

18/67

ELDNING MED INHEMSKA BRÄNSLEN

Särtryck ur tidskriften VVS 4:1967

Rapport från Byggforskningen, Stockholm

Rapport 18:1967

UDK 662.63

697.325:662.63

ELDNING MED INHEMSKA BRÄNSLEN

1967

Firing of Furnaces with Domestic Fuels

Statens institut för byggnadsforskning • Box 27 163 • Stockholm 27

Denna rapport utges med medel från fonden för byggnadsforskning enligt byggnadsforskningsrådets beslut; försäljningsintäkterna tillfaller fonden.

Aven om vår beredskap på bränsleförsörjningsområdet avsevärt förbättrats under senare år genom den av 1957 års riksdag beslutade beredskapslagringen av oljor, torde det för närvarande vara omöjligt att enbart med dessa lager trygga de mest angelägna bränslebehoven under en bränslekris av längre varaktighet. Kraftföretagens utbyggnadsplaner av kärnkraftanläggningar och vissa prognoser i samband därmed ger oss ett något ljusare framtidsperspektiv i detta avseende, men tills vidare är vi vid en bränslekris i stort sett hänvisade till vedbränslen.

Eldning med inhemska bränslen

Ingenjör OLOV LARSSON, Statens institut
för byggnadsforskning, Stockholm

Antalet centraluppvärmda lägenheter uppgår i vårt land för närvarande till i runt tal 2,5 miljoner. Därav erhåller ca 1,8 miljoner lägenheter sin värme från oljeeldade centraler (ca 1,2 miljoner i flerfamiljshus och ca 0,6 miljoner i småhus).

Enär de beredskapsproblem som här behandlas i första hand gäller små och medelstora värmeanläggningar, är det av intresse att konstatera, att ca 75 % av antalet oljeeldade bostadslägenheter är anslutna till sådana värmecentraler, medan ca 25 % får sin värme från blockcentraler eller värmeverk.

Den allmänna övergången under senare år från fasta bränslen till eldningsolja har successivt medfört att små och medelstora pannor på ett mera driftekonomiskt sätt än tidigare är anpassade för oljeeldning. Detta förhållande medför också att pannorna inte i samma grad som tidigare är lämpade för t ex magasineldning med ved vid en eventuell bränslekris. Dessutom har pannrum och bränsleutrymmen ofta utformats enbart med tanke på oljeeldning.

I syfte att åstadkomma en förbättrad beredskap inom uppvärmningsområdet har byggnadsstyrelsen i publikationer 1964:3 och meddelanden 1964:4 samt i Tillämpning av byggnadsstyrelsens meddelanden 1964:4 (aktuellt från BS 1965:1) behandlat pannrums utformning för eldning med inhemska bränslen. Av anvisningarna framgår att dessa är avsedda att tillämpas för "värmeanläggning i permanent byggnad som under den kalla årstiden stadigvarande utnyttjas som bostad, sjukhus, vårdhem, hotell o d eller som kontor". I meddelandet sägs också bland annat: "I sådan byggnad skall värmeanläggning, som ej normalt är avsedd för eldning med inhemskt bränsle, jämte tillhörande utrymmen utformas så, att omställning till eldning med helved lätt kan genomföras. Härvid må planering för eldning med annat inhemskt bränsle än helved godtagas, om det med hänsyn till den lokala tillgången på sådant bränsle finns förutsättningar

för eldning därmed under en bränsleförsörjningskris".

Vidare anges i meddelandet: "I sådant fall då uppvärmning normalt sker med specialpannor för importbränsle eller annat bränsle, vars framställning är baserad på importbränsle t. ex. olja, stadsgas, gasol e. d. och pannorna är så konstruerade att de ej kan ändras eller kompletteras för eldning med inhemskt bränsle må dock pannanläggningen godtagas, om lämpligt utrymme finns inom fastigheten för kompletterande panninstallation".

Anvisningen gäller för värmeanläggningar för vilka ansökan om byggnadslov inlämnats efter utgången av år 1964.

Ett undantag utgör el-uppvärmda byggnader. I Tillämpning av byggnadsstyrelsens meddelanden 1964:4 säges: "Ehuru eluppvärmning tekniskt sett kan anses ha lämnat experimentstadiet, måste dock huvuddelen av de hus, som nu byggs för enbart eluppvärmning, betraktas som experiment i ekonomiskt avseende. Med hänsyn dels härtill dels till att helt elvärmda byggnader ännu utgör en ringa del av nyproduktionen och elenergin för byggnadsuppvärmning är en obetydlig andel av den totala elproduktionen, medger byggnadsstyrelsen att eluppvärmda byggnader tills vidare må undantagas från föreskrifterna i byggnadsstyrelsens meddelande 1964:4".

Varje möjlighet att skapa förutsättningar för att på ett enkelt och effektivt sätt kunna utnyttja vedbränslen är en beredskapsangelägenhet av största betydelse. Detta får emellertid inte tolkas så att värme pannor som är mer eller mindre specialkonstruerade för importbränslen inte skulle vara önskvärda från beredskapssynpunkt. Det väsentliga måste vara att driften med det ordinarie bränslet blir så ekonomisk som möjligt, men att samtidigt tekniska och ekonomiska förutsättningar finns för relativt enkla ändringar eller komplettering med förugn och att erforderliga utrymmen finns tillgängliga vid eventuell övergång till eldning med inhemska bränslen.

Med ovanstående bakgrund måste det anses i hög grad angeläget att särskilt granska och närmare diskutera vissa problem som blir oundvikliga i samband med eventuell eldning med inhemska bränslen.

Vilka ersättningsbränslen kan ifrågakomma?

Vid produktion av ersättningsbränslen med utnyttjande av inhemska råvarutillgångar torde det under de närmaste decennierna i första hand vara skogen och torvmossarna som erbjuder de största möjligheterna, även om värmeenergi för bostadsuppvärmning i allt större utsträckning kommer att kunna levereras från vattenkraftverk och kärnkraftsanläggningar. Vår största inhemska bränsletillgång i avseende på organisk råvara är torv. Mängden torrsubstans har beräknats till 6 000 miljoner ton eller c:a 7 ggr större än den växande skogens. Produktionsnivån för torv är emellertid mycket låg och med tanke på de tekniska och ekonomiska svårigheter som föreligger för att erhålla ett praktiskt användbart bränsle, speciellt gäller detta avvattningsfrågan, måste man räkna med att lång tid åtgår innan en produktion av någon betydelse kan åstadkommas.

Liksom tidigare är det därför tills vidare ur skogen vi vid en avspärning snabbast kan täcka det nödvändiga bränslebehovet för uppvärmning i våra bostäder.

