fine optændingspinde som antændes med avispapir.

Bemærkninger:

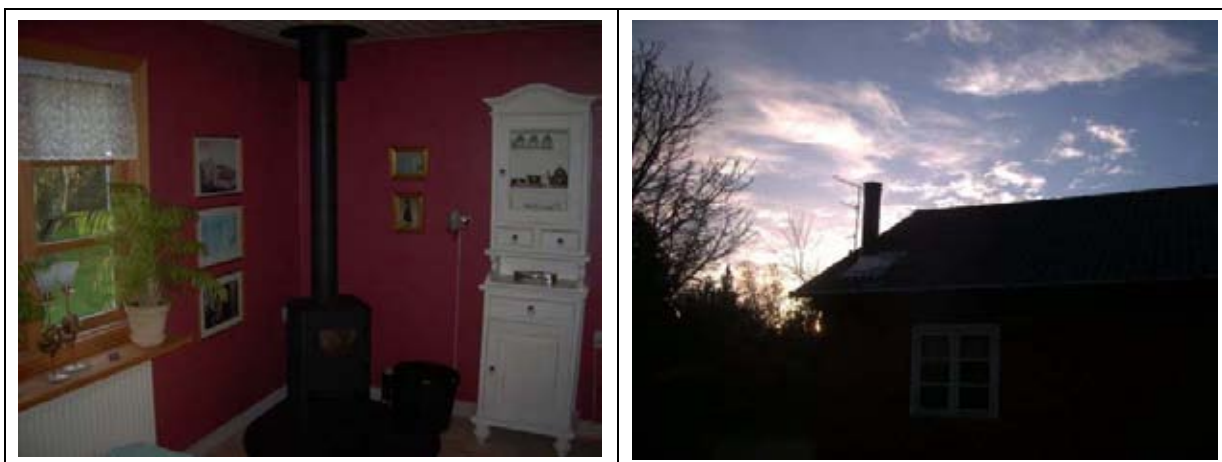
Skema nr. 6

Problem: Dårligt træk i skorstenen, røg i stuen når lågen åbnes og røgen falder ned til jorden bag huset. Der er problemer med røg i stuen, hver gang der skal fyres.

Der er på nuværende tidspunkt monteret 0,5 m ekstra skorsten, end det oprindeligt var tænkt.

Vurdering og løsning: For dårligt skorstenstræk, pga. af for lav skorsten. Løsningen er at skorstenen skal op over tagryggen efter Morsøes anvisninger, som på deres hjemmeside lyder: 4 m stålskorsten, som samtidig skal kunne række 80 cm over tagryggen. Eller montering af røgsuger.

Brændeovn: Morsøe 1440. 11 Pa trækbehov



Skorsten: Stålskorsten lige op. Uisoleret 1,25 m og isoleret 2 m, i alt 3,25 m. Udmunder under tagryg.

Fyringsforhold: Hovedsagelig tørt gran og fyr der er kløvet så det passer til ovnen (max 5 - 6 cm). Opbevares i brændeskur. Optændes med små brændestykker og aviser/sprittabletter.

Ovnen bruges i perioder ikke pga. overtryk på vindsiden af huset, der hvor skorstenen er og derved fyldes stuen med røg. Ved vindstille bruges ovnen, men rent driftsmæssigt virker den ikke optimalt, da skorstenstrækket ikke kan overvinde ovnens modstand 100 %.

Bemærkninger: Et kortere uisoleret rør ville give lidt højere røggastemperatur og dermed lidt bedre skorstenstræk, men det ser ikke så elegant ud med en isoleret skorsten helet ned til brændeovnen.

Skema nr. 7

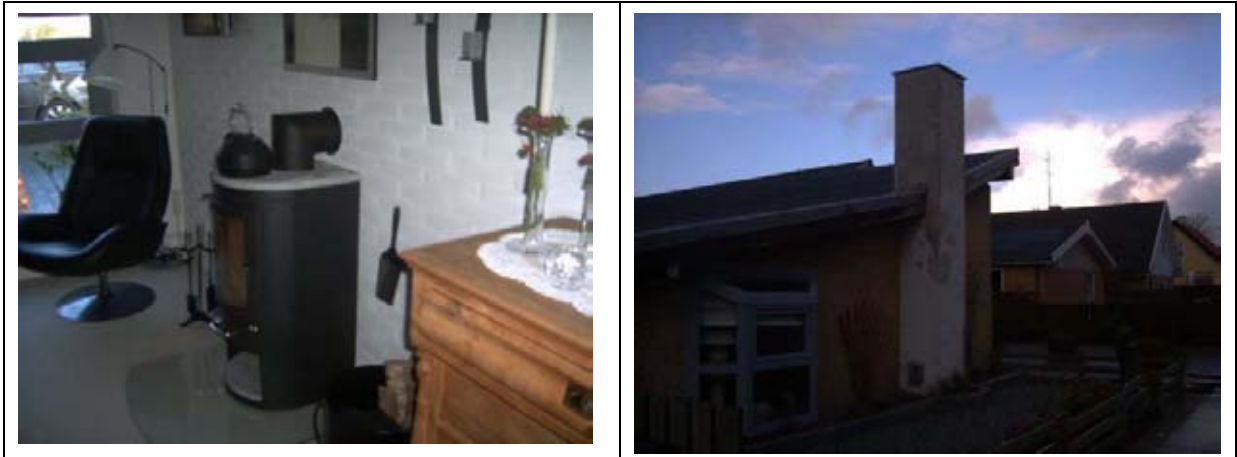
Problem: Dårligt træk i skorstenen, røg i stuen når lågen åbnes. Ovnen bliver ikke brugt, selvom den er helt ny, da der kommer aske og røg i stuen, hver gang man åbner indfyringslugen.

Vurdering og løsning: Alt for ringe skorstenstræk, pga. uisoleret og for lav skorsten.

Montering af Ø15 cm isokern i eksisterende skorsten. Hvis dette ikke giver skorstenstræk nok, vil husejeren skære lidt af røgvendepladen og derved mindske modstanden i ovnen (han ikke vil bygge skorstenen højere eller have en røgsuger på toppen).

Personligt er jeg imod, at man ændrer på modstanden i ovnen, da man derved også ændrer konstruktionen, så den kommer i uoverensstemmelse med DS-mærkningen – bl.a. afstandskrav til brændbart materiale!

Brændeovn: Varde Line 12 fra 2006. 3-7 kW, 14 Pa. Røggasdata: 5,4 g/s, 296 °C ved 20 °C, 12 Pa



Skorsten: 24x24 muret skorsten på 4,4 m. Røgafgang fra ovn går ind 85 cm over bunden. Udmunder cirka i samme niveau som tagryg.

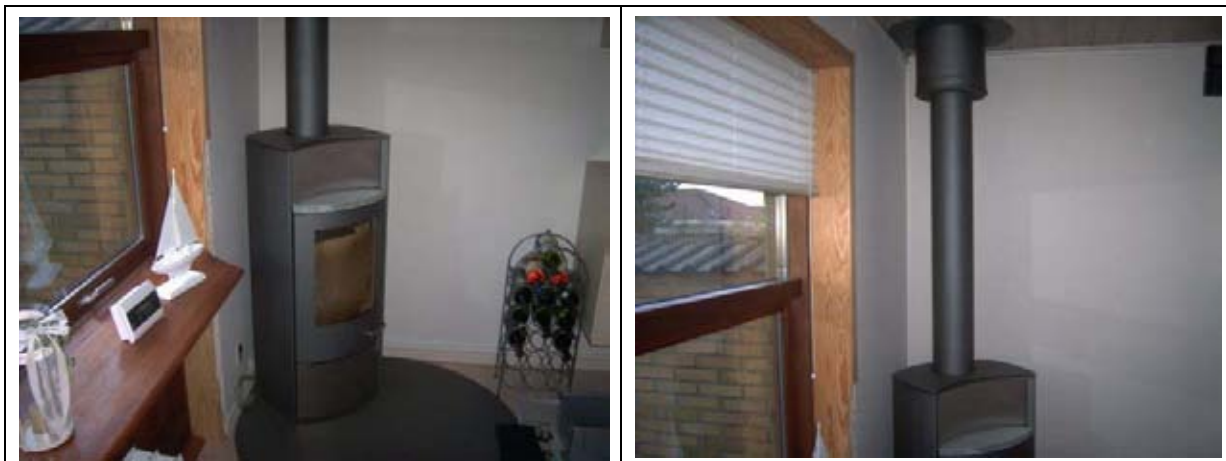
Fyringsforhold: Han har endnu ikke købt brænde, da konen har modsat sig ibrugtagning, efter hans test med en sæk brænde fra den lokale tankstation.

Bemærkninger: En blød 90° bøjning ville forbedre skorstenstrækket, men det vil kræve at tilslutningen i muren hæves, for en blød bøjning fylder mere end en skarp bøjning.

Problem: Dårligt træk i skorstenen

Vurdering og løsning: Årsagen er for lille skorstenstræk pga. for lav skorsten. Løsning er højere skorsten eller røgsuger. Her valgte kunden en Exhausto røgsuger af typen RSV 00941, som blev monteret før ovnen blev taget i brug, da ovnen ville være ubrugelig uden. Herefter virker ovnen stort set perfekt, når røgsugeren kører.

