

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 299 723

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLUVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky **2001-3054**  
(22) Přihlášeno **24.02.2000**  
(30) Právo přednosti **24.02.1999 FI 1999/391**  
(40) Zveřejněno **13.02.2002**  
**(Věstník č. 2/2002)**  
(47) Uděleno **24.09.2008**  
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku **05.11.2008**  
**(Věstník č. 45/2008)**  
(86) PCT číslo **PCT/FI2000/000149**  
(87) PCT číslo zveřejnění **WO 2000/050740**

(13) Druh dokumentu **B6**

(51) Int. Cl.:

**F01K 17/02** (2006.01)  
**F01K 13/00** (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

CZ 1994-1208 A, US 4503337 A, WO 8907669 A.

(73) Majitel patentu:

VIKSTRÖM Göran, Kokkola, FI

(72) Puvodce:

Vikström Göran, Kokkola, FI

(74) Zástupce:

Ing. Václav Herman, Hlavní 43, Průhonice, 25243

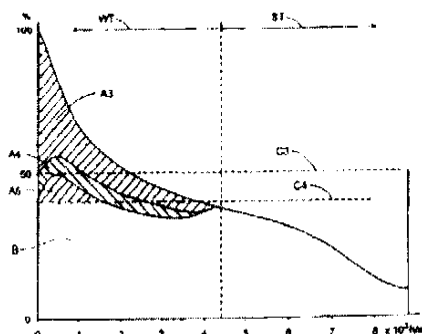
(54) Název vynálezu:

**Způsob optimálně provozované společné výroby elektřiny a tepla a optimálně pracující elektrárna s dálkovým vytápěním**

(57) Anotace:

Řešení se týká způsobu optimálního řízení společné výroby elektřiny a tepla, při kterém se rozsah výkonu dálkového vytápění rozdělí na nižší rozsah a vyšší rozsah a který je charakteristický tím, že se elektřina pro základní zatížení a regulační elektřina vyrábějí parní turbínou pracující jako kondenzační turbína, nižší rozsah (B) výkonu vytápění se vytváří hlavně tepelnými čerpadly využívajícími jako zdroj energie energii odpadní páry turbíny, špičkový zátěžový výkon a regulační elektřina se v zimním období vyrábějí špičkovým zátěžovým motorem a vyšší rozsah výkonu vytápění (A3, A4) se vytváří zčásti tepelnými čerpadly využívajícími jako zdroj energie uvedenou energii a zčásti teplem výfukových plynů uvedeného špičkového zátěžového motoru. Řešení se také týká optimálně provozovaného energetického zařízení pro společnou výrobu elektřiny a tepla pro dálkové vytápění aplikujícího způsob podle vynálezu.

CZ 299723 B6



## Způsob optimálně provozované společné výroby elektřiny a tepla a optimálně pracující elektrárna s dálkovým vytápěním

### Oblast techniky

5

Vynález se vztahuje na způsob optimálního provozování respektive řízení společné výroby elektřiny a tepla, při kterém se energetický rozsah dálkového vytápění rozdělí na nižší rozsah a vyšší rozsah. Vynález se také týká energetického zařízení pro společnou výrobu elektřiny a tepla pro dálkové vytápění realizovanou způsobem podle vynálezu.

10

### Dosavadní stav techniky

Dva hlavní úseky energetického programu jsou sektor výroby elektřiny a sektor vytápění. Energetická oblast kombinuje oba tyto sektory. Při energetických činnostech se výroba energie resp. elektřiny prolíná s výrobou tepla do formy kombinovaného způsobu, který umožňuje efektivnější společnou výrobu energie a elektřiny ve srovnání s výrobou oddělenou. V této kombinaci má výroba elektřiny přednost před všemi dosahovanými efekty. Elektřina se prezentuje jako levnější, než je její skutečná cena, a to na úkor tepla. Pokud se náklady na palivo rozdělí na věcném základě, pak podíl elektřiny je přibližně trojnásobek podílu tepla. Pokud se provozní náklady rozdělí na stejném základě, pak je podíl elektřiny přibližně patnáctinásobek část tepla a při společné výrobě elektřiny a tepla by mělo být pouze 5 % výrobních nákladů vloženo do tepla a zbytek do elektřiny.

V rozporu s tím se veřejnosti podsouvají zcestné informace, které doporučují vytápění elektřinou, ačkoli je spotřeba tepla nejvyšší konkrétně v zemích EU a např. ve Finsku je o 50 % vyšší než ve Švédsku, kde je upouštění od využívání elektřiny pro účely vytápění dotováno státem.

V podmínkách společné výroby elektřiny a tepla s použitím konvenční turbíny napojené na dálkové vytápění se účinnost pohybuje mezi 85 a 50 %. Ve správně projektovaném systému je průměrná roční účinnost přibližně 70 %.

V dřívější době byla účinnost vytápění ve výškových budovách s vlastním vytápěním přibližně 90 %. Bohužel při provádění tohoto druhu vytápění se ovšem značná hodnota paliva, která představuje určitou pracovní kapacitu, ztrácí. Proto se používání paliva pouze pro účely vytápění projevilo jako největší nevýhoda oblastí energetiky.

Pokud se týká používání paliva, nejlepším známým řešením, které je doposud známo, se jeví používání energetického motoru společně s tepelným čerpadlem, kdy v této kombinaci se může palivo využívat takovým způsobem, že z jedné kWh paliva lze získat přibližně 1,4 až 1,6 kWh tepla.

V takzvané kondenzační elektrárně, která vyrábí pouze elektřinu, dochází ke ztrátě vytápěcí kapacity, výsledkem čehož je skutečnost, že účinnost paliva je pouze přibližně 42 %.

Vzhledem k tomu, celá řada turbin s napojením na dálkové vytápění je v naší zemi už vybudována v podobě konvenčních zařízení – z hlediska energetické politiky v příliš velkém rozsahu – kondenzační energie (při spalování uhlí) je jedinou alternativou konvenčního centralizovaného způsobu řízení výroby energie, který je v průběhu současného desetiletí schopen poskytovat přídatnou energii, jako je nabídková elektřina. Jiné směry centralizovaného způsobu řízení výroby energie nabízejí taková řešení, která by se mohla uplatnit ve výrobě v průběhu přibližně 50 dekády.

V případě kondenzačních energetických zařízení a činností dálkového vytápění na základě používání ohřívače je význam vlastní návratnosti paliva velmi malý v důsledku souvisejících ztrát. Ztráty při kondenzačních energetických procesech jsou všeobecně známé. Ztráty systémů dálko-

vého vytápění zná pouze několik odborníků. Ztráty potrubí rozvodné sítě jsou přibližně 12 až 20 % a jsou vyšší než energetická cena používaného paliva, protože energie se vyrábí s velmi nízkou účinností. V konvenčních podmínkách je dálkové vytápění dočasnou fází shromažďování energie v podobě řešení, které se zaměřuje na výrobu elektřiny pro dálkové vytápění, přičemž činnosti dálkového vytápění v konečném režimu jsou opodstatněné na základě nízké ceny tepla jako vedlejšího produktu výroby energie, kdy tato cena činí pouze jednu polovinu energetické ceny použitého paliva. Dálkové vytápění, které se pojímá jako činnost založená na používání ohřivače, rovněž pokulháva s ohledem na ztráty ohřivače. Teplo se vyrábí obvykle s použitím jednoho parního ohřivače, jehož výkon se rovná maximálnímu odběru dálkového vytápění. Ztrata ohřivače v důsledku vyzařování je stálá a představuje přibližně 3,5 % jmenovitého výkonu. Odběr výkonu dálkového vytápění je během různých ročních období značně rozdílný, přičemž v teplejších časových úsecích letního času činí pouze 8 % maximálního výkonu a roční průměr tohoto odběru je přibližně 30 %. Takže ztráty v důsledku vyzařování jsou v letním čase přibližně 40 % a roční průměr je přibližně 12 %. Roční průměry ztrát systému se zvyšují přibližně na 30 %, a proto je celková účinnost pouze přibližně 70 %. Provozní zatížení v letním čase navíc často probíhají při nákladném spalování oleje kvůli špatné kontrolovatelnosti ohřivače.

V centralizovaném systému řízení energetiky je způsobem výroby přídatné stálé elektřiny, který v tomto desetiletí právě začal, kondenzační energie jediným na bázi spalování uhlí, a proto přídatná kapacita elektřiny vždy způsobuje emise oxidu uhličitého v důsledku používání fosilních paliv, což podporuje skleníkový efekt. Kromě toho vzniká na základě energie odváděné odpadní páry, jež se vytváří v takovém množství, které je přibližně dvojnásobné na vyrobenou jednotku elektřiny, teplotní zatížení působící na životní prostředí.

Patent US 4 006 857 popisuje způsob využívání odpadního tepla z velkých elektráren. Tento způsob bude posouzen v porovnání s přihlašovaným vynálezem v dalším textu tohoto popisu.

Cílem tohoto vynálezu je tak navrhnout jednak způsob optimálního řízení společné výroby elektřiny a tepla pro dálkové vytápění a jednak energetické zařízení respektive elektrárnu s dálkovým vytápěním, která by takový způsob řízení provozu dovolila a jejíž provozní náklady by byly nižší než provozní náklady u běžné konvenční elektrárny s dálkovým vytápěním, spotřeba paliva by byla nižší než u konvenční elektrárny s dálkovým vytápěním, přičemž by způsob řízení byl rozsáhlejší, rychlejší a snadnější než u konvenční elektrárny s dálkovým vytápěním.

### 35 Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky stavu techniky do značné míry odstraňuje a vytčený cíl řeší způsob optimálně provozované společné výroby elektřiny a tepla, při kterém se rozsah výkonu dálkového vytápění rozdělí na nižší rozsah a vyšší rozsah, podle tohoto technického řešení, jehož podstata spočívá v tom, že se elektřina pro základní zatížení i regulační elektřina vyrábějí parní turbínou, která pracuje jako kondenzační turbína, zatímco nižší rozsah výkonu vytápění se vytváří hlavně tepelnými čerpadly využívajícími jako zdroj energie energii odpadní páry turbíny, špičkový zátěžový výkon a regulační elektřina se v zimním období produkují špičkovým zátěžovým motorem a vyšší rozsah výkonu vytápění se vytváří zčásti tepelnými čerpadly využívajícími jako zdroj energie uvedenou energii a zčásti teplem výfukových plynů uvedeného špičkového zátěžového motoru.

Způsob podle vynálezu se realizuje na optimálně pracující elektrárně s dálkovým vytápěním pro společnou výrobu elektřiny a tepla, jejíž část tvoří parní elektrárna s parní turbínou a jejíž podstata spočívá podle vynálezu v tom, že kromě parní turbíny provozované jako kondenzační turbína pro výrobu základní zátěžové elektřiny a regulační elektřiny a zahrnuje provoz prvního tepelného čerpadla pro výrobu nižšího rozsahu výkonu dálkového vytápění, jehož zdrojem využívané energie je odpadní pára z parní turbíny, špičkový zátěžový motor pro produkování hlavně špičkového zátěžového výkonu a špičkové zátěžové elektřiny v zimním období a prostředky pro

rekuperaci tepla z výfukových plynů špičkového zátěžového motoru a pro spolupráci s ním a provoz druhého tepelného čerpadla, jehož zdrojem energie pro produkování vyššího rozsahu výkonu dálkového vytápění je zčásti uvedená energie odpadní páry z parní turbíny a zčásti teplo výfukových plynů špičkového zátěžového motoru.

5

### Přehled obrázků na výkresech

Tento vynález a některá jeho provedení jsou podrobněji popsána v následujícím textu s odkazem na připojená vyobrazení, na nichž:

10

Obr. 1 schematicky předvádí princip dělení výkonu dálkového vytápění způsobu a optimálně řízené elektrárny podle tohoto vynálezu;

Obr. 2 je průsečkový diagram předvádějící srovnání mezi optimálně řízenou elektrárnou s dálkovým vytápěním a konvenční elektrárnou s dálkovým vytápěním;

15

Obr. 3 převádí průběhovou křivku naznačující srovnání mezi způsobem podle tohoto vynálezu a patentem US 4 006 857;

Obr. 4 až obr. 9 předvádějí průsečkové diagramy, které se vztahují k různým provedením podle tohoto vynálezu;

20

Obr. 10 a obr. 11 jsou podle příslušnosti předvedení průsečkových diagramů a předvedení průběhové křivky vztahující se na příklad existující elektrárny, která byla upravena podle principů tohoto vynálezu;

Obr. 12 je schematické předvedení průběhové křivky způsobu podle tohoto vynálezu; a

Obr. 13 až obr. 18 jsou schematická předvedení alternativních provedení jmenovitého výkonu a modulové realizace elektrárny podle přihlašovaného vynálezu.

25

### Příklady provedení vynálezu

Způsob a elektrárna podle přihlašovaného vynálezu jsou založeny na využívání „anergie“ odváděné páry, která je v případě elektrárny s dálkovým vytápěním výborným zdrojem energie pro činnost dálkového vytápění s uplatňováním principu tepelného čerpadla a vysokého koeficientu účinnosti. („Anergie“ je ta část energie, která vytváří rovnováhu se životním prostředím a která se v důsledku nízké úrovně teploty nemůže přímo využívat jako elektřina nebo teplo).

30

Pokud jde o parní část provozu, optimálně řízená elektrárna s dálkovým vytápěním se odlišuje od konvenční elektrárny s dálkovým vytápěním nejvíce v tom, že proudění hmoty postupuje dále než je tomu v případě turbíny s dálkovým vytápěním, přičemž turbína pracuje na základě řídicích charakteristik kondenzační turbíny poskytující současně více elektřiny na jednotku paliva, tzn. produkt, pro který se vydaje do výroby elektřiny, jež jsou patnáctkrát vyšší než vydaje do výroby tepla, musí zdůvodnit. Pokud je k dispozici dostatek ochlazovací vody pro chlazení parní části provozu v místní oblasti, pak se chlazení elektrárny může v tomto ohledu naplánovat podle konvenčních provedení, takže elektrárna může jako nový typ elektráren úspěšně konkurovat dřívějším řešením elektráren. Pak je ovšem elektrárna závislá na chladicí vodě tak, jak je tomu v případě konvenčních kondenzačních elektráren, a nemůže se umístit na kterémkoli místě na venkově. V oblastech, kde je dostupnost vody zajištěna, je optimálně řízená elektrárna s dálkovým vytápěním rovněž zcela určitě konkurenceschopná jako zvláštní řešení. Jako řešení, které se může volně umístit na kterémkoli místě, bude projektování optimálně řízené elektrárny s dálkovým topením vycházet z chlazení odváděné páry s použitím plynu, kterým bude přinejmenším v počáteční fázi vývoje vzduch. Vzhledem k tomu, že toto praktické uplatnění je v dané etapě vývoje je nejslibnější, bude následující přehled výhod optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním založen na jeho posouzení. Použije-li se řešení založené na chlazení vodou namísto

50

řešení založeného na chlazení vzduchem, pak bude nadřazená kvalita ve srovnání s dřívějšími řešeními téměř stejná.

5 Nadřazená kvalita ve srovnání s dřívějšími způsoby společné výroby elektřiny a tepla prvořadě obsahuje následující faktory:

1. Rozdělování požadovaného výkonu dálkového vytápění na dílčí rozsahy (obr. 1):

- nepřetržité provozování parní elektrárny s vyššími provozními náklady (přibližně 6500 FIM/kW) pro zabezpečení základní zatěžovací elektřiny a řídicí elektřiny; a
- 10 - periodické provozování elektrárny se zatížením ve špičkách odpovídající tomuto účelu s nízkými provozními náklady (přibližně 1 000 FIM/kW) především pro vykrývání středního a špičkového energetického zatížení v zimním čase.

15 2. Téměř nehmotný systém chlazení volným vzduchem, který se široce používá pro účely chlazení na základě kondenzování odváděné páry z parní elektrárny, kdy tento systém chlazení nabízí následující výhody:

- Umožňuje výrobu většího množství elektrické energie z proudu hmoty a jednotky paliva, než je tomu v případě vodou chlazené turbíny, protože teplota přiváděného chladicího vzduchu je nižší než teplota například mořské vody.
- 20 - Ve srovnání s konvenčním systémem vodního chlazení umožňuje modifikování povrchu pro uvolňování tepla tak, že chladicí médium (vzduch) je na povrchu a ochlazované médium (kondenzující odpadní pára) je uvnitř povrchu pro uvolňování tepla, což poskytuje možnost používání technologie, která se uplatňuje při přenosu tepla plynu (žebrovaný povrch pro uvolňování tepla) a udržování přiměřeného ekvivalentního povrchu pro uvolňování tepla důležitého pro chlazení
- 25 vzduchem.
- Umožňuje používání takových materiálů, které jsou výrazně levnější než konvenční třídy mosazi pro speciální účely související s povrchem pro uvolňování tepla, protože čistý vzduch a páry blokové při úpravě vody v elektrárně nejsou korozivní. Rovněž nemusí existovat obava z místních výskytů koroze, kterou způsobuje kal ve vodním chladicím systému.
- 30 - Čistící vybavení trubice chladiče, které je nutné pro vodní chladicí systém není potřebné.
- Čistící opatření (značně pracná), která jsou typická pro vodní chladicí systém nejsou potřebná v průběhu odstávek.
- Vzhledem k tomu, že chladicí médium je na vnější straně povrchu pro uvolňování tepla, může být tento povrch pro uvolňování tepla vyprazdňován na základě vlastního vysoušení při odstavení pracoviště z provozu, přičemž nebezpečí koroze je odstraněno.
- 35 - Vzduchový chladicí systém umožňuje provádění rychlých kontrolních měření elektrické energie, což není možné v případě konvenční elektrárny s dálkovým vytápěním. Obzvláště v počáteční fázi provozu, kdy výkon připojeného dálkového vytápění je nízký, je řídicí rozsah elektrické energie podstatně větší než v případě konvenční elektrárny s dálkovým vytápěním.
- 40 Podobně jako v případě kondenzační elektrárny se řídicí charakteristiky novelizované elektrárny určují na základě schopnosti tepelného zatěžování turbíny, přičemž poměry změny výkonu se podobají poměrům změn výkonu v kondenzační elektrárně.
- Z hlediska hodnot předvedených na obr. 2 lze uvést, že ve srovnání s výrobou elektřiny s použitím konvenční turbíny s dálkovým vytápěním tento vzduchový chladicí systém společně s provozováním dálkového vytápění s použitím tepelných čerpadel umožňuje přídavnou regeneraci elektřiny na jednotku paliva. Šipka E1 znázorňuje přídavné regenerování elektřiny v konečné fázi provozu, kdy se dosahuje plný výkon dálkového vytápění. Šipka E2 předvádí totéž v počáteční fázi provozu, kdy se dosahuje pouze část výkonu dálkového vytápění a šipka E3 předvádí rozdíl v regeneraci elektřiny v průběhu nejstudenějšího časového úseku chladného období, kdy

teplota vody, která se odvádí z konvenční turbíny s dálkovým vytápěním, se zvyšuje na maximum.