Av meddelandet 1964:4 framgår att huvudsakligen helved torde komma i fråga som ersättningsbränsle vid en bränslekris. Bränsleflis torde i början enbart kunna distribueras till orter i närheten av massaindustrier eller sågverk. Fliselldningens många fördelar, bland annat möjligheter till automatiserad drift, talar dock för en mera allmän övergång till fliselldning vid en längre avspärningsperiod. Värmecentralerna bör därför, där så är möjligt, redan från början planeras med tanke på eventuell eldning med flis, men samtidigt skall, under en övergångsperiod, praktiska möjligheter finnas för eldning med helved i de anläggningar som inte från början har möjligheter att använda annat inhemskt bränsle och som dessutom kan bedömas ha tillgång till detta bränsle vid en krissituation.

Helved

Det vanligaste vedsortimentet har tidigare under kris-situationer varit helved eller s. k. pannved i enmeterslängder. För små pannor har det varit nödvändigt att anpassa vedlängden efter eldstadens storlek genom ytterligare kapning. Den vanligaste brännveden är barrved som utgörs av gran eller tall. De viktigaste lövvedssorterna är björk, al och aspväd.

För olika sorters brännved finns fastställda kvalitetsföreskrifter från Kungl. Skogsstyrelsen. Avgörande för vedens volymvärmevärde och därmed i hög grad för eldningsresultatet är vedens fuktighetshalt, som för eldning i värmeledningspannor helst inte bör överstiga c:a 30 %. Ökad fuktighet försvårar antändning av de brännbara gaserna och ökar därigenom riskerna för vatten- och tjärut-

fällning i panna och skorsten. Dessutom sjunker vedens effektiva värmevärde med stigande vattenhalt. S.k. skogstorr ved som varit upplagd i det fria en sommar beräknas hålla en fukthalt av ca 25 %. Överslagsvärden av vedens värmeinnehåll (effektivt värmevärde) vid olika fukthalter visas i tabell 1.

Tabell 1.

Vedslag (enmetersved)	Fukt 20 %	Fukt 40 %	Fukt 60 %
	Mcal/m ³ trv. mått	Mcal/m ³ trv. mått	Mcal/m ³ trv. mått
Tall	1300	1230	1090
Gran	1140	1080	950
Björk	1400	1320	1170
Al	1170	1100	970
Asp	1100	1040	910
Bok och ek	1560	1460	1280

Om veden är lämplig som ersättningsbränsle är dessutom beroende av rakhet, kvistning, klyvning, grovlek, barkning och eventuella rötskador.

Bränsleflis

För att kunna erhålla en mer eller mindre långt driven automatisering av eldningen kan veden som tidigare nämnts, sönderdelas och bibringas en för mekaniska transport- och matarapparater passande form och storlek (kubb, gengasved, flis och spån). Vanlig bränsleflis utgörs som regel av skogsflis eller sågverksflis. Skogsflisen kan till stor del erhållas från gallringsved o. d. som annars är praktiskt taget oanvändbart.

Nedanstående tabell (tabell 2) visar ungefär volymvikt och torrsubstansvikt hos flis av olika ursprungsmaterial.

Tabell 2.

Ursprungsmaterial	Volymvikt kg/m ³ löst mått	Torrsubstans kg/m ³
Ribbved med mycket bark	300	< 150
Normal ribb och bakaved samt skogsbarrved	300	150—170
Blandlångved	350	170—190
Lövved	400	> 190

Överslagsvärden av bränsleflisens värmeinnehåll vid olika fukthalter framgår av tabell 3.

Tabell 3.

Fukthalt %	Torrsubstans kg/m ³			
	150	160	180	190
	Mcal/m ³	Mcal/m ³	Mcal/m ³	Mcal/m ³
30	625	680	770	830
40	600	660	740	800
50	570	625	700	760

Eldning med helved

Det ojämförligt största antalet av de i landet förekommande värmeledningspannorna är små eller medelstora pannor, gjutna sektionspannor eller svetsade stålplåtspannor avsedda för koks, stokerkol eller eldningsolja 1—3. De största pannenheterna är som regel stålplåtspannor avsedda att eldas med stenkol eller tjockare eldningsoljor.

Den praktiska erfarenheten har visat att om lämplig ved kan erhållas kan också, med någorlunda god skötsel, samtliga kokspannor utan allt för stora driftsvårigheter eldas med ved. Bränntiden vid t.ex. sträng kyla kan emellertid minska från t. ex. 8 timmar vid kokseldning till c:a 2 timmar vid eldning med ved.

Förutom den ofta korta bränntiden medför eldning med helved andra nackdelar som gör sig gällande i alla s. k. magasinspannor. Genom vedklamparnas oregelbundna form blir fyren betydligt glesare än vid t. ex. kokseldning. Detta tillsammans med vedens relativt höga fukthalt bidrar till att fyrtemperaturen blir för låg i början av förbränningsförloppet. Den glesa fyren medför dessutom att elden lätt sprider sig till hela bränslemagasinet vilket i sin tur medför allt för hastig avgasning och ofullständig förbränning. I ogynnsamma fall utfälls obrända tjärprodukter i panna och skorsten. Av stor betydelse i detta fall är panntemperaturen, som bör hållas vid minst 75° C (shuntkoppling).

Resultaten från olika provningar visar att verkningsgraden vid eldning med helved försämras vid sjunkande pannbelastning och minskande pannstorlek (panneffekt). I stora pannor som är speciellt lämpade för vedeldning kan verkningsgraden vid full-last ligga vid c:a 80 %, medan motsvarande värde för småpannor knappast överstiger 55 %. Vid t. ex. 1/4-last är verkningsgraden i båda fallen 15—20 % lägre.

Eldning med helved under en övergångsperiod är genomförbar i de flesta förekommande panntyper och storleksordningar. I vissa fall fordras emellertid jämförelsevis omfattande ändringsarbeten av pannorna samt iordningsställande av transportanordningar och erforderliga utrymmen för lagring av vedbränsle. För stora värmeanläggningar medför eldningsarbetet en avsevärd ökning av personalbehovet.

Då det gäller små och medelstora anläggningar är ofta ändringen av pannorna, demontering av oljebrännare, inmurning och kontrollorgan etc. samt montering av dragregulatorer och eventuellt roster m. m. relativt billiga åtgärder som snabbt kan genomföras. Svårare torde det i många fall bli att erhålla erforderligt utrymme för vedens lagring och tillräckligt "svängrum" för det manuella eldningsarbetet.

Eldning med flis

Våra vanligaste värmeledningspannor av olika storleksordningar kan oftast, efter komplettering med stoker eller förugn, med gott resultat eldas med flis.

Stokeleldning med flis fordrar som regel att pannan från början är avsedd för stokermontage. Förugn för fliseldning kan med mindre ändringar monteras på så gott som samtliga värmeledningspannor. Vid eldning med förugn tjänstgör pannan som konvektionsparti och förugnen blir en del av den nya pannenheten. Det största problemet torde bli det ofta otillräckliga utrymmet för flisugn samt lagring av flis.

