

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

38 134

(13) Druh dokumentu: U1

(51) Int. Cl.:

F03B 13/06 (2006.01)
F03B 13/08 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2024-42123
(22) Přihlášeno: 22.07.2024
(47) Zapsáno: 01.10.2024

- (73) Majitel:
Vysoká škola báňská - Technická univerzita
Ostrava, Ostrava, Poruba, CZ
Ing. Otakar Černý, Havířov, Šumbark, CZ
- (72) Původce:
Ing. Otakar Černý, Havířov, Šumbark, CZ
prof. Ing. Stanislav Honus, Ph.D., Bohuslavice, CZ
- (74) Zástupce:
Mgr. Michal Poljak, Nové sady 988/2, 602 00 Brno,
Staré Brno

- (54) Název užitého vzoru:
**Přečerpávací vodní elektrárna s oddělenou
dolní a horní nádrží**

CZ 38134 U1

Přečerpávací vodní elektrárna s oddělenou dolní a horní nádržíOblast techniky

5

Technické řešení se týká přečerpávací elektrárny obsahující dolní nádrž a oddělenou horní nádrž.

Dosavadní stav techniky

10

Klasické přečerpávací elektrárny mají dolní nádrž a oddělenou horní nádrž, přičemž alespoň jedna z nádrží je vytvořena jako souvislá nádrž v přírodním horninovém masivu, což je v současné době již obtížně uskutečnitelné především z ekologických důvodů.

15

Oddělení dolní a horní nádrže zde znamená, že nejsou mezi sebou konstrukčně ve svislém směru spojeny svými stěnami ani spojovacími prvky.

Místo souvislé nádrže může být přijatelným řešením soustava menších modulárních nádrží, která při srovnatelné kapacitě zasahuje s menší intenzitou do přírodního prostředí.

20

Je známo řešení dle dokumentu US 11846263 B2, kde stacionární přečerpávací hydroelektrický systém obsahuje

- zásobníkový systém obsahující horní zásobníkový systém a dolní zásobníkový systém,
- alespoň jeden z horního zásobníkového systému a dolního zásobníkového systému obsahující modulární zásobníkové uspořádání, kde jedna nebo více modulárních zásobníkových nádrží obsahuje pole modulárních nádrží,
- pole modulárních nádrží obsahující množství modulárních nádrží oddělených a alespoň částečně podepřených hliněnými hrázemi v obecně vzájemně podpůrném uspořádání.

30

Modulární nádrže jsou umístěny přímo na podloží v modulárních zásobníkových nádržích. Mezi modulárními nádržemi a podkladem, tj. podložím není umístěn žádný nosný prvek nebo prvek, který by vytvářel prostor pro kontrolu stavu spodní strany modulové nádrže.

35

Všechny modulární nádrže jsou v poli modulárních nádrží umístěny v jedné vodorovné rovině.

Nádrže jsou mezi sebou navzájem a s čerpadlem/turbínou spojeny, a to hydraulicky prostřednictvím spojovacího potrubí.

40

Oddělení a výškový rozdíl systémů dolních a horních nádrží jsou v tomto řešení přečerpávací elektrárny zajištěny přírodním horninovým masivem, každý systém nádrží má samostatný podklad.

- Zásobníkové nádrže s hliněnými hrázemi jsou nosným prvkem modulárních nádrží. Modulární nádrže jsou zde umístěny v zásobníkových nádržích, a to odděleně a musí být alespoň částečně podepřeny, a to hliněnými hrázemi, které jsou součástí zásobníkových nádrží.

45

Systémy dolních a horních nádrží ani samotné zásobníkové nebo modulární nádrže nejsou mezi sebou konstrukčně spojeny.

50

Modulární nádrže sice mohou být vyrobeny z různého materiálu, např. i z oceli, ale volba hlíny jako materiálu opěrných hrází v zásobníkových nádržích je zdůvodněna přednostním použitím pružných vakových modulárních nádrží, protože hliněné hráze lze přizpůsobit zaoblenému tvaru a malé výšce vaků.

55

Hliněný materiál hrází je měkký, aby nehrozilo poškození poměrně choulostivých pružných vaků.

Nevýhody:

- 5 - terén pro vytvoření zásobníkových nádrží musí být nejprve vyrovnán tak, aby jejich dna byla vyhloubena ve stejné výšce, tj. ve vodorovné rovině,
- modulární nádrže nemohou být zapuštěny do zeminy příliš hluboko a musí být uspořádány vedle sebe ve vodorovné rovině, protože hliněné hráze nejsou moc pevné a zejména při dešti by se vlastní tíhou mohly zhroutit a také vnější přetlak hlíny by modulární nádrže zbortil (uvádí se proto hloubka zásobníkových nádrží přibližně jen 2 m),
- 10 - v případě použití ocelových modulárních nádrží podepření hliněnými hrázemi znamená kontakt modulárních nádrží s korozním prostředím hlíny, což snižuje životnost modulárních nádrží,
- modulární nádrže zapuštěné v zemině nejsou z vnější strany dobře přístupné pro kontrolu, údržbu a případné opravy nebo pro výměnu,
- hlína pro uložení modulárních nádrží je podklad s velmi nízkou únosností, takže zde lze dosáhnout jen nízké kapacity na jednotku plochy, na které je postavena soustava zásobníkových nádrží.
- 15 - zásobníkové nádrže pro umístění modulárních nádrží (vaků) jsou sice relativně mělké, avšak při potřebné velké ploše celého pole jsou přesto velkými zásahy do terénu,
- k dosažení větší kapacity potřebuje přečerpávací elektrárna velkou plochu na pozemcích s hlínou, což není výhodné z důvodu ochrany zemědělské nebo lesní půdy zejména v zemích s vysokou hustotou osídlení.
- 20

Znamé řešení dle CN 115929532 A popisuje přečerpávací elektrárnu zásobníkového typu. Obsahuje dolní skupinu zásobníků vody a horní skupinu zásobníků vody. Horní skupina zásobníků je spojena vysokotlakým potrubím s reverzní turbínou, dolní skupina zásobníků je spojena
25 nízkotlakým potrubím s touto reverzní turbínou. Zásobníky jsou postaveny bezprostředně na základech vytvořených na podloží a ve skupině jsou uspořádány vodorovně vedle sebe, každý zásobník je připojen k potrubí nezávisle.

30 Za nejvýhodnější je zde považována zobrazená horizontální konstrukce zásobníků, tzn., že jsou relativně široké a vodorovně uspořádání zásobníků vedle sebe je výhodné pro rovnoměrnost průtoku vody ve spojovacím potrubím během přečerpávacího cyklu. Široká konstrukce zásobníků však vyžaduje mohutnější základy, protože je z hlediska pevnostní stability velmi citlivá na nerovnoměrnosti v únosnosti a tím i stlačitelnosti podkladu, tj. podloží, a zejména ve skupinách
35 vyžaduje rozlehlý rovinný pozemek nebo rozsáhlé úpravy terénu.

Jelikož jsou zásobníky jsou uloženy dnem přímo na základu, tj. na nosném prvku, dno tedy není přístupné pro kontrolu ze spodní strany.

40 Je známo řešení dle dokumentu DE 102019118725 A1, kde je stacionární přečerpávací elektrárna vytvořena v prohlubni po povrchovém dole.

Dolními nádržemi jsou tlakové nádoby umístěné na dně jezera.

45 Tlakové nádoby jsou uloženy vodorovně vedle sebe nebo pravidelně nad sebou a proti vztlaku při případném zatopení vodou jsou zajištěny kotvením ke dnu jezera nebo k betonovému základu nebo jsou zasypány homínou nebo jsou zhotoveny ze silnostěnného betonu, takže u dna jezera jsou zajištěny vlastní tíhou.

50 Modulární nádrže jsou umístěny přímo na vodorovném podloží nebo na vodorovném betonovém základu. Mezi modulárními nádržemi a podložím, případně základem není umístěn žádný prvek, který by vytvářel prostor pro kontrolu stavu spodní strany modulové nádrže. Podstavce pod modulárními nádržemi by zde ostatně byly nežádoucí, protože by relativně významně snižovaly výtlačnou výšku.

Voda z jezera je přes turbínu přepouštěna do tlakových nádob, čímž se vyrábí elektrická energie. Odčerpáváním vody čerpadlem z tlakových nádob do jezera se akumuluje elektrická energie.

- 5 Dolní nádrže (tlakové nádoby) nejsou mezi sebou konstrukčně spojeny svými stěnami ani vzájemnými spojovacími prvky, jsou mezi sebou navzájem spojeny pouze hydraulicky prostřednictvím spojovacího potrubí s čerpadlem/turbínou.

Přečerpávací elektrárna může být uspořádána ve dvou variantách:

- 10 První varianta:

Dolní nádrží jsou tlakové nádoby umístěné na dně v jedné části jezera, která není naplněna vodou. Vedlejší část jezera je oddělena hrází, po zaplnění vodou je horní nádrž.

Je to dočasná varianta, než dojde k naplnění celého jezera vodou.

- 15 Tlakové nádoby, které tvoří dolní nádrž, jsou spojeny s horní nádrží prostřednictvím spojovacího potrubí.

Druhá varianta:

- 20 Dolní nádrží jsou tlakové nádoby umístěné na dně jezera.

Po odstranění hráže a po zaplnění vodou je celé jezero horní nádrží.

Tlakové nádoby, které tvoří dolní nádrž, jsou spojeny s horní nádrží prostřednictvím spojovacího potrubí a jsou spojeny rovněž vodou v horní nádrži a jejím silovým účinkem – horní nádrž působí ve využitelné hloubce silou, vztlakem vody na dolní nádrž (tlakové nádoby). Jedná se o variantu

- 25 mimo daný okruh techniky.

Nevýhody:

- 30 - tlakové nádoby jsou při zatopení vodou namáhány vnějším přetlakem vody z jezera, proto jsou vyztužovány vnitřními výztuhami nebo jsou zhotoveny ze silnostěnného betonu,

- v tlakových nádobách s uzavřeným provedením se vzduch ve vodě pod vysokým tlakem rozpouští a při přečerpávání odchází s přečerpávanou vodou do jezera, kde se z vody odloučí; množství vzduchu v tlakových nádobách a tím i kapacita přečerpávací elektrárny se postupně zmenšuje, takže je zřejmě nutno vzduch do tlakových nádob doplňovat; vodu je jinak možno z tlakových
35 nádob odčerpávat jen za cenu vytvoření podtlaku, a to teoreticky na úroveň tlaku nasycených par vody, což však znamená přetržení vodního sloupce a silnou kavitaci, která znemožňuje chod čerpadla,

- výtlačná výška nemůže být větší než hloubka jezera,

- 40 - k tlakovým nádobám, které jsou na sobě navrstveny nebo jsou zasypány zeminou, je nejen zespodu, ale ze všech stran velmi obtížný, prakticky nemožný přístup pro kontrolu jejich bezpečného stavu nebo pro opravu, proto při poruše některé tlakové nádoby je tato prostě vyřazena z provozu,

- vzhledem k tomu, že tlakové nádoby jsou umístěny přímo na vyrovnaném podkladu (podloží) nebo na nosném prvku z betonu,

- 45 je zde vždy zvoleno uspořádání tlakových nádob a spojovacích vodních kanálů do jednoduchého vodorovného útvaru a terén musí být předtím vyrovnán do vodorovné roviny; odstupňované uspořádání by naopak bylo významnou stavební i provozní komplikací,

- tlakové nádoby a další potřebné betonové konstrukce mají relativně velkou hmotnost v poměru k množství přečerpávané vody,

- 50 - začíná být nedostatek vhodného kamene a písku pro hromadnou výrobu betonových tlakových nádob.

Dosavadní řešení přečerpávacích elektráren s modulovými nádržemi mají stále značné ekologické a ekonomické nevýhody, které brání jejich masovému zavádění, zejména:

55

- značným rozsahem terénních úprav pro vyrovnaní podkladu k umístění soustav modulů zasahují do životního prostředí, (v reálných přírodních podmínkách se totiž jen velmi vzácně vyskytují dvě vodorovná místa s konstantní únosností podloží a s velkým výškovým rozdílem),
 - neumožňují využívat plochy s terénem výškově nepravidelným, která jsou v přírodě mnohem častější,
 - mohou využívat v podstatě jen plochy podloží s rovnoměrnou únosností,
 - nemohou využívat místa se značným rozptylem únosnosti podloží na ploše vyčleněné k výstavbě modulových nádrží přečerpávací elektrárny,
- 10 a/nebo
- mají relativně velkou hmotnost ve vztahu k množství přečerpávané vody,
 - nevyužívají odpadní teplo vznikající při přečerpávání.
- 15 Úkolem technického řešení je vyřešit přečerpávací elektrárnu s oddělenou dolní a horní nádrží, která využije výhody a odstraní nevýhody dosavadních řešení tím, že nádrže budou mít modulovou konstrukci, která:
- bude relativně lehká, konstrukčně pevná, a tedy levná a vhodná pro sériovou nebo hromadnou výrobu s jednoduchou montáží, s dlouhou životností a snadnou provozní udržitelností,
 - bude umožňovat ochranu, izolaci modulových nádrží proti nepříznivým účinkům podkladu,
 - umožní akumulovat odpadní teplo vznikající při přečerpávání,
 - pro umístění dolní a horní nádrže umožní využívat nejen pevný, ale i kapalný podklad a jejich kombinace,
 - může být vystavěna v horském i v nížinném terénu s výškovými nepravidelnostmi bez nutnosti větších terénních úprav, s minimálními stavebními náklady na úpravu podkladu,
 - může využívat tvrdý, pevný horninový podklad, který je spíše na okraji zájmu lesníků a zemědělců,
 - bude optimálně využívat plochu a nerovnoměrnou únosnost podloží nebo plochu a nerovnoměrnou hloubku vodních prostorů,
 - bude tedy jen minimálně zasahovat do přírodního prostředí.

Podstata technického řešení

- 35 Technické řešení řeší uvedený úkol přečerpávací elektrárnou, která pro přečerpávání kapaliny obsahuje oddělenou dolní nádrž a horní nádrž, přičemž nejméně jedna z oddělených nádrží obsahuje soustavu modulových nádrží umístěných na podkladu nebo na nosném prvku a uspořádaných vedle sebe nebo nad sebou, přičemž přečerpávací elektrárna dále obsahuje
- 40 spojovací potrubí a energetické soustrojí uspořádané pro přečerpávání kapaliny mezi dolní a horní nádrží, jejíž podstatou je, že obsahuje modulovou nádrž, která je umístěna či vytvořena na podstavci nebo v prostoru podstavce, přičemž podstavec je umístěn na nebo v podkladu nebo na nebo v nosném prvku, přičemž ve stacionárním provedení je podkladem podloží a nosným prvkem základ umístěný na podloží a v plovoucím provedení je podkladem voda v základní nádrží
- 45 a nosným prvkem plovák umístěný ve vodě v základní nádrží.

- Umístění modulových nádrží na podstavcích či v prostoru podstavců dle technického řešení je konstrukční znak, který umožní, že soustavy modulových nádrží v přečerpávacích elektrárnách s oddělenou dolní a horní nádrží budou moci být, zvláště pomocí výhodných provedení, v zájmu
- 50 maximální efektivity, zejména v zájmu dosažení potřebné výtlačné výšky spolu s optimalizací tvaru, velikosti a polohy modulových nádrží, při individuálním uspořádání každého modulu a jeho částí velmi dobře přizpůsobeny nejrozmanitějším podmínkám prostředí, takže

- budou nejenom relativně lehké, konstrukčně pevné, a tedy levné a vhodné pro sériovou nebo hromadnou výrobu s jednoduchou montáží, s dlouhou životností, vysokou bezpečností a snadnou provozní udržitelností,

5 ale také

- budou umožňovat ochranu, izolaci modulových nádrží proti nepříznivým účinkům podkladu a okolí vůbec,

- umožní akumulovat odpadní teplo vznikající při přečerpávání,

10 - umožní využívat tvrdý, pevný horninový podklad, právě tak jako kapalný podklad nebo jejich kombinace,

- mohou být vystavěny s potřebnou výtláčnou výškou v horském i v nížinném terénu s různým, i nepravidelným, sklonem a s minimálními stavebními náklady na úpravy podkladu pro umístění modulových nádrží,

15 - mohou být vystavěny s různým počtem a s různým uspořádáním modulů vč. modulových nádrží dle potřeb a možností dané lokality, a přitom budou co nejlépe využívat plochu a únosnost podkladu v rámci pozemku určeného k výstavbě,

- nebudou nešetrně zasahovat do přírodního prostředí,

20 - nebudou vyžadovat likvidaci dosavadních objektů k bydlení či k rekreaci, mohou být dokonce vystavěny v jejich blízkosti.

Podstavec je určen zejména k nesení a výškovému uspořádání modulové nádrže.

25 Modulové nádrže mají s výhodou své rozměry a výškové uspořádání individuálně upraveny podle tvaru a/nebo únosnosti podkladu, s výhodou pomocí podstavců.

Modulové nádrže menšího průměru ve velkém počtu jsou na ploše soustavy mnohem méně citlivé na nerovnoměrnou únosnost a tím na stlačitelnost podloží nebo na hloubku základní nádrže a respektováním nepravidelné výšky terénu vyžadují mnohem menší terénní úpravy než malý počet 30 širokých modulových nádrží s vodorovným uspořádáním na stejné ploše soustavy.

S výhodou dolní a/nebo horní nádrž obsahuje soustavu modulů, která obsahuje běžné moduly a/nebo skupinu běžných modulů, přičemž běžný modul obsahuje modulovou nádrž.

35 S výhodou běžné moduly nebo skupina běžných modulů mají pevnostně samonosnou konstrukci, která zajišťuje jejich tvarovou stabilitu během přečerpávání kapaliny.

Běžný modul je umístěn na nebo v podkladu. U stacionárního provedení je podkladem podloží, u plovacího provedení je podkladem voda v základní nádrži.

40

Běžný modul je s výhodou umístěn na nosném prvku. Nosný prvek je umístěn na nebo v podkladu a je určen pro nesení běžného modulu.

U stacionárního provedení běžného modulu může být nosným prvkem s výhodou betonový základ, 45 u plovacího provedení běžného modulu může být nosným prvkem s výhodou plovák.

Nosný prvek může být s výhodou součástí modulu.

Běžný modul s výhodou obsahuje podstavec.

50

Pevnostně samonosná konstrukce běžných modulů jim při umístění na podkladu nebo na nosném prvku zajišťuje tvarovou stabilitu během provozního zatížení zejména při vzpěrovém namáhání od tíhy modulových nádrží s vodou, s výhodou také stabilitu proti převrácení při zhoršených povětrnostních podmínkách, a to bez potřeby opěr nebo závěsů kotvených k okolnímu prostředí.

55

U vysokých a štíhlých běžných modulů umístěných samostatně nelze z důvodu značného vzpěrového namáhání nebo z důvodu silného větru zajistit dostatečnou stabilitu.

- 5 Proto je možno konstrukčním spojením běžných modulů vytvořit skupinu běžných modulů, čímž vznikne pevnostně samonosná konstrukce, která již svou tuhostí zajistí potřebnou stabilitu běžných modulů pro dané zatížení.

Dvě oddělené nádrže uspořádané s výškovým rozdílem lze nazývat dolní nádrž a horní nádrž.

- 10 Výškového rozdílu mezi dolní a horní nádrží, které jsou od sebe odděleny, je možno dosáhnout využitím přírodního horninového masivu nebo pomocí umělé konstrukce.

Uspořádání běžných modulů nebo skupin běžných modulů dle technického řešení dále umožňuje:

- 15 - kombinovat různé typy modulových nádrží s různými typy podkladů a nosných prvků,
 - zajistit ochranu modulových nádrží proti vzájemnému poškození při zatížení přečerpávanou vodou,
 - vytvořit prostor pro ochranu modulové nádrže proti nepříznivým účinkům okolí,
 - zajistit oddělení modulové nádrže od podkladu nebo od nosného prvku zejména použitím
 20 podstavce,
 - vytvořit prostor pro plný přístup k údržbě modulových nádrží zejména použitím podstavce,
 - zvyšuje možnost plného využití únosnosti pevného podloží nebo hloubky základní nádrže,
 - umožňuje plně využít terén s nerovnoměrnou výškou a únosností podloží nebo nerovnoměrnou
 hloubku základní nádrže,
 25 - snižuje nároky na zastavěnou plochu a výrazně zvyšuje druhovou pestrost a tím i množství lokalit vhodných pro umístění přečerpávací elektrárny.

- Uspořádání dolní a/nebo horní nádrže do soustavy modulů s běžnými moduly dle technického řešení umožňuje vytvořit velmi pestrou nabídku výhodných stacionárních a plovoucích provedení
 30 pro optimální uplatnění přečerpávací elektrárny v nejrůznějších zeměpisných a ekonomických podmínkách.

- Jako dolní nádrž nebo horní nádrž může být použita umělá nádrž nebo přírodní nádrž vytvořená nebo vzniklá v horninovém podloží, která může být pozemní nebo podzemní (jeskyně).
 35

- Umělá nádrž může být s výhodou tvořena stávajícím pozemním, povrchovým umělým vodním dílem, tj. např. přehrazením horského údolí sypanou, betonovou nebo ocelovou hrází, vyhloubením jámy nebo zatopením vytěženého povrchového dolu, nebo umístěním v prostorách provozovaného nebo zastaveného hlubinného dolu.
 40

- Umělá nádrž, s výhodou ocelová nebo betonová, může být vytvořena jako stacionární nádrž umístěná na pevném podloží na suché zemi nebo na dně moře, přičemž může přesahovat nad hladinu vody v moři nebo může být celá ponořena, nebo může být vytvořena jako plovoucí nádrž umístěná ve vodě v základní nádrži.
 45

- Přírodní nádrž může být s výhodou tvořena jezerem, mořem nebo řekou.

- Jako základní nádrž, např. pro umístění plovoucí soustavy modulů, může být rovněž použita umělá nebo přírodní nádrž.
 50

- Základní nádrž pro umístění plovoucí soustavy modulů by měla být s výhodou bezodtoková, aby se snížilo riziko, že při neúmyslném nebo úmyslném vypuštění vody ze základní nádrže nebo v důsledku poškození, netěsnosti či propustnosti její hráze nebo jejího dna dojde k poškození plovoucí soustavy modulů při jejím dosednutí na dno základní nádrže.
 55

Dolní nádrž a horní nádrž v přečerpávací elektrárně podle technického řešení jsou od sebe odděleny, čímž je zde rozuměno, že dolní a horní nádrž nejsou mezi sebou konstrukčně ve svislém směru spojeny svými stěnami ani spojovacími prvky, tj. ve svislém směru na sebe silově nepůsobí, tedy se pevnostně ve svislém směru neovlivňují, tzn., že si přímo ani prostřednictvím spojovacího prvku vzájemně neovlivňují výškovou polohu, tj. výtlačnou výšku. Mohou však být spojeny vodorovně, takže si mohou zlepšovat stabilitu proti převrácení, nebo mohou být spojeny hydraulicky pomocí potrubí k přečerpávání vody nebo plynu.

Tento účinek lze zajistit s výhodou tím, že dolní i horní nádrž mají

- každá svůj nezávislý podklad,
- případně mají každá nezávislý nosný prvek, např. nezávislý základ vytvořený na společném podloží nebo nezávislý plovák umístěný ve společné základní nádrži,
- nebo jsou obě umístěny na společném základu, tedy nosném prvku, nezávisle, odděleně, s výhodou vedle sebe, tj. nezávisle na sobě alespoň ve svislém směru.
- nebo mají každá svůj nezávislý podstavec umístěný na společném základu, tedy na společném nosném prvku.

Horninový masiv jako podklad pro dolní a horní nádrž může být přírodní nebo může být umělého původu, např. tím, že je vytvořen na území rekultivovaném po těžbě hornin.

Rovněž přírodní nebo umělá jeskyně jako nádrž, např. jako dolní nádrž, v horském horninovém masivu může být konstrukčně nezávislá na horní nádrži, protože hornina s horní nádrží umístěná nad jeskyní vytváří přírodní nosnou konstrukci, která překlenuje jeskyni a nezatěžuje její podloží.

Výškový rozdíl mezi dolní a horní nádrží může být dosažen také vhodným konstrukčně odděleným umístěním dolní a horní nádrže na podloží v tomto horninovém masivu.

Stejně zásady pro uspořádání platí i pro případ, že je dolní a/nebo horní nádrž vytvořena jako soustava modulů podle technického řešení.

Tudíž dolní soustava modulů a horní soustava modulů jsou také od sebe konstrukčně odděleny,

Každá z těchto soustav modulů podle technického řešení:

- má svůj nezávislý podklad, s výhodou jsou odděleny podložími přírodního horninového masivu, který slouží k nesení soustav modulů a s výhodou může zajišťovat také výškový rozdíl těchto soustav modulů,
- nebo má svůj nezávislý nosný prvek na společném podkladu, s výhodou nezávislé základy, tj. vedle sebe, na stejném podloží nebo nezávislé plováky, tj. vedle sebe, ve stejné základní nádrži,
- nebo jsou umístěny nezávisle, vedle sebe na společném nosném prvku, s výhodou na společném základu, nebo vedle sebe na společném plováku jako nosném prvku, s výhodou při symetrickém uspořádání modulů dolní a horní soustavy modulů pro udržení rovnováhy na hladině vody v základní nádrži.

Ekonomicky nejvýhodnější bývá situace, kdy je pro přečerpávací elektrárnu k dispozici přírodní vyvýšenina, pak horní nádrž nebo horní soustava modulů může být s výhodou vystavěna na jejím vrcholu, na svahu nebo ve výše položeném údolí a dolní nádrž nebo dolní soustava modulů bude vystavěna na úpatí přírodní vyvýšeniny.

V přečerpávací elektrárně umístěné na rovinatém území může být horní nádrž s výhodou tvořena soustavou modulů s vysokými podstavci, kterými se zajistí její výškový rozdíl oproti dolní nádrži umístěné vedle ní a vytvořené s výhodou rovněž jako soustava modulů.

Jestliže bude přečerpávací elektrárna vystavěna v horském prostředí, potom dolní soustava modulů bude pravděpodobně vystavěna pod horami na podloží, které je méně únosné než vrcholy hor, proto bude mít zřejmě menší výšku a bude tudíž vyžadovat větší plochu než horní soustava modulů.

- 5 Modulová nádrž může být umístěna v dolní části běžného modulu tak, že dosedá svým dnem na mezikus nebo přímo na nosný prvek (na základ nebo na plovák) nebo je umístěna přímo na nebo v podkladu (na podloží nebo ve vodě v základní nádrži).

- 10 Podstavec může být s výhodou alespoň z části vytvořen jako nástavba betonového základu vytvořená z izolačního materiálu, který má potřebnou pevnost v tlaku k nesení modulové nádrže, přičemž s výhodou vyplňuje celý průřez modulu pod modulovou nádrží.

Izolační materiál s výhodou nepropouští elektřinu a/nebo vodu a/nebo teplo.

- 15 Tlak vody v modulové nádrži se tak prostřednictvím dna přenáší rovnoměrně na celou plochu podstavce nebo podkladu. Dno modulové nádrže zde může být proto velmi tenké. Dolní dno modulové nádrže může být s výhodou ploché.

- 20 Kontrolu dna modulové nádrže je možno provádět nedestruktivními metodami, např. ultrazvukem, z horní strany, tj. z vnitřního prostoru nádrže.

- 25 Běžný modul s prázdnou modulovou nádrží lze také zvednout např. jeřábem nebo pomocí hydraulického nebo pneumatického zvedacího zařízení. Následně lze zkontrolovat dno modulové nádrže i ze spodní strany.

- Svislé stěny modulové nádrže působí na podklad vyšším měrným tlakem než dno modulové nádrže. S výhodou je proto dolní část svislých stěn modulové nádrže rozšířena, čímž se snižuje měrný tlak, kterým svislé stěny působí na podklad.

- 30 Spojovací potrubí je zde s výhodou připojeno z boku ke svislé stěně modulové nádrže.

Běžný modul je s výhodou připevněn šrouby k základu proti překlopení nebo posunutí při silném nárazu větru.

- 35 V souladu s podstatou technického řešení však lze vysoké a štíhlé běžné moduly zajistit proti překlopení za silného větru spojením do skupin.

- 40 Dolní soustava modulů obsahuje s výhodou běžné moduly, ve kterých jsou obsaženy dolní modulové nádrže, horní soustava modulů obsahuje běžné moduly, ve kterých jsou obsaženy horní modulové nádrže.

Pro předmětné technické řešení platí, že běžný modul může být stacionární nebo plovoucí, a dále platí:

- 45 z hlediska umístění:

- stacionární běžný modul je umístěn na pevném, horninovém podloží, což je i dno základní nádrže,
- plovoucí běžný modul je umístěn na hladině kapaliny, s výhodou vody, v základní nádrži;

- 50 z hlediska změny výškové polohy při přečerpávání:

- stacionární běžný modul nemění při přečerpávání svou výškovou polohu,
- plovoucí běžný modul mění při přečerpávání svou výškovou polohu.

- 55 Stacionární skupina běžných modulů obsahuje stacionární běžné moduly.

Stacionární skupina běžných modulů je s výhodou tvořena stacionárními běžnými moduly spojenými mezi sebou.

- 5 Plovoucí skupina běžných modulů obsahuje plovoucí běžné moduly.

Plovoucí skupina běžných modulů je s výhodou tvořena plovoucími běžnými moduly spojenými mezi sebou.

- 10 Stacionární soustava modulů obsahuje stacionární běžné moduly a/nebo stacionární skupiny běžných modulů,

plovoucí soustava modulů obsahuje plovoucí běžné moduly a/nebo plovoucí skupiny běžných modulů.

- 15 Přčerpávací elektrárna podle technického řešení tak může být tvořena zejména těmito hlavními kombinacemi dolní nádrže a oddělené horní nádrže:

- 20 - dolní stacionární soustava modulů a horní stacionární soustava modulů,
- dolní plovoucí soustava modulů a horní plovoucí soustava modulů,

- dolní stacionární soustava modulů a horní plovoucí soustava modulů,
- dolní plovoucí soustava modulů a horní stacionární soustava modulů,

- 25 - dolní umělá a/nebo přírodní nádrž a horní stacionární soustava modulů,
- dolní stacionární soustava modulů a horní umělá a/nebo přírodní nádrž,

- dolní umělá a/nebo přírodní nádrž a horní plovoucí soustava modulů,
- dolní plovoucí soustava modulů a horní umělá a/nebo přírodní nádrž.

- 30 Z podstaty technického řešení vyplývají možné kombinace paralelního uspořádání dolní nádrže a oddělené horní nádrže v přčerpávací elektrárně:

- 35 - dolní nádrž může být společná nejméně pro dvě horní nádrže,
- horní nádrž může být společná nejméně pro dvě dolní nádrže.

- 40 Kromě toho jsou možné kombinace uspořádání dolní nádrže a oddělené horní nádrže v přčerpávací elektrárně, kde je v prostoru základní nádrže (např. v moři) umístěna stacionární a/nebo plovoucí soustava modulů, jež tvoří horní nádrž, a současně je v této základní nádrži umístěna stacionární a/nebo plovoucí soustava modulů, jež tvoří dolní nádrž (vhodné pro situaci, kdy není k dispozici volný pozemek na pevnině).

- 45 I zde platí, že dolní soustava modulů a horní soustava modulů jsou od sebe konstrukčně odděleny, nepůsobí na sebe svislou silou, každá z těchto soustav modulů má svůj nezávislý podklad, jsou umístěny vedle sebe, tj. buď stojí odděleně na přírodním horninovém masivu, který tvoří dno základní nádrže, nebo na ně odděleně působí vztlak vody v základní nádrži.

- 50 Běžné moduly jsou konstrukční prvky soustavy modulů, které mají jednotné rozměry, např. jednotný průměr a/nebo jednotnou výšku, a s výhodou mají také jednotný typ, tvar či uspořádání svých částí, zejména modulových nádrží a jejich nosných prvků, přičemž je zajištěn přístup pro údržbu modulových nádrží, jsou v soustavě modulů uspořádány vedle sebe a/nebo nad sebou, s výhodou v jednotných vzdálenostech mezi sebou.

Modulová nádrž je v běžném modulu s výhodou uspořádána tak, že pod modulovou nádrží je vytvořen volný prostor zejména pro kontrolu a údržbu, s výhodou tak, že pod modulovou nádrží je umístěn podstavec.

- 5 Soustava modulů podle technického řešení může tedy obsahovat navzájem oddělené běžné moduly, pokud jsou dostatečně stabilní a nemohou se vzájemně poškodit, ale také mohou být některé (nejméně dva) běžné moduly mezi sebou spojeny svými stěnami nebo pomocí výztuh či táhel nebo kombinací těchto způsobů, tj. konstrukčně, nikoliv jen hydraulicky prostřednictvím potrubí, čímž vytvářejí skupinu běžných modulů.

10 Konstrukční spojení modulů mezi sebou, zejména spojení pomocí výztuhy, a spojení jednotlivých částí modulu zde znamená pevné spojení alespoň v jednom směru, a to ve smyslu tahu nebo tlaku, s definovanou pružností a vůlí.

- 15 Výztuha tedy může být namáhána tahem, tlakem nebo smykem.

Táhlo může být namáháno tahem nebo tlakem.

Běžné moduly mohou být uspořádány do oddělených skupin běžných modulů.

- 20 V těchto skupinách běžných modulů mohou být běžné moduly uspořádány s výhodou:

- vedle sebe a/nebo nad sebou,
- podle konkrétního tvaru, podle velikosti, např. podle výšky jednotlivých částí, např. podle rozměrů nebo tvaru modulových nádrží, nebo podle výšky podstavců,
- podle způsobu vzájemného spojení svými stěnami a/nebo pomocí výztuh.

30 Skupiny běžných modulů mohou být mezi sebou spojeny, s výhodou v ose těžiště každé skupiny běžných modulů, s výhodou svými stěnami nebo pomocí výztuh či táhel nebo kombinací těchto způsobů, tj. konstrukčně.

35 Skupina běžných modulů, ve které jsou běžné moduly mezi sebou spojeny, s výhodou pomocí svislých a/nebo vodorovných výztuh, je s výhodou spojena s některými z ostatních běžných modulů s výhodou svými stěnami nebo pomocí výztuh či táhel nebo kombinací těchto způsobů, tj. konstrukčně.

Běžné moduly nebo skupiny běžných modulů mohou tvořit soustavu modulů.

Soustava modulů podle technického řešení tudíž:

- 40
- může obsahovat oddělené běžné moduly nebo oddělené skupiny běžných modulů,
 - může obsahovat alespoň některé běžné moduly spojené mezi sebou,
 - může obsahovat skupinu běžných modulů, která je spojena s některým z ostatních běžných modulů,
 - 45 - může obsahovat skupiny běžných modulů spojené mezi sebou.

Soustava modulů může obecně obsahovat kromě běžných modulů i energetické moduly nebo další specializované druhy modulů.

- 50 Vzájemné spojení běžných modulů zejména s relativně malými průměry nebo skupin běžných modulů v soustavě modulů stěnami a/nebo pomocí výztuh či táhel podle technického řešení, jinak též konstrukční spojení, má výrazně nový účinek v tom, že hlavně vytváří ekonomicky efektivní soudržná tělesa:

- zvyšuje vnější stabilitu soustavy modulů na podkladu proti působení vnějších sil, tj. proti převrácení soustavy modulů nebo skupin běžných modulů zejména při zatížení nejen vlastní hmotností a hmotností vody, ale i při zatížení silným větrem u běžných modulů obecně, dále při zatížení vlněním či prouděním vody u běžných modulů umístěných ve vodním prostředí či při
- 5 zatížení nerovnoměrnými poklesy u běžných modulů umístěných na horninovém podloží,
- zvyšuje vnitřní konstrukční, tvarovou stabilitu soustavy modulů, zejména u částí běžných modulů namáhaných na vzpěr, ohyb nebo na vnější přetlak, tj. pomáhá udržet mechanické a tepelné napětí a deformace běžných modulů uvnitř soustavy modulů v přijatelných mezích,
- umožňuje vytvořit lehkou, a přitom komplexně velmi stabilní konstrukci soustavy modulů, což
- 10 je výhodné zejména pro vysoké a štíhlé moduly.

Nevýhodou konstrukčního spojení běžných modulů je nutnost řešit jejich dilataci v důsledku různého naplnění modulových nádrží vodou a v důsledku teplotního namáhání při akumulování odpadního tepla.

- 15 Tento nedostatek řeší výztuhy nebo táhla (dále též jen výztuhy), které umožní i dilataci, s výhodou v nastavitelném rozsahu. Při běžném provozu tyto výztuhy nepřenášejí zatížení, umožňují volnou dilataci spojených částí. Při překročení nastaveného rozsahu, např. v důsledku zvýšené rychlosti bočního větru, kdy by větší dilatace mohla ohrozit stabilitu spojovaných částí, již výztuhy zajišťují
- 20 pevné spojení a další dilatace je možná pouze v mezích pružné deformace spojovaných a spojovacích částí.

Běžný modul obsahuje alespoň jednu modulovou nádrž. Nádrže mohou být v modulu uspořádány vedle sebe a/nebo nad sebou.

- 25 Přecerpávání tekutin a pohyb plovoucího běžného modulu v základní nádrži se uskutečňují v prostředí dvou tekutin s rozdílnou hustotou.

Z důvodu gravitace se řidší, a tedy lehčí tekutina zdržuje nad hladinou hustší, a tedy těžší tekutiny.

- 30 Průměrná hustota plovoucího běžného modulu je menší než hustota hustší tekutiny v základní nádrži a větší než hustota řidší tekutiny, proto plovoucí běžný modul pluje na hladině hustší tekutiny v základní nádrži.

- 35 Tekutinami s rozdílnou hustotou jsou s výhodou kapalina jako tekutina s větší hustotou (dále jen kapalina) a plyn jako tekutina s menší hustotou (dále jen plyn). Kapalinou je s výhodou voda, plynem je s výhodou vzduch.

- 40 S výhodou je k přecerpávání používána sladká voda z řeky nebo z jezera, čímž se vnitřní prostory modulových nádrží, potrubí a energetických soustrojí lépe ochrání proti korozi.

Nádrže obsahují prostor pro hustší tekutinu a/nebo prostor pro řidší tekutinu, např. kapalinovou nádrž, kapalinový prostor nebo plynovou nádrž, plynový prostor.

- 45 Je-li kapalinou voda, používají se názvy vodní prostor, vodní nádrž.

Nádrže mohou být otevřené do okolního prostředí nebo uzavřené (modulové nádrže).

Nádrž s výhodou obsahuje dolní a/nebo horní dno.

- 50 V otevřené nádrži je plynový prostor nad hladinou kapaliny v nádržích spojen s okolní atmosférou a tlak plynu v základní nádrži musí být roven tlaku okolní atmosféry. Jako plyn je zde k dispozici vzduch.

- Uzavřená modulová nádrž může obsahovat jen kapalinový prostor a/nebo plynový prostor, který je nad hladinou kapaliny v modulové nádrži oddělen od okolní atmosféry. Tlak plynu v modulové nádrži nemusí být roven tlaku okolní atmosféry. Může zde být výhodně používán inertní plyn, s výhodou dusík, který je sice dražší, ale snižuje korozi součástí přečerpávací elektrárny.
- 5 V uzavřené modulové nádrži lze akumulovat potenciální energii plynu. Je plněna stlačeným plynem, modulová nádrž se pak nazývá tlaková plynová nádrž nebo též tlakovzdušná nádrž, je-li stlačeným plynem vzduch.
- 10 Pro možnost akumulování potenciální energie kapaliny a plynu současně může být modulová nádrž plněna společně kapalinou i plynem, s výhodou stlačeným plynem. Pak je vodní nádrž současně tlakovzdušnou nádrží.
- Při přečerpávání se v otevřených nádržích periodicky mění náplň kapaliny a současně náplň plynu.
- 15 U otevřených nádržích se při přečerpávání vzduch pravidelně vyměňuje s atmosférou – jedná se o otevřený oběh vzduchu.
- Uzavřené modulové nádrže umožňují uzavřený oběh plynu mezi dolními a horními modulovými nádržemi, příp. mezi modulovými nádržemi s nižším tlakem plynu a s vyšším tlakem plynu.
- 20 V přečerpávací elektrárně s otevřeným oběhem kapaliny lze jako kapalinu používat běžnou nebo částečně upravenou vodu, s výhodou upravenou filtrováním, aby nemohlo dojít k ohrožení okolního životního prostředí při náhodném vytečení vody z nádrží. V přímořských přečerpávacích elektrárnách se používá i mořská voda.
- 25 V přečerpávací elektrárně s uzavřeným oběhem kapaliny může být používána libovolná kapalina. Voda může být s výhodou zahuštěna rozpustnými nebo nerozpustnými látkami, čímž lze dosáhnout vyšších přenášených výkonů, a může být upravena pro snížení erozivního či korozivního působení na součásti přečerpávací elektrárny či pro snížení vzniku minerálních usazenin.
- 30 Při umístění plovoucí soustavy modulů v moři lze k přečerpávání používat sladkovodní náplň a zvýšit tak životnost přečerpávací elektrárny.
- 35 Jestliže přečerpávací elektrárna podle technického řešení zahrnuje umělou a/nebo přírodní nádrž nebo plovoucí soustavu modulů umístěnou v umělé a/nebo přírodní nádrži, při přečerpávání se používá samostatná vodní náplň a neničí se tím biologický život v umělé a/nebo přírodní nádrži.
- Přečerpávací elektrárna, zejména se stacionárními běžnými moduly, je s výhodou vybavena zachycovací nádrží nezbytného objemu pro případný únik upravené kapaliny z některých nádrží.
- 40 Při čerpání vody z dolní nádrže do horní nádrže klesá hladina vody v dolní nádrži a stoupá hladina vody v horní nádrži.
- 45 Při vypouštění vody z horní nádrže do dolní nádrže klesá hladina vody v horní nádrži a stoupá hladina vody v dolní nádrži.
- Hodnoty kolísání hladiny vody závisí na poměru objemů vody v nádržích. Pokud je jako nádrž použito moře, je také kolísání hladiny vody v této nádrži, tj. v moři, zanedbatelné.
- 50 Jestliže je přečerpávací elektrárna uspořádána tak, že v základní nádrži je umístěna samostatně horní nebo dolní plovoucí nebo ponorná soustava modulů, hladina vody v základní nádrži se při přečerpávání výškově mění:
- 55 - při plnění plovoucí nebo ponorné soustavy modulů se hladina vody v základní nádrži zvyšuje,

- při vyprázdnění plovoucí nebo ponorné soustavy modulů se hladina vody v základní nádrži snižuje.

5 Hodnoty kolísání hladiny vody při použití plovoucí nebo ponorné soustavy modulů v základní nádrži závisí na objemu přečerpávané vody v poměru k objemu vody v základní nádrži. Pokud je tento poměr malý, když je např. jako základní nádrž použito moře, je také kolísání hladiny vody v základní nádrži zanedbatelné.

10 Jestliže je tedy přečerpávací elektrárna uspořádána tak, že v základní nádrži je umístěna společně horní i dolní plovoucí nebo ponorná soustava modulů, hladina vody v základní nádrži se při přečerpávání výškově nemění.

Plovoucí běžný modul s plovákem nebo bez plováku mění při přečerpávání svou výškovou polohu:

15 - při čerpání vody z modulové nádrže v plovoucím běžném modulu se plovoucí běžný modul vynořuje,
- při plnění vody do modulové nádrže plovoucího běžného modulu se plovoucí běžný modul ponořuje.

20 Jestliže je nádrž umístěna nad nebo pod plovákem, pak s výhodou je vnější vodorovný průřez plováku roven vnitřnímu vodorovnému průřezu modulové nádrže.

Změna výšky hladiny vody v modulové nádrži plovoucího běžného modulu je v takovém případě rovna změně ponoru plováku.

25 Rozdíl hladin vody v modulové nádrži plovoucího běžného modulu a v základní nádrži proto zůstává konstantní, což je výhodné pro regulaci výkonu energetického soustrojí.

30 Obecně se tedy při přečerpávání plynule mění výškový rozdíl hladin vody mezi dolní nádrží a horní nádrží – při plnění horní nádrže vodou z dolní nádrže se výškový rozdíl hladin vody zvyšuje, při vypouštění vody z horní nádrže do dolní nádrže se výškový rozdíl hladin vody snižuje. Při vysokém výškovém rozdílu může činit tato změna výškového rozdílu jen několik procent průměrného výškového rozdílu, takže by neměla klást zvýšené nároky na regulaci výkonu energetického soustrojí.

35 Jestliže je dolní i horní soustava modulů tvořena plovoucí nebo ponornou soustavou modulů, které jsou umístěny v relativně velmi objemných základních nádržích, pak se výšky hladin vody v základních nádržích při přečerpávání vody mezi dolní a horní soustavou modulů téměř nemění.

40 Na změnu výtlačné výšky při přečerpávání v přečerpávací elektrárně s plovoucími soustavami modulů má vliv skutečnost, že při zanoření plovoucí soustavy modulů naplněním jejích modulových nádrží se současně zvedne hladina vody v základní nádrži, takže výsledné výškové snížení polohy plovoucí nádrže je menší než hloubka jejího zanoření do vody v základní nádrži. Obdobně, ale v opačném smyslu je tomu při odčerpávání vody z modulových nádrží.

45 Potenciální energie se v přečerpávací elektrárně nachází obecně ve formě polohové a tlakové energie tekutin v nádržích, případně i ve formě polohové a vztakové energie plovoucích běžných modulů. Poměry jednotlivých druhů energie se v průběhu přečerpávání mění.

50 V prostředí dvou tekutin se přečerpáváním jedné z tekutin může měnit nejen potenciální energie této tekutiny a plovoucího běžného modulu, ale také potenciální energie druhé tekutiny. Přečerpávat lze jednu nebo obě tekutiny odděleně nebo současně.

55 Provozní výškový rozdíl hladin hustší tekutiny je tvořen výškovým rozdílem mezi hladinou hustší tekutiny v horní nádrži a hladinou hustší tekutiny v dolní nádrži.

Každá nádrž je připojena ke spojovacímu potrubí.

5 Dolní nádrž a horní nádrž jsou mezi sebou spojeny pomocí spojovacího potrubí s energetickým soustrojím.

Energetické soustrojí pro přečerpávání hustší tekutiny je pomocí spojovacího potrubí připojeno výtlačnou stranou k horní nádrži a sací stranou k dolní nádrži.

10 Provozní výška hustší tekutiny ve spojovacím potrubí je s výhodou vyšší na straně energetického soustrojí připojené k horní nádrži než na straně připojené k dolní nádrži.

15 Výškový rozdíl je tak zpracováván především přetlakovou, výtlačnou stranou energetického soustrojí, nikoliv jeho podtlakovou, sací stranou, což umožňuje dosáhnout vysokého provozního výškového rozdílu a neomezovat provozní výškový rozdíl pouze na sací výšku, která je limitována jen na několik metrů, kdy ještě nedochází ke kavitaci v energetickém soustrojí nebo k přetržení sloupce hustší tekutiny v sací straně spojovacího potrubí.

20 Výraz provozní výška je použit k vyjádření provozní situace, kdy je potrubí zaplněno hustší tekutinou a mezi hladinami hustší tekutiny v horní nádrži a v dolní nádrži je tak vytvořen výškový rozdíl pohotově využitelný k přečerpávání.

25 Tím je od provozní situace odlišena situace, která nastává při opravách nebo při poruše, kdy dojde k úmyslnému nebo havarijnímu vypuštění tekutiny z horní nádrže nebo i z potrubí a přečerpávací elektrárna je vyřazena z provozu.

Uvedené situace jsou však běžné u každé přečerpávací elektrárny a nejsou v rozporu s její podstatou.

30 Přednostně je v dalším textu kapalinou voda, plynem je vzduch.

Běžné moduly přečerpávací elektrárny podle technického řešení vyžadují pro své umístění podklad s dostatečnou únosností o potřebné ploše. Podklad může mít různou poddajnost, pevnost – od pevné horniny po kapalinu.

35 Z únosnosti podkladu lze vyvozovat hmotnost běžných modulů přečerpávací elektrárny.

40 Čím únosnější je podloží, tím větší výšku může mít stacionární modul, čím větší je hloubka vody v základní nádrži, tím větší výšku může mít plovoucí běžný modul.

Podklad musí být dostatečně únosný, aby na něm mohla být postavena výkonná elektrárna.

Pevné podloží lze dodatečně zpevnit, což ale zvyšuje náklady na výstavbu.

45 Běžné moduly jsou umístěny na nosném prvku.

Pro stacionární běžný modul může být nosným prvkem základ umístěný na podloží.

50 Pro plovoucí běžný modul může být nosným prvkem plovák nadnášený vztlakem vody ve využitelné hloubce základní nádrže.

Základ nebo plovák je tedy určen k nesení všech dalších částí přečerpávací elektrárny, tj. zejména modulové nádrže a podstavce.

Ve stacionárním provedení je s výhodou:

- stacionární běžný modul postaven na samostatném základu.

5 V plovoucím provedení s výhodou:

- každý plovoucí běžný modul obsahuje plovák,
- každá plovoucí skupina běžných modulů obsahuje společný plovák,
- celá plovoucí soustava modulů obsahuje společný plovák.

10

Stacionární běžný modul je s výhodou umístěn volně nebo kotvením přímo na podloží, pokud je toto podloží dostatečně pevné, např. skalnaté podloží.

15

Stacionární běžný modul je s výhodou umístěn na základu, s výhodou z betonu nebo železobetonu, který je vytvořen v podloží. Základ zvyšuje stabilitu stacionárního běžného modulu na podloží, které nebývá vždy dostatečně pevné, aby bezprostředně uneslo kotvicí prvky běžného modulu, a zlepšuje rovnoměrnost namáhání jeho konstrukce.

20

Plovák ponořením do vody v základní nádrži a působením vnějšího hydrostatického přetlaku vody vytváří vztlak potřebný pro plavání plovoucího běžného modulu ve vodě v základní nádrži.

Plovák je s výhodou umístěn v dolní části plovoucího běžného modulu.

25

Plovák má s výhodou výšku, která přesahuje nad hladinu vody v základní nádrži tak, aby bylo zajištěno bezpečné plavání plného i prázdného plovoucího běžného modulu a při jeho největším přípustném naklonění.

30

Plovák a nádrž jsou tlakové nádoby, které jsou zatíženy vnitřním a/nebo vnějším přetlakem tekutin. Jsou s výhodou jsou opatřeny dolním a/nebo horním klenutým dnem, které nejlépe odolává tomuto zatížení. Jsou s výhodou vyrobeny z materiálu odolávajícího korozi, s výhodou z nerezové oceli.

Podstavec je s výhodou umístěn pod modulovou nádrží:

35

- je určen k nesení modulové nádrže a
- s výhodou je určen ke zvýšení polohy modulové nádrže,
- vytváří také prostor pro umístění potrubí pod modulovými nádržemi
- vytváří prostor pro rektifikaci běžného modulu,
- umožňuje oddělení modulové nádrže od podkladu nebo od nosného prvku, odizolování proti případným škodlivým mechanickým, teplotním a chemickým účinkům od tohoto podkladu nebo
- 40 od nosného prvku,
- současně vytváří prostor pro pracovníky obsluhy a údržby.

45

V horní soustavě modulů mohou mít podstavce modulových nádrží s výhodou velkou výšku, která zajišťuje velký výškový rozdíl mezi dolní nádrží a modulovými nádržemi horní soustavy modulů, a tedy potřebnou kapacitu přečerpávací elektrárny.

Stacionární běžný modul může být umístěn na pevném podkladu, a to na suché zemi nebo na dně základní nádrže.

50

Modulová nádrž stacionárního běžného modulu umístěného na suché zemi je namáhána vnitřním přetlakem vody, který kolísá od nuly do maxima podle naplnění vodou. Stěny modulové nádrže nevyžadují žádné zvláštní vyztužení a mají dostatečnou tvarovou stabilitu v celém rozsahu zatížení.

55

Modulová nádrž stacionárního běžného modulu umístěného na dně základní nádrže může mít svůj vnitřní vzduchový prostor otevřený, tj. volně spojený pomocí vzduchového potrubí s atmosférou

nad hladinou vody v základní nádrži. Stěny této modulové nádrže jsou namáhány vnějším přetlakem vody, který odpovídá hydrostatickému tlaku v dané hloubce.

5 Modulová nádrž stacionárního běžného modulu umístěného na dně základní nádrže může mít svůj vnitřní vzduchový prostor uzavřený. Pak může být namáhána vnějším přetlakem vody, který kolísá podle naplnění modulové nádrže vodou od nuly do maxima až na hodnotu odpovídající hydrostatickému tlaku v dané hloubce. Oproti otevřenému provedení zde sice není potřebné vzduchové potrubí, ale zvýšený tlak v dolní nádrži snižuje výtlačnou výšku přečerpávání.

10 Stěny modulové nádrže při ponorném uspořádání je nutno dimenzovat podstatně více než při zatížení vnitřním přetlakem, aby se zabránilo zborcení modulové nádrže.

Modulové nádrže dle technického řešení jsou s výhodou namáhány tak, že vnitřní přetlak působící na stěny modulové nádrže je větší nebo je roven vnějšímu přetlaku.

15 Stacionární běžný modul umístěný na dně základní nádrže obsahuje modulovou nádrž, která je s výhodou tvořena vodním vakem, s výhodou je tento vak umístěn pod úroveň hladiny vody v základní nádrži, jedná se o ponorné uspořádání modulové nádrže. Vnitřní prostor vaku je připojen pomocí potrubí k energetickému soustrojí. Ve stěnách běžného modulu jsou otvory, kterými je
20 vnitřní prostor běžného modulu propojen s vodním prostorem základní nádrže.

Jestliže je vak vyprázdněn, běžný modul je naplněn vodou ze základní nádrže. Jestliže se vak plní vodou z druhé nádrže přečerpávací elektrárny, vytlačuje vodu z běžného modulu přes otvory ve stěnách běžného modulu do základní nádrže. Stěny běžného modulu ani stěny vaku nejsou
25 namáhány prakticky žádným přetlakem, protože vnější a vnitřní tlak na stěny běžného modulu a na stěny vaku jsou trvale vyrovnány.

Nádrž stacionárního běžného modulu umístěného na dně základní nádrže obsahuje s výhodou membránu.

30 Membrána je s výhodou připevněna v polovině výšky modulové nádrže a plocha membrány odpovídá polovině vnitřního povrchu modulové nádrže. Pracovní prostor pro přečerpávanou vodu je s výhodou tvořen prostorem pod membránou. K dolní části modulové nádrže, tj. k pracovnímu prostoru pod membránou, je pak připojeno potrubí k energetickému soustrojí.

35 S výhodou je prostor modulové nádrže s membránou umístěn pod úroveň hladiny vody v základní nádrži, jedná se o ponorné uspořádání modulové nádrže.

40 Ve stěnách modulové nádrže jsou otvory, kterými je vnitřní prostor modulové nádrže nad membránou propojen s vodním prostorem základní nádrže.

Jestliže je pracovní prostor pod membránou vyprázdněn, membrána přiléhá ke stěnám dolní poloviny modulové nádrže a prostor nad membránou, tj. v celé modulové nádrži, je naplněn vodou ze základní nádrže. Jestliže se pracovní prostor pod membránou plní vodou z druhé nádrže
45 přečerpávací elektrárny, vytlačuje vodu z prostoru v modulové nádrži nad membránou přes otvory ve stěnách modulové nádrže do základní nádrže, až nakonec přečerpávaná voda zcela vyplní prostor pod membránou, tj. celé modulové nádrže, a membrána přiléhá ke stěnám horní poloviny modulové nádrže. Stěny modulové nádrže ani stěny membrány nejsou prakticky namáhány žádným přetlakem, protože vnější tlak vody ze základní nádrže a vnitřní tlak vody pod membránou
50 jsou trvale vyrovnány.

Běžný modul může mít různý tvar, např. tvar koule, svislého nebo vodorovného válce nebo mnohostěnu.

Běžný modul je vytvořen s výhodou tak, že jeho části, zejména modulová nádrž a podstavec, u stacionárního provedení i základ, u plovoucího provedení i plovák, zaujímají v prostoru běžného modulu stejný půdorys; s výhodou mají tvar svislého válce, který je u modulových nádrží a plováků výhodný pro stabilizaci výkonu energetického soustrojí.

5

S výhodou je rozteč modulů s podstavcem a modulovou nádrží větší než průměr modulu, pak může být s výhodou šířka základu nebo plováku větší než průměr modulu, čím se sníží průměrné zatížení těchto nosných prvků.

10

Jestliže je vnitřní vodorovný průřez modulové nádrže, příp. i plováku, konstantní po celé její výšce, je množství přečerpávané vody úměrné změně výšky hladiny vody v této modulové nádrži.

15

Svislý dutý válec běžného modulu může mít obecně různý, pravidelný nebo nepravidelný, tvar vodorovného průřezu. Běžný modul podle technického řešení má s výhodou kruhový vodorovný průřez.

20

Části běžného modulu, tj. modulová nádrž, podstavec a plovák, jsou v závislosti na umístění v modulu a na provedení soustavy modulů zatíženy vnitřním přetlakem, vnějším přetlakem, na vzpěr, ohybem (při bočním působení větru nebo při kývání plovoucí soustavy modulů na hladině vody v základní nádrži), případně smykem (při nerovnoměrném zatížení běžných modulů). Běžný modul je pro tento druh zatížení vyroben s výhodou s kruhovým tvarem vodorovného průřezu, výhodně z plechu. Tento tvar vodorovného průřezu běžného modulu umožňuje nejlepší využití konstrukčního materiálu.

25

Stacionární nebo plovoucí běžný modul může mít s výhodou souvislé a/nebo děrované stěny nebo může být s výhodou tvořen mřížovou klecí nebo sítí pro umístění modulové nádrže tvořené vodním nebo vzduchovým vakem.

30

U plovoucího běžného modulu, který obsahuje plovák, podstavec a modulovou nádrž, je na plováku s výhodou umístěn podstavec a na podstavci je umístěna modulová nádrž.

Podstavec a modulová nádrž jsou zde umístěny nad úrovní hladiny vody v základní nádrži.

35

Plovoucí běžný modul s výhodou plave na hladině vody v základní nádrži, s výhodou se může vznášet ve vodním prostoru základní nádrže.