3. Náklady na provoz elektrárny s dálkovým vytápěním se mohou rozdělovat podle zvýšené potřeby dálkového vytápění:

– Účinnost představované, novelizované elektrárny je přibližně 90 %, do té míry, pokud se tato účinnost týká společné výroby elektřiny a tepla, a přibližně 36 %, pokud jde pouze o výrobu elektřiny. V případě vysoce výkonné elektrárny, která pracuje jako provoz s kondenzační turbínou, je účinnost přibližně 42 %. S ohledem na kvalitu využití paliva si provozy konkurují následovně:

$$90 \cdot X + (100 - x) \cdot 36 = 100 \cdot 42$$

z čehož X získává hodnotu 11,1. To znamená, že představovaná elektrárna nového typu je z hlediska využitelnosti paliva racionálnější tehdy, když se více než 11,1 % její elektřiny vyrábí na základě společné výroby elektřiny a tepla. Provoz elektrárny se může zahajovat na přibližně 11 % konečného výkonu dálkového vytápění a téměř 90 % se může ponechat jako rezerva. Takto je nákladový rozpočet počáteční fáze zatížen pouze 11 % provozních nákladů na část tepla a zbytek se aktivuje později. Tím se zkracuje časový úsek návratnosti prostředků, které se do provozu elektrárny vkládají.

4. Malý výkon vlastního pohonu tepelných čerpadel:

– Pokud provozování dálkového vytápění začíná při částečném výkonu jen přibližně 11 % a přídavný výkon zimního dálkového vytápění se dosahuje s použitím tepelných čerpadel s diesellovým pohonem, což je v tomto období výhodné ve srovnání s elektricky poháněným tepelným čerpadlem, pak potřeba vlastního hnacího výkonu tepelných čerpadel je bezvýznamná a tak je čistá výroba elektřiny v elektrárně značně vysoká. Rovněž neobvykle vysoký koeficient výkonu v důsledku vysoké teploty energetického zdroje přispívá k téměř účinku.

5. Řídicí charakteristiky:

– Vzhledem k tomu, že schopnost řízení parní část provozu je natolik dobrá jako schopnost řízení kondenzační elektrárny a zvyšování účinnosti na plný výkon je možné v průběhu přibližně dvou minut od okamžiku zahájení, je celková schopnost řízení optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním velmi dobrá ve srovnání s jinými elektrárnami s dálkovým vytápěním.

6. Použití v době krize:

– Protože navrhovaná elektrárna má schopnost vyrábět elektřinu pro oblast jako celek, může být projektována takovým způsobem, aby mohla být řízena jako nezávislá výrobní jednotka v takzvaném „ostrovním“ provozu v takových situacích, jako jsou například krizové situace, v nichž neexistuje žádná podpora z elektrické sítě v rámci celého státu. Významnou výhodou v průběhu dlouhodobého odříznutí od takové sítě je soběstačnost zásoby paliva přinejmenším s ohledem na základní zátěžové požadavky elektřiny a tepla (přibližně 90 % ročního množství paliva).

7. Nadřazenost ve výrobě elektřiny:

Na základě vzduchového chlazení spolu s vytápěním využívajícím tepelná čerpadla navrhovaná optimálně řízená elektrárna vyrábí ve srovnání s elektrárnou provozující dálkové vytápění, která má stejné parametry, více elektřiny ze stejného množství paliva následovně:

– ve vrcholné fázi provozu, v níž se dosahuje stanovený konečný výkon elektrárny s dálkovým vytápěním, přibližně 21 % více;

– v počáteční fázi provozu, ve které se dosahuje přibližně 11 % výkonu dálkového vytápění, přibližně 42 % více; a

– v chladném období, kdy platí předepsaná hodnota teploty odváděné vody (120 °C), přibližně 62 % více.

Ve srovnání s vysoce výkonnou elektrárnou s dálkovým vytápěním s mezipřehříváním:

5 – ve vrcholné fázi provozu, v níž se dosahuje stanovený konečný výkon elektrárny s dálkovým vytápěním, přibližně stejně;

– v počáteční fázi provozu, v níž se dosahuje přibližně 11 % výkonu dálkového vytápění, přibližně 22 % více; a

10 – v chladném období, kdy platí předepsaná hodnota teploty odváděné vody (120 °C), přibližně 39 % více.

Ve srovnání se systémem podle patentu US 4 006 857:

– ve vrcholné fázi provozu, v níž se dosahuje stanovený konečný výkon elektrárny s dálkovým vytápěním, přibližně 360 % více;

15 – v počáteční fázi provozu, v níž se dosahuje přibližně 11 % výkonu dálkového vytápění, přibližně 400 % více; a

– v chladném období, kdy platí předepsaná hodnota teploty odváděné vody (120 °C), přibližně 63 % více.

20 Vysvětlení skutečnosti, proč turbogenerátor v optimálně řízené elektrárně s dálkovým vytápěním vyrábí více elektřiny v počáteční fázi, kdy se nedosahuje plný výkon dálkového vytápění, spočívá v tom, že konečná teplota chladicího vzduchu se může udržovat na nižší úrovni než ve vrcholné fázi, protože vzduch se při nižším výkonu tepelných čerpadel ochlazuje méně a nedosahuje teploty mrazu, ačkoli zpětný tlak turbíny se snižuje pro účely dosahování vyššího elektrického výkonu.

25 Podrobnější srovnání optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním a patentem US 4 006 857 je proveden v souvislosti s odkazem na obr. 3. Na tomto vyobrazení obdélníková oblast C1, C2 znázorňuje energii odváděné odpadní páry parní elektrárny, která je základem tohoto srovnání. Horní průběhová křivka dálkového vytápění předvádí způsob, v němž se přibližně 60 % energie elektrárny zužitkovává s využitím prostředků principu, který vychází z optimálního řešení výkonu dálkového vytápění předmětné optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním. Vzhledem k tomu, že odřezávání špičky není v patentu US 4 006 857 známo, má být celá výkonová špička P, která leží na téže přímce výkonu jako výkon odváděné páry na vodorovné straně obdélníka, získávána z anergie odváděné odpadní páry. Nižší průběhová křivka D2 předvádí to, která část se má zužítovat, což je přibližně 30 % energie odváděné odpadní páry (oblast uzavřená křivkou a souřadnicovými osami). Jak může být zjištěno, ve srovnání se způsobem optimálního řízení elektrárny s dálkovým vytápěním (křivka D1) je možné podle tohoto principu výroby tepla zužítovat pouze přibližně jednu polovinu anergie odváděné odpadní páry. Pokud se vyžaduje, aby se stejné množství elektřiny vyrábělo podle systému popsaného v patentu US 40 4 006 857 tak, jako se to provádí s použitím parní části optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním, pak by na základě neomezené řiditelnosti měla být taková elektrárna vybavena doplňkovým, samostatným chladicím systémem, který by odebíral přibližně 70 % anergie z procesu výroby energie. Jinak se výroba elektřiny snižuje až na 30 % toho, co je optimálně řízený elektrárenský provoz s dálkovým vytápěním schopen produkovat. V tomto případě chlazení je 45 voda s dostačujícími kvalitami pro výrobu pitné vody rovněž příliš drahá, a proto se předpokládá některé jiné chladicí médium. Způsob podle patentu US 4 006 857 je vůbec zřídka opodstatněný. Přestože by bylo možné zavést náhradní chlazení, účinnost provozu by byla významně nižší než účinnost optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním, neboť 1.75 násobek množství anergie, která se získává z odváděné odpadní páry parní elektrárny a odvozuje se od paliva, by 50 byl promrhan v srovnání s optimálně řízenou elektrárnou s dálkovým vytápěním.

8. Rozdíly v požadovaných provozních nákladech:

Srovnání průměrných provozních nákladů vložených do výroby jednotky elektrické energie v optimálně řízené elektrárně s dálkovým vytápěním a v konkurenceschopných systémech:

- přibližně 58 % provozních nákladů konvenčního elektrárenského provozu s dálkovým vytápěním; a

- přibližně 45 % provozních nákladů systému podle patentu US 4 006 857.

Jak již bylo zmíněno, anergie odváděné odpadní páry je škodlivá a nemá žádnou hodnotu. Používání obnovitelného paliva nezvyšuje účinek skleníkového efektu v důsledku dosahování ekologické rovnováhy. Navíc při používání anergie odváděné odpadní páry jako zdroje energie pro tepelné čerpadlo v elektrárně malého rozsahu se udržuje malé zatížení životního prostředí, a to obzvláště tehdy, používá-li se vzduchové chlazení. Toto posouzení vede k závěru, že malý elektrárenský provoz používající obnovitelné palivo vždy vytváří zdroj energie, který je zadarmo a který v důsledku úrovně jeho teploty je nejvýhodnější pro činnost tepelných čerpadel, přičemž nejvyšší poměr využitelnosti paliva je až 2.

Elektrárenský provoz malého rozsahu, který vyrábí energii (elektrinu a teplo) z obnovitelného paliva, nespotřebovává (nevyužívá) naše palivové rezervy tak, jak to dělají elektrárny využívající fosilní paliva, protože nové palivo narůstá stejnou rychlostí. Toto se rovněž týká spalování místního odpadu, protože po celou dobu, kdy existuje možnost tohoto druhu spotřeby, se vytváří více odpadu. Při kondenzační výrobě elektřiny z fosilního paliva je účinnost pouze 35 %, což znamená, že zbytečných 65 % představuje zátěž pro přírodu. V případě optimálně řízené elektrárny s dálkovým topením je tato část pouze 10 až 20 % ve vrcholné fázi provozu, když naroste tepelná zátěž. Vzhledem k tomu, že množství dřeva se používá pro jiné účely, je pěstování lesů vždy významně větší než objem palivového dřeva, takže množství oxidu uhličitého odpovídající nevyužití části 10 až 20 % anergických emisí elektrárny se spotřebovává v dalším rozrůstání lesů a nezvyšuje účinek skleníkového efektu.

V souladu s tím je účinek elektrárenského provozu malého rozsahu takový, že vždy omezuje účinek skleníkového efektu fosilního paliva při vykazování části 65 % svého elektrického výkonu a stejně tak omezuje využívání rezerv fosilního paliva v souvislosti se škodlivými ztrátami kondenzační elektrárny při stejné účinnosti 65 %. Vzhledem k tomu, že při výrobě elektřiny v kondenzační elektrárně se neprodukuje žádné využitelné teplo, musí se teplo odpovídající energetické části malého elektrárenského provozu, které se získává jako využitelné teplo a které pokrývá celkovou poptávku veřejnosti, vyrábět zvláště v ohřívacím systému dálkového vytápění, v němž je účinnost procesu mezi 60 a 70 %. Tento systém způsobuje množství přibližně 35 % zmiňované zátěže. Proto lze výhodu malého elektrárenského provozu ve srovnání s kombinací kondenzační elektrárny a systému dálkového vytápění vyjádřit jako vztah  $65 \% + 35 \% = 100 \%$ . Výsledkem toho je zjištění, že existují oblasti pro posuzování anergické části optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním jako aspektu, který nemá původ v palivové části, což znamená, že anergická část jako celek jiným způsobem omezuje používání paliva ve vztahu k jeho množství a současně omezuje účinek skleníkového efektu v souvislosti s množstvím odpovídající výkonové části výroby kondenzační elektřiny, a to části užitečné elektřiny, jakož i části ztrát.

Novost této patentové přihlášky je v tom, že na základě spolupráce špičkového zátěžového výkonového motoru s tepelným čerpadlem, které využívá bezcennou anergii odváděné odpadní páry parní elektrárny jako zdroj energie, je vždy v rozsahu přihlašovaného vynálezu možné produkovat množství špičkové zátěžové elektřiny, jejíž výkonová část je docela malá, ale výkon je poměrně vysoký, takovým způsobem, že na jednotku vyprodukované elektřiny a tepla se spotřebuje jen přibližně 0,5 kWh paliva. Přihlašovatelova finská patentová přihláška číslo 972458 s názvem „Usporný systém pro využívání energie“ poskytuje obecný rámec pro výrobu špičkové zátěžové elektřiny s přibližně dobrým poměrem využívání paliva na základě využívání anergie prostředí v takovém místě, kde je vhodný zdroj anergie k dispozici. Avšak toto řešení se nemůže celkově kombinovat s činností elektrárny, protože jediným zdrojem, který je k dispozici je půda a do té míry i plocha pozemku, a proto uspokojení energetických požadavků elektrárny s dálkovým

vytápěním je málokdy možné. Navíc vybavení pozemku systémy pro zvýšení koeficientu výkonu, jako jsou například izolační vrstvy, je v případě tohoto řešení obtížné. Na rozdíl od toho „umělý“ zdroj energie optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním ve smyslu anergie odváděné odpadní páry, je vždy ideálním řešením pro konkrétní provedení elektrárny s ohledem na umístění, kvalitu a časové aspekty realizace tohoto řešení. Spolupráce špičkového zátěžového výkonového motoru optimálně řízené s tepelným čerpadlem, jež využívá bezcennou energii odváděné odpadní páry parní elektrárny jako zdroj energie, se odlišuje od řešení definovaného v FI 972458 například v tom, že vykazuje schopnost využívání součástí elektrárny, ke kterým patří nádrž pro dodávání vody nebo kondenzační vodní nádrž či přídavná vodní nádrž a které nahrazují zvláště pro vyrovnávací účely zabudované nádrže podle řešení popsáno v FI 972458. Takto se může vyrovnávání zahajovat zvyšováním úrovně nádrže pro dodávání vody pomocí prostředků přidávané vody na její maximum, po čemž se následně může zvyšovat úroveň kondenzační vodní nádrže, a navzdory této skutečnosti se může teplota samostatně přídavné vodní nádrže zvyšovat na základě cirkulování přídavné vody přes tepelný výměník. Na základě skutečnosti, že teplotní úroveň anergie odváděné odpadní páry je podstatně vyšší než teplotní úroveň každé anergie okolního prostředí, se při spolupráci špičkového zátěžového výkonového motoru s tepelným čerpadlem optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním dosahuje vyšší koeficient výkonu tepelného čerpadla, než vykazuje řešení podle patentové přihlášky FI 972458 popisující způsoby zvyšování koeficientu výkonu. Při provozu optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním v podmínkách omezeného výkonu v počáteční fázi se může objem vyrovnávací nádrže technického vybavení pro špičkový zátěžový výkon rovněž omezovat na základě nahrazování tohoto objemu výkonem vysoušení paliva v průběhu časové špičky spotřeby elektriny. Pak se v případě potřeby mohou objemy nádrže zvětšovat později. Tyto skutečnosti snižují potřebné provozní náklady v počáteční fázi provozu.

V provedeních elektráren se část špičkového zátěžového výkonu bude často rozdělovat mezi vlastní technické vybavení pro špičkový zátěžový výkon elektrárny s dálkovým vytápěním a úsporným systémem využívání energie podle FI 972458 při zužitkování anergií okolního prostředí, přičemž tato provedení elektráren budou vybavena systémy pro zvyšování koeficientu výkonu takovým způsobem, aby tento výkon produkoval špičky s delšími cykly a následně špičky s kratšími cykly.

Účinnost optimálně řízené elektrárny s dálkovým topením je v počáteční fázi, ve které je výkon dálkového topení pouze 11 % vrcholového výkonu, stejná jako v případě velké kondenzační elektrárny, což je přibližně 42 %, kdy tato optimálně řízená elektrárna s dálkovým topením produkuje o 21 % více elektriny než velká elektrárna s dálkovým vytápěním používající mezipřehřívání a o přibližně 68 % více ve vrcholové fázi, kdy plně účinkuje výkon dálkového vytápění, přičemž tato optimálně řízená elektrárna s dálkovým vytápěním produkuje stejné množství elektriny na jednotku paliva jako velká elektrárna s dálkovým vytápěním využívající mezipřehřívání.

Je známo, že ekonomické hodnocení turbíny s dálkovým vytápěním zahrnuje to, že výkon dálkového vytápění se omezuje při úrovni 50 % maximálního výkonu a doporučuje se, aby část výkonu nad tímto limitem byla vyvíjena s použitím ohřivače, který spaluje olej. Tento druh instrukcí je například formulován v „Tekniikan käsikirja“ (Technická příručka). Do tohoto druhu hodnocení patří to, že teplota odváděné vody, která je v letním čase přibližně 70 °C se zvyšuje s použitím tepelných výměníků turbíny na teplotu nejvýše 90 °C a potřebu zvyšování teploty nad tuto úroveň zajišťuje ohřivač. Tímto způsobem lze nejlépe organizovat hospodaření elektrárny s dálkovým vytápěním, avšak taková elektrárna s dálkovým vytápěním vyrábí pouze energii pro střední zatížení a elektrinu pro základní zatížení a v žádném případě elektrinu pro špičkové zatížení, která je často potřebná. V právě popisované optimálně řízené elektrárně s dálkovým vytápěním se výroba špičkové zátěžové části vytápěcího výkonu s použitím ohřivače nahrazuje špičkovým zátěžovým provozem, který produkuje elektrinu pro špičkové zatížení a s využitím odváděné odpadní páry i vytápěcí výkon pro špičkové zatížení a který ve spolupráci s tepelným čerpadlem převádějí anergii odváděné odpadní páry z parní části provozu na využitelné teplo

vytváří systém, v němž se spotřebovávají podstatně nižší náklady na výrobu energie pro špičkové zatížení, než je tomu v případě uplatňování dřívějších způsobů výroby energie pro špičkové zatížení.

5 Odborníci v oblasti dálkového vytápění rovněž vědí, že s ohledem na charakteristiky řízení představuje elektrárna s dálkovým vytápěním nepružné a nákladné řešení, jehož řídicí rozsah je navíc nejmenší v zimním čase, kdy jsou denní řídicí energetické náklady nejvyšší. Toto je vysvětleno v následujícím textu.

10 V projektu dálkového potrubního rozvodu vodních systémů dálkového vytápění nejsou přípustné průtokové rychlosti, které jsou vyšší než 3 m/s. Při výběru ekonomických hledisek pro provoz dálkových potrubních rozvodů se průtokové poměry, které se blíží tomuto omezení (například 2.8 m/s), povolují při dodávání maximálního vytápěcího výkonu v zimním čase. V tomto smyslu nejsou velké změny průtokové rychlosti možné. Zvyšování elektrického výkonu na základě zvyšování průtokové rychlosti je přísně zakázáno. Hlavním důvodem pro omezování průtokových rychlostí vody je tlak, který způsobuje značná hmota vody v pevných bodech potrubního rozvodu. Hmota vody s hmotností, která může být větší než hmota několika nákladních vlaků, proudí při rychlosti přibližně 11 km/h v rourách dálkového rozvodu, jejichž průměr může být v rozsahu od 0,5 metru do 1 metru a jež někdy tvoří oblouky v rozsahu 90 stupňů na rozích ulic. Je zřejmé, že síly působící na první body nadměrně narůstají tehdy, jestliže se zvyšuje průtoková rychlost.

20 Dalším způsobem řízení elektrického výkonu v elektrárnách s dálkovým vytápěním je provádění takových změn teploty odváděné vody, jež se odchylují od teplot, které potřeby dálkového vytápění sice vyžadují, ale které mohou způsobovat předem obtížně předvídatelné problémy. Zvyšování teploty odváděné vody pro účely dosahování přídatného elektrického výkonu způsobuje to, že se zvyšuje teplota vracující se vody. Zvyšování teploty vracující se vody později způsobuje (často se zpožděním několika hodin) pokles elektrického výkonu. Toto zpoždění závisí na několika činitelích, jako je roční období (úroveň venkovní teploty), čas a řídicí činnosti (v které denní době), časový úsek provádění řídicí činnosti atd. Proto je téměř nemožné znát následný účinek řídicí činnosti; zda se pokles výkonu, který přichází po zpoždění, projeví ve vhodné době nebo v jiné denní době vyžadující špičkovou spotřebu.

