

---

---

Rapport SGC 036

**GASELDADE GENOMSTRÖMNINGS-  
BEREDARE FÖR TAPPVARMVATTEN**  
En litteraturstudie

Jonas Forsman  
Vattenfall Energisystem AB

Juni 1993



---

---

Rapport SGC 036  
ISSN 1102-7371  
ISRN SGC-R--36--SE

Rapport SGC 036

**GASELDADE GENOMSTRÖMNINGS-  
BEREDARE FÖR TAPPVARMVATTEN**  
En litteraturstudie

**Jonas Forsman**

**Vattenfall Energisystem AB**

**Juni 1993**



## SGC:s FÖRORD

FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat och dyl i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns i slutet på denna rapport.

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har följande delägare: Svenska Gasföreningen, Vattenfall Naturgas AB, Sydgas AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB och M.E.Malmö Energi AB.

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB

Jörgen Thunell

## Innehållsförteckning

1 Sammanfattning .....	3
2 Inledning .....	4
3 Genomströmningsberedare.....	4
3.1 Allmänt.....	4
3.2 För- och nackdelar med genomströmningsberedare .....	5
4 Resultat från provning av en genomströmningsberedare .....	9
4.1 Allmänt.....	9
4.2 Funktionsproblem tillsammans med blandare.....	9
4.3 Minsta möjliga tappflöde .....	9
4.4 Tryckfall .....	10
4.5 Väntetid .....	10
5 Beskrivning av en modern genomströmningsberedare.....	10
6 Riktlinjer för dimensionering av genomströmningsberedare.....	14
7 Energibesparingsmöjligheten med genomströmningsberedare.....	16
8 Ekonomisk jämförelse av genomströmnings- och förrådsberedare .....	18
9 Effektuttag från gasdistributionsnätet vid användning av genomströmningsberedare.....	20
10 Krav på gas- avgas- och rörinstallation.....	22
11 Slutsatser och rekommendationer .....	23
Referenser .....	25
Förklaringar av vissa termer.....	26

## 1 Sammanfattning

Rapporten behandlar gaseldade genomströmningsberedare för tappvarmvattenberedning i småhus och den bygger på litteratur från sökningar i databaserna Compendex, Iconda, Energy och Byggdok. Resultatet tyder på att inte särskilt mycket skrivits i ämnet under de senaste 15 åren. Av det tillgängliga materialet att döma har utvecklingsinsatser på området främst skett i Japan.

Erfarenheter från danska installationer och provningar tyder på att genomströmningsberedare i regel inte uppfyller normkrav på varmvatteninstallationer. Med nya konstruktioner, nya material och ny teknik för reglering torde de största nackdelarna med genomströmningsberedare kunna elimineras eller åtminstone minskas.

En modern genomströmningsberedare kännetecknas av följande: Beredaren har en hög-effektsbrännare med lågt förbränningsljud och slutet förbränningsrum, en kombinerad värmeväxlare för sensibelt och latent värme (dvs vattnet i avgaserna kondenseras), inbyggd anordning för neutralisering av kondensat samt elektronisk reglering av gasventil och förbränningsluftfläkt. Dimensionerna är 580 x 450 x 150 mm (höjd x bredd x djup). Effekten kan moduleras i området 7-33 kW och verkningsgraden är 90% räknat på övre värmeverdets. Ljudnivån är 50 dBA.

Endast vissa gaseldade genomströmningsberedare av fabriken Junkers och Vaillant är typgodkända i Sverige. Den största av dessa har effekten 24,4 kW. Alla har öppet förbränningsrum och skall alltså anslutas till avgaskanal. När det sk EES-avtalet träder i kraft kommer även CE-godkända gasapparater bli tillåtna för användning i Sverige. Urvalet av genomströmningsberedare i Sverige kommer då att bli större än vad det är idag.

Varmvattenförbrukning kännetecknas av stort effektuttag under kort tid med långa mellanliggande perioder utan förbrukning. Vanligen sker 5-30 korta tappningar per dygn, varav en del med mycket stort effektuttag, upp till 60 kW. Den minsta effekt en genomströmningsberedare som tillgodoser hela varmvattenbehovet för ett enfamiljshus med badkar bör ha är 40 kW. Saknas badkar är 33 kW tillräckligt.

Genom hög verkningsgrad och minskning av värmeförlusterna till omgivningen bedöms en energibesparing på upp till 1 000-1 800 kWh/år vara möjlig om man istället för en förrådsberedare som värms med gas använder en gaseldad genomströmningsberedare. Några rapporter om mätningar för att ta reda på årsverkningsgraden för genomströmningsberedare och hur stor energibesparing som uppnås i verkligheten finns inte i det insamlade materialet.

En lönsamhetsbedömning visar att det vid nyinstallation kan vara lönsamt att istället för gaspanna och förrådsberedare välja gaspanna och genomströmningsberedare eller kombinerad panna och genomströmningsberedare. De fasta gasabonnemangavgifterna har stor betydelse för lönsamheten. Att ersätta en befintlig förrådsberedare som inte behöver bytas av tekniska orsaker med en gaseldad genomströmningsberedare bedöms inte som en lönsam åtgärd.

## 2 Inledning

Energi för värmning av tappvarmvatten utgör en betydande del av energianvändningen i ett småhus. I nyare småhus är energibehovet för tappvarmvatten uppskattningsvis 2 000-4 000 kWh/år motsvarande ca 30-50% av energibehovet för uppvärmning. Strävar man efter en sänkt energiförbrukning är det alltså lika viktigt att försöka finna möjligheter att minska energibehovet för tappvarmvatten som för uppvärmning.

Gas som bränsle ger möjlighet att använda genomströmningsberedare. Det kan medföra energibesparing och andra fördelar. I vissa länder där gas är ett vanligt bränsle i småhus används genomströmningsberedare i stor omfattning. I Japan t ex har, enligt ref [2], genomströmningsberedare 41 % av vattenvärmarmarknaden för hushåll. Enligt ref [8] finns ett stort antal gaseldade genomströmningsberedare i Danmark. Det uppges i ref [8] att nordiska normer för varmvatteninstallationer ofta inte uppfylls och att kvaliteten på varmvattensförsörjningen är sämre än vad som är normalt. Orsakerna anses vara tekniskt ofullkomliga genomströmningsberedare och felaktigt projekterade installationer.

För närvarande är endast vissa modeller av genomströmningsberedare av fabrikaten Junkers och Vaillant typgodkända i Sverige. Den största av dessa har effekten 24,4 kW, vilket bedöms som otillräckligt för att klara hela varmvattenbehovet i ett enfamiljshus. Alla dessa har öppet förbränningsrum och skall alltså anslutas till avgaskanal. När det sk EES-avtalet träder i kraft kommer sk CE-godkända gasapparater också att få användas i Sverige. Därmed blir troligen nyutvecklade genomströmningsberedare med bättre prestanda avsedda för anslutning till sk terminal tillgängliga.

Databassökningar har gjorts för att få fram litteratur om gaseldade genomströmningsberedare för småhus i allmänhet och utvecklingen på området under senare tid i synnerhet. Sökningen har gjorts i databaserna Compendex, Iconda, Energy, Byggdok och NGAS (NGCs databas). Resultatet tyder på att inte särskilt mycket skrivits i ämnet gaseldade genomströmningsberedare under de senaste 15 åren. De artiklar som handlar specifikt om gaseldade genomströmningsberedare härrör från Japan och beskriver utvecklingen av genomströmningsberedare med mycket bra prestanda. Genomströmningsberedare behandlas också i någon mån i andra artiklar som handlar om tappvarmvatten i allmänhet. Det genomgångna materialet har sammanställts i denna rapport.

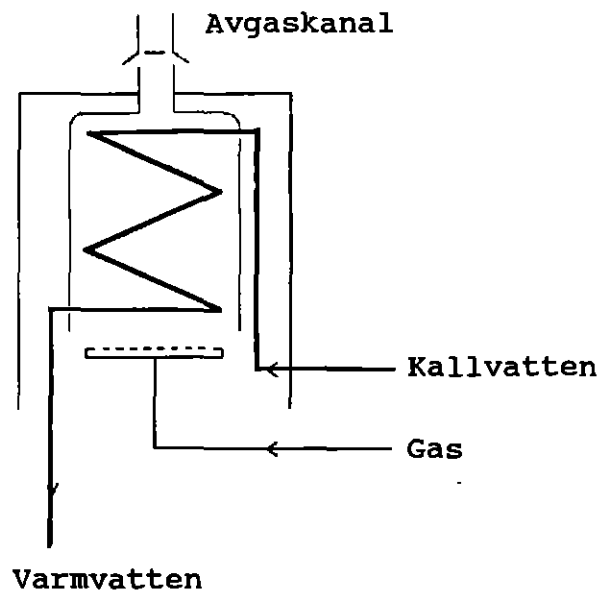
## 3 Genomströmningsberedare

### 3.1 Allmänt

En genomströmningsberedare är en apparat där tappvarmvatten uppvärms i en värmeväxlare under genomströmning. I motsats till i en förrådsberedare sker i en genomströmningsberedare ingen lagring av energi. Värmningen av vatten sker först när man öppnar varmvattenkranen, dvs när vatten börjar strömma genom beredaren. Varmvattencirkulation är normalt inte möjlig. Genomströmningsberedare finns för ett eller flera tappställen.