Brændeovn: Scan 51 fra 2006. Trækbehov 15 Pa. 2-8 kW.



Skorsten: Stålskorsten lige op gennem taget. Uisolereet 1,10 m og isoleret 2 m, i alt 3,1 m skorsten.



Fyringsforhold: Tænder op med små kløvede pinde og sprittabletter. Fyrer med blandet tørt gran og fyr med lidt stor diameter, der opbevares under tag.

Bemærkninger: Skorstenen opfylder stort ikke funktionskravene i bygningsreglementet og ej heller SBI-anvisningerne om skorstenshøjde, specielt dem om udmundning 1 m over tag og ikke under tagryg.

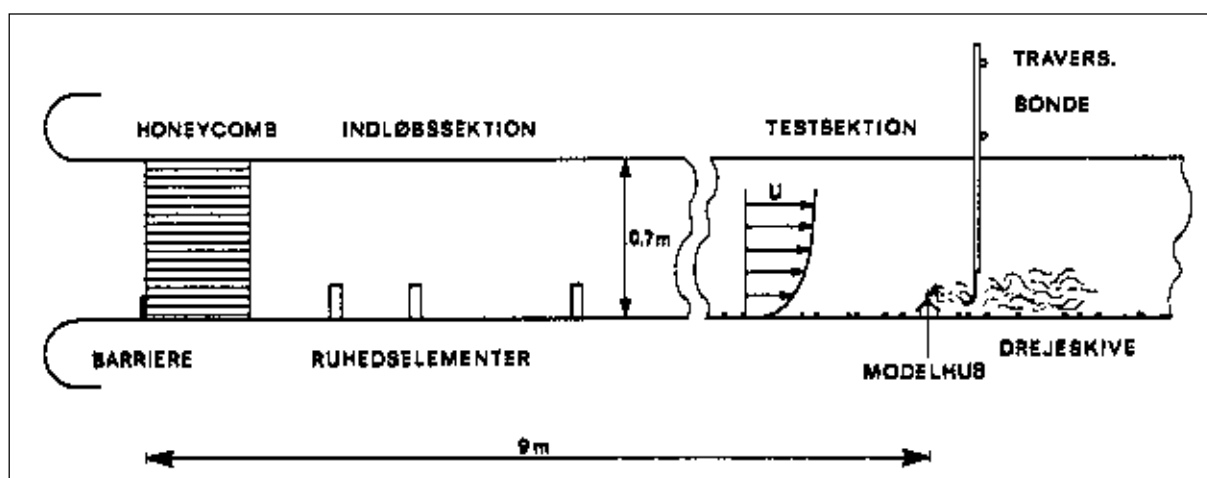
Røgspredning omkring fritliggende bygninger

I dette bilag forklares og illustreres hvordan spredningsforholdene er fra skorstene på huse med forskellige taghældninger og skorstenshøjder. Det sker ved at gengive udvalgte dele af en licentiat undersøgelse af røgspredningen omkring fritliggende bygninger, udført i en vindtunnel af Civilingeniør Allan Bang Jensen fra DK-teknik. Rapporten Røgspredning omkring fritliggende bygninger, har været anvendt som kursusmateriale på DIEU kurset "Spredning af luftforurening fra lave kilder" den 2.-3. december 1987.

1.1 Metodebeskrivelse

En systematisk undersøgelse af spredningsforholdene omkring blot en bygning i fuld skala vil være overordentlig tidskrævende og bekostelig. Det kan eksempelvis tage lang tid at opnå de nødvendige kombinationer af vindhastighed og vindretning.

Strømningsforhold omkring bygninger er imidlertid velegnet til undersøgelse i reduceret målestok ved hjælp af en vindtunnel. Et modelforsøg kan udføres som skitseret i Figur 1. En vindtunnel er i princippet et langt rør, hvor der frembringes en strømning, der svarer til strømmingen i den nederste del af atmosfæren. Et hus i reduceret målestoksforhold (f.eks. 1:100) anbringes i midten af vindtunnelens testsektion, og en luftart, der simulerer røgen, udsendes gennem modelhusets skorsten. Røgfanens spredning og bevægelse registreres ved at måle koncentrationsprofilerne i givne punkter efter modelskorstenen.



Figur 1. Vindtunnel

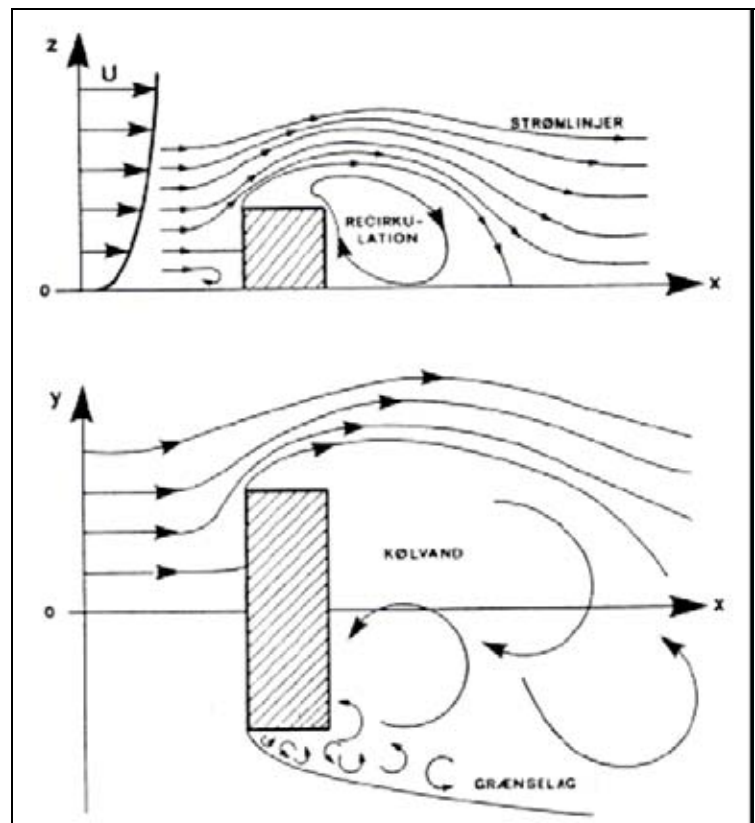
I en vindtunnel er det forholdsvis simpelt at udføre systematiske modelundersøgelser med varierende taghældning, skorstenshøjde, vindhastighed og vindretning.

Undersøgelsens formål er en kvalitativ undersøgelse, hvor de målte værdier i form af vertikale koncentrationsprofiler fra jordoverfladen og opad, angiver røgfanens spredning og fortykning under indvirkning af den aktuelle placering og påvirkning fra bygninger. Koncentrationsprofilerne i forskellige afstande fra skorstenen og ved de varierende forsøgsforhold, kan direkte sammenlignes, og derved give grundlag for en mere almen forståelse af mekanismerne for spredning af røg fra lave skorstene og bygningens indflydelse herpå.

1.1.1 Strømningsforhold

I umiddelbar nærhed af en enkelt eller flere bygninger kan det være vanskeligt at beskrive forholdene generelt, idet selv små ændringer af bygningers udformning eller indbyrdes placering i forhold til vindretningen har en så væsentlig indflydelse på strømningsforholdene og dermed røgspredningen, at to næsten identiske situationer kan være karakteriseret ved forskellige spredningsforhold.

Hovedtrækkene af bygningers indflydelse på vindfeltet er vist i Figur 2, hvor et simplificeret strømningsbillede omkring en skarpkantet bygning er optegnet.



Figur 2. Forenklet skitse af strømningsforhold omkring en rektangulær bygning. Øverste er bygningen set fra siden og nederste er den set ovenfra.

Øverste del af figuren viser et udsnit gennem huset i vindretningen, og nederste del viser strømmingen set ovenfra. I det efterfølgende er x-aksen altid sammenfaldende med vindretningen, y-aksen er den horisontale retning vinkelret på vindretningen, og z-aksen repræsenterer den vertikale (lodrette) retning.

På bygningens vindside er der overtryk, medens læsiden er præget af undertryk og turbulens. Strømlinierne viser, at luftstrømningen afbøjes opad umiddelbart foran bygningen. Denne forskydning forplanter sig med aftagende effekt over huset efterfulgt af en nedsugning på husets læside på grund af undertryk. Dette område betegnes forskydningszonen.

Fra bygningens forkant til et par hushøjder bag bygningens bagkant, er der et ret afgrænset område med store forstyrrelser i luftstrømningen. Strømningen er præget af kraftige turbulente hvirvler, og langs jordoverfladen og taget kan strømningen lokalt være rettet imod vindretningen (recirkulation). Dette område kan betegnes recirkulationszonen på grund af den kraftige turbulens. Skorstene placeret i dette område, er ofte udsat for vindnedslag, hvor røgen blæses ned i skorstenen og baglæns ud gennem brændeovnen. Vindnedslagets hyppighed og kraft afhænger af den konkrete vindretning, da hvirvlerne ikke er statiske, men kraften er generelt stigende med stigende vindhastighed.