I vissa fall kan flisen eldas direkt på rosten genom s.k. övermatning eller genom matning med en eller flera s. k. kastapparater. Detta senare eldnings sätt kan knappast komma ifråga annat än i därför särskilt lämpliga pannor och fordrar en väl utbyggd automatik.

Avgasningsförloppet vid rätt anordnad fliseldning kan lättare behärskas än då det gäller eldning med helved i magasinspannor. Utförda provningar visar också att bränslets fukthalt inte påverkar förbränningen i samma grad som vid eldning med helved. Resultatet blir en bättre bränsleekonomi samt en säkrare och mindre arbetskrävande skötsel. Förutsättningarna är emellertid att värmeanläggningen i sin helhet är rätt konstruerad och att installationen är noggrant utförd. Med ökad fukthalt ökar rökgasmängden och därmed även strömningsmotståndet i panna och skorsten. Om draget i skorstenen är lågt sker därför en påtaglig minskning av ugnens maximala kapacitet. En mycket viktig faktor, när det gäller förugnar, är att ugnen dimensioneras för anläggningens faktiska behov och inte enbart efter panneffekten. Är ugnen något underdimensionerad i förhållande till pannan har den bättre regleringsegenskaper och risken för kokning blir mindre vid varierande värmebehov. Sådan risk uppkommer lätt vid vanlig magasinseldning med gasrika bränslen t. ex. helved, briketter, torv m. fl.

Utförda fältundersökningar i praktisk drift har visat överraskande goda resultat då det gäller fliseldning i förugn. Detta bekräftas av en laboratorieundersökning som utförts av SHI 1962/2/. Vid verkningsgradsundersökning av en mindre förugn som sköttes manuellt var verkningsgraden praktiskt taget konstant, c:a 72 %, oberoende av belastningen. I en något större mekaniserad ugn uppmättes verkningsgraden vid full-last till 77 % och vid 30 % belastning till 65 %. De nämnda förugnarna var vid försöken anslutna till gjutna sektionspannor med 8 respektive 15 m² eldyta.

Prov utfördes även med en något mindre specialpanna för flis med ugn och panna i en enhet. Den angivna effekten varierades mellan 8.000 och 26.000 kcal/h. Verkningsgraden uppmättes till 67 %.

Motsvarande provningar borde från beredskapssynpunkt även utföras på moderna villapannor som i första hand är avsedda för oljeeldning och som utrustats med lämpliga förugnar. Principiellt bör fliseldning med en sådan kombination vara en tillfredsställande lösning av vedeldningsproblemet i småhus vid en eventuell bränslekris.

En tänkbar men för värmeledningspannor ännu inte realiserad lösning kan i speciella fall vara generering av gas från vedbränsle i en särskild gasgenerator (gengasugn), skild från själva värmecentralen. Pannorna i värmecentralen måste följaktligen i detta fall förses med speciella gasbrännare och anläggningen i sin helhet utrustat med därtill anpassade säkerhets- och kontrollorgan. Den termiska verkningsgraden borde bli hög enär gasen inte behöver kylas, som t. ex. vid gengasdrift av bilar.

Ekvivalenstal

Som praktiskt användbara överslagsvärden vid bedömning av nyttiggjord värme torde man för bränsleflis, med vanlig torrsubstansvikt (150—170 kg/m³) och med normal fukthalt (45—55 %), kunna räkna med att

1 m³ eldningsolja \approx 16 m³ flis

1 ton stokerkol \approx 11,5 m³ flis

1 hl koks \approx 0,5 m³ flis

Motsvarande värden för pannved med en fukthalt av c:a 30 % och med en kubikmetervikt av c:a 330 kg är:

1 m³ eldningsolja \approx 10 m³ pannved

1 ton stokerkol \approx 7,2 m³ „

1 hl koks \approx 0,3 m³ „

Som framgår av ovanstående motsvaras överslagsvis 1 m³ pannved av 1,6 m³ flis.

Vanliga anordningar vid eldning med flis

Flisstokers

Vanliga kolstokers i medelstora anläggningar kan som regel inte, utan vissa utbyten eller ändringar av ingående delar, användas för fliseldning, bland annat på grund av att den inmatade bränslevolymer måste 6—10-dubblas för att panneffekten skall kunna utnyttjas.

Eventuella kolförrådsfickor måste vid övergång till eldning med flis förses med någon form av vibrator, enär valvbildning lätt kan uppstå i flisförrådet.

Det finns inom landet specialstokrar för flis med kapaciteter upp till 10 m³ per timme, motsvarande en tillförd värmemängd av c:a 6 500 Mcal/h. För att säkerställa en oavbruten nedmatning av flisen till skruven finns på vissa fabrikat i flisbehållarens nedre del ett av skruven drivet tandat hjul som bryter ned eventuella valvbildningar över skruven. Mellan drivmotorn och skruven fordras en flerstegsväxel eller kontinuerlig variator, styrd av panntermostaten, med vars hjälp skruvens varvtal och lufttillförsel regleras efter det aktuella värmebehovet.

En typ av stokeranordning som använts i högtrycksångpannor är den s. k. Axon-cyklonen. Själva cyklonen består av en upptill öppen cylinder av stampmassa med indragen kant. Botten utgöres av en stokerretorter med omgivande roster genom vilken primärluften tillsätts. I cyklonens övre del tillsättes sekundärluft under mycket

högt tryck genom tangentiellt riktade dysor. Gasmassan får härigenom en roterande turbulent rörelse som underlättar en effektiv slutförbränning.

Kastapparater

För automatisk beskickning direkt till pannans eldstad har i vissa fall olika typer av s. k. kastapparater kommit till användning. Apparaten utgöres i princip av en i pannans front eller sida inmonterad spridare som utgöres av en horisontell, snabbt roterande vals försedd med axiella kammar. Spridaren är kompletterad med en cellmatare, som med ett störtrör är ansluten till inmatningsöppningen. Kastapparater som inmonteras en eller flera på samma panna, beroende på panneffekten, är avsedd för större enheter och förusätter bland annat att automatiken är helt genomförd och noggrant utprovad.

Eldningssättet motsvarar manuell rosteldning och fordrar god spridning och tunn fyrbädd. Detta förhållande ökar kraven på att flisen har en jämn styckestorlek.

Förugnar

Om erforderligt utrymme finns tillgängligt är det från flera synpunkter fördelaktigt att elda inhemskt bränsle i form av bränsleflis i en från pannan skild förbränningsugn s. k. förugn.