För eldning med gas finns både renodlade tappvattenvärmare av genomströmningstyp och sådana kombinerade med panna för uppvärmning. Båda varianterna finns i utförande med antingen öppet- eller slutet förbränningsrum. Samtliga genomströmningsberedare och kombinationsapparater i tillgängliga beskrivningar har atmosfärsbrännare och är avsedda för montage på vägg. Både on/off styrda och modulerande brännare förekommer. Tändningen av brännaren sker med pilotlåga eller på elektronisk väg. Figur 1 visar principen för gaseldade genomströmningsberedare med öppet förbränningsrum och atmosfärsbrännare.

Nettoeffektbehovet för en genomströmningsberedare som försörjer samtliga tappställen i ett enfamiljshus med varmvatten är ca 40 kW. Normalt nettoeffektbehov för en förrådsberedare för samma varmvattenbehov är 2-8 kW. Brännaren styrs vanligen av vattenströmmen. Temperaturen på det varma vattnet blir då beroende av vattenflödet. Nyare genomströmningsberedare däremot arbetar med konstantreglering av vattentemperaturen.



*Figur 1 Principschema för gaseldad genomströmningsberedare med öppet förbränningsrum och atmosfärsbrännare.*

### 3.2 För- och nackdelar med genomströmningsberedare

De viktigaste fördelarna med genomströmningsberedare är:

- inga stilleståndsförluster
- hög verkningsgrad
- obegränsat varmvattenuttag
- kan kombineras med en genomströmningsspanna vilket ger en kompakt enhet för både uppvärmning och varmvattenberedning
- liten storlek, dvs litet utrymme krävs
- har beredaren slutet förbränningsrum behövs inget pannrum utan apparaten kan placeras i ett hus bostadsdel
- lägre pris än för stora förrådsberedare

Nackdelarna som man måste beakta vid konstruktion eller köp av en genomströmningsberedare är:

- Flödet av lagom varmt vatten blir otillräckligt om effekten är för liten. Det är mycket vanligt att normkraven för varmvatteninstallationer inte uppfylls med genomströmningsberedare.
- Tidsfördröjningen vid varmvattentappning är lång pga att varmvattencirkulation normalt inte är möjlig. Reglersystemets snabbhet påverkar också väntetiden.
- Varierande varmvattentemperatur gör att temperaturen måste justeras vid tappstället. Brännarens och reglersystemets funktion är avgörande för hur genomströmningsberedaren fungerar i det här hänseendet.
- Skällningsrisk finns om genomströmningsberedaren kan ge höga temperaturer, över ca 60 °C.
- Minsta möjliga varmvattenflöde kan vara större än önskat. Brännarens minimieffekt och reglering bestämmer minsta möjliga flöde. Vissa blandare kan fungera dåligt vid små tappflöden.
- Hög brännareffekt gör att stor avgaskanal behövs om förbränningsrummet är öppet.
- Ljudnivån från brännare och luftfläkt kan vara störande hög.
- Korrosion och kalkutfällning kan leda till kort livslängd. Valet av konstruktionsmaterial är viktigt.
- Stort tryckfall kan ge otillräckligt vattenflöde. Särskilt i befintliga varmvatteninstallationer kan det stora tryckfallet vara ett problem.

För att i största möjliga utsträckning slippa ovanstående problem vid installation av genomströmningsberedare bör man tänka på följande:

- Brännarens maximala effekt behöver vara stor för att kunna ge tillräcklig mängd varmt vatten. För att klara hela varmvattenbehovet i ett enfamiljshus bör nettoeffekten vara ca 40 kW.
- Ett litet varmvattenförråd på ca 5-15 liter ger möjlighet till cirkulation av varmvatten och tappning utan fördröjning.
- Reglerområdet för brännaren som bör vara modulerande ska helst vara stort. Lägsta effekt är en särskilt viktigt uppgift.
- Reglersystemets funktion bör medge konstantreglering av varmvattentemperaturen oberoende av flödet. Reglersystemets prestanda vid olika flöden och driftinställningar bör kvantifieras på något sätt t ex som stigtid, översläng och insvängningstid vid varmvattentappning.



- Minimiflödet genom beredaren bör vara litet. Uppgiften kan anges som tänd- och släckflöden vid de olika driftinställningar som är möjliga.
- Verkningsgraden bör vara hög både vid låg och hög effekt. Hög verkningsgrad oberoende av effekt kräver variabelt förbränningsluftflöde.
- Tändningen av brännaren bör ske elektriskt för att minimera förlusterna.
- Installationen blir enklare och verkningsgraden högre med balanserat drag än med konventionell avgaskanal.
- Maximal bullernivå bör inte överstiga relevanta gränsvärden.
- Utsatta komponenter bör vara utförda i särskilt motståndskraftiga material. Det kan ur korrosionssynpunkt vara olämpligt att installera en genomströmningsberedare med värmeväxlare av kopparrör i en varmvatteninstallation av stålrör.
- Tryckfall bör vara redovisat i tabell- eller diagramform.

De flesta av ovanstående nackdelar torde gå att eliminera genom förbättrad konstruktion, nya material och ny teknik t ex mikrodatorer. I ref [2] beskrivs en genomströmningsberedare som har mikroprocessorbaserat reglersystem, elektroniskt styrda ventiler och förbränningsluftfläkt, elektroniskt tändsystem, brännare med hög effekt och nya beständiga material. Enligt ref [3] anses en kombinerad apparat för bostadsuppvärmning och beredning av tappvarmvatten vara idealet.

I tabell 1 finns uppgifter för några genomströmningsberedare av fabrikat Vaillant och Junkers sammanställda. Som nämnts i inledningen kommer sk CE-godkända gasapparater att bli tillåtna i Sverige om EES-avtalet träder i kraft. Vissa tillverkare t ex Vaillant CE-godkänner för närvarande inte sina apparater utan skaffar istället godkännanden för respektive land där det är aktuellt att sälja apparaten ifråga. De i Sverige för närvarande typgodkända genomströmningsberedarna framgår av tabell 2. Samtliga beredare i tabell 1 och 2 bedöms ha otillräcklig effekt för att klara hela varmvattenförsörjningen i ett enfamiljshus.

Fabrikat och modell	Tillförd effekt [kW]	Avgiven effekt [kW]	Typ av förbränningsrum	Diameter på avgasstos [mm]
Vaillant MAG 250 W	20,9	17,4	Slutet med balanserat drag utan fläkt	
Vaillant MAG 275 XW	22,1	8,6-19,2	Öppet	110
Vaillant MAG 325 W	26,8	22,7	Slutet med balanserat drag utan fläkt	
Vaillant MAG 350 XW	28,1	11-24,4	Öppet	130
Vaillant MAG 400 XW	32,1	12,6-27,9	Öppet	130
Junkers W250 K	20,9	17,4	Öppet eller slutet med balanserat drag	110
Junkers W325 K	26,8	22,7	Öppet eller slutet med balanserat drag	130
Junkers W400-1	32,1	12,6-27,9	Öppet	130

Tabell 1. Data för några genomströmningsberedare.

Fabrikat och modell	Tillförd effekt [kW]	Avgiven effekt [kW]	Typ av förbränningsrum	Diameter på avgasstos [mm]
Vaillant MAG 350 XW	28,1	11-24,4	Öppet	130
Junkers W325 K	26,8	22,7	Öppet	130
Vaillant MAG 275 XW	22,1	8,6-19,2	Öppet	110
Junkers W325 K	20,9	17,4	Öppet	110

Tabell 2. I Sverige typgodkända genomströmningsberedare.

## **4 Resultat från provning av en genomströmningsberedare**

### **4.1 Allmänt**

Vid databassökningarna har inte hittats någon litteratur som behandlar provning av genomströmningsberedare. Kontakt med "Statens Byggeforskningsinstitut" i Danmark resulterade i att resultat från ett arbetsmaterial från ett påbörjat men inte slutfört prov med en genomströmningsberedare kunnat tas med i rapporten, se ref [8]. Resultaten från den danska undersökningen har aldrig publicerats.

I ref [8] beskrivs prov med en kombinerad panna och genomströmningsberedare av fabrikat Chaffoteaux et Maury. Kombiapparaten har 2-steps atmosfärsbrännare med pilotlåga och balanserat drag. Brännaren är termostatstyrd med effekten 24 kW. Proven har gjorts i en försöksuppställning i ett laboratorium och omfattade tänd- och släckvattenflöde, tryckfall, väntetider, temperaturförlopp vid tappning och i värmesystemet.

### **4.2 Funktionsproblem tillsammans med blandare**

Brännarens lägsta effekt sätter en gräns för varmvattentappning med litet flöde med låg temperatur. Det begränsar arbetsområdet för blandare. Understiger flödet genom en genomströmningsberedare ett visst minimum slocknar brännaren. Små flöden kan ge hög temperatur efter beredaren. Ger beredarens minimiflöde för hög temperatur måste kallt vatten blandas in. Ju lägre önskad temperatur desto mer kallvatten måste blandas in och desto större blir flödet.

En genomströmningsberedare kan alltså vid små flöden ge högre temperatur på varmvattnet än vad som är lämpligt för t ex handtvätt. Temperaturen efter beredaren antar ett stationärt värde först efter en stabiliseringstid. För att då få önskad temperatur måste inblandningen av kallt vatten ökas kontinuerligt under stabiliseringstiden. Stabiliseringstiden i den provning som gjorts i ref [8] varierar mellan 40-270 s. Man kan alltså själv behöva reglera temperaturen mer än normalt.