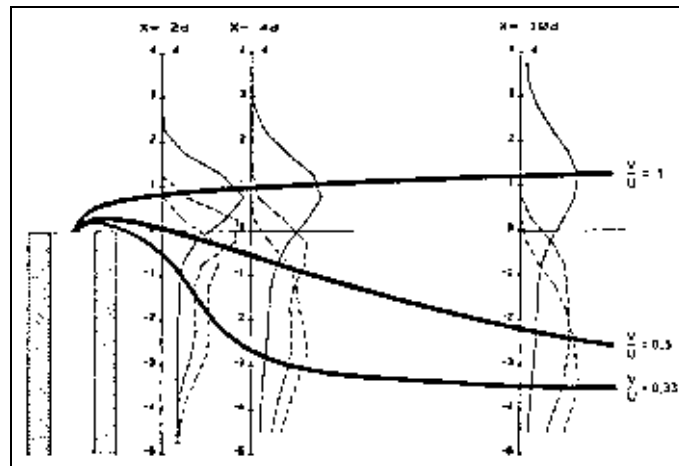
Ved at betragte huset ovenfra fremgår det, at strømningen ændres tilsvarende langs husets lodrette flader specielt fra husets forkanter vokser nye såkaldte grænselag op. Disse grænselag er karakteriseret ved forøget turbulens, og i kort afstand fra huset er afgrænsningen mellem kølvandet og den øvrige strømning ret skarp. I større afstand fra huset er kølvandets afgrænsning mere usikker, fordi den turbulente energi fordeles til større luftmasser, idet kølvandet breder sig ud til siderne og op i den omgivende luftstrømning.

Hvis røgen fra en skorsten eller luften fra et ventilationsafkast ikke føres op over det kraftige turbulente grænselag i recirkulationszonen, vil røgfanen blive spredt hurtigt og kraftigt mod jordoverfladen umiddelbart bag bygningen.

Udenfor recirkulationszonen vil nedsug og større spredning påvirke røgfanen. Denne påvirkning vil aftage for voksende skorstenshøjde og for voksende afstand fra bygningen. Spredningen af røgfanen kan som tommelfingerregel betragtes som uafhængig af bygningers påvirkning, hvis udslipshøjden regnet fra jordoverfladen, er mindst 2 gange bygningshøjden.

1.1.2 Skorstensnedsug

Ligesom vindens afbøjning omkring en bygning giver undertryk på bygningers læside, vil der opstå undertryk på skorstenens læside og langs sidefladerne. Dette medfører, at røgen kan suges ned bag skorstenen eller skorstenspipen, hvis røghastigheden ikke er tilstrækkelig stor i forhold til vindhastigheden. Når røgen trænger ned under skorstenens udslipshøjde, betegnes dette som skorstensnedsug. Hvis det samme optræder i forbindelse med bygninger, anvendes tilsvarende betegnelserne bygningsnedsug. Skorstensnedsuget afhænger både af vindens hastighed og skorstenens udstrækning, så det vil være meget større bag en bred muret skorsten i forhold til en slank stålskorsten.

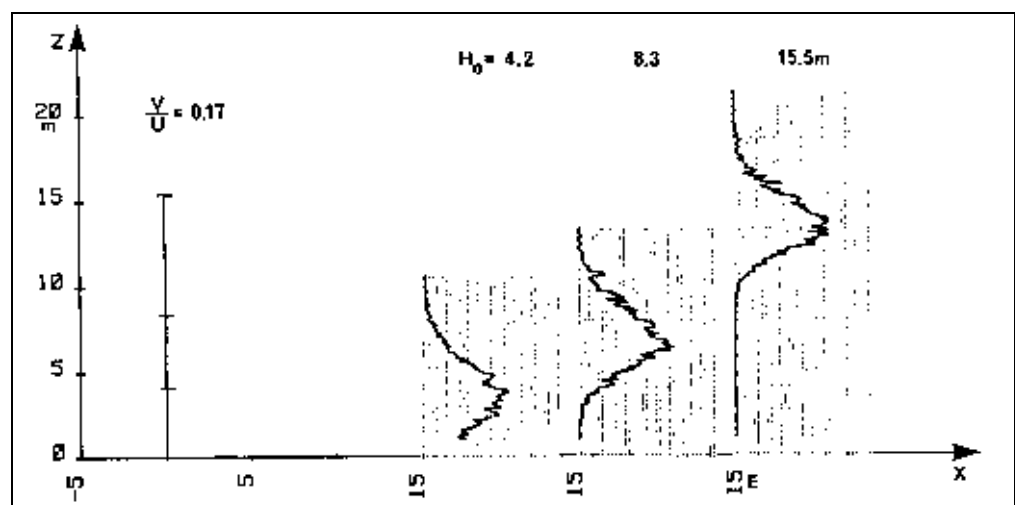


Figur 3. En-dimensionale koncentrationsfordelinger i 3 afstande bag skorstenstop. De kraftige linier angiver fanens maksimumkoncentration for de tre hastighedsforhold.

Figur 3 viser nogle resultater fra en modelundersøgelse af spredningsforholdene i umiddelbar nærhed af en skorstenstop. For 3 afstande er der vist koncentrationsfordelingen for tre forskellige forhold af V/U , hvor V er røggassens udslipshastighed ved skorstenstop, og U er vindhastigheden ved skorstenstop. Det fremgår tydeligt af denne figur, at der altid optræder skorstensnedsug, når $V/U < 1$.

Da udslipshastigheden i skorstenen fra almindelige brændeovne typisk er under 1 m/s, medfører denne lave udslipshastighed, at de meget ofte har skorstensnedsug. En hyppigt anvendt "tommelfingerregel" siger, at V/U skal være større end 1,5 for helt at undgå skorstensnedsug. Hvis $V = 1$ m/s, så opnås $V/U > 1,5$ kun når vindhastigheden U er mindre end 0,7 m/s, dvs. næsten vindstille.

Koncentrationsprofilerne i Figur 4, der er målt 15 m efter 3 fritstående skorstene med forskellig højde og $V/U = 1,17$, er medtaget dels for at vise røgfanen, når der optræder skorstensnedsug, og dels for at vise, hvordan røgfanen spredes fra en fritstående skorsten uden bygningsindflydelse.

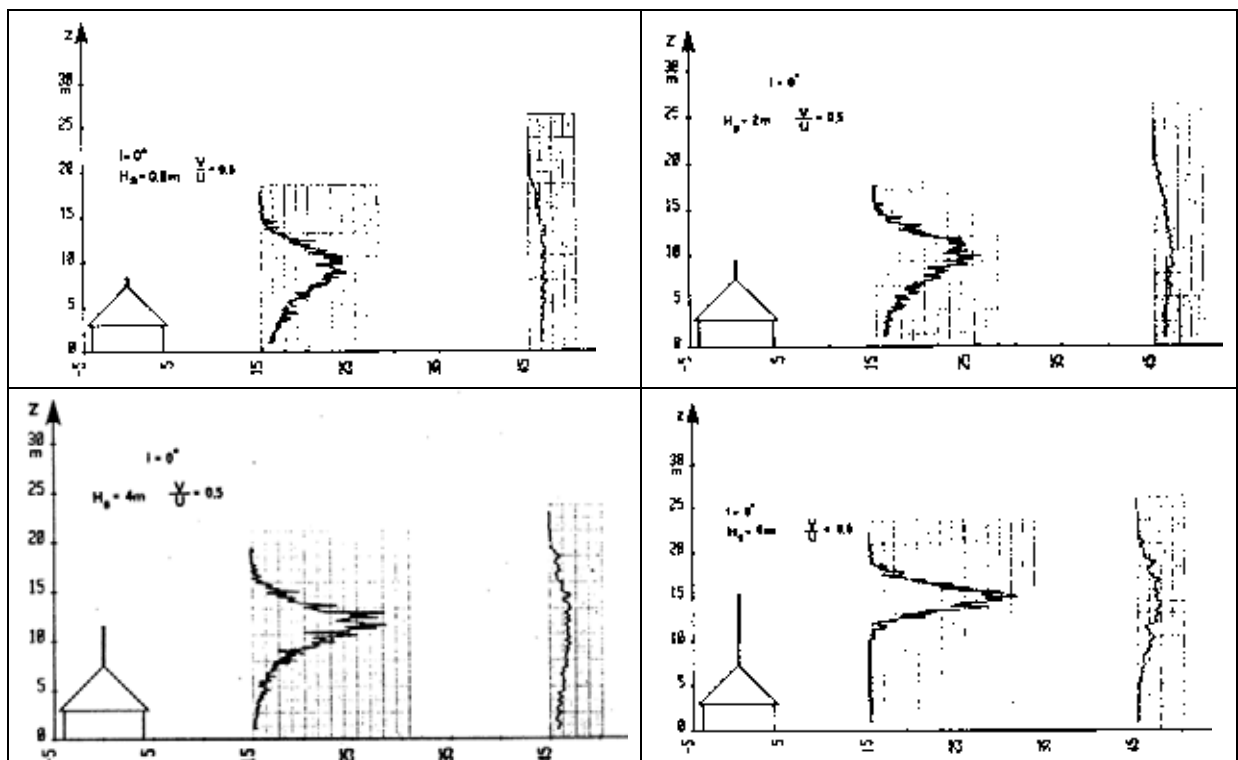


Figur 4. Koncentrationsprofiler målt 15 m efter 3 fritstående skorstene med forskellig højde og $V/U = 1,17$.