I praktiken varierar förugnarernas konstruktion i stor utsträckning. Stora förugnar har vanligen okylt förbränningsrum av eldfast sten. Förbränningen sker med luftunderskott och gaserna slutbrännes i pannans eldstad genom tillsättning av sekundärluft (s. k. halvgasugnar). Genom att förbränningsrummet är okylt kan flis av relativt hög fukthalt eldas med gott resultat. Nackdelen med den okylda ugnen är att ökade strålningsförluster av storleksordningen 5 à 10 verkningsgradsprocent är svåra att undvika, trots god isolering. I vissa fall minskas värmeförlusterna genom att värmets från inmurningen delvis används till förvärmning av förbränningsluften.

I därför lämpliga pannor (stora magasinsutrymmen) kan flisugnen inbyggas i pannan och kompletteras med särskild mataranordning, uppifrån eller från sidan.

Mindre förugnar består ofta av en välisolerad eldstad utrustad med roster av olika konstruktioner samt med en bränslebehållare, vanligen av plåt, vars volym motsvarar omkring en påfyllning per dygn vid normal driftbelastning. Bland små och medelstora förugnar förekommer även sådana som är vattenkylda. De mindre ugnarna är oftast avsedda för manuell skötsel medan flertalet av de medelstora och samtliga större förugnar är utrustade med mer eller mindre omfattande utrustning för automatisk frammatning från bränsleförråd, styrning av tillförd primär- och sekundärluft, termostatreglerad anpassning av panneffekten etc.

Utrymmesbehov och interna transporter

Några generella mått för utrymmesbehovet för fliseldningsanordningar är svåra att ange. Valet av eldningsap-

parat är beroende av ett flertal lokala faktorer och utföringsformerna växlar för olika typer och fabrikat. Eldningsanordning och transportsystem för en anläggning måste därför i varje särskilt fall bedömas och anpassas efter såväl pannans konstruktion som efter befintliga utrymmen i pannanläggningen, inklusive lagringsutrymmen för bränsle.

I vissa fall kan eldning med *helved* i förugn av transport-, utrymmes- eller andra skäl ställa sig fördelaktigare än fliseldning. Sådana ugnar har emellertid hittills endast förekommit i mycket begränsad omfattning.

Erforderliga lagringsutrymmen för *helved* och flis

För att i den mån det är möjligt minska transportintensiteten till anläggningen måste man, vid eventuell övergång till inhemska bränslen, räkna med att som bränslerum utnyttja invändiga utrymmen som garage, förrådsrum, vissa källarutrymmen etc. samt där så erfordras använda utvändiga lagringsplatser, förgårdar, planteringar etc.

För att vid eldning med vedbränslen erhålla bästa möjliga bränsleekonomi samt undvika driftsvårigheter genom tjäravsättning m. m. fordras att bränslet får goda möjligheter till uttorkning under lagringstiden. Som regel är eldningsresultatet, såväl ekonomiskt som tekniskt, direkt beroende av vedbränslets fukthalt. Det är även från denna synpunkt önskvärt att lagerutrymmen för vedbränslen blir så stora som möjligt och att utvändiga bränsleupplag förses med någon form av skyddstak.

Vid jämförelse av erforderligt platsbehov för olika bränsleslag kan som ungefärliga riktvärden anges att *travad helved* upptar c:a 3 ggr så stor volym som *koks*, c:a 5 ggr så stor som *stokerkol* och c:a 10 ggr så stor som *eldningsolja*.

Eldningsflis upptar i sin tur c:a 1,6 ggr större volym än *travad helved*.

Som riktvärde för det totala bränslelagrets storlek för värmeanläggningar anges i KBS meddelande 1964:4 att 1/6 eller c:a 17 % av den beräknade årsförbrukningen bör kunna lagras i anslutning till panncentralen.

Lagringsutrymmet inomhus bör enligt samma meddelande vara 1/25 eller 4 % av årsförbrukningen.

Transportanordningar för fliseldning

Vid val av automatiska anordningar för den interna transporten av flis t. ex. från förråd eller silo till ugn eller panna kan väljas band-, kedje- eller elevatortransportörer, skruvar, pneumatiska anordningar samt stört-rör. Transportanläggningens utformning och omfattning måste avvägas med hänsyn till olika lokala faktorer. Anordningarna måste med andra ord mer eller mindre "skräddarsys" för den enskilda värmecentralen. Ofta förekommer kombinationer av nämnda system. För att undvika valvbildning i flisfickor och förråd användes dessutom vid utmatning t. ex. vibrator, roterande botenskiva, roterande axel med skrapanordningar etc.

Småhusens värmeproblem vid eventuell bränslekris

Den i och för sig glädjande utvecklingen under senare år, med en bättre anpassning till oljeeldning och därigenom högre verkningsgrader, har speciellt för småanläggningar medfört att svårigheterna vid övergång till eldning med *helved* i många fall blir mer markanta än då det gäller äldre, tidigare kokseldade pannor.

En annan viktig faktor i detta sammanhang, som särskilt gör sig märkbar i småhus, är otillräckliga utrymmen för lagring av inhemskt bränsle för eventuell installation av förugn och för manuellt eldningsarbete.

Tidsintervallet mellan varje påfyllning

Helved

För den enskilde småhusägaren torde tidsintervallet mellan varje påfyllning av vedbränslet samt den ungefärliga temperatursänkningen inomhus vid uppehåll i eldningen under natten vara frågor av särskilt intresse. Här aktualiseras också det eventuella behovet av stödvärme med annat bränsle — i den mån sådant bränsle finns att tillgå.

Den maximala panneffekten vid eldning med vedbränslen i relation till oljeeldning är beroende av flera faktorer som på förhand är svåra att bestämma. För självdragspannor räknas emellertid i genomsnitt att c:a 75 % av maximieffekten vid oljeeldning kan utnyttjas.

Småpannor avsedda för oljeeldning är som regel överdimensionerade, varför det vid vedeldning normalt borde vara möjligt att upprätthålla vanlig rumstemperatur, även vid maximalt värmebehov.

Den väsentligaste orsaken till nämnda överdimensionering av panneffekten är att de minsta tryckkoljemstycken av standardtyp som av driftsäkerhetsskäl kan användas motsvarar en tillförd värmemängd av mellan 16 000 och 19 000 kcal/h. Pannans effekt måste följaktligen, även om det beräknade värmebehovet är betydligt mindre, anpassas efter nämnda förhållande.

För den väsentliga delen av våra minsta typer av villapannor (ca 50 st.) kan den uppgivna maximieffekten vid oljeeldning i medeltal beräknas till 18.500 kcal/h. Bränslemagasinet volym vid eldning med koks är för samma pannor i medeltal 35 l (minimivärde 23 l, maximivärde 48 l). Det finns dessutom några specialpannor av samma storleksordning vars bränslemagasin rymmer 70—80 l.

Vid eldning med *helved* kan eldstadsvolymen inte utnyttjas lika effektivt som vid kokseldning, varför vedvolymen, med en för eldstadslängden lämpligt avpassad vedlängd och normal noggrannhet vid påfyllningen, kan uppskattas till i medeltal 30 l.