30 Také ve třetím způsobu provádění řízení konvenční elektrárny s dálkovým vytápěním s použitím přídatného chladiče se projevuje několik problémů. V průběhu studeného úseku, v němž by výhody vyplývající z řízení byly největší, je celá plnicí kapacita turbíny elektrárny vázána na plnění výkonových požadavků zatížení dálkového vytápění. Zvyšování plnicí kapacity kvůli řídicímu výkonu není rozumné, protože takové zvyšování v podstatě zhoršuje průměrnou roční účinnost, přičemž k hlavním faktorům patří pokles výroby elektřiny na jednotku paliva způsobený zhoršováním isentropické výkonnosti turbíny a zhoršení účinnosti ohříváče vlivem částečných ztrát v důsledku vyzařování, jejichž absolutní hodnota je určována jmenovitým výkonem ohříváče a jež může narůstat od teoretické hodnoty 3,5 % až na úroveň, jsou někdy dokonce vyšší než 20 %. Zvyšování plnicí kapacity z důvodů, které jsou dány používáním přídatného chladiče, doprovází také další faktory, které nevýhodně ovlivňují výkonnost provozu a ke kterým patří zvyšování spotřeby elektřiny pro vlastní pohon v důsledku nadhodnocení nepřetržitě poháněného, přídatného technického vybavení. Výroba pomocné elektřiny jako řídicí energie pomocí prostředků přídatného chladiče v konvenční elektrárně s dálkovým vytápěním neúspěšně konkuruje elektřině vyráběné v kondenzačním provozu, přičemž hlavním důvodem toho, a to navíc k nedostatkům týkajícím se výkonnosti, je neúměrně vysoká, specifická spotřeba tepla, z níž se ztrácí největší část tepla. Tuto skutečnost lze rovněž vyjádřit tak, že množství elektřiny získané z jednotky paliva je značně menší než množství elektřiny získané z odpovídající jednotky paliva v kondenzačním energetickém procesu.

V případě optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním se přídatné chlazení navrhuje ve vztahu k zvláštním technickým opatřením, která se zaměřují na zdokonalování existujících konvenčních elektráren a využívání nízkoteplotní kondenzační výkonové technologie (tzn. tech-

nologie založené na technologii freonové turbíny) pro dodatečnou výrobu elektřiny z odpadního tepla přídavné kondenzující páry.

5 V řešení, které popisuje zmiňovaný patentový dokument US 4 006 867, se chlazení odváděné  
 odpadní páry provádí s použitím vody, přičemž vodní chladicí systém je technicky propojen  
 s dalšími chladicími procesy. Je zřejmé, že tento druh procesu není s ohledem na možnosti řízení  
 schopen konkurovat ani našim konvenčním provozům s dálkovým vytápěním. V rozsahu způso-  
 10 bu řečeného patentu neexistuje pravděpodobně žádný základ pro vytvoření konkurence v případě  
 nezávislého typu elektrárny. Má-li se přihlašovaný způsob uplatňovat v praxi, pak to bude  
 zvláštní řešení s celou řadou činností, které se mohou provádět pouze v přidružené jednotce  
 společnosti podnikající v oblasti energetiky. Přihlašovaný způsob vychází u toho, že optimálně  
 řízená elektrárna s dálkovým vytápěním je ve všech svých provedeních schopna konkurovat  
 jiným způsobům výroby energie. Řešení podle patentu US 4 006 857 se podstatně odlišuje od  
 15 řídicích principů optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním. Ve způsobu podle řečeného  
 patentu US 4 006 857 se neupravovaná voda s kvalitou užitkové vody vedená skrze kondenzační  
 zařízení elektrárny přemísťuje s pomocí rozvodné sítě přes úseky odlučování tepla do úpravny  
 zásobního zdroje pitné vody a část této vody se odvádí do úseků ochlazovacího procesu. Tepelná  
 čerpadla jsou umístěna v blízkosti ohřívacích uzlů a nikoli u elektrárny, jak je tomu v případě  
 20 optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním. V optimálně řízené elektrárně s dálkovým  
 vytápěním se celá část dálkového vytápění, kterou produkuje tepelná čerpadla, extrahuje z anergie  
 odváděné odpadní páry a vede se v podobě tepla vyprodukovaného tepelnými čerpadly  
 k uzavřené rozvodné síti dálkového vytápění, jenž se sestavuje podle známé technologie a ovládá  
 se známým způsobem, přičemž rozvádění tepla se provádí s použitím inhibované vody, která je  
 25 podrobována deoxidací. V této souvislosti lze zdůraznit, že novost přihlašovaného vynálezu  
 představuje zdroj energie (anergie odváděné odpadní páry). Všechny další záležitosti týkající se  
 činnosti rozvodné sítě pro rozvádění tepla vycházejí ze známé technologie, jejíž funkčnost byla  
 prokázána v praxi. Patent US 4 006 857 nebere v úvahu materiállové otázky nebo otázku úseku  
 nakládání s vodou či otázku ochrany kovových dílů, upevňovačů, vyrovnávačů atd. před korozi.  
 Pokud se surová voda upravuje a inhibuje, aby byla přijatelná pro rozvodnou síť, pak již není  
 30 použitelná jako pitná voda. Pokud se neupravuje, pak se v rozvodné síti nesmí nacházet žádné  
 součásti, které by vykazovaly náchylnost ke korozi. Z pohledu požadavků na chlazení se vedení  
 vody přes kondenzační zařízení jeví jako nepřijatelné. Navíc surová voda, která je vhodná pro  
 přípravu pitné vody, je příliš cenná na to, aby se používala pro účely chlazení, protože možnosti  
 takového využívání zdrojů vody je normálně omezeno, a to zejména tehdy, jde-li o spodní vodu  
 35 z podzemních zdrojů. Výroba jedné megawatty elektrické energie v kondenzační elektrárně  
 vyžaduje přibližně 72 krychlových metrů vody za hodinu, což znamená, že roční potřeba vody  
 v případě malé elektrárny s výkonem 10 MW je přibližně 633 000 krychlových metrů. To  
 odpovídá roční spotřebě vody v přibližně 21 000 domácnostech. Poptávka takového společenství  
 na dodávku elektřiny je přibližně 170 MW. V klimatických podmínkách Finska by požadavek na  
 40 energii pro účely vytápění příbytků takového společenství činil přibližně 300 MW. Pokud by se  
 takové množství tepla produkovalo s použitím dálkového vytápění, pak by elektrický výkon  
 elektrárny s dálkovým vytápěním byl přibližně 100 MW. Tyto výpočty demonstrují kategorii, ve  
 které je systém podle patentu US 4 006 857 konkurenceschopný. Pro uskutečnění této myšlenky  
 by bylo třeba provést řadu vývojových kroků a každé zvláštní řešení vždy dospěje k tomu, že  
 45 nemá žádnou širokou využitelnost. Patentový nárok I zmiňovaného patentového dokumentu  
 s určitostí nárokuje to, že chlazení kondenzačního zařízení se provádí s použitím vody, což zna-  
 mená, že vzduchové chlazení nepřichází v úvahu. Rovněž umístění tepelných čerpadel je vyme-  
 zeno tak, aby tato tepelná čerpadla byla v blízkosti míst spotřeby, což vylučuje možnost  
 optimalizování výroby tepla prováděné v souladu s principem omezování rozsahu výkonu a  
 50 s využitím špičkové zátěžové elektrárny ve spolupráci s tepelnými čerpadly, která zužitkovávají  
 energii odváděné odpadní páry parní elektrárny jak netradičního zdroje energie. Při dosahování  
 konkurenceschopné pozice s ohledem na optimálně řízenou elektrárnu s dálkovým vytápěním by  
 se špičkový zátěžový výkon měl dosahovat na základě uplatňování vynálezeckých závěrů finské  
 55 patentové přihlášky FI 972458 („Úsporný systém pro využívání energie“), ve které se uvádí, že  
 namísto využívání odpadní páry z parního provozu optimálně řízené elektrárny s dálkovým

vytápěním se zužitkovává energie prostředí z jakéhokoli dostupného zdroje energie při společném tepelném zpracování s horkem odpadních plynů špičkové zátěžové elektrárny.

5 Je dobře známo, že provozní účinnost kondenzační elektrárny vyrábějící základní elektřinu je pouze v rozsahu od 35 do 42 %, protože „kondenzačním teplo jde do odpadu“ (energie odcházející z kondenzačního zařízení se nemůže zužitkovat). Rovněž je velmi dobře známo, že výkonost takzvané zpětnotlaké turbíny je lepší, a to přibližně stejná jako výkonost ohřívače produkujícího pouze teplo. Avšak vyrábění elektřiny s použitím zpětnotlakého způsobu poskytuje pozoruhodnou výhodu v tom, že provozní účinnost se jeví v případě uplatňování tohoto způsobu lepší než v případě kondenzační elektrické výroby také s ohledem na hodnotnější produkt výroby, tj. elektřinu. Proto při praktickém uplatňování těchto principů se může elektřina vyrábět následovně:

10 - V průmyslové zpětnotlaké elektrárně s průměrnou provozní účinností přibližně 85%, protože tento typ elektrárny pracuje téměř celý rok na plný výkon.

15 - V elektrárně s dálkovým vytápěním mající průměrnou provozní účinnost v rozsahu od 56 do 75 % v závislosti na jmenovitém výkonu provozu. V turbínové elektrárně s dálkovým vytápěním, která má správně nastaven jmenovitý výkon, je nejlepší provozní účinnost přibližně 85 %, a to tehdy, když turbína pracuje na plný výkon přibližně 1 500 hodin ročně v průběhu nejméně zimního období.

20 Navíc je velmi dobře známo, že další produkt elektrárny s dálkovým vytápěním, což je teplo, se přenáší do rozvodné sítě dálkového vytápění s použitím techniky tepelné výměny, kdy se teplota vody dálkového vytápění zvyšuje v důsledku kondenzování páry, která se pro tento účel odvádí z turbíny. Teplota cirkulující vody se obvykle zvyšuje z teploty 45 °C na teplotu 50 °C. To znamená, že teplota vody vracící se do elektrárny je přibližně 50 °C. V podmínkách optimálního řešení otázek povrchů pro rozvádění tepla a prostoru tepelných výměníků nebo dílčích center rozvodné sítě dálkového vytápění, jakož i sítě radiátorů druhotného obvodu vytápěcích systémů se nepovažuje za přijatelné, aby teplota vratné vody podstatně klesala pod tuto úroveň. Proto v oblasti elektrárenské techniky se ta část energie, jejíž teplota je pod 50 °C považuje za energii, která nemá žádnou hodnotu a která se tudíž pojmenovává jako anergie. (V tomto smyslu představuje anergie tu část energie, která se z důvodu její nízké teploty nemůže zpracovávat při výrobě elektřiny nebo tepla nebo která nemá kvůli jejímu malému množství žádnou užitkovou cenu z hlediska nákladů). Mějme na paměti, že vyšší teplota vratné vody je z hlediska elektrárny jen a jen nevýhodná, protože výroba elektřiny se snižuje v důsledku nežádoucího podtlaku, který se projevuje v kondenzačním zařízení v důsledku zvýšení teploty vratné vody.

35 Rovněž je velmi dobře známo, že zmiňovaná úroveň teploty od 45 do 50 °C se považuje za příliš nízkou úroveň teploty pro vytápění obytných nebo komerčních budov s normálními systémy ústředního vytápění. Jmenovité hodnoty teplot těchto systémů mají normální rozsahy 90/60 °C nebo 80/60 °C. Protože anergie zmiňované teplotní úrovně přibližně 50 °C nebo nižší se považuje za příliš nízkou úroveň pro účely vytápění, zvyšuje se tato teplotní úroveň obvykle s použitím tepelných čerpadel do oblastí normálních provozních teplot, které byly zmíněny v předcházejícím textu. Ačkoli může být dobrým zdrojem energie pro praktické využití v tepelných čerpadlech, je tato anergie považována za něco, co nemá žádnou hodnotu a co přijímá novou hodnotu z hnací síly tepelného čerpadla.

45 Na druhé straně je rovněž známo, a to obzvláště v jiných zemích, že energetické výrobky elektrárny mají rozdílné ceny. Tudíž elektřina, jejíž výroba vyžaduje nejvíce práce, je nejdražší; následuje průmyslová pára, přičemž dálkové vytápění je nejlevnější a část, která má tak nízkou teplotu, že se nemůže zužitkovávat v podobě elektřiny nebo tepla, se považuje za část, jež nemá žádnou hodnotu (= anergie). Ačkoli anergie odváděná z kondenzačního zařízení se může posuzovat za něco, co nemá žádnou hodnotu z hlediska výrobního postupu elektrárny, a toto konstatování bývá rovněž podpořeno skutečností, že hodnotu anergie nelze vyjádřit cenou, je však tato anergie z hlediska oblasti vytápění docela hodnotná, ačkoli je vždy zadarmo. Toto tvrzení platí, protože tento druh poměrně teplé energie je dobrým energetickým zdrojem pro

tepelná čerpadla, zatímco na druhé straně je tento druh teplé energie škodlivý jak z hlediska samotné elektrárny, tak i jejího okolního prostředí.

5 Je však také známo, že energie se může přetvářet na teplo a s použitím současných technologií částečně i na elektřinu. Přetváření na teplo se může provádět například s použitím tepelných čerpadel a přetváření na elektřinu s použitím prostředků nízkoteplotního motoru, jako je jeden takový motor na bázi Rankineova cyklu organické tekutiny a technologie takzvaného konvertoru pro posilování výkonu. Z nedávných provedení parních ohřivačů je rovněž známo, že vzduch pro účely spalování v ohřivači se může ohřívát činností tepelného čerpadla, přičemž energie spalovaných plynů se pro tento účel zpracovává na základě ochlazování proudícího plynu. Tím se účinnost ohřivače vylepšuje.

15 Navíc je známo, že v souvislosti s vývojem průmyslové kondenzační elektrárny se většina investičních nákladů vztahuje k průmyslovému procesu a potřeba vkládání dalších investičních prostředků do výroby elektřiny je docela malá, tudíž výsledkem toho je skutečnost, že průmyslový kondenzační provoz je nejlevnější cestou výroby elektřiny. Dále je známo, že výroba elektřiny v průmyslové kondenzační elektrárně nezpůsobuje znečišťování, protože znečišťující látky se vztahují k vlastnímu průmyslovému procesu.

20 Rovněž je známo, že v zemích s teplejším podnebím se v kondenzačním zařízení kondenzační turbíny vytváří značně horší podtlak, než je tomu v podmínkách Finska, kde je průměrná teplota mořské vody přibližně 6 až 6,5 °C. Například ve střední Evropě lze v mořské vodě plavat i v nejméně obdoby roku a nejnižší venkovní teplota je přibližně +20 °C. Ve Finsku se s použitím chlazení mořskou vodou vyrobí ze stejného množství paliva více kondenzační energie než ve střední Evropě.

30 Dále je známo, že územní plánování vybraných míst pro stavbu elektrárny se mimo jiné často řídí podle dostupnosti chladicí vody. Pokud jde o dislokační otázky, musí se také brát v úvahu doprava paliva v centralizovaném systému udržování výkonu. Z těchto důvodů se stavby velkých elektráren často umísťují v blízkosti přístavních měst, v souvislosti s tím se rovněž průmyslové podniky umísťují v obdobných místech. Tyto skutečnosti také podporují soustředování zaměstnanosti v těchto oblastech, v důsledku čehož rozvoj venkova trpí a venkov se vylidňuje. Toto je velmi nevýhodné pro řídko obydlenou zemi, v níž se však významné přírodní zdroje nacházejí na venkově.

35 Chlazení optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním je alternativní a oprostuje se od předchozích otázek souvisejících s dostupností mořské vody. V tomto smyslu se mohou tyto malé elektrárny umísťovat v jakémkoli okrsku v souladu s režimem decentralizované výroby elektřiny, který vytváří zejména možnosti pro rozvoj zaměstnanosti a ekonomického života na venkově. Na základě toho se současně vylepšuje obchodní rovnováha státu a tím se snižuje zadluženost, protože vyvinutí jedné využitelné jednotky energie s uplatněním domácího paliva snižuje dovoz energie až o přibližně pět jednotek.

45 Tím, že se při chlazení kondenzačního zařízení turbíny používá okolní vzduch, pohybuje se teplota vzduchu v rozsahu od přibližně plus 25 do minus 30 °C. Nejrozsáhlejší jmenovitá hodnota teploty vnějšího vzduchu bude v rozsahu od minus 10 do 0 °C v závislosti na řešeních ohřivačích systémů dálkového vytápění jako celku. Takto se odpadní energie turbíny zpracovává činností tepelných čerpadel do té podoby, která je využitelná pro systém dálkového vytápění. Teplota páry vypouštěné z turbíny do kondenzačního zařízení je přibližně 36 °C a množství vzduchu se volí tak, aby teplota vzduchu vycházejícího z kondenzačního zařízení před tepelným čerpadlem byla přibližně 10 °C tehdy, když je teplota venkovního vzduchu například minus 10 °C. Za těchto okolností se vzduch vycházející z kondenzačního zařízení může být ochlazen na přibližně 10 °C. Vnější vzduch může být teplejší než právě uvedená teplota v průběhu přibližně 7000 hodin ročně, přičemž teplotní rozdíl je podstatně větší. Tepelné čerpadlo bude tudíž pracovat s vysokým koeficientem výkonu. V důsledku toho je řešení otázky tepla značně konkuren-

ceschopné a toto řešení se navíc zdokonaluje ve spolupráci s výkonovým motorem, jako je například naftový motor. V podmínkách vnějšího teplotního rozsahu od plus 10 do minus 30 °C se k ohřivacímu systému a systému výroby elektřiny přidává společná výroba špičkové zátěžové elektřiny s použitím naftového motoru a tepelného čerpadla s využíváním regenerace tepla výfukových plynů naftového motoru.

V oblasti, kde je potřeba vytápění docela malá ve vztahu k výkonu malé elektrárny, se mohou uplatňovat již déle známé technické postupy chlazení kondenzačního zařízení turbíny. Vliv tohoto řešení na skleníkový efekt je minimální ve srovnání s vlivem nadměrného oxidu uhličitého, který se vytváří v důsledku špatné energetické politiky, kdy se jednostranně dává přednost a podpora používání elektřiny pro vytápění při současném zvyšování emisí oxidu uhličitého na šestinásobek množství, jež připouští lepší způsob v podobě přihlašovaného vynálezu. V klimatických podmínkách Finska poskytuje řešení na principu věžového chlazení dokonce více elektřiny na jednotku paliva, než poskytuje chlazení mořskou vodou ve střední Evropě.

Vzhledem k tomu, že turbína pracuje při větší roční produkci než konvenční turbína s dálkovým vytápěním, zlepšuje se roční provozní účinnost z hodnoty 65 až 75 % účinnosti konvenční turbíny s dálkovým vytápěním na hodnotu 85 %, která je přibližně stejná jako účinnost průmyslové zpětnotlaké turbíny. V důsledku toho, že namísto tepla se produkuje anergie a tato anergie se přeměňuje na teplo pomocí vhodného tepelného čerpadla s vysokým koeficientem výkonu, dochází nakonec i ke zvyšování ročního průměru využitelnosti paliva.

Následující část popisu se bude zabývat zvláštními provedeními optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním.