Automatiska blandare som konstanthåller temperaturen och manuella engreppsblandare kan tillsammans med genomströmningsberedare ge otillfredsställande funktion vid låga flöden och låg önskad varmvattentemperatur. Temperaturen i automatiska blandare regleras genom att vid för hög temperatur minska varmvattenflödet. När varmvattenflödet blir mindre än släckflödet slocknar brännaren i genomströmningsberedaren.

Varmvattentemperaturen under tappning varierade mycket. En termostatisk blandare visade sig endast delvis kunna kompensera för temperaturvariationerna. För att komma tillrätta med genomströmningsberedarens nackdelar föreslås användande av modulerande brännare.

### **4.3 Minsta möjliga tappflöde**

För att undvika energi- och vattenslöseri bör genomströmningsberedaren kunna ge små flöden med passande temperatur. Minsta tändflöde som erhöles med inställning för hög varmvattentemperatur var för den i ref [8] provade kombiapparaten ca 0,05 l/s. Släckflödet med samma inställning var ca 0,03 l/s.

Temperaturen på utloppet från genomströmningsberedaren med minsta möjliga flöde, ca 0,04 l/s, var ca 70 °C . För att vid tappstället få ca 40 °C, som är passande för handtvätt, måste alltså det 70-gradiga vattnet blandas med kallvatten. Flödet vid tappstället skulle då bli ca 0,08 l/s. Vid jämförelse med tabell 3 ses att minsta möjliga vattenflöde med temperaturen 40 °C, 0,08 l/s, är större än riktvärdet 0,06 l/s angivet i ref [9].

#### 4.4 Tryckfall

Genomströmningsberedare har förhållandevis stort tryckfall. Mätningar i ref [8] visade att tryckfallet kan vara upp till 1,5 bar. Tryckfallet är en viktig uppgift om en genomströmningsberedare och har stor betydelse vid dimensioneringen av tappvatteninstallationen och val av armatur. Lågt vattentrycket i befintliga installationer kan medföra att genomströmningsberedare inte går att använda.

Mätningen i ref [8] av tryckfall vid olika flöden visade att tryckfallet över genomströmningsberedaren inte är proportionellt mot vattnets kinetiska energi. Dvs det går inte att som brukligt uttrycka tryckfallet som:

$$\Delta p = \zeta \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

där:

$\zeta$ =konstant motståndstal

$\rho$ =vattnets densitet

$v$ =vattnets medelhastighet

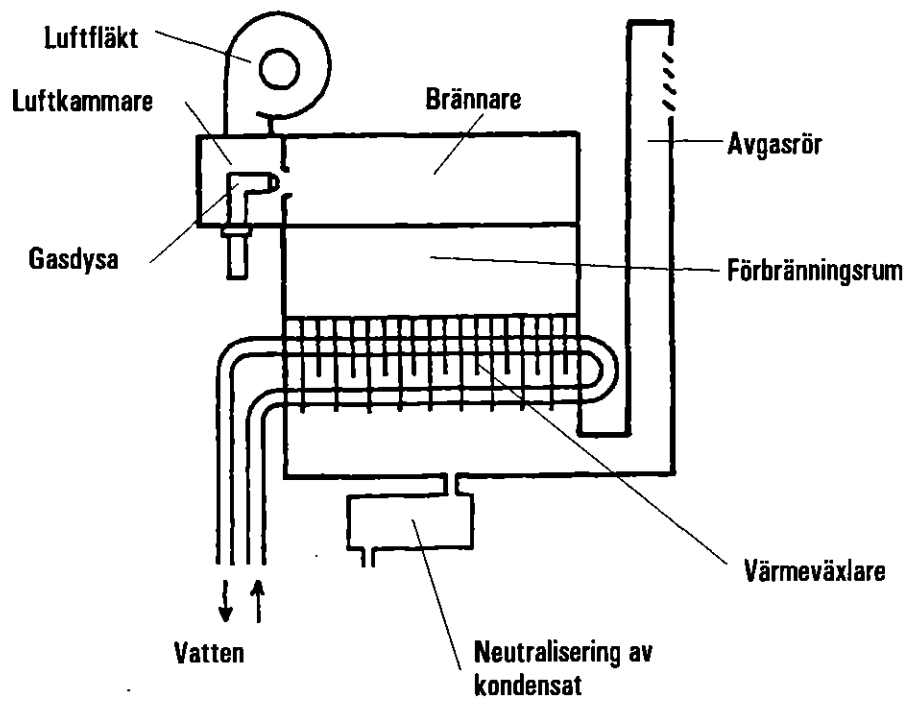
Uppgifter om tryckfall bör därför vara angivet i diagram- eller tabellform.

#### 4.5 Väntetid

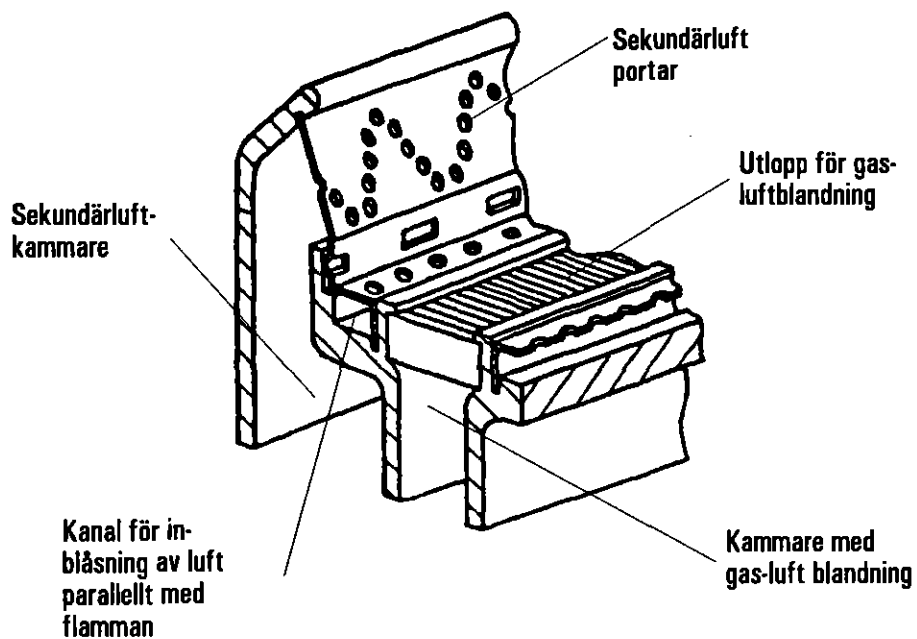
Väntetiden är beroende av rörlängden mellan vattenvärmaren och tappstället. Mätningar av väntetiden baserad på vattentemperaturen 40 °C i en varmvatteninstallation svarande mot 5 m 1/2"-rör har gjorts i ref [8]. Den provade genomströmningsberedaren gav väntetider på mellan 7-30 s.

### 5 Beskrivning av en modern genomströmningsberedare

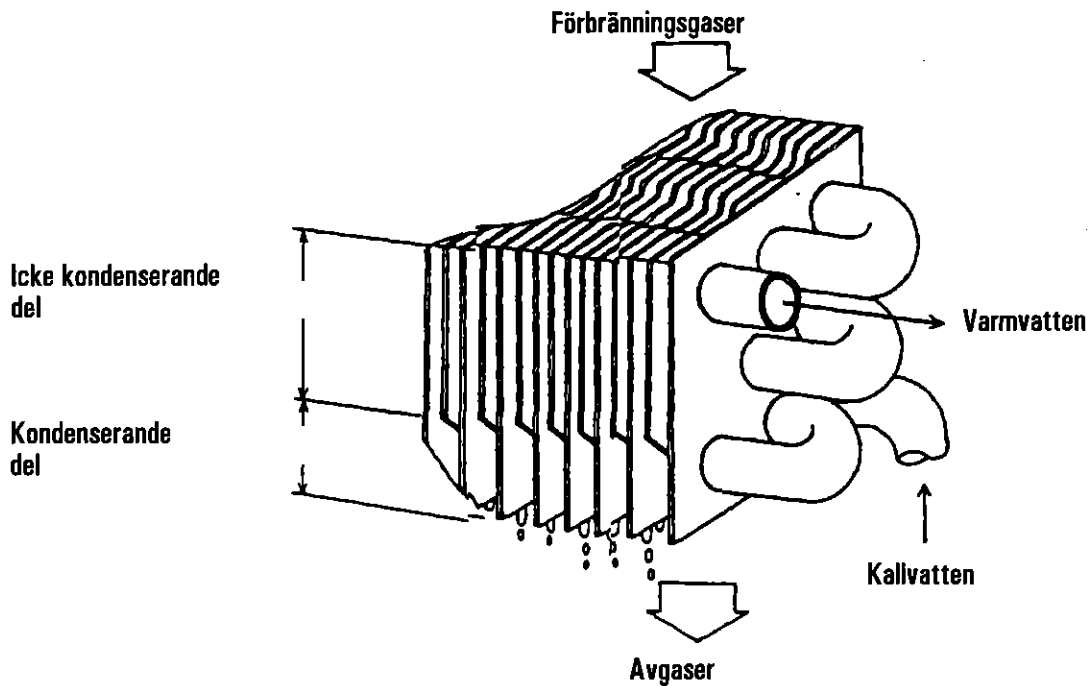
I ref [2] redogörs för utvecklingen av en liten genomströmningsberedare med hög effekt och hög verkningsgrad. Artikeln beskriver brännaren och värmeväxlaren ingående. Genomströmningsberedaren har en högeffektsbrännare med låg ljudnivå, en kombinerad värmeväxlare för sensibelt och latent värme, inbyggd anordning för neutralisering av condensat samt elektronisk reglering av gasventil och förbränningsluftfläkt. Dimensionerna är 580 x 450 x 150 mm (höjd x bredd x djup). Effekten kan moduleras i området 7-33 kW och verkningsgraden är 90% räknat på övre värmevärdet. Ljudnivån är 50 dBA. Figureerna 2-4 visar konstruktionsprincip, brännare och värmeväxlare.