Der ses tydeligt skorstensnedslug fra alle tre skorstenshøjder, idet koncentrationsprofilernes maksimum alle er lavere end den tilsvarende skorstenshøjde.

Skorstenshøjderne på 4,2 og 8,3 m svarer til udslipshøjderne for skorstene med højden 0,8 m over tagets højeste punkt på henholdsvis et hus med fladt tag og et hus med en taghældning på 45°. Det svarer til to af de undersøgte modelhuse med en skorstenshøjde svarende til bygningsreglementets krav. Det vil fremgå af det følgende, at spredningsforholdene forværres betydeligt, når byggnedsnedslaget fra husenes medtages i forsøgene.

1.2 Huse med 45° taghældning



Figur 5. Koncentrationsprofiler målt 15 m og 45 efter hus med 45° taghældning og 4 skorstenshøjder.

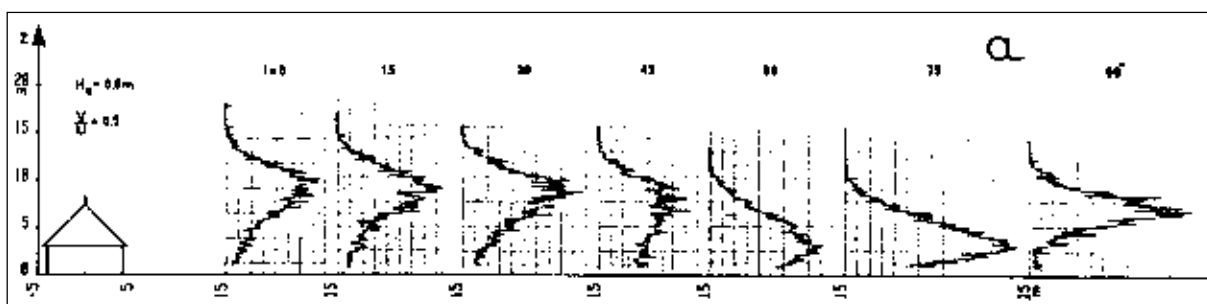
Fejl! Henvisningskilde ikke fundet. viser, at i kort afstand fra huset er koncentrationen ved jordoverfladen meget følsom for skorstenshøjden. For $x = 15$ m og $H_s = 0,8$ og 2 m er koncentrationsprofilerne skæve med angivelse af forholdsvis små koncentrationer ved jordoverfladen. Med de højere skorstene på 4 og 8 m ses, at røgfanen ikke når ned til jordoverfladen inden for så korte afstande som $x = 15$ m. 45 m efter skorstenen vil fanen fra den 8 m høje skorsten endnu ikke være spredt så meget, at det giver anledning til nogen målelig koncentration ved jordoverfladen.

Bygningens indflydelse fremgår direkte ved sammenligning mellem de samme skorstenshøjder i Figur 4 og Figur 5. Med den høje skorsten på 15,5 m svarende til 8 m over tagryg er profilerne næsten ens. Spredningen er lidt mindre for den fritstående skorsten uden bygning, men profilerne er tilnærmelsesvis Gauss-fordelte, dvs. klokkeformet koncentrationsfordeling.

Sammenligning af de lave skorstene på 8,3 m og 0,8 m over tagryg viser, at udslip i nærheden af huset spredes hurtigere - den maximale koncentration i profilen bliver mindre, men røgfanen spredes ned mod jordoverfladen, så koncentrationen her bliver større. Bygningsindflydelsen resulterer i en skæv fordeling i koncentrationsprofilen.

Det bør bemærkes, at selvom der optræder skorstensnedsug efter alle skorstenene, er røgfanens maksimum på de to laveste skorstene i Figur 5 op over udslipshøjden på grund af taghældningens opadgående påvirkning af luftstrømningen. Denne effekt er større jo lavere skorstenen er.

Vindretningen er naturligvis væsentlig for bygningsindflydelsen. Med fastholdt skorstenshøjde er modelhuset drejet fra 0 til 90° i forhold til vindens retning, og profilerne målt 15 m nedstrøms efter skorstenen er samlet i Figur 6. Indtil $i = 45^\circ$ er profilerne stort set identiske, men for denne og større vinkler vil røgfanen blive ført med strømningen langs tagets læside.

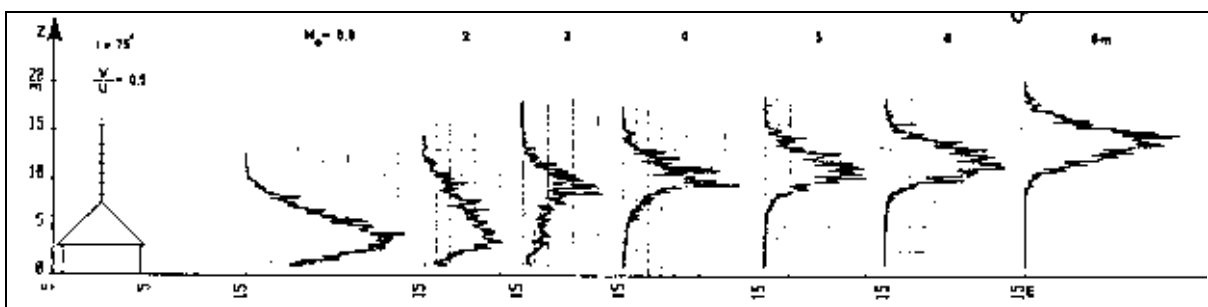


Figur 6. Koncentrationsprofiler målt 15 m efter skorstenen for 45° taghældning og forskellige vindretninger.

Det fremgår tydeligt af figuren, at profilersnes maksimum for $i = 60^\circ$ og 75° fremkommer i højde med tagets nederste kant. De største koncentrationer i de nederste par meter af atmosfæren forekommer således, ved vindretninger i området $i = 60 - 75^\circ$.

Når huset drejes, bliver vinklen over tagryggen mindre for en partikel, der følger en bane foran huset op over taget til skorstenstoppen. Indtil $i = 45^\circ$ opstår der hvirvelafløsning ved det skarpe knæk på tagryggen, og strømningen fører røgfanen fri af taget. For vindretning mellem 45 og 75° »klæber« strømningen til tagfladen på husets læside, og strømningen fører røgen ned langs tagfladen, hvor kraftige hvirvler fordeler røgen mod jordoverfladen. Med vindretningen parallelt med huset ($i = 90^\circ$) er der ingen knæk i forhold til strømningen, og røgen følger tagryggen til gavlen, hvorfra den spredes.

For den mest kritiske vindretning $i = 75^\circ$, der giver den størst koncentration et par m over jorden, er skorstenshøjdens indflydelse på koncentrationsfordelingen undersøgt særskilt og vist i Figur 7.