Plovoucí běžný modul s výhodou obsahuje plovák a modulovou nádrž, plave na hladině vody v základní nádrži.

40

Plovák je s výhodou umístěn pod modulovou nádrží, přičemž může mít různý objem a tím i nosnost:

45

- Podle jednoho provedení je s výhodou při prázdné modulové nádrži plovák umístěn svou horní hranou nad úrovní hladiny vody v základní nádrži. Hladina vody v plné modulové nádrži rovněž přesahuje úroveň hladiny vody v základní nádrži.

50

- Podle druhého provedení je s výhodou při prázdné modulové nádrži plovák umístěn svou horní hranou v úrovni hladiny vody v základní nádrži. Hladina vody v plné modulové nádrži je v úrovni hladiny vody v základní nádrži.

- Podle třetího provedení je s výhodou při prázdné modulové nádrži plovák umístěn svou horní hranou pod úrovní hladiny vody v základní nádrži. Hladina vody v plné modulové nádrži je rovněž po úrovni hladiny vody v základní nádrži.

55

Plovoucí běžný modul s prázdnou modulovou nádrží může mít tedy dolní dno modulové nádrže uspořádáno pod úrovní, v úrovni nebo nad úrovní hladiny vody v základní nádrži.

Plovoucí běžný modul s plnou modulovou nádrží má pak hladinu vody v modulové nádrži pod úrovní, v úrovni nebo nad úrovní hladiny vody v základní nádrži.

- 5 Na svislé stěny nádrže na plováku působí vnitřní a vnější vodorovný hydrostatický tlak vody, podle uspořádání je vnitřní tlak nižší, stejný nebo vyšší než vnější tlak.

S výhodou je modulová nádrž na plováku uspořádána tak, že rozdíl hladin vody v modulové nádrži na plováku a v základní nádrži je jen nepatrný.

- 10 Stěny této modulové nádrže jsou pak zatíženy jen nepatrným vnějším nebo vnitřním přetlakem, modulová nádrž může být zhotovena z tenkého plechu a bude relativně velmi lehká, i daná malá tloušťka plechu zajišťuje dostatečnou tvarovou stabilitu stěn modulové nádrže. Nejvýhodnější z hlediska odolnosti proti zborcení stěn modulové nádrže je provedení s vnitřním přetlakem, tj. bez
15 vnějšího přetlaku.

Při plnění modulové nádrže na plováku se plovák s modulovou nádrží ponořuje, přičemž rozdíl hladin vody v modulové nádrži a v základní nádrži, tedy i přetlak na stěny modulové nádrže zůstává konstantní.

- 20 Z důvodu nízkého rozdílu tlaků v modulové nádrži vyplývá i nízké tlakové zatížení pohyblivého přívodu vody k energetickému soustrojí.

- 25 Běžný modul může fungovat i s poškozeným, částečně zatopeným plovákem, jen se po dobu opravy částečně omezí kapacita jeho modulové nádrže.

Uspořádání přečerpávací elektrárny s plovoucími běžnými moduly umožňuje maximálně využívat využitelnou hloubku základní nádrže pro účely přečerpávání.

- 30 Při minimalizování objemu plováku je limitním provedením plovoucí běžný modul bez samostatného plováku, obsahuje samonosnou plovoucí modulovou nádrž, která slouží současně jako plovák.

- 35 Plovoucí skupina běžných modulů je pak s výhodou tvořena samonosnými plovoucími modulovými nádržemi spojenými mezi sebou.

Samonosná plovoucí modulová nádrž plave na hladině vody v základní nádrži.

- 40 V samonosné plovoucí modulové nádrži je hladina vody vždy níže než hladina vody v základní nádrži.

Samonosná plovoucí modulová nádrž přejímá zatížení od vnějšího hydrostatického tlaku vody v základní nádrži.

- 45 Samonosná plovoucí modulová nádrž plní funkci plováku v celé ponořené části, funkci modulové nádrže plní v části, která je naplněna vodou.

- 50 Minimální ponor (minimální výtlak) prázdné samonosné plovoucí modulové nádrže vychází z rozdílu hladin vody v samonosné plovoucí modulové nádrži a v základní nádrži.

Maximální ponor (maximální výtlak) samonosné plovoucí modulové nádrže je dán jejím celkovým ponorem při modulové nádrži naplněné vodou.

- 55 Provozní zdvih samonosné plovoucí modulové nádrže je rozdílem jejího maximálního a minimálního ponoru.

Při plnění vodou se samonosná plovoucí modulová nádrž ponořuje, přičemž rozdíl hladin vody v samonosné plovoucí modulové nádrži a v základní nádrži zůstává konstantní. Z rozdílu vnějšího a vnitřního hydrostatického tlaku vody vyplývá, že na stěny celé ponořené části samonosné plovoucí modulové nádrže naplněné vodou působí konstantní vnější přetlak. Nad hladinou vody v samonosné plovoucí modulové nádrži se tento přetlak postupně snižuje až na nulu v úrovni hladiny vody v základní nádrži.

Samonosná plovoucí modulová nádrž může být zhotovena z tenkého plechu, proto je relativně velmi lehká a je-li prázdná, má jen nepatrný minimální ponor, v ponořené části je tedy namáhána jen mimým vnějším přetlakem vody, takže i daná malá tloušťka plechu zajišťuje dostatečnou pevnost proti zborcení stěn samonosné plovoucí modulové nádrže. Při větším minimálním ponoru je s výhodou samonosná modulová nádrž vyztužena vnitřními výztuhami proti zborcení vnitřním přetlakem, což zvyšuje hmotnost a cenu samonosné modulové nádrže.

Současně je tímto nízkým výtlakem dán i nízký statický tlak vody v pohyblivém přívodu k energetickému soustrojí.

Konstrukce samonosné plovoucí modulové nádrže je tedy opravdu levná i při velkém maximálním ponoru.

Přečerpávaná voda je tenkými stěnami samonosné plovoucí modulové nádrže oddělena od vody v základní nádrži.

U plovoucího běžného modulu je ke dnu modulové nádrže upevněna odbočka potrubí, která je pomocí pohyblivého přívodu (s výhodou pryžovou nebo plastovou hadicí) spojena s energetickým soustrojím.

Přečerpávání tekutin mezi modulovými nádržemi musí být pokud možno rovnoměrné, aby se minimalizovalo mechanické napětí v konstrukci soustavy modulů.

U stacionární soustavy modulů je také důležité dbát na rovnoměrné zatěžování společného základu, aby nedocházelo k jeho praskání, u plovoucí soustavy modulů je nutno dbát, aby nedocházelo k jejímu nepřiměřenému naklání.

Rovnoměrnost plnění modulových nádrží vodou lze zajistit regulováním průtoku vody pomocí uzavěrů ve vodním potrubí, regulací výkonu energetických soustrojí, provozováním energetických soustrojí vyváženě k těžišti přečerpávací elektrárny a/nebo regulací přetlaku plynu nad hladinou vody v modulových nádržích.

Regulace průtoku vody nebo průtoku vzduchu nad hladinou vody se provádí škrcením jejich průtoku, přičemž u modulových nádrží, které jsou blíže energetickému soustrojí, musí být intenzita škrcení vyšší.

Zvýšené tlaky vody a zvýšený přetlak, příp. podtlak vzduchu v modulových nádržích kladou zvýšené nároky na dimenzování modulových nádrží a potrubí.

Horní i dolní modulové nádrže jsou s výhodou vybaveny odvětrávacím potrubím, aby byl vnitřní vzduchový prostor nad hladinou vody s výhodou volně spojen okolního ovzduší, s výhodou je odvětrávací potrubí horních a dolních modulových nádrží spojeno.

Regulační ventily mohou být instalovány v odbočkách odvětrávacího potrubí k modulovým nádržím a/nebo v odvětrávacím potrubí mezi modulovými nádržemi.

Ve vnitřním prostoru přečerpávací elektrárny se může vyskytovat zvýšená teplota v důsledku ohřevu přečerpávací elektrárny odpadním teplem, což nebude příznivé prostředí pro spolehlivé fungování vzduchových uzávěrů a dalšího zařízení.

- 5 Uzávěry a ostatní zařízení pro regulaci průtoku vzduchu bude proto výhodné umístit nad horními modulovými nádržemi, tj. ve venkovním prostředí, kde budou zřejmě mnohem nižší, a tedy příznivější teploty pro spolehlivé fungování.

- 10 Provozování přečerpávací elektrárny s plovoucí soustavou modulů je výhodné přizpůsobovat také nesouměrnému zatížení vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek, zejména:

- při trvalejší jednosměrné zvýšené rychlosti větru je výhodné v návětné části plovoucí soustavy modulů udržovat větší množství vody než v závětné části plovoucí soustavy modulů, čímž se plovoucí soustava modulů vyrovnává,
- 15 - části plovoucí soustavy modulů, na kterých se vytvoří námraza, je výhodné plnit vodou méně než ostatní, aby se vyrovnalo jejich zatížení.

- 20 V přečerpávací elektrárně je výhodné zabezpečit stacionární nebo plovoucí soustavou modulů proti převrácení při trvalejší jednosměrné zvýšené rychlosti větru tím, že se bude v modulových nádržích udržovat určité minimální množství vody, čímž se zvětší hmotnost, a tedy stabilita soustavy modulů.

Přečerpávací elektrárna může být tvořena kaskádou nádrží, která obsahuje nejméně tři oddělené nádrže s výškovým rozdílem spojené navzájem potrubím a energetickými soustrojími do stupňů.

- 25 První stupeň tvoří první, nejnižší nádrž, a druhá, výše položená nádrž. Druhý stupeň tvoří druhá nádrž a třetí, nejvýše položená nádrž.

V každém stupni je níže položená nádrž dolní nádrží a výše položená nádrž je horní nádrží.

- 30 S výhodou může být spojena také první a třetí nádrž kaskády nádrží alespoň pro čerpání nebo pro přepouštění vody.

Každá další výše položená nádrž tvoří s níže položenou nádrží další, vyšší stupeň kaskády nádrží.

- 35 Energetická soustrojí mohou při vysokých výškových rozdílech mezi dolní nádrží a horní nádrží vykazovat sníženou energetickou účinnost.

- 40 Přečerpávací elektrárna proto s výhodou obsahuje přídavnou nádrž, umístěnou mezi dolní nádrží a horní nádrží, čímž je vytvořena kaskáda nádrží, přičemž alespoň jedna nádrž je tvořena soustavou modulů obsahujících modulovou nádrž.

Nádrže v kaskádě nádrží mohou mít s výhodou různý objem uzpůsobený podmínkám podloží a podmínkám stavebního povolení.

- 45 Čím menší objem má přídavná nádrž než dolní nebo horní nádrž, tím častěji se musí oba stupně kaskády nádrží střídát během přečerpávacího cyklu pro dosažení maximální kapacity.

- 50 Použitím jedné přídavné nádrže jsou v přečerpávací elektrárně vytvořeny dva stupně kaskády nádrží. Pořadí stupňů je s výhodou počítáno zdola. První stupeň kaskády nádrží je tedy tvořen dolní nádrží a přídavnou nádrží, druhý stupeň kaskády nádrží je tvořen přídavnou nádrží a horní nádrží.

Z podstaty tohoto výhodného provedení vyplývá, že přečerpávací elektrárna může obsahovat i několik přídavných nádrží, čímž může být vytvořeno více stupňů kaskády nádrží. Každá přídavná nádrž tedy zvyšuje počet stupňů kaskády nádrží o jeden.

Výhodné provedení přečerpávací elektrárny obsahuje samostatné energetické soustrojí na každý stupeň kaskády nádrží.

5 Výškový rozdíl hladin vody mezi nádržemi při čerpacím i turbínovém provozu je v každém stupni kaskády nádrží s výhodou poloviční než výškový rozdíl mezi horní nádrží a dolní nádrží, energetické soustrojí a spojovací potrubí jsou pak dimenzovány na poloviční hydrostatický tlak. Zkrátí se délka spojovacího potrubí mezi sousedícími nádržemi a zmenší se ztráty v energetickém soustrojí, přečerpávací elektrárna však vyžaduje dvojnásobný počet energetických soustrojí.

10 Další výhodné provedení přečerpávací elektrárny s výhodou obsahuje společné energetické soustrojí pro turbínový provoz, při kterém se voda vypouští z horní nádrže přímo do dolní nádrže, energetické soustrojí pro turbínový provoz a spojovací potrubí musí být dimenzovány na hydrostatický tlak pro celý výškový rozdíl.

15 Toto další provedení přečerpávací elektrárny s výhodou obsahuje samostatné energetické soustrojí pro čerpací provoz na každý stupeň kaskády nádrží nebo také může obsahovat energetické soustrojí pro čerpací provoz z dolní nádrže přímo do horní nádrže.

20 Přídavná nádrž je z podstaty technického řešení výškově odlišná od dolní a od horní nádrže.

S výhodou je přídavná nádrž umístěna na samostatném podkladu.

Přídavná nádrž může být tvořena přírodní nebo umělou nádrží.

25 S výhodou je přídavná nádrž tvořena soustavou modulů a je konstrukčně spojena s dolní nebo s horní soustavou modulů.

S výhodou je přídavná soustava modulů umístěna na společném podkladu s dolní soustavou modulů nebo s horní soustavou modulů.

30 Soustava modulů může obsahovat přídavnou soustavu modulových nádrží.

Přídavná soustava modulových nádrží je spojena (s výhodou konstrukčně) s dolní nebo s horní soustavou modulů výhodně tak, že v prostoru podstavců jsou umístěny soustavy nádrží nad sebou.

35 Pod přídavnou soustavou modulových nádrží je v podstavci prostor pro umístění spojovacího potrubí a pracovní plošiny k obsluze a údržbě zařízení.

40 Přídavná soustava modulových nádrží může být v prostoru podstavců umístěna nad dolní soustavou modulových nádrží.

Přídavná soustava modulových nádrží může být v prostoru podstavců umístěna pod horní soustavou modulových nádrží.

45 Výhodou tohoto uspořádání je, že se uspoří plocha pozemků, na kterých je postavena přečerpávací elektrárna, nevýhodou tohoto uspořádání je, že při daném vztlaku plováku nebo při dané únosnosti podloží se musí snížit výška modulových nádrží čili množství přečerpávané tekutiny, a/nebo se musí snížit hmotnost podstavců. Podstavce také zdražují přečerpávací elektrárnu.

50 Vysoké modulové nádrže vyžadují velkou tloušťku stěny, což zvyšuje jejich hmotnost a cenu.

Proto může být výhodné vytvořit víceetážový běžný modul s modulovými nádržemi tak, že místo jedné vysoké modulové nádrže bude v běžném modulu umístěno nad sebou několik modulových nádrží s menší stavební výškou a tím i s menší tloušťkou stěny, přičemž budou s výhodou výškově odděleny podstavcem.

Soustava modulů tak může obsahovat několik etáží nad sebou, přičemž etáž je tvořena vrstvou modulových nádrží nebo vrstvou podstavců s modulovými nádržemi.

- 5 V každé etáži je k modulové nádrži s výhodou přivedena odbočka ze svislého spojovacího potrubí vybavená uzávěrem. Při používání (plnění nebo vyprazdňování) modulové nádrže v dané etáži se uzávěr v příslušné odbočce otevře a po skončeném používání modulové nádrže se uzávěr opět zavře. Tím se zajistí, že se do modulové nádrže nebude přenášet hydrostatický tlak vody z modulových nádrží umístěných výše. Po zavření uzávěru u určité modulové nádrže je také možno
10 provádět údržbu této modulové nádrže během provozování ostatních modulových nádrží.

- S výhodou lze konstrukci víceetážového běžného modulu uspořádat tak, že na základu je umístěn podstavec v celé výšce běžného modulu a ve vnitřním prostoru podstavce jsou umístěna klenutá dna nad sebou tak, že spolu se stěnami podstavce vytvářejí prostory modulových nádrží. Nejvyšší
15 modulová nádrž může být umístěna na podstavci, tudíž může mít stejný průměr jako podstavec pod ní.

- Stěny podstavce mohou být s výhodou tvořeny tak, že jsou dimenzovány k nesení svislého zatížení od vlastní hmotnosti a všech náplní vody, a kromě toho v úsecích, kde podstavec tvoří i modulovou
20 nádrž, jsou jeho stěny zesíleny, aby udržely i vnitřní přetlak vody. Zatížení stěn podstavce se ve směru shora dolů postupně zvětšuje, takže tloušťka stěn se musí také zvětšovat.

- Pod každou modulovou nádrží je výhodné ponechat prostor pro vodorovné vodní potrubí a nad každou modulovou nádrží je výhodné ponechat prostor pro odvětrávací potrubí.
25

Soustava modulů může s výhodou obsahovat soupravu energetických soustrojí pro každou etáž.

- Při tomto uspořádání soustavy modulů se sice zvýší potřebná délka vodorovného spojovacího potrubí, avšak to může mít menší průměr kvůli menšímu průtoku.
30

Jednotlivé modulové nádrže v každé etáži jsou s výhodou odvětrávány samostatným odvětrávacím potrubím.

- V etážích bez podstavce je vodní a odvětrávací potrubí vedeno prostorem mezi modulovými nádržemi nebo uvnitř modulových nádrží. Při tomto uspořádání je proto přístup k potrubí poněkud komplikovaný pro údržbu a obsluhu.
35

Při přečerpávání je hlavní zatížení všech běžných modulů cyklické.

- 40 K hlavnímu zatížení je nutno přičítat ještě další, nepravidelné, nahodilé zatížení, zejména nesouměrné zatížení všech částí běžných modulů působením větru, dynamickými rázy vody v potrubí, přetlakem vzduchu v potrubí a v modulových nádržích, teplotními změnami, u plovoucího běžného modulu, plovoucí skupiny běžných modulů nebo soustavy modulů také jejich nakláněním a kýváním na hladině vody v základní nádrži.

- 45 Plovák a modulová nádrž jsou tlakové nádoby, které jsou zatíženy vnitřním a/nebo vnějším přetlakem, proto jsou s výhodou jsou opatřeny dolním a horním klenutým dnem, které nejlépe odolává tomuto zatížení.

- 50 Půdorysný tvar soustav modulů přečerpávací elektrárny může být pravidelný nebo nepravidelný, u stacionární soustavy modulů se bude muset respektovat oblast vhodné únosnosti podloží, u plovoucí soustavy modulů se bude muset respektovat tvar hloubkových úrovní základní nádrže.

U stacionární soustavy modulů může výšková úroveň dílčích plošných částí základů s výhodou kopírovat i svažitý reliéf podloží na pozemku, na němž bude stacionární soustava modulů postavena, přičemž je nutné zabránit sesuvům svahu.

- 5 V této přečerpávací elektrárně mohou být prostřednictvím spojovacího potrubí a energetického soustrojí spojeny s výhodou pouze nádrže se stejnou výškovou polohou tzn. po vrstevnicích, aby měly stejnou výtlačnou výšku.

- 10 Je výhodné, aby dolní nádrž nebo dolní skupina běžných modulů nebo dolní soustava modulů mohla pojmout nejen všechnu vodu z horní nádrže nebo z horní skupiny běžných modulů nebo horní soustavy modulů, nýbrž i všechnu vodu z příslušného vodního potrubí.

- 15 Plovoucí soustava modulů může mít jednoduchou konstrukci, její plováky mohou výhodně svými stěnami a dnem kopírovat tvar dna základní nádrže, aby se co nejvíce využil objem základní nádrže pro přečerpávání a např. aby byla možnost posazení plovoucí soustavy modulů na dno při opravách, dále ji lze vyrobit velmi objemnou, přitom dobře vyváženou a s velkým ponorem podle velikosti základní nádrže.

- 20 Kolem plovoucí soustavy modulů je výhodné ponechat dostatečný volný vodní prostor, zejména mezi dnem plovoucí soustavy modulů a dnem základní nádrže je nutno zachovávat hloubkovou rezervu, aby nedošlo k poškození plovoucí soustavy modulů ani základní nádrže při bočním vychýlení nebo kývání plovoucí soustavy modulů za silného větru a vlnění nebo při zemětřesení, kdy se tlakové rázy od základní nádrže lépe rozptýlí kolem plovoucí soustavy modulů.

- 25 Po odečtení hloubkové rezervy od celkové hloubky základní nádrže zůstává v základní nádrži k dispozici využitelná hloubka pro ponor plovoucí soustavy modulů.

- 30 Jedna část využitelné hloubky je využita pro ponor plováků při prázdné plovoucí soustavě modulů, druhá část využitelné hloubky je využita pro zvýšení ponoru plováků přečerpáním vody do modulových nádrží plovoucí soustavy modulů, tj. provozní zdvih.

Z důvodu odpařování je nutno doplňovat vodu v základní nádrži, aby v ní byla dodržena využitelná hloubka pro bezpečné provozování plovoucí soustavy modulů.

- 35 Větším odpadem vody, zanesením dna v základní nádrži nebo zanesením stěn plováků, modulových nádrží a potrubí minerálními usazeninami se zvýší ponor prázdné plovoucí soustavy modulů.

- 40 V nezbytném případě lze částečným vypuštěním vody z plovoucí soustavy modulů nebo zmenšením jejího provozního zdvihu snížit její celkový ponor, aby nedošlo k jejímu poškození. Sníží se tím sice kapacita přečerpávací elektrárny, ale udrží se v provozu do doby, než se podaří obnovit stav modulových nádrží, aby nedošlo k překročení využitelné hloubky v základní nádrži.

- 45 Únosnost podloží u stacionární soustavy modulů, tak jako vztlak plováků (nebo ponor rovný využitelné hloubce) u plovoucí soustavy modulů jsou využity k nesení vlastní hmotnosti soustavy modulů a hmotnosti přečerpávané vody.

Hmotnost běžného modulu je úměrná jeho ponoru či únosnosti podloží.

- 50 Kapacita, hmotnost a v důsledku pak cena běžného modulu závisí na poměru výšky vody v modulové nádrži k ponoru plováku či k únosnosti podloží, obecně cena soustavy modulů závisí na poměru hmotnosti přečerpávané vody v modulových nádržích a hmotnosti soustavy modulů.

- 55 Množství potenciální energie vody přečerpávané v přečerpávací elektrárně závisí na výškovém rozdílu hladin vody mezi horními nádržemi a dolními nádržemi (tj. na výtlačné výšce) a na množství přečerpávané vody.

Akumulovaná energie je úměrná součinu hmotnosti (výšky) přečerpávané vody a výtlačné výšky.

5 Hmotností soustavy modulů pro účely kontroly únosnosti podloží se obecně rozumí součet hmotnosti částí konstrukce soustavy modulů, vč. případného základu.

V souvislosti s možností použití vyšších podstavců pod modulovými nádržemi je obecně možno volit optimální variantu mezi krajními možnostmi:

- 10 - lehčí, a tudíž nízká soustava modulů a větší přečerpávaná vodní náplň,
- těžší, a tudíž vysoká soustava modulů a menší přečerpávaná vodní náplň.

Pro variantu, kdy je výtlačná výška v přečerpávací elektrárně tvořena pouze podstavcem pod modulovou nádrží a jestliže je limitujícím faktorem využitelná hloubka nebo únosnost podloží, pro
15 optimalizaci parametrů přečerpávací elektrárny se stacionární nebo plovoucí soustavou modulů obecně platí:

Součet hmotnosti soustavy modulů a hmotnosti přečerpávané vody je roven využitelné hloubce nebo únosnosti podloží.

20 Součin hmotnosti soustavy modulů a hmotnosti přečerpávané vody je maximální, pokud jsou si rovny.

Provedení přečerpávací elektrárny podle technického řešení se soustavou modulů obsahujících
25 podstavec a modulovou nádrž umožňuje dosáhnout vysoké kapacity tím, že se hmotnost běžného modulu co nejvíce využije pro vytvoření podstavce. Efektivní konstrukce běžných modulů dle technického řešení pak umožňuje, aby hmotnost materiálu běžného modulu po odečtení hmotnosti modulové nádrže postačovala na zhotovení velmi vysokého podstavce, který tak umožňuje zvětšit výtlačnou výšku na mnohonásobek výšky vody v modulové nádrži.

30 Běžné moduly, skupiny běžných modulů či soustava modulů podle technického řešení mohou mít těžiště vysoko nad hladinou kapaliny v základní nádrži či nad úrovní základu, a proto zejména při nerovnoměrném plnění nebo při nahodilém bočním zatížení silným větrem se s nesprávným konstrukčním řešením mohou dostat do nestabilního stavu.

35 Vysoké běžné moduly při štíhlém tvaru jsou s výhodou zajištěny pevnými oporami pro zajištění stability.

40 Stabilitu skupiny běžných modulů lze s výhodou obecně zajistit tak, že bude mít dostatečnou šířku. U plovoucí skupiny běžných modulů je výhodné zajistit, že bude mít na principu katamaránu, pokud možno větší šířku, než je její výška nad hladinou vody v základní nádrži.

Při dané výšce těžiště skupiny běžných modulů bude její šířka odvozena od sil, které mohou způsobit její naklonění, u plovoucí skupiny běžných modulů také od volby přípustného naklonění.

45 Výška těžiště skupiny běžných modulů závisí hlavně na poměru hmotnosti vodní náplně v modulových nádržích a hmotnosti skupiny běžných modulů.

Výhodným rozdělením modulových nádrží vestavěnými přepážkami nebo vytvořením spojené
50 soustavy modulů s menšími modulovými nádržemi se zpomalí nebo zabráni přelévání velkého objemu vody v modulových nádržích a tím se dále zlepší stabilita skupiny běžných modulů.

Vnitřní přepážky a/nebo dutiny jsou s výhodou využity také jako výztuhy modulové nádrže pro
55 zajištění její pevnosti a tvarové stability a pro snížení tloušťky stěn konstrukčních prvků běžného modulu.

Pro modelové výpočty k porovnávání energetické výhodnosti různých provedení přečerpávací elektrárny stačí uvažovat pouze rozhodující proměnné fyzikální veličiny a místo přesných hodnot energie sledovat pouze její ekvivalenty.

5

Například ekvivalent E_e změny potenciální energie plovoucí modulové nádrže, vyjádřený výtlačnou výškou V a pracovním zdvihem N , lze zjednodušeně vyjádřit vynásobením obou veličin:

$$E_e = V \cdot N$$

10

Plováky, modulové nádrže a podstavce v běžných modulech jsou tlakové nádoby. Pokud se týká hlavního zatížení, plováky a modulové nádrže jsou zatíženy hlavně vnitřním a/nebo vnějším přetlakem a osovou silou, podstavce jsou zatíženy převážně osovou silou.

15

Modulová konstrukce přečerpávací elektrárny zjednoduší její výrobu a montáž.

Výhodné je půdorysné uspořádání běžných modulů do trojúhelníkových formací, které zabezpečují optimální řešení pro pevnost a tuhost skupiny běžných modulů, jakož i pro přístupnost ke kontrole a údržbě běžných modulů.

20

Skupina běžných modulů spojených mezi sebou je dosti tuhá a jednotlivé běžné moduly nejsou mezi sebou výškově posuvné.

25

Při velké šířce skupiny běžných modulů se přesto projevuje její pružnost a aby byla co nejlépe využita únosnost podloží a základů a aby v konstrukci skupiny běžných modulů nevznikala přídavná smyková a ohybová napětí, je nutné, aby tlak běžných modulů na jejich nosné prvky, tj. základy nebo plováky, byl rovnoměrně, spojitě rozložen, tzn. aby v každém běžném modulu odpovídal únosnosti příslušného nosného prvku.

30

Při opravě modulové nádrže některého z běžných modulů stačí vyprázdnit pouze danou modulovou nádrž, např. přečerpáním vody do modulových nádrží v ostatních běžných modulech. Po dobu opravy bude mimo provoz pouze opravovaná modulová nádrž, zatímco všechny ostatní běžné moduly mohou pokračovat v provozu. Je přitom nutno počítat se zvýšením smykového napětí mezi běžnými moduly.

35

Únosnost plováku u plovoucího běžného modulu je dána hydrostatickým vztlakem a je možnost ji regulovat.

40

Únosnost základů u přečerpávací elektrárny se stacionárními modulovými nádržemi se časem může měnit. Např. v důsledku dlouhodobého zatížení soustavou modulů může docházet ke stlačení, zhutnění podloží.

45

Jestliže podloží pod soustavou nebude homogenní, zejména na poddolovaném území, pak poklesy podloží a základů nebudou rovnoměrné. Konstrukce soustavy nebude rovnoměrně podložena a budou v ní vznikat přídavná smyková a ohybová napětí.

Podložení soustavy modulů je pak nutno opravit, rektifikovat, změnou výšky mezery mezi konstrukcí běžných modulů a základy, s výhodou vložením nebo odebráním podložek.

50

Poklesy základů a celé soustavy modulů je proto výhodné pravidelně nebo průběžně měřit a vyhodnocovat.

55

V běžných modulech jsou s výhodou vytvořeny rektifikační prostory pro rektifikaci jejich polohy na základu, s výhodou tak, že dolní část běžného modulu pod modulovou nádrží je opatřena vodorovnou výztuhou a montážními otvory ve stěnách běžného modulu.

Přes montážní otvory lze do rektifikačního prostoru mezi vodorovnou výztuhou a základem vložit pneumatické zdvihací vaky a plněním vzduchu do vaků lze běžný modul zvednout. Do vzniklé mezery mezi běžným modulem a základem lze vložit podložku o tloušťce stanovené dle výsledků měření a vypuštěním vzduchu z vaků lze běžný modul opět spustit na podložku.

Pro snížení potřebné zvedací síly je výhodné rektifikovaný běžný modul nebo i přilehlé běžné moduly na dobu rektifikování odlehčit, s výhodou přečerpáním vody do modulových nádrží v ostatních běžných modulech. Po dokončení rektifikace je možno běžný modul znovu zatížit přečerpáním vody do jeho modulové nádrže.

Pokud je přečerpávací elektrárna sestavena z mnoha běžných modulů, pravděpodobnost havarijního vytečení veškeré přečerpávané kapaliny je nepatrná.

Přečerpávací elektrárna proto může být postavena i v blízkosti obydlené oblasti, aniž by došlo k ohrožení bezpečnosti lidí a majetku v této oblasti.

S výhodou je stacionární soustava modulů přečerpávací elektrárny postavena v prostoru vytěženého povrchového dolu, který je bezodtokový. Vodu, která do tohoto prostoru vtéká, je však nutno odčerpávat, aby nedošlo k zaplavení přečerpávací elektrárny. Rizikem zde také mohou být sesuvy svahů.

Plovák je dolní část běžného modulu, která je téměř celá ponořena v základní nádrži a jeho vztlakem je určena hmotnost, a tedy i tíha všech částí běžného modulu. Plovák je tlaková nádoba, s výhodou uzavřená tlaková nádoba, je zatížena především vnějším přetlakem vody a tíhou nesených částí běžného modulu. Boční vnější přetlak vody působící na stěny plováku se lineárně zvyšuje s hloubkou ponoření plováku. Plováky mohou mít vnitřní prstence k vyztužení proti vnějšímu přetlaku a pro zabezpečení tvarové stability.

Plováky jsou s výhodou plněny plynem, s výhodou inertním plynem, s výhodou dusíkem, s výhodou vysušeným plynem, který omezuje korozi materiálu plováku.

V zájmu odlehčení konstrukce je plovák s výhodou plněn plynem tak, aby byl jeho vnitřní přetlak co nejvíce vyrovnán s vnějším přetlakem vody při ponoření v základní nádrži. Plovák proto nemusí být tak důkladně vyztužen proti zborcení jako při jednostranném zatížení vnějším přetlakem a může být podstatně lehčí.

S výhodou je vnitřní přetlak plováku roven největšímu vnějšímu přetlaku vody, jenž odpovídá plnému ponoření plováku.

S výhodou je vnitřní přetlak plováku vyšší než vnější přetlak vody odpovídající jejich největší konkrétní hloubce ponoření v základní nádrži, což zvyšuje odolnost plováku vůči nahodilému vnějšímu přetížení nárazem do dna nebo vůči sabotážím.

Základ je s výhodou zhotoven z betonu, s výhodou je beton armovaný, s výhodou je beton předepjatý.

Při ohřevu soustavy modulů odpadním teplem lze očekávat, že základy a ocelová konstrukce běžných modulů budou mít rozdílné teploty a z toho důvodu se bude u nich projevovat rozdílné roztažení.

Základy pod jednotlivými běžnými moduly nebo pod skupinami běžných modulů jsou proto mezi sebou s výhodou odděleny dilatačními spárami.

Modulové nádrže a plováky, jakož i potrubí a energetická soustrojí jsou vystaveny působení vody, proto je vhodné je vyrobit z materiálu odolávajícího korozi, i když je dražší. Jejich povrch je výhodné chránit proti vzniku minerálních usazenin.

- 5 Podstavce po obvodu skupin běžných modulů nebo soustavy modulů nebo alespoň obvodové části podstavců jsou s výhodou zhotoveny z materiálu odolávajícího korozi. Podstavce ve vnitřním prostoru skupiny běžných modulů nebo soustavy modulů pak mohou být zhotoveny z levnějšího materiálu.
- 10 Podstavce běžných modulů jsou během provozu zatěžovány proměnlivě tíhou vody a jsou stlačovány na různou výšku. Spojovací potrubí je trvale zatíženo stále stejným množstvím vody a není stlačováno po celé své výšce, proto jeho výška nekoresponduje s výškou podstavců. Ve spojovacím potrubí proto musí být umístěno dilatační zařízení pro plynulé přizpůsobení jeho výšky výšce podstavců. Dilatačním zařízením jsou s výhodou vlnovcové kompenzátory, s výhodou obloukové kompenzátory umístěné ve spojovacím potrubí.
- 15

- 20 Horní dna modulových nádrží jsou s výhodou vybavena odvětrávacím potrubím, aby byl vnitřní vzduchový prostor nad hladinou vody s výhodou volně spojen okolního ovzduší, čímž bude zabráněno zvýšení vnitřního přetlaku vzduchu při plnění modulových nádrží nebo podtlaku vzduchu při vypouštění modulových nádrží a vnitřní přetlak v modulových nádržích bude vyvolán pouze hydrostatickým tlakem vodní náplně.

- 25 S výhodou je odvětrávací potrubí horní a dolní modulové nádrže spojeno, takže je zabráněno odpařování vodní náplně v přečerpávací elektrárně a tím je omezena i tvorba minerálních usazenin na vnitřních stěnách modulových nádrží, potrubí a energetických soustrojí. Náplň vody v modulových nádržích pak nemění svou hmotnost, není nutno ji doplňovat a lze snadno stabilizovat a kontrolovat její čistotu a chemické složení. Výhodně jsou spojena odvětrávací potrubí všech modulových nádrží ve skupině běžných modulů nebo v soustavě modulů, čímž se usnadňuje vyrovnávání hladin vody při nerovnoměrném plnění a vyprazdňování modulových nádrží vodou.
- 30 Je nutno brát v úvahu, že při proudění odvětrávaného vzduchu vznikají ztráty, které snižují účinnost přečerpávání.

- 35 S výhodou je odvětrávací potrubí z modulové nádrže spojeno se vzduchovým vakem, který je umístěn nad modulovou nádrží v prostoru běžného modulu. Při plnění modulové nádrže přečerpávanou vodou se vzduch z modulové nádrže vyfukuje do vzduchového vaku a při odvádění přečerpávané vody z modulové nádrže se vzduch nasává ze vzduchového vaku zpět do modulové nádrže. Rovněž tento způsob odvětrávání modulových nádrží zabraňuje odpařování vodní náplně v přečerpávací elektrárně a není nutno instalovat dlouhé odvětrávací potrubí mezi horními a dolními modulovými nádržemi.
- 40

Nádrž stacionárního běžného modulu obsahuje s výhodou plastickou membránu.

- 45 Plastická membrána je s výhodou připevněna v polovině výšky modulové nádrže a plocha membrány odpovídá polovině vnitřního povrchu modulové nádrže. Pracovní prostor pro přečerpávanou vodou je s výhodou tvořen prostorem pod membránou. K dolnímu dnu modulové nádrže, tj. k pracovnímu prostoru pod membránou, je pak připojeno potrubí k energetickému soustrojí. V horním dnu modulové nádrže je otvor nebo odvětrávací potrubí, kterými je vnitřní prostor modulové nádrže nad membránou propojen s atmosférou.

- 50 Jestliže je pracovní prostor pod membránou vyprázdněn, membrána přiléhá ke stěnám dolní poloviny modulové nádrže a prostor nad membránou, tj. v celé modulové nádrži, je naplněn vzduchem z atmosféry. Jestliže se pracovní prostor pod membránou plní vodou z druhé modulové nádrže přečerpávací elektrárny, vytlačuje se vzduch z prostoru v modulové nádrži nad membránou přes otvory v horním dnu modulové nádrže do atmosféry, až nakonec přečerpávaná voda zcela

vyplní prostor pod membránou, tj. celé modulové nádrže, a membrána přiléhá ke stěnám horní poloviny modulové nádrže.

- 5 Rovněž tento způsob odvětrávání modulových nádrží zabraňuje odpařování vodní náplně v přečerpávací elektrárně a není nutno instalovat dlouhé odvětrávací potrubí mezi horními a dolními modulovými nádržemi.

- 10 Použitím inertního plynu pro vyplnění prostoru nad hladinou vody v modulových nádržích lze s výhodou zabránit nežádoucímu množení flóry a fauny v přečerpávací elektrárně a tím zvyšování hustoty vody a opotřebení hydraulických zařízení a rozvodů.

Z uvedených důvodů se zmenšuje nutnost čištění stěn modulových nádrží a potrubí od organických i anorganických nánosů.

- 15 Prostor mezi modulovými nádržemi a také celý prostor uvnitř i vně podstavců může být rovněž naplněn dusíkem nebo jiným vhodným inertním plynem, s výhodou vysušeným plynem, pro zvýšení ochrany proti korozi.

- 20 Složení a tlak ochranné plynové náplně v běžných modulech, v jejich částech a v prostoru mezi nimi je výhodné kontrolovat s výhodou kontinuálně pomocí měřicích přístrojů, čímž je možno včas zjistit netěsnosti v konstrukci a operativně zajistit odstranění závady.

- 25 V přečerpávací elektrárně je výhodné nainstalovat trvalé rozvody inertního plynu pro možnost operativního doplnění nebo výměny náplně plynu k zajištění maximální spolehlivosti, bezpečnosti a životnosti konstrukce běžných modulů.

- 30 Tlakové nádoby, spojovací potrubí, případně i odvětrávací potrubí, jsou s výhodou opatřeny pojistnými ventily, které brání překročení bezpečného přetlaku nebo podtlaku inertního plynu, aby nemohlo dojít k poškození částí přečerpávací elektrárny.

Vnější povrch a/nebo vnitřní povrch částí přečerpávací elektrárny je s výhodou opatřen nátěrem proti korozi.

- 35 Vnější povrch soustavy modulů je s výhodou opatřen pláštěm se zvýšenou balistickou odolností.

- 40 S výhodou jsou podstavce tvořeny příhradovou konstrukcí, která je s výhodou zhotovena z materiálu odolávajícího korozi a je výhodné ji opatřit ochranným nátěrem. Příhradová konstrukce klade menší odpor proti proudění větru a plovoucí skupina běžných modulů nebo plovoucí soustava modulů není tak náchylná ke kývání na hladině základní nádrže.

- 45 S výhodou je příhradová konstrukce opatřena obvodovým pláštěm, který umožňuje naplnit vnitřní prostor inertním plynem pro omezení koroze příhradové konstrukce. Obvodový plášť je s výhodou zhotoven z materiálu odolávajícího korozi a je výhodné jej opatřit ochranným nátěrem. Souvislé obvodové stěny soustavy modulů však zvyšují odpor proti proudění větru.

Při větších hloubkách základní nádrže je výhodné výškově rozdělit plovák na více oddílů, které jsou mezi sebou odděleny tlakovou přepážkou, s výhodou ve tvaru klenutého dna.

- 50 Každý oddíl plováku, jinak též segment, je plněn plynem s výhodou na vnitřní přetlak, kterým je co nejvíce vyrovnán vnější přetlak vody odpovídající největší hloubce ponoření segmentu v základní nádrži.

S rostoucí hloubkou umístění jsou tedy segmenty plněny plynem na vyšší vnitřní přetlak, který je vyrovnán s vnějším přetlakem vody, a tloušťka stěny segmentů může být podstatně menší, než

kdyby byl v celém plováku jednotný vnitřní přetlak odpovídající maximální hloubce ponoření plováku v základní nádrži. Tím se dále výrazně snižuje hmotnost plováku.

- 5 V horních dnech segmentů je výhodné vytvořit přestupní přetlakové komory pro možnost vstupu pracovníků údržby do segmentů s rozdílným přetlakem plynu. Komory musí být opatřeny spolehlivými uzávěry, které zabrání propouštění plynu s rozdílným přetlakem mezi segmenty.

- 10 Hloubka základních nádrží, zejména přírodního původu, nebývá rovnoměrná. Jelikož se dno základní nádrže obvykle v jednom nebo ve více místech své plochy postupně svažuje do největší hloubky, hloubkové úrovně větších hloubek zaujímají menší plochu než hloubkové úrovně menších hloubek.

Obdobně únosnost podloží zřejmě nebude po celé ploše přečerpávací elektrárny rovnoměrná.

- 15 V zájmu dosažení co největší kapacity je výhodné využívat pro účely přečerpávací elektrárny co nejlépe nejen plochu přečerpávací elektrárny, ale i hloubku základní nádrže, resp. únosnost podloží.

- 20 Soustava modulů může být výhodně sestavena z běžných modulů s jednotnou výškou podle zvolené hloubkové úrovně v základní nádrži, resp. podle nejmenší únosnosti podloží v ploše soustavy modulů.

Čím hlubší úroveň pro hlubší ponoření plováků je zvolena, tím bude plovoucí soustava modulů zaujímat v základní nádrži menší plochu.

- 25 Se zmenšující se plochou plovoucí soustavy modulů podle zvolené hloubkové úrovně a zvyšující se hloubkou však klesá stabilita plovoucí soustavy modulů, která proto musí mít menší výtlačnou výšku a tím se může nepříznivě zvyšovat měrná cena, investiční náročnost plovoucí soustavy modulů v Kč/kWh.

- 30 Jestliže jsou takto provedeny jak dolní, tak horní soustava modulů, všechna energetická soustrojí u této přečerpávací elektrárny mají stejnou výtlačnou výšku a pokud jsou stejného výkonu, mohou být např. při regulaci celkového výkonu nebo při poruše vzájemně zastupitelná.

- 35 Soustava modulů může být výhodně sestavena z běžných modulů s různou výškou podle hloubkového profilu základní nádrže, příp. podle různé únosnosti podloží v ploše soustavy modulů.

V zájmu zvýšení kapacity přečerpávací elektrárny je tak lépe využita nejen plocha základní nádrže či pozemku, ale i hloubka základní nádrže či různá únosnost podloží.

- 40 Tato konstrukce umožňuje, aby osa těžiště přečerpávací elektrárny byla stále totožná s osou vztlaku plovoucí soustavy modulů, příp. s osou těžiště únosnosti podloží.

- 45 Tato skutečnost, spolu s velkou šířkou skupiny běžných modulů, příp. soustavy modulů, umožňuje dobře zajistit její stabilitu i při velké výšce běžných modulů.

Z hlediska zajištění stability proti převrácení nemusí být stacionární skupina běžných modulů nebo stacionární soustava modulů tak široká jako plovoucí skupina běžných modulů nebo plovoucí soustava modulů, protože podloží je mnohem méně poddajné než voda.

- 50 Šířka stacionární soustavy modulů proto bude volena především podle potřebné kapacity než pro zajištění její stability.

Soustava modulů s běžnými moduly různé výšky podle hloubkových úrovní nebo podle únosnosti podloží může s výhodou obsahovat:

55

- modulové nádrže jednotné výšky pro všechny hloubkové úrovně nebo únosnosti podloží, přičemž podstavce mají různou výšku, nebo

- 5 - modulové nádrže různé výšky podle hloubkové úrovně nebo únosnosti podloží, přičemž podstavce mají jednotnou a/nebo různou výšku.

Pro každou skupinu běžných modulů se stejnou výškou a výškovou polohou modulových nádrží je s výhodou k dispozici odpovídající skupina energetických soustrojí se stejnou výtlačnou výškou.

- 10 S výhodou je v plovoucí soustavě modulů výška modulových nádrží u běžných modulů pro všechny hloubkové úrovně stejná, avšak jejich vodorovný průřez je různý, přičemž poměr vodorovného průřezu modulových nádrží u běžných modulů určité hloubkové úrovně k vodorovnému průřezu modulových nádrží u běžných modulů největší hloubkové úrovně je roven poměru ponoru plováků u běžných modulů určité hloubkové úrovně k ponoru plováků u běžných
15 modulů největší hloubkové úrovně.

- Obdobně ve stacionární soustavě modulů je s výhodou výška modulových nádrží u běžných modulů pro všechny únosnosti základů nebo podloží stejná, avšak jejich vodorovný průřez je různý, přičemž poměr vodorovného průřezu modulových nádrží u běžných modulů s určitou únosností
20 základů nebo podloží k vodorovnému průřezu modulových nádrží u běžných modulů s největší únosností základů nebo podloží je roven poměru určité únosnosti základů nebo podloží k největší únosnosti základů nebo podloží.

- Soustava modulů tohoto provedení s běžnými moduly různé výšky podle hloubkových úrovní nebo
25 únosnosti základů nebo podloží může s výhodou obsahovat modulové nádrže stejné výšky, a přitom jsou i stejné výšky podstavců a je stejná i výtlačná výška pro všechny běžné moduly. Moduly se liší pouze hloubkou ponoru plováků či únosností základů nebo podloží a průměrem modulových nádrží. Proto mohou být všechny modulové nádrže v celé soustavě modulů spojeny společným sběrným potrubím.

- 30 Přečerpávání lze provádět pomocí kteréhokoliv energetického soustrojí bez ohledu na průměr nádrže, může být používán jednotný typ energetických soustrojí a sníží se nároky na koordinaci a regulaci jejich provozu.

- 35 S výhodou může být i průměr podstavců stejný jako průměr modulových nádrží se zmenšeným průměrem, čímž se konstrukčně zjednoduší přenos zatížení mezi nimi.

- Nevýhodou je, že u běžných modulů s menší hloubkovou úrovní nebo únosností základů nebo
40 podloží se zvýšením výšky modulových nádrží sníží průměrná výtlačná výška.

- Jelikož průměr plováků a rozteč mezi běžnými moduly zůstávají zachovány, výztuhy mezi
modulovými nádržemi, případně mezi podstavci menšího průměru musí mít větší šířku a tloušťku, aby jimi byla překlenuta vzdálenost mezi běžnými moduly a aby byla zajištěna tuhost vzájemného
45 spojení běžných modulů.

- Ve skupině běžných modulů jsou běžné moduly s výhodou mezi sebou spojeny s výhodou pomocí
svislých a vodorovných výztuh.

- 50 S výhodou jsou části běžného modulu vyztuženy také vnitřními vodorovnými a/nebo svislými výztuhami.

- Skupina běžných modulů je s výhodou alespoň v úrovni horní a dolní hrany modulových nádrží, u plovoucí skupiny běžných modulů také v úrovni horní a dolní hrany plováků, vyztužena
vodorovnými pásnicemi, které mohou významně posílit tuhost soustavy modulů v ohybu a omezit
55 vodorovné zatížení sběrného spojovacího potrubí.

Moduly se svislými vnějšími výztuhami mohou být zhotoveny výhodně s průměrem do 3,6 m, aby bylo možno snadno dopravovat jejich díly od výrobce k místu montáže po železnici.

- 5 Vodorovnou vzdálenost mezi běžnými moduly je pak výhodné volit 0,4 m, obecně tak, aby byla co nejlépe využita plocha soustavy modulů pro účely přečerpávací elektrárny, ale současně tak, aby byla umožněna oboustranná kontrola a údržba stěn běžných modulů a výztuh.

Skupina běžných modulů vyztužená pouze svislými výztuhami je poddajná ve vodorovné rovině.

- 10 Při kývání na hladině nebo při nerovnoměrném poklesu podloží se celá skupina běžných modulů deformuje jako harmonika – stěny běžných modulů se střídavě deformují tak, že se vodorovný kruhový průřez běžných modulů mění na eliptický, zplošťuje se nebo protahuje.

- 15 Sběrné potrubí pod dolními a pod horními nádržemi musí být vybaveno kompenzátory, aby se do něj nepřenášelo pnutí z vodorovné deformace modulových nádrží.

Tuhost skupiny běžných modulů ve vodorovné rovině bude dána prakticky pouze tuhostí den v modulových nádržích, případně v plovácích.

- 20 Stacionární skupina běžných modulů bude zvláště tuhá v oblasti ukotvení podstavců k základům.

Vzhledem k velkému průměru běžných modulů budou deformace stěn běžných modulů udrženy v mezích pružnosti materiálu a nedojde k jejich havarijnímu poškození.

- 25 S výhodou jsou běžné moduly v plovoucí skupině běžných modulů vyztuženy vodorovnými výztuhami v úrovni nad hladinou vody v základní nádrži. Tyto výztuhy budou sloužit k přenosu vodorovných sil mezi běžnými moduly a tažným kotvením plovoucí soustavy modulů s plovoucími skupinami běžných modulů na břehu základní nádrže při zatížení plovoucí soustavy modulů bočním větrem.

- 30 Při kývání plovoucí skupiny běžných modulů na hladině vody v základní nádrži se bude plovoucí skupina běžných modulů cyklicky prohýbat, přičemž se bude deformovat ve vodorovné rovině jak v úrovni plováků, tak v úrovni modulových nádrží; v první polovině cyklu se bude v horní rovině stlačovat a v dolní rovině roztahovat, ve druhé polovině cyklu se bude deformovat v opačném smyslu.

- 40 S výhodou jsou všechny běžné moduly ve skupině běžných modulů vyztuženy spojenými vodorovnými výztuhami v úrovni nad hladinou vody v základní nádrži. Výztuhy budou sloužit k přenosu vodorovných sil mezi běžnými moduly a tažným kotvením plovoucí soustavy modulů na břehu základní nádrže při zatížení plovoucí soustavy modulů bočním větrem a také zabráni vodorovné deformaci běžných modulů v úrovni vodorovné výztuhy.

- 45 Při kývání plovoucí skupiny běžných modulů na hladině vody v základní nádrži se bude plovoucí skupina běžných modulů prohýbat, přičemž se bude vodorovně deformovat nepatrně v úrovni plováků a naprostá většina deformace se uskuteční v úrovni modulových nádrží. Nebude se deformovat ve vodorovné rovině v úrovni vodorovné výztuhy. Výhodou je, že v této úrovni nebude vodorovně deformováno ani sběrné potrubí a pracovní plošina.

- 50 Stacionární skupina běžných modulů se bude chovat podobně.

Při poklesu v určité oblasti podloží uvnitř plochy zastavěné skupinou běžných modulů se skupina běžných modulů bude prohýbat, přičemž se nebude vodorovně deformovat v úrovni základů a naprostá většina deformace se uskuteční v úrovni modulových nádrží - v oblasti poklesu podloží

a potažmo základů se budou běžné moduly v úrovni modulových nádrží ve vodorovné rovině stlačovat.

5 Pokud k poklesu podloží dojde na okraji skupiny běžných modulů, budou se zde běžné moduly v rovině modulových nádrží roztahovat.

Obdobně při náporu bočního větru se deformace soustavy modulů projeví nejvíce v úrovni modulových nádrží.

10 Vodorovné výztuhy mezi plováky jsou s výhodou opatřeny otvory, aby umožnily svislé protékání vody kolem plováků, a rovněž svislé výztuhy mezi plováky v horní části plováků jsou s výhodou opatřeny otvory, aby umožnily vodorovné protékání vzduchu mezi plováky nad hladinou vody během svislém pohybu plováků ve vodě při přečerpávání nebo při kývání plovoucí skupiny běžných modulů na hladině základní nádrže. Vzduchový prostor mezi plováky nad hladinou vody
15 v základní nádrži je prostřednictvím odvětrávacích otvorů volně spojen do vzduchového prostoru základní nádrže. Při kývání a při svislém pohybu plovoucí skupiny běžných modulů během přečerpávání proudí voda v základní nádrži svisle kolem plováků. Omezuje se tak výškové kolísání hladiny vody v základní nádrži.

20 Je výhodné odvětrávací otvory uzavřít, aby nedocházelo k odpařování vody v tomto prostoru a aby se omezilo vytváření minerálních usazenin na vnějších stěnách plováků. Uzavřený prostor mezi plováky pomáhá vyrovnávat kývání plovoucí skupiny běžných modulů, při kývání plovoucí skupiny běžných modulů voda v základní nádrži proudí vodorovně kolem plováků. V důsledku kývání plovoucí skupiny běžných modulů může docházet k většímu výškovému kolísání hladiny
25 vody v základní nádrži. Je výhodné kontrolovat a případně regulovat tlak plynu v tomto uzavřeném prostoru, aby nezpůsobil trvalé naklání plovoucí skupiny běžných modulů. Prostor mezi plováky nad hladinou vody je u tohoto provedení výhodné naplnit inertním plynem, aby se omezila koroze dotčené části plováků.

30 Plovoucí skupina běžných modulů může výhodou obsahovat souvislé dno prostoru plováků.

S výhodou je souvislé dno plovoucí skupiny běžných modulů vytvořeno tak, že jsou klenutými dny uzavřeny prostory mezi plováky jednotlivých běžných modulů v úrovni jejich dolních den, s výhodou je pro uzavření daných prostorů použito stejného materiálu, ze kterého jsou zhotoveny
35 plováky.

Touto úpravou se vodní prostor základní nádrže mezi plováky plovoucí skupiny běžných modulů využije na zvětšení objemu plynového prostoru plováků plovoucí skupiny běžných modulů, čímž se zvětší vztlak plovákové části plovoucí skupiny běžných modulů.

40 Boční stěny plováků budou chráněny proti účinkům vody v základní nádrži, kde zejména slaná voda má zvláště silné korozní účinky.

S výhodou lze uzavřít také prostor mezi plováky, případně i mezi jejich segmenty, v úrovni jejich
45 horních den.

Pak může být tento jednodílný nebo vícedílný prostor, tj. segmenty, mezi plováky plněn stejným vnitřním přetlakem plynu, s výhodou inertního, jako prostor uvnitř plováků, příp. segmentů, čímž se vyrovnají vnější a vnitřní tlaky na boční stěny plováků, příp. segmentů a také na dna plováků.

50 Dna plováků a svislé stěny plováků v obvodových modulech lze s výhodou vyrobit z materiálu odolávajícího korozi, stěny plováků u běžných modulů ve vnitřním prostoru plovoucí skupiny běžných modulů mohou být vyrobeny z levnějšího materiálu, což snižuje cenu plovoucí skupiny běžných modulů.

55

V plovoucí soustavě modulů ve stacionární soustavě modulů lze s výhodou vytvořit souvislé dno u modulových nádrží uzavřením prostoru mezi modulovými nádržemi v úrovni dolních den a tento prostor pak využít k plnění vodou.

- 5 S výhodou lze vytvořit souvislé dno u modulových nádrží také uzavřením prostoru mezi modulovými nádržemi v úrovni horních den. Pak lze i zde prostor nad hladinou vody vyplnit ochrannou atmosférou obdobně jako uvnitř modulových nádrží.

- 10 S výhodou lze tyto prostory mezi plováky a modulovými nádržemi vybavit odvětrávacím potrubím a dále zabezpečit jako samotné plováky a modulové nádrže.

- 15 Využitím prostoru mezi plováky a mezi modulovými nádržemi pro účely přečerpávání vody se významně zvýší efektivnost využití únosnosti podloží či prostoru základní nádrže na ploše soustavy modulů a tím její kapacita pro akumulování potenciální energie, a to bez zhoršení stability soustavy modulů.

- 20 Při použití konstrukce běžných modulů spojených mezi sebou svislými výztuhami je pak nutno modulové nádrže vyztužit i vnitřními svislými výztuhami a svislé výztuhy mezi obvodovými modulovými nádržemi zesílit, aby snesly jednostranné zatížení od vnitřního hydrostatického přetlaku vody.

- 25 Navíc nelze provozovat jednotlivé běžné moduly nebo mezery mezi nimi odlišně od ostatních běžných modulů, např. při poruše některého běžného modulu, protože by ve stěnách běžných modulů a ve svislých výztuhách s různým zatížením hydrostatickým přetlakem vody vznikalo nepřijatelné mechanické napětí.

- 30 Moduly jsou s výhodou mezi sebou spojeny přímo svými stěnami. Spojení je provedeno s výhodou pomocí spojovacích součástí, s výhodou pomocí šroubů nebo nýtů. Spojení je provedeno s výhodou pomocí svarů bodových nebo liniových.

- 35 Oproti uspořádání běžných modulů s roztečí, která je větší než jejich průměr, je zde výhodou lepší využití prostoru soustavy modulů k účelům přečerpávání, lépe se využije únosnost podloží či prostor základní nádrže na ploše přečerpávací elektrárny ve prospěch její kapacity, a to bez zhoršení stability skupiny běžných modulů nebo soustavy modulů.

- Tento druh konstrukce umožní snížení měrných nákladů na materiál oproti konstrukci běžných modulů se svislými výztuhami a může dále zjednodušit výrobu dílů a montáž.

- 40 Přístup ke spojům je však možný pouze z vnitřního prostoru běžných modulů. Vnitřní povrch stěn běžných modulů lze kontrolovat v celé ploše, vnější povrch stěn běžných modulů je kontrolovatelný jen zčásti, protože stěny běžných modulů jsou v oblasti spojů těsně u sebe a do prostoru mezi běžnými moduly je dosti obtížný přístup.

- 45 Využití prostoru mezi běžnými moduly k naplnění vodou a k přečerpávání je možné jen za cenu vyztužení vnitřního prostoru svislými výztuhami jako u běžných modulů spojených vnějšími svislými výztuhami.

- 50 Skupinu běžných modulů přečerpávací elektrárny je výhodné sestavit ze svislých běžných modulů, které jsou spojeny svými stěnami propojením tak, že se půdorysně vzájemně prolínají, čímž vytvoří vzájemnou vazbu, s výhodou do trojúhelníku, bez potřeby vnějších nebo vnitřních svislých výztuh nebo jiného druhu zesílení svislých spojů mezi běžnými moduly.