Figur 2. Genomströmningsberedarens uppbyggnad



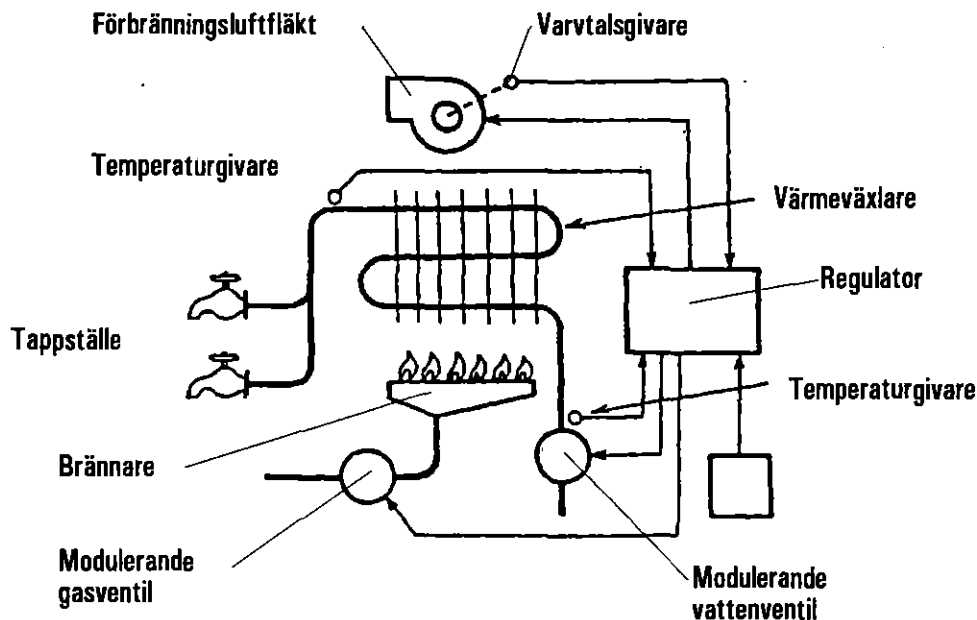
Figur 3. Brännarens uppbyggnad



Figur 4. Värmeväxlarens uppbyggnad

Vid sådan varmvattenanvändning att det varma vattnet kommer i direktkontakt med huden, t ex när man duschar, är bara någon grads temperaturändring mycket påtaglig. Liten regleravvikelse och kort inställningstid krävs därför av reglersystemet. En genomströmningsberedare är så svårreglerad att en vanlig PID-regulator inte ger tillfredsställande resultat.

I ref [4] beskrivs ett elektroniskt reglersystem för gaseldade genomströmningsberedare. Reglersystemet är ett mikrodatorsystem baserat på en 4-bitars mikroprocessor. Vid förändringar i temperaturbörvärde eller vattenflöde utför regulatorm en modifierad PID-funktion med in och urkoppling av I- och D funktionen samt tidsfördröjningar. Reglerfunktionen, PID-parametrar, konstanter och tidsfördröjningar bestäms av programmet som ligger i ROM. Varmvattentemperaturen konstantregleras genom styrning av gasflödet, luft-bränsle förhållandet och vattenflödet. Beredarens verkningsgrad uppges vara 80% eller högre, räknat på övre värmevärdet, inom hela effektområdet. Figur 5 visar den principiella uppbyggnaden av reglersystemet.



Figur 5. Reglersystemets uppbyggnad

Genomströmningsberedaren approximeras matematiskt av ett system av första ordningen med tidsfördröjning. Den sanna överföringsfunktionen är dock mer komplicerad. Överföringsfunktionen för ett första ordningens system med tidsfördröjning är:

$$G(s) = \frac{k \cdot e^{-s\tau}}{T \cdot s + 1}$$

där

$k$  = systemets förstärkning

$\tau$  = tidsfördröjningen

$T$  = systemets tiskonstant

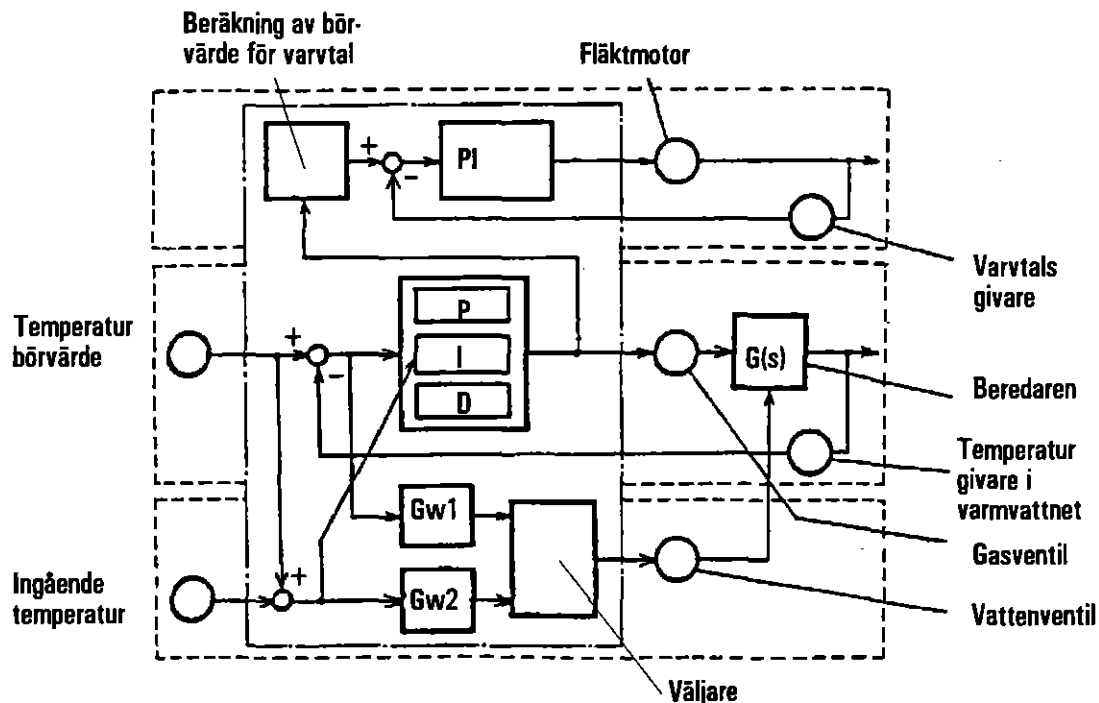
$s$  = Laplaceoperatorn

Systemet för konstantreglering av varmvattentemperaturen kan delas upp i tre delsystem. Gas- förbränningsluft- och vattenreglersystem, se figur 6. Gasreglerkretsen känner varmvattentemperaturen och styr gasflödet. Börvärdet för fläktens rotationshastighet beräknas som funktion av styrsignalen till gasventilen så att förhållandet mellan luft och gas blir optimalt. Förbränningsluftreglerkretsen reglerar in och håller fläktens varvtal lika med börvärdet. Varvtalsregleringen ger hög verkningsgrad för alla effekter och låg ljudnivå.

Snabba variationer i vattenflödet uppstår t ex när varmvattentappning sker på flera ställen samtidigt. Dessa flödesförändringar påverkar varmvattentemperaturen. Genom att mäta flödesförändringen kan man låta denna signal påverka gasventilen innan förändringen hunnit inverka på varmvattentemperaturen. Genom att mäta felsignalens derivata känner reglersystemet när flödet ändras. När felsignalens derivata överstiger ett visst värde fastän tempe-

raturens börvärde är konstant kopplas maximal eller minimal brännareffekt in beroende på derivatans tecken.

Vattenreglerkretsen beskrivs inte närmare i ref [4] men det framgår av figur 6 att skillnaden mellan varmvattentemperaturens börvärde och kallvattentemperaturen på något sätt påverkar vattenflödet. Det gör även felsignalen, alltså skillnaden mellan varmvattentemperaturens bör- och verkliga värde.



Figur 6. Blockschema för reglerystemet

## 6 Riktlinjer för dimensionering av genomströmningsberedare

Enligt Boverkets Nybyggnadsregler är lägsta och högsta tillåtna vattentemperatur vid tappstället 45 °C respektive 65 °C. Vidare skall tappställe utan besvärande väntetid ( $\leq 10$ s) kunna tillhandahålla varmvatten av lägst temperaturen 45 °C.