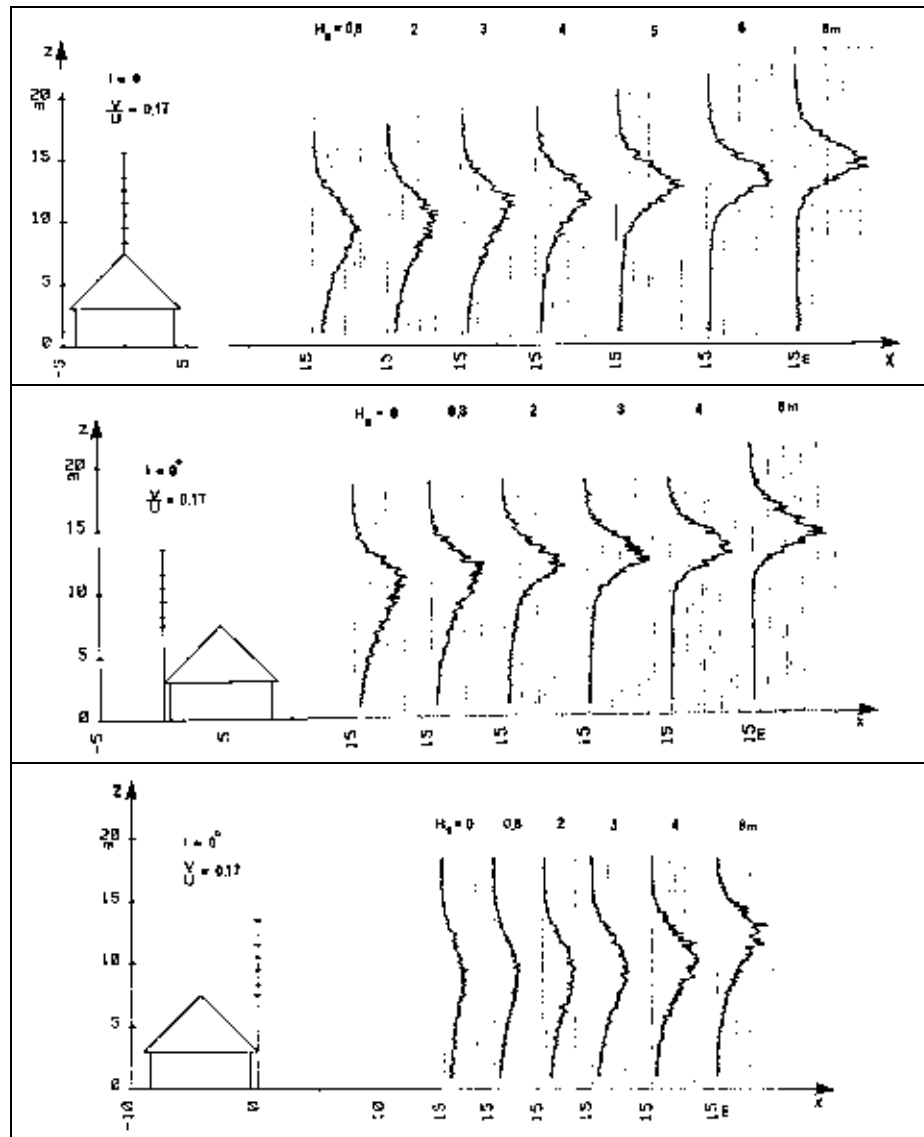


Figur 7. Koncentrationsprofiler målt 15 m efter varierende skorstenshøjder, med fastholdt vindretning $i = 75^\circ$.

Det ses tydeligt af figuren, at koncentrationerne i lave højder falder drastisk, når H_s forøges til 3-4 m over tagryggen.

Det er således tydeligt, at en skorsten på 0,8 m over tagryggen på et hus med 45° taghældning har ganske gode spredningsforhold for røgfanen, undtagen når vinden kommer skråt i forhold til tagflade, hvor røgfanen suges ned mod jorden og giver væsentligt højere koncentrationer.

Skorstenens placering over tagryg henholdsvis foran eller bagved huset er undersøgt og illustreret ved resultaterne i Figur 8. Bortset fra skorstenens placering er forholdene i øvrigt identiske. Når skorstenen placeres på husets luvside (foran huset i forhold til vindretningen), føres røgfanen op i større højder end hvis skorstenen er placeret over tagryggen i samme højde. Dette skyldes, at strømlinierne afbøjes opad, når vinden blæser direkte på tværs af husets længderetning. Da røgfanens centerlinie er ført højere op, vil en skorstenshøjde på 3 m over tagryggen medføre, at røgfanen slet ikke kan detekteres i lav højde.

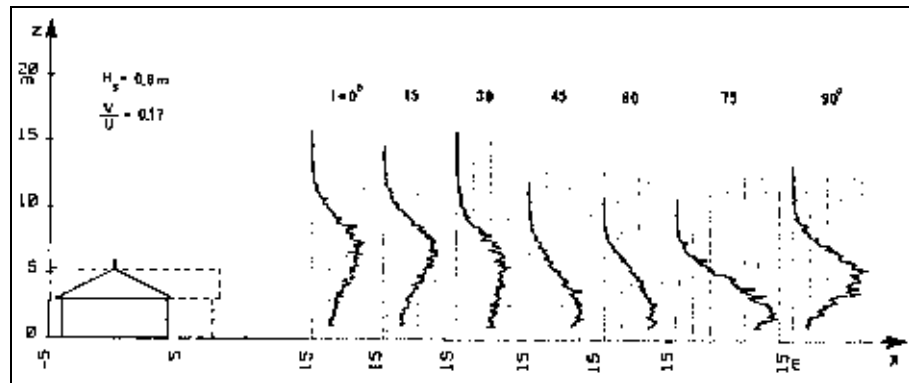


Figur 8. Sammenligning af skorsten placeret 3 forskellige steder på 45° tagflade.

Sammenlignes skorstenen i læsiden med luvsiden ses, at den modsatte virkning er konstateret, når skorstenen placeres på husets læside. Profilerne for læsiden har tydeligvis mindre maksimalværdi, fordi turbulens på husets læside forøger spredningen. Dette medfører imidlertid også, at røgen føres ned og giver højere koncentrationer ved jordoverfladen, også ved en skorstenshøjde på 4 m. Det er karakteristisk for denne skorstensplacering, at koncentrationerne i lavere højde er næsten uafhængige af skorstenshøjden, når denne er mindre end 4 m. Skorstenen skal altså være højere end 4 m over tagryg, for at gå fri af bygningens turbulensområde.

1.3 Hus med 30° taghældning

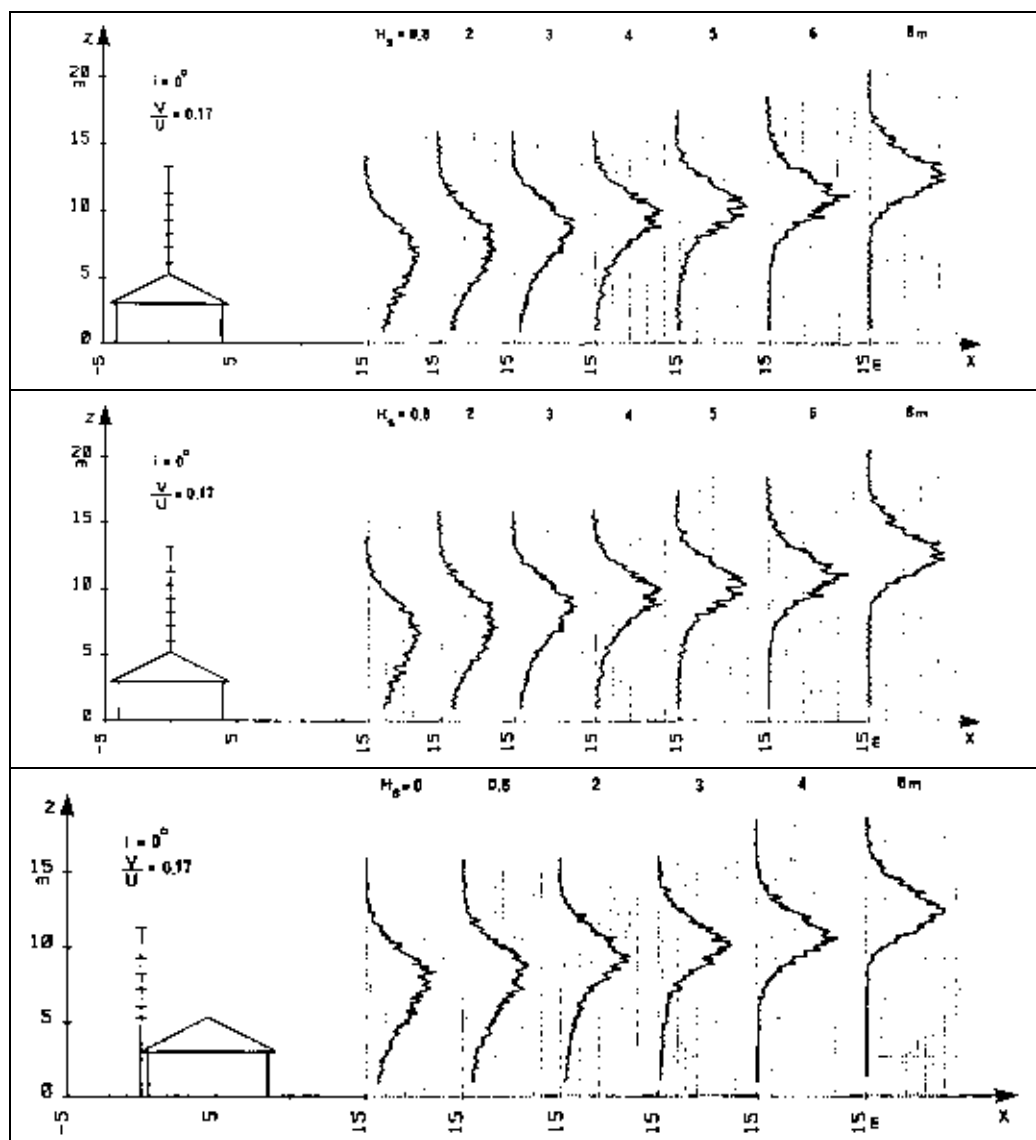
Der er udført de samme forsøg med et modelhus med 30° taghældning, og nogle af resultaterne viser her. Når taghældningen reduceres til 30° har det ingen indflydelse på spredningen, men den lavere udslipshøjde i forhold til jordoverfladen sænker profilerne svarende til den lavere tagrygning.



Figur 9. Koncentrationsprofiler målt 15 m efter skorsten for 30° taghældning og forskellige vindretninger.