- 55 Veškerý prostor skupiny běžných modulů je zde využit k účelům přečerpávání, plně se využije únosnost podloží či prostoru základní nádrže na ploše přečerpávací elektrárny ve prospěch její kapacity, a to bez zhoršení stability skupiny běžných modulů nebo soustavy modulů.

Tento druh konstrukce umožní snížení měrných nákladů na materiál oproti konstrukci běžných modulů se spojením svislými výztuhami a může ještě více zjednodušit výrobu dílů a montáž soustavy modulů.

5

V závislosti na poměru průměru a rozteče běžných modulů má propojení běžných modulů různý tvar a různé výhody i nevýhody.

10

Jestliže se stěny běžných modulů protínají v jednom bodě, svary stěn běžných modulů jsou soustředěny do tohoto jednoho bodu, což je nevýhodné pro zajištění kvality svarů.

15

Aby se snížilo tepelné zatížení svařovaného místa a zlepšila kvalita svarů, je výhodné volit rozteč běžných modulů tak, že se v jednom bodě protínají pouze dvě stěny běžných modulů. Toho lze dosáhnout zvětšením nebo zmenšením rozteče běžných modulů.

20

Při zvětšení rozteče běžných modulů se zmenší přesah stěn a prostor mezi nimi je hůře dostupný pro kontrolu vnitřních stěn běžných modulů, tuhost skupiny běžných modulů je menší, ale využití materiálu běžných modulů na plochu skupiny běžných modulů je výhodnější.

25

Při zmenšení rozteče běžných modulů se zvětší přesah stěn a prostor mezi nimi je lépe dostupný pro kontrolu vnitřních stěn běžných modulů, tuhost skupiny běžných modulů je větší, ale využití materiálu běžných modulů na plochu skupiny běžných modulů je méně výhodné.

30

Je zde možnost provozovat jednotlivé běžné moduly nebo je odstavit při poruše nezávisle na ostatních běžných modulech, aniž by ve stěnách ostatních běžných modulů docházelo k nebezpečnému zatížení v důsledku rozdílného bočního hydrostatického tlaku vody.

35

S výhodou je každý prostor vzniklý propojením běžných modulů připojen uzavíratelnou odbočkou ke spojovacímu potrubí a potažmo k energetickému soustrojí. Kromě připojení vnitřního prostoru nádrže je nutno vytvořit další tři připojení prostorů vzniklých propojením běžných modulů. Celkový počet odboček se tak podstatně zvýší.

40

Prostory mezi modulovými nádržemi vzniklé propojením běžných modulů je výhodné spojit s prostory uvnitř modulových nádrží, s výhodou pomocí vnitřních průtokových otvorů, s výhodou pomocí vnějšího potrubí. Tyto spojené prostory je pak možno připojit ke spojovacímu potrubí a potažmo k energetickému soustrojí jednou společnou odbočkou.

45

Prostory mezi modulovými nádržemi vzniklé propojením běžných modulů je možné spojit s prostory uvnitř modulových nádrží různými variantami.

50

Vzhledem ke kruhovému tvaru modulových nádrží je však nutno při individuální vypouštění nebo plnění nádrží, např. z důvodu jejich poruchy, dodržet takový postup odstavování nebo plnění sousedních nádrží, aby všechny modulové nádrže byly zatěžovány pouze vnitřním přetlakem a aby tedy nedošlo k zatížení klenutých stěn modulových nádrží vnějším přetlakem.

55

Cesta pro vedení kapaliny nebo plynu může být tvořena s výhodou potrubím.

Potrubí pro vedení vody je vodní potrubí.

50

Cestu pro vedení plynu neboli plynovou cestu lze nazývat též vzduchovou cestou, vzduchovým potrubím, je-li plynem stlačený vzduch, případně odvětrávací cestou, odvětrávacím potrubím, jestliže spojuje vzduchový prostor modulové nádrže volně do ovzduší nebo volně mezi modulovými nádržemi.

55

Cesta pro vedení kapaliny nebo plynu může být vytvořena s výhodou stěnami modulové nádrže.

5 Cesta pro vedení kapaliny je pak s výhodou vytvořena tak, že plovoucí modulová nádrž nemá dno a je stěnami ponořena pod hladinu kapaliny v základní nádrži, cesta pro vedení vzduchu je s výhodou vytvořena tak, že plovoucí modulová nádrž nemá strop a je stěnami otevřena do ovzduší nebo do plynového prostoru nad hladinou základní nádrže.

10 Přčerpávací elektrárna podle technického řešení akumuluje potenciální energii především v nádržích a v připojených cestách pro přenos energie. Zejména za tím účelem je každá cesta pro přenos energie podle technického řešení uzavíratelná, tzn. obsahuje nejméně jeden uzávěr, který umožňuje akumulaci potenciální energie tím, že blokuje proudění tekutiny mezi nádržemi.

15 Kapalinová nebo plynová cesta obsahuje jako uzávěr s výhodou uzavírací a/nebo regulační armaturu, s výhodou ventil, u jednočinného přenosu energie s výhodou zpětný ventil nebo zpětnou klapku.

15 S výhodou lze kombinovat různé cesty a odpovídající uzávěry k akumulování potenciální energie. K uvolnění akumulované energie může sloužit tentýž nebo jiný uzávěr, resp. jiná cesta než k akumulování energie.

20 Uzávěr slouží také k regulaci nebo k operativnímu zastavení průtoku přčerpávané tekutiny při běžném provozu nebo při poruše energetického soustrojí, jakož i z důvodu neobvyklé situace v energetické síti nebo k zabránění nežádoucího průtoku přčerpávané tekutiny (zejména vytečení tekutiny z horní nádrže do dolní nádrže). Podle požadavků na bezpečnost provozu lze tyto uzávěry zdvojovat, ať už paralelně nebo sériově.

25 Dolní dna plováků, případně segmentů, jsou s výhodou opatřena otvory s uzávěry (tlakové pojistky) pro možnost zavodnění vnitřního prostoru plováků k vyrovnání polohy plovoucí skupiny běžných modulů např. během montáže běžných modulů, při opravách nebo při řešení poruchy plovoucí skupiny běžných modulů.

30 V přčerpávací elektrárně jsou prostory nádrží s různým energetickým potenciálem spojeny cestami pro přenos energie.

35 Cesta pro vedení kapaliny nebo plynu se stává cestou pro přenos energie, je-li spojena s energetickým soustrojím a je uzavíratelná. Kapalinová cesta pro přenos energie je spojena s kapalinovým energetickým soustrojím, plynová cesta pro přenos energie je spojena s plynovým energetickým soustrojím.

40 V přčerpávací elektrárně je cestou pro přenos energie s výhodou spojovací potrubí.

40 Jelikož v přčerpávací elektrárně podle technického řešení mohou být dolní nádrž a horní nádrž umístěny po svahu horského masivu šikmo nad sebou, spojovací potrubí, které je spojuje, má šikmou a vodorovnou část.

45 S výhodou jsou modulové nádrže v soustavách modulů mezi sebou spojeny pomocí vodorovného spojovacího potrubí.

50 V takovém případě postačuje pouze jeden uzávěr v šikmém spojovacím potrubí mezi dolní i horní nádrží.

50 S výhodou je ke dnu každé modulové nádrže připojena potrubní odbočka k vodorovné části spojovacího potrubí, tj. ke sběrnému potrubí, které tvoří potrubní síť pod modulovými nádržemi.

55 S výhodou jsou takto spojeny modulové nádrže ve skupině sousedících běžných modulů. Skupina sousedících běžných modulů má k dispozici jedno společné šikmé spojovací potrubí a energetické

soustrojí. Zde již musí být potrubní odbočka u každé modulové nádrže vybavena uzávěrem, aby bylo možno spolehlivě regulovat průtok a úroveň hladiny vody v každé modulové nádrži.

5 S výhodou jsou sběrným potrubím spojeny všechny modulové nádrže u běžných modulů se stejnou výškou, přičemž daná vodorovná síť sběrného potrubí je napojena na příslušné svislé spojovací potrubí umístěné s výhodou po obvodu přečerpávací elektrárny.

10 Rovněž zde musí být potrubní odbočka u každé modulové nádrže vybavena uzávěrem, aby bylo možno spolehlivě regulovat průtok a úroveň hladiny vody v každé modulové nádrži.

Šikmé spojovací potrubí může být s výhodou umístěno u každého obvodového modulu.

15 S výhodou je vodorovné a/nebo šikmé spojovací potrubí vytvořeno z několika souběžných tahů, aby se zmenšil průměr, tloušťka stěn a hmotnost potrubí, což sice zvýší hydraulické ztráty, ale usnadní jeho výrobu, dopravu, montáž a údržbu.

Každé šikmé spojovací potrubí umístěné po obvodu soustavy modulů je s výhodou spojeno se samostatným energetickým soustrojím.

20 Energetické soustrojí může být společné pro skupinu spojovacích potrubí, čímž se zvětší rozměry a výkon energetických soustrojí, ale zmenší se jejich počet. U většího energetického soustrojí lze lépe řešit účinnost.

25 Šikmé spojovací potrubí může mít tloušťku stěny odstupňovanou podél své výšky podle statického a dynamického tlaku vody.

Dolní části přepážek mezi vnitřními prostory nádrže s výhodou obsahují průtokové otvory.

30 U skupiny běžných modulů stěny modulových nádrží mezi běžnými moduly s výhodou obsahují průtokové otvory, což je výhodné zejména u modulových nádrží, které mají stejnou výšku.

Vnitřní prostory každé modulové nádrže tak při plnění vodou tvoří spojené nádoby a pro přečerpávání postačuje šikmé spojovací potrubí, které je připojeno z boku skupiny běžných modulů, nemusí být instalováno sběrné potrubí.

35 Průtokové otvory jsou přístupné pro opravy s výhodou až po vyprázdnění ostatních modulových nádrží.

40 S výhodou jsou v průtokových otvorech umístěny uzávěry, s výhodou regulační uzávěry, s výhodou jsou uzávěry dálkově ovladatelné. Uzávěry mají ovládací prvky vyvedeny do prostoru pod modulovými nádržemi, aby byly kdykoliv přístupné. To je výhodou při poruše modulové nádrže, kterou je tak možno odstavit bez nutnosti vyprázdnění ostatních modulových nádrží.

45 V důsledku odporu přečerpávané tekutiny při proudění mezi vnitřními prostory nebudou tyto prostory plněny současně do stejné výšky a v důsledku nerovnoměrného zatížení, zejména hydrostatickým tlakem, budou ve stěnách mezi těmito prostory vznikat zvýšená mechanická napětí.

Odpor v průtokových otvorech a tím i nerovnoměrnost plnění modulových nádrží se zvyšují s rostoucí průtokovou rychlostí vody.

50 Nerovnoměrnost plnění nebo vypouštění modulových nádrží lze snížit až odstranit škrcením průtoku vzduchu v odvětrávacím potrubí nad hladinou vody v modulových nádržích, čímž se zvyšuje celkový přetlak v daných modulových nádržích. U modulových nádrží, které jsou bližší energetickému soustrojí, je nutnost škrcení vyšší. U větší skupiny běžných modulů s průtokovými
55 otvory bude zřejmě nerovnoměrnost vyšší a bude tedy vyšší i potřeba škrcení průtoku vzduchu.

Za tím účelem bude zřejmě výhodné vybavit přečerpávací elektrárnu zařízením, s výhodou regulačními ventily, pro regulaci přetlaku vzduchu nad hladinou vody v jednotlivých modulových nádržích.

5

Pro zvýšený hydrostatický tlak vody a přetlak vzduchu však musí být modulové nádrže podstatně více dimenzovány, což zvyšuje náklady na modulové nádrže.

10

U skupiny běžných modulů s průtokovými otvory mezi modulovými nádržemi lze opravit poškozenou modulovou nádrž v určitém běžném modulu tak, že se nejprve vyprázdní všechny modulové nádrže ve skupině běžných modulů, např. přečerpáním vody z dolní skupiny běžných modulů do horní skupiny běžných modulů, následně opraváři vstoupí do poškozené modulové nádrže, případně i do přilehlých modulových nádrží, uzavřou v nich průtokové otvory uzavíracími víky, načež se provádí oprava poškozené modulové nádrže. Modulové nádrže v ostatních běžných modulech ve skupině běžných modulů lze během opravy používat k přečerpávání vody. Po opravě lze uzavírací víka odstranit až po vyprázdnění okolních plných modulových nádrží. Pak teprve lze opravenou modulovou nádrž opět používat.

15

20

U skupiny běžných modulů s uzávěry v průtokových otvorech mezi modulovými nádržemi lze opravit poškozenou modulovou nádrž v určitém běžném modulu tak, že se uzavřou uzávěry v poškozené modulové nádrži, případně i v přilehlých modulových nádržích, načež se provádí oprava poškozené modulové nádrže. Modulové nádrže v ostatních běžných modulech lze během opravy používat k přečerpávání vody. Po opravě se uzávěry otevřou a opravenou modulovou nádrž lze opět používat.

25

30

U provedení, kde jsou energetická soustrojí umístěna po obvodu soustavy modulů, může být výhodné vést odbočku vodorovného spojovacího potrubí od každé modulové nádrže až na obvod soustavy modulů do prostoru k šikmému spojovacímu potrubí a umístit zde i uzávěr dané odbočky. Do tohoto prostoru lze s výhodou vyvést i měřicí přístroje od jednotlivých modulových nádrží. Zvýší se sice ztráty prouděním vody ve spojovacím potrubí, ale prostory s uzávěry u spojovacího potrubí v úrovních pod a nad nádržemi lze snadněji klimatizovat tak, aby byly vytvořeny příznivé podmínky pro pracovníky obsluhy a údržby a pro provoz a tím i spolehlivost uzávěrů a měřících přístrojů.

35

40

S výhodou může být odbočka vodorovného a šikmého spojovacího potrubí od každé modulové nádrže vč. uzávěru a měřících přístrojů přivedena až k energetickému soustrojí. Uvedená zařízení se centralizují do jednoho klimatizovaného místa, takže jejich obsluha a údržba se výrazně zjednoduší. Zjednoduší se regulace provozu modulových nádrží vodními uzávěry a sníží se či odstraní potřeba používat regulaci tlaku vzduchu v modulových nádržích. Spolehlivost a bezpečnost přečerpávací elektrárny tak bude zajištěna i při zvýšené teplotě přečerpávané vody.

45

Potrubí pro přenos energie v přečerpávací elektrárně je s výhodou provedeno tak, že konce potrubí jsou v dolní nádrži i v horní nádrži ponořeny do přečerpávané tekutiny, potrubí spojuje prostory dolní nádrže a horní nádrže obsahující přečerpávanou tekutinu bez přerušení tekutinového sloupce prostorem s jinou tekutinou (neboli bezprostředně, přímo, spojitě), aby tok tekutiny byl spojitý.

50

Tím je na minimum snížena spotřeba elektrické energie a na maximum zvýšena výroba elektrické energie při překonávání energetického rozdílu mezi tekutinou v dolní nádrži a horní nádrži.

55

Například, je-li přečerpávanou tekutinou voda, pak při čerpání vody čerpadlem výtlačné potrubí spojuje vodní prostory dolní nádrže a horní nádrže spojitě, tj. bez přerušení vodního sloupce vzduchovým prostorem. Obdobně při přepouštění vody přes turbínu je spádové potrubí vedeno zpod hladiny vody v horní nádrži pod hladinu vody v dolní nádrži spojitě, tj. bez přerušení vzduchovým prostorem.

Ve spojovacím potrubí jsou s výhodou umístěny vyrovnávací komory k tlumení hydraulických rázů vznikajících v důsledku změn rychlosti proudění vody při regulaci nebo zastavení energetického soustrojí.

- 5 Vzhledem k tomu, že plovoucí soustava modulů se může na hladině vody v základní nádrži kývat, je vodní potrubí plovoucí soustavy modulů spojeno s objekty na břehu základní nádrže výhodně pomocí ohebného potrubí.

- 10 Moduly s různou výškou mohou být s výhodou uspořádány tak, že budou mít horní hrany zarovnané do stejné úrovně.

Na běžných modulech lze pak vytvořit rozlehlou víceúčelovou pracovní plošinu.

- 15 Zjednoduší se tím přístup ke všem běžným modulům a usnadní se montážní a údržbářské práce na soustavě modulů.

- Je ovšem nutno uvážit, že každé přidání zatížení soustavy modulů musí respektovat únosnost základů či plováků a může tedy znamenat částečné omezení akumulací kapacity přečerpávací elektrárny.

- 20 Jestliže jsou modulové nádrže horní soustavy modulů spojeny společným sběrným potrubím, obdobně jako modulové nádrže dolní soustavy modulů, pak nádrže s největší výškou, jejichž dno je tedy umístěno nejnižší a jsou umístěny, z hlediska vodorovného uspořádání, nejbližší těžiště plovoucí soustavy modulů, jsou při přečerpávání plněny jako první a vypouštěny jako poslední, 25 což napomáhá stabilizovat soustavu modulů proti naklání. Při tomto způsobu plnění modulových nádrží však bude vznikat smykové napětí mezi běžnými moduly s různým stupněm naplnění modulových nádrží.

- 30 Aby horní hrany horních modulových nádrží zůstávaly zarovnané do stejné úrovně a aby mezi spojenými běžnými moduly nevznikalo smykové napětí, je výhodné při přečerpávání plnit modulové nádrže současně a proporcionálně ve všech běžných modulech nebo skupinách běžných modulů, a to i v těch, které nebudou mezi sebou konstrukčně spojeny.

- 35 Jestliže nebudou modulové nádrže ve všech oddělených běžných modulech nebo skupinách běžných modulů plněny současně a proporcionálně, tyto běžné moduly nebo skupiny běžných modulů nebudou zatíženy úměrně podle jejich nosnosti, jejich celková výška se v průběhu přečerpávání bude vzájemně lišit a mezi spojenými běžnými moduly může vznikat smykové napětí. Jejich celkové výšky se vyrovnají, až bude plnění všech modulových nádrží dorovnáno tak, že bude proporcionální, nebo až bude plnění zcela dokončeno.

- 40 Přečerpávací elektrárna podle technického řešení obsahuje kapalinové a/nebo plynové energetické soustrojí, ve kterém probíhá spotřeba elektrické energie k akumulaci potenciální energie a výroba elektrické energie ze spotřebované potenciální energie.

- 45 Výkon energetického soustrojí je s výhodou regulovatelný. Přečerpávací elektrárna dle technického řešení může s výhodou obsahovat více energetických soustrojí stejného nebo různého výkonu k lepší regulaci a k odstupňování výkonu akumulování nebo výroby energie nebo i ke zvýšení spolehlivosti provozu.

- 50 Jestliže akumulace energie v přečerpávací elektrárně probíhá při změnách tlaku nebo průtoku tekutin v průběhu energetického cyklu, zvyšují se nároky na regulaci energetického soustrojí a snižuje se jeho účinnost.

- 55 Kapalinové energetické soustrojí je používáno, je-li přečerpávanou tekutinou kapalina, obsahuje s výhodou čerpadlo, pro vodu vodní čerpadlo, k přeměně elektrické energie na polohovou energii

kapaliny a dále obsahuje kapalinovou turbínu, pro vodu vodní turbínu, k přeměně polohové energie kapaliny na elektrickou energii. Převádění kapaliny kapalinovým energetickým soustrojím mezi nádržemi se uskutečňuje prostřednictvím kapalinového potrubí. Turbína a čerpadlo mohou být připojeny paralelně ke společnému potrubí pro vedení kapaliny nebo mohou být připojeny samostatně, tj. turbína k přivodnímu potrubí a čerpadlo k výtlačnému potrubí. Energetické soustrojí může obsahovat reverzní turbínu, která může pracovat v turbínovém i v čerpacím režimu.

Turbína může být spojena s generátorem, čerpadlo může být spojeno s motorem, reverzní turbína může být spojena s motorgenerátorem.

V zájmu maximálního využití výškového spádu je výhodné, aby byla použita přetlaková turbína.

S výhodou lze použít Francisovu turbínu, kterou lze provozovat také reverzním způsobem jako čerpadlo.

Klasické použití rovnotlakých turbín by nebylo výhodné používat, protože by nedovolovaly využít celý výškový spád mezi horními a dolními nádržemi, jelikož hladina vody v dolních nádržích může stoupat vysoko, desítky metrů, nad hladinu vody v prostoru oběžného kola turbíny. Oběžné kolo rovnotlaké turbíny totiž musí být umístěno nad spodní hladinou vody, aby se v ní nebrodilo.

S výhodou je však možno používat rovnotlaké turbíny, např. Peltonovu nebo Bánkiho turbínu, upravené pro přetlak na výtokové straně tak, že vzduchový prostor oběžného kola je plněn stlačeným vzduchem, s výhodou pomocí kompresoru, na tlak, který odpovídá tlaku vody v dolní nádrži. Skříň turbíny musí být zesílena, aby snesla zvýšený vnitřní přetlak.

Voda bude z prostoru oběžného kola odtékat do dolní nádrže, i když se bude hladina vody v dolní nádrži zvyšovat nad úroveň hladiny vody v prostoru oběžného kola. Přestože množství vzduchu spotřebované pro tento účel bude nepatrné, lze s výhodou zajistit jeho uzavřený oběh a snížit spotřebu energie na jeho oběh. Stlačený vzduch se poměrně dobře rozpouští v přečerpávané vodě, proto je výhodné odebírat pro plnění prostoru oběžného kola vzduch z prostoru nad hladinou vody v nádržích. Voda, která odtéče z přetlakového prostoru v turbíně do dolní nádrže, s sebou nese rozpuštěný stlačený vzduch. Tlak přečerpávané vody směrem k její hladině v dolní nádrži poklesne a rozpuštěný vzduch bude z vody unikat zpět do vzduchového prostoru nad hladinou vody v dolní nádrži.

Při odčerpávání vody z dolní nádrže do horní nádrže, kdy je Peltonova turbína zastavena, je nutno tlak vzduchu v prostoru oběžného kola turbíny postupně snižovat, aby nepronikal do dolní nádrže, s výhodou přepouštěním stlačeného vzduchu přes kompresor, který může být reverzního provedení, nebo přes vzduchový motor do odvětrávacího potrubí k nádržím, aby se energie stlačeného vzduchu rekuperovala do elektrické sítě.

Plynové energetické soustrojí je používáno, je-li přečerpávanou tekutinou plyn, obsahuje s výhodou plynový kompresor, ventilátor nebo vývěvu, pro vzduch vzduchový kompresor, ventilátor nebo vývěvu k přeměně elektrické energie na tlakovou energii plynu a dále obsahuje plynový motor, například plynovou turbínu, pro vzduch vzduchovou turbínu, k přeměně tlakové energie plynu na elektrickou energii, nebo obsahuje reverzní plynovou turbínu, která může pracovat v turbínovém i v kompresním režimu. Převádění plynu plynovým energetickým soustrojím mezi modulovými nádržemi se uskutečňuje prostřednictvím plynového potrubí. Paralelní nebo sériové připojení k plynovému potrubí může být provedeno analogicky jako u kapalinového energetického soustrojí.

Plynové energetické soustrojí může být výhodně umístěno v horní části plovoucí soustavy modulů nad hladinou kapaliny, takže není tolik vystaveno případným agresivním účinkům kapaliny a je snáze dosažitelné pro údržbu.

Soustava modulů v přečerpávací elektrárně může s výhodou sloužit také pro skladování plynu, plynného nebo kapalného skupenství, v plynové modulové nádrži.

5 Lépe se tak využije plocha pozemku, na kterém je soustava modulů postavena a velký plynový prostor v běžných modulech, zejména v plovácích nebo v mezikusech.

Je přitom nutno počítat se zvýšeným zatížením a tím i dimenzováním příslušných částí běžných modulů, které bude při dané únosnosti podkladu (tj. podloží nebo využitelné hloubky) na úkor kapacity přečerpávací elektrárny.

10 Jako plynová modulová nádrž může být s výhodou využíván plovák nebo podstavec, který je opatřen dolním a horním dnem. Plynová modulová nádrž může být s výhodou vytvořena jako samostatná tlaková nádoba umístěná v prostoru plováku nebo v prostoru podstavce. Plynová modulová nádrž zejména pro skladování plynu v kapalném skupenství je s výhodou opatřena

15 tepelnou izolací.

Plnění a vyprazdňování plynové modulové nádrže se uskutečňuje pomocí plynového energetického soustrojí a tlakového plynového potrubí připojeného k plynové modulové nádrži.

20 Přečerpávací elektrárna s výhodou slouží také pro akumulování tlakové energie plynu přečerpáváním plynu s výhodou mezi nízkotlakým plynovým prostorem a vysokotlakou plynovou modulovou nádrží pomocí plynového energetického soustrojí.

Přečerpávací elektrárna s výhodou obsahuje vysokotlakou plynovou modulovou nádrž, která slouží

25 k uložení stlačeného plynu.

Přečerpávací elektrárna s výhodou obsahuje nízkotlakou plynovou modulovou nádrž, která slouží jako nízkotlaký plynový prostor k uložení expandovaného plynu.

30 S výhodou podstavec obsahuje nízkotlakou plynovou modulovou nádrž a/nebo vysokotlakou plynovou modulovou nádrž.

S výhodou je dolní modulová nádrž a/nebo horní modulová nádrž nízkotlakou plynovou modulovou nádrží nebo vysokotlakou plynovou modulovou nádrží.

35

Nízkotlakým plynovým prostorem je s výhodou okolní atmosféra.

Přečerpávací elektrárna s výhodou obsahuje plynové energetické soustrojí, které je

40 na jedné straně, s výhodou pomocí plynového potrubí, spojeno s nízkotlakou plynovou modulovou nádrží nebo s atmosférou

a na druhé straně je pomocí tlakového plynového potrubí spojeno s vysokotlakou plynovou modulovou nádrží.

45

Plynové energetické soustrojí může být vlastní a/nebo externí. Externí plynové energetické soustrojí není součástí přečerpávací elektrárny, může být uspořádáno jako nezávislé stabilní nebo mobilní, např. plovoucí, zařízení.

50 S výhodou se přečerpávání plynu provádí mezi dolní modulovou nádrží a horní modulovou nádrží.

S výhodou se přečerpávání vzduchu provádí mezi ovzduším a dolní modulovou nádrží a/nebo horní modulovou nádrží.

S výhodou se přečerpávání vody a přečerpávání plynu provádí současně a/nebo odděleně, samostatně.

5 Vytvářet tlakovou energii vzduchu čili zvyšovat nebo snižovat tlak vzduchu v jedné modulové nádrži nad nebo pod hodnotu atmosférického tlaku nebo tlaku ve druhé modulové nádrži, lze s výhodou kompresorem nebo vývěvou při uzavřené kapalinové cestě nebo vtlačováním či odsáváním kapaliny do nebo z tlakovzdušné modulové nádrže čerpadlem nebo reverzní turbínou.

10 Stlačování plynu v modulové nádrži se s výhodou může provádět přečerpáváním kapaliny, při kterém se mění stlačení plynu v modulové nádrži.

Akumulování tlakové energie plynu je součástí energetického cyklu, který obsahuje polytropickou kompresi a expanzi plynu, což jsou termodynamické změny, jež jsou nevratné zejména v důsledku převažujícího odvodu tepla z plynu do jeho okolí. Ztráty tepla snižují účinnost akumulace energie.

15 Ke zlepšení termodynamické účinnosti kompresního cyklu je výhodné rekuperovat kompresní teplo, jinými slovy akumulovat kompresní teplo stlačeného plynu a využívat je při expanzi nebo při odběru plynu, polytropické změny se pak přibližují adiabatickým změnám. Přečerpávací elektrárna dle technického řešení může s výhodou obsahovat zařízení pro rekuperaci kompresního tepla. Kompresní teplo se akumuluje i do přečerpávané kapaliny, což je výhodné zejména tehdy, 20 když se kapalina mezi modulovými nádržemi přečerpává v uzavřeném cyklu. Ztráty tepla akumulovaného do tekutin se snižují také izolováním modulových nádrží a potrubí.

Při akumulování tlakové energie plynu v modulové nádrži s otevřenou hladinou kapaliny je další 25 nevýhodou, že se plyn z prostoru nad hladinou kapaliny postupně absorbuje v kapalině úměrně přetlaku a odvádí se přečerpávanou kapalinou, čímž klesá její hustota se zvětšováním jejího objemu a pracovní cyklus přečerpávací elektrárny se při větším tlaku může narušit až do té míry, že se přečerpávání po řadě cyklů zastaví. S rostoucí teplotou kapalina méně absorbuje stlačený plyn.

30 Aby nedocházelo ke snižování objemové účinnosti přečerpávacího cyklu snížením objemu plynu v uzavřené tlakové modulové nádrži například ochlazením nebo absorbováním v kapalině nebo ztrátou netěsnostmi, obsahuje přečerpávací elektrárna dle technického řešení s výhodou zařízení pro doplňování plynu z externího zdroje, které je tvořeno s výhodou kompresorem nebo s výhodou tlakovou nádobou se stlačeným plynem a uzavíratelným plynovým potrubím. Doplňováním plynu 35 se však rovněž snižuje účinnost energetického cyklu.

Nádrž může s výhodou obsahovat oddělený prostor pro stlačený plyn, který tudíž nemá 40 bezprostřední přetlakový kontakt s hladinou kapaliny v modulové nádrži a nemůže se v kapalině rozpouštět.

S výhodou je v tlakové modulové nádrži oddělený prostor pro stlačený plyn vytvořen membránou, s výhodou je tvořen plynovým vakem, čímž jsou zcela odděleny prostory pro kapalinu a plyn.

45 V tlakové modulové nádrži může být oddělený prostor pro stlačený plyn vytvořen výhodně pomocnou tlakovou nádobou, obsahující pomocné plynové energetické soustrojí. Během plnění tlakové modulové nádrže kapalinou se plyn z této tlakové modulové nádrže vtlačuje pomocným kompresorem do pomocné tlakové nádoby a při vyčerpávání kapaliny z tlakové modulové nádrže se stlačený plyn z pomocné tlakové nádoby vypouští přes pomocnou plynovou turbínu.

50 Přečerpávací elektrárna obsahuje s výhodou strojovnu, ve které je umístěno energetické soustrojí.

Energetické soustrojí je s výhodou umístěno v soustavě modulů.

55 S výhodou je energetické soustrojí upevněno na vnější straně plovoucí soustavy modulů, takže je lépe přístupné pro údržbu.

S výhodou může být energetické soustrojí umístěno mimo soustavu modulů.

V přečerpávací elektrárně s plovoucí soustavou modulů je energetické soustrojí s výhodou umístěno v energetickém modulu ve tvaru pontonu, který je vybaven plovákem, nebo v jiném plovoucím zařízení.

Energetické soustrojí je přitom spojeno se soustavou modulů s výhodou pomocí posuvného nebo kloubového zařízení, přičemž spojovací potrubí je v této části výhodně pohyblivé čili je ohebného, kloubového nebo teleskopického provedení, které umožňuje kompenzovat vzájemné pohyby mezi energetickým soustrojím a soustavou modulů při kývání na hladině vody v základní nádrži. S výhodou je spojovací potrubí v této části zhotoveno z plastu, s výhodou je vyztužené. Pohyblivé spojovací potrubí je s výhodou celé ponořeno ve vodě v základní nádrži, takže teoreticky nese jen svou vlastní hmotnost.

Tím, že energetické soustrojí zůstává v úrovni hladiny v dolní nádrži, je snadněji přístupné pro montáž a údržbu, nevýhodou jsou delší a složitější cesty pro přenos energie, což je spojeno s energetickými ztrátami, případně s nižší životností ohebného potrubí.

S výhodou jsou strojovny s energetickým soustrojím a nesoucí svislé spojovací potrubí umístěny v energetických modulech připojených po obvodu plovoucí soustavy modulů k běžným modulům s modulovými nádržemi, přičemž energetický modul je s výhodou vybaven plovákem, takže lze snadněji vyřešit jejich vyvážení a přístupnost energetických soustrojí pro montáž a údržbu.

S výhodou může být energetické soustrojí pevně spojeno se základní nádrží, v níž je plovoucí soustava modulů umístěna, s výhodou je umístěno na konstrukci připevněné ke dnu základní nádrže, s výhodou v dutém tubusu, nebo je s výhodou umístěno na břehu základní nádrže.

Ve stacionární soustavě modulů nemusí být energetické soustrojí spojeno se soustavou modulů, ale spojovací potrubí je výhodně ohebného, kloubového nebo teleskopického provedení, které umožňuje kompenzovat jakoukoliv, zejména tepelnou dilataci mezi energetickým soustrojím a soustavou modulů.

Tím, že je energetické soustrojí umístěno mimo soustavu modulů, je obecně jednak snadněji přístupné pro montáž, obsluhu a údržbu a pak také lze lépe optimalizovat jeho velikost a tím i účinnost. Zvětšením výkonu energetických zařízení by se mohl snížit jejich počet, samozřejmě s přihlédnutím k požadavkům na regulaci elektrické sítě.

Umístěním energetického zařízení ve strojovně mimo soustavu modulů lze protihlukovou izolaci řešit účinněji než v plechové soustavě modulů.

Další odhlučnění je možné částečným nebo plným umístěním energetického soustrojí pod úroveň terénu.

Součástí přečerpávací elektrárny, zejména energetického soustrojí je i ostatní obvyklé příslušenství, jako např. zařízení pro úpravu parametrů elektrické energie, např. napětí a proudu, a pro její přenos do nebo z místa spotřeby a zařízení pro tlumení hydraulických, mechanických či elektromagnetických rázů a kmitů. Předpokládá se též sací koš nebo česle v potrubí pro přívod vody nebo sací filtr v potrubí pro přívod vzduchu k energetickému soustrojí.

Strojovna nebo jen energetické soustrojí přečerpávací elektrárny podle technického řešení, např. vodní energetické soustrojí, mohou být s výhodou přímo vystaveny vodnímu prostředí, což je provedení obvyklé u ponorných čerpadel nebo turbín, nebo mohou být s výhodou umístěny v tlakovém pouzdru, naplněném vzduchem nebo jiným, výhodně inertním, plynem nebo kapalinou, výhodně inertní kapalinou, takže jsou z vnější strany chráněny proti přetlaku a dalším nepříznivým, zejména korozním účinkům vodního prostředí. S výhodou je kapalná nebo plynová náplň

tlakového pouzdra stlačena tak, že se prostřednictvím této náplně alespoň částečně vyrovnává vnější hydrostatický tlak na těleso soustrojí s vnitřním hydrostatickým tlakem a snižuje se tak zatížení soustrojí i tlakového pouzdra.

- 5 Přenos elektrické energie mezi energetickým soustrojím na plovoucí soustavě modulů a elektrickým zařízením na břehu základní nádrže lze výhodně řešit pohyblivým kabelem nebo s výhodou pomocí troleje.

- 10 Přečerpávací elektrárna dle technického řešení s výhodou obsahuje zařízení pro vymezení polohy plovoucí soustavy modulů na hladině vody v základní nádrži, obsahuje např. kotvicí lana nebo táhla, která jsou upevněna na břehu základní nádrže a umožňují nezbytnou dilataci, aby nedošlo k přetížení částí plovoucí soustavy modulů a kotvicích prvků jejich nerovnoměrným zatížením např. v důsledku působení silného větru při současném kývání plovoucí soustavy modulů.

- 15 Přečerpávací elektrárna dle technického řešení, zejména v provedení plovoucí soustavy modulů s výhodou obsahuje vodící zařízení pro vedení plovoucí soustavy modulů po určené trajektorii, zejména ve svislém směru, v prostoru základní nádrže. Vodící zařízení zajišťuje plynulé vedení plovoucí soustavy modulů v závislosti na jejím provedení s výhodou proti vybočení, kývání a převrácení, způsobenému například vlastní setrvačností, vlnami, vodními proudy nebo větrem, s výhodou je v provedení jako kluzné a/nebo valivé a/nebo kloubové zařízení, v rozlehlé základní nádrži s výhodou jako vodící rám nebo paralelogram, upevněný např. ke dnu základní nádrže.

- 25 Dokonalost vedení plovoucí soustavy modulů závisí také na počtu stupňů volnosti vodícího zařízení. výhodně je vodící zařízení tvořeno lanovým vedením, přičemž vodící lana jsou upevněna výhodně ke dnu základní nádrže a k plovákům na hladině základní nádrže, přičemž plováky jsou s výhodou mezi sebou spojeny a s výhodou vodorovně stabilizovány. Lano kotvené ke dnu základní nádrže a napínané vztlakem plováku neumožňuje, aby plovoucí soustava modulů byla vedena přesně s jedním stupněm volnosti, ale jelikož se jedná o samostředící zařízení, může se k tomuto stupni značně blížit.

- 30 Plovoucí soustava modulů umístěná ve velmi rozlehlé základní nádrži a ve větší vzdálenosti od jejího břehu, může být vybavena zařízením, s výhodou lodními motory, pro udržení její polohy v základní nádrži a/nebo pro její přemístění např. do doku k opravě.

- 35 Plovoucí soustava modulů je na hladině základní nádrže s výhodou zajištěna vodícím rámem, který obklopuje plovoucí soustavu modulů po celém jejím obvodu. S výhodou je každá plovoucí skupina běžných modulů zajištěna vodícím rámem, který obklopuje plovoucí skupinu běžných modulů po celém jejím obvodu.

- 40 Vodící rám má s výhodou plovoucí část a kotvicí část, jež jsou kloubově spojeny mezi sebou. Kotvicí část je s výhodou kloubově uchycena v základech na břehu základní nádrže.

- 45 Vodící rámy pro vedení plovoucích skupin běžných modulů jsou s výhodou mezi sebou kloubově spojeny.

- 50 Vodící rám slouží především ke stabilizaci plovoucí skupiny běžných modulů nebo plovoucí soustavy modulů proti vodorovnému pohybu na hladině vody v základní nádrži, dovoluje svislý pohyb a volné kývání plovoucí skupiny běžných modulů nebo plovoucí soustavy modulů a je ukotven ke břehu nebo ke dnu základní nádrže tak, aby umožnil řádnou funkci plovoucí skupiny běžných modulů nebo plovoucí soustavy modulů v rámci přípustných výškových změn hladiny vody v základní nádrži.

Vodící rám je s výhodou vybaven odpruženým kolovým vedením a pevným vedením ke stabilizaci plovoucí skupiny běžných modulů nebo plovoucí soustavy modulů proti vodorovnému pohybu na

hladině vody v základní nádrži a k vedení plovoucí skupiny běžných modulů nebo plovoucí soustavy modulů při svislém pohybu.

- 5 Přčerpávací elektrárna s výhodou obsahuje blokovací zařízení, s výhodou zarážku, s výhodou odpruženou. Blokovací zařízení může být s výhodou samočinné, s výhodou dálkově ovladatelné.

10 Toto blokovací zařízení slouží k vymezení polohy plovoucí soustavy modulů v určeném místě základní nádrže, s výhodou zajišťuje polohu plovoucí soustavy modulů v mezích vyžadovaných provozním cyklem, např. v krajní poloze, s výhodou zabraňuje dosednutí plovoucí soustavy modulů na dno základní nádrže a tím jejím poškození.

15 Blokovací zařízení může s výhodou sloužit ke stabilizaci výškové polohy plovoucí soustavy modulů v základní nádrži, s výhodou v dolní nebo v horní provozní poloze, což umožňuje další akumulaci potenciální energie tekutiny jejím přčerpáváním mezi modulovými nádržemi, a tím rozšíření způsobů provozování pro zvýšení kapacity přčerpávací elektrárny.

20 Blokovací zarážky stabilizované soustavy modulů přnášejí plný vztlak prázdné soustavy modulů nebo na druhé straně plnou tíhu naplněné stabilizované soustavy modulů, což znamená značné zatížení jak v konstrukci těchto zarážek, tak v konstrukci stabilizované soustavy modulů.

Plovoucí soustava modulů má s výhodou hydrodynamický tvar a hladký povrch, což snižuje odpor proti pohybu plovoucí soustavy modulů ve vodě a tím zvyšuje účinnost akumulace a výroby energie.

25 Jsou však situace, kdy je nízký hydrodynamický odpor plovoucí soustavy modulů nevýhodou. Proto plovoucí soustava modulů s výhodou obsahuje hydrodynamický tlumič pohybu, stabilizátor, jehož účelem je zvýšit hydrodynamický odpor a tím zpomalit pohyb plovoucí soustavy modulů, zejména utlumit její houpání na hladině vody. Tlumič je s výhodou upevněn ke spodní části plovoucí soustavy modulů tak, aby zůstal při houpání plovoucí soustavy modulů co nejvíce pod
30 hladinou vody, i když se plovoucí soustava modulů nebo její část vynoří do horní provozní polohy. Tlumič má tvar, který klade co největší hydrodynamický odpor s výhodou alespoň v jednom smyslu pohybu, například při dokončení provozního zdvihu plovoucí nádrže do krajní provozní polohy, s výhodou v obou smyslech daného směru pohybu, například k omezení výškového houpání plovoucí soustavy modulů. S výhodou má tlumič tvar rovinné nebo zakřivené desky, orientované
35 s výhodou kolmo nebo šikmo ke směru pohybu, nebo tvar otevřené dutiny, s výhodou je ve tvaru duté polokoule orientované výhodně dutinou proti směru pohybu. Tlumič je s výhodou upevněn tak, aby byl mimo dosah turbulentního proudění vody, které vytváří samotná plovoucí soustava modulů, s výhodou na boku plovoucí soustavy modulů. S výhodou je plovoucí soustava modulů vybavena nejméně jedním tlumičem pro každý kinematický stupeň volnosti, s výhodou je tlumič
40 vícenásobný. S výhodou má plovoucí soustava modulů umístěny tlumiče symetricky nejméně k jedné ose pohybu. Tlumič je s výhodou vysouvatelný a/nebo naklápěcí a/nebo odnímatelný a/nebo dálkově ovladatelný. Například plovoucí soustava modulů, která má dva stupně volnosti, tzn., že se může svisle houpat a v jedné svislé rovině se bočně kývat, naklápět, by měla být vybavena dvěma tlumiči, tj. pro houpání a pro boční kývání. Tlumič může utlumit houpání nebo
45 kývání plovoucí soustavy modulů až o 90 %.

S výhodou může být přčerpávací elektrárna vybavena dalším, pomocným energetickým soustrojím, s jehož pomocí lze s výhodou jemně regulovat ponor plovoucí soustavy modulů a/nebo
50 tlumit její houpání na hladině vody v základní nádrži po zastavení provozu hlavního energetického soustrojí např. pro usnadnění nakládky a vykládky dopravovaného materiálu nebo při nástupu a výstupu lidí.

55 Soustava modulů s výhodou obsahuje nejméně jednu přístupovou cestu pro chůzi pracovníků obsluhy a údržby a pro související dopravu materiálu, např. mezi břehem základní nádrže a plovoucí soustavou modulů, jakož i pro další účely.

S výhodou je přístupová cesta vytvořena na kotvici části a/nebo na plovoucí části vodicího rámu.

S výhodou přístupová cesta obsahuje spojovací most.

5

Přečerpávací elektrárna podle technického řešení je s výhodou vybavena pracovní plošinou, která je s výhodou vytvořena na vodicím rámu.

Přístupová cesta je s výhodou součástí pracovní plošiny.

10

Pracovní plošina má s výhodou více účelů:

- jako přístupová cesta pro pracovníky obsluhy a údržby,
- jako dopravní cesta pro přepravu materiálu pomocí dopravních zařízení při údržbě a opravách zejména energetických zařízení,
- jako montážní plošina při údržbě a montáži plovoucí nádrže, zejména energetických zařízení,
- pro nesení a vedení kabelů k energetickým zařízením, k ovládacím a regulačním armaturám, k měřicím a zabezpečovacím přístrojům a zařízením),
- pro nesení pomocných elektrických zařízení a rozvodů (montážní zařízení venkovní i vnitřní pro zvedání nákladů a dopravu osob, osvětlení, přípojky k napájení elektrických nástrojů a přístrojů, rozmrazování v zimním období),
- pro nesení rozvodů inertního plynu k plnění běžných modulů.

20

Pracovní plošina je s výhodou vybavena:

25

- zábradlím s lemy u podlahy proti pádu lidí a předmětů z vodicího rámu do vody,
- kolejemi pro kolejovou dopravu nákladů a materiálu,
- vrátky pro tažení kolejových vozidel po kolejích,
- osvětlením,
- bezpečnostním vybavením a prostředky pro záchranu osob při pádu z vodicího rámu do vody (záchranné čluny a pásy),
- kotvicím, manipulačním a přístupovým zařízením pro překládání materiálu a osob mezi vodicím rámem a vodními čluny.

30

Šířka pracovní plošiny je s výhodou dostatečná pro dvě kolejové tratě vedle sebe k nezávislé dopravě po každé koleji.

35

Doprava bude s výhodou zajištěna pro plynulý pohyb kolejových vozidel ze dvou míst na břehu na pracovní plošinu a po celém jejím obvodu s několika výhybkami pro možnost přejezdu mezi tratěmi v případě nutnosti.

40

Koleje jsou s výhodou zapuštěny v podlaze.

Pracovní plošina s výhodou umožňuje také pohyb kolových vozidel s pneumatikami.

45

Plovoucí soustava modulů, která se výškově nepohybuje, obsahuje s výhodou pracovní plošinu pevně připojenou k obvodu plovoucí soustavy modulů, s výhodou k obvodu plovoucích skupin běžných modulů.

50

Tato pracovní plošina je s výhodou situována výškově tak, aby přesahovala úroveň hladiny vody v základní nádrži při kývání i za silného větru, je s výhodou vytvořena v úrovni energetických soustrojí.

Tato pracovní plošina je s výhodou spojena spojovacími mosty s břehem základní nádrže.

55

Spojovací most je s výhodou kloubově spojen s plovoucí soustavou modulů a posuvně je spojen s břehem základní nádrže.

- 5 Přčerpávací elektrárna s výhodou obsahuje přístupové a dopravní cesty, s výhodou pracovní plošiny, pro vodorovnou dopravu lidí a materiálu k montáži, obsluze a údržbě k energetickému soustrojí, k šikmému a sběrnému potrubí.

Vodorovné pracovní plošiny jsou s výhodou vytvořeny pod a nad modulovými nádržemi.

- 10 Přčerpávací elektrárna s výhodou obsahuje přístupové a dopravní cesty pro svislou dopravu lidí a materiálu k montáži, obsluze a údržbě k energetickému soustrojí, k šikmému a sběrnému potrubí a na pracovní plošiny.

Pro svislou dopravu je s výhodou použito lanové nebo ozubnicové dopravní zařízení.

- 15 Lanové dopravní zařízení může být s výhodou pohon s třecím kotoučem nebo bubnový pohon.

- 20 Zařízení pro svislou dopravu osob a nákladů je s výhodou nainstalováno uvnitř a/nebo vně obvodových energetických modulů, s výhodou je tímto zařízením závěsná nebo šplhací montážní plošina.

- 25 Pro kontrolu, čištění a opravy modulů z vnitřní i vnější strany je výhodné vytvořit uzavíratelné kontrolní otvory v horních nebo i v dolních dnech, případně v bočních stěnách nebo ve vodorovných výztužných pásnicích nebo v plošinách modulových nádrží, podstavců a plováků, které umožní vstup pracovníků a použití nezbytných pracovních prostředků a přístrojů.

Pro usnadnění práce uvnitř modulů je vhodné u těchto kontrolních otvorů upravit úchyty pro kotvení přenosných kontrolních, čistících, opravářských a dopravních zařízení.

- 30 Jelikož soustava modulů obecně může mít velkou plochu a dosahovat svou konstrukcí vysoko nad okolní terén, může být na horní plošině nebo i na svislých obvodových stěnách s výhodou umístěna sluneční a/nebo větrná elektrárna. výhodou zde je, že se průměrný výkon sluneční i větrné elektrárny zvyšuje s výškou soustavy modulů – nabízí se více nerušeného slunečního svitu a rychlejší vítr.

- 35 Pod plovoucí soustavou modulů mohou být ke dnu plovoucí soustavy modulů a/nebo ke dnu základní nádrže nainstalovány vrtulové vodní elektrárny k využívání střídavého proudění vody vynuceného kýváním plovoucí soustavy modulů na hladině vody v základní nádrži při nárazech větru. V důsledku odporu průtokové elektrárny však bude docházet k většímu výškovému kolísání hladiny vody v základní nádrži a současně bude tlumeno kývání plovoucí soustavy modulů.
- 40

Elektrická energie vyrobená v této sluneční, větrné nebo vodní elektrárně se může s výhodou přímo akumulovat v přčerpávací elektrárně dle technického řešení.

- 45 Bioplyn, který bude v přčerpávané vodě samovolně vznikat nebo který v ní bude s výhodou cíleně vyráběn, lze s výhodou odlučovat, s výhodou z plynu, který vyplňuje plynový prostor modulových nádrží, s výhodou pomocí odvětrávacího potrubí, a ukládat v zásobníku pro další, zejména energetické využití.

- 50 Boční stěny a horní plošina přčerpávací elektrárny mohou s výhodou sloužit i pro další účely, například pro bydlení, pro sportovní a rekreační aktivity, jako vyhlídková věž nebo pro potřeby reklamy.

V přečerpávací elektrárně se při periodické přeměně elektrické energie na potenciální energii a zpět mění značná část (asi 25 %) elektrické a mechanické energie mění na odpadní teplo, což se projeví ohřevem vody, vzduchu a konstrukčních částí přečerpávací elektrárny.

- 5 Odpadní teplo naakumulované v přečerpávané vodě lze s výhodou předávat přímo nebo prostřednictvím výměníků.

Ze soustavy modulů se část odpadního tepla odvádí do vody v jezeru, resp. do podloží, a to buď přímo přečerpáváním ohřáté vody z plovoucí soustavy modulů do jezera, nebo nepřímo prostřednictvím stěn plovoucí soustavy modulů, zejména prostřednictvím plováků plovoucí soustavy modulů, které jsou ohřívány prostupem tepla od nesených modulových nádrží a potrubí. Voda v jezeru se může ohřívat, čímž se může ohrozit jeho biologická rovnováha. Navíc může docházet ke zvýšenému odpařování a zahušťování vody v jezeru, kterou je nutno doplňovat zvýšenou měrou z protékajícího vodního toku. Ohřev soustavy modulů může být výhodou v zimě, 15 kdy se tím snižuje riziko zamrzání vody v modulových nádržích a v okolním terénu.

Část odpadního tepla zůstává v přečerpávací elektrárně a může postupně zvyšovat teplotu přečerpávané vody a přečerpávací elektrárny, čímž se zvyšuje i množství minerálních usazenin v modulových nádržích, ve spojovacím potrubí a v energetických soustrojích. 20

Jestliže se jedná o přečerpávací elektrárnu obsahující umělou a/nebo přírodní nádrž, tj. s otevřeným oběhem vody, bude předávání odpadního tepla do vody v umělé a/nebo přírodní nádrži dostatečně účinné po celý rok, i když za cenu zvýšeného odparu vody a nutnosti jejího doplňování.

25 Jestliže se jedná o přečerpávací elektrárnu obsahující stacionární soustavu modulů nebo plovoucí soustavu modulů, tj. s uzavřeným oběhem vody, které nejsou ponořeny v základní nádrži, zůstává přečerpávaná voda stále v přečerpávací elektrárně a nebude přímo významně ochlazována okolním prostředím. Rovněž spojovací potrubí a energetická soustrojí jsou umístěna v prostoru přečerpávací elektrárny a nejsou vystaveny proudění okolního vzduchu.

30 Část odpadního tepla se z přečerpávací elektrárny odvádí do okolního ovzduší bočními a horními stěnami přečerpávací elektrárny přirozeným prouděním obtékajícího vzduchu.

Přirozené odvádění odpadního tepla zde nemusí být významné ani v zimě nebo při větrném počasí. 35

Naopak může být přečerpávací elektrárna ohřívána slunečním zářením.

Značná část odpadního tepla bude zůstávat v přečerpávací elektrárně a zvýšená teplota přečerpávané vody by mohla komplikovat provoz zařízení přečerpávací elektrárny a pracovní podmínky pro obsluhu a údržbu. 40

Aby se zabránilo přehřívání přečerpávací elektrárny, je nutno odvádět přebytek odpadního tepla dodatečným chlazením.

45 Přečerpávací elektrárna s výhodou obsahuje chladicí zařízení, s výhodou vzduchové chladicí zařízení, pro chlazení přečerpávané tekutiny, modulů, potrubí a energetického soustrojí.

Jako vzduchové chladicí zařízení zde s výhodou slouží obvodové moduly soustavy modulů, které obsahují svislé spojovací vodní nebo i vzduchové potrubí a slouží jako komín. 50

Spojovací potrubí je s výhodou v obvodových, energetických modulech rozvětveno, takže jeho povrch, a tedy teplosměnná plocha je větší.

S výhodou je rozvětvené spojovací potrubí uspořádáno do tvaru tepelného výměníku. 55

S výhodou, z důvodu nižších materiálových nákladů, je tepelný výměník vytvořen v nízkotlaké části spojovacího potrubí, které spojuje dolní modulové nádrže s energetickým soustrojím.

Tepelný výměník je s výhodou umístěn v dolní části obvodového modulu.

5

Tepelný výměník je s výhodou umístěn v celé výšce svislého spojovacího potrubí.

Spojovací potrubí je s výhodou opatřeno žebrováním pro zvětšení teplosměnné plochy.

10 Vzduch je do obvodového modulu s výhodou přiváděn z venkovního prostředí bočním otvorem v dolní části obvodového modulu, proudí kolem spojovacího potrubí, případně kolem energetického soustrojí, ze kterých odnímá odpadní teplo, v důsledku ohřívání stoupá nahoru přirozeným tahem a v horní části běžného modulu je otvorem odváděn z běžného modulu do venkovního prostředí.

15

Jako chladicí zařízení s výhodou slouží svislé prostory mezi vybranými běžnými moduly ve vnitřních prostorech přečerpávací elektrárny, které tvoří komín, přičemž tyto prostory mezi vybranými běžnými moduly jsou vybaveny otvory ve vodorovných výztuhách mezi běžnými moduly pro umožnění průchodu chladicího vzduchu. Vhodné běžné moduly budou vybrány tak, aby chlazení modulů v soustavě modulů bylo co nejvíce rovnoměrné.

20

Vzduch je přiváděn z venkovního prostředí do dolní části vnitřních prostorů soustavy modulů, s výhodou prostřednictvím přístupových otvorů v obvodových modulech, proudí vodorovně s výhodou případně kolem energetického soustrojí, dále kolem sběrného potrubí přístupovými chodbami v úrovni pod a nad modulovými nádržemi, dále proudí svisle nahoru kolem modulových nádrží a podstavců, ze kterých odnímá odpadní teplo, v důsledku ohřívání stoupá nahoru přirozeným tahem a prostory mezi běžnými moduly nebo mezi skupinami běžných modulů je odváděn do venkovního prostředí.

25

30 Všechny stěny prostorů mezi běžnými moduly určené jako chladicí zařízení jsou s výhodou zhotoveny z materiálu odolávajícího korozi. Prostory mezi ostatními běžnými moduly jsou uzavřeny a vyplněny nejlépe suchým inertním plynem, aby byly chráněny proti korozi.

Jako chladicí zařízení s výhodou částečně slouží samotné vodorovné přístupové chodby v úrovni pod a nad modulovými nádržemi. Stěny modulových nádrží, sběrné potrubí a energetické soustrojí, které tvoří teplosměnné plochy v přístupových chodbách, jsou při větrném počasí ochlazovány průvanem vzduchu přiváděného a odváděného otvory v obvodových modulech.

35

Vedením vzduchu pro chlazení vodorovnými přístupovými chodbami je současně zajištěno i jejich větrání pro vytvoření přijatelných klimatických podmínek pracovníkům obsluhy a údržby.

40

Otvory pro přivádění a odvádění vzduchu vytvořené v modulech po obvodu soustavy modulů jsou s výhodou opatřeny mřížemi proti vniknutí nežádoucích předmětů nebo ptáků.

45 Jako chladicí zařízení s výhodou slouží tepelné výměníky, které s výhodou tvoří komín a jsou umístěny vně soustavy modulů, např. na břehu základní nádrže. Přečerpávaná voda je z přečerpávací elektrárny přivedena potrubím do výměníku, zde je ochlazována vzduchem pomocí přirozeného tahu vyvolaného stoupáním ohřátého vzduchu nebo pomocí nuceného tahu vyvolaného ventilátorem, a po ochlazení je vracena zpět do přečerpávací elektrárny.

50

I když bude chlazení přečerpávací elektrárny chladicími zařízeními dostatečně účinné, bude výhodné obložit tepelnou izolací dolní dna modulových nádrží, příp. horní dna plováků a sběrné i spojovací potrubí, aby se snížilo předávání odpadního tepla do základů a podloží nebo do vody v jezeru prostřednictvím stěn plováků. Je přitom nutno důsledně řešit rozdíly v dilataci soustavy modulů a základů.

55

Přečerpávací elektrárna bude vzhledem k proměnlivým teplotám měnit svůj objem.

Výškové změny přečerpávací elektrárny nejsou problémem.

5

Plošné změny rozměrů nejsou problémem u plovoucí soustavy modulů, která může na vodní hladině libovolně dilatovat, ale u stacionární soustavy modulů je nutno v případě spojených běžných modulů nebo spojených skupin běžných modulů plošné změny rozměrů kompenzovat.

10

Vodorovnou pohyblivost základů k zajištění dilatace lze řešit jen s obtížemi.

Proto bude výhodné vytvořit soustavu modulů ze skupin běžných modulů se samostatnými základy, přičemž tyto skupiny běžných modulů budou spojeny s výhodou výztuhami, které umožní teplotní dilataci mezi skupinami běžných modulů.

15

Jednotlivé skupiny běžných modulů pak mohou snadno tolerovat rozdílné poklesy podloží a nebude mezi nimi z tohoto důvodu vznikat mechanické napětí. Při nerovnoměrném sedání podloží se však budou skupiny běžných modulů naklánět a je nutno včas provádět jejich rektifikaci.

20

Aby soustava modulů mohla současně odolávat silnému bočnímu větru, je výhodné provést obvodové moduly nebo obvodové skupiny běžných modulů pevnější a s hlubšími základy. Zatížení bočním větrem bude s výhodou zachyceno obvodovými částmi soustavy modulů a nebude se přenášet do vnitřních skupin běžných modulů.