En genomströmningsberedare för ett enbostadshus bör enligt Nybyggnadsreglerna kunna ge ett flöde av lägst 0,35 liter/s. Det ger ett effektbehov på ca 51 kW om man antar en temperaturhöjning från 10 till 45 °C. De flesta gaseldade genomströmningsberedare har betydligt lägre effekt.

Undersökningar av varmvattenförbrukningen i bostäder har visat att förbrukningen varierar mycket från hushåll till hushåll. I praktiken beror effektbehovet av installationen, vattenstrycket och brukarna. Nettovarmvattenförbrukningen för ett normalt svenskt hushåll ligger vanligen i intervallet 5-10 kWh/dygn. Ref [3] anger att varmvattenbehovet för en familj på 4 personer i USA typiskt är ca 15 kWh/dygn, varmvatten till tvättmaskinen inräknat. Varmvattenförbrukningen kännetecknas av stort effektuttag under kort tid med långa mellanliggande perioder utan förbrukning. Användningen av varmvatten sker vanligen som 5-30 korta tappningar per dygn, varav en del motsvarar ett mycket stort effektuttag, upp till 60 kW.



Vid mätningar under 14 dagar i 8 småhus uppmättes enligt ref [7] en maximal varmvatteneffekt på knappt 60 kW och en medeleffekt på 16 kW. Effekter över 40 kW förekom sällan. I ref [7] nämns andra mätningar i 2 hus där tappeffekter mellan 10 och 30 kW uppmätts.

Tappvarmvattnets temperatur bestäms främst av brukarnas behov. Det tappställe som kräver högst temperatur blir bestämmande. En varmvattentemperatur vid tappstället på 45 °C är tillfredsställande för de flesta ändamål ur användningssynpunkt. I praktiken håller förrådsberedare i de flesta fall en temperatur på 50-65 °C. Lägre temperatur medför mindre lagrad energimängd och även ökad risk för skadlig bakterietillväxt. Statens bakteriologiska laboratorium har i en nyligen utförd undersökning konstaterat att den bakterie som orsakar den sk legionärssjukan, legionella, är allmänt förekommande i svenska vattenledningsnät. Legionellabakterien trivs i vattentemperaturer på mellan 20 och 45 °C. Det torde därför i de flesta fall vara olämpligt att sänka temperaturen i en förrådsberedare under ca 55 °C.

I ref [9] anges flöden och temperaturer som kan vara till vägledning vid dimensionering av tappvattenvärmare. Anvisningarna grundar sig på mätningar av vattenförbrukningen vid olika tappställen. Tappprogram har fastställts för normala enfamiljshus, se tabell 3. Tabellen anger effektbehovet för vattenvärmare som försörjer ett tappställe av angiven typ. En vattenvärmare som försörjer flera tappställen skall klara en viss kombination av tappningar. Tappprogrammet ska klaras av både genomströmnings- och förrådsberedare.

Tabell 3. Varmvattentappningar i normala enbostadshus.

Data för tappställe	Enhet	Badkar	Dusch	Disk	Handtvätt
Minsta vattenström	lit/sek	0,21	0,14	0,1	0,06
Passande temperatur	°C	40	40	45	40
Antagen vattenmängd	lit	125	42	15	10
Tid för en tappning	sek	600	300	150	180
Tappställets effektbehov ( $T_k = 10$ °C)	[kW]	26,3	17,6	14,7	7,0
Antal tappningar i ett tappprogram <sup>1</sup>		2	4	2	4
Tid mellan två tappningar i ett program	min	30	20	20	20
Tid mellan två tappprogram	tim	12	12	3	6

1) Tappprogram för 1 tappställe.

Nödvändig totaleffekt beror på tappstälernas typ och antal. Vid dimensionering av genomströmningsberedare bör man göra ett tillägg på 15-30% för att kompensera för kalkutfällning. Ref [9] anger en minsta effekt på 40 kW, inklusive överdimensionering med 25%, för en genomströmningsberedare som ska täcka en enfamiljsbostads hela varmvattenbehov. Ref [7] anger ett effektbehov på 32-33 kW för ett hushåll med dusch men utan badkar.

## 7 Energibesparingsmöjligheten med genomströmningsberedare

Energibehovet för tappvarmvatten i ett enfamiljshus är vanligen 2 000-4 000 kWh/år motsvarande 15-30 % och i nyare hus 30-50% av energibehovet för uppvärmning. Vill man minska energikostnaderna är det således lika viktigt att sänka energiförbrukningen för tappvarmvatten som för uppvärmning.

Tillförd energi till en förrådsvarmvattenberedare,  $Q_{tot}$  kWh/dygn kan enligt ref[3] delas upp på två poster nämligen:

- 1 höjning av vattentemperaturen på det tappade vattnet från kallvattentemperaturen till varmvattentemperaturen,  $Q_1$
- 2 varmhållning dvs kompensering av förlusterna så att det lagrade vattnet hålls vid konstant temperatur,  $Q_2$

Med beteckningarna

$V_1$  = tappad vattenvolym [ $m^3$ /dygn]

$\rho$  = vattnets densitet vid  $T_w$  [ $kg/m^3$ ]

$c_p$  = vattnets genomsnittliga värmekapacitivitet i temperaturintervallet  $T_0$  till  $T_w$  [ $kWh/kg \cdot ^\circ C$ ]

$T_w$  = genomsnittlig tappvarmvattentemperatur [ $^\circ C$ ]

$T_w$  bör väljas några grader under termostatsens börvärde för att kompensera för temperaturgradienter och -transienter.

$T_0$  = genomsnittlig kallvattentemperatur [ $^\circ C$ ]

$\eta$  = andel av värmekällans avgivna energi som tillförs vattnet [-]  
Normala värden i intervallet 70%-100%.

$V_2$  = vattenbehållarens volym [ $m^3$ ]

$T_{rum}$  = rumstemperatur [ $^\circ C$ ]

$S$  = energiförlust per timme uttryckt som andel av i vattnet lagrad energi, beräknat relativt rumstemperaturen [ $\frac{1}{h}$ ]  
Normala värden i intervallet 0-0,06.

$\tau$  = tiden som värmekällan måste vara igång efter en varmvattentappning för att värma vattnet i behållaren till  $T_w$ . Tiden som värmekällan går för att täcka förluster från behållaren ingår inte.  
[h/dygn]

$P$  = värmekällans effekt [kW]

kan energibehovet per dygn enligt ref [3] skrivas:

$$Q_{\text{tot}} = Q_1 + Q_2 = \frac{V_1 \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_w - T_0)}{\eta} + V_2 \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_w - T_{\text{rum}}) \cdot S \cdot (24 - \tau) \quad [\text{kWh/dygn}]$$

Skrivs  $\tau$  som:

$$\tau = \frac{V_1 \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_w - T_0)}{P \cdot \eta} \quad [\text{h/dygn}]$$

blir per dygn energibehovet med förrådsberedare:

$$Q_{\text{tot}} = \rho \cdot c_p \cdot \left[ \frac{V_1 \cdot (T_w - T_0)}{\eta} + S \cdot V_2 \cdot (T_w - T_{\text{rum}}) \cdot (24 - \frac{V_1 \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_w - T_0)}{P \cdot \eta}) \right] \quad [\text{kWh/dygn}] \quad \text{ekv (1)}$$

Formeln baseras på vissa antaganden nämligen:

- energiförbrukningen antas oberoende av tappningsmönstret
- förrådsberedaren har två tillstånd, uppvärmning av kallt vatten och varmhållning
- temperaturskillnaden mellan kallt och varmt vatten antas konstant
- temperaturskillnaden mellan lagrat varmvatten och omgivningen antas konstant

Felet i formeln har enligt ref [3] visat sig vara mindre än 2 %. Genom att studera ekv 1 ser man att energiförbrukningen om man har förrådsberedare kan minskas genom att:

- använda mindre mängd varmvatten,  $V_1$
- sänka varmvattentemperaturen,  $T_w$
- öka verkningsgraden för värmekällan,  $\eta$
- minska behållarens värmeförluster,  $S$
- minska behållarens volym,  $V_2$

En förrådsberedare är ett energilager. Sänks temperaturen minskar den lagrade energimängden. Värms beredaren med el (maximal verkningsgrad) och det inte är aktuellt att minska varmvattenanvändningen, sänka varmvattentemperaturen eller byta till mindre beredare återstår bara isolering för att sänka energiförbrukningen. Möjligheten att öka isoleringen begränsas i praktiken av största tillåtna storlek på beredaren. För att nedbringa värmeförlusten från en 150 liters beredare till 45 W krävs ca 100 mm mineralullsisolering.

En genomströmningsberedare har mycket små värmeförluster när den inte är igång. Om en gaseldad genomströmningsberedare med balanserat drag används finns heller inga dragavbrottsförluster. Eftersom värmeförlusterna vid stillestånd är mycket små kan  $S$  i ekv 1 kan sättas till 0. Enligt ekvation 1 kan då energibehovet för vattenvärmning med genomströmningsberedare beräknas som:

$$Q_{\text{tot}} = \rho \cdot c_p \cdot \frac{V_1 \cdot (T_w - T_0)}{\eta} \quad [\text{kWh / dygn}]$$

ekv 2

Genomströmningsberedare kan jämfört med gaseldade förrådsberedare genom högre verkningsgrad och mycket små värmeförluster ge en energibesparing. Energibesparingen genom eliminering av energibehovet för varmhållning av en förrådsberedare kan enligt ekv 1 skrivas:

$$Q = \rho * c_p * S * V_2 * (T_w - T_{rum}) * (24 - \frac{V_1 * \rho * c_p * (T_w - T_0)}{P * \eta}) \quad [\text{kWh/dygn}]$$

ekv 3

Exempel: ekvation 3 ger med  $\rho=1000$ ,  $c_p=1,16*10^{-3}$ ,  $S=0,01$ ,  $V_2=0,270$ ,  $(T_w-T_{rum})=40$ ,  $V_1=0,110$ ,  $(T_w-T_0)$ ,  $P=5$  och  $\eta=0,80$  en energibesparing genom eliminering av värmeförluster på 2,8 kWh per dag vilket motsvarar 1025 kWh per år.

