

Valg af kedelstørrelse i forhold til husets dimensionerende varmetab

Indledning

I tilbudsmaterialet for konvertering fra elvarme til naturgasfyret centralvarmeanlæg, som er udarbejdet af Elsparafonden i samarbejde med nogle af gasselskaberne, gives der nogle tekniske minimumskrav til anlægget. Med hensyn til kedelanlægget kræves det bl.a., at kedlen skal være modulerende og have et moduleringsområde, der er tilpasset husets varmetab bedst muligt. Kedlens maksimale ydelse må ikke være større end 2x husets dimensionerende varmetab, og den minimale ydelse må om muligt ikke overstige $1/3$ x husets dimensionerende varmetab. Endvidere skal kedlen stå på positivlisten for energieffektive kedler. Dette betyder, at kedlen skal have en fuldlast nyttevirkning på mindst 96% (målt ved 60°C returtemperatur, ΔT over kedel 20°C) eller en årsnyttvirkning på mindst 96% (beregnet for 20000 kWh årligt varmebehov + 4000 kWh årligt varmtvandsbehov).

I dette notat gennemgås kravene med udgangspunkt i erfaringerne fra DGC's kedelafprøvninger og udvikling af en harmoniseret metode til beregning af årsnyttvirkning (BOILSIM).

Undersøgelsen blev udført for gasselskabernes Fagudvalg for Gasinstallationer. Florence Wurth, Jean Schweitzer og Leo van Gruijthuijsen deltog i projektet. Carsten Nielsen, DONG Stenlille, var fagudvalgs-ansvarlig.

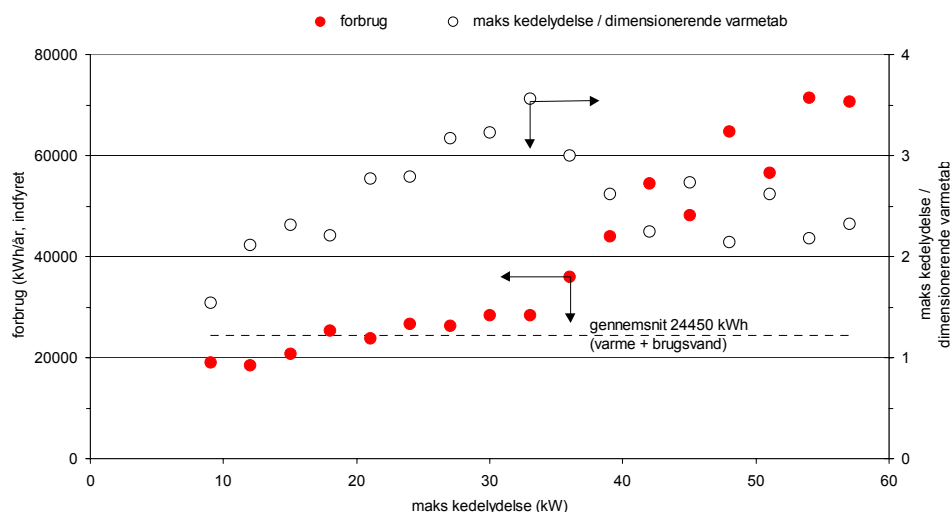
Markedet for gaskedler

Blandt eksisterende naturgaskunder er det gennemsnitlige forbrug ca. 24450 kWh/år (2200 m³/år). Dette tal gælder for HNG's område, men må forventes at være nogenlunde det samme i andre forsyningsområder.

Figur 1 viser forbruget opdelt som funktion af den installerede kedelydelse. Hvert punkt i figuren viser det *gennemsnitlige* forbrug for kunder med en kedel i den pågældende kategori.

Det dimensionerende varmetab kan estimeres ud fra forbruget ved anvendelse af en model for årsforbruget og antagelser for årsnyttvirkningen samt

forbrug af varmt brugsvand. Her er det antaget, at 2500 kWh af forbruget anvendes til produktion af varmt brugsvand, og at årsnyttevirkningen i gennemsnit er 90 %. Som vist i figur 1 ligger forholdet mellem kedelydelse og dimensionerende varmetab i eksisterende installationer mellem 1.5 og 3.5. Gennemsnitsværdien er 2.6. Kedlerne i eksisterende installationer er således større end det, der tillades ved konvertering fra elvarme til naturgas.