Når vindretningen ændres i forhold til vind på tværs af husets længderetning, se Figur 9, ses en markant ændring af koncentrationsfordelingen. I forhold til 45° taghældning i Figur 6 vil røgen over den mindre taghældning i højere grad følge strømningerne på husets bagside. Ved $i = 30^\circ$ er der betydelige koncentrationer i lav højde, hvor det tilsvarende profil for 45° taghældning ikke er påvirket af den kraftige turbulens på husets læside. Vindretninger fra $i = 45^\circ$ til $i = 90^\circ$ (langs tagryggen) resulterer således i væsentligt større koncentrationer i lav højde.

Skorstenens placering over tagryg henholdsvis foran og bagved huset er undersøgt og illustreret i Figur 10, ligesom for 45° taghældning i Figur 8.



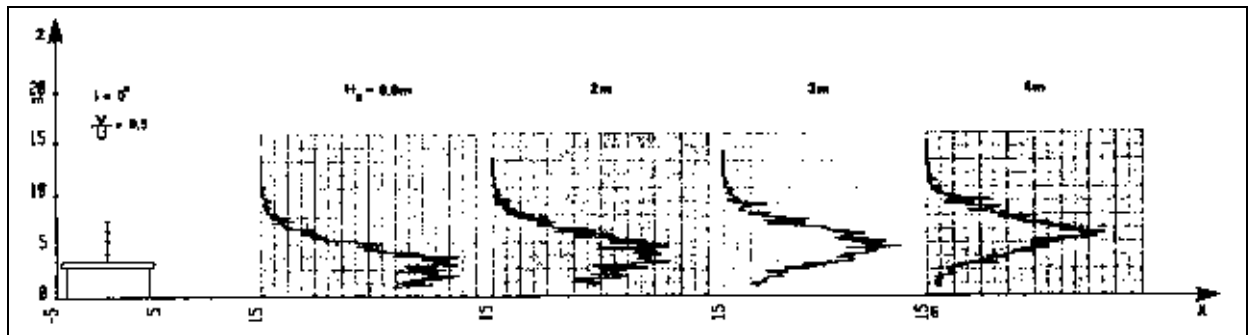
Figur 10. Sammenligning af skorsten placeret 3 forskellige steder på 30° tagflade.

Forskellen i de målte koncentrationer, når skorstenen står i tagryg, på læsiden eller vindsiden af huset er vist i Figur 10. Resultaterne svarer til resultaterne for 45° huset, men koncentrationerne fra huset med 30°-taghældning er større i lav højde, på grund af lavere udslipshøjden fra det lavere hus.

1.4 Huse med fladt tag

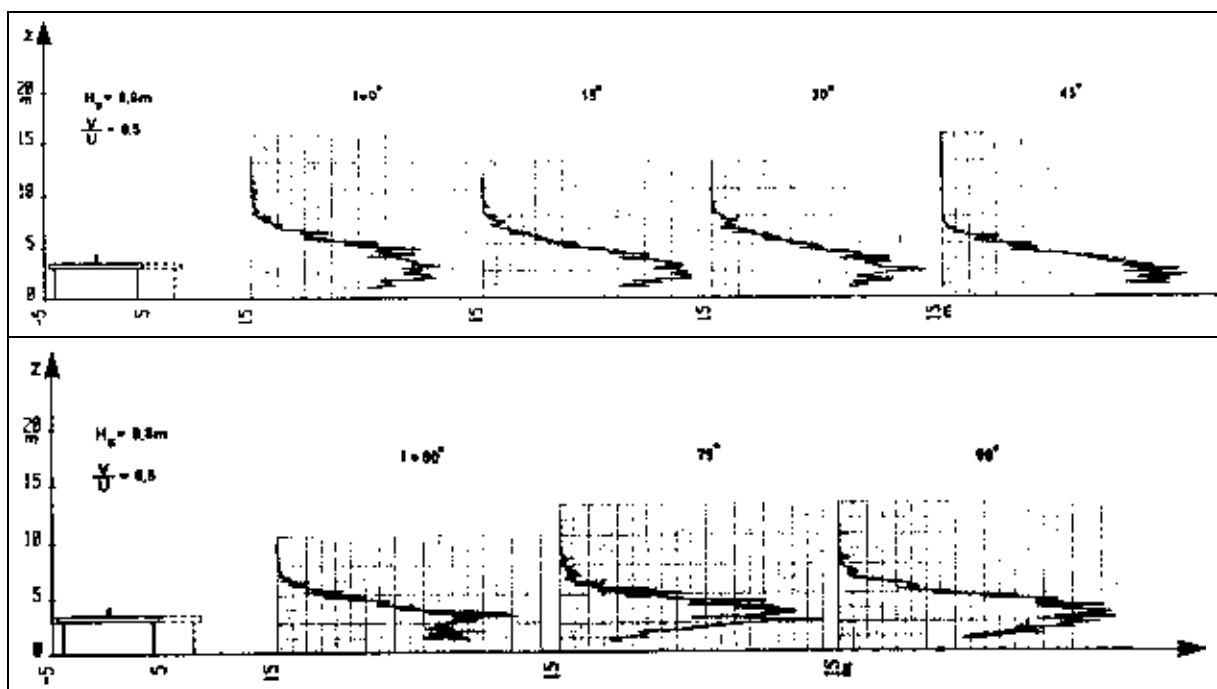
Huse med fladt tag adskiller sig meget væsentligt fra huse med taghældning, når røgens koncentrationsfordeling efter huset undersøges.

I Figur 11 er vist koncentrationsprofiler 15 m efter hus med fladt tag og varierende skorstenshøjde. Der ses kun en lille effekt af at forhøje skorstenen fra 0,8 m til 4 m over taget. Skorstenshøjder under 4 m giver dårlig spredning af røgen og medfører relativt høje koncentrationer ved jorden. Dette gælder også for ret lave vindhastigheder. Hvis koncentrationen ved jordoverfladen skal reduceres væsentligt for $x = 15$ m, skal skorstenshøjden over det flade tag føres mindst 4 m over tagfladen.



Figur 11. Koncentrationsprofilen 15 m efter hus med fladt tag og varierende skorstenshøjde.

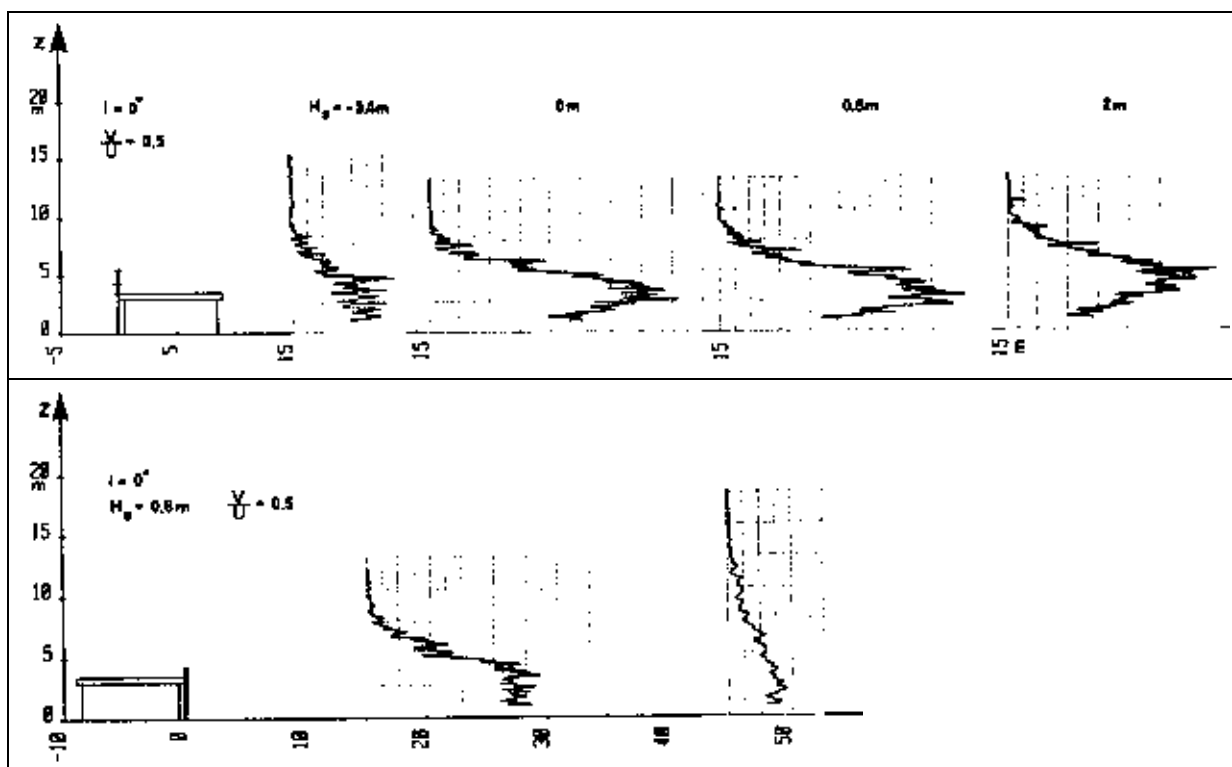
I Figur 12 ses koncentrationsprofiler målt ved varierende vindretninger, og en skorsten på 0,8 m midt på er rektangulært hus.