25

Soustava prolínajících se běžných modulů je ve vodorovné rovině poměrně dobře pružně stlačitelná, proto ji s výhodou nebude nutné dělit na skupiny běžných modulů nebo mohou tyto skupiny obsahovat větší počet běžných modulů. Moduly mohou být upevněny k základům a při zvýšení teploty a následném plošném roztažení odpadním teplem se tvar běžných modulů pružně přizpůsobí kotvení v základech.

30

S výhodou od každého samostatného plynového prostoru, tj. plováku a jeho segmentu, modulové nádrže a podstavce i prostoru mezi nimi, je plynové potrubí vyvedeno k obvodu soustavy modulů.

35

S výhodou od každého samostatného plynového prostoru je plynové potrubí vybaveno samostatným uzávěrem.

40

Prodlouží se tak délka potrubí, ale uzávěry mohou být umístěny v chladnějším prostoru, čímž se značně zvýší spolehlivost provozu těchto uzávěrů a zlepší se pracovní podmínky pro obsluhu a údržbu i při zvýšení teploty přečerpávané vody v prostoru modulů odpadním teplem.

45

Při zvýšení teploty přečerpávané vody se zvýší také teplota plynu v plynových prostorech přečerpávací elektrárny a pokud jsou tyto prostory uzavřeny, zvýší se i tlak plynu.

50

Aby nebylo nutno dimenzovat plynové tlakové nádoby a plynové potrubí na tento zvýšený tlak, je výhodné vybavit přečerpávací elektrárnu kompresorovou stanicí. Zde se bude přebytečný plyn z plynových prostorů stlačovat nebo i zkapaňovat a ukládat do zásobníků, ze kterých bude možno plyn zase odebírat pro doplnění do plynových prostorů přečerpávací elektrárny při poklesu teploty a tím i tlaku plynu.

55

Kompaktní konstrukce a velké rozměry soustavy modulů podle technického řešení umožňují efektivní druhotné využívání odpadního tepla akumulovaného v přečerpávací elektrárně, což zvyšuje celkovou energetickou účinnost přečerpávání.

Využití odpadního tepla se předpokládá především u provedení přečerpávací elektrárny, kde se teplo ohřáté přečerpávané vody nepřevádí přímo nebo nepřímo do vody v základní nádrži.

S výhodou je dno plovoucí soustavy modulů je upraveno jako souvislé, takže se zmenší teplosměnná plocha plovákové části běžných modulů s vodou v základní nádrži.

- 5 Tepelné výměníky tak mohou sloužit pro předávání tepla k výrobě elektrické energie a/nebo pro ohřev vody ve vnějším topném systému.

Přečerpávací elektrárna podle technického řešení s výhodou obsahuje zařízení k výrobě elektrické energie z odpadního tepla, s výhodou z tepla ohřátého vzduchu.

10

S výhodou je zařízení k výrobě elektrické energie tvořeno chladicím zařízením přečerpávací elektrárny, které obsahuje vzduchový motor s generátorem, přičemž prostory chladicího zařízení tvoří komín, zejména u vysoké soustavy modulů.

- 15 Do komínu se volně přivádí vzduch z venkovního ovzduší, ohřívá se v něm odpadním teplem přečerpávané vody, čímž v komínu vzniká přirozený komínový tah, část odpadního tepla vody se mění v pohybovou a tlakovou energii vzduchu, která se ve vzduchovém motoru s generátorem mění v elektrickou energii, načež se vzduch odvádí z komínu volně do okolního ovzduší.

- 20 Vzduchový motor s generátorem mění pohybovou nebo tlakovou energii ohřátého vzduchu na mechanickou práci a tu přeměňuje na elektrickou energii, s výhodou rovnotlaký motor mění pohybovou energii ohřátého vzduchu, přetlakový motor mění tlakovou energii ohřátého vzduchu. Vzduchový motor může být instalován výškově v kterékoliv části komínu. Při instalaci přetlakového vzduchového motoru v dolní části komínu se využívá podtlak ohřátého vzduchu, při
25 instalaci vzduchového motoru v horní části komínu se využívá přetlak ohřátého vzduchu.

- V obvodových modulech a v určených prostorech mezi vnitřními běžnými moduly soustavy modulů se odpadní teplo ze stěn běžných modulů nebo vodního spojovacího potrubí předává proudícímu vzduchu postupně po celé výšce, takže i hustota vzduchu klesá postupně s výškou, tudíž není stejná v celé výšce, čímž se dosažitelný rozdíl tlaků vzduchu v komínovém tahu snižuje.

30

- Spojovací potrubí v obvodovém, energetickém modulu může být rozvětvením a žebrovaním uspořádáno do tvaru tepelného výměníku, který bude umístěn v dolní části energetického modulu, takže se téměř veškeré odpadní teplo z vody předá do proudícího vzduchu hned v dolní části energetického modulu a hustota vzduchu je nízká po celé výšce energetického modulu. Pokud je tepelný výkon výměníku stejný jako u předchozího provedení, komínový tah se zvýší přibližně na
35 dvojnásobek proti předchozímu provedení.

- Teplo z motorgenerátorů energetických soustrojí lze s výhodou odvést tak, že se budou chladit
40 přečerpávanou vodou, navíc se tím zlepší klimatické podmínky ve strojovnách.

Přečerpávací elektrárna podle technického řešení s výhodou obsahuje zařízení k výrobě elektrické energie pomocí parního cyklu z tepla ohřáté přečerpávané vody nebo vzniklé vodní páry.

- 45 S výhodou jsou teplosměnné plochy přečerpávací elektrárny s okolím, tj. s okolní atmosférou a/nebo s podkladem nebo s nosnými prvky, opatřeny tepelnou izolací. Současně tato izolace nepropouští vodu nebo je chráněna nepropustnou vrstvou nebo krytem, jinak by ztratila tepelné izolační vlastnosti.

- 50 Omezi se tím odvádění odpadního tepla z procesu přečerpávání vody do okolí a podstatně se zvýší schopnost přečerpávací elektrárny akumulovat toto odpadní teplo.

Zvýší se tím teplota přečerpávané vody a konstrukce přečerpávací elektrárny, takže se zvýší účinnost využití odpadního tepla.

55

- S výhodou jsou modulové nádrže opatřeny tepelnou izolací.
- 5 S výhodou je tepelnou izolací opatřen povrch každé etáže modulových nádrží.
- S výhodou je vnější povrch soustavy modulových nádrží na straně kontaktu s atmosférou, s výhodou i na straně kontaktu s podkladem nebo s nosnými prvky, opatřen tepelnou izolací.
- 10 S výhodou jsou dolní dna modulových nádrží opatřena tepelnou izolací.
- V prostoru spojovacího potrubí pod modulovými nádržemi se sníží teplota, takže zde lze lépe kontrolovat stav zařízení a provádět opravy.
- 15 S výhodou jsou také podstavce opatřeny tepelnou izolací, s výhodou po obvodu soustavy modulů.
- S výhodou jsou podstavce zhotoveny z tepelně izolačního materiálu, který má potřebnou pevnost v tlaku k nesení modulových nádrží, s výhodou z pórobetonu, s výhodou u stacionárních běžných modulů.
- 20 S výhodou jsou také plováky opatřeny tepelnou izolací, s výhodou po obvodu soustavy modulů.
- S výhodou je soustava modulů umístěna v objektu opatřeném tepelnou izolací. S výhodou je soustava modulů umístěna v objektu zhotoveném z tepelně izolačního materiálu.
- 25 Tepelná izolace je s výhodou alespoň z části odklopná, izolaci lze zavřít nebo otevřít.
- Při rozsáhlých opravách nebo rekonstrukcích je nutno snížit teplotu v prostoru modulů pro bezpečný vstup pracovníků a v těchto situacích pak lze odklopnou izolaci pohotově otevřít a tím dosáhnout rychlejšího vychlazení soustavy modulů.
- 30 Po zaklopení, zavření izolace se bude v soustavě modulů opět hromadit teplo, které lze dále využívat.
- 35 Tepelné výměníky mohou s výhodou obsahovat trubkovnice, ve kterých se teplo ohřáté přečerpávané vody předává vodě k druhotnému využití.
- Tepelné výměníky mohou být umístěny v obvodových, energetických modulech.
- 40 Tepelné výměníky jsou s výhodou umístěny mimo soustavu modulů.
- S výhodou lze odpadní teplo naakumulované v přečerpávané vodě využívat zejména v zimním období k vytápění bytových, průmyslových, zemědělských i rekreačních objektů v okolních obcích.
- 45 S výhodou lze po zahájení provozu odpadní teplo v přečerpávací elektrárně 4 až 6 měsíců akumulovat a jakmile teplota vody dosáhne potřebné hodnoty, např. 55 °C, bude možno efektivně odebírat odpadní teplo k vytápění, případně i k druhotné výrobě elektrické energie. Obvykle bude výhodné ohřát vodu až na 75 až 80 °C a na podzim začít se spotřebou. Během topné sezóny bude teplota akumulované vody klesat až na 55 °C. Pak se odběr tepla zastaví a do dalšího podzimu se teplota akumulované vody opět zvýší na potřebnou hodnotu.
- 50 S rostoucí teplotou přečerpávané vody rostou také tepelné ztráty a klesá účinnost využití odpadního tepla.
- 55 Podle velikosti přečerpávací elektrárny, zejména podle objemu přečerpávané vody a podle kvality tepelné izolace bude možno takto využívat přibližně 90 % odpadního tepla.

Je výhodné naplánovat počet vytápěných objektů tak, aby v přečerpávací elektrárně zůstala rezerva tepla pro mrazivé období, kdy bude potřeba dodávat zvýšené množství tepla k vytápění i více dní za sebou.

5

S výhodou každá soustava modulů bude připojena k jinému topnému systému. S výhodou dolní soustava modulů bude vytápět přilehlé bytové sídliště, horní soustava modulů bude vytápět horské hotely.

10

Jelikož se modulové nádrže při přečerpávání mohou využívat v celém objemu, může nastat situace, že veškerá teplá voda z modulových nádrží jedné soustavy modulů bude přečerpána do modulových nádrží druhé soustavy modulů a topný systém napojený na prázdné modulové nádrže by určitou dobu zůstal bez tepla.

15

Proto je výhodné ponechávat v modulových nádržích soustavy modulů připojené k topnému systému rezervní objem ohřáté vody, aby se překlenulo období, než bude do těchto odčerpaných modulových nádrží opět přečerpána teplá voda z plných modulových nádrží.

20

Efektivnost využití tohoto odpadního tepla s vyšší teplotou a tím i okruh vytápěných objektů lze zvýšit pomocí tepelných čerpadel nebo přímým přihříváním pomocí biomasy, zemního plynu nebo elektřiny.

25

S výhodou lze odpadní teplo naakumulované v přečerpávané vodě se zvýšenou teplotou využívat k druhotné výrobě elektrické energie, zejména v době mimo topnou sezónu.

Účinnost využití tepla pro výrobu elektrické energie z vody se zvýšenou teplotou bude sice vyšší než z vody s nižší teplotou, ale stále bude relativně nízká, obdobně jako při využití odpadního tepla z ohřátého vzduchu.

30

Přečerpávací elektrárna dle technického řešení s výhodou obsahuje zabezpečovací zařízení, např. snímače úrovně hladiny kapaliny a snímače průtoku kapaliny, tlakoměry pro měření tlaku a průtoku plynové náplně, snímače polohy a pohybu plovoucí soustavy modulů, příp. dilataci nebo poklesů stacionární soustavy modulů.

35

Přečerpávací elektrárna s výhodou obsahuje kontrolní, měřicí a řídicí systém, který bude zabezpečovat bezpečný chod elektrárny na základě měření důležitých provozních veličin a jejich porovnání s dovolenými hodnotami. S výhodou je systém automatický a bude samočinně provádět potřebné změny v parametrech přečerpávání.

40

Jestliže má přečerpávací elektrárna dle technického řešení souhlas s umístěním horní soustavy modulů v horském masivu, pro dosažení výtlačné výšky nebude rozhodnuto stavět konstrukci vysokých podstavců, pak je výhodné co nejlépe využít únosnost podloží k výstavbě co nejvyšších modulových nádrží pro maximalizaci objemu přečerpávané vody.

45

Soustava modulů s dlouhou životností vyžaduje samozřejmě poměrně značné náklady, proto je výhodné stavět přečerpávací elektrárnu s výtlačnou výškou ve stovkách metrů, avšak i při levnějším provedení běžných modulů, zejména s etážovým provedením stacionárních běžných modulů nebo se samonosnými plovoucími modulovými nádržemi, lze dosáhnout přijatelnou měrnou cenu soustav modulů (tj. ve vztahu ke kapacitě) a to i s menší výtlačnou výškou.

50

Při daných ekonomických podmínkách a přírodních podmínkách (nepříliš vysoké kopce) a zejména ve srovnání s jinými možnostmi akumulace energie může být výhodné zvýšit výtlačnou výšku přečerpávací elektrárny danou přírodním masivem výstavbou horní soustavy modulů s vysokými podstavci na úkor výšky modulových nádrží při dané únosnosti podloží i za cenu zvýšení měrných investičních nákladů.

55

Horní soustava modulů, která pro vytvoření potřebné výtlačné výšky vyžaduje podstavce, může mít, v závislosti na pevnosti a na stupni využití použitého materiálu, relativně velmi lehkou, a přitom vysokou konstrukci i ve stovkách metrů.

Současně je nutné zajistit dostatečnou šířku soustavy modulů pro zabezpečení stability v silném větru, což je vážnějším problémem pro plovoucí soustavu modulů.

Přečerpávací elektrárna tohoto provedení je tedy vhodná především pro velké výkony a kapacity.

Plovoucí soustavy modulů v rozlehlých a hlubokých základních nádržích, např. v ledovcových jezerech, v jezerech vytvořených v prostoru vytěžených povrchových dolů nebo v moři, anebo stacionární soustavy modulů na dostatečně únosném a rozlehlém podloží lze celkem pohodlně stavět s velkou výtlačnou výškou a s potřebnou šířkou.

Výkonnou soustavu modulů lze však získat i v případě, že je k dispozici několik vhodných menších jezer nebo pozemků rozmístěných blízko sebe. Na každém jezeru nebo pozemku bude postavena skupina běžných modulů s optimální výškou odpovídající hloubce jezera nebo únosnosti podloží, přičemž tyto skupiny běžných modulů budou vzájemně spojeny a vytvoří dostatečně stabilní konstrukci.

Při výstavbě přečerpávací elektrárny podle technického řešení s vysokou kapacitou a výkonem je nutné pamatovat na odpovídající zesílení připojené rozvodné elektrické sítě.

Soustava modulů s vysokými běžnými moduly se s výhodou může sestavovat postupnou montáží a spojováním jednotlivých částí běžných modulů po vrstvách, plovoucí soustavu modulů tak lze sestavovat přímo na hladině vody v základní nádrži, tj. bez pomoci montážního doku.

Na nejnižší vrstvu částí běžných modulů se postupně napojují další vrstvy tak, aby celá soustava modulů byla na podloží či na hladině základní nádrže při výstavbě vyvážená a nevznikala v ní zbytečně přídavná mechanická napětí. Nejprve se sestavují základy, resp. plováky, na ně se vrství podstavce a modulové nádrže. Průběžně se montuje také příslušenství, zejména vodní a vzduchové potrubí a energetická soustrojí.

Souběžně je vhodné vystavět přívod vody pro naplnění modulových nádrží přečerpávací elektrárny.

Plováky u soustavy sestavené z běžných modulů různé výšky se montují s výhodou tak, že se sestavuje nejprve základní vrstva plováků s největší hloubkou ponoru vnitřní skupiny běžných modulů, které mají největší výšku.

Po dokončení základní vrstvy plováků se plováky této vnitřní skupiny běžných modulů zanoří připojením další vrstvy plováků, příp. podstavců nebo i modulových nádrží (pouze do té míry, aby nebyla zhoršena stabilita smontované části na hladině vody v základní nádrži) nebo částečným naplněním dolní části plováků nebo modulových nádrží vodou tak, aby se k nim mohly v potřebné úrovni připojovat plováky přilehlých vnějších skupin běžných modulů s menší výškou.

Po dokončení montáže této vrstvy plováků se plováky spojených skupin běžných modulů dále zanoří stejným postupem tak, aby se k nim mohly v potřebné úrovni připojovat plováky další přilehlé vnější skupiny běžných modulů s menší výškou.

Takto se pokračuje až do připojení plováků poslední skupiny běžných modulů s nejmenší výškou, načež se celá spojená soustava modulů dále zanoří tak, aby další montáž mohla pokračovat rovnoměrným napojováním dalších vyšších vrstev plováků, podstavců a modulových nádrží, a to proporcionálně tak, aby nedocházelo ke vzniku přídavných mechanických napětí.

Horní část plováků či jejich segmentů, která nebude zavodněna, bude postupně plněna stlačeným plynem tak, aby byl v plovácích stále kompenzován vnější hydrostatický tlak vody a nedošlo ke zborcení plováků.

- 5 V průběhu další montáže poroste hmotnost plovoucí soustavy modulů, která se bude průběžně ponořovat, přičemž bude ze základní nádrže postupně vytlačovat vodu o objemu, který odpovídá výtlačku prázdné plovoucí soustavy modulů.

- 10 Ve vnitřním prostoru plováků může být v průběhu montáže zadržováno celé množství vody, které bude po dokončení montáže plovoucí soustavy modulů přečerpáno do modulových nádrží nad plováky a bude tak ihned k dispozici pro přečerpávání mezi dolní a horní soustavou modulů, aniž by tedy vznikla potřeba přičerpávat další vodu ze základní nádrže. Přečerpání vody z plováků může být s výhodou prováděno prostřednictvím pomocného potrubí odsáváním pomocí vestavěných energetických soustrojí a také vytlačováním pomocí stlačeného plynu, kterým bude uvnitř plováků
15 kompenzován vnější hydrostatický tlak vody proti zborcení plováků či segmentů.

- Soustava s nízkými běžnými moduly se s výhodou může sestavovat postupnou montáží a spojováním jednotlivých částí běžných modulů nebo celých běžných modulů vedle sebe. Přidáváním běžných modulů se zvětšuje zastavěná plocha. S výhodou do skupin se postupně
20 přidávají běžné moduly, které svým provedením odpovídají nosnosti podloží v daném místě montáže. Jednotlivé běžné moduly nebo skupiny běžných modulů se s výhodou již během stavby mezi sebou spojují proti převrácení v silném větru.

- Konstrukce soustavy modulů je zvláště při větší využitelné hloubce nebo únosnosti podloží odolná
25 proti nepříznivým povětrnostním podmínkám a proti zemětřesení.

Zatížení základní nádrže, příp. podloží se střídavě mění přečerpáváním vody mezi dolní a horní nádrží jako u klasických přečerpávacích elektráren.

- 30 Výroba potřebného materiálu a jeho doprava při výstavbě přečerpávací elektrárny podle technického řešení jsou sice energeticky náročné jako u jiných akumulčních elektráren, avšak vzhledem k předpokládané obdobně dlouhé životnosti je její uhlíková stopa poměrně nevýznamná zejména v porovnání s jinými druhy akumulčních elektráren, např. s elektrochemickými, které mají životnost nesrovnatelně kratší.

- 35 Přečerpávací elektrárna podle technického řešení ve srovnání s dosavadními přečerpávacími elektrárnami vykazuje všestranné zlepšení parametrů a dalších užitečných vlastností.

- 40 Využívání přečerpávacích elektráren dle technického řešení umožňuje řešit zásadní problémy energetiky:

- mnohonásobně zvýšit akumulované množství elektrické energie proti současnému stavu,
- zapojováním potřebného počtu svých energetických soustrojí pohotově vyrovnávat disproporce mezi výrobou elektrické energie z jaderných elektráren a z elektráren na fosilní paliva, proměnlivou
45 spotřebou v průmyslu, dopravě a službách a značně nepravidelnou výrobou z obnovitelných zdrojů,
- kompenzovat účinník v elektrické síti používáním točivých strojů jako energetických soustrojí,
- snížit náklady na řešení disproporcí v elektrické síti omezením neekonomického provozování špičkových zdrojů a snížením nároků na regulaci výroby elektrické energie v dosavadních elektrárnách,
- 50 - zvýšit energetickou účinnost při akumulování elektrické energie využíváním odpadního tepla,
- zefektivnit nebo omezit masivní přenosy elektrické energie na dlouhé vzdálenosti i mezi státy,
- výrazně rozšířit a zlevnit výrobu elektrické energie ve větrných a fotovoltaických elektrárnách výkonově velmi nestabilních,
- omezit výrobu energie v elektrárnách na fosilní paliva, zejména na plyn, případně v jaderných
55 elektrárnách,

- významně přispět ke zlepšení životní prostředí,
 - zvýšit elektrifikaci v průmyslu, dopravě a službách,
 - rozvíjet elektromobilitu,
 - zvýšit podíl elektrické energie ve vytápění bud' přímo, nebo zejména k pohonu tepelných čerpadel,
 - 5 - být významným zdrojem nízkopotenciálního tepla pro tepelná čerpadla,
 - rozsáhleji zapojovat bateriová úložiště kompenzováním účinníku,
 - zvýšit energetickou soběstačnost a bezpečnost pro velké i malé územní celky uvnitř států i pro jejich společenství.
- 10 Výstavba nových přečerpávacích elektráren a navazující zvyšování podílu obnovitelných zdrojů v energetice mohou být novým podnětem k rozvoji průmyslu, dopravy a služeb, ke snížení nezaměstnanosti a zvýšení životní úroveň obyvatel.

15 Objasnění výkresů

Technické řešení bude blíže objasněno na příkladech provedení dle přiložených výkresů:

- Na obr. 1 je znázorněno schéma jednoetážového stacionárního běžného modulu s izolačním
 20 podstavcem.
- obr. 1a znázorňuje schéma jednoetážového stacionárního běžného modulu s tepelnou izolací podstavce,
- obr. 2 znázorňuje schéma dvouetážového stacionárního běžného modulu, který je znázorněn jako prvek dolní stacionární soustavy modulů,
- 25 obr. 3 znázorňuje schéma jednoetážového plovoucího běžného modulu s tepelnou izolací podstavce,
- obr. 4 znázorňuje schéma dvouetážového plovoucího běžného modulu, který je znázorněn jako prvek horní plovoucí soustavy modulů,
- obr. 5 znázorňuje schéma porovnání plovoucího běžného modulu s jednodílným a s trojdílným plovákem,
- 30 obr. 6 znázorňuje schéma stacionárního běžného modulu s rektifikačním zařízením,
- obr. 7 znázorňuje schéma stacionárního běžného modulu,
- obr. 8 znázorňuje schéma stacionárního běžného modulu s přídatnou modulovou nádrží, který je znázorněn jako prvek horní soustavy modulů,
- obr. 9 znázorňuje schéma plovoucího běžného modulu s jednodílným plovákem, s horní
 35 modulovou nádrží a s přídatnou modulovou nádrží s využitím v horní soustavě modulů,
- obr. 10 znázorňuje schéma plovoucího běžného modulu s trojdílným plovákem s využitím v horní soustavě modulů,
- obr. 11 znázorňuje schéma plavání plovoucího běžného modulu s jednodílným plovákem s využitím v horní soustavě modulů,
- 40 obr. 12 znázorňuje schéma plavání plovoucího běžného modulu s trojdílným plovákem s využitím v horní soustavě modulů,
- obr. 13 znázorňuje schéma různých provedení plovoucích běžných modulů umístěných v dolní základní nádrži,
- obr. 14 znázorňuje schéma plovoucího běžného modulu umístěného v dolní základní nádrži,
- 45 obr. 15 znázorňuje schéma variant provozu stabilizovatelného plovoucího běžného modulu jako součásti stabilizovatelné plovoucí soustavy modulů,
- obr. 16 znázorňuje schéma rovinné stacionární soustavy propojených běžných modulů,
- obr. 17 znázorňuje schéma stacionární soustavy propojených běžných modulů na zvlněném podloží,
- 50 obr. 18 znázorňuje schéma dolní stacionární soustavy modulů s membránami,
- obr. 19 znázorňuje schéma dolní stacionární soustavy modulů s membránami,
- obr. 20 znázorňuje schéma dolní stacionární soustavy modulů s membránami umístěné v dolní základní nádrži,
- obr. 21 znázorňuje schéma dolní stacionární soustavy modulů s membránami umístěné v základní
 55 nádrži,

- obr. 22 znázorňuje schéma dolní stacionární soustavy modulů s membránami umístěné v základní nádrži,
 obr. 23 znázorňuje schéma dolní stacionární soustavy modulů s vodními vaky umístěné v základní nádrži,
 5 obr. 24 znázorňuje schéma dolní stacionární soustavy modulů s vodními vaky umístěné v dolní základní nádrži,
 obr. 25 znázorňuje schéma dolní stacionární soustavy modulů s vodními vaky umístěné v základní nádrži,
 obr. 26 znázorňuje schémata trojúrovňové dolní stacionární soustavy modulů,
 10 obr. 27 znázorňuje schémata trojúrovňové horní stacionární soustavy modulů se stacionární soustavou přídavných modulových nádrží s trojúrovňovou horní plošinou,
 obr. 28 znázorňuje schéma trojúrovňové horní stacionární soustavy modulů,
 obr. 29 znázorňuje schéma trojúrovňové horní stacionární soustavy modulů s přídavnou stacionární soustavou modulových nádrží s jednoúrovňovou horní plošinou,
 15 obr. 30 znázorňuje schéma soustavy propojených běžných modulů ve třech variantách,
 obr. 31 znázorňuje schéma variant modulových nádrží v soustavě propojených běžných modulů,
 obr. 32 znázorňuje schéma dvou variant stacionární soustavy modulů s různým průměrem,
 obr. 33 znázorňuje schéma dvou variant horní stacionární soustavy modulů se soustavou přídavných modulových nádrží s různým průměrem,
 20 obr. 34 znázorňuje schéma dolní plovoucí soustavy modulů s membránami,
 obr. 35 znázorňuje schéma dolní plovoucí soustavy modulů s membránami umístěné v dolní základní nádrži,
 obr. 36 znázorňuje schéma plovoucí soustavy modulů,
 obr. 37 znázorňuje schéma trojúrovňové plovoucí soustavy modulů,
 25 obr. 38 znázorňuje schéma jednoúrovňové horní plovoucí soustavy modulů se soustavou přídavných modulových nádrží,
 obr. 39 znázorňuje schéma horní plovoucí soustavy modulů,
 obr. 40 znázorňuje schémata dvou variant plovoucí soustavy modulů s různým průměrem,
 obr. 41 znázorňuje schéma horní stacionární soustavy modulů se zařízením pro odběr tepla,
 30 obr. 42 znázorňuje schéma přečerpávacích elektráren s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů,
 obr. 43 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů,
 obr. 44 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů a s horní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů,
 35 obr. 45 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní jednoúrovňovou ponornou stacionární soustavou modulů a s horní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů,
 obr. 46 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s jednoúrovňovou dolní plovoucí soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů,
 40 obr. 47 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů s vodními vaky umístěnou v základní nádrži a s horní stacionární soustavou modulů,
 obr. 48 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní trojúrovňovou plovoucí soustavou modulů a s horní trojúrovňovou plovoucí soustavou modulů,
 obr. 49 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů a s horní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů,
 45 obr. 50 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů,
 obr. 51 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů,
 50 obr. 52 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů,
 obr. 53 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů, s horní přírodní nádrží a s přídavnou stacionární soustavou modulů,
 obr. 54 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní přírodní nádrží, s horní přírodní nádrží
 55 a s přídavnou stacionární soustavou modulů,

- obr. 55 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s ponornou stacionární soustavou modulů, s horní plovoucí soustavou modulů a s přidavnou plovoucí soustavou modulů,
 obr. 56 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s horní stacionární soustavou modulů a s dolní přírodní nádrží,
 5 obr. 57 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s horní stacionární soustavou modulů a s dolní trojúrovňovou plovoucí soustavou modulů,
 obr. 58 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s horní stacionární soustavou modulů a s dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů,
 obr. 59 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s horní stacionární soustavou modulů a s dolní
 10 jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů,
 obr. 60 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů s umístěnou v základní nádrži a s horní stacionární soustavou modulů,
 obr. 61 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů,
 15 obr. 62 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a se dvěma horními stacionárními soustavami modulů,
 obr. 63 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s horní stacionární soustavou modulů a s dolní přírodní nádrží,
 obr. 64 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou
 20 modulů a s horní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů,
 obr. 65 znázorňuje schéma přečerpávací elektrárny s dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů a s horní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů,
 obr. 66 znázorňuje schéma přetlakové Peltonovy turbíny,
 obr. 67 znázorňuje schéma přetlakové Peltonovy turbíny se samočinnou regulací přetlaku,
 25 obr. 68 znázorňuje schéma přetlakové Peltonovy turbíny a dolní nádrže přečerpávací elektrárny,
 obr. 69 znázorňuje schéma přetlakové Peltonovy turbíny a dolní nádrže přečerpávací elektrárny.

Příklady uskutečnění technického řešení

- 30 Na obr. 1 je znázorněno schéma jednoetážového stacionárního běžného modulu s izolačním podstavcem.
 Na základu 22 vytvořeném v podloží 7 je umístěn stacionární běžný modul 19.
 Tento stacionární běžný modul 19 má dvě základní části:
 35 - základ 22, na kterém je umístěn podstavec 24,
 - podstavec 24, na kterém je umístěna modulová nádrž 25a.
 Modulová nádrž 25a o výšce N je naplněna vodou. Podstavec 24 je zhotoven z tepelně izolačního materiálu a má dostatečnou pevnost k nesení modulové nádrže 25a s vodou. Zatížení od modulové nádrže 25a s vodou se rovnoměrně přenáší na podstavec 24 a jeho prostřednictvím na základ 22.
 40 Etáž je tvořena podstavcem 24 a nesenou modulovou nádrží 25a.
 Základ 22 je zatížen hlavně svislou tíhou od nesených částí. Horní úroveň základu 22 je vytvořena nad úrovní 8 terénu, aby bylo možno dobře odvodnit prostor stacionárního běžného modulu 19 při poruše modulové nádrže 25a nebo spojovacího potrubí.
- 45 Na obr. 1a je znázorněno schéma jednoetážového stacionárního běžného modulu s tepelnou izolací podstavce.
 Na základu 22 vytvořeném v podloží 7 je umístěn stacionární běžný modul 19.
 Tento stacionární běžný modul 19 má dvě základní části:
 50 - základ 22, na kterém je umístěn podstavec 24,
 - podstavec 24, na kterém je umístěna modulová nádrž 25a.
 Podstavec 24 je v dolní části opatřen tepelnou izolací nebo je tato dolní část zhotovena z tepelně izolačního materiálu, který má dostatečnou pevnost k nesení modulové nádrže 25a s vodou a horní části podstavce 24.

Podstavec 24 má výšku M dostatečnou pro umístění oběhového potrubí s uzavěry a pracovní plošiny pro chůzi pracovníků obsluhy a údržby. Modulová nádrž 25a o výšce N je naplněna vodou. Etáž je tvořena podstavcem 24 a nesenou modulovou nádrží 25a.

5 Základ 22 je zatížen hlavně svislou tíhou od nesených částí. Horní úroveň základu 22 je vytvořena nad úrovní 8 terénu, aby bylo možno dobře odvodnit prostor stacionárního běžného modulu 19 při poruše modulové nádrže 25a nebo spojovacího potrubí.

Na obr. 2 je znázorněno schéma dvouetážového stacionárního běžného modulu, který je znázorněn jako prvek dolní stacionární soustavy modulů.

10 Na základu 22 je postaven stacionární běžný modul 19, který je tvořen dvěma etážemi nad sebou, přičemž každá etáž je tvořena podstavcem 24 a nesenou dolní modulovou nádrží 26a, přičemž výška dolní modulové nádrže 26a je přibližně poloviční oproti výšce modulové nádrže 25 jednoetážového stacionárního běžného modulu 19 dle obr. 1. V důsledku polovičního hydrostatického tlaku vody v dolních modulových nádržích 26a může být tloušťka stěn těchto
15 dolních modulových nádrží 26a přibližně o polovinu menší než u modulové nádrže 25a na obr. 1. Vodní spojovací potrubí 39 od dolních modulových nádrží 26a vede k energetickému soustrojí a k horní soustavě modulů.

20 K dolnímu dnu každé dolní modulové nádrže je přivedena odbočka ze svislého spojovacího potrubí 39 vybavená uzavěrem 42. Při plnění nebo vyprazdňování určité dolní modulové nádrže 26a se uzavěr 42 v příslušné odbočce otevře a po skončení přečerpávání se uzavěr 42 opět zavře. Tím se zajistí, že se do dané dolní modulové nádrže 26a umístěné níže nebude přenášet hydrostatický tlak vody z dolních modulových nádrží 26a umístěných výše.

25 K hornímu dnu každé dolní modulové nádrže 26a je přivedena odbočka odvětrávacího potrubí 55, které směřuje k horním dnům modulových nádrží v horní soustavě modulů.

Na obr. 3 je znázorněno schéma jednoetážového plovoucího běžného modulu s tepelnou izolací podstavce.

30 Plovoucí běžný modul 20 má tři základní části:

- plovák 23, který slouží k nesení podstavce 24 s modulovou nádrží 25a a je ponořen do vody
35 v základní nádrži 3, čímž vytváří potřebný vztlak, je zatížen hlavně vnějším přetlakem vody a svislou tíhou od nesených částí,
- podstavec 24, který slouží k nesení modulové nádrže 25a, je postaven na plováku 23, je zatížen hlavně svislou tíhou od nesených částí, tedy hlavně od modulové nádrže 25a,
- modulovou nádrž 25a, která slouží k nesení vodní náplně, je zatížena hlavně vnitřním přetlakem
40 vody.

Modulová nádrž 25a, podstavec 24 a plovák 23 jsou zhotoveny z tenkého plechu a jejich vodorovný průřez má kruhový tvar. Podstavec 24 má tloušťku stěny t a v dolní část je opatřen tepelnou izolací.

45 Modulová nádrž 25a o výšce N je naplněna vodou. Podstavec 24 má výšku M dostatečnou pro umístění oběhového potrubí s uzavěry a pracovní plošiny pro chůzi pracovníků obsluhy a údržby. Plovák 23 je ponořen do hloubky H a má celkovou výšku P, která je větší než hloubka H, aby byla zajištěna bezpečnost plováku 23 proti potopení pod hladinu 35 vody v základní nádrži 3 při působení nahodilého statického a dynamického zatížení a aby bylo možno dobře odvodnit prostor
50 plovoucího běžného modulu 20 při poruše modulové nádrže 25a nebo oběhového potrubí.

Na obr. 4 je znázorněno schéma dvouetážového plovoucího běžného modulu, který je znázorněn jako prvek horní plovoucí soustavy modulů.

Plovoucí běžný modul 20 obsahuje plovák 23, který plave ve vodě v horní základní nádrži 5, tak, že horní hrana plováku 23 přesahuje nad hladinu 35 vody v horní základní nádrži 5, na plováku 23 jsou umístěny dvě etáže nad sebou, přičemž každá etáž je tvořena podstavcem 24 s horní modulovou nádrží 27a. Vodní spojovací potrubí 39 vede od horních modulových nádrží 27a k energetickému soustrojí a k dolní nádrži.

K dolnímu dnu každé horní modulové nádrže 27a je přivedena odbočka ze svislého spojovacího potrubí 39 vybavená uzávěrem 42. Při plnění nebo vyprazdňování určité horní modulové nádrže se uzávěr 42 v příslušné odbočce spojovacího potrubí 39 otevře a po skončeném přečerpávání se uzávěr 42 opět zavře. Tím se zajistí, že se do dané horní modulové nádrže 27a umístěné níže nebude přenášet hydrostatický tlak vody z horní modulové nádrže 27a umístěné výše.

K hornímu dnu každé horní modulové nádrže 27a je přivedena odbočka odvětrávacího potrubí 55, které směřuje k horním dnům dolních modulových nádrží v dolní soustavě modulů.

Na obr. 5 je znázorněno porovnání plovacího běžného modulu s jednodílným a s trojdílným plovákem.

Oba plovoucí běžné moduly 20 plavou v základní nádrži 3, mají stejnou hmotnost, a tedy i stejnou hloubku ponoru plováku 23.

Na obr. 5a je znázorněno schéma plovacího běžného modulu 20 s jednodílným plovákem 23. Plovoucí běžný modul 20 obsahuje tyto části, které jsou zhotoveny z tenkého plechu a jejich vodorovný průřez má kruhový tvar:

- jednodílný plovák 23,
- na plováku 23 je umístěn podstavec 24,
- na podstavci 24 je umístěna modulová nádrž 25a.

Na obr. 5b je znázorněno schéma plovacího běžného modulu s trojdílným plovákem.

Plovoucí běžný modul 20 obsahuje tyto části, které jsou zhotoveny z tenkého plechu a jejich vodorovný průřez má kruhový tvar:

- trojdílný plovák 23, který obsahuje oddíly 23a, 23b, 23c (segmenty)
- na plováku je umístěn podstavec 24 a
- na podstavci je umístěna modulová nádrž 25a.

Horní dno 30a dolního oddílu 23a plní funkci tlakové přepážky mezi dolním oddílem 23a a středním oddílem 23b, horní dno 30b středního oddílu 23b plní funkci tlakové přepážky mezi středním oddílem 23b a horním oddílem 23c.

Jednotlivé oddíly 23a, 23b, 23c plováku 23 jsou naplněny vzduchem o přetlaku, který se rovná největšímu hydrostatickému tlaku vody, kterému je daný oddíl 23a, 23b, 23c plováku 23 vystaven při plném ponoření v základní nádrži 3, tzn., že oddíly 23a, 23b, 23c plováku 23 umístěné hlouběji jsou naplněny vzduchem o větším přetlaku.

V důsledku lepšího vyrovnaní vnitřního přetlaku plynu s vnějším hydrostatickým přetlakem vody může mít tento trojdílný plovák 23 tedy tenčí stěny a tudíž menší hmotnost než jednodílný plovák 23 se stejnou výškou, tj. se stejným vztlakem. Modulová nádrž 25a zde proto může být vyšší než modulová nádrž 25a u plovacího běžného modulu 20 s jednodílným plovákem 23 dle obr. 5a. Při optimalizaci využití materiálu je nutno uvažovat i hmotnost den 29, 30a, 30b, 30c plováku 23.

Na obr. 6 je znázorněno schéma stacionárního běžného modulu s rektifikačním zařízením.

V podloží 7 je vybudován základ 22, na kterém je umístěn podstavec 24, na podstavci 24 je umístěna modulová nádrž 25a.

V dolní části podstavce 24 je vytvořen rektifikační prostor 61 pro rektifikaci polohy stacionárního běžného modulu 19 na základu 22, a to tak, že dolní část podstavce 24 pod modulovou nádrží 25a je opatřena vodorovnou výztuhou a montážními otvory ve stěnách podstavce 24.

Přes montážní otvory jsou do rektifikačního prostoru 61 mezi vodorovnou výztuhou a základem 22 vloženy pneumatické zdvihací vaky 62 a plněním vzduchu do zdvihacích vaků 62 lze stacionární běžný modul 19 zvednout. Do vzniklé mezery mezi stacionárním běžným modulem 19 a základem 22 lze vložit podložku o tloušťce stanovené dle výsledků měření a vypuštěním vzduchu ze zdvihacích vaků 62 lze stacionární běžný modul 19 opět spustit na základ 22 s podložkou.

Obr. 7 znázorňuje schéma stacionárního běžného modulu.

- 10 V podloží 7 je vybudován základ 22, na kterém je umístěn zvýšený podstavec 24, na podstavci 24 je umístěna modulová nádrž 25a.

Na schématu dle obr. 7a je zobrazen stacionární běžný modul 19 s prázdnou modulovou nádrží 25a. Na schématu dle obr. 7b je zobrazen stacionární běžný modul 19 s plnou modulovou nádrží 25a.

- 15 V dolní části podstavce 24 je vytvořen rektifikační prostor 61 pro rektifikaci polohy stacionárního běžného modulu 19 na základu 22, a to tak, že dolní část podstavce 24 je opatřena vodorovnou výztuhou a montážními otvory ve stěnách podstavce 24.

- 20 Přes montážní otvory jsou do rektifikačního prostoru 61 mezi vodorovnou výztuhou a základem 22 vloženy pneumatické zdvihací vaky 62 a plněním vzduchu do zdvihacích vaků 62 lze stacionární běžný modul 19 zvednout. Do vzniklé mezery mezi stacionárním běžným modulem 19 a základem 22 lze vložit podložku o tloušťce stanovené dle výsledků měření a vypuštěním vzduchu ze zdvihacích vaků 62 lze stacionární běžný modul 19 opět spustit na základ 22 s podložkou.

- 25 Obr. 8 znázorňuje schéma stacionárního běžného modulu s přídatnou modulovou nádrží, který je znázorněn jako prvek horní soustavy modulů.

- 30 V podloží 7 je vybudován základ 22, na kterém je umístěn zvýšený podstavec 24, na něm je umístěna horní modulová nádrž 27a a v dolní části podstavce 24 je umístěna přídatná modulová nádrž 28a. Podstavec 24 tak slouží k nesení horní modulové nádrže 27a i přídatné modulové nádrže 28a.

- 35 Na schématu dle obr. 8a je voda přečerpána do dolní nádrže přečerpávací elektrárny, proto jsou horní modulová nádrž 27a i přídatná modulová nádrž 28a prázdné.

Na schématu dle obr. 8b je voda z dolní nádrže přečerpávací elektrárny přečerpána do přídatné modulové nádrže 28a.

- 40 Na schématu dle obr. 8c je voda přečerpána z přídatné modulové nádrže 28a do horní modulové nádrže 27a.

- 45 V dolní části podstavce 24 je vytvořen rektifikační prostor 61 pro rektifikaci polohy stacionárního běžného modulu 19 na základu 22.

Obr. 9 znázorňuje schéma plovoucího běžného modulu s jednodílným plovákem, s horní modulovou nádrží a s přídatnou modulovou nádrží s využitím v horní soustavě modulů.

- 50 Plovoucí běžný modul 20 je umístěn ve vodě v horní základní nádrži 5.

Plovoucí běžný modul 20 obsahuje části:

- jednodílný plovák 23,
- na plováku 23 je umístěn podstavec 24,
- 55 - na podstavci 24 je umístěna horní modulová nádrž 27a,

- uvnitř dolní části podstavce 24 je vytvořena přídavná modulová nádrž 28a.

Uvedené části jsou zhotoveny z tenkého plechu a jejich vodorovný průřez má kruhový tvar. Podstavec 24 má tloušťku stěny t .

5

Plovák 23 může být naplněn plynem o přetlaku, který se rovná největšímu hydrostatickému tlaku vody, kterému bude plovák 23 vystaven při plném ponoření v horní základní nádrži 5.

10

Obr. 9a znázorňuje schéma stacionárního běžného modulu s jednodílným plovákem, s horní modulovou nádrží a s přídavnou modulovou nádrží s využitím v horní soustavě modulů.

Stacionární běžný modul 19 je umístěn na základu 22 vytvořeném na dně horní základní nádrže 5, tj. pevném podloží 7 a obsahuje části:

15

- podstavec 24 umístěný na základu 22,

- jednodílný plovák 23, vytvořený v prostoru podstavce 24,

- nad plovákem 23 je uvnitř podstavce 24 vytvořena přídavná modulová nádrž 28a,

- nahoře na podstavci 24 je umístěna horní modulová nádrž 27a.

20

Podstavec 24 je na dolním konci opatřen klenutým dnem, jehož prostřednictvím se tíha celého stacionárního běžného modulu 19 rovnoměrně přenáší do základu 22, čímž se optimálně využije únosnost podloží 7 pod stacionárním běžným modulem 19. Část podstavce 24 nad uvedeným dnem a pod plovákem 23 je zaplavena vodou z horní základní nádrže 5, takže stěny podstavce 24 zde nejsou namáhány vnějším přetlakem vody.

25

Nosnost stacionárního běžného modulu 19 tedy vychází ze vztlaku plováku 23, tak jako u plovacího běžného modulu 20 na obr. 9, ale je podstatně zvýšena únosností podloží 7, potažmo základu 22.

30

Výška nádrží 27a, 28a proto může být podstatně větší než u plovacího běžného modulu 20 dle obr. 9.

30

Uvedené části jsou zhotoveny z tenkého plechu a jejich vodorovný průřez má kruhový tvar. Podstavec 24 má tloušťku stěny t .

35

Plovák 23 může být naplněn plynem o přetlaku, který se rovná největšímu hydrostatickému tlaku vody, kterému bude plovák 23 vystaven při plném ponoření v základní nádrži.

40

Obr. 10 znázorňuje schéma plovacího běžného modulu s trojdílným plovákem s využitím v horní soustavě modulů.

Plovací běžný modul 20 je umístěn ve vodě v horní základní nádrži 5.

45

Plovací běžný modul obsahuje tyto části:

- trojdílný plovák 23, který obsahuje dolní oddíl 23a, na ně navazuje střední oddíl 23b a na ně navazuje horní oddíl 23c,

- na plováku 23 je umístěn podstavec 24,

- na podstavci 24 je umístěna horní modulová nádrž 27a,

- uvnitř dolní části podstavce 24 je vytvořena přídavná modulová nádrž 28a.

50

Uvedené části plovacího běžného modulu 20 jsou zhotoveny z tenkého plechu a jejich vodorovný průřez má kruhový tvar. Podstavec 24 má tloušťku stěny t .

55

Jednotlivé oddíly 23a, 23b, 23c plováku 23 mohou být naplněny plynem o přetlaku, který se rovná největšímu hydrostatickému tlaku vody, kterému bude daný oddíl 23a, 23b, 23c plováku 23 vystaven při plném ponoření v základní nádrži, tzn., že oddíly 23a, 23b, 23c plováku 23 umístěné hlouběji jsou naplněny plynem o větším přetlaku.

Tento trojdílný plovák 23 má tedy menší hmotnost a podstavec 24 proto může být vyšší než u plovacího běžného modulu 20 na obr. 9 i při stejné výšce a tedy vztlaku plováku 23.

5 Obr. 10a znázorňuje schéma stacionárního běžného modulu s trojdílným plovákem s využitím v horní soustavě modulů.

Stacionární běžný modul 19 je umístěn na základu 22 vytvořeném na dně horní základní nádrže 5, tj. pevném podloží 7 a obsahuje části:

- podstavec 24 umístěný na základu 22,
- 10 - trojdílný plovák 23, vytvořený v prostoru podstavce 24, obsahuje dolní oddíl 23a, na ně navazuje střední oddíl 23b a na ně navazuje horní oddíl 23c,
- nad plovákem 23 je uvnitř podstavce 24 vytvořena přídavná modulová nádrž 28a,
- nahoře na podstavci 24 je umístěna horní modulová nádrž 27a.

15 Podstavec 24 je na dolním konci opatřen klenutým dnem, jehož prostřednictvím se tíha celého stacionárního běžného modulu 19 rovnoměrně přenáší do základu 22, čímž se optimálně využije únosnost podloží 7 pod stacionárním běžným modulem 19. Část podstavce 24 nad uvedeným dnem a pod plovákem 23 je zaplavena vodou z horní základní nádrže 5, takže stěny podstavce 24 zde nejsou namáhány vnějším přetlakem vody.

20 Nosnost stacionárního běžného modulu 19 tedy vychází ze vztlaku plováku 23, tak jako u plovacího běžného modulu 20 na obr. 10, ale je podstatně zvýšena únosností podloží 7, potažmo základu 22.

25 Výška nádrží 27a, 28a proto může být podstatně větší než u plovacího běžného modulu 20 dle obr. 10.

Uvedené části plovacího běžného modulu 20 jsou zhotoveny z tenkého plechu a jejich vodorovný průřez má kruhový tvar. Podstavec 24 má tloušťku stěny t .

30 Jednotlivé oddíly 23a, 23b, 23c plováku 23 mohou být naplněny plynem o přetlaku, který se rovná největšímu hydrostatickému tlaku vody, kterému bude daný oddíl 23a, 23b, 23c plováku 23 vystaven při plném ponoření v základní nádrži, tzn., že oddíly 23a, 23b, 23c plováku 23 umístěné hlouběji jsou naplněny plynem o větším přetlaku.

35 Tento trojdílný plovák 23 má tedy menší hmotnost a podstavec 24 proto může být vyšší než u plovacího běžného modulu 20 na obr. 9 i při stejné výšce a tedy vztlaku plováku 23.

40 Obr. 11 znázorňuje schéma plavání plovacího běžného modulu s jednodílným plovákem s využitím v horní soustavě modulů.

Plovací běžný modul 20 plave ve vodě v horní základní nádrži 5, obsahuje jednodílný plovák 23, podstavec 24 a horní modulovou nádrž 27a, které jsou zhotoveny z tenkého plechu a jejich vodorovný průřez má kruhový tvar. Podstavec 24 má tloušťku stěny t .

45 Na obr. 11a je plovací běžný modul 20 v horní provozní poloze s prázdnou horní modulovou nádrží 27a, na obr. 11b je plovací běžný modul 20 v dolní provozní poloze s plnou horní modulovou nádrží 27a. Výška vody N v horní modulové nádrži 27a je rovna provoznímu zdvihu N , tj. výškovému rozdílu mezi horní a dolní provozní polohou plovacího běžného modulu 20.

50 Výškový rozdíl V mezi hladinou 37 vody v horní modulové nádrži 27a a hladinou 35 vody v horní základní nádrži 5 proto zůstává v obou provozních polohách plovacího běžného modulu 20 stejný.

Obr. 12 znázorňuje schéma plavání plovacího běžného modulu s trojdílným plovákem s využitím v horní soustavě modulů.

55

Plovoucí běžný modul 20 plave v horní základní nádrži 5 a obsahuje trojdílný plovák 23, podstavec 24 a horní modulovou nádrž 27a. Plovák 23 obsahuje oddíly 23a, 23b, 23c (segmenty).

5 Na obr. 12a je plovoucí běžný modul 20 v horní provozní poloze s prázdnou horní modulovou nádrží 27a, na obr. 12b je plovoucí běžný modul 20 v dolní provozní poloze s plnou horní modulovou nádrží 27a.

10 Výška vody N v horní modulové nádrži 27a je rovna provoznímu zdvihu N, tj. výškovému rozdílu mezi horní a dolní provozní polohou plovoucího běžného modulu 20. Výškový rozdíl V mezi hladinou 11 vody v horní modulové nádrži 27a a hladinou 11 vody v horní základní nádrži 5 proto zůstává v obou provozních polohách plovoucího běžného modulu 20 stejný.

15 Na obr. 13 je znázorněno schéma různých provedení plovoucích běžných modulů umístěných v dolní základní nádrži.

Plovoucí běžný modul 20 plave na hladině 35 vody v dolní základní nádrži 4.

20 Na obr. 13.1, 13.2 a 13.3 plovoucí běžný modul 20 obsahuje plovák 23 a dolní modulovou nádrž 26a, na obr. 13.4 plovoucí běžný modul 20 obsahuje pouze dolní modulovou nádrž 26a.

Plovák 23 je umístěn pod dolní modulovou nádrží 26a, nese dolní modulovou nádrž 26a a odpovídající množství vody, přičemž může mít různý objem a tím i nosnost.

25 V horním dnu dolní modulové nádrže 26a je umístěno odvětrávací potrubí 55, které spojuje vzduchový prostor na hladinou vody v dolní modulové nádrži 26a s vnější atmosférou.

30 Na obr. 13.1 je znázorněno schéma plovoucího běžného modulu 20, ve kterém je při prázdné dolní modulové nádrži 26a na obr. 13.1a plovák 23 umístěn svou horní hranou v úrovni hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4. Hladina 36 vody v plné dolní modulové nádrži 26a na obr. 13.1b je v úrovni hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4.

35 Na obr. 13.2 je znázorněno schéma plovoucího běžného modulu 20, ve kterém je při prázdné dolní modulové nádrži 26a na obr. 13.2a plovák 23 umístěn svou horní hranou nad úroveň hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4. Hladina 36 vody v plné dolní modulové nádrži 26a na obr. 13.2b rovněž přesahuje úroveň hladiny 35 vody v základní nádrži 4.

40 Na obr. 13.3 je znázorněno schéma plovoucího běžného modulu 20, ve kterém je při prázdné dolní modulové nádrži 26a na obr. 13.3a plovák 23 umístěn svou horní hranou pod úroveň hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4. Hladina 36 vody v plné dolní modulové nádrži 26a na obr. 13.3b je rovněž po úrovni hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4.

Na obr. 13.4 je znázorněno schéma plovoucího běžného modulu 20 tvořeného samonosnou plovoucí dolní modulovou nádrží 26a, která slouží současně jako plovák.

45 Samonosná plovoucí dolní modulová nádrž 26a plave na hladině 35 vody v dolní základní nádrži 4.

50 Na obr. 13.4a je dno prázdné samonosné plovoucí dolní modulové nádrže 26a pod úroveň hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4, na obr. 13.4b je úroveň hladiny 36 vody v plné samonosné plovoucí dolní modulové nádrži 26a rovněž níže než úroveň hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4.

55 Samonosná plovoucí dolní modulová nádrž 26a plní funkci plováku v celé ponořené části, funkci nádrže plní v části, která je naplněna vodou.

Na obr. 14 je znázorněno schéma plovoucího běžného modulu umístěného v dolní základní nádrži.

Plovoucí běžný modul obsahuje plovák 23, na kterém je umístěna dolní modulová nádrž 26a.

5

Vodní energetické soustrojí 43 je umístěno vně plovoucího běžného modulu v samostatném plovoucím energetickém modulu 21 v dolní základní nádrži 4 a s dolní plovoucí nádrží 26a je spojeno pomocí pevného spojovacího potrubí 40 a ohebného spojovacího potrubí 41. Energetické soustrojí 43 je svou výtlačnou stranou spojeno prostřednictvím pevného spojovacího potrubí 40 s horní nádrží.

10

Na obr. 14a je plovoucí běžný modul v horní provozní poloze, jeho dolní modulová nádrž 26a je prázdná. Na obr. 14b je plovoucí běžný modul v dolní provozní poloze, jeho dolní modulová nádrž 26a je zaplněna vodou přepuštěnou z horní nádrže.

15

Na obr. 15 je znázorněno schéma variant provozu stabilizovatelného plovoucího běžného modulu jako součásti stabilizovatelné plovoucí soustavy modulů.

Stabilizovatelný plovoucí běžný modul 20 je umístěn v základní nádrži 3, je tvořen samonosnou plovoucí modulovou nádrží 25a, je vybaven zarážkami 56 a je veden vodícím rámem 57. Samonosná plovoucí modulová nádrž 25a je připojena ke spojovacímu potrubí 39, jehož pomocí je spojena s energetickým soustrojím a s dolní nebo s horní nádrží v přečerpávací elektrárně.

20

Mezi pozicemi na obr. 15a a obr. 15b je stabilizovatelný plovoucí běžný modul 20 po zajištění zarážkami 56 provozován jako stacionární běžný modul. V pozici na obr. 15a je namáhán vnitřním přetlakem vody odpovídajícím převýšení hladiny vody v modulové nádrži 25a nad úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3.

25

Po naplnění modulové nádrže 25a vodou do té míry, že se vztlak a tíha stabilizovatelného plovoucího běžného modulu 20 vyrovnají, lze zarážky 56 zasunout do prostoru modulové nádrže 25a a stabilizovatelný plovoucí běžný modul 20 se může ve svislém směru volně pohybovat.

30

Mezi pozicemi na obr. 15c a obr. 15d je pak stabilizovatelný plovoucí běžný modul 20 provozován jako plovoucí běžný modul. Odčerpáním vody z modulové nádrže 25a se plovoucí běžný modul 20 vynořuje a plněním modulové nádrže 25a se plovoucí běžný modul 20 ponořuje. Stěny plovoucího běžného modulu 20 jsou při provozu trvale zatěžovány vnějším přetlakem odpovídajícím poklesu hladiny vody v modulové nádrži 25a pod úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3.

35

Po stabilizování zarážkami 56 v úrovni dle pozice na obr. 15d lze stabilizovatelný plovoucí běžný modul 20 provozovat jako stacionární běžný modul. Modulovou nádrž 25a lze plnit nad úroveň hladiny 35 vody v základní nádrži 3 až do výšky dle pozice na obr. 15e.

40

Obr. 16 znázorňuje schéma rovinné stacionární soustavy propojených běžných modulů.

V řezu A-A je znázorněna stacionární soustava 10 modulů vzájemně propojených, která je vystavěna na rovinném podloží 7 s rovnoměrnou únosností.

45

Stacionární soustava 10 modulů obsahuje běžné moduly 18, z nichž každý obsahuje modulovou nádrž 25a, která je nesena podstavcem 24. V podstavci 24 je prostor pro spojovací potrubí a obslužné pracovní plošiny.

50

Pro běžný modul 18 je nosným prvkem základ 22, který je vybudován v podloží 7.

Řez B-B v dolní části obrázku je proveden v oblasti podstavců 24 a je na něm patrné prolínání běžných modulů 18, jejichž rozteč je menší než jejich průměr.

Modulové nádrže 25a a energetická soustrojí mohou být prostřednictvím spojovacího potrubí v soustavě 10 modulů libovolně spojeny, protože všechny běžné moduly 18 mají stejnou výškovou polohu a výška modulových nádrží 25a je u všech běžných modulů 18 stejná.

55

Obr. 17 znázorňuje schéma stacionární soustavy propojených běžných modulů na zvlněném podloží.

Schéma je v podstatě stejné jako na obr. 16, liší se pouze v řezu A-A, z něhož je patrné, že stacionární soustava 10 modulů je vystavěna na základech 22 vytvořených ve zvlněném podloží 7. V této stacionární soustavě 10 modulů mohou být prostřednictvím spojovacího potrubí s energetickými soustrojími spojeny pouze skupiny modulových nádrží 25a se stejnou výškou a se stejnou výškovou polohou běžných modulů 18, tzn. po vrstevnicích, aby každému energetickému soustrojí byly přiřazeny modulové nádrže 25a se stejnou hydrostatickou výtlačnou výškou.

Na obr. 18 je znázorněno schéma dolní stacionární soustavy modulů s membránami.