Figur 1 *Naturgasforbrug (kWh/år) som funktion af maksimum kedelydelse. Data for ca. 76000 kunder i HNG's forsyningsområde.*

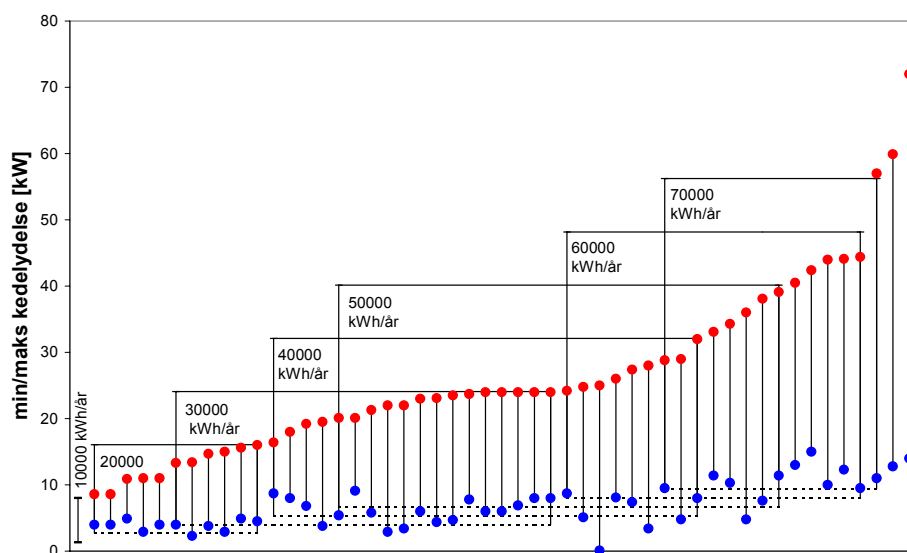
På grund af prisforskellen mellem el og gas må det forventes, at huse med elvarme generelt har et lidt lavere energiforbrug end huse, der opvarmes med naturgas. Tal på Internettet synes at bekræfte dette. For eksempel viser Helsingør Energiforsyning på deres hjemmeside, at en husstand på 3 personer, der bor i et hus med elvarme bygget efter 1977, typisk bruger 19100 kWh/år. Dette er inklusive ca. 4000 kWh til "almindeligt" elforbrug. Dvs. at forbruget til opvarmning og produktion af varmt brugsvand er ca. 40% lavere end i et gennemsnitshus med naturgas. Korrigeret for forskellen i virkningsgrad er forskellen ca. 30%. Erfaringerne viser, at husenes energiforbrug stiger efter konvertering til den billigere naturgas. Måske opvarmes alle rum i boligen efter overgang til naturgas.

Figur 2 giver en oversigt over minimum og maksimum ydelse af kedlerne på positivlisten (status juni 2003). Minimumydelsen ligger mellem 0.1 og 15 kW, men det skal dog bemærkes, at den laveste værdi er for en kedel med indbygget buffertank, hvor kedelydelsen er defineret på en anden måde

end for de andre kedler. Denne kedel har en minimum brænderydelse på 5 kW. Korrigeret for denne kedel er minimum ydelse for de ca. 50 kedler på positivlisten mellem 2.3 og 15 kW. Maksimumydelsen er mellem 8.6 og 72 kW.

I figur 2 er det også angivet ved hvilket varmebehov, en kedel opfylder Elsparefondens krav. For eksempel: ved et årligt forbrug på 20000 kWh (dimensionerende varmetab 8 kW) må den maksimale kedelydelse ikke overstige 16 kW (2 x dimensionerende varmetab), og den anbefalede minimumydelse er 2.7 kW. Desuden skal kedelydelsen mindst være lig med det dimensionerende varmetab, hvilket dog er tilfældet for alle kedler på positivlisten. Figur 2 viser, at der er 10 kedler, der opfylder kravene mht. maksimum kedelydelse, men kun 1 kedel, der opfylder alle krav. Der er flere kedler, der opfylder kravene ved et forbrug mellem 30-60000 kWh/år, men ingen kedel, der klarer kravet mht. maksimum kedelydelse ved et forbrug på 10000 kWh.

Det kan således konkluderes, at kravene er relativt skrappe ud fra et markedssynspunkt. For huse med et lavt varmetab, er kravene endda urealistiske.