Figur 12. Koncentrationsprofil målt ved varierende vindretninger

Med en skorstenshøjde på 0,8 m følger røgfanen altid tagfladen uafhængigt af vindretningen. Variationen i den største koncentration skyldes i nogen grad, at strømmingen omkring huset påvirkes af væggene, som strømlinierne vil søge at følge hen mod husets bagerste hjørne - specielt for $i = 60$ og 75° . Uanset vindretningen er der høje koncentrationer ved jorden.

Effekten af placering af skorstenen foran, midt på eller bagerst på et fladt tag i forhold til vindretningen er illustreret i Figur 13.



Figur 13. Skorsten placeret i vindside og i læsiden af hus med fladt tag

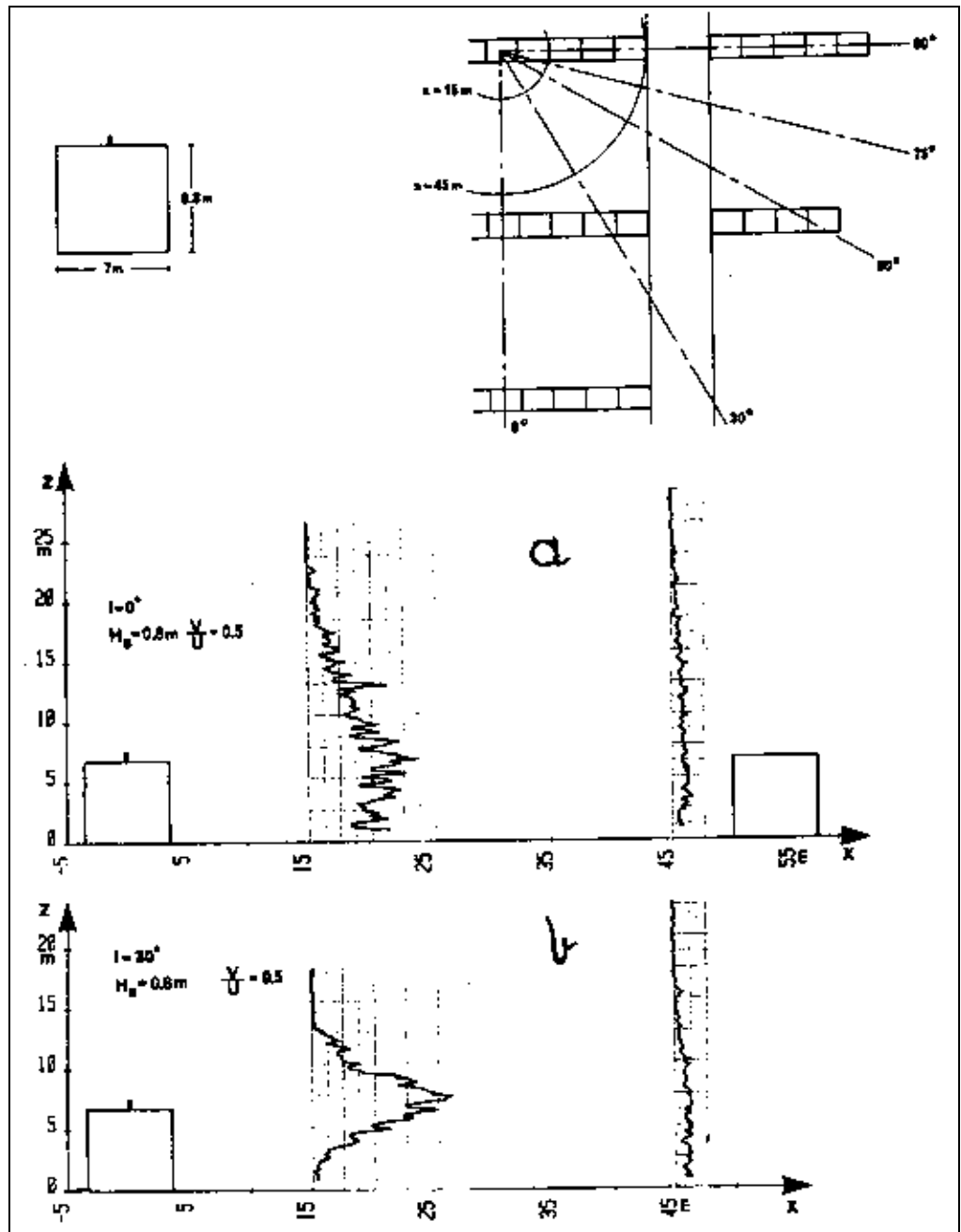
Sammenlignes de to figurer med skorsten på 0,8 m og i afstanden 15 m, ses at skorstenen i læsiden giver den største koncentration ved jorden med en jævn fordeling opad, mens skorstenen i vindsiden giver en mere spids profil, med den største koncentration i niveau med tagfladen. Begge placeringer giver væsentlig større koncentrationer ved jorden, end husene med rejsting.

1.5 Sammenhængende huse og rækkehuse

For at illustrere strømningsforholdene og røgspredningen i områder, hvor husene ikke er fritliggende, er der udført modelforsøg med rækkehuse i to etager og gårdhavehuse. Disse forsøg er fortsat forenkede illustrationer af de komplicerede forhold, der karakteriserer strømmingen omkring bygninger, påvirket af forskellige nabobygninger, træer, hegn etc. Når huse er sammenhængende, vil der være en tendens til, at strømmingen i lav højde foregår langs husrækkerne.

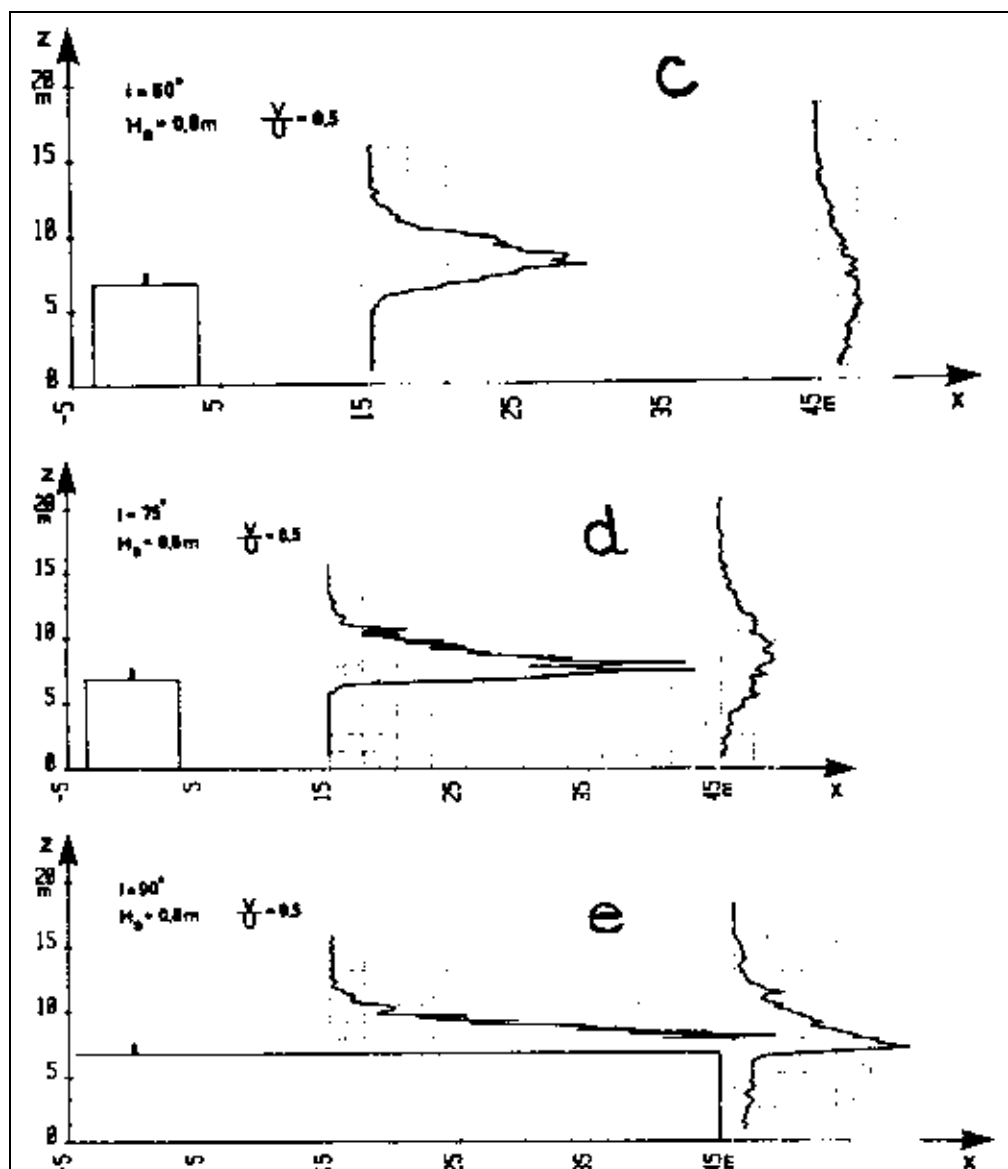
1.5.1 Rækkehuse med to etager

På vindtunnelens drejeskive er der opstillet modelrækkehuse, som skitseret øverst på Figur 14. Rækkehuset er vist i tværsnit, og rækkehusenes placering er vist i forhold til drejeskivens centrum, hvor den undersøgte skorsten er placeret. Skitsen angiver samtidig de 5 undersøgte vindretninger. Skæringspunkterne mellem de to cirkelbuer og retningslinierne udgør de målepunkter, hvor koncentrationsprofilerne er optegnet.