Dolní stacionární soustava 11 modulů je vystavěna na pevném podloží 7, podstavce 24 jsou ukotveny přímo v podloží 7 bez potřeby základů.

Stacionární běžné moduly 19 obsahují podstavce 24, na kterých jsou umístěny dolní modulové nádrže 26a, které jsou vybaveny membránami 25b upevněnými v polovině výšky dolních modulových nádrží 26a.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním dnům dolních modulových nádrží 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní nádrži; je umístěno pod úrovní dna dolních modulových nádrží 26a, aby nedocházelo ke kavitaci.

Na obr. 18a jsou zobrazeny prázdné dolní modulové nádrže 26a. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v dolní polovině dolních modulových nádrží 26a, v dolních modulových nádržích 26a nad membránami 25b je vzduch nasátý z atmosféry odvětrávacími otvory v horních dnech dolních modulových nádrží 26a.

Na obr. 18b jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a naplněné vodou ze spojovacího potrubí 39 z horní nádrže. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v horní polovině dolních modulových nádrží 26a, vzduch je z prostoru nad membránami 25b vytlačen do atmosféry.

Voda má bezprostřední kontakt jen s dolní polovinou dolních modulových nádrží 26a, takže horní polovina dolních modulových nádrží 26a může být zhotovena z levnějšího materiálu než dolní polovina dolních modulových nádrží 26a.

Na obr. 19 je znázorněno schéma dolní stacionární soustavy modulů s membránami.

Stacionární běžné moduly 19 obsahují podstavce 24, na kterých jsou umístěny dolní modulové nádrže 26a, které jsou vybaveny membránami 25b upevněnými u dna dolních modulových nádrží 26a.

Dolní stacionární soustava 11 modulů je vystavěna na pevném podloží 7, podstavce 24 jsou ukotveny přímo v podloží 7 bez potřeby základů.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním dnům dolních modulových nádrží 26a a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní nádrži; je umístěno pod úrovní dna dolních modulových nádrží 26a, aby nedocházelo ke kavitaci.

Na obr. 19a jsou zobrazeny prázdné dolní modulové nádrže 26a. Membrány 25b přiléhají k dolnímu dnu vnitřních stěn v dolních modulových nádržích 26a, v celém objemu dolních modulových nádrží 26a nad membránami 25b je vzduch nasátý z atmosféry odvětrávacími otvory v horních dnech dolních modulových nádrží 26a.

Na obr. 19b jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a naplněné vodou přes spojovací potrubí 39 z horní nádrže. Membrány 25b přiléhají k vnitřním bočním stěnám a k hornímu dnu dolních modulových nádrží 26a, vzduch je z prostoru nad membránami 25b vytlačen do atmosféry.

Voda má bezprostřední kontakt jen s dolními dny dolních modulových nádrží 26a, takže válcové stěny a horní dna dolních modulových nádrží 26a mohou být zhotoveny z levnějšího materiálu než dolní dna dolních modulových nádrží 26a.

5 Na obr. 20 je znázorněno schéma dolní stacionární soustavy modulů s membránami umístěné v dolní základní nádrži.

Dolní stacionární soustava 11 modulů je vystavěna na dně dolní základní nádrže 4 na pevném podloží 7.

10 Stacionární běžné moduly 19 obsahují podstavce 24, na kterých jsou umístěny dolní modulové nádrže 26a, které jsou vybaveny membránami 25b upevněnými v polovině výšky dolních modulových nádrží 26a. V horní polovině dolních modulových nádrží 26a jsou v jejich stěnách vytvořeny průtokové otvory.

15 Podstavce 24 jsou ukotveny přímo v podloží 7 bez potřeby základů. Horní hrana dolní stacionární soustavy 11 modulů je situována v dostatečné hloubce pod úrovní hladiny 35 vody v plné dolní základní nádrži 4.

20 Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním dnům dolních modulových nádrží 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní nádrži; je umístěno v jámě vyhloubené vedle dolní základní nádrže 4 a je umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4, aby nedocházelo ke kavitaci.

25 Na obr. 20a jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a, ze kterých je odčerpána přečerpávaná voda. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v dolní polovině dolních modulových nádrží 26a, v dolní části dolních modulových nádrží 26a nad membránami 25b je voda, která přitekla z dolní základní nádrže 4 a nad ní je vzduch nasátý z atmosféry odvětrávacími otvory v horní polovině dolních modulových nádrží 26a. Hladina vody v dolních modulových nádržích dolní stacionární soustavy 11 modulů a hladina 35 vody v základní nádrži 4 jsou vyrovnány, takže stěny dolních modulových nádrží 26a v dolní stacionární soustavě 11 modulů nejsou namáhány vnitřním ani vnějším přetlakem a mohou být proto vyrobeny z tenkého materiálu.

30 Na obr. 20b jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a naplněné přečerpávanou vodou ze spojovacího potrubí 39 z horní nádrže. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v horní polovině dolních modulových nádrží 26a, voda je z prostoru nad membránami 25b vytlačena do dolní základní nádrže 4 a vzduch je vytlačen do atmosféry. Hodnoty vnitřního a vnějšího tlaku vody působícího na stěny dolních modulových nádrží 26a jsou i v této situaci vyrovnány.

Na obr. 21 je znázorněno schéma dolní stacionární soustavy modulů s membránami umístěné v základní nádrži.

40 Stacionární běžné moduly 19 obsahují podstavce 24, na kterých jsou umístěny dolní modulové nádrže 26a, které jsou vybaveny membránami 25b upevněnými v polovině výšky dolních modulových nádrží 26a. V horní polovině dolních modulových nádrží 26a jsou v jejich stěnách vytvořeny průtokové otvory.

45 Dolní stacionární soustava 11 modulů je vystavěna na dně základní nádrže 4 na pevném podloží 7, podstavce 24 jsou ukotveny přímo v podloží 7 bez potřeby základů. Horní hrana dolní stacionární soustavy 11 modulů je situována v úrovni hladiny 35 vody v plné základní nádrži 4.

50 Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním dnům dolních modulových nádrží 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní nádrži; je umístěno v jámě vyhloubené vedle dolní základní nádrže 4 a je umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži, aby nedocházelo ke kavitaci.

55 Na obr. 21a jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a, ze kterých je odčerpána přečerpávaná voda. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v dolní polovině dolních modulových nádrží 26a.

Vzhledem k tomu, že v dolní základní nádrži 4 kolem dolní stacionární soustavy 11 modulů není dost vody, je vodou z dolní základní nádrže 4 zalita pouze část dolních modulových nádrží 26a nad membránami 25b a nad ní je vzduch nasátý z atmosféry odvětrávacími otvory v horní polovině dolních modulových nádrží 26a.

5

Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 zůstává výše než hladina 36 vody v dolních modulových nádržích 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů, takže stěny dolních modulových nádrží 26a jsou namáhány vnějším přetlakem vody v dolní základní nádrži 4 a musí být zesíleny.

10

Na obr. 21b jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a naplněné přečerpávanou vodou přes spojovací potrubí 39 z horní nádrže. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v horní polovině dolních modulových nádrží 26a, voda je z prostoru nad membránami 25b vytlačena do dolní základní nádrže 4 a vzduch je vytlačen do atmosféry. Hodnoty vnitřního a vnějšího tlaku vody působícího na stěny dolních modulových nádrží 26a jsou v této situaci vyrovnány.

15

Na obr. 22 je znázorněno schéma dolní stacionární soustavy modulů s membránami umístěné v základní nádrži.

20

Stacionární běžné moduly 19 obsahují podstavce 24, na kterých jsou umístěny dolní modulové nádrže 26a, které jsou vybaveny membránami 25b upevněnými nízko nad dolním dnem dolních modulových nádrží 26a. V horní části dolních modulových nádrží 26a nad upevněním membrány 25b jsou v jejich stěnách vytvořeny průtokové otvory.

25

Dolní stacionární soustava 11 modulů je vystavěna na dně dolní základní nádrže 4 na pevném podloží 7, podstavce 24 jsou ukotveny přímo v podloží 7 bez potřeby základů. Horní hrana dolní stacionární soustavy 11 modulů je situována v úrovni hladiny 35 vody v plně dolní základní nádrži 4.

30

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním dnům dolních modulových nádrží 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní nádrži; je umístěno v jámě vyhloubené vedle dolní základní nádrže 4 a je umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4, aby nedocházelo ke kavitaci.

35

Na obr. 22a jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a, ze kterých je odčerpána přečerpávaná voda. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v dolní části dolních modulových nádrží 26a.

40

Vzhledem k tomu, že v dolní základní nádrži 26a kolem dolní stacionární soustavy 11 modulů není dost vody, je vodou z dolní základní nádrže 26a zalita pouze část dolních modulových nádrží 26a nad membránami 25b a nad ní je vzduch nasátý z atmosféry odvětrávacími otvory v horní polovině dolních modulových nádrží 26a.

45

Jelikož otvory ve stěnách dolních modulových nádrží 26a jsou vytvořeny až k místu upevnění membrán 25b, hladina vody v modulových nádržích dolní stacionární soustavy 11 modulů a hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 jsou vyrovnány, takže stěny dolních modulových nádrží 26a v dolní stacionární soustavě 11 modulů nejsou namáhány vnitřním ani vnějším přetlakem a mohou být proto vyrobeny z tenkého materiálu.

50

Na obr. 22b jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a naplněné přečerpávanou vodou spojovacím potrubím 39 z horní nádrže. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v horní polovině dolních modulových nádrží 26a, voda je z prostoru nad membránami 25b vytlačena do dolní základní nádrže 4 a vzduch je vytlačen do atmosféry. Hodnoty vnitřního a vnějšího tlaku vody působícího na stěny dolních modulových nádrží 26a jsou v této situaci rovněž vyrovnány.

55

Na obr. 23 je znázorněno schéma dolní stacionární soustavy modulů s vodními vaky umístěné v základní nádrži.

Dolní stacionární soustava 11 modulů je vystavěna na dně dolní základní nádrže 4 na pevném podloží 7.

Stacionární běžné moduly 19 obsahují podstavce 24, na kterých je umístěna modulová konstrukce stacionárního běžného modulu 19 s průtokovými otvory ve stěnách a s plošinami v 5 etážích, na kterých jsou umístěny vodní vaky 25c.

- 5 Podstavce 24 jsou ukotveny přímo v podloží 7 bez potřeby základů. Horní hrana dolní stacionární soustavy 11 modulů je situována v úrovni hladiny 35 vody v plně dolní základní nádrži 4. Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k vodním vakům 25c na plošinách dolní stacionární soustavy 11 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní nádrži; je umístěno v jámě vyhloubené vedle dolní základní nádrže 4 a je
10 umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4, aby nedocházelo ke kavitaci.

Na obr. 23a jsou zobrazeny vodní vaky 25c, ze kterých je odčerpána přečerpávaná voda. Vodní vaky 25c leží na plošinách modulové konstrukce.

- 15 Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 klesá až ke druhé etáži dolní stacionární soustavy 11 modulů.

- Na obr. 23b jsou zobrazeny vodní vaky 25c naplněné přečerpávanou vodou ze spojovacího potrubí 39. Vodní vaky 25c přiléhají k vnitřním stěnám modulové konstrukce, voda je z prostoru dolní stacionární soustavy 11 modulů s vodními vaky 25c vytlačena do dolní základní nádrže 4. Hodnoty
20 vnitřního a vnějšího tlaku vody působícího na stěny vodních vaků 25c jsou vyrovnány.

Na obr. 24 je znázorněno schéma dolní stacionární soustavy modulů s vodními vaky umístěné v dolní základní nádrži.

- 25 Dolní stacionární soustava 11 modulů je vystavěna na dně dolní základní nádrže 4 na pevném podloží 7.

Stacionární běžné moduly 19 obsahují modulovou konstrukci s průtokovými otvory ve stěnách a s plošinami ve 3 etážích, na kterých jsou umístěny vodní vaky 25c.

- Stacionární běžné moduly 19 jsou ukotveny přímo v podloží 7 bez potřeby základů. Horní hrana dolní stacionární soustavy 11 modulů je situována pod dolní úrovní 35 hladiny vody v dolní základní nádrži 4.
30

- Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k vodním vakům 25c na plošinách dolní stacionární soustavy 11 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní nádrži; je umístěno v jámě vyhloubené vedle dolní základní nádrže 4 a je
35 umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4, aby nedocházelo ke kavitaci.

Na obr. 24a jsou zobrazeny vodní vaky 25c, ze kterých je odčerpána přečerpávaná voda. Vodní vaky 25c leží na plošinách modulové konstrukce.

- 40 Hladina vody v dolní základní nádrži 4 klesá, ale stále přesahuje horní etáž dolní stacionární soustavy 11 modulů.

- Na obr. 24b jsou zobrazeny vodní vaky 25c naplněné přečerpávanou vodou přes spojovací potrubí 39 z horní nádrže. Vodní vaky 25c přiléhají k vnitřním stěnám modulové konstrukce, voda je
45 z prostoru dolní stacionární soustavy 11 modulů s vodními vaky 25c vytlačena do dolní základní nádrže 4. Hodnoty vnitřního a vnějšího tlaku vody působícího na stěny vodních vaků 25c jsou vyrovnány.

- Na obr. 25 je znázorněno schéma dolní stacionární soustavy modulů s vodními vaky umístěné v základní nádrži.
50

Stacionární běžné moduly 19 obsahují jednoetážovou modulovou konstrukci s průtokovými otvory ve stěnách a s plošinami, na kterých jsou umístěny velkoobjemové vodní vaky 25c.

- Dolní stacionární soustava 11 modulů je vystavěna na dně dolní základní nádrže 4 na pevném podloží 7, stacionární běžné moduly 19 jsou ukotveny přímo v podloží 7 bez potřeby základů.
55

Horní hrana dolní stacionární soustavy 11 modulů je situována pod dolní úrovní hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4.

5 Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k vodním vakům 25c na plošinách dolní stacionární soustavy 11 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní nádrži; je umístěno v jámě vyhloubené vedle dolní základní nádrže 4 a je umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4, aby nedocházelo ke kavitaci.

10 Na obr. 25a jsou zobrazeny vodní vaky 25c, ze kterých je odčerpána přečerpávaná voda. Vodní vaky 25c leží na plošinách modulové konstrukce. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 klesá, ale stále přesahuje dolní stacionární soustavu 11 modulů.

15 Na obr. 25b jsou zobrazeny vodní vaky 25c naplněné přečerpávanou vodou ze spojovacího potrubí 39 z horní nádrže. Vodní vaky 25c přiléhají k vnitřním stěnám modulové konstrukce, voda je z prostoru dolní stacionární soustavy 11 modulů s vodními vaky 25c vytlačena do dolní základní nádrže 4. Hodnoty vnitřního a vnějšího tlaku vody působícího na stěny vodních vaků 25c jsou vyrovnány.

20

Obr. 26 znázorňuje schéma trojúrovňové dolní stacionární soustavy modulů.

Pozemek, na kterém je dolní stacionární soustav 11 modulů postavena, má tři úrovně únosnosti podloží 7. Různá únosnost podloží 7 je zobrazena různou výškou základů 22.

25

Dolní stacionární soustava 11 modulů obsahuje tři stacionární skupiny běžných modulů 19, které mají stejný poměr výšky dolních modulových nádrží 26a k únosnosti podloží 7, takže každá stacionární skupina běžných modulů 19 má jinou výšku dolních modulových nádrží 26a podle únosnosti podloží 7.

30

Dolní stacionární soustava 11 modulů plně využívá únosnost podloží 7 na celém pozemku. Tato dolní stacionární soustava 11 modulů má proto větší výšku dolních modulových nádrží 26a než dolní stacionární soustava modulů jednoúrovňová, který by byla postavena podle nejmenší únosnosti podloží 7 na pozemku.

35

Dolní stacionární soustava 11 modulů obsahuje také tři sady energetických soustrojí 43 pro příslušné stacionární skupiny běžných modulů 19 a spojovacího potrubí 39, které vede k horní nádrži. Energetická soustrojí 43 jsou vestavěna do energetických modulů 21 připevněných ke stacionárním běžným modulům 19 s modulovými nádržemi 26a po obvodu dolní stacionární soustavy 11 modulů.

40

Na obr. 26a je zobrazena dolní stacionární soustava 11 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a bez vody, která byla odčerpána do horní nádrže, na obr. 26b je zobrazena dolní stacionární soustava 11 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a naplněnými vodou z horní nádrže.

45

Obr. 27 znázorňuje schéma trojúrovňové horní stacionární soustavy modulů se stacionární soustavou přídatných modulových nádrží s trojúrovňovou horní plošinou. Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje stacionární běžné moduly 19.

50 Stacionární běžný modul 19 obsahuje podstavec 24, v jehož horní části je umístěna horní modulová nádrž 27a a v jehož dolní části je umístěna přídatná modulová nádrž 28a.

Přídatné modulové nádrže 28a tvoří stacionární soustavu přídatných modulových nádrží 28a.

Pozemek, na kterém je horní stacionární soustava 12 modulů postavena, má tři úrovně únosnosti podloží 7. Různá únosnost podloží 7 je zobrazena různou výškou základů 22.

5 Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje tři stacionární skupiny běžných modulů 19, které mají stejný poměr výšky horních modulových nádrží 27a a přídavných modulových nádrží 28a k únosnosti podloží 7, takže každá stacionární skupina běžných modulů 19 má jinou výšku horních modulových nádrží 27a a přídavných modulových nádrží 28a, podstavců 24 a základů 22.

10 Horní stacionární soustava 11 modulů využívá plně únosnost podloží 7 na celém pozemku.

Přečerpávací elektrárna s trojúrovňovou horní stacionární soustavou 11 modulů má proto větší kapacitu akumulované energie než přečerpávací elektrárna s jednoúrovňovou horní stacionární soustavou modulů, která by byla postavena podle nejmenší únosnosti podloží na pozemku.

15 Horní stacionární soustava 11 modulů obsahuje také tři skupiny energetických zařízení 43 a spojovacího potrubí 39, kterým jsou spojeny horní modulové nádrže 27a a přídavné modulové nádrže 28a příslušné stacionární skupiny běžných modulů 19. Od přídavných modulových nádrží 28a vede spojovací potrubí 39 také k dolní nádrži.

20 Energetická soustrojí 43 jsou vestavěna do energetických modulů 21 připevněných ke stacionárním běžným modulům 19 po obvodu horní stacionární soustavy 11 modulů.

25 Na schématu dle obr. 27a je voda přečerpána z dolní nádrže do přídavných modulových nádrží 28a. Na schématu dle obr. 27b je voda přečerpána z přídavných modulových nádrží 28a do horních modulových nádrží 27a.

Na obr. 28 je znázorněno schéma trojúrovňové horní stacionární soustavy modulů.

30 Horní stacionární soustava 12 modulů je tvořena stacionárními běžnými moduly 19. Stacionární běžný modul 19 obsahuje podstavec 24, v jehož horní části je umístěna horní modulová nádrž 27a.

Pozemek, na kterém je horní stacionární soustava 12 modulů postavena, má tři úrovně únosnosti podloží 7. Různá únosnost podloží 7 je zobrazena různou výškou základů 22.

35 Od horních modulových nádrží 27a vede spojovací potrubí 39 k dolní nádrži. Svislé spojovací potrubí 39 je vedeno uvnitř stacionárních běžných modulů 19, je tak sice chráněno proti povětrnostním vlivům, ale při poruše je k němu horší dostupnost.

40 Na schématu jsou horní modulové nádrže 27a prázdné, voda je přepuštěna do dolní nádrže.

Obr. 29 znázorňuje schéma trojúrovňové horní stacionární soustavy modulů s přídavnou stacionární soustavou modulových nádrží s jednoúrovňovou horní plošinou.

45 Horní stacionární soustava 12 modulů je tvořena stacionárními běžnými moduly 19.

Stacionární běžný modul 19 obsahuje podstavec 24, v jehož horní části je umístěna horní modulová nádrž 27a a v jehož dolní části je umístěna přídavná modulová nádrž 28a.

50 Přídavné modulové nádrže 28a tvoří stacionární soustavu přídavných modulových nádrží 28a.

Pozemek, na kterém je horní stacionární soustava 12 modulů spojená se stacionární soustavou přídavných modulových nádrží 28a postavena, má tři úrovně únosnosti podloží 7. Různá únosnost podloží 7 je zobrazena různou výškou základů 22.

55 Horní stacionární soustava 12 modulů využívá plně únosnost podloží 7 na celém pozemku.

Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje také tři skupiny energetických soustrojí 43 a spojovací potrubí 39, kterým jsou spojeny horní modulové nádrže 27a a přídavné modulové nádrže 28a příslušné stacionární skupiny běžných modulů 19. Od přídavných modulových nádrží 28a vede spojovací potrubí 39 také k dolní nádrži.

Energetická soustrojí 39 jsou vestavěna do energetických modulů 21 připevněných ke stacionárním běžným modulům 19 po obvodu horní stacionární soustavy 12 modulů.

Na schématu dle obr. 29a je voda přečerpána z dolní nádrže do přídavných modulových nádrží 28a. Na schématu dle obr. 29b je voda přečerpána z přídavných modulových nádrží 28a do horních modulových nádrží 27a.

Obr. 30 znázorňuje schéma soustavy propojených běžných modulů ve třech variantách.

Soustava 9 modulů obsahuje běžné moduly 18 s kruhovým vodorovným průřezem, které jsou propojeny do trojúhelníku, přičemž rozteč A běžných modulů 18 je menší než jejich průměr D, proto se půdorysně překrývají s přesahem B.

Na obr. 30a je z detailu C patrné, že rozteč A běžných modulů 18 je zvolena tak, že stěny všech tří běžných modulů 18 se protínají v jednom bodě.

Na obr. 30b je z detailu C patrné, že rozteč A běžných modulů 18 je větší než ve variantě dle obr. 30a, proto se v jednom bodě protínají vždy pouze dvě stěny běžných modulů 18. Přesah B běžných modulů 18 je menší.

Na obr. 30c je z detailu C patrné, že rozteč A běžných modulů 18 je menší než ve variantě dle obr. 30a, proto se v jednom bodě protínají opět vždy pouze dvě stěny běžných modulů 18. Přesah B běžných modulů 18 je větší.

Obr. 31 znázorňuje schéma variant modulových nádrží v soustavě propojených běžných modulů.

Obr. 31a znázorňuje schéma modulových nádrží 26a v soustavě 9 modulů se zobrazením všech stěn modulových nádrží 26a.

Aby nebylo nutno každý prostor mezi modulovými nádržemi 26a vybavovat samostatnou odbočkou ke spojovacímu potrubí pro účely plnění nebo vypouštění modulových nádrží 26a, jsou prostory mezi modulovými nádržemi 26a vzniklé propojením modulových nádrží 26a jsou spojeny s vybranými prostory uvnitř modulových nádrží 26a.

Obr. 31b znázorňuje schéma modulových nádrží 26a se zobrazením tří variant spojení:

- Plně kruhový tvar mají modulové nádrže 26a označené křížovým šrafováním a čísly: 1, 5, 8, 11, 14 a 15.

- Kruhový tvar se třemi vydutými oblouky mají modulové nádrže 26a označené vodorovným šrafováním a čísly: 4, 7, 10 a 13.

- Tvar se šesti vydutými oblouky mají modulové nádrže 26a označené svislým šrafováním a čísly: 2, 3, 6, 9, 12 a 16.

Vzhledem ke kruhovému tvaru modulových nádrží 26a je však nutno při individuální vypouštění nebo plnění modulových nádrží 26a, např. z důvodu jejich poruchy, dodržet takový postup odstavování nebo plnění sousedních modulových nádrží 26a, aby všechny modulové nádrže 26a byly zatěžovány pouze vnitřním přetlakem a aby tedy nedošlo k zatížení klenutých stěn modulových nádrží 26a vnějším přetlakem.

Před individuálním plněním modulové nádrže 26a č. 8 s křížovým šrafováním není nutno plnit žádnou sousední modulovou nádrž 26a.

Před individuálním plněním modulové nádrže 26a č. 4 s vodorovným šrafováním je nutno plnit modulové nádrže 26a č. 1, 5 a 8 s křížovým šrafováním.

Před individuálním plněním modulové nádrže 26a č. 9 se svislým šrafováním je nutno plnit modulové nádrže 26a s křížovým šrafováním č. 1, 5, 8, 11, 14 a 15 a poté modulové nádrže 26a č. 4, 10 a 13 s vodorovným šrafováním.

- 5 Před individuálním vypouštěním modulové nádrže 26a je potřebné dodržet inverzní postup.

Před individuálním vypouštěním modulové nádrže 26a č. 9 se svislým šrafováním není nutno vypouštět žádnou sousední modulovou nádrž 26a.

- 10 Před individuálním vypouštěním modulové nádrže 26a č. 4 s vodorovným šrafováním je nutno vypouštět modulové nádrže 26a č. 2, 3 a 9 se svislým šrafováním.

- 15 Před individuálním vypouštěním modulové nádrže 26a č. 8 s křížovým šrafováním je nutno vypouštět modulové nádrže 26a č. 2, 3, 6, 9, 12 a 16 a poté modulové nádrže 26a č. 4, 7 a 13 s vodorovným šrafováním.

Obr. 32 znázorňuje schémata dvou variant stacionární soustavy modulů s různým průměrem.

- 20 Ve stacionární soustavě 10 modulů jsou stacionární běžné moduly 19 mezi sebou spojeny svislými výztuhami.

Rozteč stacionárních běžných modulů 19 je větší než jejich průměr.

- 25 Stacionární soustava 10 modulů obsahuje tři stacionární skupiny běžných modulů 19 s různou únosností podloží 7. Různá únosnost podloží 7 je zobrazena různou výškou základů 22.

- 30 Obr. 32a znázorňuje schéma stacionární soustavy 10 modulů, ve které mají všechny stacionární běžné moduly 19 stejný průměr, avšak výšky modulových nádrží 25a jsou úměrné únosnosti podloží 7. Průměrná výtlačná výška je u každé stacionární skupiny běžných modulů 19 různá.

Obr. 32b znázorňuje schéma stacionární soustavy 10 modulů s různými průměry modulových nádrží 25a.

- 35 Ve všech stacionárních běžných modulech 19 této stacionární soustavy 10 modulů mají základy 22 stejný průměr, protože využívají veškerou únosnost podloží 7, která je dostupná v dané oblasti pozemku.

- 40 Výška modulových nádrží 25a i mezikusů 24 je ve všech stacionárních běžných modulech 19 všech únosností podloží 7 stejná, avšak jejich vodorovný průměr je různý, přičemž poměr vodorovného průřezu modulových nádrží 25a u stacionárních běžných modulů 19 určité únosnosti podloží 7 k vodorovnému průřezu modulových nádrží 25a u stacionárních běžných modulů 19 s největší únosností podloží 7 je roven poměru určité únosnosti podloží 7 k největší únosnosti podloží 7.

- 45 Stacionární soustava 10 modulů obsahuje ve všech stacionárních běžných modulech 19 všech únosností podloží 7 modulové nádrže 25a s jednotnou výškou a podstavce 24 rovněž s jednotnou výškou a tedy i s jednotnou výtlačnou výškou.

- 50 Proto mohou být všechny modulové nádrže 25a v celé stacionární soustavě 10 modulů spojeny společným spojovacím potrubím.

Přečerpávání s proporcionálním plněním všech modulových nádrží 25a bez ohledu na jejich průměr lze provádět pomocí kteréhokoli energetického soustrojí.

- 55 Jelikož průměr základů 22 a rozteč mezi stacionárními běžnými moduly 19 zůstávají zachovány, výztuhy mezi modulovými nádržemi 25a, případně mezi mezikusy 24 menšího průměru musí mít

větší šířku a tloušťku, aby jimi byla překlenuta vzdálenost mezi stacionárními běžnými moduly 19 a aby byla zajištěna tuhost vzájemného spojení stacionárních běžných modulů 19.

- 5 Obr. 33 znázorňuje schémata dvou variant horní stacionární soustavy modulů se soustavou
přídavných modulových nádrží s různým průměrem.

Ve stacionární soustavě 10 modulů jsou stacionární běžné moduly 19 mezi sebou spojeny svislými výztuhami.

- 10 Rozteč stacionárních běžných modulů 19 je větší než jejich průměr.

Stacionární soustava 10 modulů obsahuje tři stacionární skupiny běžných modulů 119 s různou únosností podloží 7. Různá únosnost podloží 7 je zobrazena různou výškou základů 22.

- 15 Obr. 33a znázorňuje schéma stacionární soustavy 10 modulů, ve které mají všechny stacionární
běžné moduly 19 stejný průměr, avšak výšky přídavných modulových nádrží 28a a horních
modulových nádrží 27a jsou úměrné únosnosti podloží 7. Průměrná výtlačná výška je u každé
stacionární skupiny běžných modulů 19 různá.

- 20 Obr. 33b znázorňuje schéma stacionární soustavy 10 modulů s různými průměry přídavných
modulových nádrží 28a a horních modulových nádrží 27a.

- Ve všech stacionárních běžných modulech 19 této stacionární soustavy 10 modulů mají základy 22
stejný průměr, protože využívají veškerou únosnost podloží 19, která je dostupná v dané oblasti
25 pozemku.

- Výška horních modulových nádrží 27a, přídavných modulových nádrží 28a i podstavců 24 je ve
všech stacionárních běžných modulech 19 všech únosností podloží 7 stejná, avšak jejich vodorovný
průměr je různý, přičemž poměr vodorovného průřezu horních modulových nádrží 27a
30 u stacionárních běžných modulů 19 určité únosnosti podloží 7 k vodorovnému průřezu horních
modulových nádrží 27a u stacionárních běžných modulů 19 s největší únosností podloží 7 je roven
poměru určité únosnosti podloží 7 k největší únosnosti podloží 7.

- Stacionární soustava 10 modulů obsahuje ve všech stacionárních běžných modulech 19 všech
35 únosností podloží 7 horní modulové nádrže 27a s jednotnou výškou, přídavné modulové nádrže
28a s jednotnou výškou a podstavce 24 rovněž s jednotnou výškou a tedy i s jednotnou výtlačnou
výškou.

- Proto mohou být všechny horní modulové nádrže 27a v celé stacionární soustavě 10 modulů
40 spojeny společným spojovacím potrubím se všemi přídavnými modulovými nádržemi 28a.

Přečerpávání s proporcionálním plněním všech stacionárních modulových nádrží 27a, 28a bez
ohledu na jejich průměr lze provádět pomocí kteréhokoliv energetického soustrojí.

- 45 Jelikož průměr základů 22 a rozteč mezi stacionárními běžnými moduly 19 zůstávají zachovány,
výztuhy mezi modulovými nádržemi 27a, 28a, případně mezi podstavci 24 menšího průměru musí
mít větší šířku a tloušťku, aby jimi byla překlenuta vzdálenost mezi stacionárními běžnými moduly
19 a aby byla zajištěna tuhost vzájemného spojení stacionárních běžných modulů 19.

- 50 Na obr. 34 je znázorněno schéma dolní plovoucí soustavy modulů s membránami.
Plovoucí běžné moduly 20 obsahují dolní modulové nádrže 26a, které jsou vybaveny membránami
25b upevněnými v polovině výšky dolních modulových nádrží 26a.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním dnům dolních
modulových nádrží 26a a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní

nádrži; je umístěno pod dolní úrovní hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4, aby nedocházelo ke kavitaci.

Na obr. 34a jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a, ze kterých je přečerpávaná voda odčerpána do horní nádrže. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v dolní polovině dolních modulových nádrží 26a, v dolních modulových nádržích 26a nad membránami 25b je voda z dolní základní nádrže 4. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 klesla na dolní úroveň.

Na obr. 34b jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a naplněné vodou přepuštěnou z horní nádrže. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v horní polovině dolních modulových nádrží 26a, voda je z prostoru nad membránami 25b vytlačena do dolní základní nádrže 4. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 stoupla na horní úroveň.

Na obr. 35 je znázorněno schéma dolní plovoucí soustavy modulů s membránami umístěné v dolní základní nádrži.

Plovoucí běžné moduly 20 obsahují modulové nádrže 26a, které jsou vybaveny membránami 25b upevněnými v polovině výšky modulových nádrží 26a.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k horním dnům dolních modulových nádrží 26a a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní nádrži; je umístěno pod dolní úrovní hladiny 35 vody v dolní základní nádrži 4, aby nedocházelo ke kavitaci.

Na obr. 35a jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a, ze kterých je přečerpávaná voda odčerpána do horní nádrže. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v horní polovině dolních modulových nádrží 26a, v dolních modulových nádržích 26a pod membránami 25b je voda z dolní základní nádrže 4. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 klesla na dolní úroveň.

Na obr. 35b jsou zobrazeny dolní modulové nádrže 26a naplněné vodou přepuštěnou z horní nádrže. Membrány 25b přiléhají k vnitřním stěnám v dolní polovině dolních modulových nádrží 26a, voda je z prostoru pod membránami 25b vytlačena do dolní základní nádrže 4. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 stoupla na horní úroveň.

Na obr. 36 je znázorněno schéma plovoucí soustavy modulů. Na obr. 36a a 36b je zobrazen nárys plovoucí soustavy modulů, na obr. 36c je zobrazen její půdorys.

Plovoucí soustava 14 modulů plave na hladině 35 vody v základní nádrži 3 a je sestavena z plovoucích běžných modulů 20 s kruhovým průřezem, které jsou mezi sebou spojeny plochými výztuhami do trojúhelníkových útvarů. Plovoucí běžný modul 20 plovoucí soustavy 14 modulů má tři základní části: modulovou nádrž 25a, podstavec 24 a plovák 23.

Šířka plovoucí soustavy 14 modulů je několikanásobně větší než její výška, takže je dostatečně zajištěna její stabilita proti převrácení.

Plovoucí soustava 14 modulů je v základní nádrži 3 stabilizována proti vodorovnému pohybu vodícím rámem 57, který má plovoucí část 58 a kotvicí část 59, jež jsou kloubově spojeny mezi sebou. Kotvicí část 59 je kloubově uchycena také v základech na břehu 6 základní nádrže 3.

Na obr. 36a je zobrazena plovoucí soustava 14 modulů s nádržemi 25a naplněnými vodou do výšky N a s plně ponořenými plováky 23.

Na obr. 36b je zobrazena plovoucí soustava 14 modulů s prázdnými nádržemi 25a a s částečně ponořenými plováky 23.

Plovoucí soustava 14 modulů dle tohoto schématu může sloužit jako dolní nebo horní nádrž.

Výškový rozdíl V mezi hladinou vody v modulových nádržích plovoucí soustavy modulů a hladinou 35 vody v základní nádrži 4 při plnění nebo vypouštění modulových nádrží 25a vodou zůstává konstantní.

- 5 Obr. 37 znázorňuje schéma trojúrovňové plovoucí soustavy modulů.
 Plovoucí soustava 14 modulů plave na hladině 35 vody v základní nádrži 3.
 Plovoucí soustava 14 modulů obsahuje tři plovoucí skupiny běžných modulů 20, které mají stejný poměr výšky modulových nádrží 25a k využitelné hloubce, takže každá plovoucí skupina běžných modulů 20 má jinou výšku modulových nádrží 25a a plováků 23, tj. jinou hloubku ponoru.
- 10 Každá plovoucí skupina běžných modulů 20 je samostatně pohyblivá ve svislém směru.
 U plovoucí soustavy 14 modulů jsou ponořeny pouze plováky 23. Podstavce 24 a modulové nádrže 25a jsou umístěny na plovácích 23, jsou tedy situovány nad hladinou 35 vody v základní nádrži 3.
 Plovoucí soustava 14 modulů svou šířkou obsahuje téměř celou šířku základní nádrže 3 a využívá také téměř celou hloubku základní nádrže 3, jelikož vnitřní sady plovoucích běžných modulů 20
- 15 zasahují do větších hloubkových úrovní základní nádrže 3. Tato plovoucí soustava 14 modulů proto bude mít větší kapacitu než plovoucí soustava modulů jednoúrovňová se stejnou šířkou a ve stejné základní nádrži 3.

- Obr. 37a znázorňuje plovoucí soustavu 14 modulů vynořenou s prázdnými modulovými nádržemi 25a. Dolní dna plováků 23 jsou téměř ve stejné výškové poloze. Hladina 35 vody v základní nádrži 3 je snížena na dolní provozní úroveň.
- 20

- Obr. 37b znázorňuje plovoucí soustavu 14 modulů zanořenou s plnými modulovými nádržemi 25a. Horní dna plováků 23 jsou ve stejné výškové poloze. Hladina 35 vody v základní nádrži 3 je na horní provozní úrovni. Výslednou změnou polohy plovoucí soustavy 14 modulů vůči břehu 6 základní nádrže 3 je jen nepatrné zvýšení.
- 25

- Obr. 38 znázorňuje schéma jednoúrovňové horní plovoucí soustavy modulů se soustavou přidavných modulových nádrží.
- 30 Horní plovoucí soustava 16 modulů plave na hladině 35 vody v horní základní nádrži 5.

Horní plovoucí soustava 16 modulů obsahuje plovoucí běžné moduly 20 se stejnou výškou a se stejnou hloubkou ponoru.

- 35 U horní plovoucí soustavy 16 modulů jsou v horní základní nádrži 5 ponořeny pouze plováky 23. Podstavce 24, horní modulové nádrže 27a i přidavné modulové nádrže 28a jsou situovány nad hladinou 35 vody v horní základní nádrži 5. Horní plovoucí soustava 16 modulů svou šířkou obsahuje téměř celou šířku horní základní nádrže 5, ale má jen omezenou hloubku ponoru, která odpovídá využití hloubkové úrovní horní základní nádrže 5. Horní plovoucí soustava 16 modulů
- 40 obsahuje také energetická soustrojí 43 a spojovací potrubí 39, kterým jsou propojeny horní modulové nádrže 27a a přidavné modulové nádrže 28a. Energetická soustrojí 43 jsou vestavěna do energetických modulů 21 připevněných k plovoucím běžným modulům 20 po obvodu horní plovoucí soustavy 16 modulů. Ohebné spojovací potrubí 41 pod přidavnými modulovými nádržemi 28a umožňuje volný pohyb horní plovoucí soustavy 16 modulů ve svislém směru při přečerpávání.
- 45

Na schématu dle obr. 38a je voda načerpána do horních modulových nádrží 27a.

Na schématu dle obr. 38b je voda přepuštěna z horních modulových nádrží 27a do přidavných modulových nádrží 28a.

50

Horní plovoucí soustava 16 modulů je v situacích na obr. 38a a na obr. 38b zatížena vodní náplní a je zanořena v dolní provozní poloze. Hloubka ponoření plováků 23 se při přečerpávání mezi horními modulovými nádržemi 27a a přidavnými modulovými nádržemi 28a nemění.

Na schématu dle obr. 38c je voda odčerpána z přidavných modulových nádrží 28a do dolní nádrže. Horní plovoucí soustava 16 modulů se tím odlehčí a vynoří se do horní provozní polohy. Hladina 35 horní základní nádrže 5 se sníží.

- 5 Na obr. 39 je znázorněno schéma horní plovoucí soustavy modulů. Horní plovoucí soustava 16 modulů je umístěna ve vodě v horní základní nádrži 5 a je sestavena z plovoucích běžných modulů 20 s různou stavební výškou.

Plovoucí běžné moduly 20 obsahují:

- 10 - plováky 23 s různou hloubkou ponoru podle hloubkového profilu horní základní nádrže 5,
 - podstavce 24 s odpovídající různou výškou a
 - horní modulové nádrže 27a, které mají stejnou výšku pro všechny plovoucí běžné moduly 20, protože plovoucí soustava 16 modulů se při přečerpávání pohybuje jako celek a má jednotný provozní zdvih pro všechny plovoucí běžné moduly 20.

- 15 Horní plovoucí soustava 16 modulů využívá téměř celou šířku a hloubku, tj. téměř celý objem, horní základní nádrže 5.

- 20 Pro každou plovoucí skupinu běžných modulů 20 se stejnou stavební výškou je k dispozici odpovídající spojovací potrubí 39 připojené k horním modulovým nádržím 27a se stejnou výtlačnou výškou.

- 25 Svislé spojovací potrubí 39 je nesené energetickými moduly 21, které jsou připevněny k plovákům 23 plovoucích běžných modulů 20, a je spojeno s energetickým soustrojím a s dolní nádrží.

- Plnění a vyprazdňování všech horních modulových nádrží 27a lze provádět současně a proporcionálně, aby se minimalizovalo smykové napětí ve výztuhách zejména mezi plovacími běžnými moduly 20 s různou stavební výškou.

- 30 Na obr. 39a je zobrazena plovoucí soustava 16 modulů s plnými horními modulovými nádržemi 27a v dolní provozní poloze. Na obr. 39b je zobrazena plovoucí soustava 16 modulů s prázdnými horními modulovými nádržemi 27a v horní provozní poloze, hladina 35 horní základní nádrže 5 současně téměř o stejnou hodnotu poklesla.

- 35 Obr. 40 znázorňuje schémata dvou variant plovoucí soustavy modulů s různým průměrem.

Plovoucí soustava 14 modulů plave na hladině 35 vody v základní nádrži 3.

Plovoucí běžné moduly 20 mají rozteč větší než průměr a jsou mezi sebou spojeny svislými výztuhami.

- 40 Plovoucí soustava 14 modulů obsahuje tři plovoucí skupiny běžných modulů 20 s různou hloubkovou úrovní v základní nádrži 3.

V horní části obrázků 15a, 15b jsou zobrazeny svislé řezy A-A plovacími soustavami 14 modulů, jejichž půdorysy jsou v dolní části obrázků.

- 45 Obr. 40a znázorňuje schéma plovoucí soustavy 14 modulů, ve které mají všechny plovoucí běžné moduly 20 stejný průměr, avšak výšky modulových nádrží 25a jsou úměrné hloubce ponoru plováků 23 v základní nádrži 3.

Obr. 40b znázorňuje schéma plovoucí soustavy 14 modulů s různými průměry modulových nádrží 25a.

Ve všech plovoucích běžných modulech 20 této plovoucí soustavy 14 modulů mají plováky 23 stejný průměr, protože využívají veškerý vztlak, který je dostupný v dané hloubkové úrovni.

- 50 Výška modulových nádrží 25a i podstavců 24 je ve všech plovoucích běžných modulech 20 všech hloubkových úrovní stejná, avšak jejich vodorovný průměr je různý, přičemž poměr vodorovného průřezu modulových nádrží 25a u plovoucích běžných modulů 20 určité hloubkové úrovně k vodorovnému průřezu modulových nádrží 25a u plovoucích běžných modulů 20 největší hloubkové úrovně je roven

55

oměru ponoru plováků 23 u plovoucích běžných modulů 20 určité hloubkové úrovně k ponoru plováků 23 u plovoucích běžných modulů 20 největší hloubkové úrovně.

5 Proto mohou být všechny modulové nádrže 25a v celé plovoucí soustavě 14 modulů spojeny společným spojovacím potrubím. Přecherpávání vody ve všech modulových nádržích 25a bez ohledu na jejich průměr lze provádět pomocí kteréhokoliv energetického soustrojí.

10 Jelikož průměr plováků 23 a rozteč mezi plovoucími běžnými moduly 20 zůstávají zachovány, výztuhy mezi modulovými nádržemi 25a, případně mezi podstavci 24 menšího průměru musí mít větší šířku a tloušťku, aby jimi byla překlenuta vzdálenost mezi plovoucími běžnými moduly 20 a aby byla zajištěna tuhost vzájemného spojení plovoucích běžných modulů 20.

Obr. 41 znázorňuje schéma horní stacionární soustavy modulů se zařízením pro odběr tepla. Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje základy 22 vytvořené v podloží 7, podstavce 24 15 a horní modulové nádrže 27a připojené spojovacím potrubím 39 k energetickému soustrojí a k dolní nádrži. Spojovacím potrubím 39 proudí voda přecherpávaná mezi dolní nádrží a horními modulovými nádržemi 27a horní stacionární soustavy 12 modulů.

20 K horním modulovým nádržím 27a je připojeno zařízení pro odběr odpadního tepla akumulovaného v přecherpací elektrárně.

Odpadní teplo je využíváno k vytápění bytového domu 60.

25 Zařízení pro odběr odpadního tepla se skládá z primárního okruhu a sekundárního okruhu. V primárním okruhu obíhá přecherpávaná voda z horních modulových nádrží 27a, v sekundárním okruhu obíhá upravená voda.

Primární okruh a sekundární okruh jsou odděleny tepelným výměníkem 44.

30 Primární okruh obsahuje primární oběhové potrubí 51 připojené k horním modulovým nádržím 27a, primární oběhové soustrojí 48 a primární část tepelného výměníku 45.

35 Sekundární okruh obsahuje sekundární oběhové potrubí 52, sekundární oběhové soustrojí 49, sekundární část tepelného výměníku 46 a topná tělesa 53 umístěná ve vytápěném bytovém domě 60.

Na obr. 41a je znázorněna horní stacionární soustava 12 modulů s horními modulovými nádržemi 27a naplněnými vodou přecherpanou z dolní nádrže.

40 Na obr. 41b je znázorněna horní stacionární soustava 12 modulů s horními modulovými nádržemi 27a, ze kterých je voda přepuštěna do dolní nádrže, přičemž v horních modulových nádržích 27a je ponechán rezervní objem přecherpávané teplé vody, který postačuje k vytápění bytového domu 60 v období, než bude do horních modulových nádrží 27a opět přecherpána teplá voda z dolní nádrže.

45 Na obr. 42 je znázorněno schéma přecherpacích elektráren s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů.

Dolní i horní stacionární soustava 11, 12 modulů jsou vystavěny odděleně na podloží 7 v horském horninovém masivu s výškovým rozdílem.

50 Dolní stacionární soustava 11 modulů je postavena na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou dolní modulové nádrže 26a. Horní stacionární soustava 12 modulů je postavena na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou dolní modulové nádrže 27a.

55 U dolní stacionární soustavy 11 modulů je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje dolní stacionární soustavu 11 modulů a horní stacionární soustavu 12 modulů.

Dolní modulové nádrže 26a jsou naplněny přečerpávanou vodou, horní modulové nádrže 27a jsou zobrazeny prázdné.

5 Na obr. 42a je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny, kde dolní stacionární soustava 11 modulů a horní stacionární soustava 12 modulů mají jen nezbytně vysoké podstavce 24 pod modulovými nádržemi 26a, 27a. Únosnost podloží 7 je využita k nesení modulových nádrží 26a, 27a.

10 Na obr. 42b je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny, kde horní stacionární soustava 12 modulů je vybavena zvýšenými podstavci 24 pod horními modulovými nádržemi 27a v zájmu zvýšení výtlačné výšky. Při stejné únosnosti 7 podloží jako na obr. 42a je proto výška horních modulových nádrží 27a v horní stacionární soustavě 12 modulů snížena. Výška dolních modulových nádrží 26a v dolní stacionární soustavě 11 modulů byla také snížena, protože se snížil
15 objem přečerpávané vody.

Na obr. 42c je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny, kde v horní stacionární soustavě 12 modulů jsou podstavce 24 pod horními modulovými nádržemi 27a oproti obr. 42b v zájmu zvýšení výtlačné výšky dále zvýšeny, protože základy 22 nebylo nutno stavět, jelikož podstavce 24 bylo
20 možno ukotvit přímo v pevném podloží 7, čímž se ušetřila únosnost podloží 7 ve prospěch výšky podstavců 24.

Na obr. 43 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a s
25 horní stacionární soustavou modulů.

Dolní i horní stacionární soustava 11, 12 modulů jsou vystavěny odděleně na podloží 7 v horském
horninovém masivu s výškovým rozdílem.

30 Dolní stacionární soustava 11 modulů je postavena na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou dolní modulové nádrže 26a.

Horní stacionární soustava 12 modulů je postavena na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou horní modulové nádrže 27a.

35 U dolní stacionární soustavy 11 modulů je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje dolní modulové nádrže 26a a horní modulové nádrže 27a.

Horní dna dolních modulových nádrží 26a a horních modulových nádrží 27a jsou spojena
40 odvětrávacím potrubím 55.

Na obr. 43a jsou horní modulové nádrže 27a horní stacionární soustavy 12 modulů prázdné, voda z nich byla přepuštěna do dolních modulových nádrží 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů. Na obr. 43b jsou horní modulové nádrže 27a naplněny vodou, která byla přečerpána z dolních
45 modulových nádrží 26a.

Na obr. 44 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů a s horní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů.

Dolní plovoucí soustava 15 modulů je umístěna ve vodě v dolní základní nádrži 4.

Horní plovoucí soustava 16 modulů je umístěna ve vodě v horní základní nádrži 5.

50 Plovoucí běžné moduly 20 v obou plovoucích soustavách 15, 16 modulů jsou mezi sebou spojeny. Plovoucí běžné moduly 20 v dolní plovoucí soustavě 15 modulů obsahují plovák 23, podstavec 24 a dolní modulovou nádrž 26a.

Plovoucí běžné moduly 20 v horní plovoucí soustavě 16 modulů obsahují plovák 23, podstavec 24 a horní modulovou nádrž 27a.

55

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním modulovým nádržím 26a dolní soustavy 15 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní soustavě 16 modulů; je umístěno na břehu dolní základní nádrže 4 a je umístěno pod nejnižší provozní úrovní dna dolních modulových nádrží 26a dolní plovoucí soustavy 15 modulů, aby nedocházelo ke kavitaci.

Spojovací potrubí 39 je z části provedeno jako ohebné spojovací potrubí, aby umožnilo svislý pohyb plovoucích soustav 15, 16 modulů na hladině 35 vody v základních nádržích 4, 5. Ohebná část spojovacího potrubí 39 je umístěna ve vodě v základních nádržích 4, 5, aby nebyla namáhána tíhou přečerpávané vody.

V přečerpávací elektrárně je přečerpávána voda v uzavřeném oběhu, může být odlišná od vody v základních nádržích 4, 5, např. může být vyčištěna a zbavena organických příměsí.

Horní dna dolních modulových nádrží 26a a horních modulových nádrží 27a jsou spojena odvětrávacím potrubím 55.

Na obr. 44a je zobrazena dolní plovoucí soustava 15 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a naplněnými přečerpávanou vodou a s plně ponořenými plováky 23, zatímco horní plovoucí soustava 16 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 je na maximální úrovni, hladina 35 vody v horní základní nádrži 5 poklesla.

Na obr. 44b je zobrazena dolní plovoucí soustava 15 modulů s prázdnými dolními modulovými nádržemi 26a a s částečně ponořenými plováky 23, horní modulové nádrže 27a horní plovoucí soustavy 16 modulů jsou naplněny vodou přečerpávanou z dolních modulových nádrží 26a dolní soustavy 15 modulů. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 poklesla, hladina 35 vody v horní základní nádrži 5 je na maximální úrovni.

Na obr. 45 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní jednoúrovňovou ponornou stacionární soustavou modulů a s horní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů.

Ponorná dolní stacionární soustava 11 modulů je umístěna ve vodě v dolní základní nádrži 4.

Stacionární běžné moduly v ponorné dolní soustavě 11 modulů mohou být mezi sebou spojeny a obsahují podstavec 24 přikotvený ke dnu základní nádrže 4 a dolní modulovou nádrž 26a připevněnou na podstavci 24, přičemž podstavec 24 je trvale zaplaven vodou ze základní nádrže 4, aby nezvyšoval vztlak stacionárního běžného modulu. Dolní modulové nádrže 26a jsou namáhány vnějším přetlakem vody, který je dán hloubkou dolní základní nádrže 4.

Horní plovoucí soustava 16 modulů je umístěna ve vodě v horní základní nádrži 5.

Plovoucí běžné moduly v horní plovoucí soustavě 16 modulů jsou mezi sebou spojeny a obsahují plovák 23, podstavec 24 a horní modulovou nádrž 27a.

Umístěním ponorné dolní stacionární soustavy 11 modulů na dno dolní základní nádrže 4 je výtlačná výška přečerpávání zvýšena o hloubku dolní základní nádrže 4.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním modulovým nádržím 26a ponorné dolní stacionární soustavy 11 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní soustavě 16 modulů; je umístěno v jámě vedle dolní základní nádrže 4 a je umístěno pod nejnižší provozní úrovní dna dolních modulových nádrží 26a ponorné dolní plovoucí soustavy 11 modulů, aby nedocházelo ke kavitaci.

Spojovací potrubí je z části provedeno jako ohebné spojovací potrubí, aby umožnilo svislý pohyb horní plovoucí soustavy 16 modulů na hladině vody v základní nádrži 5. Ohebná část spojovacího potrubí je umístěna ve vodě v horní základní nádrži 5, aby nebyla namáhána tíhou přečerpávané vody.

5

Horní dna dolních modulových nádrží 26a a horních modulových nádrží 27a jsou spojena odvětrávacím potrubím 55.

10 Pokud by odvětrávací potrubí 55 bylo u dolních modulových nádrží 26a uzavřeno (odvětrávací potrubí 55 u horních modulových nádrží 27a by bylo otevřeno do atmosféry), výtlačná výška by se, z důvodu stlačování vzduchu v dolních modulových nádrží 26a, ke konci turbínového chodu a na začátku čerpacího chodu snižovala o hloubku dolní základní nádrže 4. Navíc by v dolních modulových nádržích 26a bylo nutno doplňovat vzduch stlačený a rozpuštěný v přečerpávané vodě.

15 Na obr. 45a je zobrazena dolní ponorná stacionární soustava 11 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a naplněnými přečerpávanou vodou, zatímco horní plovoucí soustava 16 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a. Hladina vody v horní základní nádrži 5 poklesla.

20 Na obr. 45b je zobrazena dolní ponorná stacionární soustava 11 modulů s prázdnými dolními modulovými nádržemi 26a, horní modulové nádrže 27a horní plovoucí soustavy 16 modulů jsou naplněny vodou přečerpávanou z dolních modulových nádrží 26a dolní ponorné stacionární soustavy 11 modulů. Hladina vody v horní základní nádrži 5 stoupla na maximální úroveň.

Hladina vody v dolní základní nádrži 4 při přečerpávání nemění svou výškovou polohu.

25 Na obr. 46 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s jednoúrovňovou dolní plovoucí soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů.

Obě soustavy 12, 15 modulů jsou vystavěny v horském horninovém masivu s výškovým rozdílem.

30 Dolní plovoucí soustava 15 modulů je umístěna ve vodě v základní nádrži 3.

Plovoucí běžné moduly v dolní plovoucí soustavě 15 modulů jsou mezi sebou spojeny a obsahují plaváky 23, které nesou podstavce 24 a ty nesou dolní modulové nádrže 26a.

35 Horní stacionární soustava 12 modulů má stacionární běžné moduly postaveny na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou horní modulové nádrže 27a. Horní stacionární soustava 12 modulů je postavena na svahu, proto je rozdělena do skupin běžných modulů, jejichž základy sledují sklon svahu, čímž se snižuje náročnost na zemní práce. V místech s vyšší únosností podloží mají modulové nádrže 27a ve skupinách běžných modulů větší výšku.

40 Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním modulovým nádržím 26a dolní plovoucí soustavy 15 modulů v základní nádrži 3 a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní stacionární soustavě 12 modulů; je umístěno na břehu dolní základní nádrže 3 a je umístěno pod nejnižší provozní úrovní dna dolních modulových nádrží 26a dolní plovoucí soustavy 15 modulů, aby nedocházelo ke kavitaci.

45

Spojovací potrubí 39 je z části provedeno jako ohebné, aby umožnilo svislý pohyb dolní plovoucí soustavy 15 modulů na hladině vody v základní nádrži 3. Ohebná část spojovacího potrubí je umístěna ve vodě v základní nádrži 3, aby nebyla namáhána tíhou přečerpávané vody.

50

Horní dna modulových nádrží 26a, 27a jsou opatřena odvětrávacími otvory 54 otevřenými do atmosféry.

55 Na obr. 46a je zobrazena dolní plovoucí soustava 15 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a naplněnými přečerpávanou vodou z horních modulových nádrží 27a horní stacionární soustavy 12

modulů a s plováky 23 téměř plně ponořenými, zatímco horní stacionární soustava 12 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a. Hladina vody v základní nádrži 3 je na horní provozní úrovni. Na obr. 46b je zobrazena dolní plovoucí soustava 15 modulů s prázdnými dolními modulovými nádržemi 26a a s částečně ponořenými plováky 23, horní modulové nádrže 27a horní stacionární soustavy 12 modulů jsou naplněny vodou přečerpanou z dolních modulových nádrží 26a dolní plovoucí soustavy 15 modulů. Hladina vody v základní nádrži 3 poklesla.

Na obr. 47 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů s vodními vaky umístěnou v základní nádrži a s horní stacionární soustavou modulů.

Obě soustavy 11, 12 modulů jsou vystavěny odděleně na podloží v horském horninovém masivu s výškovým rozdílem.

Dolní stacionární soustava 11 modulů je vystavěna na dně základní nádrže 3 na pevném podloží 7, stacionární běžné moduly 19 jsou ukotveny přímo v podloží 7 bez potřeby základů. Horní hrana dolní stacionární soustavy 11 modulů je situována pod dolní úroveň hladiny 35 vody v základní nádrži 3.

Dolní stacionární soustava 11 modulů obsahuje stacionární běžné moduly 19 tvořené jednoetážovou modulovou konstrukcí s průtokovými otvory ve stěnách a s plošinami, na kterých jsou umístěny velkoobjemové vodní vaky 25c jako dolní modulové nádrže.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k vodním vakům 25c na plošinách dolní stacionární soustavy 11 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horní stacionární soustavě 12 modulů; je umístěno v jámě vyhloubené vedle základní nádrže 3 a je umístěno pod nejnižší úroveň hladiny 35 vody v základní nádrži 3, aby nedocházelo ke kavitaci.

Horní dna horních modulových nádrží 27a jsou opatřena odvětrávacími otvory 54 otevřenými do atmosféry.

Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje stacionární běžné moduly, které jsou postaveny na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou horní modulové nádrže 27a.

Na obr. 47a je zobrazena dolní stacionární soustava 11 modulů, v níž jsou vodní vaky 25c naplněny přečerpanou vodou z horních modulových nádrží 27a horní stacionární soustavy 12 modulů. Vodní vaky 25c přiléhají k vnitřním stěnám modulové konstrukce, voda je z prostoru dolní stacionární soustavy 11 modulů s vodními vaky 25c vytlačena do základní nádrže 3. Horní modulové nádrže 27a v horní stacionární soustavě 12 modulů jsou prázdné.