Figur 2 Minimum og maksimum kedelydelse af ca. 50 kedler på positivlisten, sammenlignet med kravene i Elsparefondens tilbudsmateriale.

Er små kedler bedre end store?

I det forrige afsnit er det vist, at kravet om en maksimum kedelydelse på 2x det dimensionerende varmetab giver en væsentlig begrænsning af forbrugers valgmuligheder. Dette behøver som udgangspunkt ikke at være noget problem, hvis de "tilladte" kedler er bedre end de øvrige kedler på markedet. I det efterfølgende vurderes kedler ud fra 3 kriterier:

- Temperatursvingninger i kedel og anlæg
- Varmtvandsproduktion
- Nyttevirkning

Temperatursvingninger i kedel og anlæg

En overdimensioneret kedel kan give anledning til store temperatursvingninger i både kedel og anlæg. En 20 kW kedel i et 4 kW anlæg kan teoretisk give anledning til en temperaturstigning på 75°C, når radiatorventilerne er åbne, og endnu mere, når de er (delvist) lukkede. I praksis vil kedlens interne termostat dog i de fleste tilfælde stoppe brænderen, når temperaturstigningen overskrider 30°C.

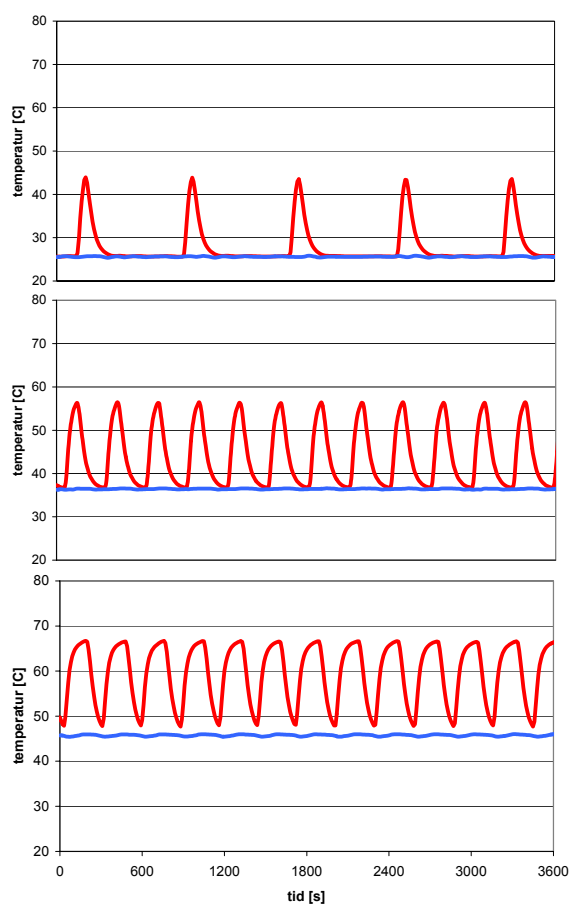
Store temperatursvingninger er uønsket af forskellige grunde:

- Støj i radiatoranlægget. Dette problem burde dog ikke kunne eksistere i anlæg, der er opbygget i henhold til Elsparefondens tekniske minimumskrav, da disse bl.a. omfatter "monteringen, herunder fastspændinger og rørbøsninger foretages, så knirkelyde ikke kan opstå".
- Pendling. Når brænderen bliver for hurtigt stoppet for at undgå overophedning, skal kedlen starte ofte for at levere den varme, der er brug for. Dette kan give anledning til ekstreme antal brænder start/stops.
- Der er mistanke om, at store temperaturstigninger kan være årsagen til tilstopningsproblemer i veksleren, der er observeret i nogle kedler. Denne teori undersøges pt. i forbindelse med DGC projekt "Dokumentation af tilstopningsproblemer i gaskedler".