Författaren har med hjälp av data från fältmätningar beräknat värmeförlusterna från en förrådsberedare på 270 liter till ca 120 W. Hur stor andel av den till beredaren tillförda energin som går åt för att kompensera för värmeförluster respektive bereda tappvarmvatten beror på varmvattenförbrukningen. För ett hushåll med liten varmvattenförbrukning, ca 2 000 kWh/år, motsvarar förlusterna ca 35 % av tillförd energi. Motsvarande siffra för en varmvattenförbrukning på ca 4 000 kWh/år är ca 20 %.

Uppgifter om vilken energibesparing som i praktiken uppnåtts med genomströmningsberedare jämfört med förrådsberedare saknas i den tillgängliga litteraturen. Det kan mycket väl tänkas att mängden tappat varmvatten skulle ändras vid installation av genomströmningsberedare. T ex pga att minsta möjliga vattenflöde är större än vad som behövs eller att väntetiderna är långa vilket skulle leda till ökad förbrukning. Genomströmningsberedare med dragavbrott ger dragavbrottsförluster som ska dras ifrån besparingen man gör genom att eliminera förrådsberedarens förluster.

## 8 Ekonomisk jämförelse av genomströmnings- och förrådsberedare

Lönsamheten för följande två fall behandlas:

Fall 1: nyinstallation av gaspanna och genomströmningsberedare istället för nyinstallation av gaspanna och förrådsberedare

Fall 2: byte från förrådsberedare till genomströmningsberedare i hus med gaspanna

Kalkylförutsättningar:

- Nettoenergibesparing genom minskning av värmeförluster med genomströmningsberedare: 1 000 kWh/år.
- Medelverkningsgrad för värmning av förrådsberedare med gas: 80%
- Medelverkningsgrad för genomströmningsberedare: 80%
- Varmvattenförbrukningen antas oförändrad.
- Sänkning av gasförbrukningen med genomströmningsberedare: 1 250 kWh/år.

- Naturgaspris: 28 öre/kWh.
- 1993 års penningvärde.
- Real kalkylränta: 6%.
- Livslängd 15 år för både förråds- och genomströmningsberedare.

Vid nytt abonnemang skulle troligen anslutningsavgiften för en villa bli högre med genomströmningsberedare och gaspanna än med förrådsberedare och gaspanna. I nedanstående kalkyler antas anslutningsavgiften vara 8 000 kr utan och 11 500 kr med genomströmningsberedare. Den årliga abonnemangavgiften kan eventuellt bli högre med genomströmningsberedare än med förrådsberedare. I nedanstående kalkyl antas dock abonnemangavgiften vara densamma både med och utan genomströmningsberedare. Det antas vidare att gasinstallationen i huset är densamma såväl med som utan genomströmningsberedare. De investeringsposter som skiljer sig för alternativen i fall 1 har sammanställts i tabell 4. Investeringen för fall 2 har sammanställts i tabell 5.

	Nyinstallation av gaspanna och förrådsberedare. Priser april 93 exklusive moms. [kr]	Nyinstallation av gaspanna och genomströmningsberedare. Priser april 93 exklusive moms. [kr]
Gaspanna med förrådsberedare och avgas- och luftkanal genom vägg.	26 500	
Gaspanna med avgas- och luftkanal genom vägg.		15 500
Genomströmningsberedare		6 500
Avgas- och luftkanal genom vägg för genomströmningsberedare		2 000
Anslutningsavgift	8 000	11 500
<b>Summa</b>	<b>34 500</b>	<b>35 500</b>

Tabell 4. Prisjämförelse mellan nyinstallation med gaspanna med och utan genomströmningsberedare. Endast de poster som skiljer sig mellan alternativen har tagits med.

	Byte från förrådsberedare till genomströmningsberedare i hus med gaspanna
Genomströmningsberedare	6 500
Avgas- och luftkanal genom vägg för genomströmningsberedare	2 000
Rör, armatur	1 000
Elmateriel	500
Arbete	8 500
<b>Summa</b>	<b>18 500</b>

Tabell 5. Ungefärligt pris för installation av genomströmningsberedare under gynnsamma förutsättningar. Befintlig gasinstallation antas ha tillräcklig kapacitet.

Besparingen med genomströmningsberedare istället för förrådsberedare blir 350 kr/år både för fall 1 och fall 2 ( $1\,250\text{ [kWh]} \cdot 0,28\text{ [kr/kWh]} = 350\text{ kr/år}$ ).

Kapitalkostnad för en fördyring av investeringen på 1 000 kr är 103 kr per år.

Kapitalkostnad för en investering 18 500 kr är 1 906 per år.

Driftöverskottet som är skillnaden mellan årlig besparing och kapitalkostnad för de olika alternativen framgår av tabell 6 nedan.

	Driftöverskott
Fall 1	247
Fall 2	-1 556

Tabell 6. skillnaden mellan årlig besparing och kapitalkostnad för de undersökta fallen.

Resultat:

- att byta ut en befintlig förrådsberedare mot en genomströmningsberedare är inte lönsamt
- att vid nyinstallation istället för förrådsberedare välja en genomströmningsberedare kan vara lönsamt
- de fasta avgifterna för gasabonnemang har stor betydelse för lönsamheten

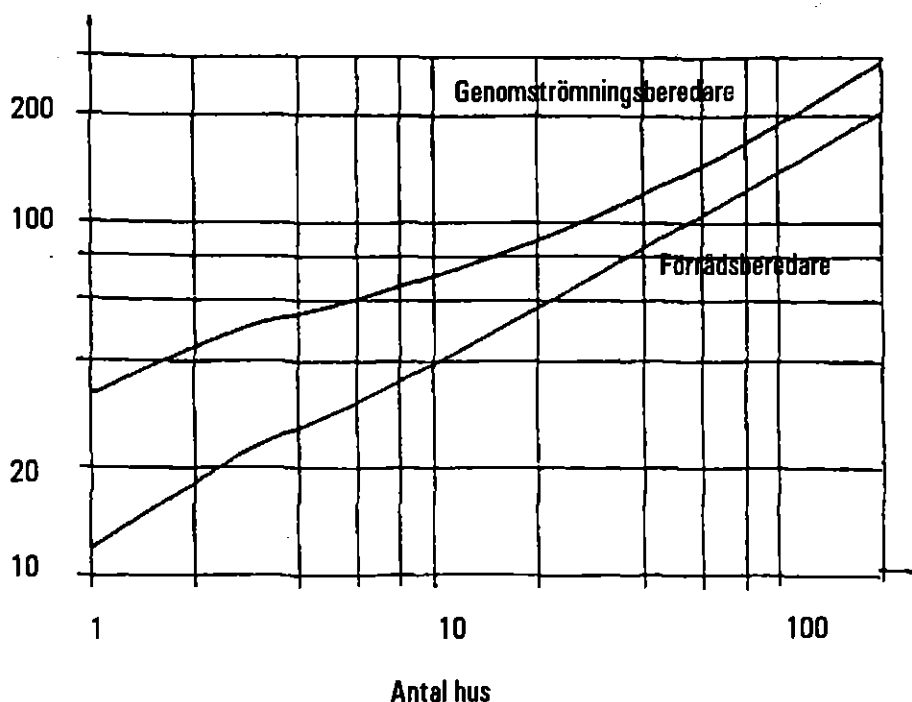
Maximal investering som besparingen 350 kr/år kan motivera är ca 3 400 kr. I fall 1 skulle man kunna välja en kombinerad genomströmningsberedare och panna vilket troligen skulle ge en lägre investering än installation av konventionell gaspanna och förrådsberedare.

## 9 Effektuttag från gasdistributionsnätet vid användning av genomströmningsberedare

Eftersom genomströmningsberedare har större effekt än förrådsberedare måste gasdistributionsnätet överföra högre effekt om genomströmningsberedare används istället för förrådsberedare. Effektbehovet är mindre än summan av varje abonnents effektbehov eftersom varmvattenförbrukningen sker mer eller mindre slumpmässigt. Varmvattentappning förekommer ju inte samtidigt i alla hushåll. Kvoten mellan det faktiska effektbehovet och summan av varje hushålls effektbehov kallas sammanlagringsfaktorn. Denna antar alltid ett värde mellan 0 och 1 och avtar med antalet hushåll.

Figureerna 7 och 8 visar det sammanlagda effektbehovet enligt ref [7] för vattenvärmning med förrådsberedare och genomströmningsberedare respektive motsvarande sammanlagringsfaktor som funktion av antalet hushåll. Det maximala effektbehovet har satts till 32 kW för genomströmningsberedare och 12 kW för förrådsberedare.