Vid vedeldning i villapannor kan med hänsyn till utförda prov och tidigare erfarenheter verkningsgraden approximativt i medeltal bedömas till.

Vid 1/1-last ca 60 %
3/4- " " 55 %
1/2- " " 50 %
1/4- " " 45 %

Med ovanstående förutsättningar och ett antaget värmevärde för pannved av 1 000 000 kcal/m³ är det nyttiggjorda värmeinnehållet för varje påfyllning.

Vid 1/1-last ca 18.000 kcal/påfyllning
3/4- " " 16.500 "
1/2- " " 15.500 "
1/4- " " 13.500 "

Som utgångspunkt för en approximativ bedömning av påfyllningsintervallerna tages en genomsnittsvilla i Stockholmstrakten som antages ha ett maximalt värmebehov av 10 000 kcal/h, vilket *per normalår* motsvarar ett värmebehov av c:a 22 000 Mcal exklusive varmvattenberedning, eller en oljeförbrukning av c:a 3 700 liter Eo 1 för enbart uppvärmning (om verkningsgraden antages till 70 %).

Pannans medeleffekt blir
vid 1/1-last ca 10.000 kcal/h
3/4- " " 7.500 "
1/2- " " 5.000 "
1/4- " " 2.500 "

Tidsintervallet mellan varje påfyllning blir då
vid 1/1-last ca 1 ^t 50 ^m
3/4- " " 2 ^t 10 ^m
1/2- " " 3 ^t 00 ^m
1/4- " " 5 ^t 25 ^m

(Se fig. 1)

Förutsättes att uppehåll i eldningen endast sker nattetid mellan kl. 22.00 och 06.00 måste för att normal rumstemperatur (antagen till 20° C) skall kunna upprätthållas följande antal påfyllningar utföras under dagen.

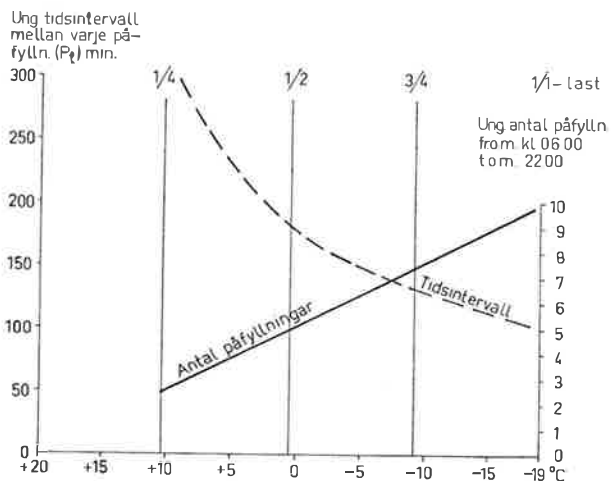


Fig. 1. Ungefärligt påfyllningsintervall samt antal påfyllningar vid eldning med helved i småpannor (medeltal).

Vid 1/1-last ca 10 ggr
3/4- " " 7 "
1/2- " " 5 "
1/4- " " 3 "

(Se fig. 1)

Enär eldning med ved fordrar en "frisk" fyr, om tjärbildning och vattenutfällning skall kunna undvikas, blir pannbelastningen förhållandevis hög och *brinntiderna* betydligt kortare än ovan angivna påfyllningsintervaller, speciellt vid låglast. Detta medför också att rumstemperaturen inte kan hållas lika jämn som vid eldning med t. ex. olja, koks eller flis.

Flis

Medelverkningsgraden vid fliseldning i förugn av aktuell storleksordning kan uppskattas till 65 % samt flisens värmeinnehåll till 600.000 kcal/m³.

Med ovanstående förutsättningar och med samma värmebehov som tidigare samt med en flisbehållare som rymmer 200 l, utgör den nyttiggjorda värmemängden vid varje påfyllning c:a 78 000 kcal.

Tidsintervallet mellan varje påfyllning blir då för fliseldning i förugn

vid 1/1-last ca 7 ^t 50 ^m
3/4- " " 10 ^t 25 ^m
1/2- " " 15 ^t 35 ^m
1/4- " " 31 ^t 10 ^m

För att minska tillsynen mellan påfyllningarna och begränsa risken för valvbildning i flisbehållaren bör för de minsta typerna av flispannor eller flisugnar endast finhuggen flis användas.

Temperatursänkning vid uppehåll i eldningen under natten

Vid eldning med helved har den sista påfyllningen tidigare antagits ske kl. 22.00. Under de tidsintervaller (Pt) som beräknats vid olika värmebehov kommer i stort sett normal rumstemperatur att bibehållas. Därefter sker en snabbare, successiv utkylning till kl. 06.00, då enligt förutsättningarna ny påfyllning sker. Uppvärmningsperiodens längd kan i detta sammanhang lämnas utan avseende (se fig. 2).

Ett uttryck för byggnadens värmetröghet är tidskonstanten q, som här antages till 30 timmar. (Antagbart för byggnader med lätt byggnadsmaterial.) Temperatursänkningen vid olika värmebehov för den aktuella villan inom Stockholms-området har med hjälp av formeln

$$Z_a = q \cdot \ln \frac{\vartheta_o}{\vartheta_v}$$

beräknats till

$$\text{vid 1/1-last } \Delta t = \text{ca } 7,5^\circ \text{ C}$$

- 3/4- ,, $\Delta t = ,, 5,5^{\circ}\text{C}$
- 1/2- ,, $\Delta t = ,, 3,0^{\circ}\text{C}$
- 1/4- ,, $\Delta t = ,, 1,0^{\circ}\text{C}$

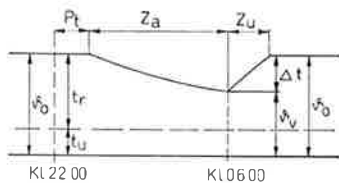


Fig. 2. Rumsluftens temperaturvariationer vid uppehåll i eldningen.

$$q = \frac{Q}{K}$$

- q = tidskonstant
- Q = den del av byggnadens värme som frigörs vid 1°C temperatursänkning
- K = byggnadens värmeförluster vid 1°C temperaturskillnad mellan ute- och innetemperatur
- P_t = påfyllningsintervall
- Z_a = utkylningsperiod
- Z_u = uppvärmningsperiod
- t_r = rumstemperatur
- t_u = utetemperatur
- ϑ_o = rumsluftens övertemperatur över utetemperatur
- ϑ_v = övertemperatur vid utkylningsperiodens slut
- Δ_t = rumsluftens temperatursänkning

För en villa med större värmebehov blir temperatur-sänkningarna större än de ovan beräknade. Orsaken här till är att eldstadsvolymen och därmed den vid varje på-fyllning tillförda värmemängden är ungefär densamma även om värmebehovet är betydligt större än i det valda exemplet. (Vid t. ex. ett maximalt värmebehov av 14 000 kcal/h blir rumstemperatursänkningen (Δt) 12°C vid 1/1-last.) Temperatursänkningen blir följaktligen också större i småhus belägna i kallare temperaturzoner, medan den blir mindre i de södra delarna av landet, om tids-konstanten (q) antages vara densamma.