Z pohledu dnešních znalostí se základní řešení plynového chladicího systému parní provozní části této elektrárny zakládá na skutečnosti, že chladicím médiem je venkovní vzduch a chlazení se provádí s použitím techniky tepelného výměníku. V budoucnu mohou existovat alternativní řešení, protože existují také jiné plyny, které jsou schopné konkurovat vzduchu technicky a možná také ekonomicky. Kromě tohoto druhu chlazení se mohou brát v úvahu také konvenční řešení na principu věžového chlazení, avšak toto přichází v úvahu s určitými omezeními, přičemž určité alternativní modifikace, v nichž omezení v důsledku přeměny vody na páru pro použití v tepelném čerpadle, jsou vyloučeny nebo omezeny například kvůli rozdílným charakteristikám dosahování teploty mrznutí. Společnou výhodou všech provedení používajících chlazení plynem jsou však dobré charakteristiky řízení, neboť jde o otevřený, nehmotný systém. Řídicí charakteristiky, které poskytuje motorová část pro špičkové zatížení optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním, jsou určitě lepší než řídicí charakteristiky dosavadních elektráren s dálkovým vytápěním, a totéž platí o srovnávání provozních nákladů, takže kromě modernizování existujících provozů lze také při výstavbě nových provozů na základě těchto nápadů řešit chlazení parních provozních částí jinými způsoby obzvláště tehdy, když jsou některé specifické podmínky tomu příznivě nakloněny.

Zvláštní provedení optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním jsou následující:

1. Optimálně řízená elektrárna s dálkovým vytápěním má parní provozní část, která pracuje jako takzvaná průmyslová kondenzační elektrárna se středním výkonovým zatížením poskytující dobré předpoklady pro činnost dálkového vytápění na základě používání tepelných čerpadel, jež zužitkovávají energii z chladicího vzduchu proudícího v kondenzačním zařízení.

Povinnost provádět úpravu odpadu v obydlených oblastech podle norem Evropské unie poskytuje příležitost zužitkování hořlavého odpadu v kondenzační elektrárně, která takový odpad spaluje. Existence takového druhu elektrárny je nejlépe zdůvodnitelná tehdy, používá-li se v zimě jen pro produkování takzvané středního zátěžového výkonu v průběhu období, v němž je cena elektřiny nejvyšší. Proto platí, že elektrárna, která je umístěna na venkově, současně vykryvá nezaměstnanost, protože nezaměstnanost je nejvyšší v zimě. Za těchto okolností se anergie kondenzační

elektrárny může využívat jako zdroj energie tepelného čerpadla při provádění činností dálkového vytápění. Domácí druhotné palivo, jako jsou dřevěné piliny nebo řepkový olej, se může používat jako pomocné nebo přídavné palivo.

5 2. Konvenční turbína s dálkovým vytápěním se přeměňuje takovým způsobem, že se vybavuje  
 znaky provozu se špičkovým zátěžovým výkonem, které jsou příznačné pro optimálně řízenou  
 elektrárnu s dálkovým vytápěním, a znaky parní části elektrárny, jež namísto výroby elektřiny  
 pro pochybné prostorové vytápění vyrábí spolu s dodatečným využitím pomocné zátěže na bázi  
 10 chladiče elektrinu a střední zátěžový výkon a denní řídicí elektrinu pro plnění požadavků prů-  
 myslu. Takto je však hodnota přídavného tepla z chlazení natolik vysoká, že vynucuje malé  
 náklady, a to přibližně 0,015 FIM na kWh v takovém provozu, v němž se jako palivo používá  
 uhlí nebo rašelina. Jestliže se celý výkon turbíny s dálkovým vytápěním tímto způsobem převádí  
 na elektrinu pomocí prostředků pomocného chlazení, pak podíl chlazení ve správně sestavené  
 15 elektrárně s dálkovým vytápěním činí přibližně 40 % základní zátěžové části vytápěcího výkonu.  
 V důsledku toho je dodatečný zisk z elektřiny podstatně vyšší než zvláštní náklady na palivo,  
 které vznikají v souvislosti s pomocným chlazením. Během nejchladnějšího zimního času lze  
 provádět další zdokonalení, jejichž výsledkem je zajišťování tepla pro horní oblast základního  
 vytápěcího zatížení, na základě činnosti tepelného čerpadla, jehož energetickým zdrojem je  
 20 vratná voda, která přitéká z rozvodné sítě dálkového vytápění a které je v tomto ročním období  
 rovněž značně horká (přibližně 60 °C). Další vylepšení lze dosahovat na základě opětného cirku-  
 lování přinejmenším produktivního proudu hmoty z energetického procesu (přehřátá pára z dodá-  
 vané vody) přes malou turbínu pro stejný ohřívací účel, jako je například teplo, které produkuje  
 tepelné čerpadlo. Právě uvedené vylepšení se přirozeně váže na přebudování ohříváčového  
 provozu.

25 3. Předimenzovaný turbínový provoz s dálkovým vytápěním se mění tak, že se vybavuje znaky  
 provozu se špičkovým zátěžovým výkonem, které jsou příznačné pro optimálně řízenou  
 elektrárnu s dálkovým vytápěním a které slouží jako prostředky pro zlepšení úspornosti, se zav-  
 30 vedením technologie nízkotlaké kondenzační elektrárny, jako je technické vybavení pro posilování  
 převáděného výkonu na principu Rankineova cyklu organické tekutiny. Takto platí, že buď se  
 může zesilovat proudění hmoty v systému dálkového vytápění v důsledku převádění výroby tepla  
 z páry na elektrinu pomocí technických prostředků posilování převáděného výkonu, nebo se  
 elektrárna s dálkovým vytápěním může přebudovat jen pro účely výroby základní zátěžové  
 35 elektřiny na základě výměny nízkotlaké komory delší expanzní komorou, který je použitelná pro  
 výrobu kondenzační energie, po čemž následuje vyvíjení tepla pro dálkové vytápění s pomocí  
 tepelných čerpadel částečně z energie elektrárny a částečně z výfukových plynů motoru pro  
 špičkové zatížení. Pak se může uplatňovat již zmíněná opětná cirkulace přinejmenším produktiv-  
 ního proudění hmoty přes malou turbínu, přičemž v tomto případě toto proudění směřuje do  
 kondenzačního zařízení turbíny.

40 4. Kondenzační elektrárna se mění tak, že pracuje v souladu s charakteristickými znaky  
 optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním a je vybavena motorem pro špičkové zatížení  
 majícím potřebný rozsah, který se posuzuje na základě požadavků příslušné oblasti na dálkové  
 45 vytápění společně se zužitkováním energie z odváděného proudu z kondenzačního zařízení jako  
 zdroje energie pro tepelná čerpadla. Jestliže se teplotní úroveň energie vycházející z kondenzač-  
 ního zařízení při teplotě přibližně 17 °C zvýší s pomocí tepelného čerpadla zpět na teplotu, která  
 vyhovuje požadavkům na vytápění, pak se může tato energie využívat. Pak se také nevýhoda, jež  
 představuje vypouštění ochlazovací vody do vodního systému s následným škodlivým účinkem  
 50 na životní prostředí, může omezit nebo úplně eliminovat. Ve Finsku je teplotní úroveň energie  
 elektrárny je vždy značně vyšší než jakékoli jiné přírodní zdroje energie, jako je půda nebo vodní  
 systém. V případě uplatnění geotermálních čerpadel často klesá teplota půdy na mínus 3 °C a  
 v případě vodních systémů jako zdroje energie klesá úroveň teploty na přibližně plus 1 °C, kdy se  
 průměrný koeficient výkonu rovná 2,4. V provedeních elektráren, v nichž klesá teplotní úroveň  
 55 energie na nejnižší hodnoty při chlazení mořskou vodou, je průměrná roční teplota mořské vody  
 přibližně plus 6,5 °C a teplota odváděné odpadní páry je v rozsahu od 18 do 20 °C, přičemž

teplota chladicí vody, která vytéká z kondenzačního zařízení je v rozsahu od přibližně 15 do 17 °C. Tento výtěžek energie z chladicí vody dokonce poskytuje příležitost pro používání tepelného čerpadla s dobrým koeficientem výkonu tehdy, pokud konstrukční řešení tepelného čerpadla pokrývá základní část ohřívacího systému, v němž se teplota cirkulující vody zvyšuje na

5 přibližně 55 až 60 °C. Pro účely dalšího zvyšování teploty cirkulující vody se může využít teplo z výfukových plynů špičkového zátěžového motoru a navíc se mohou využívat přinejmenším produktivní proudy hmoty z energetického procesu, což je přehřátá pára z dodávané vody, která proudí do odpadu skrze nově zavedená technická opatření elektrárny, pro účely vykrytí střední oblasti požadavků na dálkové vytápění mezi základní částí a špičkovou částí. V dnešním

10 konstrukčním pojetí ohříváče se konečný obsah tepla z výfukových plynů zužitkovává podstatně účinněji než dříve, důsledkem čehož je skutečnost, že předehřívací systém přiváděné vody, kterým je takzvaný vysokotlaký systém uvolňování páry používaný ve starších elektrárnách, není nadále ekonomicky opodstatněný.

15 Obr. 1 předvádí průběhovou křivku D a princip omezování výkonu optimálního jmenovitého výkonu zatížení dálkového vytápění, v němž se špičková část II z 50 % vyrábí konvenčně s použitím ohříváče spalujícího oleje v němž se spodní část výkonu (základní část) L vyrábí s použitím turbíny s dálkovým vytápěním při současném produkování elektřiny v podobě takzvaného středního zátěžového výkonu a elektřiny pro základní zatížení. V optimálně řízené

20 elektrárně s dálkovým vytápěním se základní zatížení a špičkové zatížení produkuje způsobem, který je předveden s odkazem na obr. 12.

Obr. 2 předvádí, o jaké množství elektřiny navíc vyrábí optimálně řízená elektrárna s dálkovým vytápěním na jednotku proudu hmoty (a také na jednotku paliva) než elektrárna s dálkovým

25 vytápěním, která pracuje se stejným parametrem páry. Šipka E1 znázorňuje rozdíl ve vrcholové fázi činnosti kdy se plní energetické požadavky celého dálkového vytápění, šipka E2 znázorňuje totéž v počáteční fázi činnosti, kdy se plní přibližně 11 % energetických požadavků celého dálkového vytápění, a šipka E3 znázorňuje rozdíl v průběhu extrémně chladného období, kdy elektrárna s dálkovým vytápěním pracuje při maximální teplotě (120 °C) odváděné vody. Šipka

30 E4 v horní části vyobrazení znázorňuje, jaký elektrický výkon se může dosahovat na jednotku proudu hmoty na základě prostředků středního přehřívání v podmínkách zvětšeného rozsahu elektrárny.

Obr. 3 předvádí srovnání způsobu optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním a způsobu

35 podle patentového dokumentu US 4 006 857. Vzhledem k tomu, že řečený patentový dokument US nepopisuje omezování výkonu dálkového vytápění pro účely optimalizování činnosti, musí se plný výkon dálkového vytápění (maximální výkon P) získávat z energie odváděné odpadní páry elektrárny (vodorovná příčka C1 procházející bodem P). Změnu požadavku na vytápění, která se může zabezpečovat s použitím tohoto způsobu, znázorňuje takzvaná průběhová křivka, která se

40 v oblasti výkonu používá pro předvádění této změny. Oblast, kterou z vnějšku ohraničuje křivka D2 a souřadnicové osy, předvádí, jakou část (přibližně 30 %) ročního výkonu, jenž odpovídá energii odváděné odpadní páry (oblast ohraničená vodorovnou a svislou přímkou C1, C2 a souřadnicovými osami), je provoz schopen splnit. Vzhledem k tomu, že v optimálně řízené elektrárně s dálkovým vytápěním se výkon dálkového vytápění omezuje při dosažení přibližně

45 50 % výkonu z důvodu optimalizování ekonomické stránky činnosti a horní část výkonu dálkového vytápění se produkuje převážně z horkých výfukových plynů špičkového zátěžového motoru, se činnost dálkového vytápění, která se může provádět v tomto provozu, shoduje s průběhovou křivkou D1. Jak je možné vypočítat, tato křivka ohraničuje přibližně 60 % plochy obdélníka, což znamená, že na základě tohoto způsobu je množství využitelné energie

50 z odváděné odpadní páry elektrárny přibližně dvojnásobkem konkurenčního způsobu. Protože 70 % energie z odváděné odpadní páry zůstává nevyužito, musí se na rozdíl od optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním taková elektrárna vybavit zvláštním pomocným chladicím systémem pro odlučování energie a pro produkování stejného množství elektřiny ze stejného množství paliva. Jinak je výroba elektřiny výrazně nižší než 30 % výroby elektřiny optimálně

55 řízené elektrárny s dálkovým vytápěním.

Obr. 4 předvádí pomocí prostředků expanzní křivky nakreslené na průsečíkovém diagramu takovou situaci, ve které musí předdimenzovaná turbína s dálkovým vytápěním pracovat při částečném zatížení v zimním čase. Horní, méně strmá část křivky znázorňuje činnost částečně povoleného regulačního kola. Normálně pára expanduje k bodu P4, avšak v případě předdimenzování se expanze přibližuje k bodu P2. Za normálních okolností se dálkové vytápění produkuje ve dvou fázích (se dvěma tepelnými výměníky), přičemž ohřívání v první fázi se provádí s využitím páry, která se odebírá z konce expanze (P2), a ohřívání ve druhé fázi se provádí na základě vypouštění turbíny (P1). Tyto proudy obsahující hmotu páry jsou za normálních okolností přibližně stejné. Výpočet elektřiny, kterou turbína dává, se pak může zjednodušit na základě předpokladu, že celkový proud hmoty dálkového vytápění se odebírá z bodu P3, jehož entalpie je průměrem bodů P1 a P2. Na základě provedení takového výpočtu lze vidět, že daná turbína dává  $(815 - 630) : 860 \cdot 0,98 = 0,211$  jednotky elektřiny na jednotku proudu hmoty.

Obr. 5 předvádí, jak správně konstruovaná turbína s dálkovým vytápěním pracuje na plný výkon v zimním čase, avšak řídicí schéma je chybné. Odpadní pára se odvádí z turbíny při teplotě 120 °C, ačkoli by bylo lepší tuto páru odebírat při teplotě 90 °C a zvyšovat teplotu rozváděné vody například pomocí prostředků ohříváče v rozsahu od 90 do 120 °C. Při aplikování výše uvedeného výpočtu taková turbína produkuje  $(815 - 611) : 860 \cdot 0,98 = 0,232$  jednotky elektřiny.

Obr. 6 znázorňuje, jak správně konstruovaná turbína s dálkovým vytápěním pracuje při částečném výkonu v letním čase, kdy se teplota vody pro dálkové vytápění zvyšuje na 70 °C. Ohřívání se nyní provádí v jedné fázi, kdy se pára odebírá od konce expanze (P2). Daná turbína produkuje  $(815 - 587) : 860 \cdot 0,98 = 2,60$  jednotky elektřiny.

Obr. 7 předvádí, jak správně konstruovaná turbína s dálkovým vytápěním pracuje při zatížení v zimním čase správným způsobem, kdy je teplota odpadní páry odváděné z turbíny 90 °C. Lze vidět, že turbína dává  $(815 - 582) : 860 \cdot 0,98 = 2,66$  jednotky elektřiny.

Obr. 8 předvádí expanzní křivku konvenční kondenzační elektrárny s chlazením mořskou vodou v podmínkách Finska. Lze vyzorovat, že expanzní křivka je delší než křivky nakreslené na obr. 4 až obr. 7. Taková konvenční kondenzační elektrárna s chlazením mořskou vodou dává  $(815 - 508) : 860 \cdot 0,98 = 3,50$  jednotky elektřiny, avšak neprodukuje vůbec žádné teplo.

Obr. 9 předvádí způsob, podle něhož se navrhuje optimálně řízená elektrárna s dálkovým vytápěním podle přihlašovaného vynálezu. Lze vyzorovat, že malá elektrárna podle přihlašovaného vynálezu může v podmínkách, kdy má pára tlak 60 barů, teplotu 510 °C a isentropickou účinnost 90 %, získávat  $(815 - 532) : 860 \cdot 0,98 = 3,22$  jednotky elektřiny, což je téměř stejné množství jako v případě kondenzační elektrárny. V počáteční fázi činnosti, kdy výkon dálkového vytápění činí pouze 11 % plného výkonu, se může na jednu jednotku paliva produkovat přibližně  $(815 - 490) : 860 \cdot 0,98 = 3,70$  jednotky elektřiny, což je více než v případě kondenzační elektrárny (viz 0,350 jednotky elektřiny v předchozím textu), přičemž optimálně řízená elektrárna s dálkovým vytápěním uplatňuje technické řešení chlazení vzduchem s využitím nízké teploty vzduchu a vytváření výhodnějšího podtlaku, než je podtlak, který se vytváří při provozu kondenzační turbíny s chlazením mořskou vodou.

Obr. 10 předvádí expanzní křivky, které jsou odvozeny z inspekčního protokolu přijatelnosti zpětnotlaké turbíny s dálkovým vytápěním stupně III elektrárny v Kokkola, kterou vlastní „Imatran Voiron Oy“. Šipka E6 znázorňuje roční průměr současné výroby elektřiny, šipka E6 znázorňuje navrhovanou výrobu 52 MW elektřiny a šipka E7 znázorňuje úpravu účinnosti, která se dosahuje na základě změn, jež jsou v této přihlášce navrhovány pro předdimenzovaný turbínový provoz s dálkovým vytápěním. Nejnížší zaručený bod byl zvolen na základě úrovně výkonů v letním čase, na nichž by takový provoz mohl pracovat ve skutečných podmínkách řízení (první křivka zprava). Expanzní křivka letního času znázorňuje prověření kvality, a to i kvality v zimním čase, turbíny pro celá její budoucí provoz. Nyní na přelomu roku 1998 a 1999 tato

prakticky naprázdno běžící turbína, která je konstruována na výkon 52 MW a vykazala v průběhu 19 let maximální výkon 40 MW, pracuje při výkonu 10 MW, což je stejný výkon jako její počáteční úroveň v roce 1978, neboť město Kokkola odmítlo smlouvu o nákupu tepla z tohoto provozu kvůli příliš vysoké ceně.

5

Křivka D3 nakreslená na obr. 11 znázorňuje úroveň činnosti, kterou dosahoval zmíněný stupeň III v roce 1997, tedy 18 let po zahájení provozu. Křivka D4 znázorňuje správné řešení. Oblast A1 odpovídá výkonu pomocného chlazení a oblast A2 odpovídá přídavné výrobě elektřiny, kterou lze dosahovat při uplatnění technologie využívající konvertor pro posilování výkonu nebo jiného ekvivalentního technického opatření.