For moderne kedler er det dog som regel ikke den maksimale ydelse, men den minimale ydelse, der bestemmer temperaturstigningen. Figur 3 giver et eksempel for en kedel med et ydelsesområde fra ca. 10-40 kW i et varmeanlæg på 8 kW. Varme anlægget blev i dette tilfælde simuleret på DGC's kedelprøvestand ved at vælge flowet, således at temperaturforskellen var 15°C

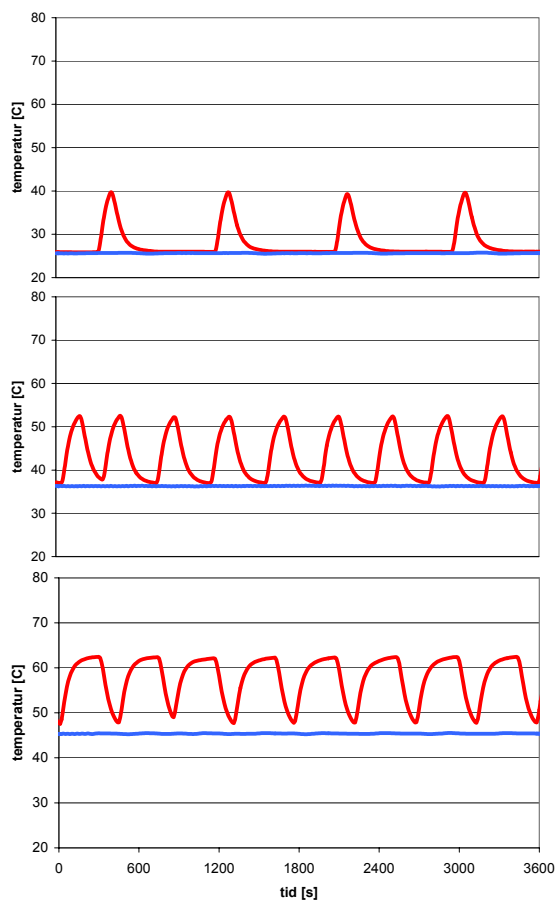
ved 8 kW. Flowet blev holdt konstant over hele ydelsesområdet, hvilket i en praktisk situation ville betyde, at radiatorventilerne er helt åbne året rundt. Kedlens ydelse blev reguleret ved at give forskelligt signal til klimastyringen.

Til sammenligning vises i figur 4 også en kedel med et ydelsesområde fra 4-15 kW i et varmeanlæg på 4 kW.



Figur 3 Kedel med 10-40 kW ydelsesområde i et simuleret 8 kW anlæg. Øverst: lavt varmebehov (ca. 1 kW, svarende til en udetemperatur på ca. 13 °C); midterst: middel varmebehov (ca. 4 kW, +2 °C); nederst: højt varmebehov (7.5 kW, ÷10 °C).

Som det kan ses i figur 3 og figur 4, er temperatursvingningerne i anlægget begrænset til 15-20°C på trods af, at kedlens maksimumydelse er meget større end 2x radiatoreffekt.

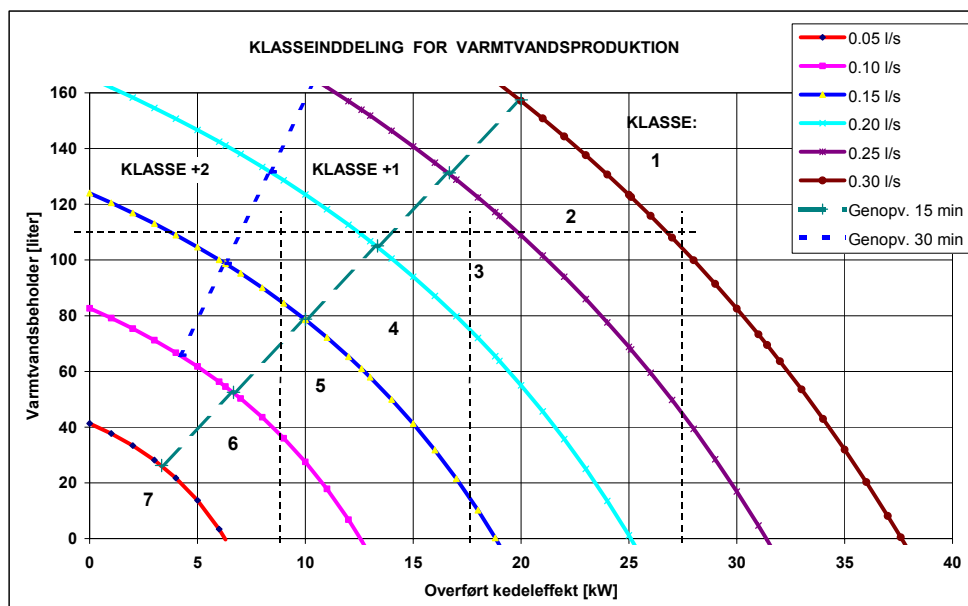


Figur 4 Kedel med ca. 4-15 kW ydelsesområde i et simuleret 4 kW anlæg. Øverst: lavt varmebehov (ca. 0.5 kW, svarende til en udetemperatur på ca. 13 °C); midterst: middel varmebehov (ca. 2 kW, +2 °C); nederst: højt varmebehov (3.7 kW, ÷10 °C).