Vid uppehåll i eldningen under ett bestämt antal tim-

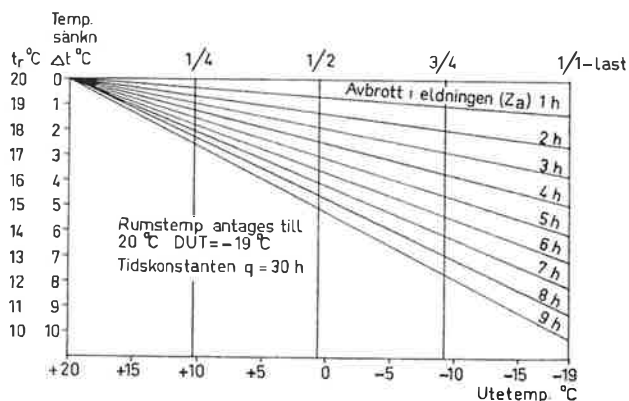


Fig. 3. Temperatursänkning inomhus vid uppehåll i eldningen (utan värmertilskott).

mar kan den approximativa temperatursänkningen gene-rellt avläsas i figur 3. Förutsättningen är att rumstem-peraturen (t_r), dimensionerande utetemperatur (DUT) samt tidsfaktorn (q) är desamma som anges i diagram-met.

Har byggnaden en annan tidskonstant än vad som här antagits, t. ex. q_1 , kan med god approximation den änd-rade utkylningstiden Z_{a1} beräknas:

$$Z_{a1} = \frac{Z_a \cdot q_1}{q}$$

Väljs samma utkylningstider i de båda fallen ($Z_a = Z_{a1}$), kan också med tillräcklig noggrannhet temperatursänk-ningen Δt_1 beräknas enligt formeln

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t \cdot q}{q_1} ; \text{ (förutsättningen är att } Z_a \ll q \text{).}$$

I de fall samtliga boende i småhus har förvärvsarbete utom hemmet och eldningen sker med helved, torde un-der den kallare årstiden kännbara temperatursänkningar bli oundvikliga även under dagen, om annan uppvärm-ningsform ej är tillgänglig som extra värmertilskott.

Begränsning av temperatursänkningen inomhus

Förutsätts att rumstemperatursänkningen begränsas till 3°C , måste vid uppehåll i vedeldningen någon form av extravärme tillföras. Vi utgår här från att denna stöd-värme endast behöver tillföras under natten.

En ny utkylningstid (Z_{a1}) måste då beräknas för ett Δt av 3°C . Därefter kan tidsperioden för konstant tem-peraturbegränsning (Z_k) bestämmas.

$$Z_k = 480 - (P_t + Z_{a1})$$

Vid 1/1-last blir $Z_k = 3^h 54^m$ och vid 3/4-last $2^h 36^m$. Detta förutsätter att sista vedpåfyllningen sker kl. 22.00

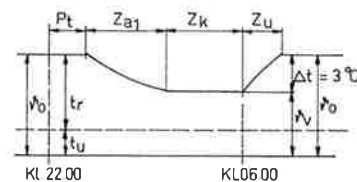


Fig. 4. Variationerna av rumsluftens temperatur vid uppehåll i eldningen, om Δt tillåts sjunka exempelvis 3°C .

- P_t = påfyllningsintervall
- Z_a = utkylningsperiod
- Z_k = tidsperiod med konstant Δt
- Z_u = uppvärmningsperiod
- t_r = rumstemperatur
- t_u = utetemperatur
- ϑ_o = rumsluftens övertemperatur över utetemperatur
- ϑ_v = övertemperatur vid utkylningsperiodens slut
- Δ_t = rumsluftens temperatursänkning

och att tillskottsvärmen automatiskt inkopplas då Δt uppgår till 3°C . (Se fig. 4.)

Det erforderliga värmebehovet under tiden Z_k kan beräknas till ca 9.230 kcal/h vid 1/1-last och ca 6.725 kcal/h vid 3/4-last.

Påbörjas tillförseln av extravärme då rumstemperaturen börjar sjunka under 20°C efter sista vedpåfyllningen (alternativ 1, fig. 5) upprätthålles stödvärmen under tiden Z_{a2} . Vid 1/1-last utgör denna tid 6,3 timmar enligt förutsättningarna.

Vid en viss utetemperatur (t_{u1}), som kan beräknas enligt nedan, kommer inomhustemperaturen under den angivna utkylningsperioden (Z_{a2}) att ha sjunkit 3°C vid den tidpunkt (06.00) då vedeldningen återupptas. (Se fig. 5.)

$$Z_{a2} = q \cdot \ln \frac{\vartheta_{o1}}{\vartheta_{v1}}; \text{ där } Z_{a2} = 6,3 \text{ tim.}$$

$$\vartheta_{o1} = 20 - t_{u1}$$

$$\vartheta_{v1} = 17 - t_{u1}$$

$$6,3 = 30 \cdot \ln \frac{20 - t_{u1}}{17 - t_{u1}}$$

$$t_{u1} = +4,2^{\circ}\text{C}$$

Det nya värmebehovet (Q_1) blir då vid 1/1-last:

$$\frac{Q_1}{9.230} = \frac{4,2 - (-19)}{17 - (-19)}$$

$$Q_1 = 5.950 \text{ kcal/h}$$

och vid 3/4-last ca 4.335 kcal/h.

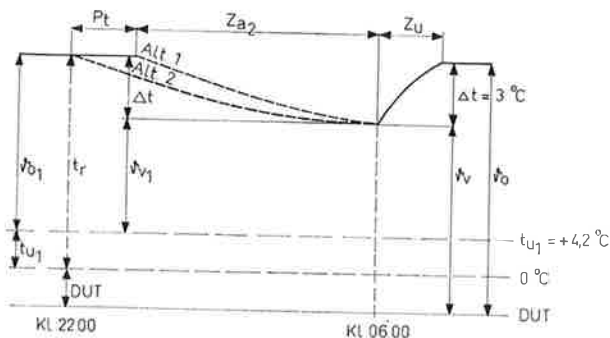


Fig. 5. Temperaturförhållanden om extravärme inkopplas då rumstemperaturen understiger 20°C och $t = 3^{\circ}\text{C}$ uppnås kl. 06.00.