10

Obr. 12 znázorňuje princip výroby tepla v optimálně řízené elektrárně s dálkovým vytápěním. Horní šrafovaná oblast A3 vyznačuje teplo, které pochází z výfukových plynů špičkového zátěžového motoru. Dolní šrafovaná oblast A4 vyznačuje teplo, které se získává z výfukových plynů hnacího motoru tepelného čerpadla v období zvýšení tarify elektřiny v zimním čase, a oblasti bez šrafování označují teplo, jež pochází z energie parní části elektrárny. Šipka WT označuje časové rozmezí zimních tarifů a šipka ST označuje časové rozmezí letních tarifů. Přímka C3 znázorňuje normální konstrukci optimálního výkonu získávaného z odváděné odpadní páry elektrárny a přímka C4 znázorňuje snižovací účinek analýzy vlivu nákladů na konstrukci optimálního výkonu. V optimálně řízené elektrárně s dálkovým vytápěním se základní zatížení B požadavku na vytápění produkuje s použitím technologie tepelného čerpadla zužitkovávajícího energii z turbíny s delší expanzí, která pracuje jako kondenzační turbína, namísto konvenční turbíny s dálkovým vytápěním, přičemž turbína vyrábí hlavně elektřinu pro základní zatížení a regulační energii. Špičkový zátěžový výkon A3, A4, A5 se dosahuje částečně s použitím tepelných čerpadel z téže energie odváděné odpadní páry a částečně z tepla výfukových plynů špičkového zátěžového motoru, který vyrábí hlavně elektřinu pro špičkové zatížení a regulační energii pro zimní období. Navíc část požadavků na vytápění v zimním čase se produkuje z tepla výfukových plynů při možném uplatňování tepelného čerpadla s naftovým pohonem. Část tepla z výfukových plynů se rok od roku mění hlavně s ohledem na venkovní teploty a rozsah trvání teplotních období, což ovlivňuje požadavky na vykrývání špičkových zatížení a tudíž i požadavky na doby pohánění špičkových zátěžových motoru. V podmínkách studené zimy je část tepla z výfukových plynů větší než v podmínkách mírné zimy. Vzhledem k tomu, že studené dny nenásledují vždy pravidelně po sobě, ale jsou mezi nimi mírnější dny, lze na základě udržování kontejneru vyrovnávacího systému dosahovat takovou situaci, kdy na základě uvolňování tepla z udržovaných kontejneru ve studených dnech může být zužitkovávání této energie nad úrovní energie C4 parní elektrárny, což odpovídá části A5 energie. Tím, že daná elektrárna zahajuje svůj provoz při vykrývání malé části (přibližně 11 %) vrcholných požadavků na dálkové vytápění, náklady na straně dálkového vytápění úspěšně tolerují skutečnost, že činnost s ohledem na výkon tepelného čerpadla je zajišťována s použitím zvlášť elektricky poháněné jednotky vratného čerpadla, čímž se vzniká možnost vytváření konkurenceschopné nabídky hnacího výkonu pro tepelná čerpadla. V souladu s tím se může plocha dolní šrafované oblasti měnit v závislosti na těchto konkurenčních podmínkách. Jestliže se horní oblast požadavku na vykrývání základního zatížení dálkového vytápění produkuje bez tepla z výfukových plynů, avšak s použitím elektricky poháněného vratného čerpadla, pak provoz zužitkovává o něco málo větší část energie odváděné odpadní páry.

25

30

35

40

45

Vzhledem k tomu, že optimálně řízená elektrárna s dálkovým vytápěním má podobu provozu s menším rozsahem, lze na základě správného, integrovaného územního plánování dojít k tomu, že lze vybudovat taková provedení, v nichž ve srovnání s vysokovýkonnými elektrárnami bude využívání paliva způsobovat podstatně menší uvolňování oxidu uhličitého nebo vůbec žádné uvolňování oxidu uhličitého. Toto lze dosahovat tehdy, když se elektrárna umístí v blízkosti průmyslové oblasti, kde budou také dislokovány průmyslové provozy s vysokými nároky na chlazení, jako jsou jatka, výrobní zmrzliny a podobně. Pak bude možné nahrazovat konvenční chlazení s použitím elektrických chladicích strojů chlazením na bázi oxidu uhličitého, neboť odpadní plyny z ohřívače se ochlazují na tak nízkou teplotu, při níž dochází ke zkapalňování

50

55

oxidu uhličitého. Takto s využitím prostředků anergie odstraňované na základě ochlazování se také může činností tepelných čerpadel zvyšovat úroveň teploty vzduchu účastnícího se spalování v ohřívači. Tekutý stlačený oxid uhličitý se může přečerpávat pomocí čerpadla například do chladicích strojů na jatkách. Tím, že používání oxidu uhličitého nahrazuje chlazení elektrinou, se celkové uvolňování oxidu uhličitého snižuje, a to dokonce i tehdy, když se po chlazení uvolňuje do ovzduší. Pokud se v blízkosti nachází řeka, do níž by bylo možné odvádět oxid uhličitý z místa chlazení a v níž by tento oxid uhličitý znovu zplyňoval, pak by bylo uvolňování oxidu uhličitého do ovzduší dále omezováno v důsledku tvoření uhličitánů ve vodě. Avšak vliv těchto řešení je tak malý, že neopodstatňuje používání oxidu uhličitého pro chladicí účely.

V místech, kde nejsou průmyslové provozy s požadavky na chlazení, je možné provádět ochlazování plynného oxidu uhličitého na tak nízkou teplotu, při níž se tento oxid uhličitý přeměňuje na led, který se může prodávat jako užitečný výrobek pro všeobecné potřeby chladírenské dopravy. Takto výroba ledu společně s elektrinou částečně nahrazuje zvláštní výrobu ledu z oxidu uhličitého pro chladírenské účely v jiných místech. S ohledem na výrobu elektriny se celkové uvolňování oxidu uhličitého úplně omezuje potud, pokud výroba ledu z oxidu uhličitého nahrazuje zvláštní výrobu řečeného ledu. Led z oxidu uhličitého se používá také pro jiné účely, než představuje chladírenská doprava. Zvláštním druhem využití může být také shromažďování vratných, znečištěných dávek vápna, z nichž se může vyrábět vápenatý louh. Oxid uhličitý obsažený v odpadních plynech odváděných z elektrárny se může vázat na vápenatý louh, v důsledku čehož se tvoří vápenec, který se opět může používat pro výrobu vápna. Na základě těchto činností se může zmírňovat problém skleníkového efektu, k němuž dochází v důsledku uvolňování oxidu uhličitého, a navíc se negativní účinek oxidu uhličitého může rozložit na delší období, v jehož průběhu mají rostliny lepší možnost toto uvolňování přetvářet na užitek. Současně se zlepšuje nedostatek vápna, což je výhodné pro budoucí generace. V dnešní době se s částí vyrobeného vápna plýtvá kvůli jeho znečištění. Pokud se recyklování vápence nejeví jako výhodné, pak se tento materiál může používat jako materiál pro zaplňování různých míst, aniž by se poškozovalo životní prostředí. Takto by se jednalo o dobrý základový materiál pro krajinné úpravy. Tento druh činností není možný v souvislosti s vysokovýkonnými provozy, protože místní uvolňování je příliš velké. Také by bylo možné používat i jiné louhy pro absorbování složky oxidu uhličitého ze spalinových plynů elektrárny malého rozsahu. V tomto smyslu elektrárna malého rozsahu představuje předmět zkoumání v souvislosti se zužitkováním místního odpadu a vedlejších průmyslových produktů v našem boji proti skleníkovému efektu. Stěží existuje nějaké vyčerpávající řešení tohoto problému, a proto by se měla hledat dílčí řešení, která by přispívala ke zlepšení situace. Takto nebude současná generace zatěžována žádnými významnými či mimořádnými finančními břemeny.

Díky výhodně malému rozsahu optimálně řízené elektrárny s dálkovým vytápěním podle přihlášeného vynálezu je výhodné konstruovat a pojímat parní část elektrárny na základě využívání modulů s určitou velikostí, a to výhodně dvou nebo tří přijatelných velikostí. Některé příklady jmenovitě výkonu provozu a kombinování modulů pro účely dosahování požadovaného výkonu parní elektrárny jsou předvedeny na obr. 13 až obr. 18. Pak by se mohla nejnákladnější část elektráren vyrábět sériově a výroby by se mohla rovněž automatizovat, čímž by se snížily investiční náklady. Také jmenovitý výkon, kvalita a provozování parní elektrárny by bylo zaručeno, protože řečené moduly by se vyráběly jako standardní výrobky, jejichž funkčnost a spolehlivost by byla podpořena příslušnými zárukami.

Obr. 13 a obr. 14 představují jedno z modulových řešení. Na obr. 13 je vidět, že větší modul M1 je zvolen pro pokrytí 50 % rozsahu výkonu dálkového vytápění. Na obr. 14 je zvolen menší modul M2 pro pokrytí pouze 40 % rozsahu výkonu dálkového vytápění. Na základě toho musí být výkon špičkového zátěžového motoru větší v řešení podle obr. 14 než v řešení podle obr. 13, aby byla vykryta špičková část H1 rozsahu výkonu dálkového vytápění. Avšak nadměrné provozní náklady pro výkonný motor pro špičkové zatížení na obr. 14 jsou zcela malé ve vztahu ke snížení provozních nákladů vynakládaných na provoz menšího modulu elektrárny. Přesahová kapacita R1 je větší v případě provedení podle obr. 13 než v případě provedení podle obr. 14, což

znamená, že řešení podle obr. 13 vyžaduje rozsáhlejší regulační opatření. V letním období by bylo výhodné prodávat potřebnou energii, jejíž část je znázorněna odkazovou značkou S1.

Obr. 15 předvádí řešení s jedním větším modulem M1 a jedním menším modulem M2 a obr. 16 je odpovídající řešení se dvěma většími moduly M1. Odkazová značka S2 označuje potřebu doplňkového výkonu na podzim před nastartováním dolního modulu M1 a před odstavením horního modulu M2 na jaře. Tato část se může nakupovat nebo vyrábět s pomocí špičkového zátěžového motoru. Odkazová značka R2 označuje přesahovou kapacitu (vyžadující potřebu regulování) horního modulu. Tím, jak příslušné moduly M2, M1 přecházejí do činnosti při středním zatížení, v němž je cena elektřiny vyšší než v oblasti základního zatížení, lze také uplatnit konkurenceschopnou nabídku pro nákup paliva z přijatelné dopravní vzdálenosti, které je o něco dražší než palivo pro vyvíjení základního zátěžového výkonu. Pro potřeby nižšího modulu přicházejí v úvahu kromě uhlí taková paliva, jako je hnědé uhlí, zuhelnatělá rašelina nebo vysoušený komunální odpad. Pro horní modul přicházejí v úvahu piliny, vedlejší produkty dřevařského průmyslu, odpad ze stavebního dřeva nebo hořlavý odpad.

V řešeních znázorněných na obr. 17 a obr. 18 se používají kombinace tří modulů M1/M1/M2, respektive modulů M1/M2/M2, které rovněž zahrnují přesahovou kapacitu (vyžadující potřebu regulování) oblasti R3 třetího modulu.

V provezech s více než jedním modulem se může provádět volba mezi uplatněním nákladnějších axiálních turbín nebo méně nákladných turbín ovládaných škrticím ventilem, protože normálně postačuje ovládní jedné turbíny. Vzhledem k tomu, že oba moduly pracují na základě stejných parametrů, existuje možnost rozdělení podílu na ovládní ohřivačů mezi tyto moduly. Toto zdokonaluje účinnost ohřivačů.

Elektrický výkon jednotlivých modulů může být například 3 MW, 5 MW a 7 MW. V případě provozu s větším výkonem je přijatelnou alternativou naftového motoru pro špičkové zatížení uplatnění plynové turbíny.

Tento vynález se může měnit v rozsahu připojených patentových nároků.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob optimálně provozované společné výroby elektřiny a tepla, při kterém se rozsah výkonu dálkového vytápění rozdělí na nižší rozsah a vyšší rozsah, **vyznačující se tím**, že při tomto způsobu se

elektřina pro základní zatížení i regulační elektřina vyrábějí parní turbínou, která pracuje jako kondenzační turbína,

nižší rozsah výkonu vytápění se vytváří hlavně tepelnými čerpadly využívajícími jako zdroj energie energii odpadní páry turbíny,

špičkový zátěžový výkon a regulační elektřina se v zimním období produkují špičkovým zátěžovým motorem a

vyšší rozsah výkonu vytápění se vytváří zčásti tepelnými čerpadly využívajícími jako zdroj energie uvedenou energii a zčásti teplem výfukových plynů uvedeného špičkového zátěžového motoru.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se odpadní pára z parní turbíny chladí plynem.

3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se konečný tlak expanze a úroveň teploty odpadní páry volí pro parní turbínu takové, které jsou nižší než u konvenční elektrárny s dálkovým vytápěním, avšak vyšší než u kondenzační turbíny s chlazením mořskou vodou pracující v podmínkách studených oblastí a volí se tak, že hodnota energie vypouštěné do kondenzátoru nemá z hlediska procesu elektrárny žádnou cenu, čímž se minimalizují nepříznivé účinky vyvolávané na životní prostředí teplem odcházejícím do moře nebo jiného vodního systému.
4. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se pro parní turbínu volí takový konečný tlak expanze a taková úroveň teploty odpadní páry, které jsou nižší než u konvenční elektrárny s dálkovým vytápěním, a v místě, kde je venkovní vzduch chladnější než mořská voda, jsou stejné nebo nižší než ty u kondenzační turbíny s chlazením mořskou vodou, a volí se tak, aby hodnota energie vypouštěné do kondenzátoru neměla z hlediska procesu elektrárny žádnou cenu, čímž se minimalizují nepříznivé účinky vyvolávané na životní prostředí, protože takto se uvolňuje energie do vzduchu.
5. Optimálně pracující elektrárna s dálkovým vytápěním pro společnou výrobu elektřiny a tepla, zejména k provádění způsobu podle nároků 1 až 4, jejíž část tvoří parní elektrárna s parní turbínou, **vyznačující se tím**, že kromě parní turbíny provozované jako kondenzační turbína pro výrobu základní zátěžové elektřiny a regulační elektřiny zahrnuje
- první tepelné čerpadlo pro výrobu nižšího rozsahu výkonu dálkového vytápění, jehož zdrojem využívané energie je odpadní pára z parní turbíny,
- špičkový zátěžový motor pro produkování hlavně špičkového zátěžového výkonu a špičkové zátěžové elektřiny v zimním období a prostředky pro rekuperaci tepla z výfukových plynů špičkového zátěžového motoru a pro spolupráci s ním a
- druhé tepelné čerpadlo jehož zdroj energie pro produkování vyššího rozsahu výkonu dálkového vytápění je zčásti uvedena energie odpadní páry z parní turbíny a zčásti teplo výfukových plynů špičkového zátěžového motoru.
6. Optimálně pracující elektrárna s dálkovým vytápěním podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že obsahuje tlumicí nárazové prostředky pro akumulaci tepla pro krátkodobá špičková zatížení.
7. Optimálně pracující elektrárna s dálkovým vytápěním podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že obsahuje prostředky pro ochlazování odpadní páry z parní turbíny plynem.
8. Optimálně pracující elektrárna s dálkovým vytápěním podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že část parní elektrárny zahrnuje konvenční elektrárnu s dálkovým vytápěním, jejíž turbína je opatřena nízkotlakou komorou s prodlouženou expanzí pro výrobu kondenzační elektřiny.
9. Optimálně pracující elektrárna s dálkovým vytápěním podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že část parní elektrárny sestává z modulů (M1, M2).
10. Optimálně pracující elektrárna s dálkovým vytápěním podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že počet modulů (M1, M2) je dva nebo tři.
11. Optimálně pracující elektrárna s dálkovým vytápěním podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že moduly (M1) mají týž výkon.
12. Optimálně pracující elektrárna s dálkovým vytápěním podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že moduly (M1, M2) mají dva odlišné výkony.