Sammanlagt effektbehov [kW]



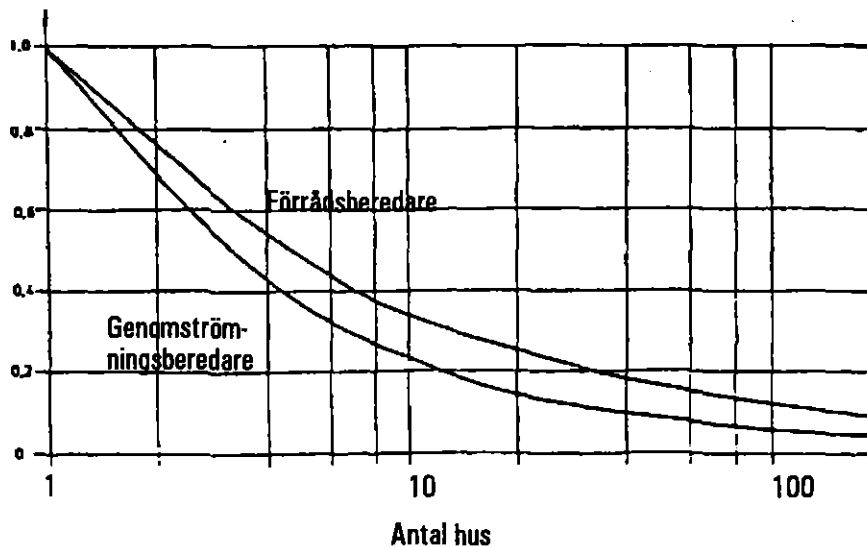
Figur 7. Sammanlagt nettoeffektbehov som funktion av antalet hus för förråds- och genomströmningsberedare.

I tabell 7 har sammanställt nettoeffektbehov för förråds- och genomströmningsberedare samt effektbehovsökningen för genomströmningsberedare jämfört med förrådsberedare. Görs jämförelsen med husens totala effektbehov där även uppvärmning ingår blir den relativa ökningen av effektbehovet med genomströmningsberedare mindre än vad tabell 7 anger. Effektbehovet för uppvärmning har nämligen inte den slumpvisa karaktär som kännetecknar effektbehovet för varmvatten. Sammanlagringseffekten medför att ökningen av effektuttaget från gasdistributionsnätet vid övergång från förråds- till genomströmningsberedare i ett större antal hus skulle bli relativt måttligt.

Antal hus	Effektbehov för vattenvärmning med förrådsberedare	Effektbehov för vattenvärmning med genomströmningsberedare	Ökning av effektbehovet med genomströmningsberedare i % av effektbehovet för förrådsberedare
1	12	32	167
10	39	70	0,79
100	140	191	0,36

Tabell 7. Effektbehov för förråds- och genomströmningsberedare för 1, 10 och 100 enfamiljshus.

## Sammanlagringsfaktor



Figur 8. Sammanlagringsfaktor som funktion av antalet hus

I större distributionsnät för naturgas är trycket max 4 bar. Det kan finnas lokala nät i t ex radhusområden med trycket max 100 mbar. För abonnenter anslutna till nät med trycket 4 bar garanterar distributören vanligen ett minimitryck på 1 bar före abonnentcentralen. Nyare distributionsnät är i regel så dimensionerade att trycket i praktiken alltid är avsevärt högre än 1 bar före abonnentcentralen överallt i nätet. Det finns alltså möjlighet att ta ut större effekt utan att trycket sjunker under tillåtet minimivärde. Moderna naturgasnät med trycket 4 bar torde i allmänhet ha tillräcklig kapacitet för att klara installation av genomströmningsberedare i större områden utan att trycket någonstans i distributionsnätet sjunker under av distributören garanterat minimitryck, vanligen 1 bar.

I lokala nät med trycket 100 mbar finns i regel mindre marginaler än i 4-bars nät att klara effektökningar. Reducerstationen, där trycket reduceras från 1-4 bar till 100 mbar, och nät är ofta dimensionerade för abonnenternas faktiska effektbehov. Reduceringsventil och gasmätare som finns hos varje abonnent medger däremot ofta effektuttag på ca 100 kW respektive ca 60 kW. Ett befintligt nät med trycket 100 mbar klarar förmodligen inte den effektökning som en allmän övergång till genomströmningsberedare ger upphov till.

## 10 Krav på gas- avgas- och rörinstallation

Serviser till abonnenter ansluta till ett 4-bars nät är normalt aldrig klenare än 32 x 3 mm (innerdiameter x vägg tjocklek). En sådan servis har en kapacitet på åtminstone 500 kW vid det garanterade minimitrycket. Abonnentcentraler är normalt försedda med regulator och övrig armatur som medger ett effektuttag på ca 100 kW. Gasmätaren är för villaabbonentcentraler normalt en G4 som har ett maxflöde på 6 m<sup>3</sup>/h. Den medger ett effektuttag på ca 60 kW. Servis, abonnentcentral och gasmätare i en villa som är ansluten till ett 4-barsnät torde alltså i allmänhet ha tillräcklig kapacitet för installation av en genomströmningsberedare.

I ett hus med gaspanna och förrådsberedare som värms av pannan medger i regel gasledningen från abonnentcentral till gasmätaren och från gasmätaren till pannan högre effekter än vad pannan kräver. Huruvida kapaciteten räcker för en genomströmningsberedare eller ej



måste avgöras från fall till fall. Gasinstallationen kan behöva göras om eller kompletteras med en särskild gasledning till genomströmningsberedaren.

Genomströmningsberedare med öppet förbränningsrum kräver stor diameter på avgaskanalen jämfört med en panna för ett modernt enfamiljshus. För genomströmningsberedare med nettoeffekter i intervallet 30-40 kW torde avgaskanaler med diametrar i intervallet 130-200 mm erfordras. I befintliga hus är det därför risk för att de avgaskanaler som finns är för små. Behovet av en stor avgaskanal kan elimineras genom att välja en genomströmningsberedare med balanserat drag. Förbränningsluft- och avgasrör kan då dras genom en vägg till det fria. Andra fördelar med balanserat drag är att genomströmningsberedaren inte behöver placeras i ett pannrum utan kan installeras i t ex köket och att dragavbrottsförluster elimineras.

Genomströmningsberedare har stort tryckfallet, upp till 1,5 bar. Man bör för både nya och befintliga varmvatteninstallationer kontrollera att vattennätets tryck räcker för att ge önskat maximalt varmvattenflöde. Tryckfallet över en genomströmningsberedare är inte proportionellt mot flödet genom den och bör därför anges i tabell eller diagramform. Tryckfallet i övriga komponenter i varmvatteninstallationen såsom rör och armaturer måste naturligtvis också tas med i en sådan beräkning.

Det kan ur korrosionssynpunkt vara olämpligt att installera en genomströmningsberedare med värmeväxlare av koppar i en varmvatteninstallation av stålrör. Korrosionsproblem kan dock ofta lösas med offeranod eller speciella övergångsmuffar mellan koppar och stål.

Blandare som används tillsammans med genomströmningsberedare bör kunna ställas in för ett minsta varmvattenflöde för att undvika problem vid små tappflöden med låg temperatur.

Varmvattencirkulation med genomströmningsberedare är vanligtvis inte möjlig.

## **11 Slutsatser och rekommendationer**

En gaseldad genomströmningsberedare kan ge lägre energiförbrukning för tappvarmvatten än en förrådsberedare som värms med gas. En energibesparing i intervallet 1000-1800 kWh/år i ett enfamiljshus bedöms möjlig. Jämfört med en eluppvärmd förrådsberedare däremot bedöms en gaseldad genomströmningsberedare i bästa fall enbart kunna ge en obetydlig energibesparing. Energibesparingen beror bl a av hur byte till genomströmningsberedare påverkar varmvattenförbrukningen och om genomströmningsberedaren har balancerat drag eller dragavbrott. Inga uppgifter om faktisk årsverkningsgrad för en genomströmningsberedare eller i praktiken uppnådd besparing jämfört med förrådsberedare har påträffats i insamlad litteratur.

Vid nyinstallation kan det vara lönsamt att istället för gaspanna och förrådsberedare välja gaspanna och genomströmningsberedare eller kombinerad panna och genomströmningsberedare. De fasta gasabonnemangavgifterna har stor betydelse för lönsamheten. Att ersätta en befintlig förrådsberedare som inte behöver bytas av tekniska orsaker med en gaseldad genomströmningsberedare bedöms inte som en lönsam åtgärd.

En genomströmningsberedare för tappvarmvatten bör enligt nordiska normer ha en effekt, inklusive tillägg för kalkutfällning, på minst 40 kW för ett hushåll med badkar och minst 33 kW om det bara finns dusch. Man bör vid dimensioneringen av genomströmningsberedare

göra ett tillägg på 15-30% för att kompensera för kalkutfällning som försämrar värmeöverföringsförmågan.

Bland de genomströmningsberedare som säljs i Sverige finns ingen som ger tillräcklig effekt för uppfyllande av nordiska normer för tappvarmvatteninstallationer. Erfarenheter från danska installationer och provningar tyder på att genomströmningsberedare i regel inte uppfyller normkrav på varmvatteninstallationer. Utvecklingen av nya och bättre gaseldade genomströmningsberedare förefaller enligt resultatet av databassökningen främst ske i Japan. Med nya konstruktioner, nya material och ny teknik för reglering torde de största nackdelarna med genomströmningsberedare kunna elimineras eller åtminstone minskas.