Varmtvandsproduktion

I forbindelse med udarbejdelse af energimærkningsordningen for små gaskedler, er der udviklet en inddeling af kedler og varmtvandsbeholdere i forskellige komfort-klasser. Den højeste klasse svarer til, at der samtidig kan tappes vand til to brusebade i 15 minutter eller fyldes 270 l 40°C varmt vand i et stort badekar i løbet af 15 minutter. Klasseinddeling afhænger af både kedelydelse og beholderstørrelse, som vist i figur 5.

Udover anlæggets evne til produktion af varmt vand, tager klasseinddelingen også højde for den nødvendige tid til genopvarmning af varmtvandsbeholderen efter varmtvandsforbrug. En 10 kW kedel kan således aldrig komme i den højeste komfortklasse, uanset hvor stor varmtvandsbeholder, der bliver valgt.



Figur 5 Klasseinddeling for varmtvandsproduktion

For moderne kedler er varmtvands-ydelsen ikke nødvendigvis den samme som varme-ydelsen, men i de fleste tilfælde er de to ydelser alligevel tæt på hinanden. En begrænsning af kedlens maksimale ydelse baseret på varmebehovet alene, kan derfor være et problem.

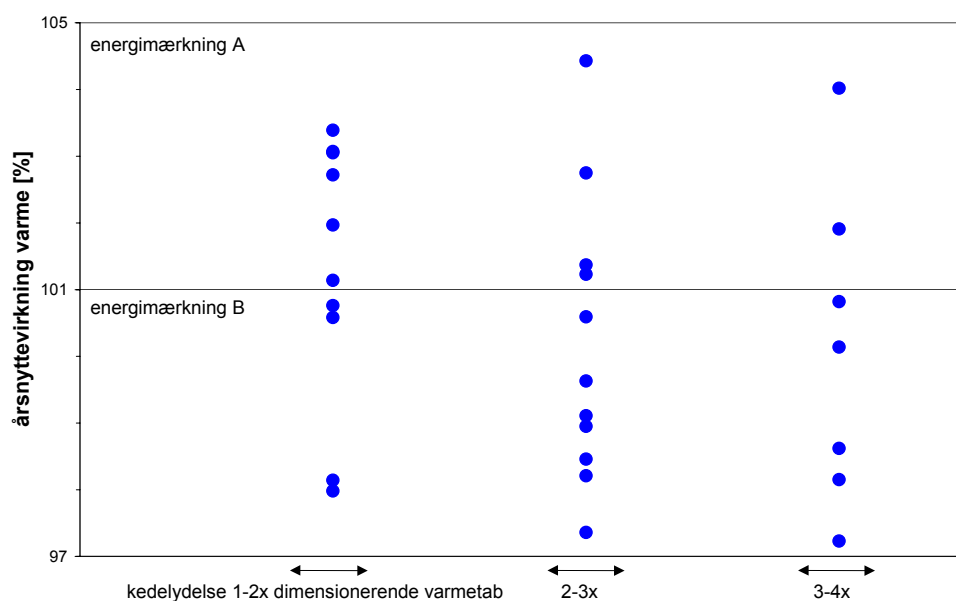
Nyttevirkning

En stor del af de kedler, der forekommer på positivlisten, har været afprøvet på DGC's laboratorium. For disse kedler er der beregnet en årsnyttevirkning ved et årligt varmebehov på 20000 kWh. Årsnyttevirkningen er beregnet efter BOILSIM metoden, og omfatter kun varmeproduktion. Tallene kan derfor ikke direkte sammenlignes med årsnyttevirkningen på positivlisten. I det nye mærkningssystem for små gaskedler er 101% grænsen for en "A" kedel.