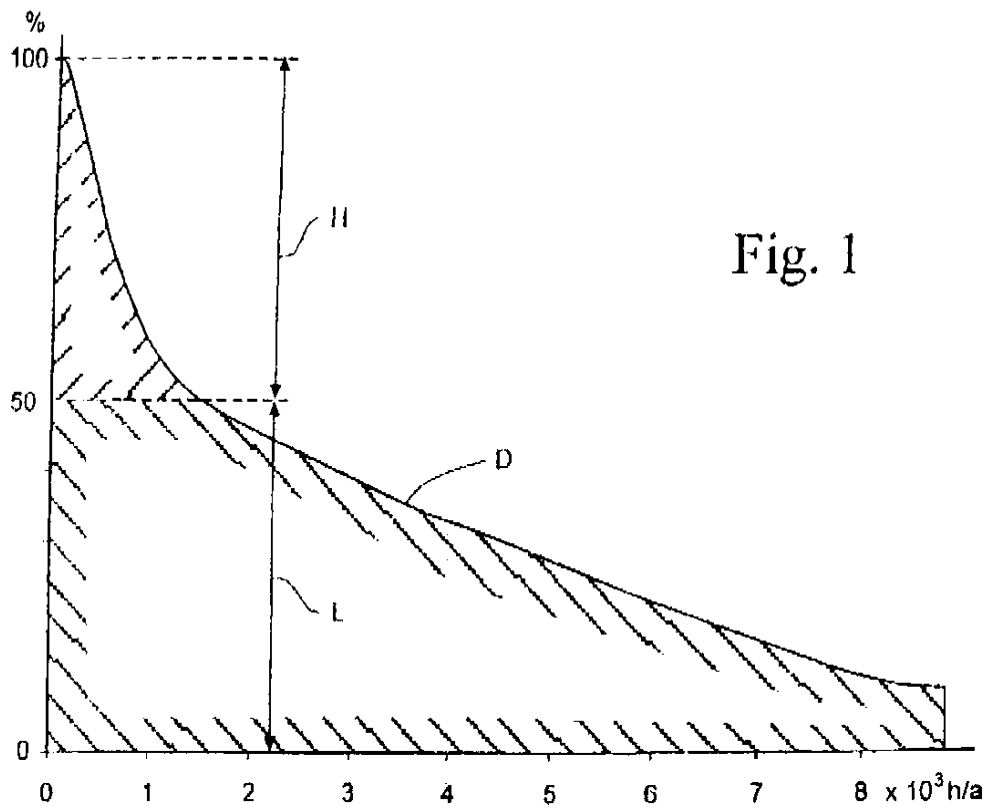


Fig. 1

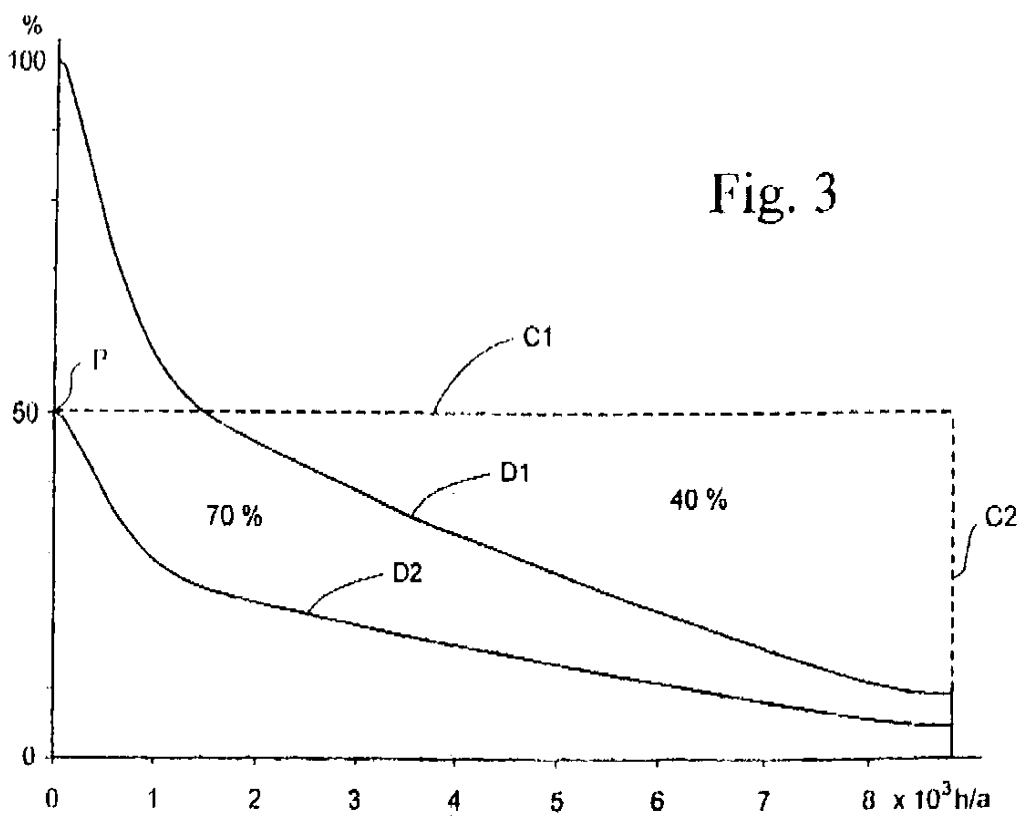


Fig. 3

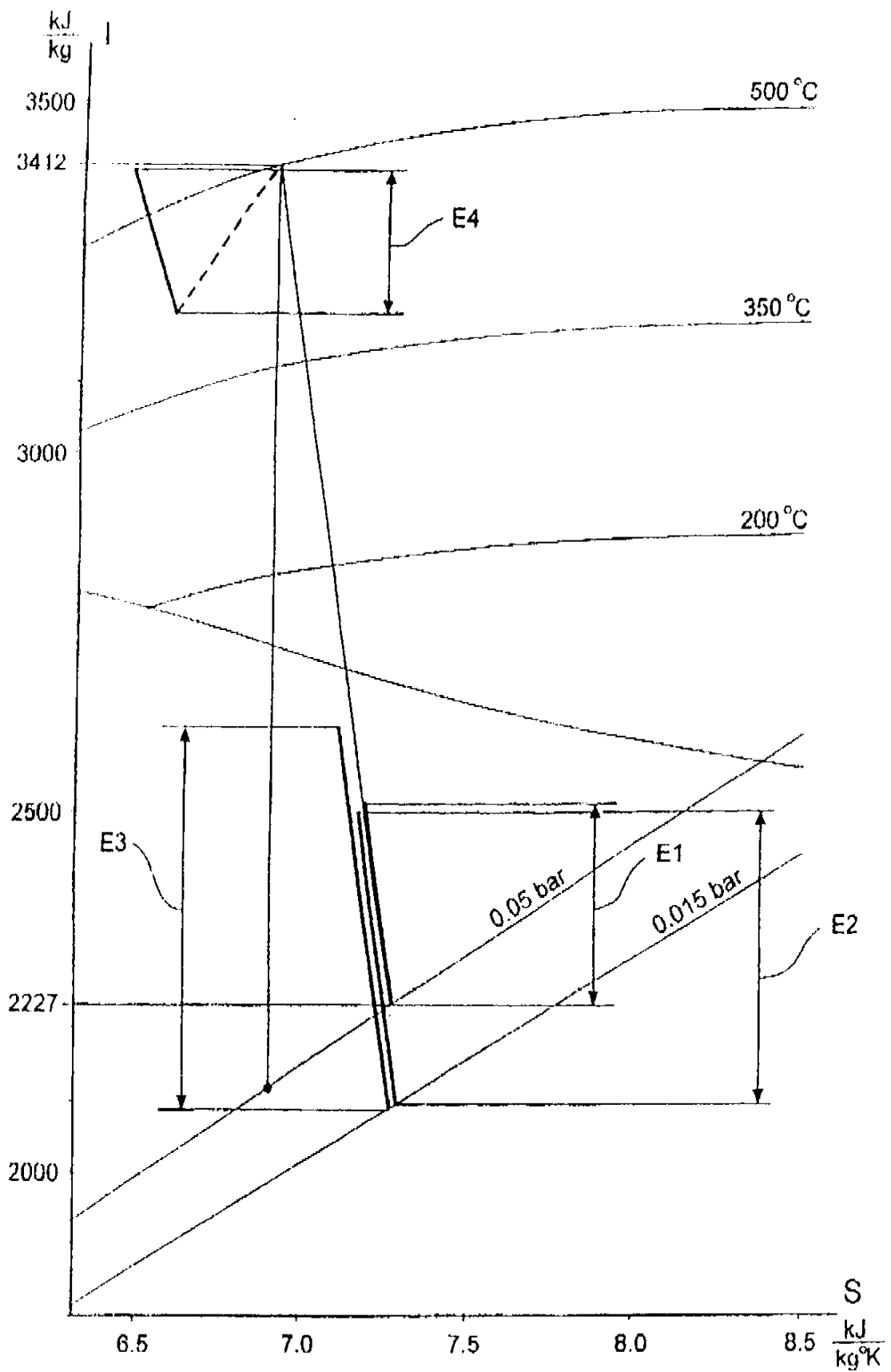


Fig. 2

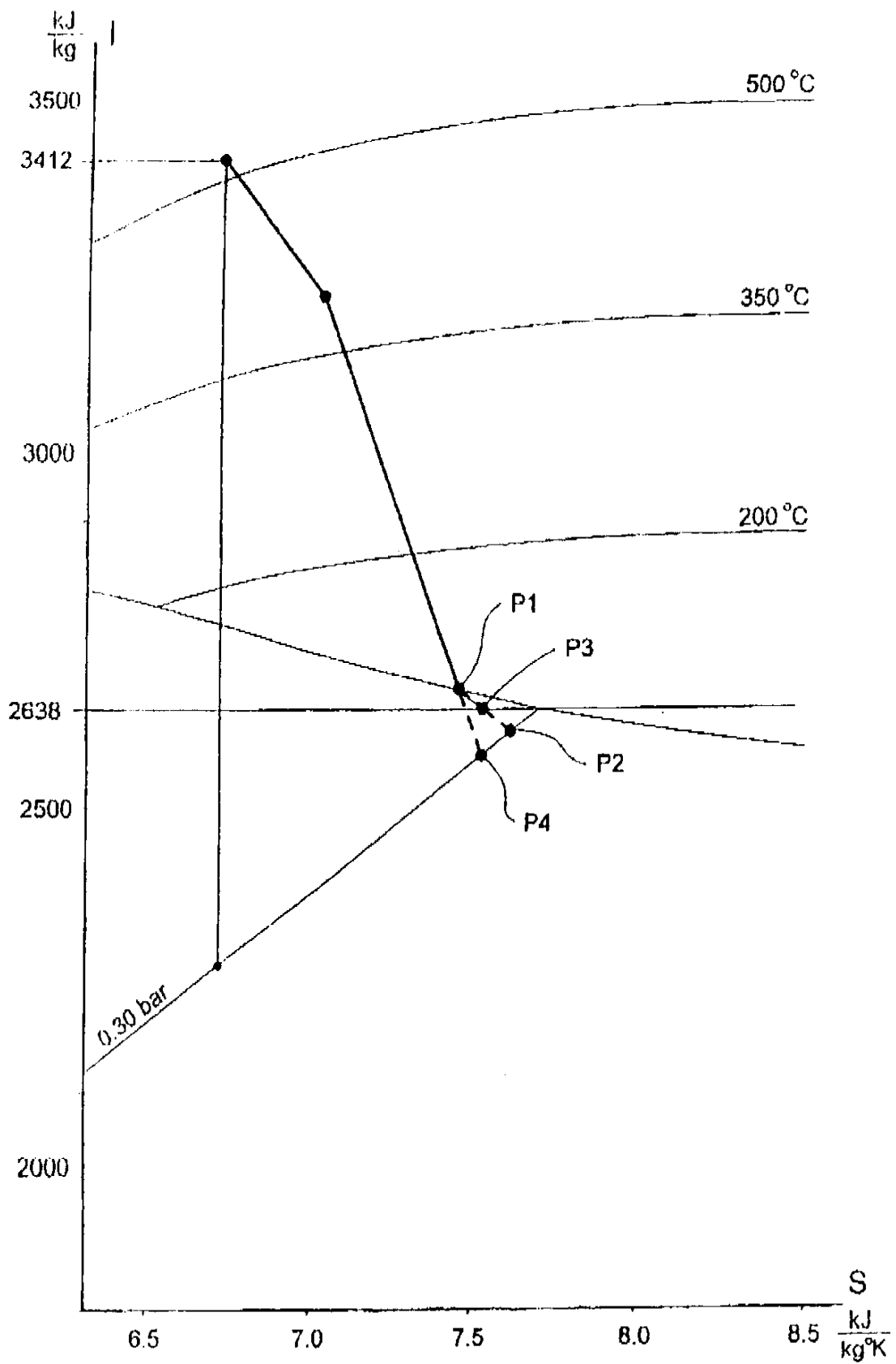


Fig. 4

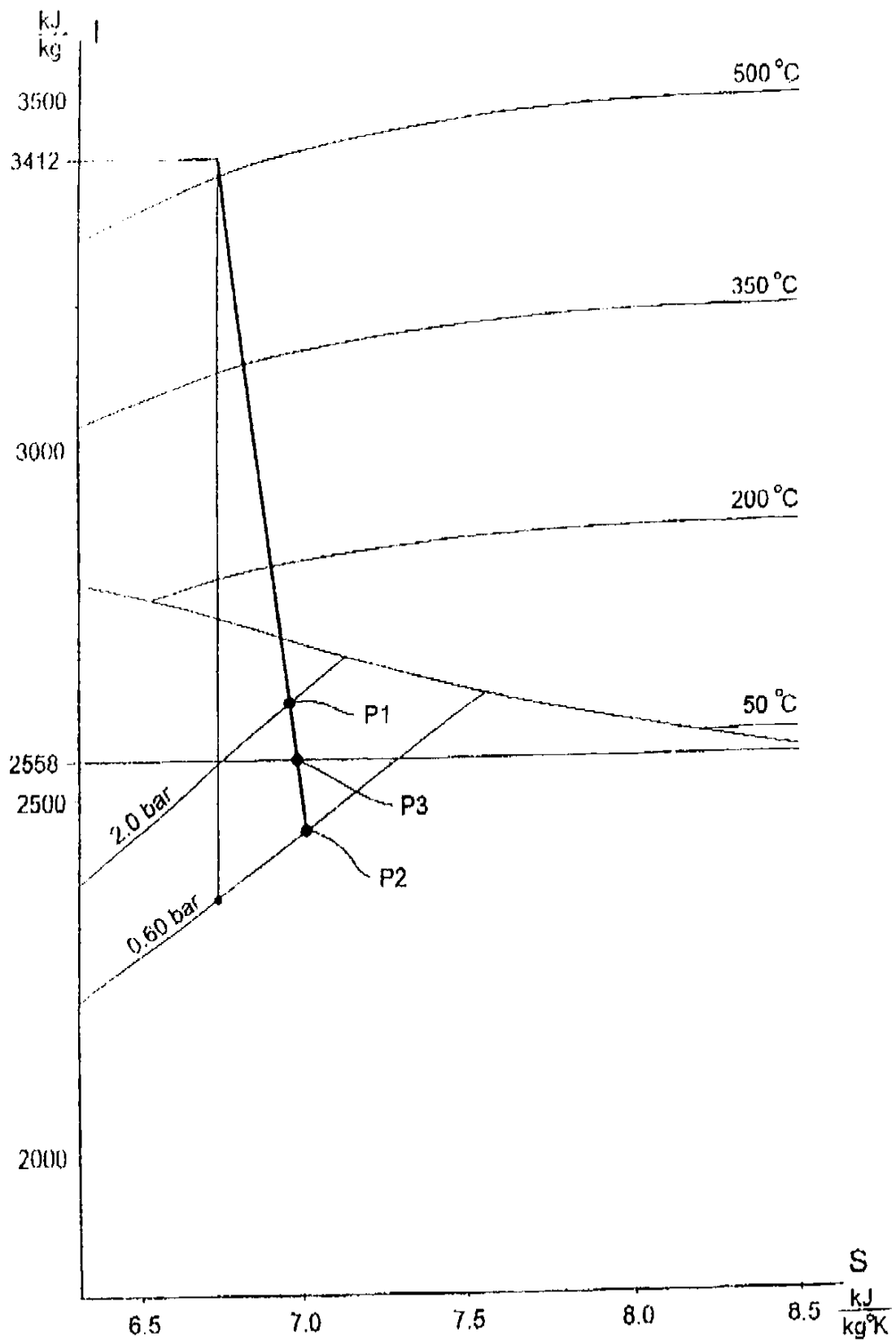


Fig. 5

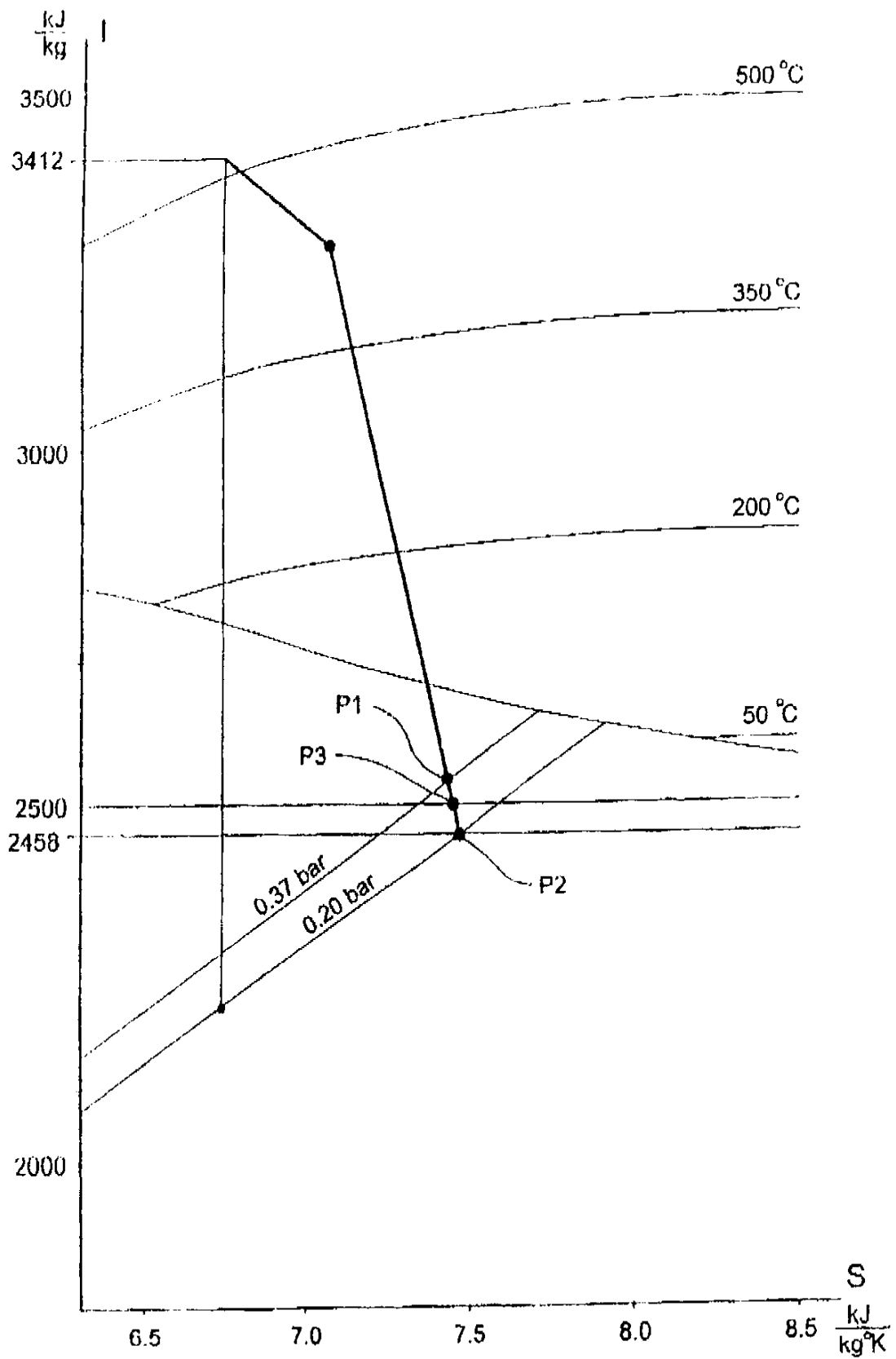


Fig. 6

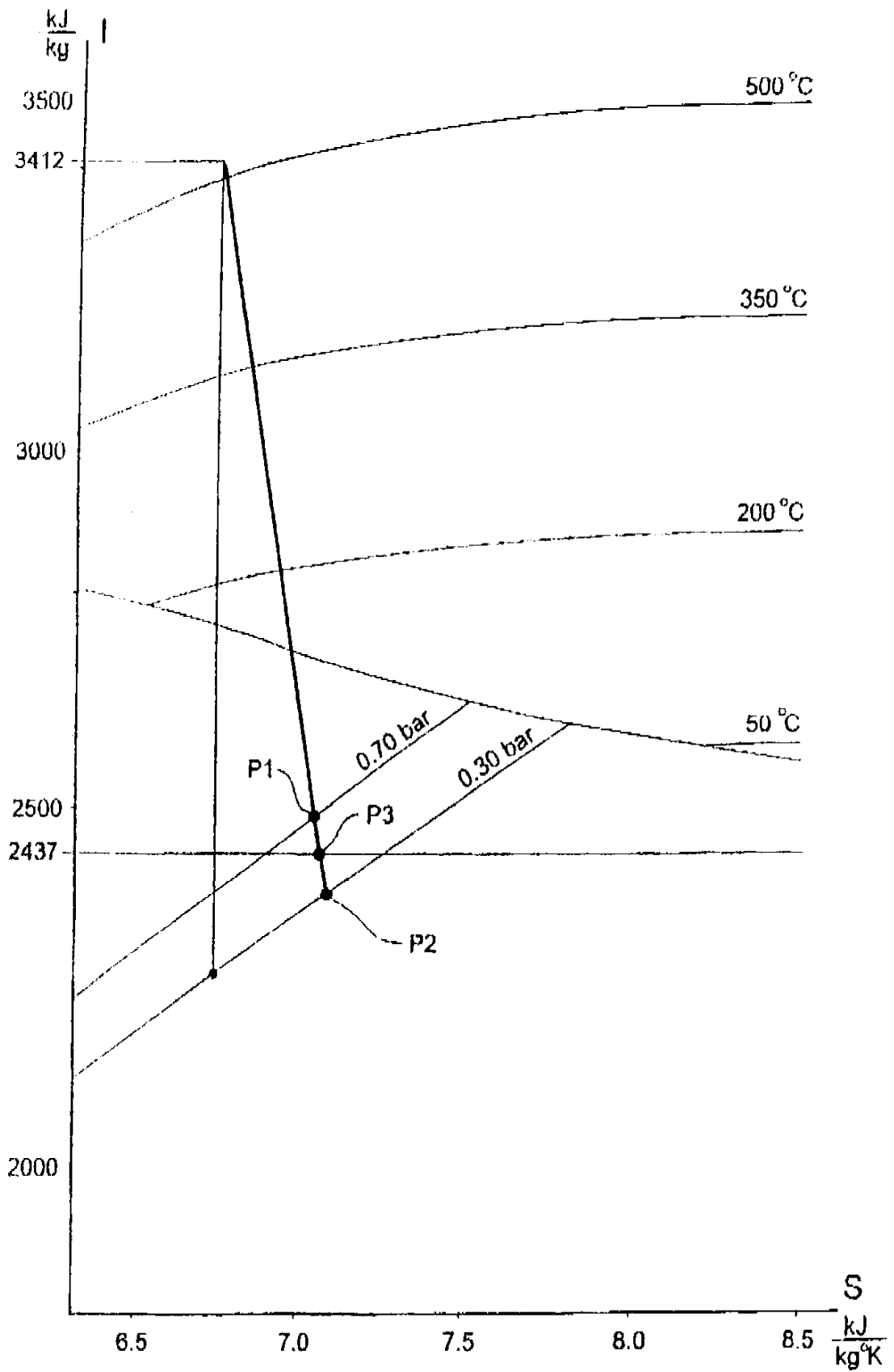