Om det EES-avtalet kommer till stånd kommer sk CE-godkända gasapparater att bli tillåtna i Sverige. Utbudet av fabrikat och modeller skulle då bli större. Det bör påpekas att vissa tillverkare inte låter CE-godkänna sina apparater utan skaffar godkännanden enbart för vissa länder.

Genom att välja en genomströmningsberedare med balanserat drag där luft och avgaser leds i, oftast koncentrisk, rör genom en vägg till det fria elimineras behovet av avgaskanal. Apparaten behöver heller inte placeras i pannrum utan kan installeras t ex i köket. Balanserat drag ger också högre verkningsgrad än öppet förbränningsrum.

Moderna naturgasnät med trycket 4 bar torde i allmänhet ha tillräcklig kapacitet för att klara installation av genomströmningsberedare i större omfattning. Ett befintligt nät med trycket 100 mbar klarar det förmodligen inte.

Normal servisledning, abonnentcentral och gasmätare för villaabonnenter anslutna till 4 bars-nät bedöms klara det ökade effektuttaget som en genomströmningsberedare medför. Befintliga gasinstallationer i småhus torde i många fall klara det ökade effektuttaget. I varje enskilt fall bör man kontrollera att befintlig gas- och varmvatteninstallation har tillräcklig kapacitet för installation av genomströmningsberedare.

## Referenser

- [1] Lawaetz Henrik, Lavetemperatur og varmt brugsvand, Teknologisk Instituts Forlag 1986.
- [2] Furami K. et al, The High-Load High-Efficiency Instantaneous Gas Water Heater. 1984 International Gas Research Conference.
- [3] Wilson R. P. Jr, Energy Conservation Options for Residential Water Heaters. Energy vol 3 pp 149-172 Pergamon Press 1978.
- [4] Nakane Shinichi et al, Application of Microcomputer-Based Control System to Instantaneous Gas Water Heater. IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol CE-29, No 3, August 1983.
- [5] Svenska Gasföreningen, Normalbestämmelser för utförande av stadsgasinstallationer 1980.
- [6] Finn Schmidt-Jørgensen, Normtillæg om små vandvarmeres ydelse. VVS 11 1985.
- [7] Lawaetz Henrik, Samtidighed ved vandopvarmning. VVS 11 1985.
- [8] Arbetsmaterial från ej publicerad rapport från Statens Byggeforskningsinstitut i Danmark, Rapport over små gasvandvarmeres egenskaper ved tappning av varmt vadm.
- [9] Nordiska kommittén för byggbestämmelser, VA-norm, Retningslinjer for bestemmelser vedrørende vand- og afløbsinstallationer. NKB-skrift nr 48.
- [10] Kaj Ovesen et al, Naturgasinstallationer Små Anlæg SBI anvisning 145, Statens Byggeforskningsinstitut i Danmark, 1985.

## **Förklaringar av vissa termer**

**balanserat- och forcerat drag** = System med ett slutet förbränningsrum där förbränningsluft tillförs och avgaser bortförs från respektive till punkter som ligger tätt intill varandra i det fria. Används fläkt för att övervinna strömningsmotståndet brukar systemet benämnas forcerat drag.

**terminal** = koncentriska rör som förbinder förbränningsrummet med det fria vid användning av balanserat eller forcerat drag. Avgaser leds i det inre och förbränningsluft i det yttre röret.

**startflöde** = minsta flöde som krävs för att brännaren skall starta. Startflödet bör vara litet.

**släckflöde** = flöde vid vilket brännaren slocknar. Släckflödet är vanligen mindre än startflödet. Släckflödet bör vara litet.

**väntetid** = tiden från påbörjad tappning tills för ändamålet passande temperatur uppnås vid ett visst vattenflöde. För att undvika slöseri av vatten och energi ska väntetiden vara så kort som möjligt.

**stabiliseringstid** = tiden från påbörjad tappning tills vattentemperaturen efter genomströmningsberedaren stabiliserats.

93-06-02

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
001	Systemoptimering vad avser ledningstryck	Apr 91	Stefan Grudén TUMAB	100
002	Mikrokraftvärmeverk för växthus. Utvärdering	Apr 91	Roy Ericsson Kjessler & Mannerstråle AB	100
003	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige. Utgåva 3	Apr 91	Svenskt Gastekniskt Center AB	100
004	Krav på material vid kringfyllnad av PE-gasledningar	Apr 91	Jan Molin VBB VIAK	50
005	Teknikstatus och marknadsläge för gasbaserad minikraftvärme	Apr 91	Per-Arne Persson SGC	150
006	Keramisk fiberbrännare - Utvärdering av en demo-anläggning	Jan 93	R Brodin, P Carlsson Sydkraft Konsult AB	100
007	Gas-IR teknik inom industrin. Användnings- områden, översiktlig marknadsanalys	Aug 91	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	100
008	Catalogue of gas technology RD&D projects in Sweden (På engelska)	Jul 91	Swedish Gas Technology Center	100
009	Läcksökning av gasledningar. Metoder och instrument	Dec 91	Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
010	Konvertering av aluminiumsmältugnar. Förstudie	Sep 91	Ola Hall, Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
011	Integrerad naturgasanvändning i tvätterier. Konvertering av torktumlare	Sep 91	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	100
012	Odöranter och gasolkondensats påverkan på gasrörssystem av polyeten	Okt 91	Stefan Grudén, F. Varmedal TUMAB	100
013	Spektralfördelning och verkningsgrad för gaseldade IR-strålare	Okt 91	Michael Johansson Drifttekniska Institut. vid LTH	150
014	Modern gasteknik i galvaniseringsindustri	Nov 91	John Danelius Vattenfall Energisystem AB	100
015	Naturgasdrivna truckar	Dec 91	Asa Marbe Sydkraft Konsult AB	100
016	Mätning av energiförbrukning och emissioner före o efter övergång till naturgas	Mar 92	Kjell Wanselius KW Energiprodukter AB	50

93-06-02

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
017	Analys och förslag till handlingsprogram för området industriell vätskevärmning	Dec 91	Rolf Christensen AF-Energikonsult Syd AB	100
018	Skärning med acetylen och naturgas. En jämförelse.	Apr 92	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100
019	Läggning av gasledning med plöjteknik vid Glostorp, Malmö. Uppföljningsprojekt	Maj 92	Fallsvik J, Haglund H m fl SGI och Malmö Energi AB	100
020	Emissionsdestruktion. Analys och förslag till handlingsprogram	Jun 92	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
021	Ny läggningsteknik för PE-ledningar. Förstudie	Jun 92	Ove Ribberström Ove Ribberström Projektering AB	150
022	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige. Utgåva 4	Aug 92	Svenskt Gastekniskt Center AB	150
023	Läggning av gasledning med plöjteknik vid Lillhagen, Göteborg. Uppföljningsproj.	Aug 92	Nils Granstrand m fl Göteborg Energi AB	150
024	Stumsvetsning och elektromuffsvetsning av PE-ledningar. Kostnadsaspekter.	Aug 92	Stefan Grudén TUMAB	150
025	Papperstorkning med gas-IR. Sammanfattning av ett antal FUD-projekt	Sep 92	Per-Arne Persson Svenskt Gastekniskt Center	100
026	Koldioxidgödsling i växthus med hjälp av naturgas. Handbok och tillämpn.exempel	Aug 92	Stig Arne Molén m fl	150
027	Decentraliserad användning av gas för vätskevärmning. Två praktikfall	Okt 92	Rolf Christensen AF-Energikonsult	150
028	Stora gasledningar av PE. Teknisk och ekonomisk studie.	Okt 92	Lars-Erik Andersson, Åke Carlsson, Sydkraft Konsult AB	150
029	Catalogue of Gas Techn Research and Development Projects in Sweden (På engelska)	Sep 92	Swedish Gas Technology Center	150
030	Pulsationsspanna. Utvärdering av en demo-anläggning	Nov 92	Per Carlsson, Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	150
031	Detektion av dräneringsrör. Testmätning med magnetisk gradiometri	Nov 92	Carl-Axel Triumpf Triumpf Geophysics AB	100
032	Systemverkn.grad efter konvertering av vattenburen elvärme t gasvärme i småhus	Jan 93	Jonas Forsman Vattenfall Energisystem AB	150

93-06-02

**RAPPORTFÖRTECKNING**

<b>SGC Nr</b>	<b>Rapportnamn</b>	<b>Rapport datum</b>	<b>Författare</b>	<b>Pris kr</b>
033	Energiuppföljning av gaseldad panncentral i kvarteret Malörten, Trelleborg	Jan 93	Theodor Blom Sydkraft AB	150
034	Utvärdering av propanexponerade PEM-rör	Maj 93	Hans Leijström Studsvik AB	150
035	Hemmatankning av naturgasdriven personbil. Demonstrationsprojekt	Jun 93	Tove Ekeborg Vattenfall Energisystem	150
036	Gaseldade genomströmningsberedare för tappvarmvatten i småhus. Litteraturstudie	Jun 93	Jonas Forsman Vattenfall Energisystem	150



**Svenskt Gastekniskt Center AB**

---

---

**Box 50525, 202 50 MALMÖ  
Telefon: 040-700 40  
Telefax: 040-30 50 82**

KF- Sigma, Lund