Na obr. 47b je zobrazena dolní stacionární soustava 11 modulů, v níž je z vodních vaků 25c voda přečerpána do horních modulových nádrží 27a v horní stacionární soustavě 12 modulů. Vodní vaky 25c leží na plošinách modulové konstrukce.

Hladina 35 vody v základní nádrži 3 klesla, ale stále přesahuje dolní stacionární soustavu 11 modulů.

Horní modulové nádrže 27a v horní stacionární soustavě 12 modulů jsou plné.

Na obr. 48 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní trojúrovňovou plovoucí soustavou modulů a s horní trojúrovňovou plovoucí soustavou modulů.

Dolní plovoucí soustava 15 modulů plave na hladině 35 vody v dolní základní nádrži 4.

Horní plovoucí soustava 16 modulů plave na hladině 35 vody v horní základní nádrži 5.

Dolní plovoucí soustava 15 modulů obsahuje tři plovoucí skupiny běžných modulů 20, které mají stejný poměr výšky modulových nádrží 26a k využitelné hloubce, takže každá plovoucí skupina běžných modulů 20 má jinou výšku modulových nádrží 26a a plováků 23, tj. jinou hloubku ponoru.

Horní plovoucí soustava 16 modulů obsahuje tři plovoucí skupiny běžných modulů 20, které mají stejný poměr výšky modulových nádrží 27a k využitelné hloubce, takže každá plovoucí skupina běžných modulů 20 má jinou výšku modulových nádrží 27a a plováků 23, tj. jinou hloubku ponoru.

Každá plovoucí skupina běžných modulů 20 je samostatně pohyblivá ve svislém směru.

Spojovací potrubí 39 je z části provedeno jako ohebné, aby umožnilo svislý pohyb plovoucích soustav modulů 15, 16 na hladině 35 vody v základních nádržích 4, 5.

5

Obr. 48a znázorňuje dolní plovoucí soustavu 15 modulů s plnými dolními modulovými nádržemi 26a a se zanořenými plováky 23. Horní dna plováků 23 jsou ve stejné výškové poloze. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 je na maximální úrovni.

10 Horní plovoucí soustava 16 modulů je vynořená s prázdnými modulovými nádržemi 27a. Dolní dna plováků 23 jsou ve stejné výškové poloze. Hladina vody 35 v horní základní nádrži 5 poklesla.

Obr. 48b znázorňuje dolní plovoucí soustavu 15 modulů vynořenou s prázdnými dolními modulovými nádržemi 26a. Dolní dna plováků 23 jsou ve stejné výškové poloze. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 poklesla.

15 Horní plovoucí soustava 16 modulů je zobrazena s plnými horními modulovými nádržemi 27a a se zanořenými plováky 23. Horní dna plováků 23 jsou ve stejné výškové poloze. Hladina 35 vody v horní základní nádrži 5 je na maximální úrovni.

Na obr. 49 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů a s horní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů.

20 Dolní plovoucí soustava 15 modulů je umístěna ve vodě v dolní základní nádrži 4.

Horní plovoucí soustava 16 modulů je umístěna ve vodě v horní základní nádrži 5.

Plovoucí běžné moduly 20 v dolní plovoucí soustavě 15 modulů jsou mezi sebou spojeny a obsahují plovák 23, podstavec 24 a dolní modulovou nádrž 26a.

25 Plovoucí běžné moduly 20 v horní plovoucí soustavě 6 modulů jsou mezi sebou spojeny a obsahují plovák 23, zvýšený podstavec 24 a dolní modulovou nádrž 27a.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním modulovým nádržím 26a a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a; je umístěno na břehu dolní základní nádrže 4 a je umístěno pod nejnižší provozní úrovní dna dolních modulových nádrží 26a, aby nedocházelo ke kavitaci.

30 Spojovací potrubí 39 je z části provedeno jako ohebné, aby umožnilo svislý pohyb plovoucích soustav 15, 16 modulů na hladině 35 vody v základních nádržích 4, 5.

Na obr. 49a je zobrazena dolní plovoucí soustava 15 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a naplněnými přečerpávanou vodou a s plně ponořenými plováky 23, zatímco horní plovoucí soustava 16 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 je na maximální úrovni. Hladina 35 vody v horní základní nádrži 5 poklesla.

35

Na obr. 49b je zobrazena dolní plovoucí soustava 15 modulů s prázdnými dolními modulovými nádržemi 26a a s částečně ponořenými plováky 23, horní modulové nádrže 27a horní plovoucí soustavy 16 modulů jsou naplněny vodou přečerpávanou z dolních modulových nádrží 26a dolní soustavy 15 modulů. Hladina 35 vody v dolní základní nádrži 4 poklesla. Hladina 35 vody v horní základní nádrži 5 je na maximální úrovni.

40

Na obr. 50 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů.

45

Dolní i horní stacionární soustava 11, 12 modulů jsou vystavěny odděleně na podloží 7 v horském horninovém masivu s výškovým rozdílem.

50 Dolní stacionární soustava 11 modulů má stacionární běžné moduly postaveny na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou modulové nádrže 26a.

Horní stacionární soustava 12 modulů má stacionární běžné moduly postaveny na základech 22,

na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou modulové nádrže 27a.

U dolní stacionární soustavy 11 modulů je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje dolní stacionární soustavu 11 modulů a horní stacionární soustavu 12 modulů.

Horní dna dolních a horních modulových nádrží 26a, 27a jsou spojena odvětrávacím potrubím 55, jehož prostřednictvím se přemísťuje vzduch z dolních a horních modulových nádrží 26a, 27a, které se plní přečerpávanou vodou, do dolních a horních modulových nádrží 26a, 27a, ze kterých je voda odčerpávána.

V přečerpávané vodě, ve vzduchu nad hladinou přečerpávané vody, v dolních a horních modulových nádrží 26a, 27a a v konstrukci přečerpávací elektrárny se akumuluje odpadní teplo, které vzniká přečerpáváním vody. Dolní a horní soustava 11, 12 modulů, spojovací potrubí 39 i odvětrávací potrubí 55 jsou tepelně izolovány, aby se omezily ztráty tepla z konstrukce přečerpávací elektrárny do okolí, což zde není zobrazeno.

Ohřátou vodou jsou prostřednictvím tepelných výměníků 44 vytápěny bytové domy 60 a nebytové objekty v blízkosti horní stacionární soustavy 11 modulů a dolní stacionární soustavy 12 modulů.

Na obr. 51 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů.

Dolní i horní stacionární soustava 11, 12 modulů jsou vystavěny odděleně na podloží 7 v horském horninovém masivu s výškovým rozdílem.

Dolní stacionární soustava 11 modulů obsahuje stacionární běžné moduly, které jsou postaveny postavena na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou dolní modulové nádrže 26a.

Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje stacionární běžné moduly, které jsou postaveny postavena na základech 22, na nich jsou umístěny zvýšené podstavce 24, které nesou horní modulové nádrže 27a.

V dolní části zvýšených podstavců 24 horní stacionární soustavy 12 modulů jsou umístěny přídatné modulové nádrže 28a.

U dolní stacionární soustavy 11 modulů je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje dolní modulové nádrže 26a a přídatné modulové nádrže 28a.

U přídatných modulových nádrží 28a je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje přídatné modulové nádrže 28a a horní modulové nádrže 27a.

Přídatných modulových nádrží 28a je stejný počet jako dolních modulových nádrží 26a a stejný počet jako horních modulových nádrží 27a. Proto přečerpávání v dolním stupni kaskády nádrží a přečerpávání v horním stupni kaskády nádrží může probíhat postupně a odděleně v plném rozsahu.

Horní dna dolních, horních a přídatných modulových nádrží 26a, 27a, 28a jsou spojena odvětrávacím potrubím 39, jehož prostřednictvím se přemísťuje vzduch z modulových nádrží 26a, 27a, 28a, které se plní přečerpávanou vodou, do modulových nádrží 26a, 27a, 28a, ze kterých je voda odčerpávána.

Pod dolními modulovými nádržemi 26a, pod horními modulovými nádržemi 27a a pod a nad přídatnými modulovými nádržemi 28a jsou v podstavcích 24 vytvořeny pracovní plošiny pro umístění spojovacího potrubí 39 a/nebo odvětrávacího potrubí 55 a pro průchod pracovníků obsluhy a údržby.

V přečerpávané vodě, ve vzduchu nad hladinou vody v dolních, horních a přídatných modulových nádržích 26a, 27a, 28a a v konstrukci přečerpávací elektrárny se akumuluje odpadní teplo, které vzniká přečerpáváním vody. Soustavy 11, 12 modulů, spojovací i odvětrávací potrubí 39, 55

a energetické soustrojí 43 jsou s výhodou tepelně izolovány, aby se omezily ztráty tepla z konstrukce přečerpávací elektrárny do okolí, což zde není zobrazeno.

5 Ohřátou vodou jsou prostřednictvím tepelných výměníků 44 vytápěny bytové domy 60 a nebytové objekty v blízkosti dolní stacionární soustavy 11 modulů a horní stacionární soustavy 12 modulů.

Na obr. 52 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů.

10 Oproti schématu na obr. 51 je v horní stacionární soustavě 12 modulů umístěno jen několik přídavných modulových nádrží 28a. Přečerpávání v horním stupni kaskády nádrží proto musí probíhat téměř současně s přečerpáváním v dolním stupni kaskády nádrží, pokud má probíhat do plného využití kapacity bez přerušování. Je zde také zobrazeno, že z dolních modulových nádrží 26a je voda částečně přečerpána do přídavných modulových nádrží 28a.

15 Na obr. 53 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů, s horní přírodní nádrží a s přídavnou stacionární soustavou modulů.

20 Mezi dolní stacionární soustavou 11 modulů a horní přírodní nádrží 2 je umístěna přídavná stacionární soustava 13 modulů.

Stacionární soustavy 11, 13 modulů a horní přírodní nádrž 2 jsou vystavěny odděleně na podloží 7 v horském horninovém masivu s výškovým rozdílem.

25 Dolní stacionární soustava 11 modulů obsahuje stacionární běžné moduly, které jsou postaveny na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou dolní modulové nádrže 26a.

Přídavná stacionární soustava 13 modulů obsahuje stacionární běžné moduly, které jsou postaveny na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou přídavné modulové nádrže 28a.

30 U dolní stacionární soustavy 11 modulů je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje dolní modulové nádrže 26a v dolní stacionární soustavě 11 modulů a přídavné modulové nádrže 28a v přídavné stacionární soustavě 13 modulů.

35 U přídavné stacionární soustavy 13 nádrží je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje přídavné modulové nádrže 28a v přídavné stacionární soustavě 13 modulů a horní přírodní nádrž 2.

40 Přídavná stacionární soustava 13 modulů obsahuje stejný počet modulových nádrží jako dolní stacionární soustava 11 modulů. Horní přírodní nádrž 2 však má pro přečerpávání k dispozici menší objem vody než přídavné modulové nádrže 28a v přídavné stacionární soustavě 13 modulů.

45 Kapacita horního stupně kaskády nádrží je proto menší než kapacita dolního stupně kaskády nádrží i při stejných výškových rozdílech nádrží v obou stupních kaskády nádrží.

Dolní modulové nádrže 26a jsou zobrazeny plné, přídavné modulové nádrže 28a jsou zobrazeny prázdné, naplní se po přečerpání vody z dolních modulových nádrží 26a.

50 Horní přírodní nádrž 2 je částečně vyprázdněna, hladina 37 vody v ní poklesla a naplní se po přečerpání vody z dolních modulových nádrží 26a přes přídavné modulové nádrže 28a.

55 Horní přírodní nádrž 2 je otevřená, takže nebrání odpařování vody, kterou je tudíž nutno do přečerpávací elektrárny doplňovat. Horní dna dolních modulových nádrží 26a a horní dna přídavných modulových nádrží 28a jsou spojena odvětrávacím potrubím 55, čímž se částečně omezuje odpařování přečerpávané vody.

Na obr. 54 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní přírodní nádrží, s horní přírodní nádrží a s přidavnou stacionární soustavou modulů.

- 5 Dolní přírodní nádrž 1, horní přírodní nádrž 2 i přidavná stacionární soustava 13 modulů a jsou vystavěny odděleně na podloží 7 v horském horninovém masivu s výškovým rozdílem.

Přidavná stacionární soustava 13 modulů obsahuje stacionární běžné moduly, které jsou postaveny na základech 22, na nich jsou umístěny podstavce 24, které nesou přidavné modulové nádrže 28a.

10

U dolní přírodní nádrže 1 je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje dolní přírodní nádrž 1 a přidavné modulové nádrže 28a v přidavné stacionární soustavě 13 modulů.

15

U přidavné stacionární soustavy 13 modulů je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje přidavné modulové nádrže 28a v přidavné stacionární soustavě 13 modulů a horní přírodní nádrž 2.

20

Využitelný objem vody v dolní přírodní nádrži 1 je dostatečný pro naplnění přidavných modulových nádrží 28a i horní přírodní nádrže 2, což významně zvyšuje kapacitu přečerpávací elektrárny.

Horní přírodní nádrž 2 má pro přečerpávání k dispozici menší objem vody než přidavné modulové nádrže 28a.

25

Kapacita horního stupně kaskády nádrží je proto menší než kapacita dolního stupně kaskády nádrží i při stejných výškových rozdílech nádrží v obou stupních kaskády nádrží.

30

Dolní přírodní nádrž 1 je částečně vyprázdněna, voda je z ní přečerpána do přidavných modulových nádrží 28a a do horní přírodní nádrže 2.

35

Dolní přírodní nádrž 1 i horní přírodní nádrž 2 jsou otevřené. Horní dna přidavných modulových nádrží 28a jsou opatřena odvětrávacími otvory, které jsou otevřeny do atmosféry, což není zobrazeno. Nic nebrání odpařování přečerpávané vody, kterou je tudíž nutno do přečerpávací elektrárny doplňovat.

Na obr. 55 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s ponornou stacionární soustavou modulů, s horní plovoucí soustavou modulů a s přidavnou plovoucí soustavou modulů.

40

Ponorná dolní stacionární soustava 11 modulů, horní plovoucí soustava 16 modulů a přidavná plovoucí soustava 17 modulů jsou vystavěny odděleně na podloží 7 v horském horninovém masivu s výškovým rozdílem.

Ponorná dolní stacionární soustava 11 modulů je umístěna ve vodě v dolní základní nádrži 4.

45

Stacionární běžné moduly v ponorné dolní stacionární soustavě 11 modulů mohou být mezi sebou spojeny a obsahují podstavec 24 přikotvený ke dnu dolní základní nádrže 4 a dolní modulovou nádrž 26a připevněnou na podstavci 24, přičemž podstavec 24 je trvale zaplaven vodou ze základní nádrže 4, aby nezvyšoval vztlak stacionárního běžného modulu. Dolní modulové nádrže 26a jsou namáhány vnějším přetlakem vody, který je dán hloubkou dolní základní nádrže 4.

50

Přidavná plovoucí soustava 17 modulů je umístěna ve vodě v dolní základní nádrži 4. Plovoucí běžné moduly v přidavné plovoucí soustavě 17 modulů jsou mezi sebou spojeny a obsahují plovák 23, podstavec 24 a přidavnou modulovou nádrž 28a.

Horní plovoucí soustava 16 modulů je umístěna ve vodě v horní základní nádrži 5.

Plovoucí běžné moduly v horní plovoucí soustavě 16 modulů jsou mezi sebou spojeny a obsahují plovák 23, podstavec 24 a horní modulovou nádrž 27a.

5 U ponorné dolní stacionární soustavy 11 modulů je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje ponorné dolní modulové nádrže 26a a přídavné modulové nádrže 28a v přídavné plovoucí soustavě 16 modulů; je umístěno v jámě vedle dolní základní nádrže 4 a je umístěno pod nejnižší provozní úrovní dna dolních modulových nádrží 26a ponorné dolní plovoucí soustavy 11 modulů, aby nedocházelo ke kavitaci.

10 U přídavné plovoucí soustavy 17 modulů je umístěno energetické soustrojí 43, které pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje přídavné modulové nádrže 28a v přídavné plovoucí soustavě 17 modulů a horní modulové nádrže 27a v horní plovoucí soustavě 16 modulů; je umístěno na povrchu vedle dolní základní nádrže 4 a je umístěno pod nejnižší provozní úrovní dna přídavných modulových nádrží 28a přídavné plovoucí soustavy 17 modulů, aby nedocházelo ke kavitaci.

15 Spojovací potrubí 39 je z části provedeno jako ohebné spojovací potrubí, aby umožnilo svislý pohyb přídavné plovoucí soustavy 17 modulů na hladině vody v dolní základní nádrži 4 a svislý pohyb horní plovoucí soustavy 16 modulů na hladině vody v horní základní nádrži 5. Ohebné části spojovacího potrubí jsou umístěny ve vodě v dolní základní nádrži 4 a v horní základní nádrži 5,
20 aby nebyla namáhána tíhou přečerpávané vody.

Horní dna dolních modulových nádrží 26a, přídavných modulových nádrží 28a a horních modulových nádrží 27a jsou spojena odvětrávacím potrubím 55.

25 Umístěním ponorné dolní stacionární soustavy 11 modulů na dno dolní základní nádrže 4 je výtlačná výška přečerpávání zvýšena o hloubku dolní základní nádrže 4.

Na obr. 55a jsou znázorněny ponorné dolní modulové nádrže 26a naplněné přečerpávanou vodou, zatímco přídavné modulové nádrže 28a a horní modulové nádrže 27a jsou prázdné.

30 Hladina vody v dolní základní nádrži 4 a v horní základní nádrži 5 poklesla.

Na obr. 55b jsou znázorněny ponorné dolní modulové nádrže 26a a přídavné modulové nádrže 28a prázdné, zatímco horní modulové nádrže 27a jsou naplněny vodou přečerpanou z dolních
35 modulových nádrží 26a prostřednictvím přídavných modulových nádrží 28a.

Hladina vody v dolní základní nádrži 4 poklesla a hladina vody v horní základní nádrži 5 je na maximální úrovni.

40 Horní dna všech modulových nádrží 26a, 27a, 28a jsou spojena odvětrávacím potrubím, takže nedochází k odpařování přečerpávané vody.

Na obr. 56 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s horní stacionární soustavou modulů a s
45 dolní přírodní nádrží.

Horní stacionární soustava 12 modulů a dolní přírodní nádrž 1 jsou umístěny odděleně na podloží 7 v horninovém masivu.

50 Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje stacionární běžné moduly 19, které jsou postaveny na základech 22 vystavěných stupňovitě na svažitém horninovém podloží 7, obsahují vysoké podstavce 24 vystavěné stupňovitě podle výškové úrovně základů 22 a na nich jsou umístěny horní modulové nádrže 27a, které mají všechny stejnou výškovou polohu a stejnou výšku, tedy i stejný objem.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolní přírodní nádrži 1 a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní soustavě 12 modulů; je umístěno v jámě vyhloubené vedle dolní přírodní nádrže 1 a je umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 36 vody v dolní přírodní nádrži 1, aby nedocházelo ke kavitaci.

Na obr. 56a je zobrazena dolní přírodní nádrž 12 naplněná přečerpávanou vodou, horní stacionární soustava 12 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a. Hladina 36 vody v dolní přírodní nádrži 1 je na maximální provozní úrovni.

Na obr. 56b je zobrazena dolní přírodní nádrž 1, ze které je část vody odčerpána do horních modulových nádrží 27a horní stacionární soustavy 12 modulů. Hladina 36 vody v dolní přírodní nádrži 1 poklesla na minimální provozní úroveň.

Na obr. 57 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s horní stacionární soustavou modulů a s dolní trojúrovňovou plovoucí soustavou modulů.

Horní stacionární soustava 12 modulů i dolní plovoucí soustava 15 modulů umístěná v základní nádrži 3 jsou umístěny odděleně na podloží 7 v rovinném horninovém masivu.

Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje stacionární běžné moduly umístěné na základech 22 vystavěných v podloží 7. Stacionární běžné moduly obsahují vysoké podstavce 24 a na nich jsou umístěny horní modulové nádrže 27a.

Dolní plovoucí soustava 15 modulů plave na hladině 35 vody v základní nádrži 3, která může být umělého původu, např. po těžbě surovin. Dolní plovoucí soustava 15 modulů obsahuje tři plovoucí skupiny běžných modulů 20 s různou výškou modulových nádrží 26a a plováků 23, tj. s různou hloubku ponoru. Každá plovoucí skupina běžných modulů 20 je samostatně pohyblivá ve svislém směru.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním modulovým nádržím 26a v dolní plovoucí soustavě 15 modulů umístěné v základní nádrži 3 a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní stacionární soustavě 12 modulů; je umístěno v jámě vyhloubené vedle základní nádrže 3 a je umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3, aby nedocházelo ke kavitaci.

Spojovací potrubí 39 je z části provedeno jako ohebné, aby umožnilo svislý pohyb dolní plovoucí soustavy 15 modulů na hladině 35 vody v základní nádrži 3. Ohebné spojovací potrubí 41 je umístěno ve vodě v základní nádrži 3, aby nebylo namáháno tíhou přečerpávané vody.

Obr. 57a znázorňuje dolní plovoucí soustavu 15 modulů se zanořenými plováky 23 a s dolními modulovými nádržemi 26a zaplněnými vodou přepuštěnou z horních modulových nádrží 27a horní stacionární soustavy 12 modulů. Horní dna plováků 23 jsou ve stejné výškové poloze. Hladina 35 vody v základní nádrži 3 je na maximální provozní úrovni. Horní stacionární soustava 12 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a.

Obr. 57b znázorňuje dolní plovoucí soustavu 15 modulů vynořenou s prázdnými dolními modulovými nádržemi 26a. Dolní dna plováků 23 jsou ve stejné výškové poloze. Hladina 35 vody v základní nádrži 3 poklesla na dolní provozní úroveň. Horní stacionární soustava 12 modulů je zobrazena s horními modulovými nádržemi 27a zaplněnými vodou přečerpávanou z dolních modulových nádrží 26a dolní plovoucí soustavy 15 modulů.

Na obr. 58 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s horní stacionární soustavou modulů a s dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů.

Horní stacionární soustava 12 modulů i dolní plovoucí soustava 15 modulů umístěná v základní nádrži 3 jsou umístěny odděleně na podloží 7 v rovinném horninovém masivu.

5 Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje stacionární běžné moduly, které jsou postaveny na základech 22 umístěných v horninovém podloží 7.

Stacionární běžné moduly obsahují vysoké podstavce 24 s jednotnou výškou a na nich jsou umístěny horní modulové nádrže 27a také s jednotnou výškou.

10 Dolní plovoucí soustava 15 modulů plave na hladině 35 vody v základní nádrži 3, která může být přírodního původu. Plovoucí soustava 15 modulů obsahuje plovoucí běžné moduly 20 provedené podle vzoru obr. 13.2 s jednotnou výškou dolních modulových nádrží 26a a plováků 23, tj. s jednotnou hloubku ponoru. Plováky 23 jsou umístěny v dolní části plovoucích běžných modulů 20 a nesou dolní modulové nádrže 26a opatřené odvětrávacími otvory.

15 Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním modulovým nádržím 26a v dolní plovoucí soustavě 15 modulů v základní nádrži 3 a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní stacionární soustavě 12 modulů; je umístěno v jámě vyhloubené vedle základní nádrže 3 a je umístěno pod
20 nejnižší úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3, aby nedocházelo ke kavitaci.

Spojovací potrubí 39 je z části provedeno jako ohebné spojovací potrubí 41, aby umožnilo svislý pohyb dolní plovoucí soustavy 15 modulů na hladině 35 vody v základní nádrži 3. Ohebné spojovací potrubí 41 je umístěna pod hladinou 35 vody v základní nádrži 3, aby nebylo namáháno
25 tíhou přečerpávané vody.

Obr. 58a znázorňuje dolní plovoucí soustavu 15 modulů se zanořenými plováky 23 a s dolními modulovými nádržemi 26a zaplněnými vodou přepuštěnou z horních modulových nádrží 27a horní stacionární soustavy 12 modulů. Horní dna dolních modulových nádrží 26a přesahují nad úroveň
30 hladiny 35 vody v základní nádrži 3. Hladina 35 vody v základní nádrži 3 je vystouplá na maximální provozní úroveň. Horní stacionární soustava 12 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a.

Obr. 58b znázorňuje dolní plovoucí soustavu 15 modulů s prázdnými dolními modulovými nádržemi 26a vnořenou téměř celou ze základní nádrže 3. Horní dna plováků 23 jsou nad úrovní
35 hladiny 35 vody v základní nádrži 3, která poklesla na dolní provozní úroveň. Horní stacionární soustava 12 modulů je zobrazena s horními modulovými nádržemi 27a zaplněnými vodou přečerpávanou z dolních modulových nádrží 26a dolní plovoucí soustavy 15 modulů.

Na obr. 59 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s horní stacionární soustavou modulů a s
40 dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů.

Horní stacionární soustava 12 modulů a dolní plovoucí soustava 15 modulů umístěná v základní nádrži 3 jsou umístěny odděleně na podloží 7 v rovinném horninovém masivu.

Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje stacionární běžné moduly, které jsou postaveny na
45 základech 22 vystavěných na horninovém podloží 7. Stacionární běžné moduly obsahují vysoké podstavce 24 a na nich jsou umístěny horní modulové nádrže 27a.

Dolní plovoucí soustava 15 modulů plave na hladině 35 vody v základní nádrži 3, která může být přírodního původu.

50 Dolní plovoucí soustava 15 modulů obsahuje plovoucí běžné moduly 20 podle vzoru obr. 34 s jednotnou výškou dolních modulových nádrží 26a a plováků 23, tj. s jednotnou hloubku ponoru. Plováky 23 jsou umístěny v horní části plovoucích běžných modulů 20, nesou dolní modulové nádrže 26a.

55 V dolních modulových nádržích 26a jsou umístěny membrány 25b, které jsou upevněny ke stěnám dolních modulových nádrží 26a v polovině výšky dolních modulových nádrží 26a. Plovoucí běžné

moduly 20 jsou vždy téměř celé ponořeny, jen část plováků 23 přesahuje nad hladinu 35 vody v základní nádrži 3.

5 Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 43, které vede ke dnům dolních modulových nádrží 26a v dolní plovoucí soustavě 15 modulů v základní nádrži 3 a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní stacionární soustavě 12 modulů; je umístěno v jámě vyhloubené vedle základní nádrže 3 a je umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3, aby nedocházelo ke kavitaci.

10 Spojovací potrubí 39 je z části provedeno jako ohebné spojovací potrubí 41, aby umožnilo svislý pohyb dolní plovoucí soustavy 15 modulů na hladině 35 vody v základní nádrži 3. Ohebné spojovací potrubí 41 je umístěno ve vodě v základní nádrži, aby nebylo namáhána tíhou přečerpávané vody.

15 Obr. 59a znázorňuje dolní plovoucí soustavu 15 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a, které jsou v prostoru pod membránami 25b zaplněny vodou přepuštěnou z horních modulových nádrží 27a horní stacionární soustavy 12 modulů. Plováky 23 plovoucích běžných modulů 20 jsou nad hladinou 35 vody v základní nádrži 3, horní dna dolních modulových nádrží 26a v dolní plovoucí soustavě 15 modulů jsou pod úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3. Hladina 35 vody v základní nádrži 3 je vystouplá na maximální provozní úroveň. Horní stacionární soustava 12 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a.

25 Obr. 59b znázorňuje dolní plovoucí soustavu 15 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a, z jejichž vnitřního prostoru pod membránami 25b je voda odčerpána do horních modulových nádrží 27a horní soustavy 12 modulů, přičemž prostor v dolních modulových nádržích 26a nad membránami 25b je zaplaven vodou ze základní nádrže 3.

30 Hladina 35 vody v základní nádrži 3 poklesla na dolní provozní úroveň. Horní stacionární soustava 12 modulů je zobrazena s horními modulovými nádržemi 27a zaplněnými vodou přečerpávanou z dolních modulových nádrží 26a dolní plovoucí soustavy 15 modulů.

Na obr. 60 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů s umístěnou v základní nádrži a s horní stacionární soustavou modulů.

35 Dolní stacionární soustava 11 modulů a horní stacionární soustava 12 modulů jsou vystavěny odděleně na podloží 7 v rovinném horninovém masivu.

40 Dolní stacionární soustava 11 modulů je vystavěna na dně základní nádrže 3 na pevném podloží 7, obsahuje stacionární běžné moduly 19, které obsahují podstavce 24, které jsou ukotveny přímo v podloží 7 bez potřeby základů. Na podstavcích 24 jsou umístěny dolní modulové nádrže 26a, ve kterých jsou umístěny membrány 25b upevněné ke stěnám dolních modulových nádrží 26a v polovině výšky dolních modulových nádrží 26a. Dolní modulové nádrže 26a mají v horní polovině stěn vytvořeny otvory pro umožnění průtoku vody ze základní nádrže 3.

45 Horní stacionární soustava 12 modulů obsahuje stacionární běžné moduly 19, které jsou postaveny na základech 22 vytvořených na podloží 7, na nich jsou umístěny vysoké podstavce 24, které nesou horní modulové nádrže 27a.

50 Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede ke dnům dolních modulových nádrží 26a do prostoru pod membránami 25b v dolní stacionární soustavě 11 modulů umístěné v základní nádrži 3 a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní stacionární soustavě 12 modulů; je umístěno v jámě vyhloubené vedle základní nádrže 3 a je umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3, aby nedocházelo ke kavitaci.

55

Obr. 60a znázorňuje dolní stacionární soustavu 11 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a, které jsou v prostoru pod membránami 25b zaplněny vodou přepuštěnou z horních modulových nádrží 27a horní stacionární soustavy 12 modulů. Dolní modulové nádrže 26a v této dolní stacionární soustavě 11 modulů jsou celé zaplaveny vodou ze základní nádrže 3. Hladina 35 vody v základní nádrži 3 je vystouplá na maximální provozní úrovni.

Horní stacionární soustava 12 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a.

Obr. 60b znázorňuje dolní stacionární soustavu 11 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a, z jejichž vnitřního prostoru pod membránami 25b je voda odčerpána do horních modulových nádrží 27a horní stacionární soustavy 12 modulů, přičemž prostor v dolních modulových nádržích 26a nad membránami 25b je zaplaven vodou ze základní nádrže 3.

Hladina 35 vody v základní nádrži 3 poklesla na dolní provozní úroveň, přičemž horní polovina prázdných dolních modulových nádrží 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů přesahuje nad hladinu 35 vody v základní nádrži 3.

Horní stacionární soustava 12 modulů má horní modulové nádrže 26a zaplněné vodou přečerpanou z dolních modulových nádrží 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů.

Na obr. 61 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a s horní stacionární soustavou modulů.

Dolní stacionární soustava 11 modulů a horní stacionární soustava 12 modulů jsou vystavěny odděleně vedle sebe na základech 22 vytvořených na podloží 7 v rovinném horninovém masivu.

Dolní stacionární soustava 11 modulů obsahuje stacionární běžné moduly 19, které obsahují podstavce 24, na nich jsou umístěny dolní modulové nádrže 26a.

Horní stacionární soustava 11 modulů obsahuje stacionární běžné moduly 19, které obsahují vysoké podstavce 24, na nich jsou umístěny horní modulové nádrže 27a.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede k dolním modulovým nádržím 26a v dolní stacionární soustavě 11 modulů a je také spojeno se spojovacím potrubím 39, které vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní stacionární soustavě 12 modulů; je umístěno pod nejnižší úrovní hladiny 36 vody v dolních modulových nádržích 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů, aby nedocházelo ke kavitaci.

Horní dna modulových nádrží 26a, 27a, tj. vzduchové prostory nad hladinou vody v modulových nádržích 26a, 27a dolní stacionární soustavy 11 modulů a horní stacionární soustavy 12 modulů jsou spojeny odvětrávacím potrubím 55, jehož prostřednictvím se vzduch z modulových nádrží 26a, 27a, které se plní přečerpávanou vodou, přemísťuje do modulových nádrží 26a, 27a, ze kterých je voda odčerpávána.

V přečerpávané vodě, ve vzduchu nad hladinou vody v modulových nádržích nádrží 26a, 27a a v konstrukci přečerpávací elektrárny se akumuluje odpadní teplo, které vzniká přečerpáváním vody. Soustavy 11, 12 modulů, vodní spojovací potrubí 39, vzduchové odvětrávací potrubí 55 a energetické soustrojí 43 jsou s výhodou tepelně izolovány, aby se omezily ztráty tepla z konstrukce přečerpávací elektrárny do okolí, což zde není zobrazeno.

Ohřátou vodou přiváděnou oběhovým potrubím z dolních modulových nádrží 26a jsou prostřednictvím tepelných výměníků 44 vytápěny bytové domy 60 a nebytové objekty v blízkosti přečerpávací elektrárny.

Horní modulové nádrže 27a jsou zobrazeny zaplněné vodou přečerpanou z dolních modulových nádrží 26a.

Hladina 36 vody v dolních modulových nádržích 26a je nad úrovní dna dolních modulových nádrží 26a.

Dolní modulové nádrže 26a jsou vyšší než horní modulové nádrže 27a, je v nich ponechán rezervní objem přečerpávané teplé vody, který postačuje k vytápění objektů v období, než bude do těchto dolních modulových nádrží 26a opět přečerpána teplá voda z horních modulových nádrží 27a.

5

Na vodorovných a svislých obvodových plochách soustav 11, 12 modulů jsou umístěny panely 63 sluneční elektrárny.

10

Na obr. 62 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní stacionární soustavou modulů a se dvěma horními stacionárními soustavami modulů.

Dolní stacionární soustava 11 modulů i obě horní stacionární soustavy 12.1, 12.2 modulů jsou vystavěny odděleně na podloží 7 v horském horninovém masivu s výškovým rozdílem.

15

Dolní stacionární soustava 11 modulů obsahuje stacionární běžné moduly 19, které jsou vystavěny na základech 22 v podloží 7, obsahují podstavce 24, na nichž jsou umístěny dolní modulové nádrže 26a.

20

Levá horní stacionární soustava 12.1 modulů obsahuje stacionární běžné moduly 19, které jsou vystavěny na základech 22 v podloží 7, obsahují podstavce 24, na nichž jsou umístěny horní modulové nádrže 27a.

25

Pravá horní stacionární soustava 12.2 modulů obsahuje stacionární běžné moduly 19, které jsou vystavěny na základech 22 v podloží 7, obsahují podstavce 24, na nichž jsou umístěny horní modulové nádrže 27a.

30

U dolní stacionární soustavy 11 modulů jsou umístěna dvě energetická soustrojí 43. Levé energetické soustrojí 43 pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje dolní stacionární soustavu 11 modulů a levou horní stacionární soustavu 12.1 modulů. Pravé energetické soustrojí 43 pomocí spojovacího potrubí 39 spojuje dolní stacionární soustavu 11 modulů a pravou horní stacionární soustavu 12.1 modulů.

35

Levá horní stacionární soustava 12.1 modulů je postavena na svažitém podloží 7, pravá horní stacionární soustava 12.2 modulů a dolní stacionární soustava 11 modulů jsou postaveny na vodorovném podloží 7.

Levá horní stacionární soustava 12.1 modulů je postavena na pevnějším podloží 7 než pravá horní stacionární soustava 12.2 modulů, takže má vyšší horní modulové nádrže 27a. Součet objemů horních modulových nádrží 27a je roven objemu dolních modulových nádrží 26a.

40

Dolní modulové nádrže 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů jsou částečně naplněny přečerpávanou vodou, horní modulové nádrže 27a levé horní stacionární soustavy 12.1 modulů jsou prázdné, horní modulové nádrže 27a pravé horní stacionární soustavy 12.2 modulů jsou plné, voda do nich byla přečerpána z dolních modulových nádrží 26a dolní stacionární soustavy 11 modulů.

45

Na obr. 63 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů a s horní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů.

Dolní plovoucí soustava 15 modulů a horní plovoucí soustava 16 modulů jsou umístěny odděleně ve vodě v základní nádrži 3.

50

Dolní plovoucí soustava 15 modulů plave na hladině 35 vody v základní nádrži 1, obsahuje plovoucí běžné moduly 20 podle vzoru obr. 34 s jednotnou výškou dolních modulových nádrží 26a a plováků 23, tj. s jednotnou hloubku ponoru. Plováky 23 jsou zde umístěny v horní části plovoucích běžných modulů 20, nesou dolní modulové nádrže 26a.

Plovoucí běžné moduly 20 obsahují membrány 25b, které jsou upevněny ke stěnám dolních modulových nádrží 26a v polovině výšky dolních modulových nádrží 26a. Plovoucí běžné moduly 20 jsou vždy téměř celé ponořeny, jen část jejich plováků 23 přesahuje nad hladinu 35 vody v základní nádrži 1.

V horní plovoucí soustavě 16 modulů jsou plovoucí běžné moduly 20 mezi sebou spojeny a obsahují plovák 23, podstavec 24 a horní plovoucí nádrž 27a.

Mezi dolní plovoucí soustavou 15 modulů a horní plovoucí soustavou 16 modulů je na hladině 35 základní nádrže 3 umístěn plovoucí energetický modul 21, ve kterém je umístěno energetické soustrojí 43.

Energetické soustrojí je spojeno se spojovacím potrubím 40, 41, které na sací straně vede dolů ke dnům dolních modulových nádrží 26a v dolní plovoucí soustavě 15 modulů a na výtlačné straně vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní soustavě 16 modulů; je umístěno v dolní části energetického modulu 21 pod úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3, aby nedocházelo ke kavitaci.

Spojovací potrubí 40, 41 je z části provedeno jako pevné spojovací potrubí 40, které je připevněno k modulovým nádržím 26a, 27a a k energetickému modulu 21, a z části je provedeno jako ohebné spojovací potrubí 41, aby umožnilo navzájem nezávislý svislý pohyb plovoucích soustav 15, 16 modulů na hladině 35 vody v základní nádrži 3. Ohebné spojovací potrubí 41 je umístěno ve vodě v základní nádrži 3, aby nebylo namáháno tíhou přečerpávané vody.

Na straně dolních modulových nádrží 26a není pevné spojovací potrubí 40 ani ohebné spojovací potrubí 41 namáháno prakticky žádným přetlakem od hydrostatické výšky vody v dolních plovoucích nádržích 26a.

Na obr. 63a je znázorněna dolní plovoucí soustava 15 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a, které jsou v prostoru pod membránami 25b zaplněny vodou přepuštěnou z horních modulových nádrží 27a horní plovoucí soustavy 16 modulů. Plováky 23 plovoucích běžných modulů 20 v dolní plovoucí soustavě 15 modulů jsou situovány nad hladinou 35 vody v základní nádrži 3, horní dna dolních modulových nádrží 26a v dolní plovoucí soustavě 15 modulů jsou pod úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3.

Horní plovoucí soustava 16 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a.

Na obr. 63b je znázorněna dolní plovoucí soustava 15 modulů s dolními plovoucími nádržemi 26a, z jejichž vnitřního prostoru pod membránami 25b je voda odčerpána do horních modulových nádrží 27a horní plovoucí soustavy 16 modulů, přičemž prostor v dolních modulových nádržích 26a nad membránami 25b je zaplaven vodou ze základní nádrže 3.

Hladina 35 vody v základní nádrži 3 je v průběhu přečerpávání stále na stejné úrovni.

Na obr. 64 je znázorněno schéma přečerpávací elektrárny s dolní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů a s horní jednoúrovňovou plovoucí soustavou modulů.

Dolní plovoucí soustava 15 modulů a horní plovoucí soustava 16 modulů jsou umístěny odděleně ve vodě v základní nádrži 3.

Dolní plovoucí soustava 15 modulů plave na hladině 35 vody v základní nádrži 1, obsahuje plovoucí běžné moduly 20 podle vzoru obr. 34 s jednotnou výškou dolních modulových nádrží 26a a plováků 23, tj. s jednotnou hloubkou ponoru. Plováky 23 jsou zde umístěny v horní části plovoucích běžných modulů 20, nesou dolní modulové nádrže 26a.

Plovoucí běžné moduly 20 obsahují membrány 25b, které jsou upevněny ke stěnám dolních modulových nádrží 26a v polovině výšky dolních modulových nádrží 26a. Plovoucí běžné moduly 20 jsou vždy téměř celé ponořeny, jen část jejich plováků 23 přesahuje nad hladinu 35 vody v základní nádrži 1.

V horní plovoucí soustavě 16 modulů jsou plovoucí běžné moduly 20 mezi sebou spojeny a obsahují plovák 23, podstavec 24 a horní plovoucí nádrž 27a.

Energetické soustrojí 43 je spojeno se spojovacím potrubím 40, 41, které na sací straně vede dolů ke dnům dolních modulových nádrží 26a v dolní plovoucí soustavě 15 modulů a na výtlačné straně vede nahoru k horním modulovým nádržím 27a v horní soustavě 16 modulů; je umístěno v plovoucím energetickém modulu 21 a je umístěno pod úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3, aby nedocházelo ke kavitaci. Plovoucí energetický modul 21 je připevněn k plovákům 23 horní plovoucí soustavy 16 modulů, takže se pohybuje společně s ní.

Spojovací potrubí 40, 41 je z části provedeno jako pevné spojovací potrubí 40, které je připevněno k modulovým nádržím 26a, 27a a k energetickému modulu 21, v části mezi energetickým modulem 21 a dolní plovoucí soustavou 15 modulů provedeno jako ohebné spojovací potrubí 41, aby umožnilo navzájem nezávislý svislý pohyb plovoucích soustav 15, 16 modulů na hladině 35 vody v základní nádrži 3. Ohebné spojovací potrubí 41 je umístěno ve vodě v základní nádrži 3, aby nebylo namáháno tíhou přečerpávané vody.

Na straně dolních modulových nádrží 26a není pevné spojovací potrubí 40 ani ohebné spojovací potrubí 41 namáháno prakticky žádným přetlakem od hydrostatické výšky vody v dolních plovoucích nádržích 26a.

Na výtlačné straně energetického soustrojí 43 je pevné spojovací potrubí 40 namáháno přetlakem od hydrostatické výšky vody v horních plovoucích nádržích 27a.

Na obr. 64a je znázorněna dolní plovoucí soustava 15 modulů s dolními modulovými nádržemi 26a, které jsou v prostoru pod membránami 25b zaplněny vodou přepuštěnou z horních modulových nádrží 27a horní plovoucí soustavy 16 modulů. Plováky 23 plovoucích běžných modulů 20 v dolní plovoucí soustavě 15 modulů jsou situovány nad hladinou 35 vody v základní nádrži 3, horní dna dolních modulových nádrží 26a v dolní plovoucí soustavě 15 modulů jsou pod úrovní hladiny 35 vody v základní nádrži 3.

Horní plovoucí soustava 16 modulů má prázdné horní modulové nádrže 27a.

Na obr. 64b je znázorněna dolní plovoucí soustava 15 modulů s dolními plovoucími nádržemi 26a, z jejichž vnitřního prostoru pod membránami 25b je voda odčerpána do horních modulových nádrží 27a horní plovoucí soustavy 16 modulů, přičemž prostor v dolních modulových nádržích 26a nad membránami 25b je zaplaven vodou ze základní nádrže 3.

Hladina 35 vody v základní nádrži 3 je v průběhu přečerpávání stále na stejné úrovni.

Na obr. 65 je znázorněno schéma přetlakové Peltonovy turbíny.

Přetlaková Peltonova turbína obsahuje oběžné kolo 65, trysku 66, skříň 67, přívodní přírubu 68 a výstupní přírubu 69, dále obsahuje sací vzduchové potrubí 72, ke kterému je připojen kompresor 74, na něj je připojeno výtlačné vzduchové potrubí 73 se vzduchový uzavěrem 75 a k výtlačnému vzduchovému potrubí 73 je připojen tlakoměr 76 a vzdušník 77, který pomáhá stabilizovat tlak vzduchu. Výtlačné vzduchové potrubí 73 je připojeno ke skříni 67, ke které je připojen také snímač 79 hladiny přečerpávané vody ve skříni 67. Skříň 67 a výstupní příruba 69 jsou dimenzovány tak, aby odolávaly vnitřnímu přetlaku vzduchu.

Pomocí přívodní příruby 68 a výstupní příruby 69 se přetlaková Peltonova turbína připojuje k turbínové části 70 spojovacího potrubí pod dolní provozní úroveň hladiny 78 vody v dolní nádrži přečerpávací elektrárny.

5 Přetlaková Peltonova turbína je provozována s přetlakem ve skříni 67 tak, že tlak vzduchu ve skříni 67 je na základě informací ze snímače 79 hladiny přečerpávané vody ve skříni udržován pomocí kompresoru 74 a vzduchového uzávěru 75 na hodnotách, které odpovídají tlaku přečerpávané vody v dolní nádrži a v turbínové části 70 spojovacího potrubí při jejím plnění a vyprazdňování, přičemž hladina 78 přečerpávané vody ve skříni je udržována na stálé úrovni.

10 Na obr. 66 je znázorněno schéma přetlakové Peltonovy turbíny se samočinnou regulací přetlaku. Přetlaková Peltonova turbína obsahuje oběžné kolo 65, trysku 66, skříň 67, přívodní přírubu 68 a výstupní přírubu 69, dále obsahuje sací vzduchové potrubí 72, ke kterému je připojen kompresor 74, na něj je připojeno výtlačné vzduchové potrubí 73 se vzduchovým uzávěrem 75 a s tlakoměrem 76. Výtlačné vzduchové potrubí 73 je připojeno ke skříni 67, ke které je připojen také snímač 76 hladiny přečerpávané vody ve skříni. Skříň 67 a výstupní příruba 69 jsou dimenzovány tak, aby
15 odolávaly vnitřnímu přetlaku vzduchu.

Pomocí přívodní příruby 68 a výstupní příruby 69 se přetlaková Peltonova turbína připojuje k turbínové části 70 spojovacího potrubí pod dolní provozní úroveň hladiny vody v dolní nádrži.

20 Přetlaková Peltonova turbína je provozována s přetlakem ve skříni 67 tak, že hladina 78 vody ve skříni a tlak vzduchu ve skříni 67 jsou tlakem vody z turbínové části 70 spojovacího potrubí samočinně udržovány na hodnotách, které odpovídají tlaku přečerpávané vody v dolní nádrži při jejím plnění a vyprazdňování.

25 Úroveň hladiny 78 vody ve skříni je kontrolována snímačem 79 hladiny vody.

Vzduch stlačený ve skříni 67 se rozpouští v přečerpávané vodě a je proto průběžně doplňován kompresorem 74 z odbočky odvětrávacího potrubí připojené k prostoru nad hladinou přečerpávané
30 vody v dolní nádrži.

Na obr. 66a je schéma přetlakové Peltonovy turbíny, kde hladina 78 vody ve skříni je na dolní úrovni, která odpovídá nejmenší výšce vodního sloupce vody v dolní nádrži.

35 Na obr. 66b je schéma přetlakové Peltonovy turbíny, kde hladina 78 vody ve skříni je na horní úrovni po stlačení objemu vzduchu ve skříni 67 působením zvýšeného hydrostatického tlaku vody v důsledku zvýšení sloupce vody v dolní nádrži.

Na obr. 67 je znázorněno schéma přetlakové Peltonovy turbíny a dolní nádrže 26 přečerpávací elektrárny.

40 Do přetlakové Peltonovy turbíny 64 se prostřednictvím turbínové části 70 spojovacího potrubí přivádí přečerpávaná voda z horní nádrže 27 a odvádí se do dolní nádrže 26.

Pomocí kompresoru 74, vzduchového uzávěru 75 a údajů ze snímače 79 hladiny vody ve skříni se ve skříni 67 reguluje tlak vzduchu, který odpovídá tlaku přečerpávané vody v dolní nádrži 26, přičemž hladina 78 přečerpávané vody ve skříni je udržována na stálé úrovni.

45 Přečerpávaná voda tak po průchodu oběžným kolem přetlakové Peltonovy turbíny 64 odtéká ze skříně 67 do dolní nádrže 26, i když se hladina 36 přečerpávané vody v dolní nádrži 26 zvyšuje nad úroveň hladiny 78 vody ve skříni.

50 Stlačený vzduch se rozpouští v přečerpávané vodě, proto je ke kompresoru 74 pro plnění skříně 67 přiváděn vzduch sacím vzduchovým potrubím 72 - odbočkou z odvětrávacího potrubí 55 z prostoru nad hladinou 36 vody v dolní nádrži 26.

Přečerpávaná voda, která odtéká ze skříně 67 do dolní nádrže 26, s sebou nese rozpuštěný stlačený vzduch. Tlak přečerpávané vody v dolní nádrži 26 směrem k hladině 36 přečerpávané vody klesá a rozpuštěný vzduch z přečerpávané vody uniká zpět do vzduchového prostoru v dolní nádrži 26.

- 5 Na obrázcích 67a, 67b a 67c je patrné, že hladina 78 vody ve skřini je udržována na stálé úrovni, i když se hladina 36 vody v dolní nádrži 26 zvyšuje.

- 10 Přečerpávání vody z dolní nádrže 26 do horní nádrže 27 se provádí pomocí energetického soustrojí 43 obsahujícího čerpadlo prostřednictvím čerpadlové části 71 spojovacího potrubí. Přetlaková Peltonova turbína 64 je v této části přečerpávacího cyklu zastavena, tlak vzduchu ve skřini 67 je snižován přepouštěním přes vzduchový uzávěr 75 a kompresor 74 do odvětrávacího potrubí 55 pomocí údařů ze snímače 79 hladiny vody ve skřini.

- 15 Na obr. 68 je znázorněno schéma přetlakové Peltonovy turbíny 64 a dolní nádrže 26 přečerpávací elektrárny.

Do přetlakové Peltonovy turbíny 64 se prostřednictvím turbínové části 70 spojovacího potrubí přivádí přečerpávaná voda z horní nádrže 27 a odvádí se do dolní nádrže 26.

- 20 Hladina vody a tlak vzduchu ve skřini 67 jsou tlakem vody z turbínové části 70 spojovacího potrubí připojeného k dolní nádrži 26 samočinně udržovány na hodnotách, které odpovídají tlaku přečerpávané vody v dolní nádrži 26 při jejím plnění a vyprazdňování.

- 25 Přečerpávaná voda tak po průchodu oběžným kolem přetlakové Peltonovy turbíny 64 odtéká ze skříně 67 do dolní nádrže 26, i když se hladina 36 přečerpávané vody v dolní nádrži 26 zvyšuje nad úroveň hladiny 78 vody ve skřini.

- 30 Stlačený vzduch se částečně rozpouští v přečerpávané vodě, a proto je průběžně doplňován kompresorem 74 z odbočky odvětrávacího potrubí 55 připojené k prostoru nad hladinou 36 vody v dolní nádrži 26.

- 35 Přečerpávaná voda, která odtéká ze skříně 67 do dolní nádrže 26, s sebou nese rozpuštěný stlačený vzduch. Tlak přečerpávané vody v dolní nádrži 26 směrem k hladině 36 přečerpávané vody klesá a rozpuštěný vzduch z přečerpávané vody uniká zpět do vzduchového prostoru v dolní nádrži 26.

- Na obrázcích 68a, 68b a 68c je patrné, že se zvyšuje hladina 36 přečerpávané vody v dolní nádrži 26 a tím roste tlak vody v turbínové části 70 spojovacího potrubí na výstupu z přetlakové Peltonovy turbíny 64, čímž se zvedá hladina 78 vody ve skřini a vzduch ve skřini 67 se stlačuje.

- 40 Přečerpávání vody z dolní nádrže 26 do horní nádrže 27 se provádí pomocí energetického soustrojí 43 obsahujícího čerpadlo prostřednictvím čerpadlové části 71 spojovacího potrubí. Přetlaková Peltonova turbína 64 je v této části přečerpávacího cyklu zastavena. Tlak vzduchu ve skřini 67 poté klesá, jak se snižuje hladina 36 vody v dolní nádrži 26 a hladina 78 vody ve skřini.

45

Průmyslová využitelnost

Přečerpávací elektrárna dle technického řešení má předpoklady k rozsáhlému využívání:

- 50 - vychází z ověřeného jednoduchého principu přečerpávání vody, což je důležitý předpoklad její spolehlivosti,
 - maximálně využívá pevnostní vlastnosti a korozní odolnost konstrukčního materiálu,
 - modulová konstrukce zjednodušuje výrobu a montáž,
 - spojením běžných modulů zachovává stabilitu proti převrácení i při velmi silném větru,
 55 - lze ji postavit s vysokou kapacitou a výkonem podle potřeb elektrické sítě,

- umožňuje dlouhodobé uložení energie bez ztráty kapacity,
- má při přečerpávání vody velmi dobrou energetickou účinnost,
- přetlak tekutiny v energetickém soustrojí kolísá během provozního cyklu nejvýše v rozsahu několika procent,
- 5 - lze ji spustit a zastavit s vysokou pohotovostí,
- lze ji vystavět s nejrůznějšími kapacitami a výkony dle potřeb dané oblasti, takže pro její spojení s elektrickou sítí postačuje krátké přenosové elektrické vedení,
- provedení zejména se stacionárními soustavami modulů s uzavřeným oběhem vody umožňuje využívat odpadní teplo z přečerpávání,
- 10 - odpadní teplo vzniklé při přečerpávání lze používat k vytápění bytů nebo průmyslových a rekreačních objektů v přilehlých obcích, případně i k druhotné výrobě elektrické energie,
- horní plošina a boční stěny přečerpávací elektrárny mohou být využívány pro umístění sluneční a/nebo větrné elektrárny,
- lze ji vyrobit s použitím běžných, ekologických a plně recyklovatelných materiálů, zejména oceli,
- 15 s dlouhou životností v desítkách až stovkách tisíc cyklů, v desítkách až stovkách let,
- při vývoji a výstavbě lze navázat na zkušenosti se stavbou lodí, energetických zařízení a výškových budov,
- velmi efektivně využívá plochu a únosnost pozemku, na kterém je vystavěna,
- plovoucí provedení účinně využívá rozlohu a hloubku základní nádrže,
- 20 - umožňuje dosáhnout vysoké výtlačné výšky i v rovinné krajině,
- i při velké stavební výšce je bezpečná, proto může být umístěna poblíž obydlených oblastí,
- nevyžaduje zábor a zatopení rozsáhlých cenných pozemků v zastavěných oblastech nebo v chráněné přírodě,
- stacionární provedení může pro účely horních soustav modulů využívat i vrcholy nebo svahy hor
- 25 a kopců bez velkých terénních úprav,
- pro účely dolních soustav modulů umožní velmi efektivně využít pozemky z dřívějších průmyslových areálů,
- velmi efektivně může využívat nejen mořské prostory, ale výhodně také sladkovodní bezodtoková jezera vytvořená zaplavením vytěžených povrchových dolů i přírodní, např. ledovcová jezera,
- 30 - k dispozici je mnoho vhodných míst pro výstavbu soustav modulů s výškovým rozdílem přes 500 m,
- zůstává možnost využití části jezera k rekreačním účelům,
- provoz přečerpávací elektrárny je ekologický, nevznikají při něm škodlivé odpady,
- při přečerpávání vody nemusí docházet k ohrožování biologického života v jezerech,
- 35 - rozdělením přečerpávané množství vody do jednotlivých běžných modulů je minimalizováno riziko zaplavení okolí vodou při poškození některého běžného modulu,
- modulová soustava je velmi odolná proti zemětřesení a proti nepříznivým povětrnostním podmínkám,
- nádrže přečerpávací elektrárny mohou sloužit také jako zásobník vody pro nouzové situace,
- 40 - přečerpávací elektrárna má relativně nízké investiční a provozní náklady,
- ekonomičnost investice a provozu je podobná jako u klasické přečerpávací elektrárny.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Přečerpávací elektrárna, pro přečerpávání kapaliny, obsahující oddělenou dolní nádrž (26) a horní nádrž (27), přičemž nejméně jedna z oddělených nádrží (26, 27) obsahuje soustavu modulových nádrží (25a) umístěných na podkladu nebo na nosném prvku a uspořádaných vedle sebe nebo nad sebou, přičemž přečerpávací elektrárna dále obsahuje spojovací potrubí (39, 40, 41) a energetické soustrojí (43) uspořádané pro přečerpávání kapaliny mezi dolní nádrž (26) a horní nádrž (27), **vyznačená tím**, že modulová nádrž (25a) je umístěna či vytvořena na podstavci (24) nebo v prostoru podstavce (24), přičemž podstavec (24) je umístěn na nebo v podkladu nebo je umístěn na nebo v nosném prvku,

přičemž ve stacionárním provedení je podkladem podloží (7) a nosným prvkem základ (22) umístěný na podloží (7) a v plovoucím provedení je podkladem voda v základní nádrži (3) a nosným prvkem plovák (23) umístěný ve vodě v základní nádrži (3).

2. Přečerpávací elektrárna podle nároku 1, **vyznačená tím**, že dolní nádrž (26) a/nebo horní nádrž (27) obsahuje soustavu (9) modulů, která obsahuje běžné moduly (18) a/nebo skupinu běžných modulů (18), přičemž běžný modul (18) obsahuje modulovou nádrž (25a), přičemž skupina běžných modulů (18) je tvořena konstrukčním spojením běžných modulů (18).

3. Přečerpávací elektrárna podle nároku 1 nebo 2, **vyznačená tím**, že běžné moduly (18) nebo skupina běžných modulů (18) mají pevnostně samonosnou konstrukci, která zajišťuje jejich tvarovou stabilitu během přečerpávání kapaliny.

4. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačená tím**, že běžný modul (18) je umístěn na nebo v podkladu.

5. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačená tím**, že běžný modul (18) je umístěn na nebo v nosném prvku.

6. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačená tím**, že ve skupině běžných modulů (18) jsou nejméně dva běžné moduly (18) spojeny svými stěnami nebo pomocí výztuh či táhel nebo kombinací těchto prvků.

7. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **vyznačená tím**, že v soustavě (9) modulů jsou nejméně dvě skupiny běžných modulů (18) spojeny svými stěnami nebo pomocí výztuh či táhel nebo kombinací těchto prvků.

8. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **vyznačená tím**, že rozteč běžných modulů (18) s kruhovým vodorovným průřezem je větší nebo menší než jejich průměr nebo je rovna jejich průměru.

9. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 8, **vyznačená tím**, že obsahuje energetický modul (21), ve kterém je umístěno energetické soustrojí (43) a/nebo spojovací potrubí (39, 40, 41) pro přečerpávání kapaliny.

10. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 9, **vyznačená tím**, že obsahuje odvětrávací potrubí (55), kterým jsou spojeny modulové nádrže (25a) v soustavách (9) modulů s výškovým rozdílem.

11. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 10, **vyznačená tím**, že v soustavě (9) modulů je umístěna plynová nádrž ke skladování plynu a/nebo k akumulování tlakové energie plynu k dodatečnému využití prostoru soustavy (9) modulů.

12. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 11, **vyznačená tím**, že soustava modulů (9) má horní plošinu a boční stěny, na kterých jsou umístěny panely sluneční elektrárny (63) a/nebo větrná elektrárna.

5 13. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 10 až 12, **vyznačená tím**, že soustavy (9) modulů, spojovací potrubí (39, 40, 41), odvětrávací potrubí (55) a energetické soustrojí (43) jsou opatřeny tepelnou izolací k akumulování odpadního tepla vzniklého při přečerpávání.

14. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 13, **vyznačená tím**, že obsahuje zařízení pro odvádění odpadního tepla vzniklého při přečerpávání.

10 15. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 14, **vyznačená tím**, že obsahuje zařízení k výrobě elektrické energie z odpadního tepla vzniklého při přečerpávání.

16. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 15, **vyznačená tím**, že obsahuje zařízení pro využívání odpadního tepla vzniklého při přečerpávání k vytápění bytového domu (60).

15 17. Přečerpávací elektrárna podle kteréhokoli z nároků 1 až 16, **vyznačená tím**, že obsahuje kontrolní, měřicí a řídicí systém.

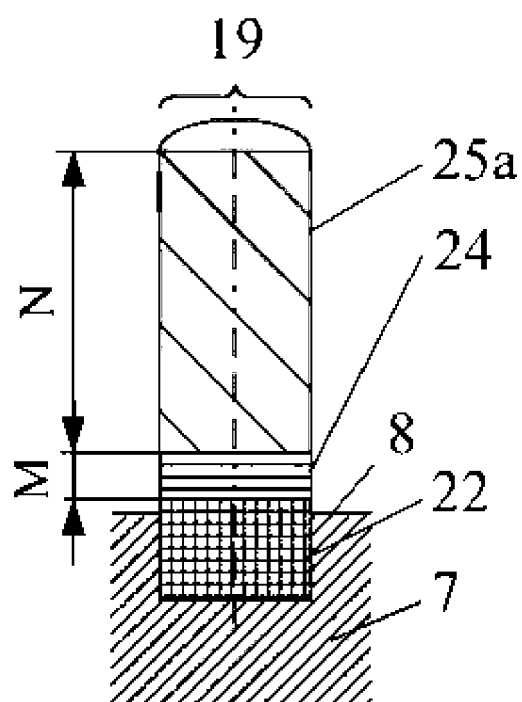
122 výkresů

Seznam vztahových značek:

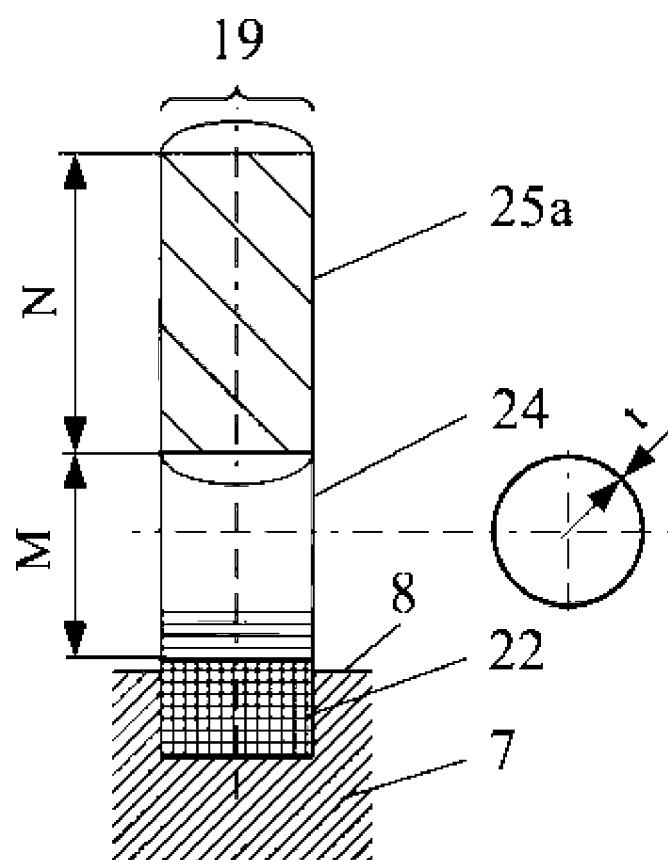
- 1 - dolní přírodní nádrž
- 2 - horní přírodní nádrž
- 3 - základní nádrž
- 4 - dolní základní nádrž
- 5 - horní základní nádrž
- 6 - břeh
- 7 - podloží
- 8 - úroveň terénu
- 9 - soustava modulů
- 10 - stacionární soustava modulů
- 11 - dolní stacionární soustava modulů
- 12 - horní stacionární soustava modulů
- 13 - přídatná stacionární soustava modulů
- 14 - plovoucí soustava modulů
- 15 - dolní plovoucí soustava modulů
- 16 - horní plovoucí soustava modulů
- 17 - přídatná plovoucí soustava modulů
- 18 - běžný modul
- 19 - stacionární běžný modul
- 20 - plovoucí běžný modul
- 21 - energetický modul
- 22 - základ
- 23 - plovák
- 23a - dolní oddíl
- 23b - střední oddíl
- 23c - horní oddíl
- 24 - podstavec
- 25 - nádrž

- 25a - modulová nádrž
- 25b - membrána
- 25c - vodní vak
- 26 - dolní nádrž
- 26a - dolní modulová nádrž
- 27 - horní nádrž
- 27a - horní modulová nádrž
- 28 - přídavná nádrž
- 28a - přídavná modulová nádrž
- 29 - dolní dno plováku
- 30 - horní dno plováku
- 30a - horní dno dolního oddílu
- 30b - horní dno středního oddílu
- 30c - horní dno horního oddílu
- 31 - dolní dno dolní nádrže
- 32 - horní dno dolní nádrže
- 33 - dolní dno horní nádrže
- 34 - horní dno horní nádrže
- 35 - hladina vody v základní nádrži
- 36 - hladina vody v dolní nádrži
- 37 - hladina vody v horní nádrži
- 38 - hladina vody v přídavné nádrži
- 39 - spojovací potrubí
- 40 - pevné spojovací potrubí
- 41 - ohebné spojovací potrubí
- 42 - uzávěr
- 43 - energetické soustrojí
- 44 - tepelný výměník
- 45 - primární část tepelného výměníku
- 46 - sekundární část tepelného výměníku
- 47 - oběhové soustrojí
- 48 - primární oběhové soustrojí
- 49 - sekundární oběhové soustrojí
- 50 - oběhové potrubí
- 51 - primární oběhové potrubí
- 52 - sekundární oběhové potrubí
- 53 - topné těleso
- 54 - odvětrávací otvor
- 55 - odvětrávací potrubí
- 56 - zarážka
- 57 - vodící rám
- 58 - plovoucí část
- 59 - kotvicí část
- 60 - bytový dům
- 61 - rektifikační prostor
- 62 - zdvihací vak
- 63 - panel sluneční elektrárny
- 64 - přetlaková Peltonova turbína
- 65 - oběžné kolo
- 66 - tryska
- 67 - skříň
- 68 - přívodní příruba
- 69 - výstupní příruba
- 70 - turbínová část spojovacího potrubí
- 71 - čerpadlová část spojovacího potrubí
- 72 - sací vzduchové potrubí
- 73 - výtlačné vzduchové potrubí
- 74 - kompresor

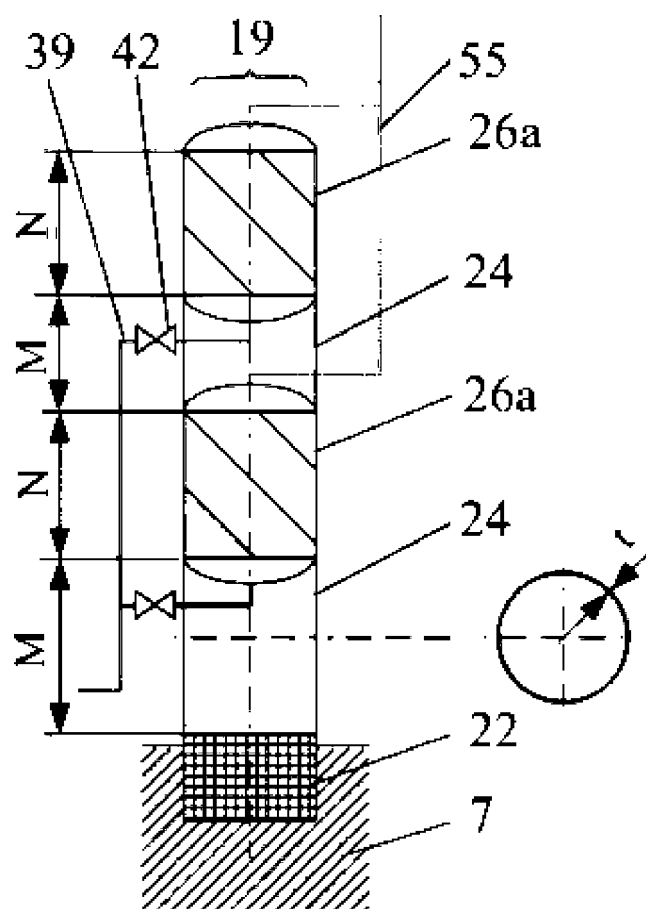
- 75 - vzduchový uzávěr
- 76 - tlakoměr
- 77 - vzdušník
- 78 - hladina vody ve skříni
- 79 - snímač hladiny vody ve skříni