Om man av praktiska skäl i stället för vedpåfyllning kl. 22.00 inför påeldning eller inkoppling av extravärme vid denna tidpunkt (alternativ 2, fig. 5), blir den totala utkylningstiden ($P_t + Z_{a2}$) = 8 timmar. Antages att inomhustemperaturen även i detta fall får sjunka 3°C till kl. 06.00, erhålls en beräknad utetemperatur (t_{u2}) av ca $+7,4^{\circ}\text{C}$. Den erforderliga extra värmeförseln vid 1/1-last blir då ca 6.770 kcal/h och vid 3/4-last ca 4.930 kcal/h.

De bränslen som — i mån av tillgång vid en bränslekris — kan komma i fråga som extravärme eller stödvärme är *eldningsolja, koks samt el-värme*.

Eldningsolja som extrabränsle

I många av våra moderna småpannor kan eldning med helved och olja användas växelvis eller i vissa fall samtidigt (dubbla eldstäder).

Om eldningsolja kan tillhandahållas för eldning nattetid i det tidigare förutsatta fallet och det antages att oljeeldningen inkopplas kl. 22.00, åtgår det vid 1/1-last ca 9,0 liter Eo 1 och vid 3/4-last ca 6,5 liter för varje åttatimmarsperiod. Förbrukningen för hela eldnings-säsongen (normalår) uppgår i *detta fall till ca 300 liter* Eo 1 om eldningen avser enbart extravärme nattetid vid värmebehov som motsvarar 1/2—1/1-last.

Koks som extrabränsle

Som regel kan koks användas i såväl äldre som mera moderna småpannor. Lämpligheten från praktisk synpunkt blir, liksom fallet är vid eldning med helved, i hög grad beroende av eldstadens volym.

Det förutsättes, liksom tidigare, att eldstadsvolymen vid kokseldning är 35 liter. Det kan också i detta fall anses realistiskt att utgå från att vedpåfyllningen omkring kl. 22.00 bortfaller. Dessutom kan man förutsätta att bränslemagasinet påfylls i det närmaste helt.

Med ett antaget effektivt värmevärde av 329 000 kcal/hl koks och med en medelverkningsgrad av 70 % blir den vid varje påfyllning nyttiggjorda värmemängden c:a 80 000 kcal. Brinntiden blir vid 1/1-last c:a 8,5 timmar och vid 3/4-last ca 12 timmar. Den för hela eldnings-säsongen erforderliga koksmängden blir med ovanstående förutsättningar högre än tidigare beräknad oljeförbrukning eller c:a 20 hl.

Extra uppvärmning med el

Om el-värme användes som extravärme förutsättes i detta fall att befintlig panna direkt eller indirekt uppvärms med elpatroner. I det senare fallet antages pannan kopplad till en el-uppvärmd genomströmningsapparat. Antages pannans isoleringsförluster och luftgenomströmningsförluster till ca 900 kcal/h (genomsnittsvärde) blir verkningsgraderna vid el-uppvärmning vid 1/1-last ca 93 % och vid 3/4-last ca 90 %.

Om man utgår från alternativ 1 eller 2 enligt figur 5 erhålls en beräknad installerad effekt av 7,5 respektive 8,4 kW. Dessa värden på installerad el-effekt måste anses för höga, med hänsyn till att installationen enbart avser extravärme, företrädesvis nattetid vid uppehåll i vedeldningen.

Om man istället dimensionerar den erforderliga el-effekten så att temperatursänkningen inomhus blir c:a 3°C vid en utetemperatur av -9°C (3/4-last) och accepterar en högre temperatursänkning vid utetemperaturer under denna nivå, blir erforderlig installerad el-effekt ca 4,5 kW. Det förutsättes då att el-värmen automatiskt inkopplas när temperaturen börjar sjunka efter sista vedpåfyllningen kl. 22.00. Varaktigheten för temperaturer *under* -9°C är för normalåret i Stockholmstrakten ca 10 dygn.

Erforderlig el-energi för extravärme under ett normalår blir med tidigare förutsättningar ca 1.500 kWh.

Genom direkt el-uppvärmning, begränsad till byggnadens mest "vitala" utrymmen, kan givetvis såväl el-effekt som el-förbrukning ytterligare reduceras.

Leveransplan

Övergång till eldnning med inhemska bränslen medför uppenbart, speciellt i tätbebyggda områden, avsevärt större transportproblem än vid oljeeldning. Det är därför av största betydelse att bränsleleveransernas storlek och leveransintensiteten under olika tidsperioder med god säkerhet kan beräknas för den enskilde förbrukaren.

Därmed kan också upplagring och leveranser lättare samordnas för större eller mindre distributionsområden.

Anläggningens utrymme för inhemska bränslen har, som tidigare angivits, i medeltal antagits till 17 % av den årliga bränsleförbrukningen. Antages vidare att 4 % av årsförbrukningen utgör s. k. buffertlager, kan den på en gång levererade kvantiteten utgöra högst 13 %.

För att erhålla en generellt användbar metod för beräkning av erforderliga leveranskvantiteter och lämpliga intervaller mellan varje period har normalårets värmebehov för tre orter, Östersund, Stockholm och Malmö, uppdelats i *delvärmebehov* vardera omfattande 13 % av totala årsvärmebehovet. Det visade sig härvid att tidsperioderna som motsvarar det relativa värmebehovet (13 % av årsbehovet) i stort sett är lika långa under hela eldningsperioden, oberoende av ortens geografiska läge.

Som utgångspunkt för approximativa beräkningar har därför värmebehovets fördelning per månad för 43 orter lagts till grund för konstruktionen av en medelvärmehovskurva (se fig. 6).

Genom planimetrering har det årliga värmebehovet uppdelats i ett antal delvärmebehov som vardera utgör 13 % av det totala, utom i period VIII där värmebehovet utgör 13 - 4 = 9 %, men den levererade kvantiteten med hänsyn till lagerhållningen beräknats till 13 %. Härigenom erhålls generella leveransperioder (I—VIII) med i stort sett samma relativa värmebehov (bränslebe-

hov), men med individuella krav på antal delleveranser under de olika perioderna. Antalet leveranser är beroende av årsförbrukning och bränsleutrymme samt av lastkapaciteten vid varje leverans.

Med ovanstående förutsättningar omfattar tidsperioderna I—VIII följande antal dagar.

Perioder med ungefär samma bränsleförbrukning under ett normalår.

Period I	aug.	— 4 nov.	= 96 dagar
„ II	5 nov.	— 6 dec.	= 32 „
„ III	7 dec.	— 1 jan.	= 26 „
„ IV	2 jan.	— 23 jan.	= 23 „
„ V	24 jan.	— 18 febr.	= 25 „
„ VI	19 febr.	— 17 mars	= 27 „
„ VII	18 mars	— 17 april	= 31 „
„ VIII	18 april	— nov.	= 64 „

Från antalet dagar i varje period skall frånräknas de dagar då leverans ej kan påräknas (sön- och helgdagar etc.).