Figur 14 Rækkehuse med to etager med 0,8 m skorsten og retning 0° og 30°

Med strømning på tværs af husrækkerne Figur 14a er koncentrationsprofilen noget højere i forhold til koncentrationsprofilen over fritliggende huse med fladt tag. Det skyldes sandsynligvis, at grænselaget, der vokser op fra tagets forkant, er højere for brede bygninger (i forhold til højden). Samtidig kan spredningen øges på grund af kraftigere turbulens fra foran liggende rækkehuses påvirkning af strømmingen.



Figur 15. Rækkehus med to etager med 0,8 m skorsten og retning 60° til 90°

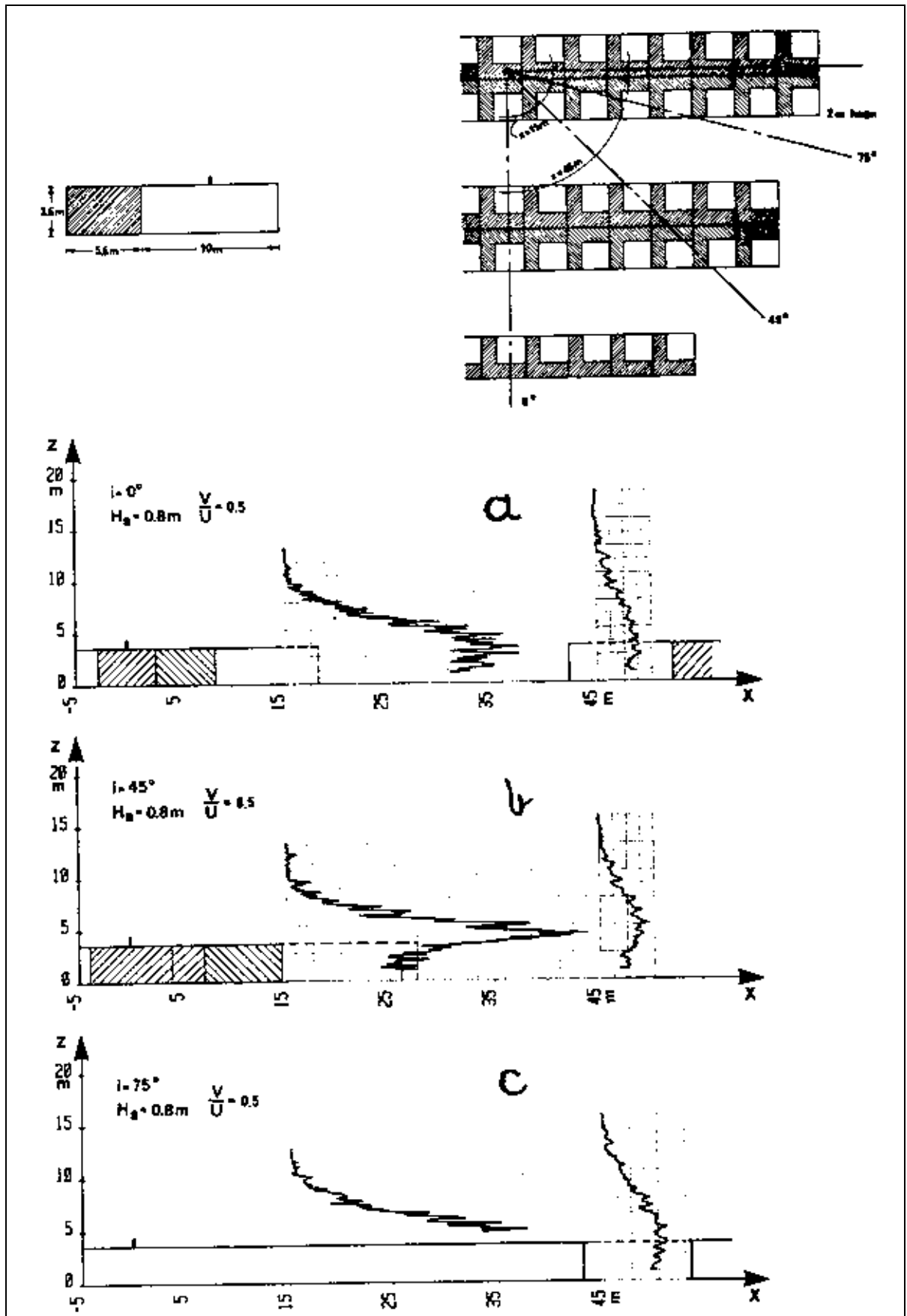
Koncentrationsprofilerne er markant påvirket af helt lokale effekter for eksempel strømning langs husrækkerne der specielt ses i Figur 15e.

1.5.2 Gårdhavehuse

Figur 16 viser et snit i et gårdhavehus, og husenes placering i dobbelte rækker med veje imellem. Den lille kvadratiske gårdhave er forsynet med plankeværk.

Igen er resultaterne påvirket af meget lokale forhold. For eksempel er profilerne i flere tilfælde målt i en gårdhave, hvor huset eller plankeværket resulterer i kraftig turbulens, der medfører konstante koncentrationer under taghøjden.

Profilerne svarer stort set til fordelingen fra målinger omkring fritliggende hus med fladt tag. Det fremgår af de målte koncentrationer, at skorstenshøjden skal være stor for at undgå påvirkningen og eventuelle røggen indendørs samme bebyggelse.



Figur 16. Spredningsforhold omkring gårdhavehuse

Spredningsforholdene omkring sammenhængende huse giver ofte problemer ved anvendelse af brændeovne, fordi skorstenen aldrig er høj nok, til at sikre en ordentlig spredning, så høje koncentrationer hos de nærliggende naboer undgås. Skorstensanvisningerne i bygningsreglementet og SBI anvisningen er langt fra restriktive nok til at sikre tilstrækkelig høje skorsten på sammenhængende huse.

En brændeovnsforhandler gav eksempel på problemer med røggener i en bebyggelse af rækkehus med høj rejsning (to etager). To beboere havde installeret brændeovn, og da det gav røggener, fik de monteret røgsuger, men det hjalp ikke tilstrækkeligt. Røgen blev suget ned mellem de to rækker rækkehuse, og gav problemer for både brændeovnsejer og naboer. Løsningen blev et forbud mod brændeovne i bebyggelsen, og de to beboere der havde investeret i brændeovne fik erstattet deres udgifter af foreningen.

Skorstene på sammenhængende huse bør på denne baggrund være betydeligt højere end tagryggen. Alternativt bør anvendelse af brændeovne undgås eller måske forbydes, som i eksemplet, hvor beboerne gennem boligforeningen vedtog et forbud mod brændeovne.

1.6 Opsamling

De viste eksempler på røgspredning illustrerer, at beskrivelse af strømningsforhold og dermed røgspredning i bygningers nærhed er overordentligt kompliceret. Skorstene der etableres efter sædvanlig og gældende praksis, ofte er alt for lave til at sikre en ordentlig spredning af røgen.

Spredningsforholdene er dårligst for skorstene på huse med flade tage og lav taghældning, og når skorstenen er placeret i husets læside i forhold til den fremherskende vindretning. Særlig problematisk er det, når skorstenens udmunding er lavere end tagryggen på husets læside.

Forsøgene viser ikke hvilke koncentrationer af generende lugt og/eller sundhedsskadelige stoffer i røgen, der kan forekomme ved jorden, hvor mennesker udsættes for dem. Der er dog ingen tvivl om, at forbrændingens kvalitet har afgørende betydning for den reelle genevirkning, næsten uanset afkastforholdene. Dårlige afkastforhold hænger dog ofte sammen med dårlig skorstenstræk, fordi skorstenen er lav, og det gør det meget vanskeligere at fyre optimalt, så emissionen af lugtende og sundhedsskadelige stoffer bliver mindst muligt.

For at tilvejebringe de bedste forhold for både fyring og spredning af røgen, er det vigtigt at skorstenstrækket er i orden og at skorstenen er høj nok og placeret rigtigt i forhold til en optimal spredning af røgen.

Det vil generelt være godt naboskab, at etablere eller forhøje skorstenen, så den mindst svarer til anbefalingerne i SBI anvisningen om:

- Skorsten bør være mindst 5 m høj, regnet fra gulvet hvor brændeovnen står.
- Skorstenen bør være 1 m over tagryggen eller den højeste del af bygningen.

For at undgå røggener, kan det i mange tilfælde være nødvendigt med en højere skorsten end den mindste højde SBI-anvisningen angiver