Figur 6 viser årsnyttevirkningen som funktion af den maksimale kedelydelse, der her er inddelt i 3 klasser: 1-2 x, 2-3x og 3-4x det dimensionerende varmetab.

Figur 6 viser tydeligt, at der ikke er nogen direkte sammenhæng mellem kedelstørrelse og virkningsgrad. Årsagen hertil er, at det for kondenserende kedler hovedsagelig er returtemperaturen, der bestemmer virkningsgraden. Derfor findes der "A" kedler såvel blandt de mindste som blandt de største

kedler. Den bedste kedel findes faktisk i kategorien med en kedelydelse på 2-3 x det dimensionerende varmetab.



Figur 6 Årsnyttevirkning som funktion af kedelydelse

I figur 7 vises mærkningen for 41 kondenserende kedler, inklusive ældre kedler, der ikke længere forekommer på positivlisten. Kedlerne er sorteret efter maksimal ydelse. Udover den almindelige mærkning ved 20000 kWh/år er der også beregnet en alternativ mærkning ved 10000 og 30000 kWh/år. For alle kedler gælder, at ved et forbrug på 10000 kWh (og et tilsvarende mindre radiatoranlæg) er årsnyttevirkningen lavere, og ved et forbrug på 30000 kWh/år er årsnyttevirkningen højere. Derfor er grænsen for en "A" kedel ved 10000 kWh lagt på 94%, og ved 30000 kWh på 102%.

Som det kan ses i figur 7, skifter nogle af kedlerne fra "A" til "B" eller fra "B" til "C" (eller omvendt), når mærkningen beregnes for et andet forbrug. Også ved et forbrug på 10000 eller 30000 kWh/år gælder det dog fortsat, at der ikke er nogen direkte sammenhæng mellem kedelstørrelse og virkningsgrad.

modulerings- område (kW)	mærkning	alternativ mærkning	
	20000 kWh/år	10000 kWh/år	30000 kWh/år
4 - 9	B	A	-
6 - 11	B	A	-
3 - 11	A	A	-
5 - 12	A	B	-
13 (1-trin)	B	B	B
2 - 14	A	A	A
4 - 14	A	B	A
3 - 16	A	A	A
8 - 16	B	B	B
3 - 16	A	A	A
4 - 16	A	C	A
5 - 17	A	A	A
8 - 17	B	B	A
18 (1-trin)	B	B	A
18 (1-trin)	C	C	B
19 (1-trin)	B	C	B
8 - 20	A	B	A
6 - 20	A	A	A
4 - 21	A	A	A
5 - 21	A	A	A
9 - 21	B	B	B
8 - 22	B	A	B
7 - 23	C	B	C
6 - 23	B	A	B
6 - 24	B	C	A
8 - 24	B	B	B
24 (1-trin)	B	B	B
24 (1-trin)	B	C	B
4 - 24	A	A	A
5 - 24	B	B	B
7 - 24	A	A	A
25 (1-trin)	C	B	B
9 - 25	A	A	A
13 - 26	B	B	B
7 - 26	A	A	A
15 - 26	B	B	B
4 - 29	A	A	A
10 - 31	B	B	B
10 - 38	A	A	A
15 - 45	B	A	B
13 - 59	B	B	B

Figur 7 Kedelmærkning ved 10, 20 og 30.000 kWh/år som funktion af kedelydelse (sorteret efter maks. ydelse)

Dimensioneringsregler

Baseret på ovenstående foreslås det, at kravene mht. moduleringsområdet ændres til, at kedlens minimumydelse skal være mindre end husets dimensionerende varmetab.

Det er ikke nødvendigt at stille krav til kedlens maksimale varmeydelse andet end, at den mindst skal være lig med det dimensionerende varmetab. Som udgangspunkt er der dog ikke brug for en kedelydelse større end 2 x det dimensionerende varmetab, da dette svarer til radiatorydelsen ved 90/70°C, og derfor til den maksimale energi, radiatorerne kan afgive.

Med hensyn til indregulering af anlæg bør det tilføjes, at dette skal ske i henhold til DGC's vejledning nr. 15, 16, 36, 37 og 43.

Det skal bemærkes, at nævnte dimensioneringsregler er under forbehold for konklusionerne fra det igangværende projekt 725.14 (tilstopningsproblemer i gaskedler).

Hørsholm, august 2003

Leo van Gruijthuijsen