Vid övergång från oljeeldning till eldnning med ved eller bränsleflis kan erforderligt bränsleutrymme beräknas. Om så erfordras utökas om möjligt det befintliga lagerutrymmet till minst denna volym.

$$V_L = Q \cdot K \cdot 0,17$$

V_L = Lagerutrymme för helved respektive flis (m³)

Q = Årlig oljeförbrukning för värme (m³ Eo)

K = Omräkningstal

ved = 10

bränsleflis = 16

Vid beräkning av leveransernas storlek bör man räkna med ett buffertlager motsvarande ca 4 % av förbrukningen ($0,04 \cdot Q \cdot K$ m³).

Den bränslevolym som då maximalt kan levereras vid varje transport (V_B) blir:

$$V_B = Q \cdot K \cdot 0,13$$

Tidsintervallet mellan varje transport (T_i) blir:

$$T_i = \frac{D_p \cdot L_k}{V_B}$$

där T_i = Tidsintervall mellan varje transport, uttryckt i dagar eller del av dag under en viss tidsperiod (I—VIII)

D_p = Antal dagar under en viss period (I—VIII) minskat med de dagar då leveranser normalt ej kan beräknas.

L_k = Fordonets lastningskapacitet vid varje transport (m³). (För mindre anläggningar där L_k är större än V_B uppges den senare volymen vid beställningen.)

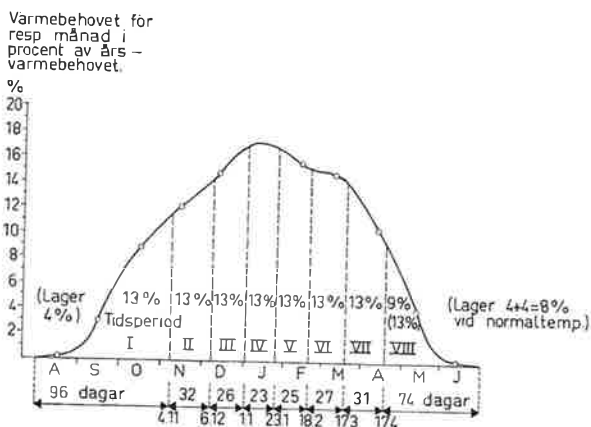


Fig. 6. Värmebehovets fördelning i medeltal för 43 orter, där bränsleförbrukningen under varje tidsperiod utgör ca 13 % av den totala förbrukningen. Denna kvantitet motsvarar också det normala lagerutrymmet, exkl. ca 4 %, som utgör s. k. buffertlager.

Ovanstående beräkningar kan också lätt anges i ett nomogram varigenom V_L , V_B och T_i direkt kan avläsas med ledning av Q och L_K .

Om anläggningens lagerutrymme (V_L) respektive den volym som kan mottagas vid varje transport (V_B) är större eller eventuellt mindre än ovan förutsatta 17 % respektive 13 % av årets bränsleförbrukning för värme, insättes det *verkliga* värdet på V_B vid beräkning av T_i .

Beräkningarna är i första hand tillämpliga för den enskilde förbrukaren, men metoden kan även användas vid planering av bränsleledistributionen för bostadsområden med ett större eller mindre antal förbrukare.

Antalet leveranser under angivna tidsperioder fördelas enligt planen med jämna mellanrum under varje period. Leveranserna kan emellertid också, där så anses lämpligt, koncentreras till periodens början. Det interna buffertlagret som vid slutet av varje period är beräknat till 4 % av totalförbrukningen utgör en tillräcklig säkerhetsmarginal vid tillfällig extrem kyla även då transporterna fördelas jämnt under perioderna.

Slutord

Ovanstående sammanfattning samt bearbetning av vissa problemställningar då det gäller övergång till eldning med inhemska bränslen avser att i någon mån belysa de möjligheter som finns för att upprätthålla en god värmestandard vid en eventuell bränslekris av längre varaktighet. Dessa och många andra frågor med avseende på platsbehov, pannval, förugnar, flisstokers, interna transportanordningar, tillbyggnader m. m. måste från beredskapssynpunkt förberedas vid projektering av en värmeanläggning, oberoende av storlek.

Det gäller också för den enskilde husägaren att i tid "se om sitt hus" och, i de fall det inte redan är gjort, vidta erforderliga åtgärder eller planera de kompletterande åtgärder som sägs i byggnadsstyrelsens meddelande 1964:4.

Litteratur

1. Pannans utformning för eldning med inhemska bränslen. Kungl. byggnadsstyrelsens Publikationer 1964:3.
2. Utformning av värmeanläggningar för byggnader. Kungl. byggnadsstyrelsens Meddelande 1964:4. Med tillämpning: Aktuellt från byggnadsstyrelsen 1965, del 1.
3. Försök med fliseldning vid Statens hantverksinstitut. P. Rasmussen och J. Hovland, 1962.
4. Bränslebesparing genom intermittert uppvärmning av byggnader. VVS, september 1942. J. Rydberg.
5. a) Fliseldning ur bredskapssynpunkt. N. G. Danielsson.
b) Flisen och skogen. Lars Beijbom.
c) Eldningstekniska synpunkter på bränsleflis. B. Nordström.
d) Är det lönande att elda med flis? K. A. Garff. Särtryck ur VVS nr 4/1959.
6. Rapport angående utredning om fliseldning vid vissa statliga anläggningar. Riksnämnden för ekonomisk försvarsberedskap, juni 1959.
7. Bränsleförsörjningen i atomåldern. Sammanfattning av betänkande med förslag från bränsleutredningen 1961. Statens Upplysningsbyrå.
8. Dimensionerande utetemperatur. B. Adamson, G. Brown och E. Hovmöller. Statens byggnadsbesparingsutredning 1957.
9. Bränsletekniskt meddelande: Möjligheterna till förbättring av förekommande värmepannor för ved. Ingenjörsvetenskapsakademien och KTH. Meddelande nr 17/1949.
10. Ekvivalenstabeller för bränsleflis. Försvarets Intendenturverk, 1/6 1965.
11. Redogörelse för försöksverksamhet rörande fliseldning. Riksnämnden för ekonomisk försvarsberedskap, februari 1959.
12. Bränsletekniskt Meddelande: Forskningsproblem inom Sveriges bränsleförsörjning. IVA:s Meddelande nr 19/1950.
13. Vedbränslets förädling. IVA:s Meddelande nr 2/1940.
14. Dimensionering av panneffekten i små och medelstora värmeanläggningar — ett diskussionsinlägg, O. Larsson. Byggeforskningen, rapport 21/65.
15. Torvlaboratoriets Meddelanden. IVA:s Meddelande nr 18/1950.