Fig. 7

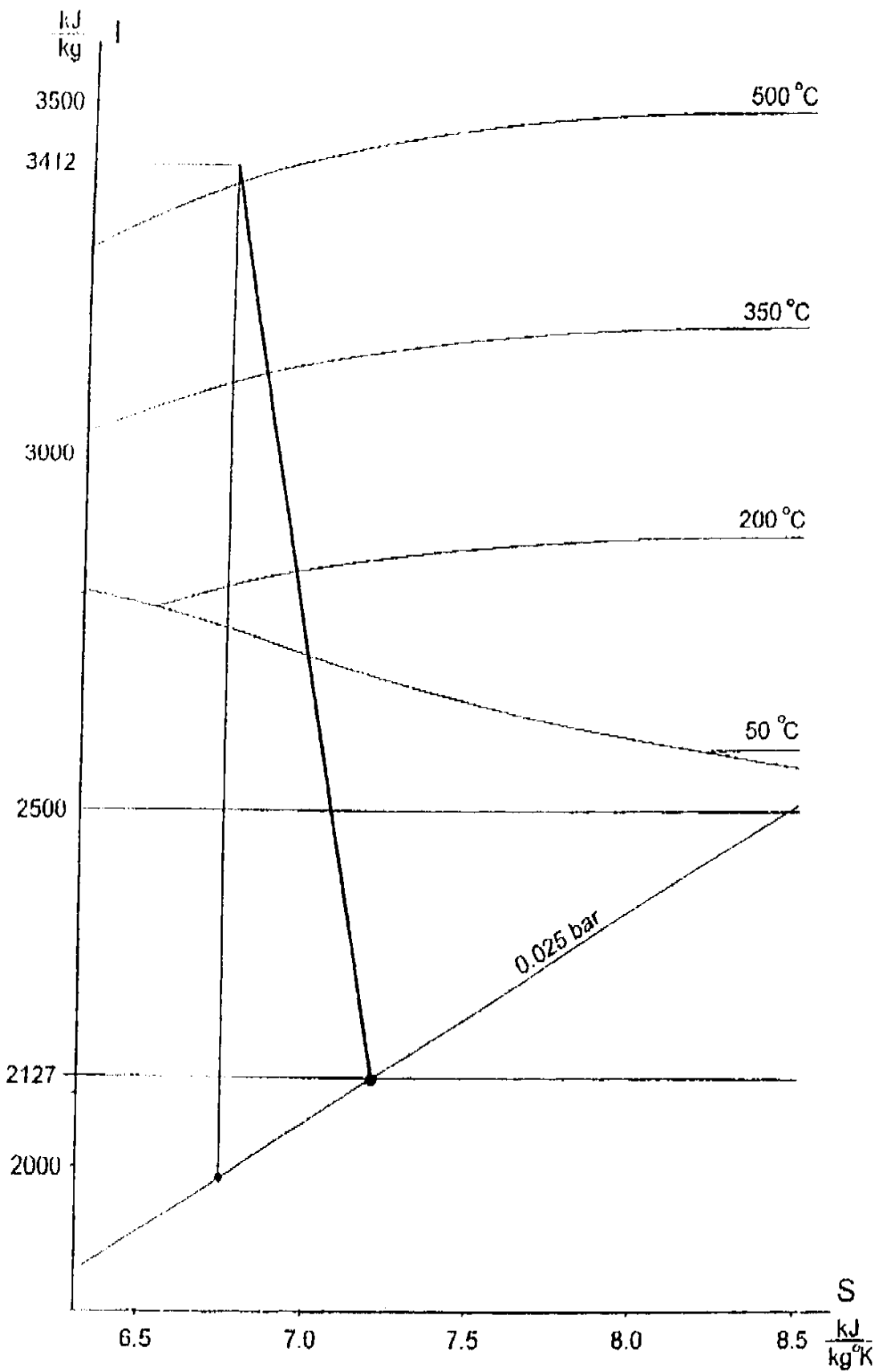


Fig. 8

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

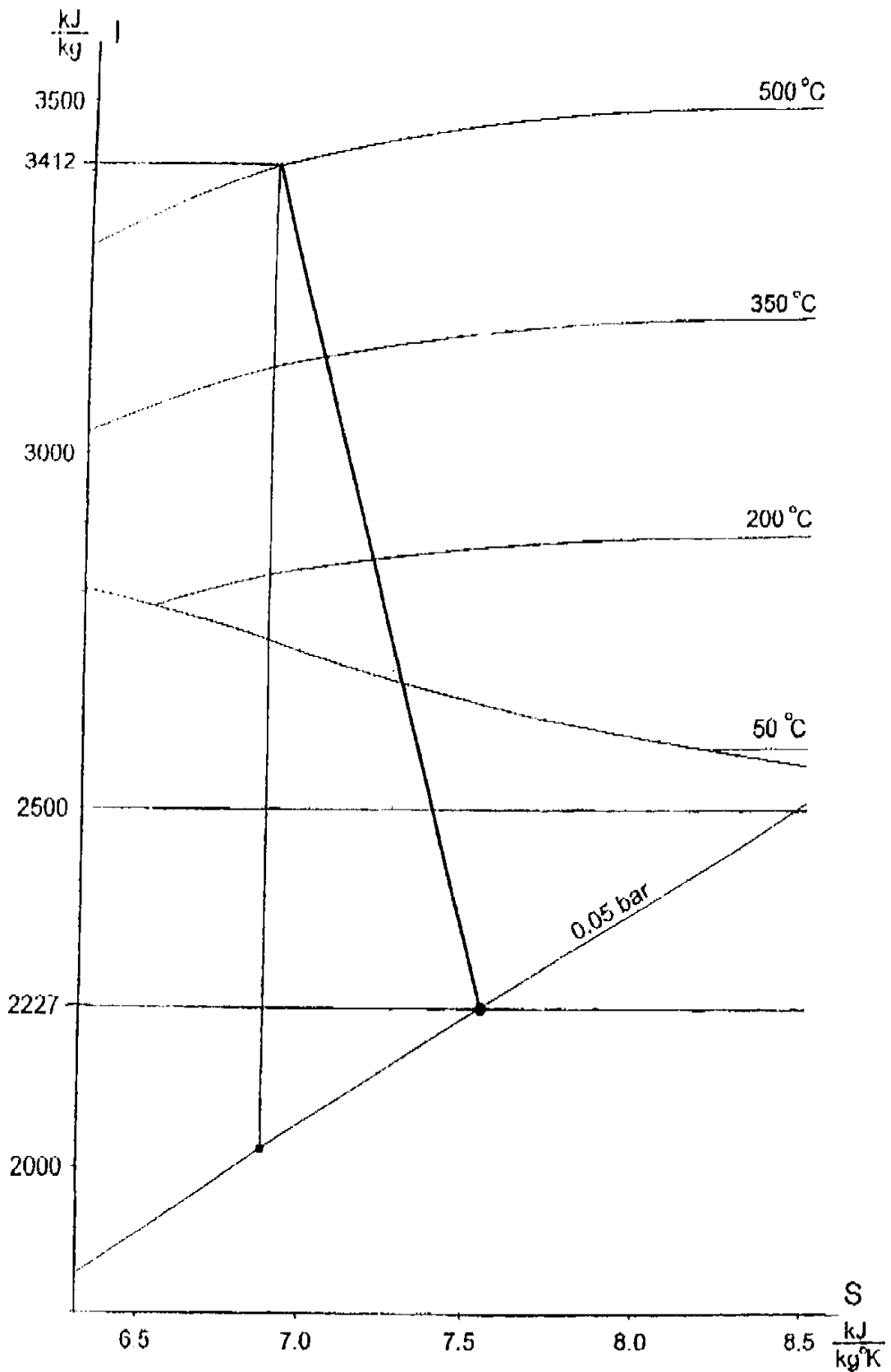


Fig. 9

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

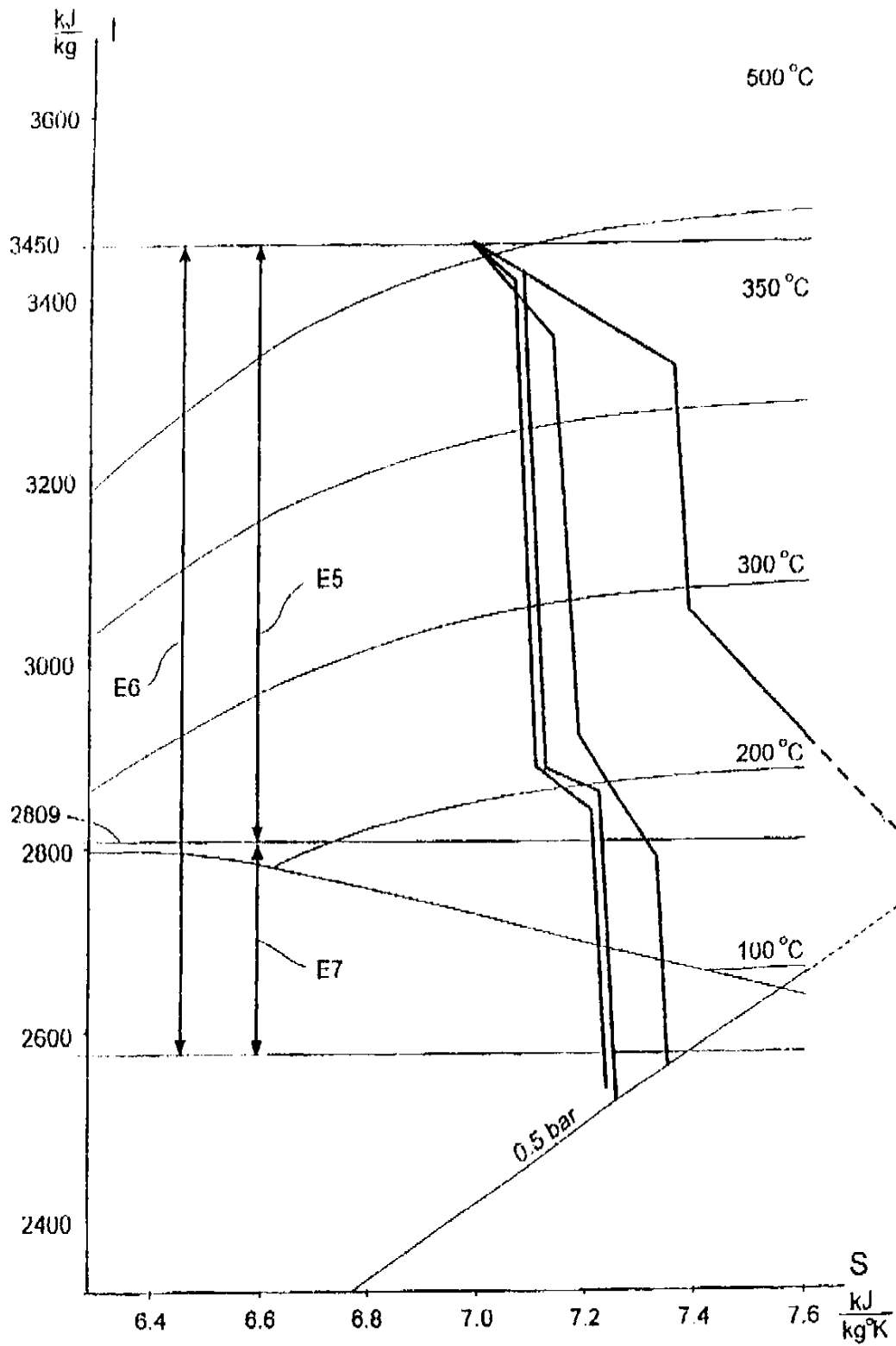


Fig. 10

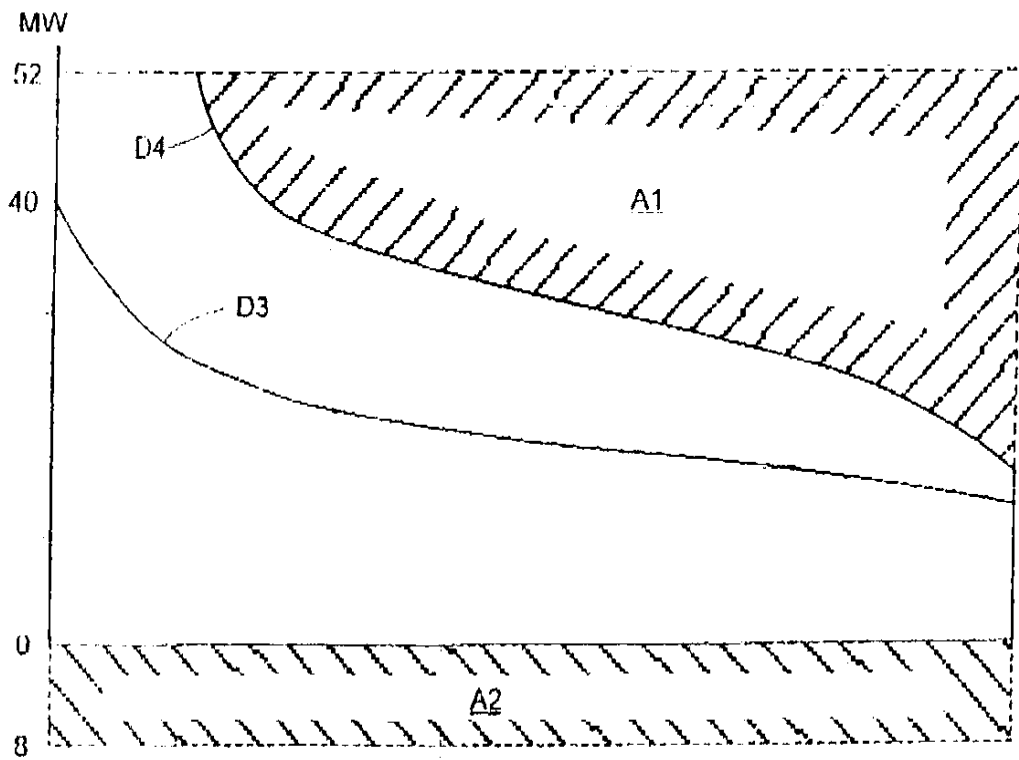


Fig. 11

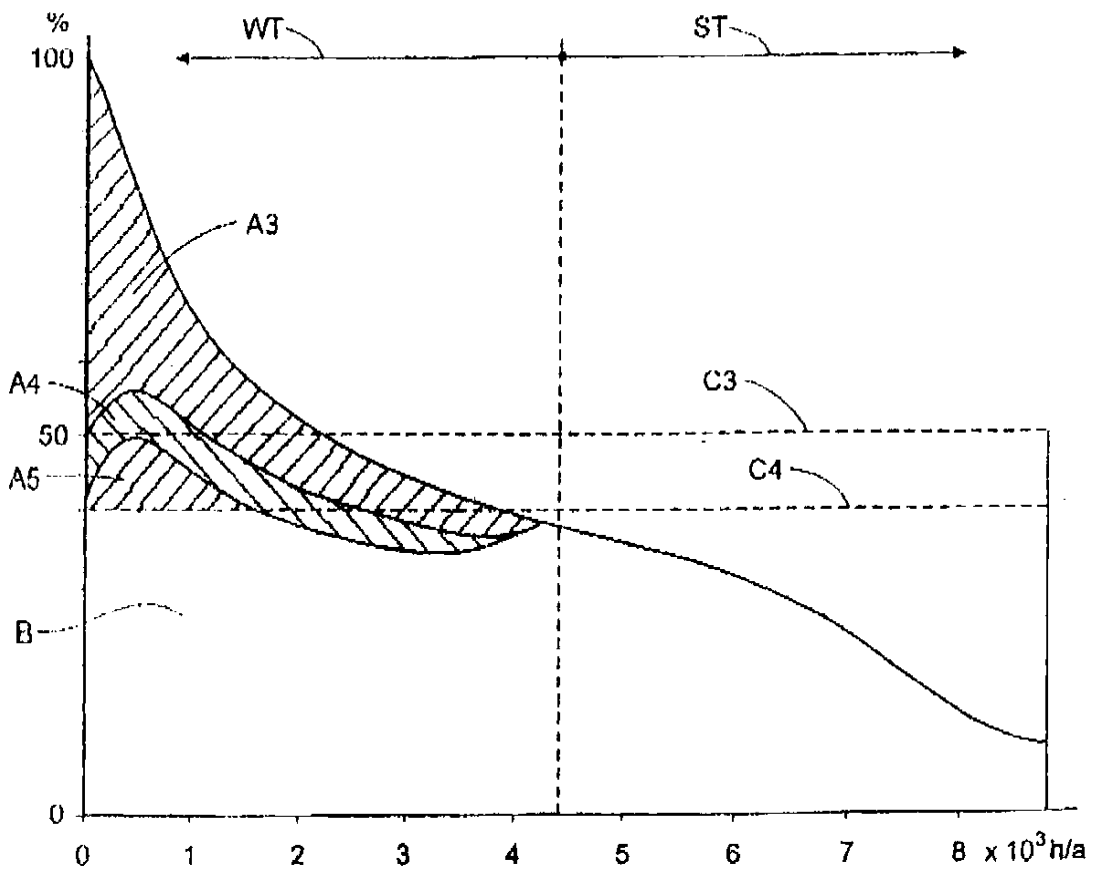


Fig. 12

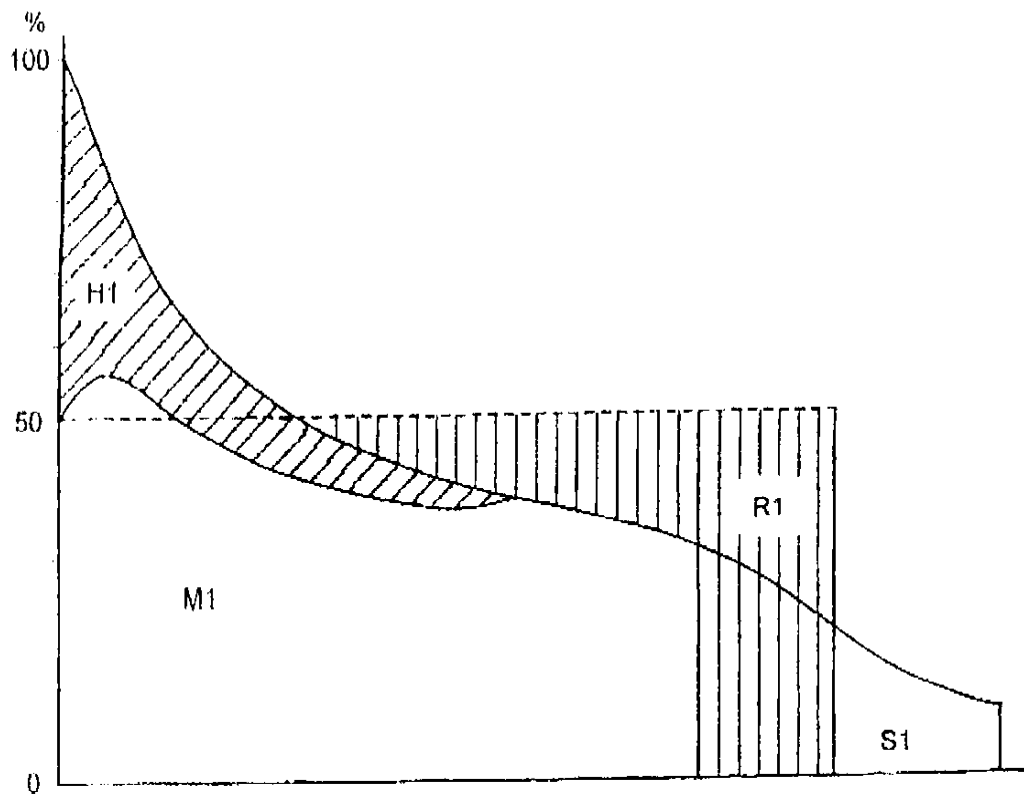


Fig. 13

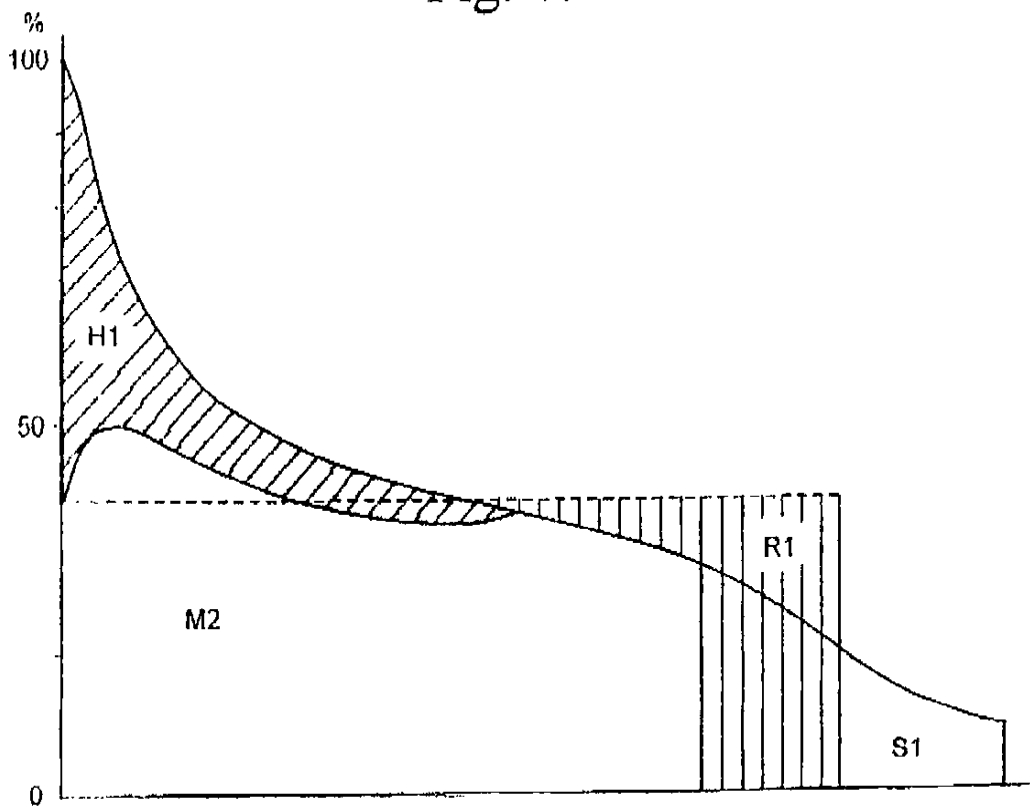


Fig. 14

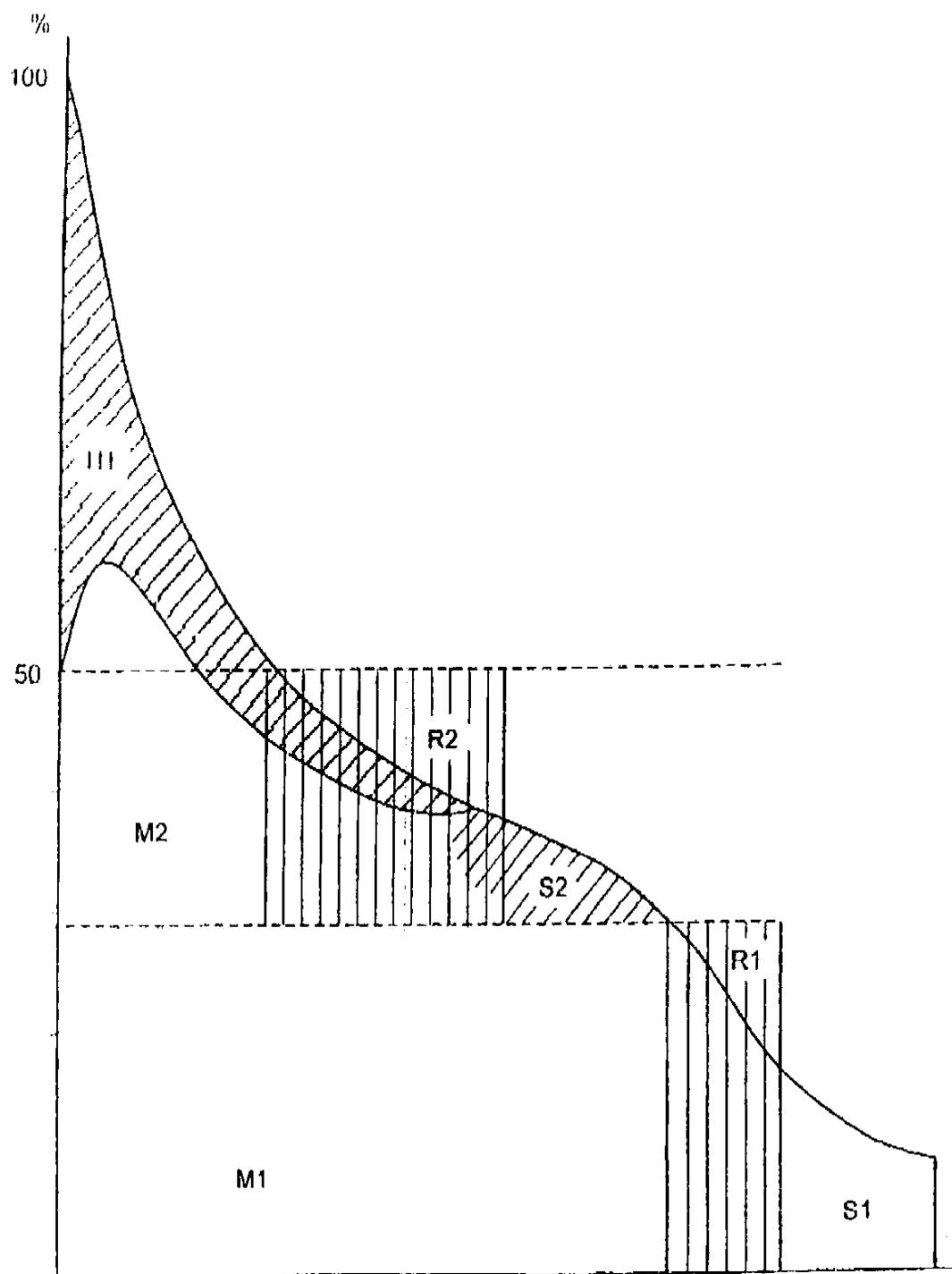


Fig. 15

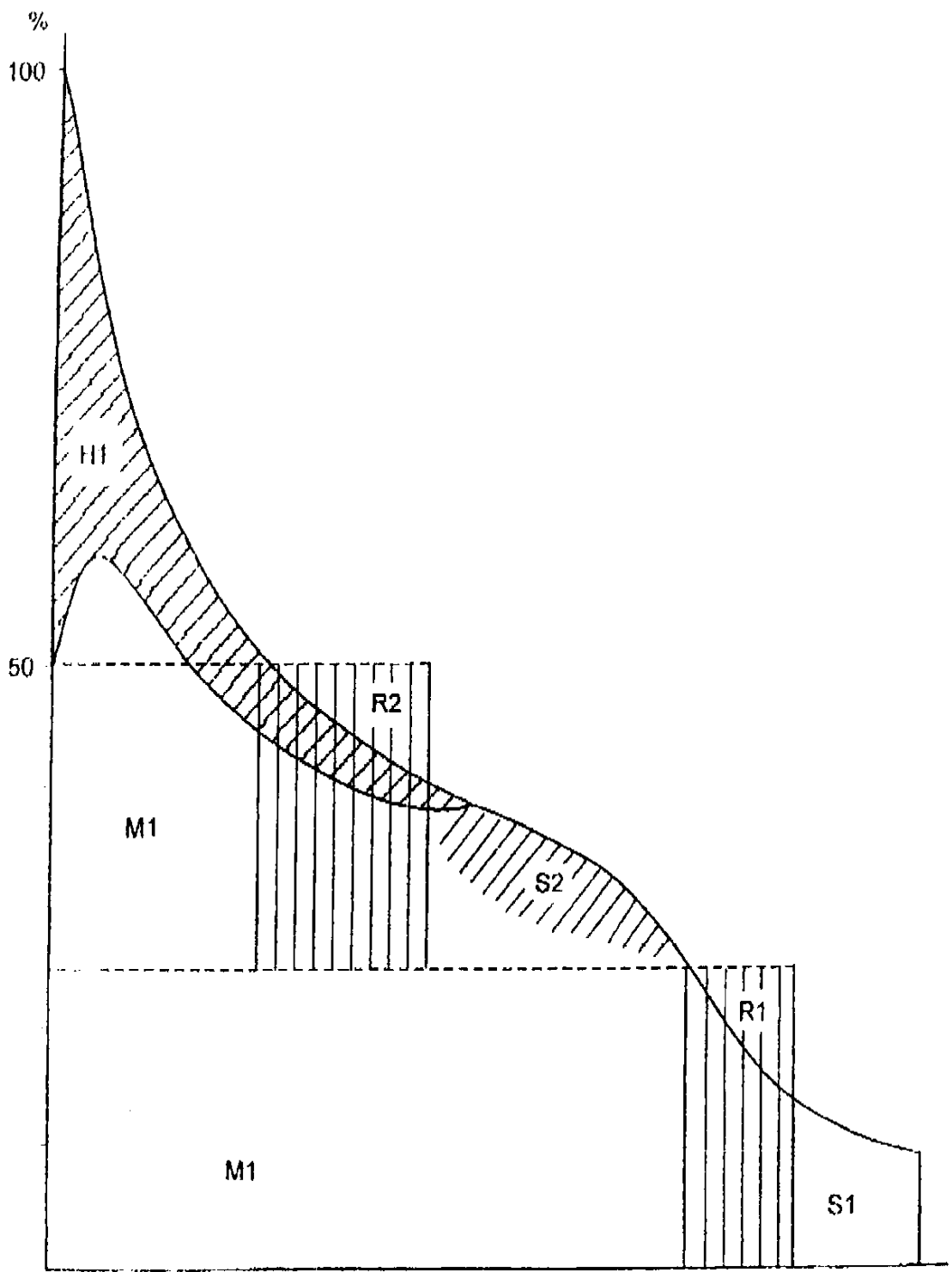


Fig. 16

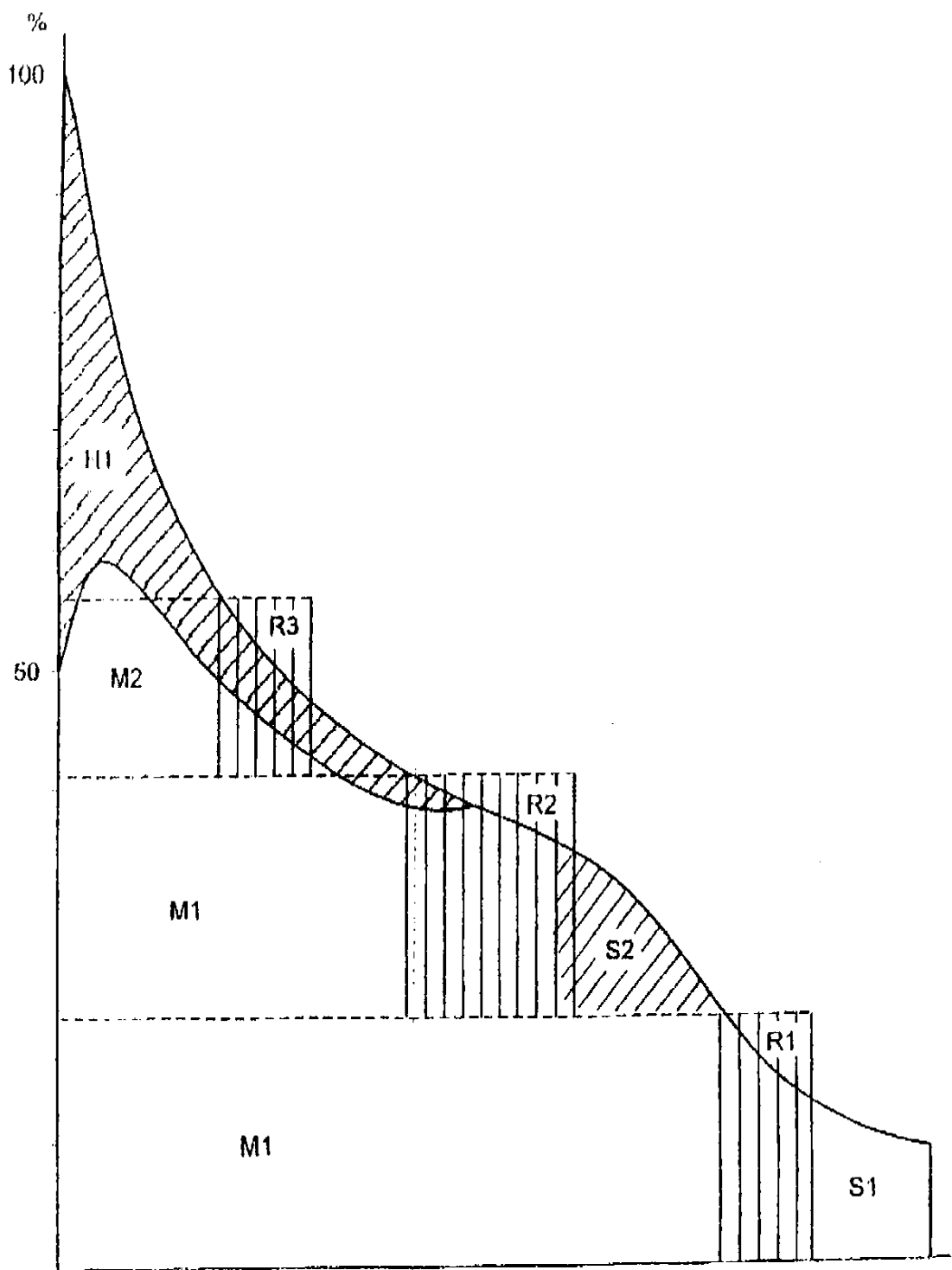


Fig. 17

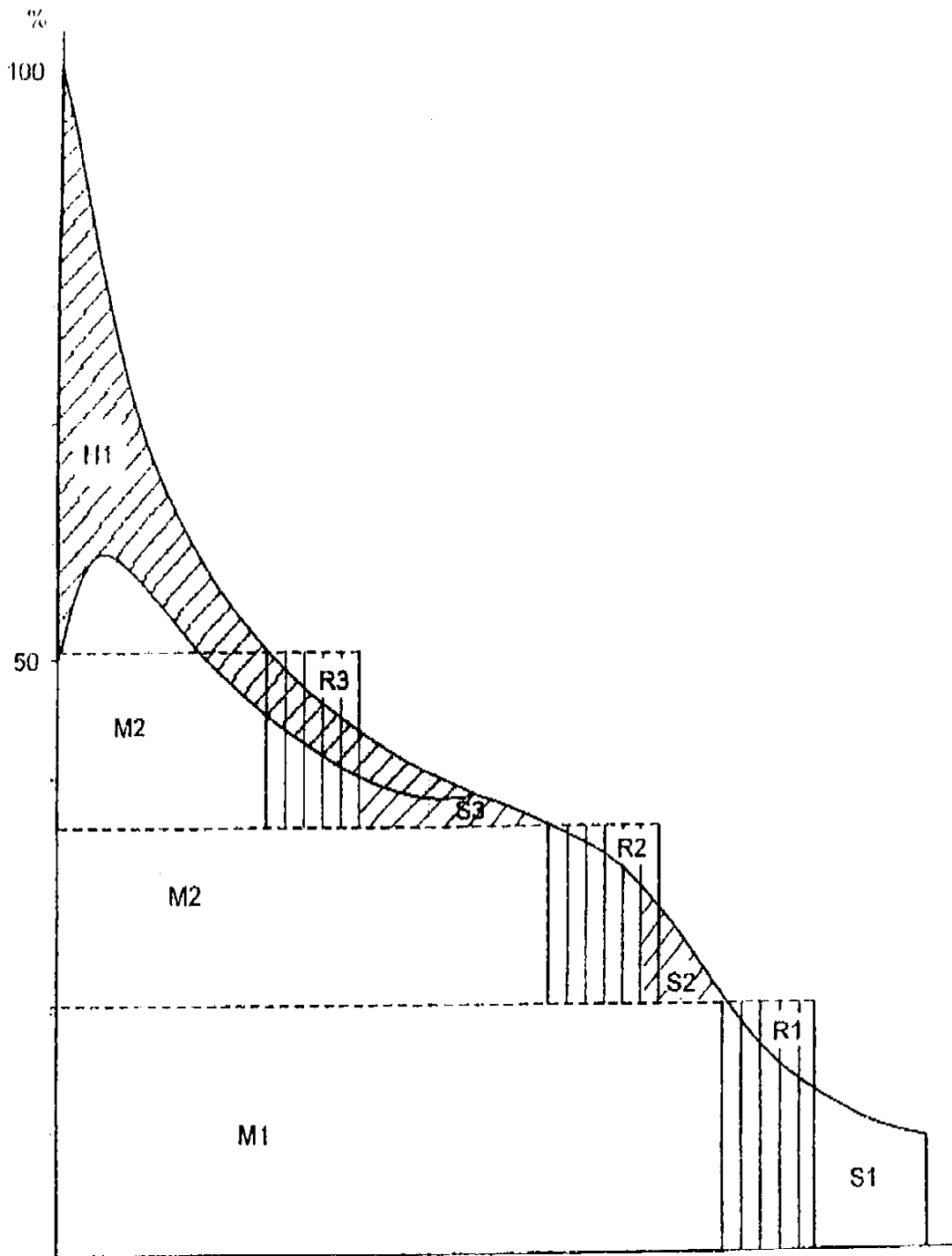


Fig. 18

Konec dokumentu