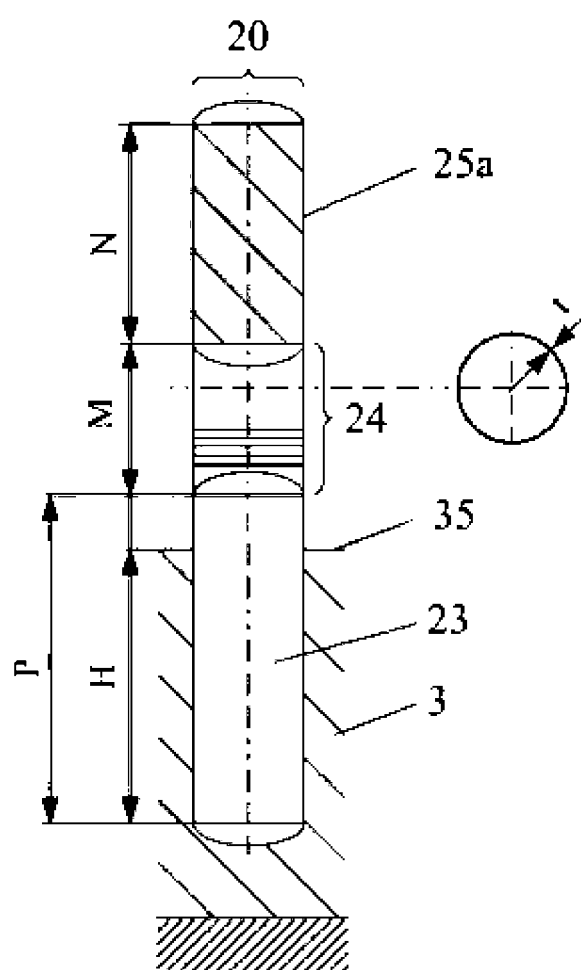
Obr. 1



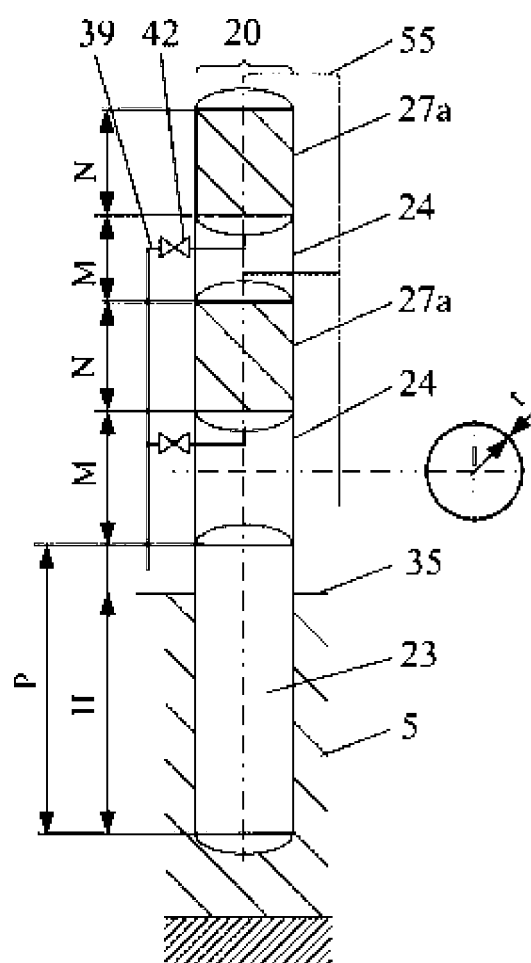
Obr. 1a



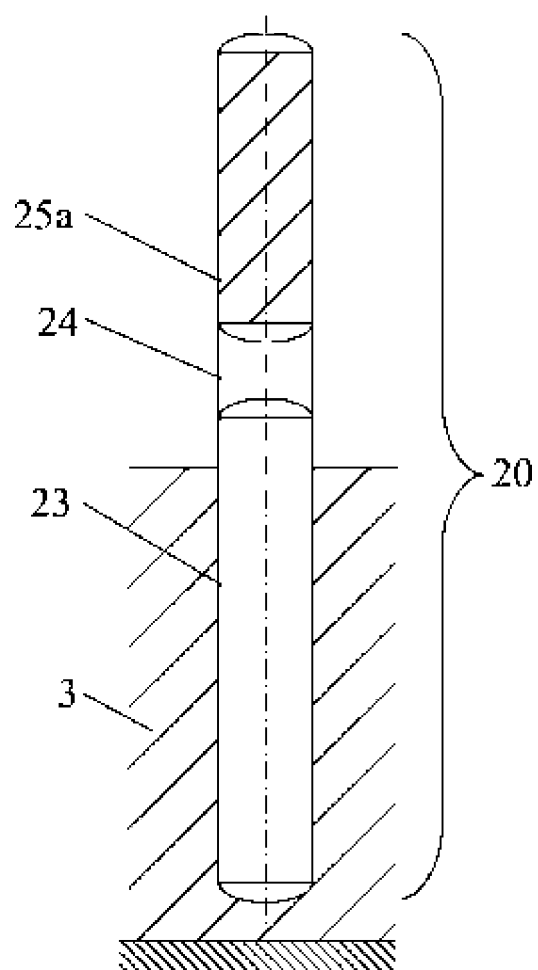
Obr. 2



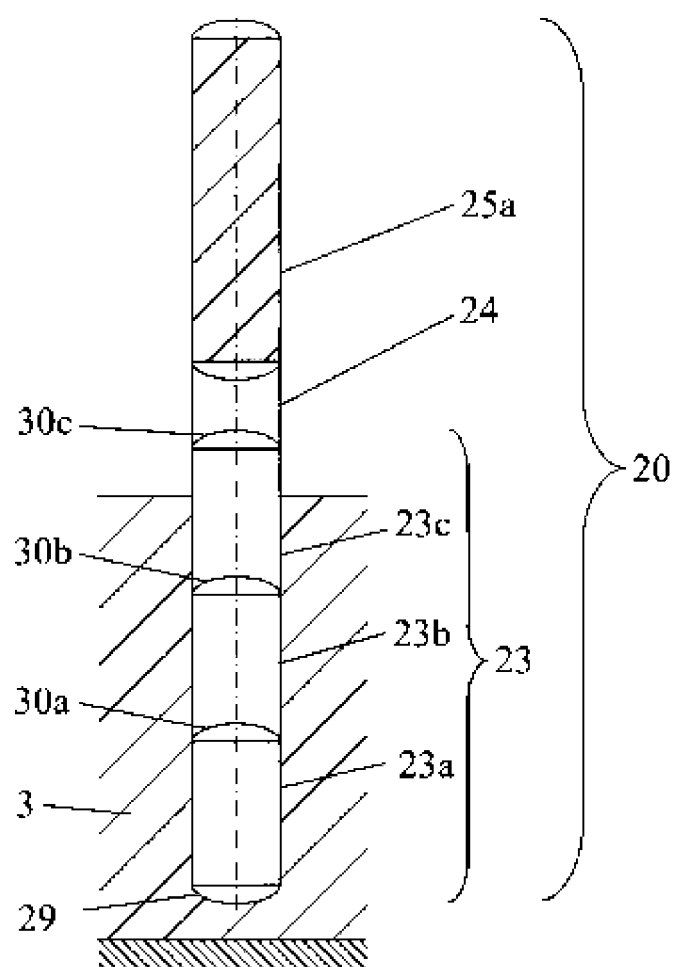
Obr. 3



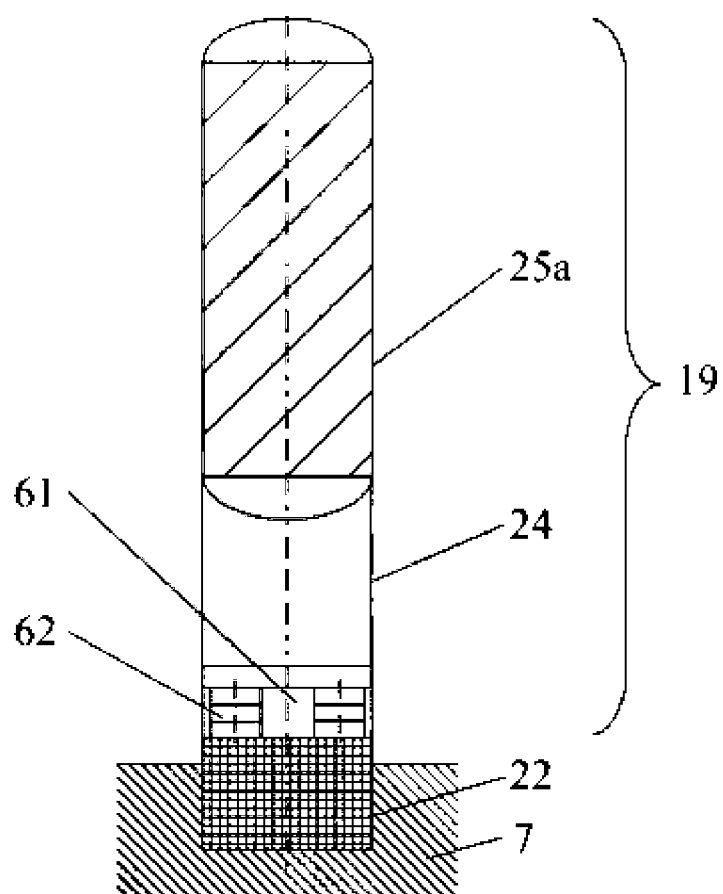
Obr. 4



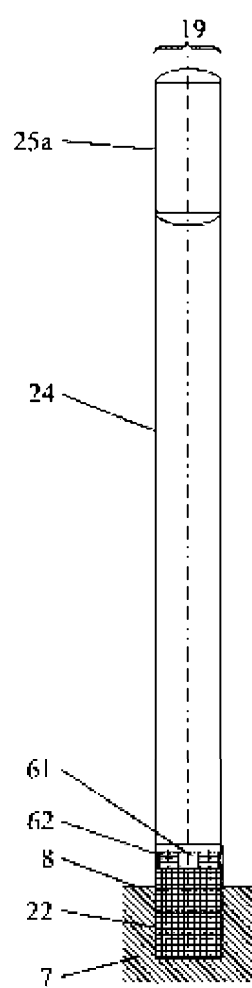
Obr. 5a



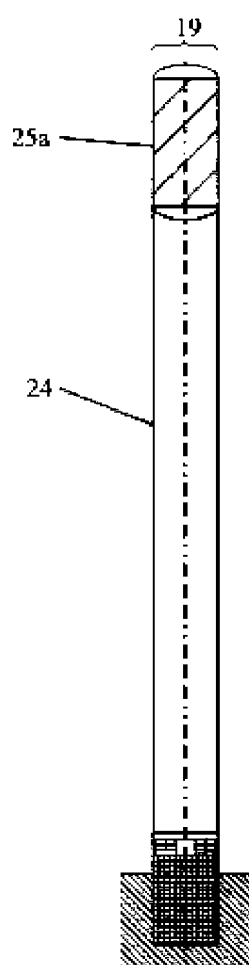
Obr. 5b



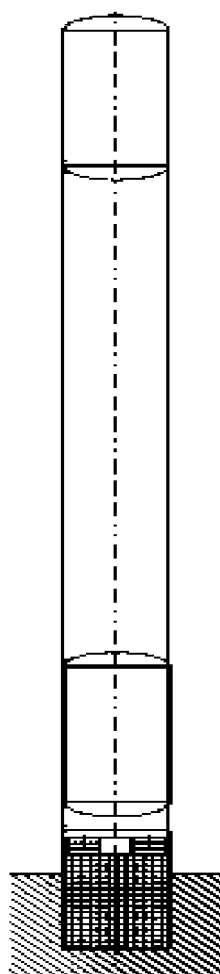
Obr. 6



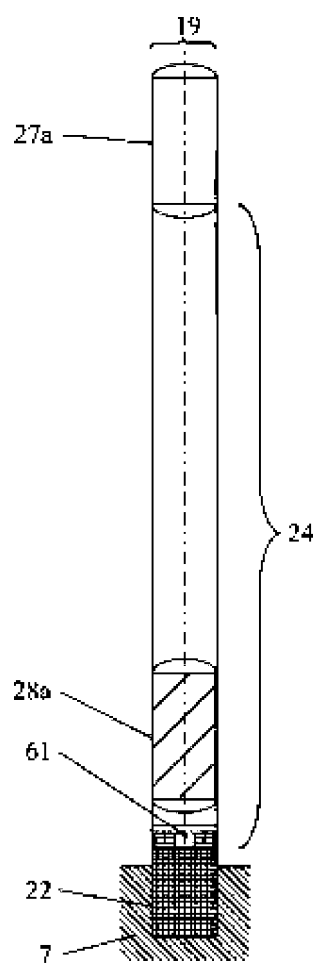
Obr. 7a



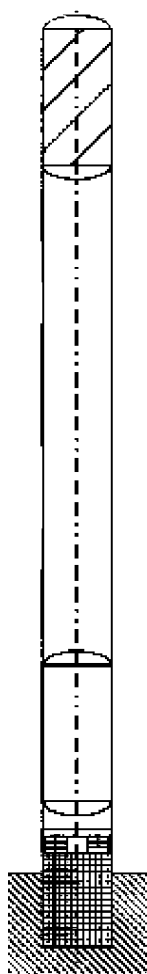
Obr. 7b



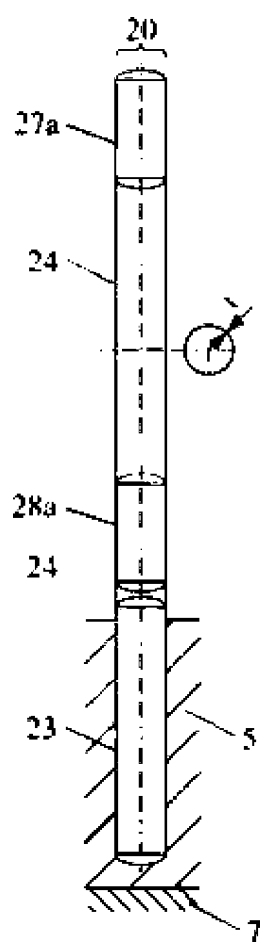
Obr. 8a



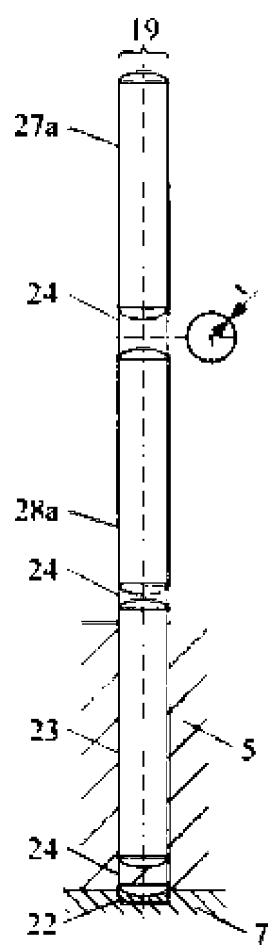
Obr. 8b



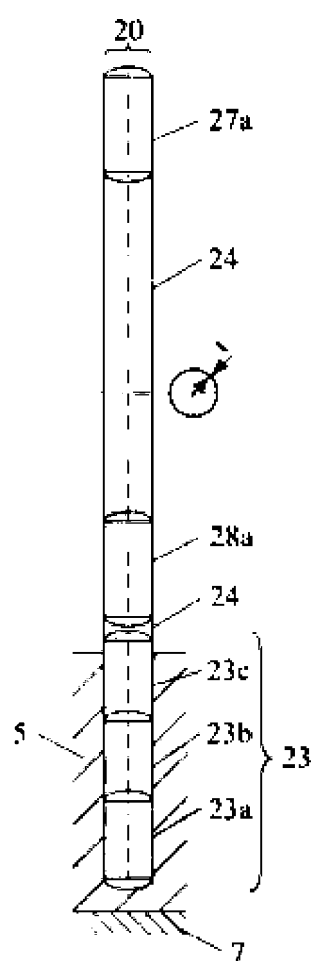
Obr. 8c



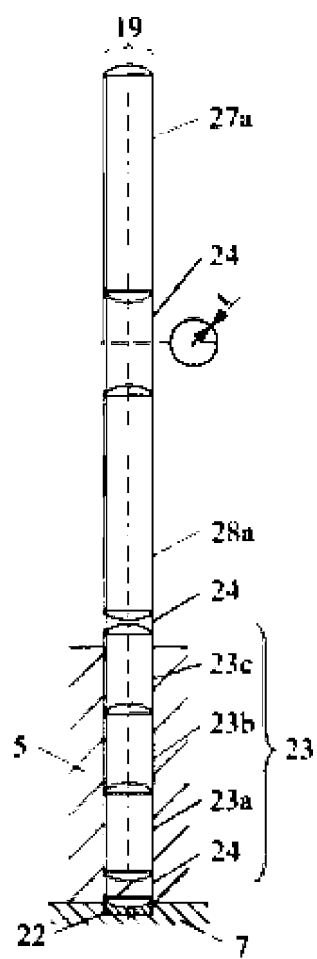
Obr. 9



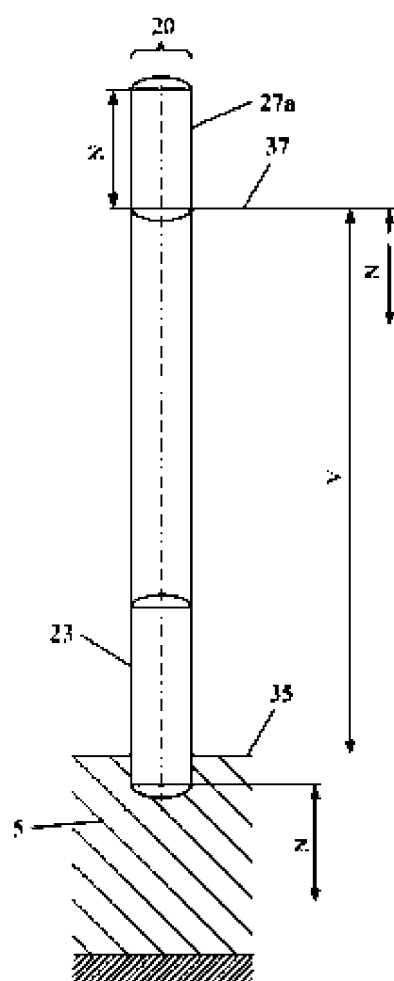
Obr. 9a



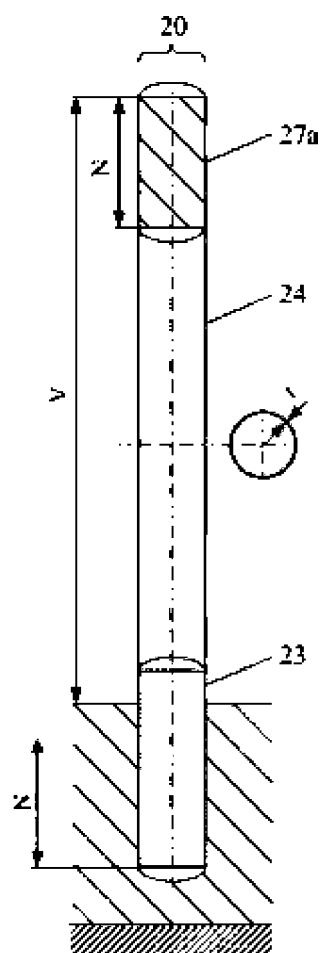
Obr. 10



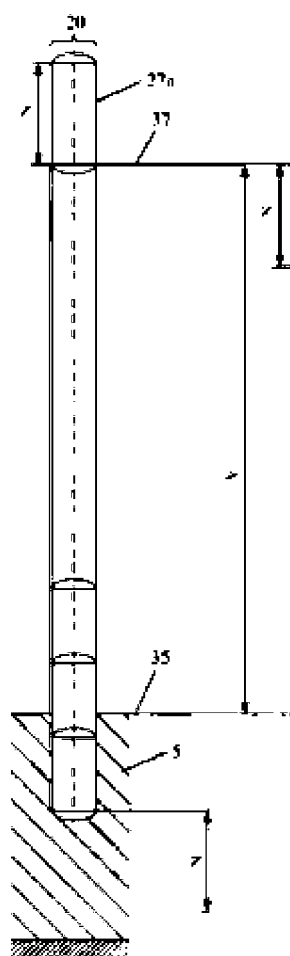
Obr. 10a



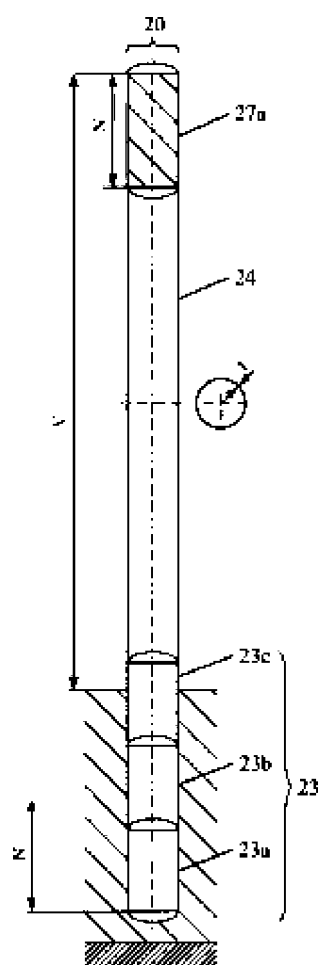
Obr. 11a



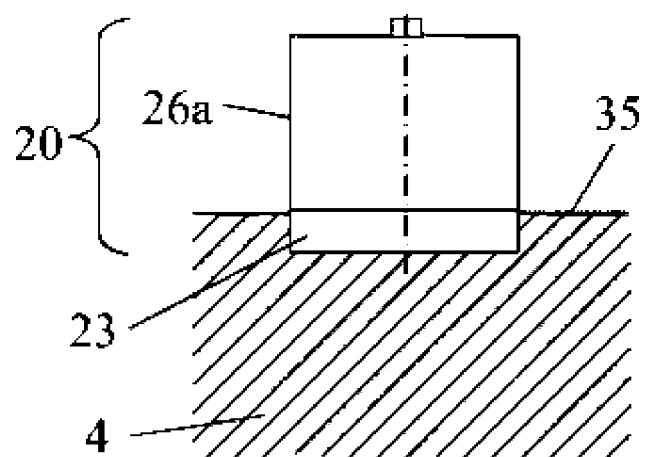
Obr. 11b



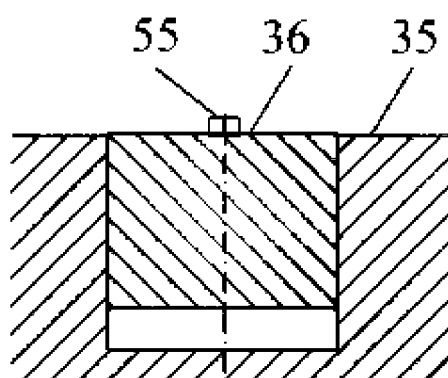
Obr. 12a



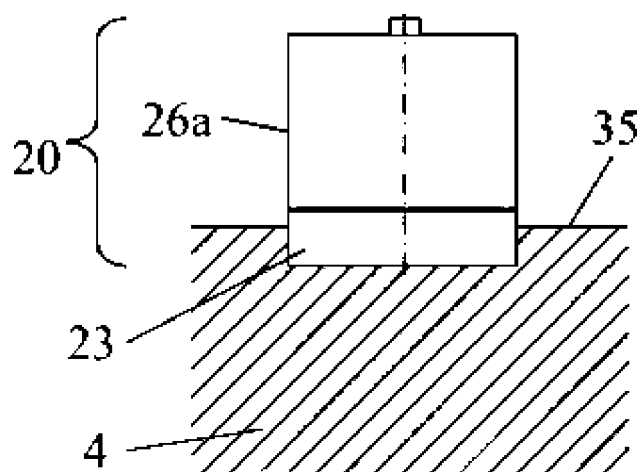
Obr. 12b



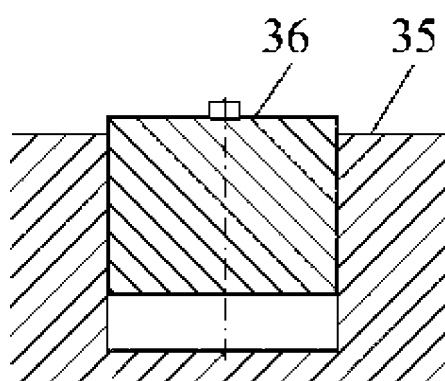
Obr. 13.1a



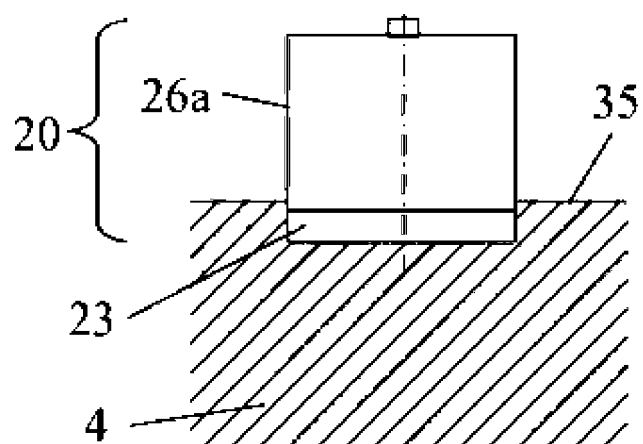
Obr. 13.1b



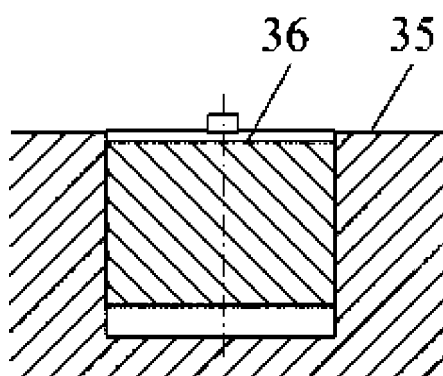
Obr. 13.2a



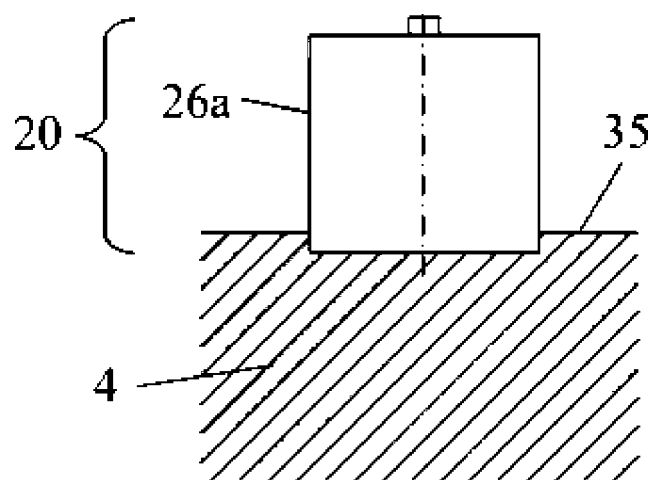
Obr. 13.2b



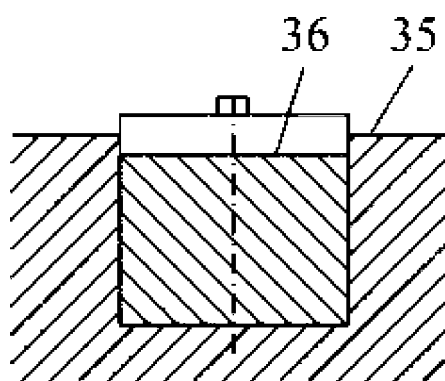
Obr. 13.3a



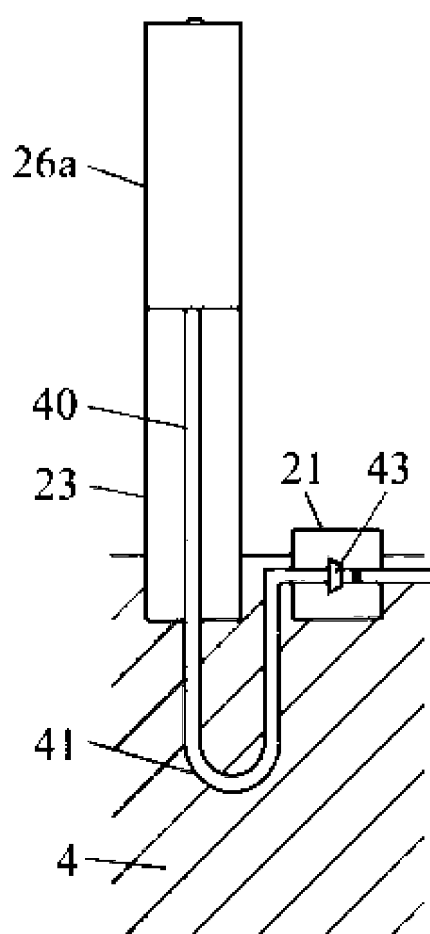
Obr. 13.3b



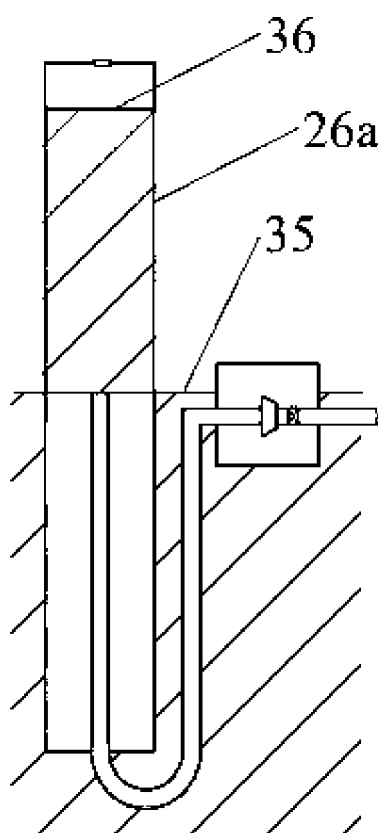
Obr. 13.4a



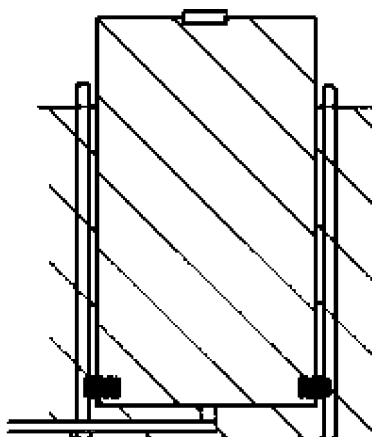
Obr. 13.4b



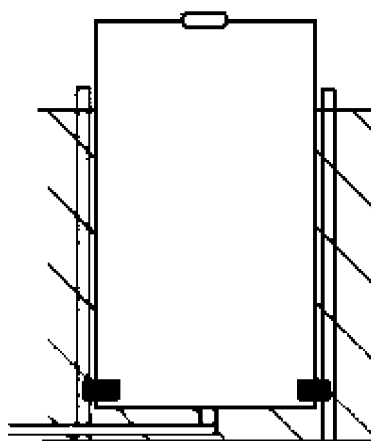
Obr. 14a



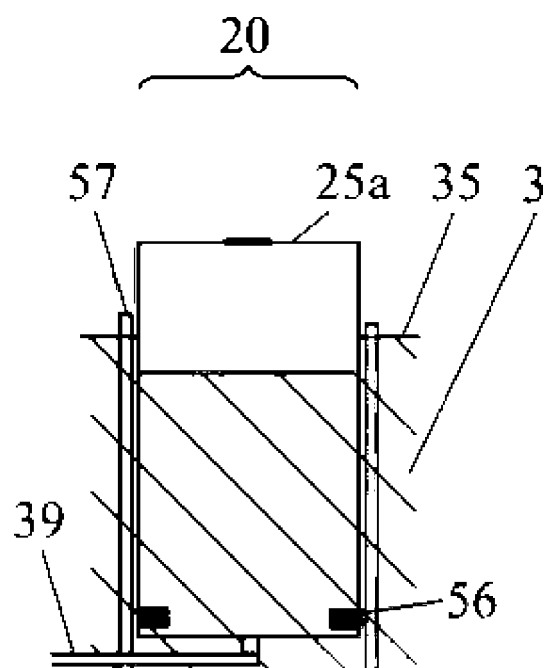
Obr. 14b



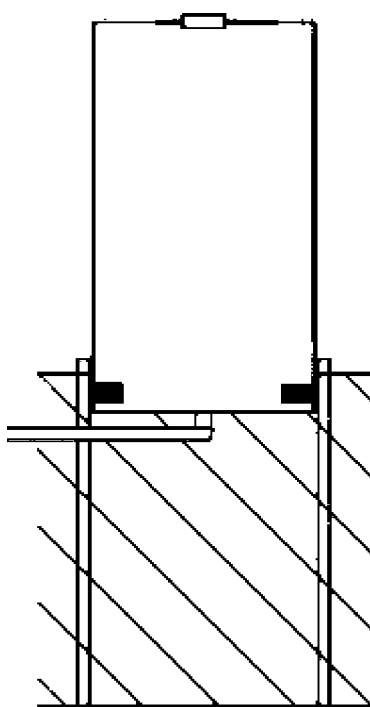
Obr. 15a



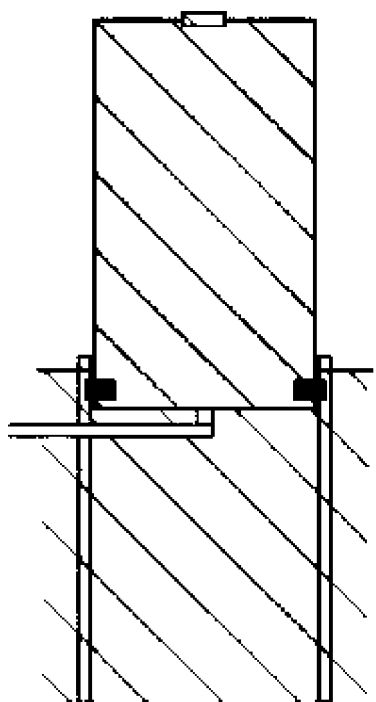
Obr. 15b



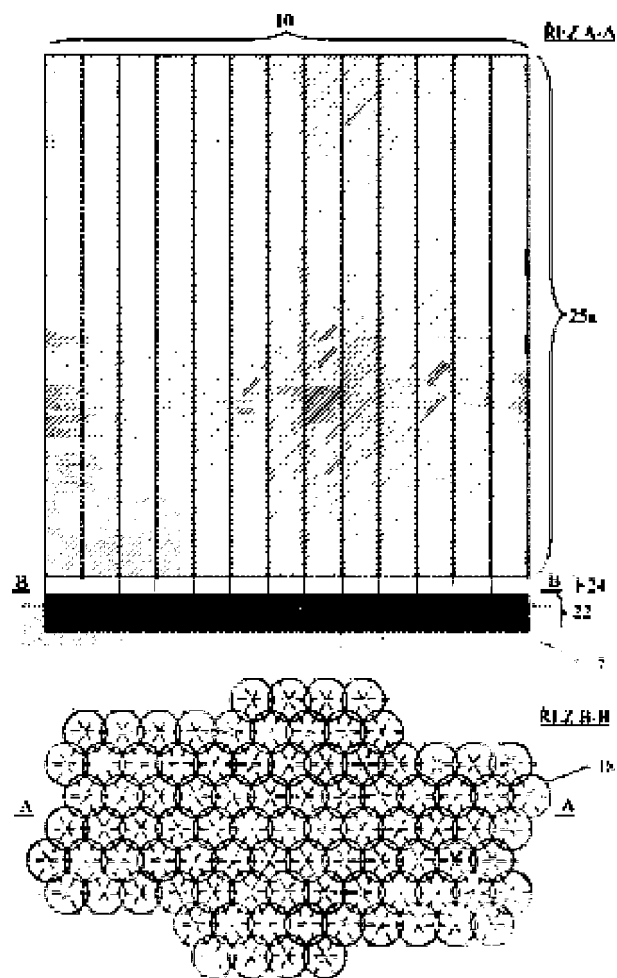
Obr. 15c



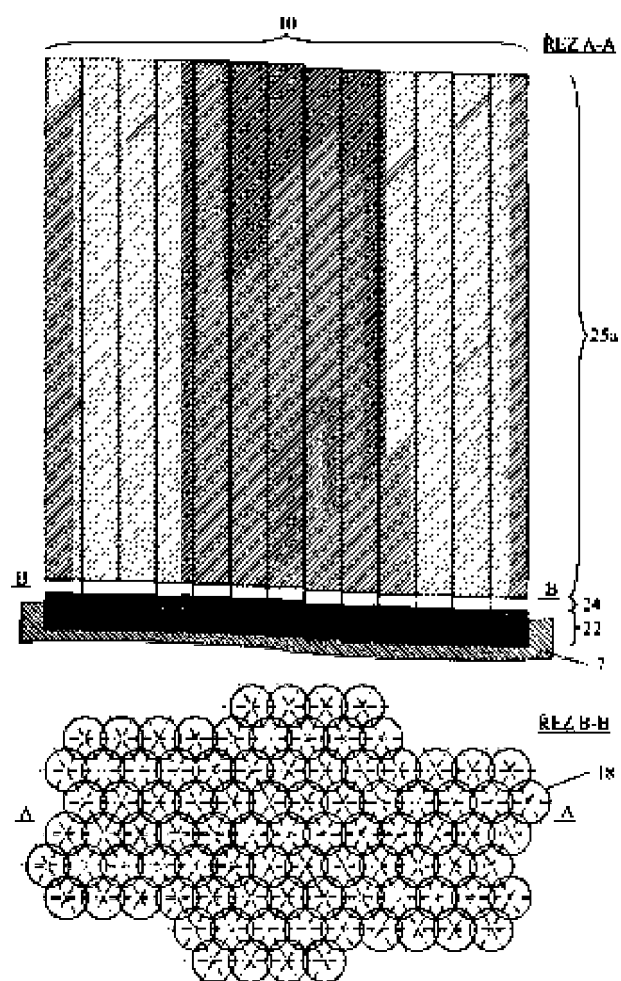
Obr. 15d



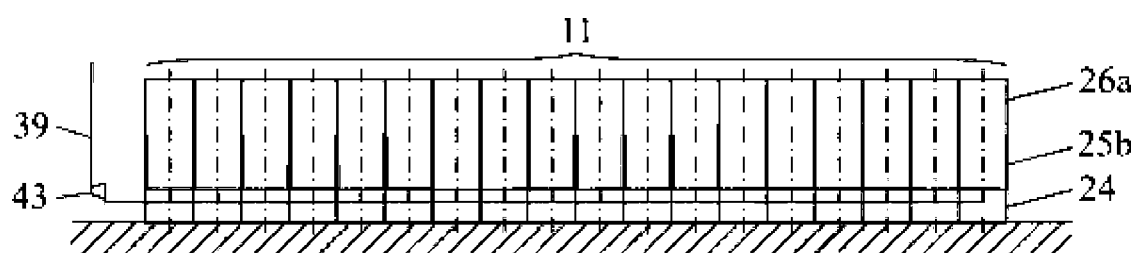
Obr. 15e



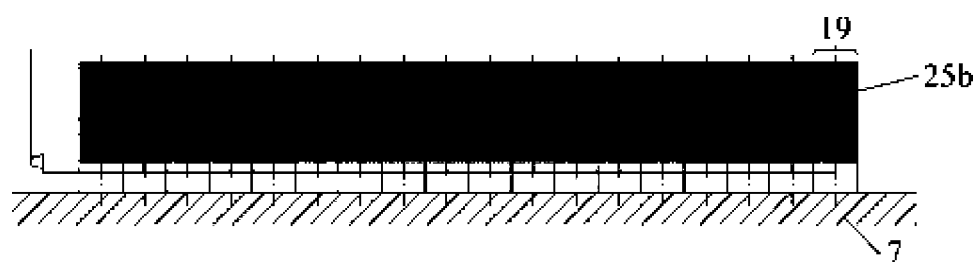
Obr. 16



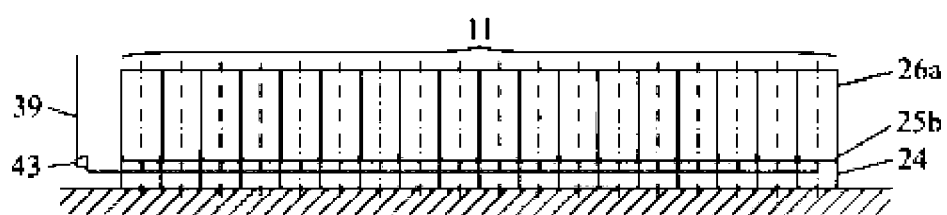
Obr. 17



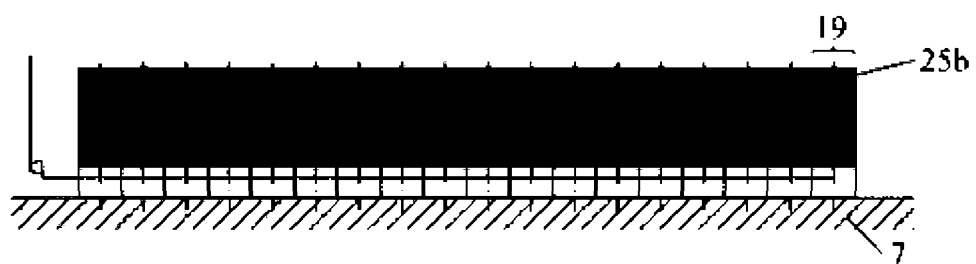
Obr. 18a



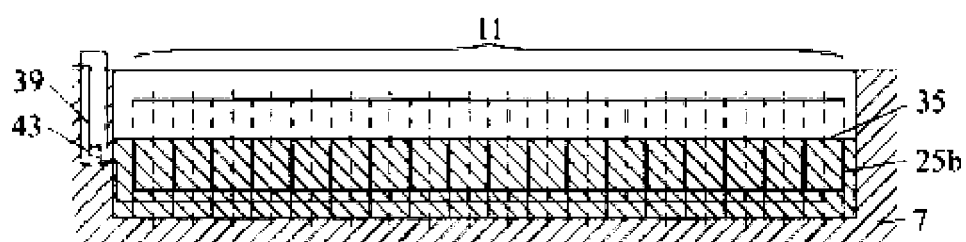
Obr. 18b



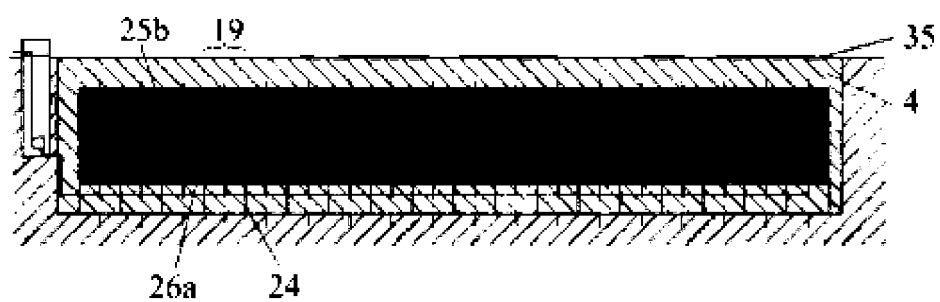
Obr. 19a



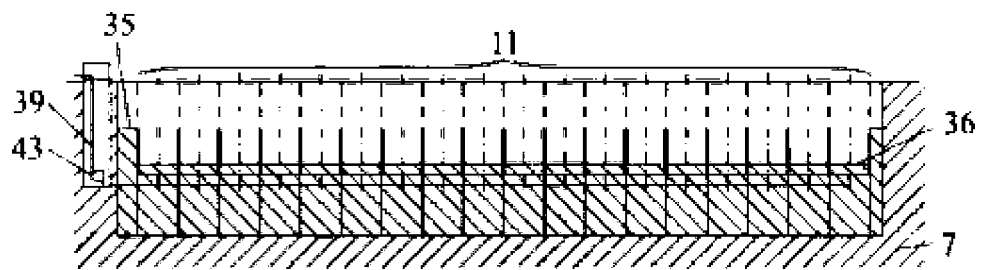
Obr. 19b



Obr. 20a



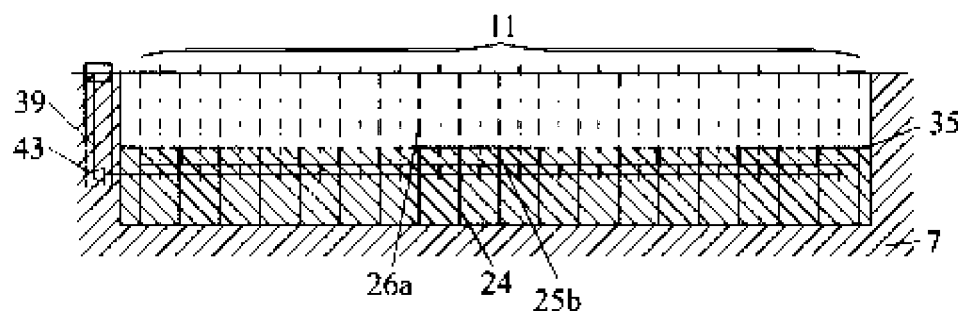
Obr. 20b



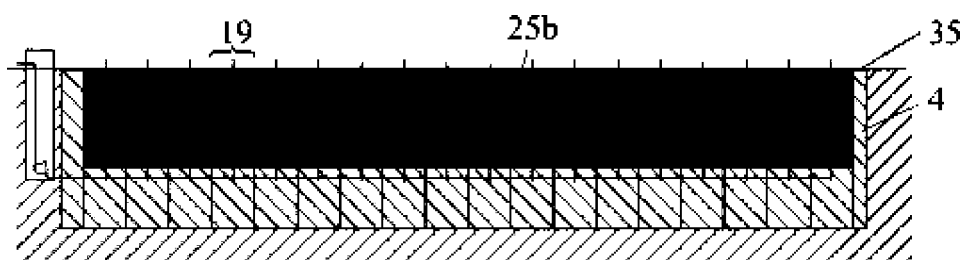
Obr. 21a



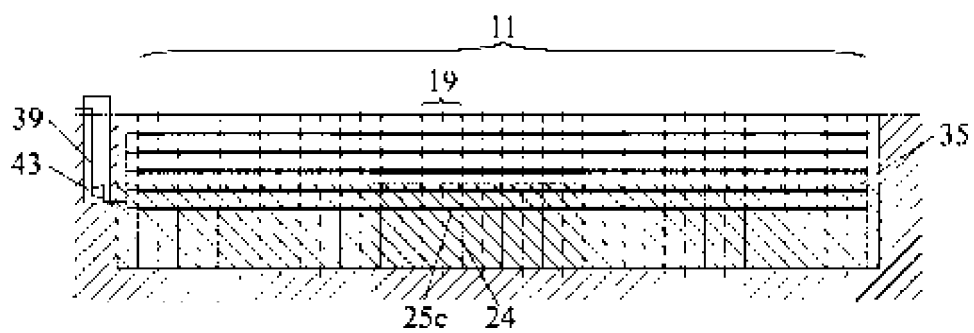
Obr. 21b



Obr. 22a



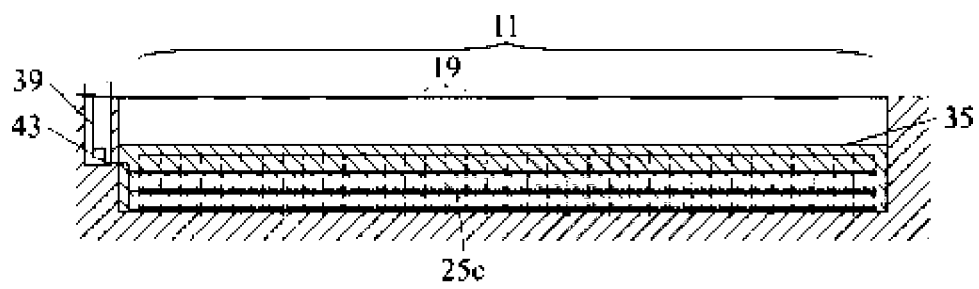
Obr. 22b



Obr. 23a



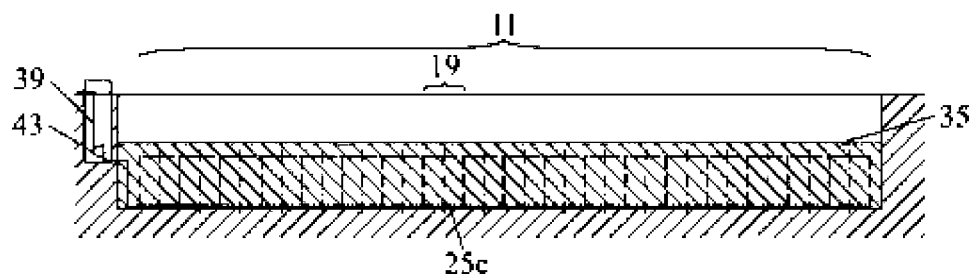
Obr. 23b



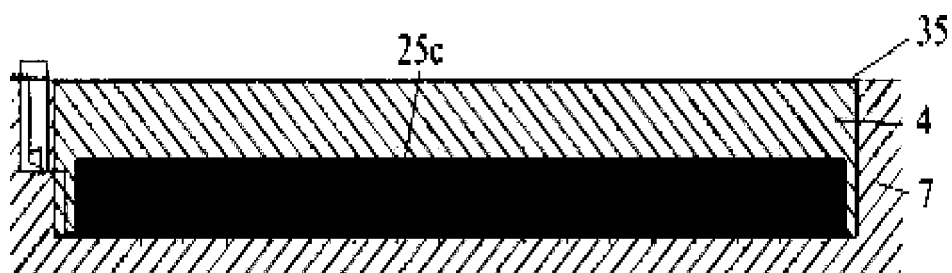
Obr. 24a



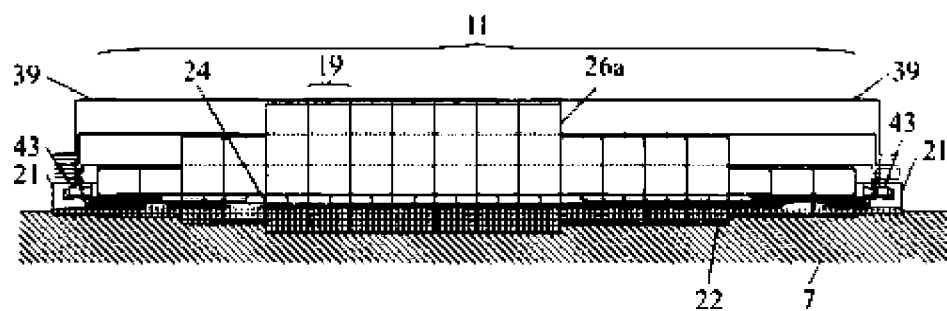
Obr. 24b



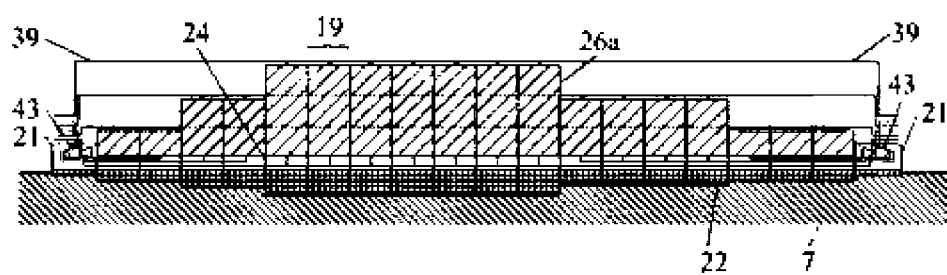
Obr. 25a



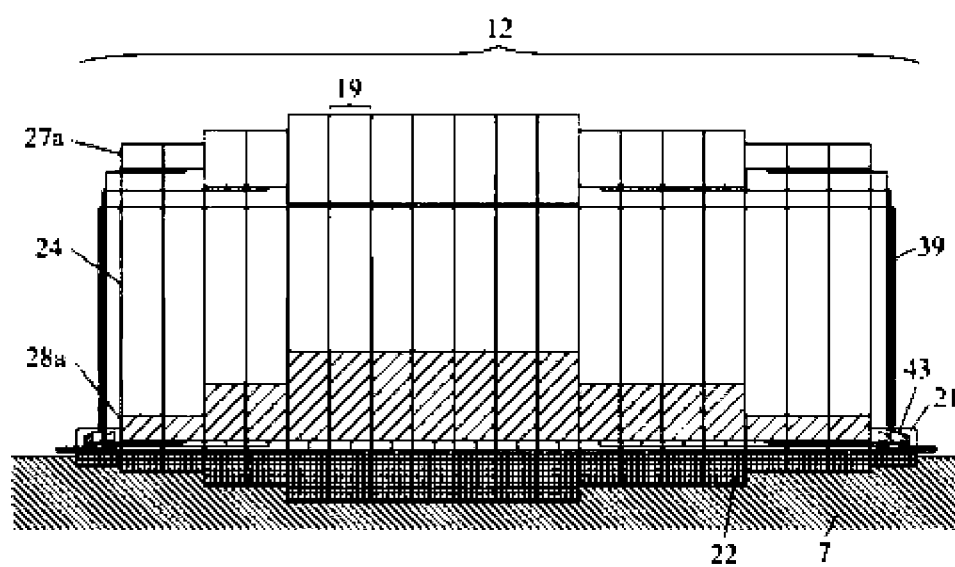
Obr. 25b



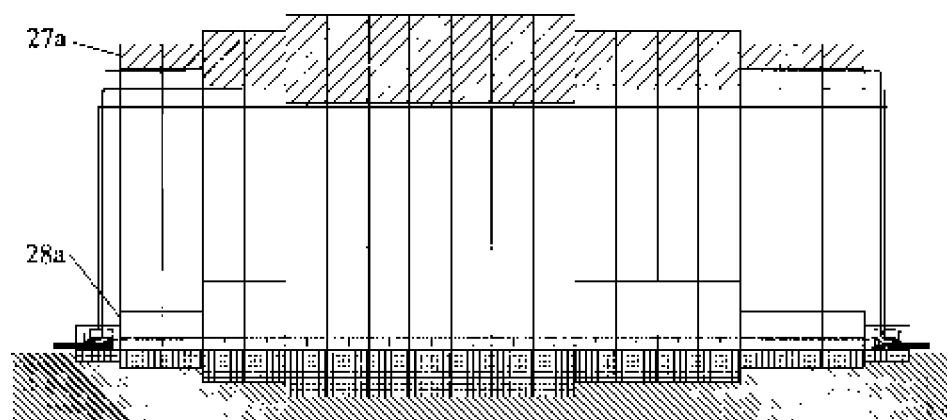
Obr. 26a



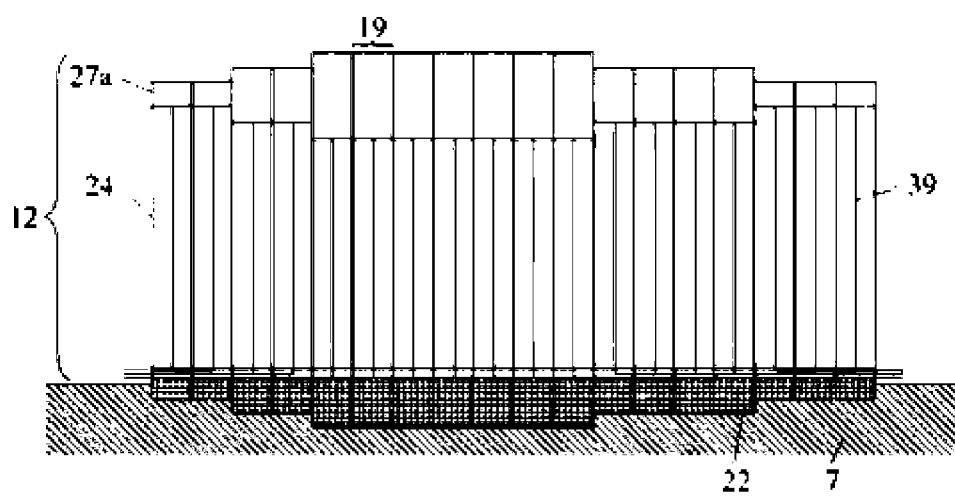
Obr. 26b



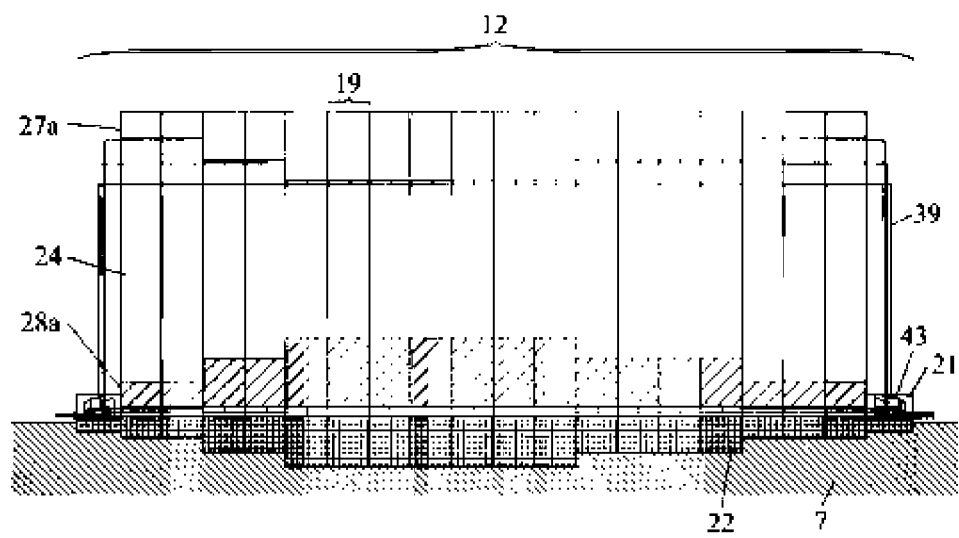
Obr. 27a



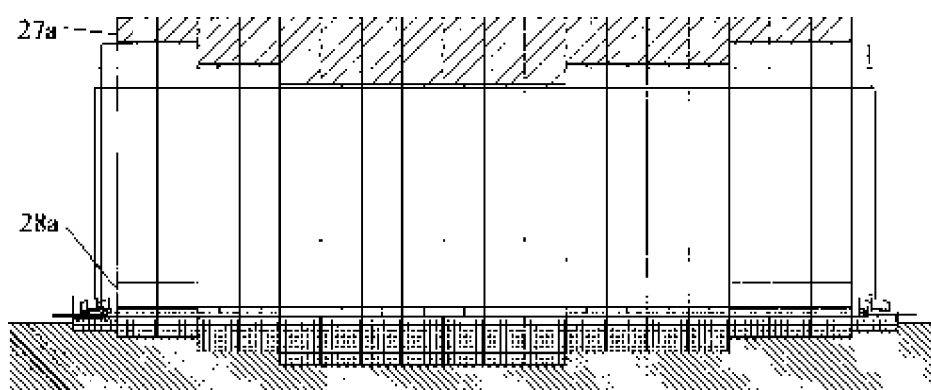
Obr. 27b



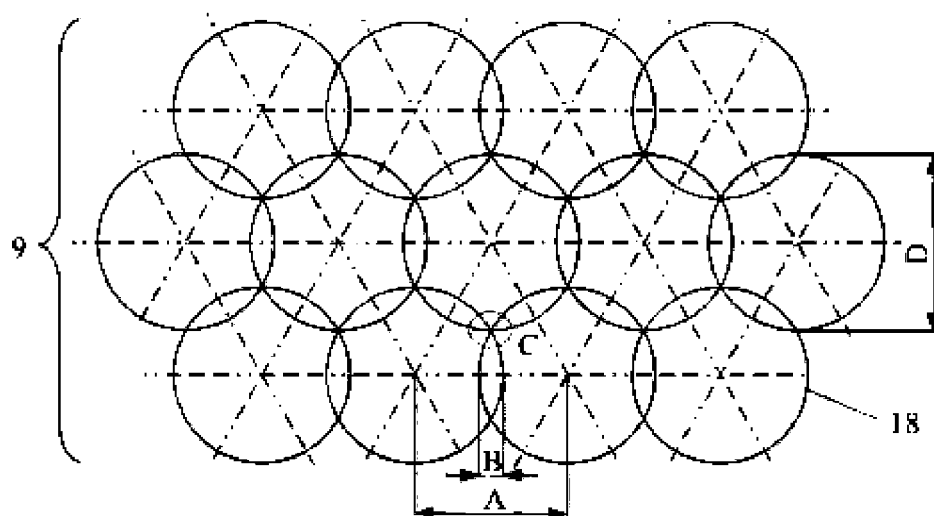
Obr. 28



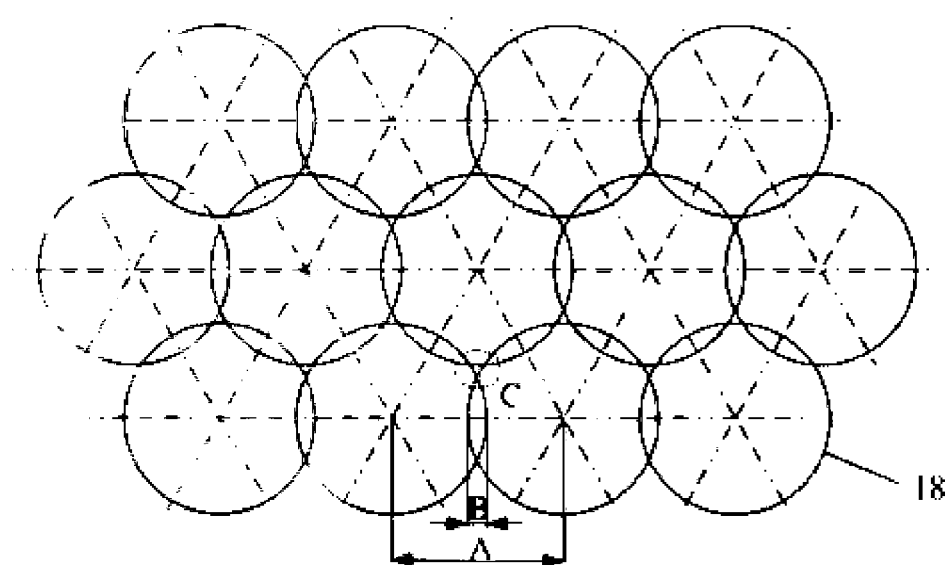
Obr. 29a



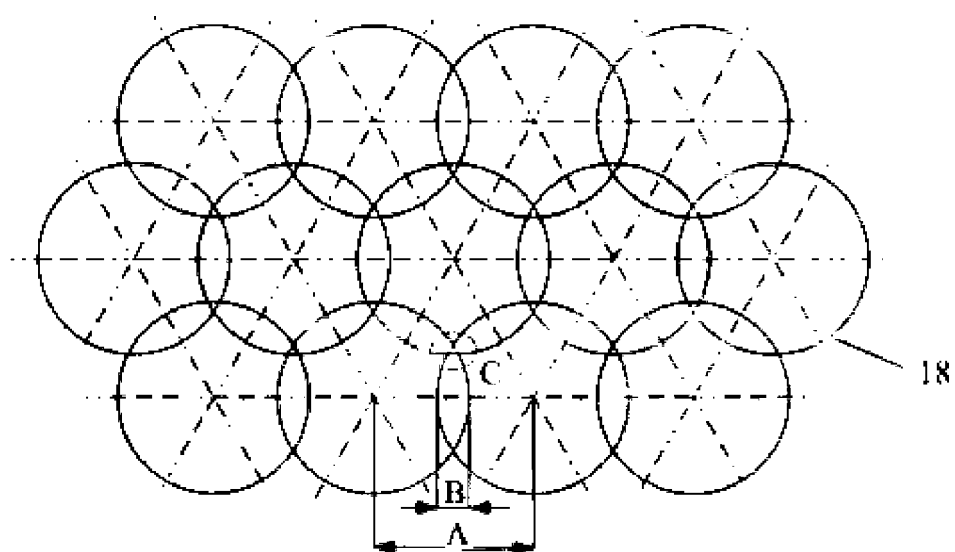
Obr. 29b



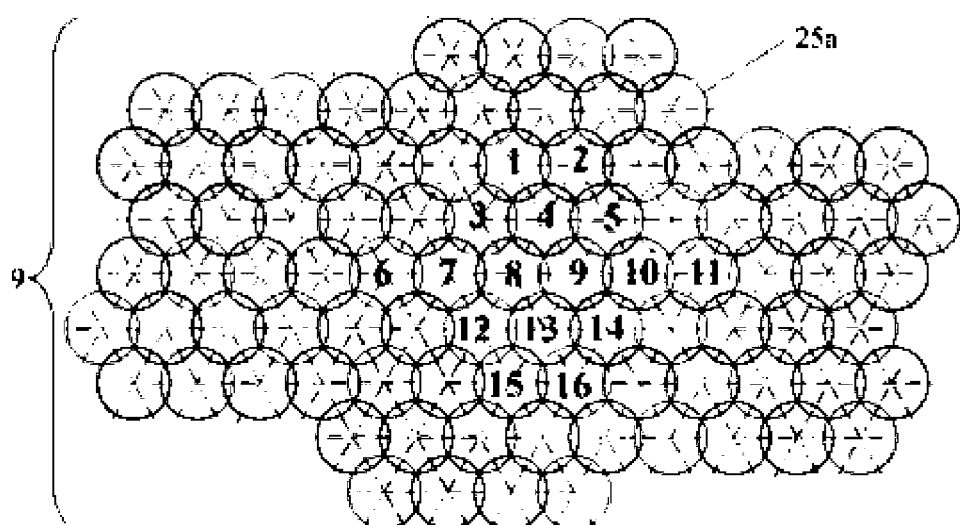
Obr. 30a



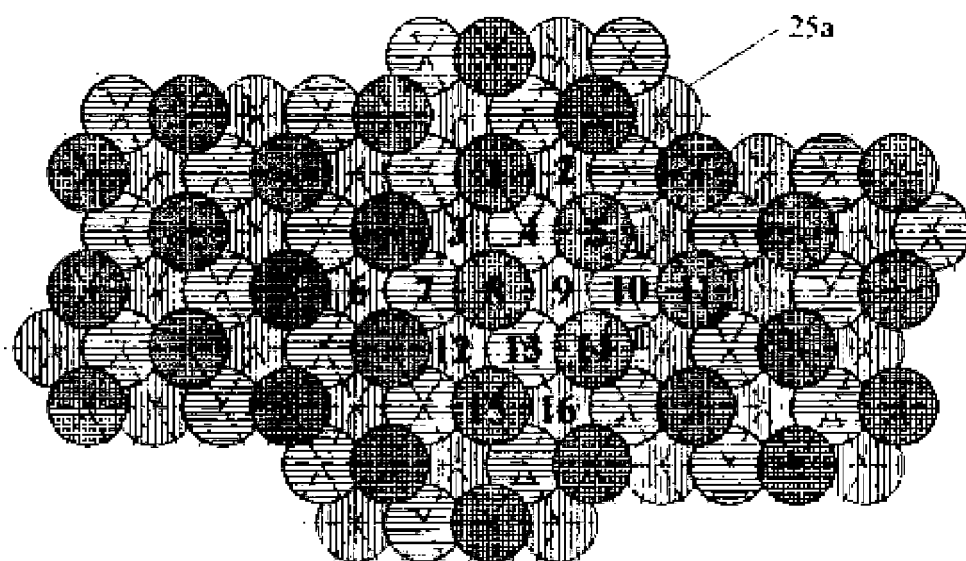
Obr. 30b



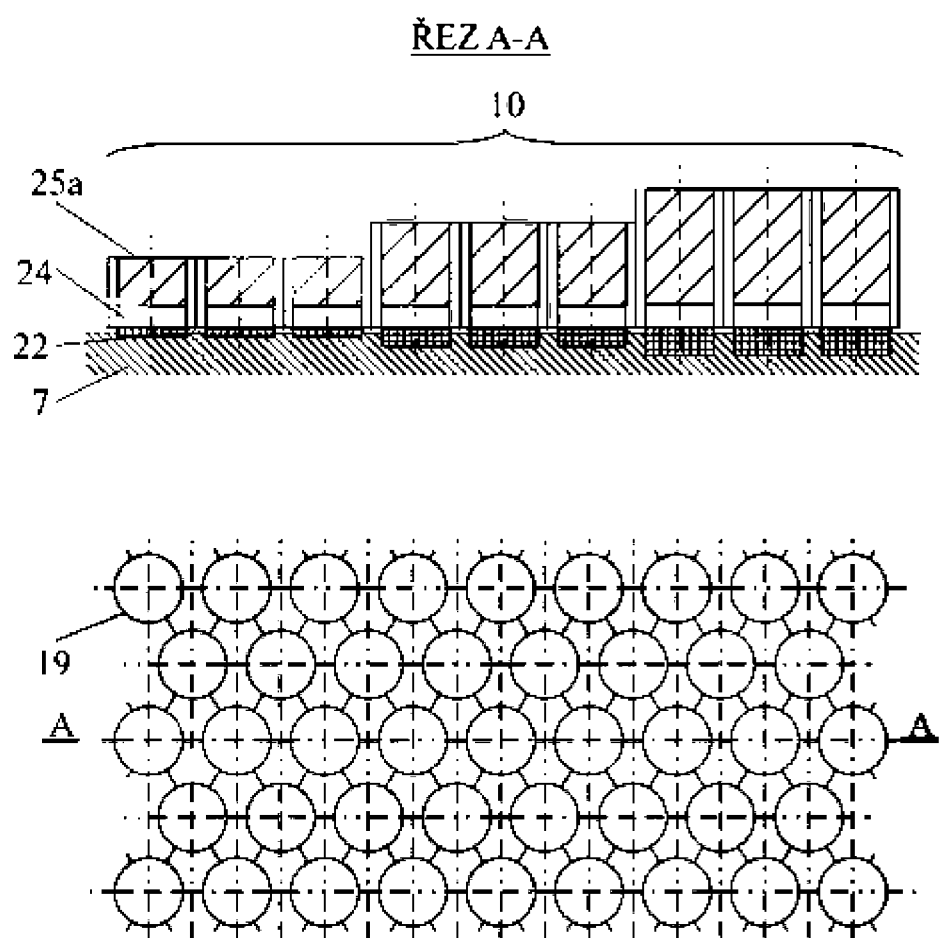
Obr. 30c



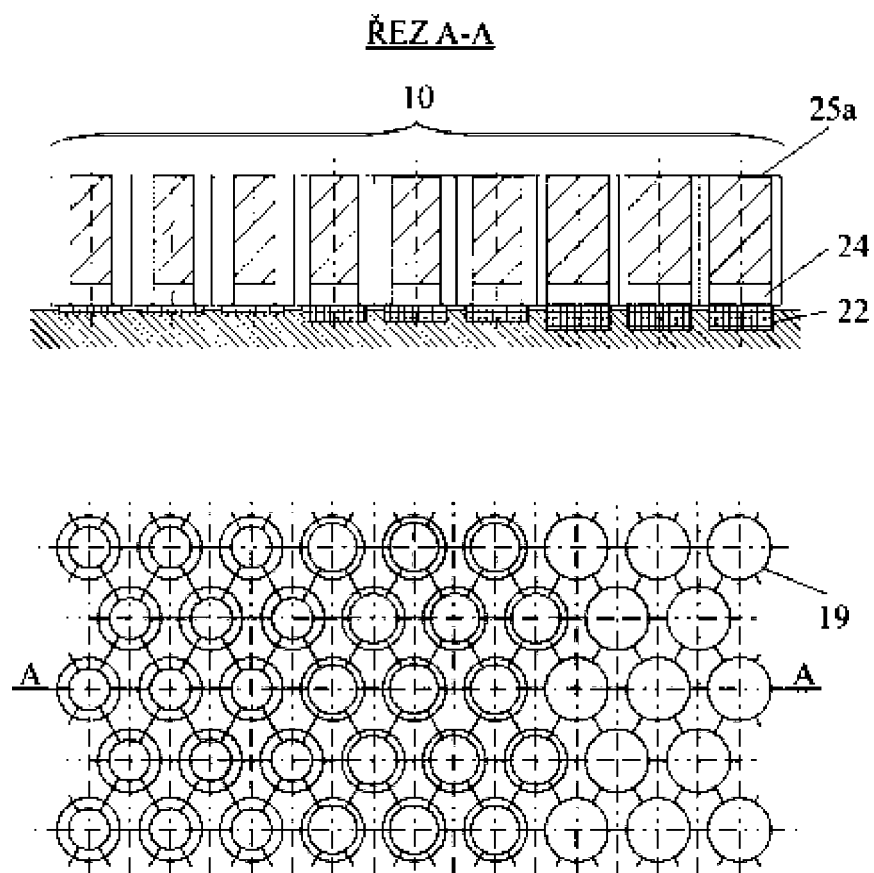
Obr. 31a



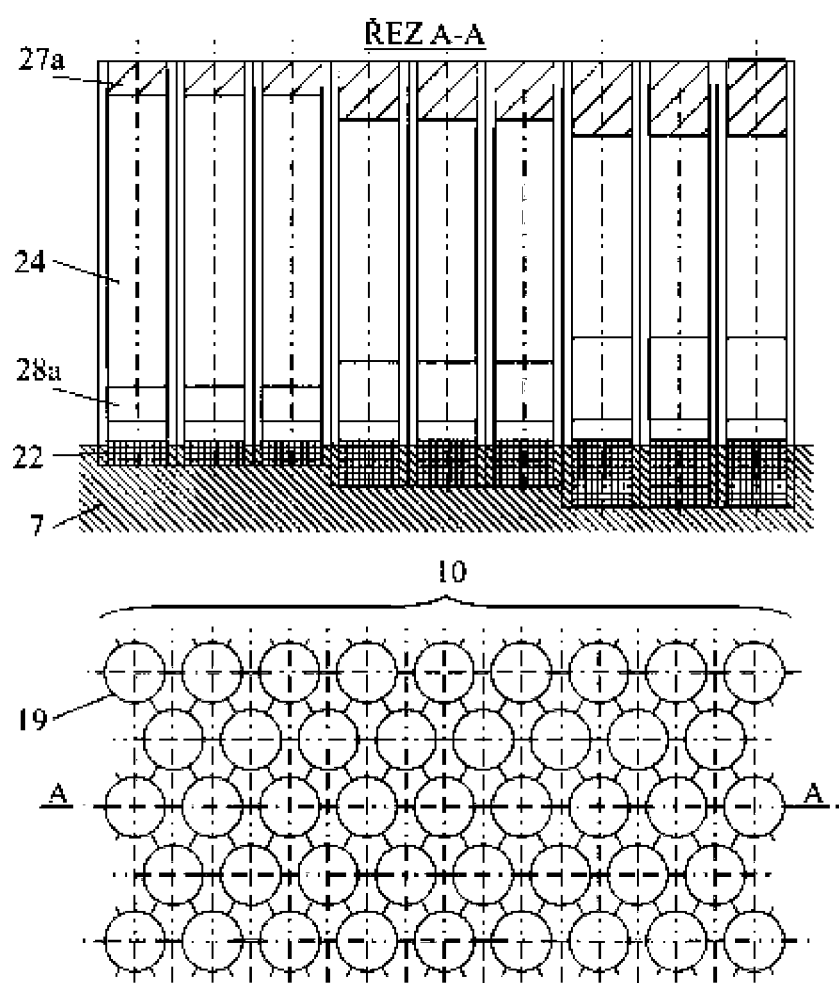
Obr. 31b



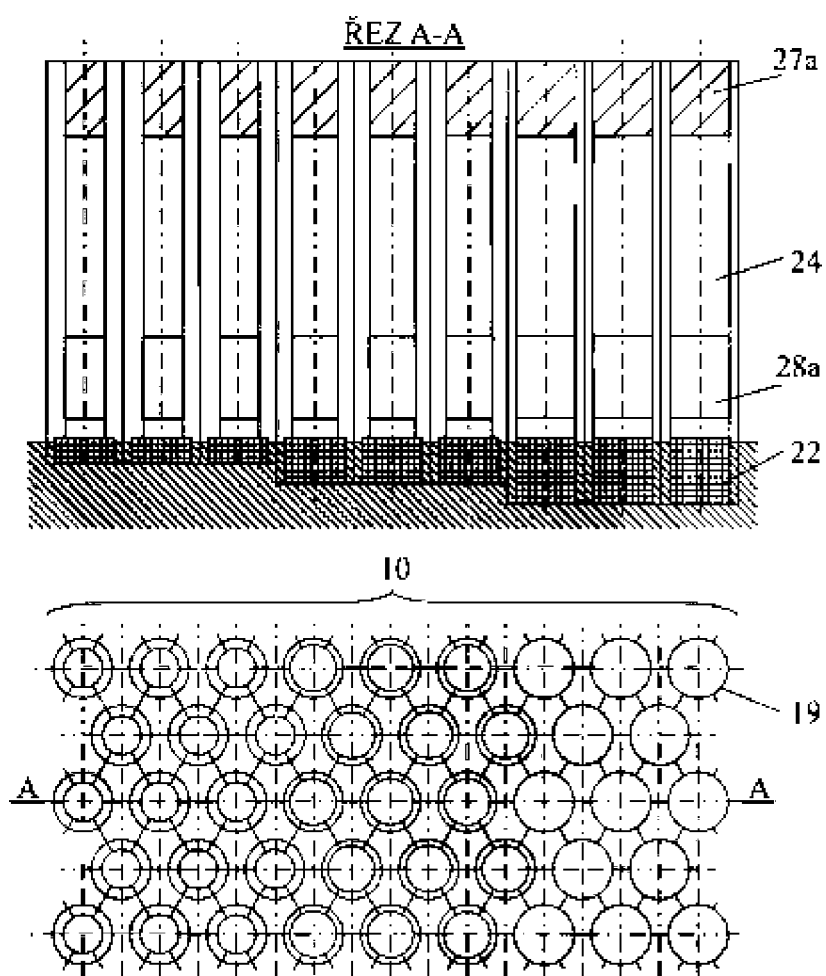
Obr. 32a



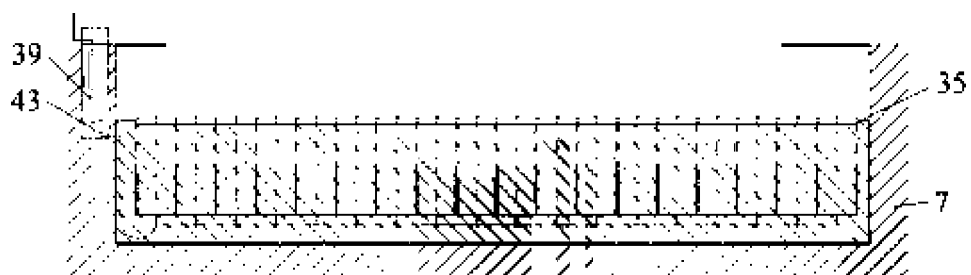
Obr. 32b



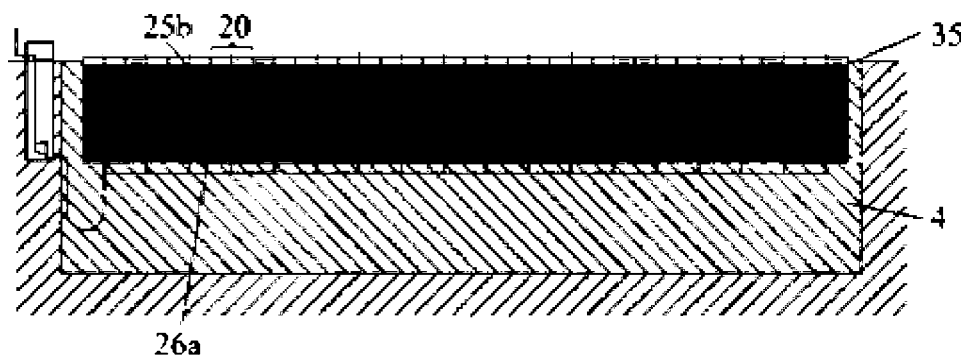
Obr. 33a



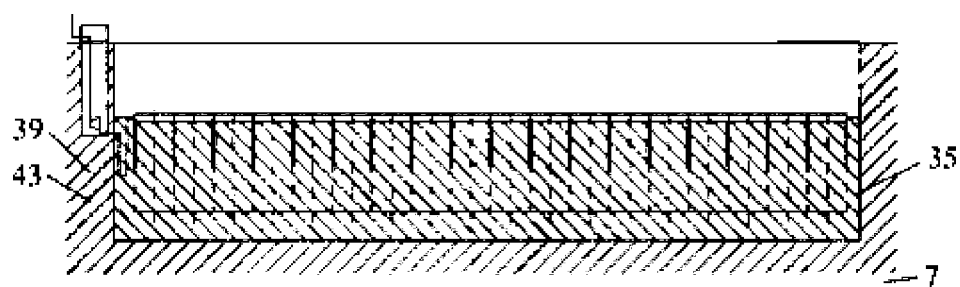
Obr. 33b



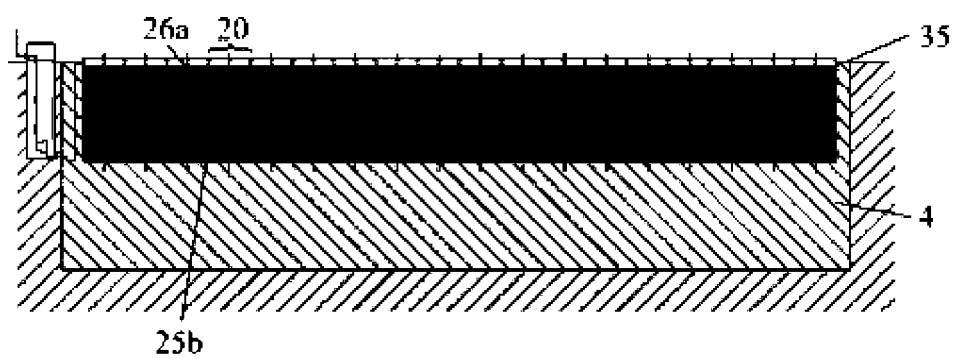
Obr. 34a



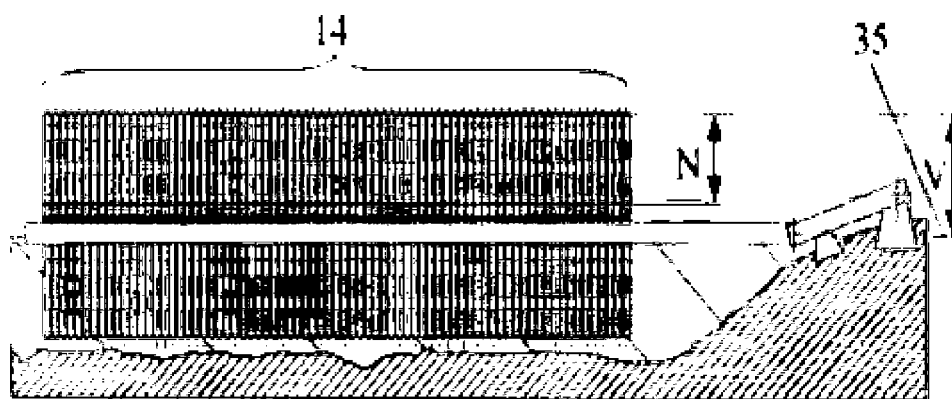
Obr. 34b



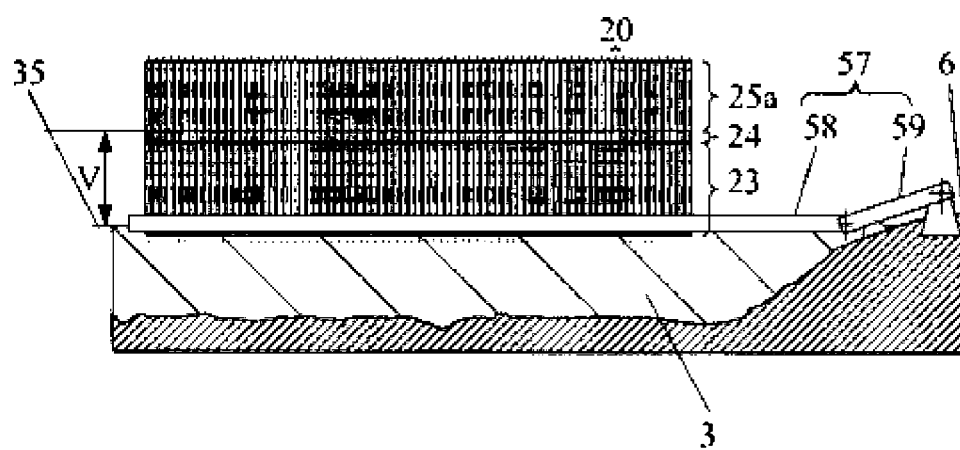
Obr. 35a



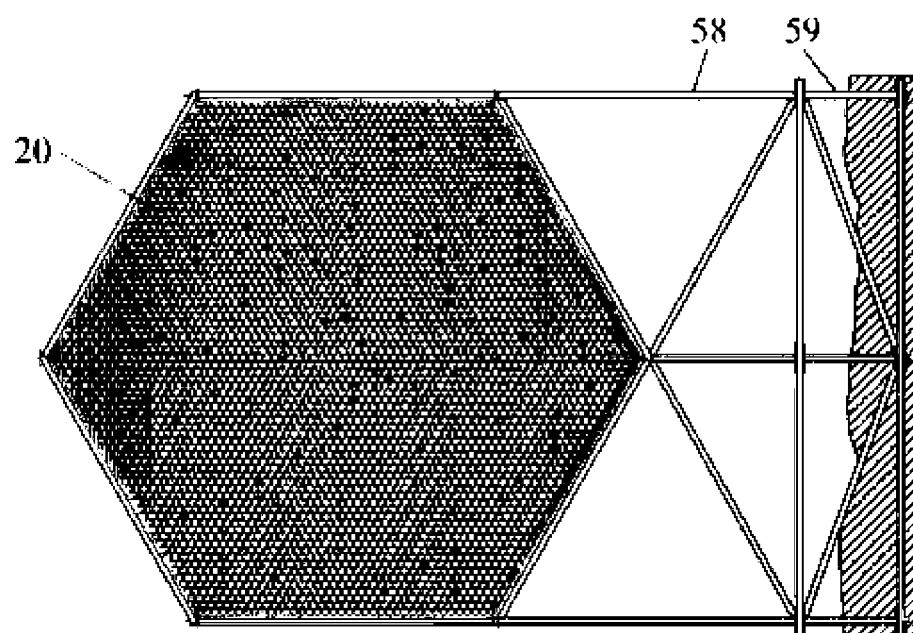
Obr. 35b



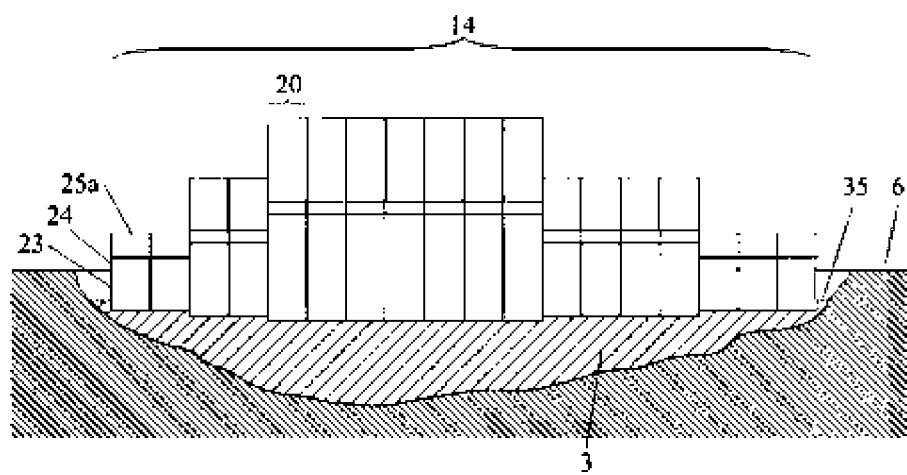
Obr. 36a



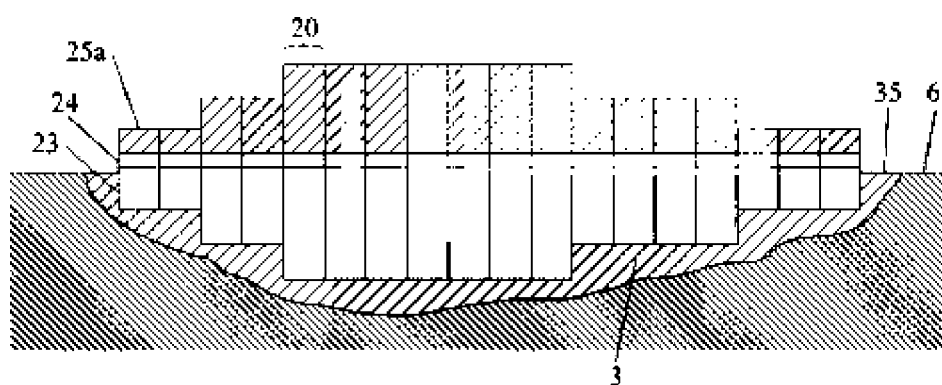
Obr. 36b



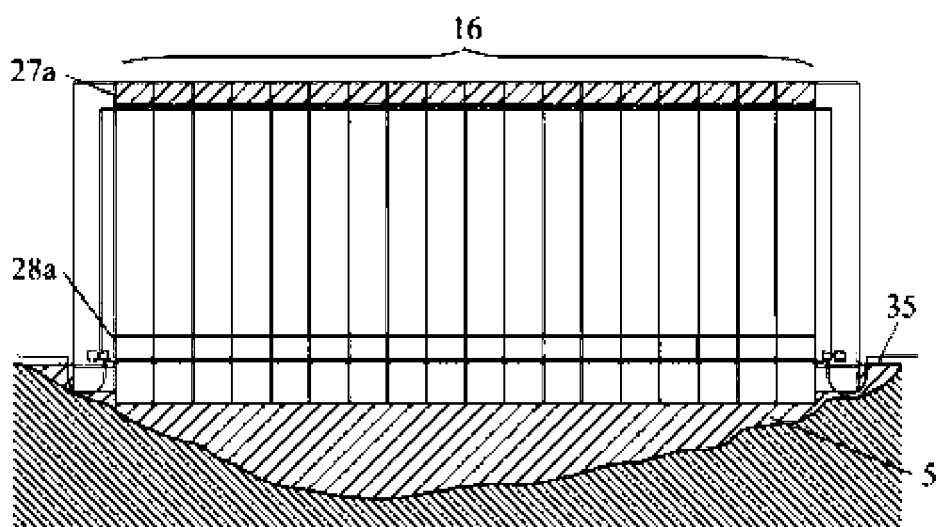
Obr. 36c



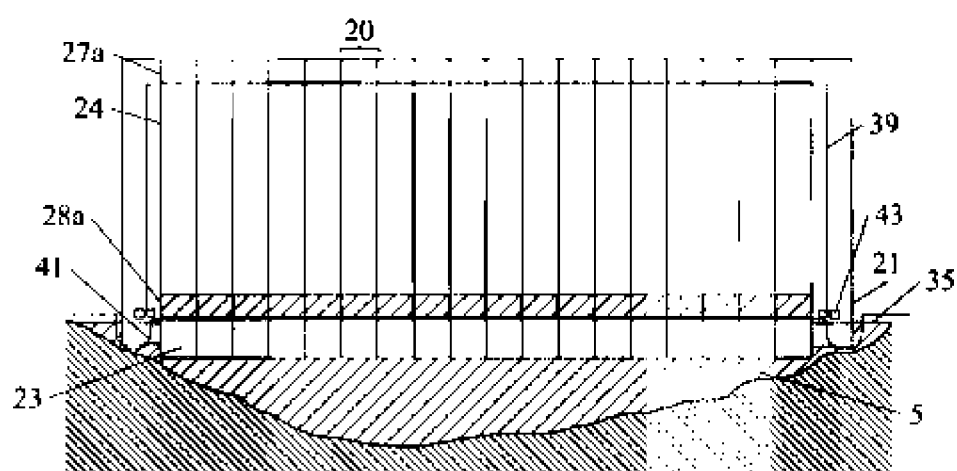
Obr. 37a



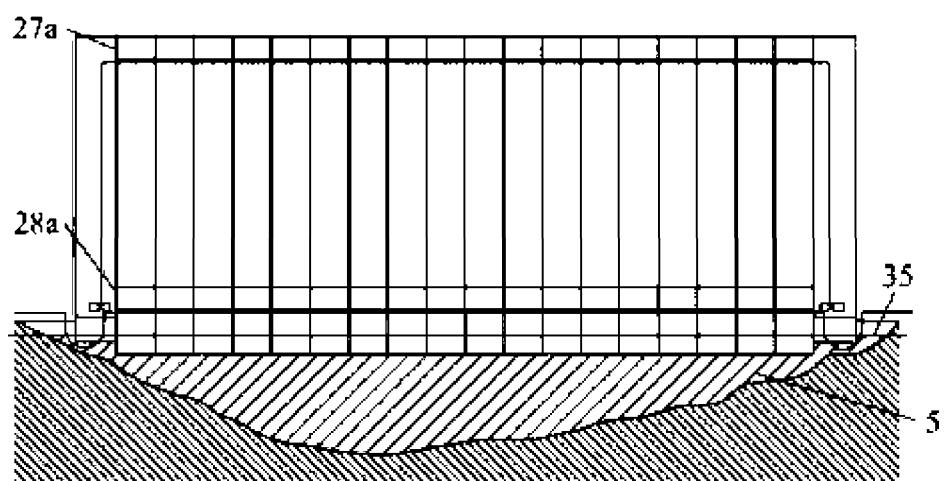
Obr. 37b



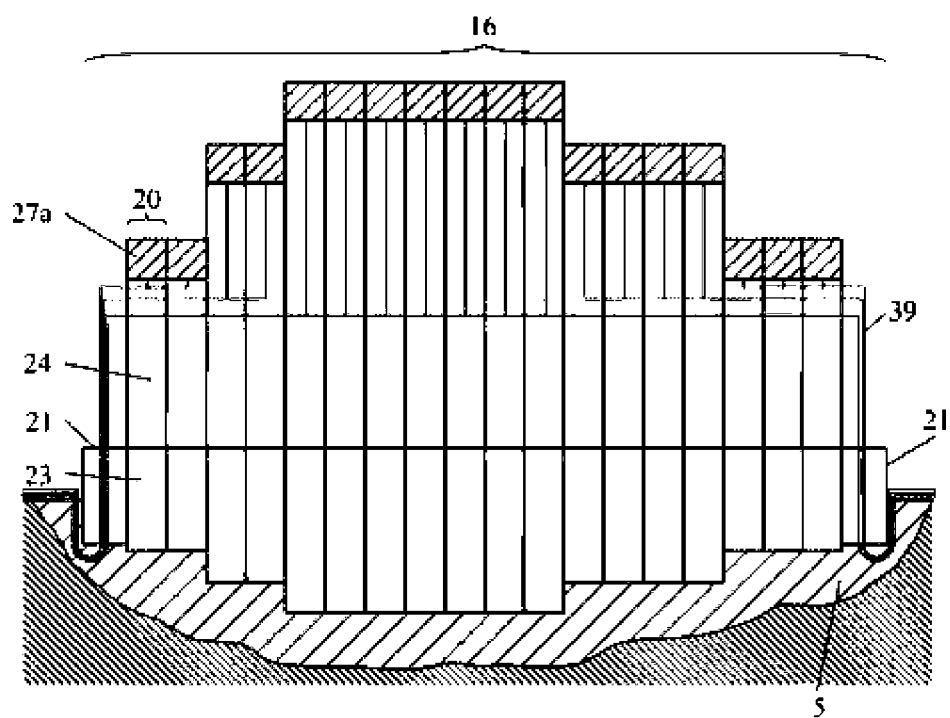
Obr. 38a



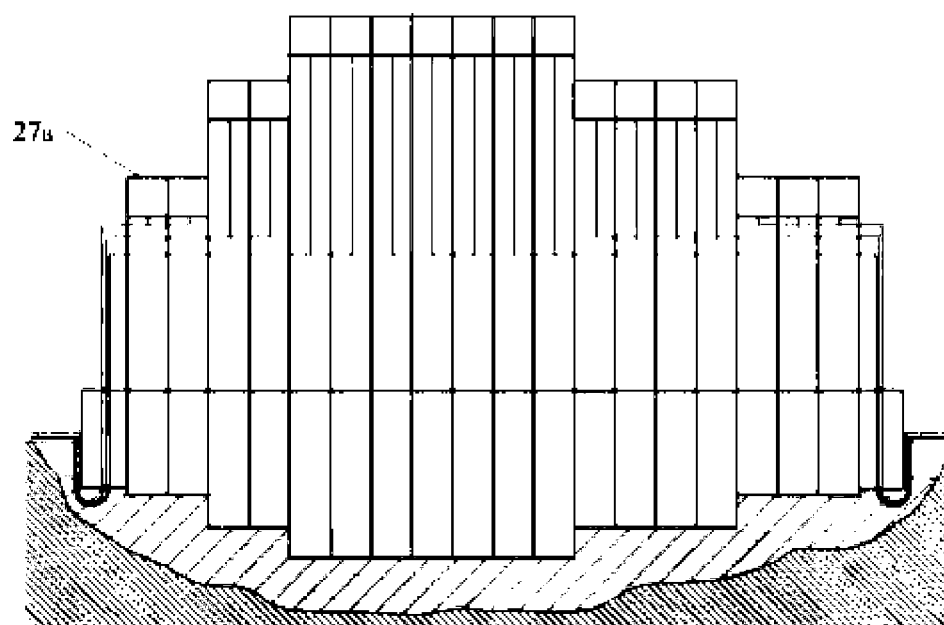
Obr. 38b



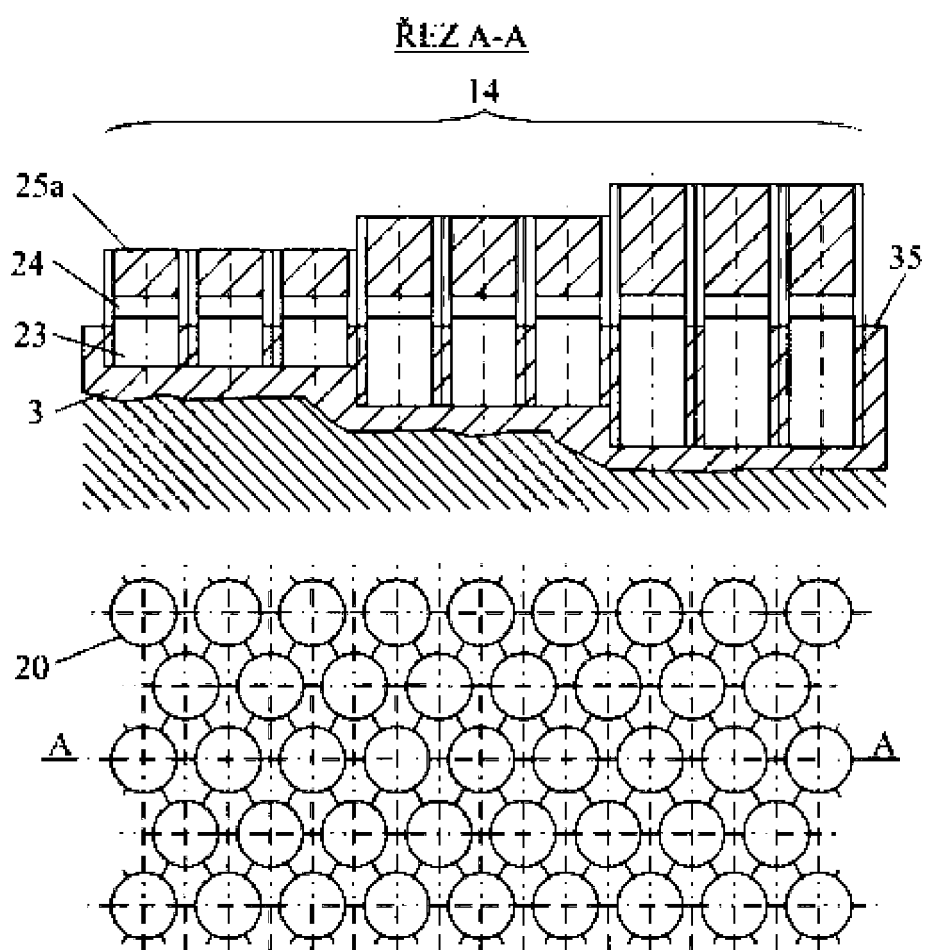
Obr. 38c



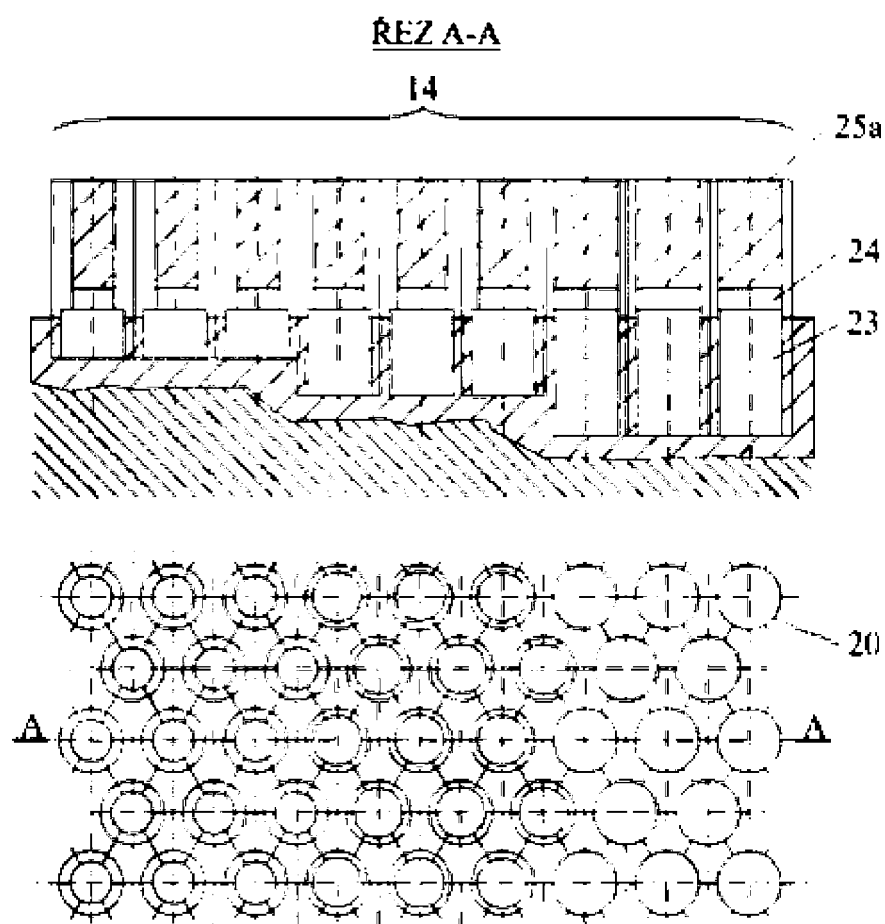
Obr. 39a



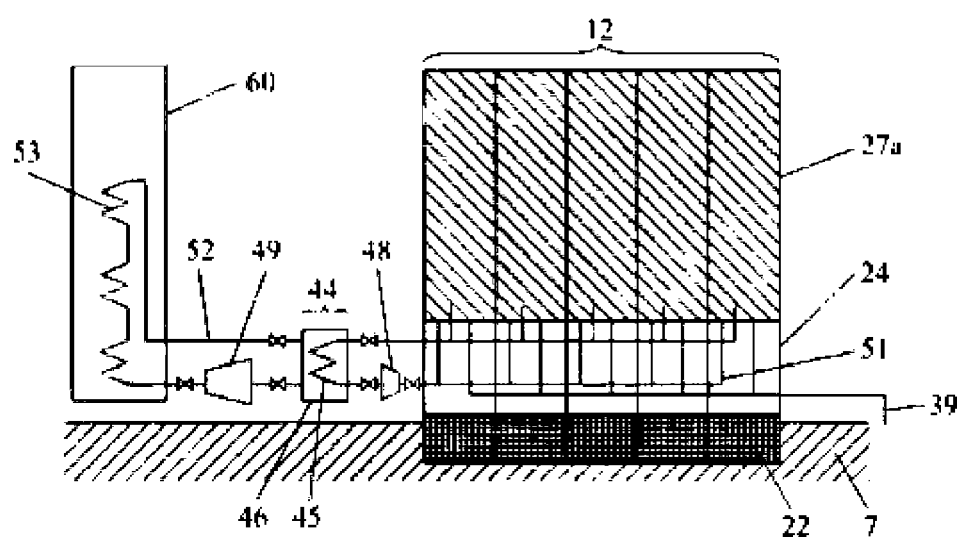
Obr. 39b



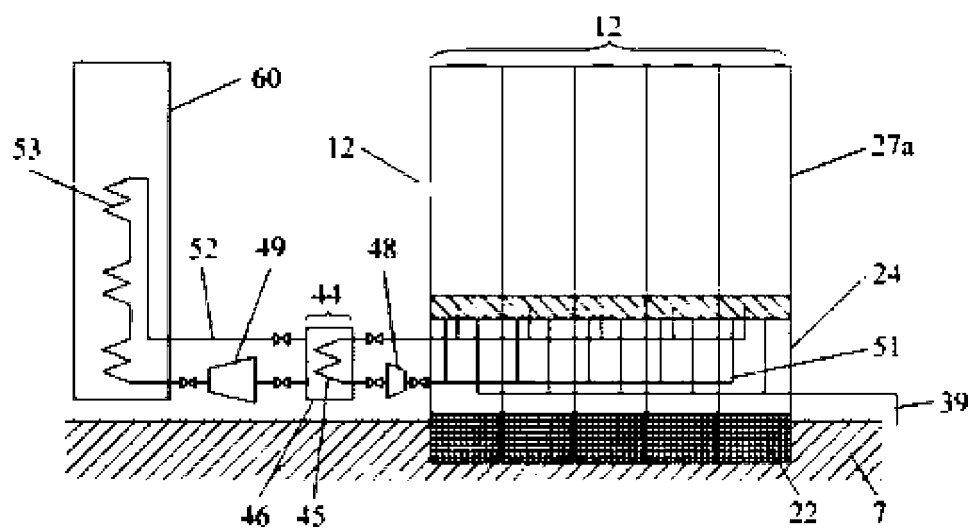
Obr. 40a



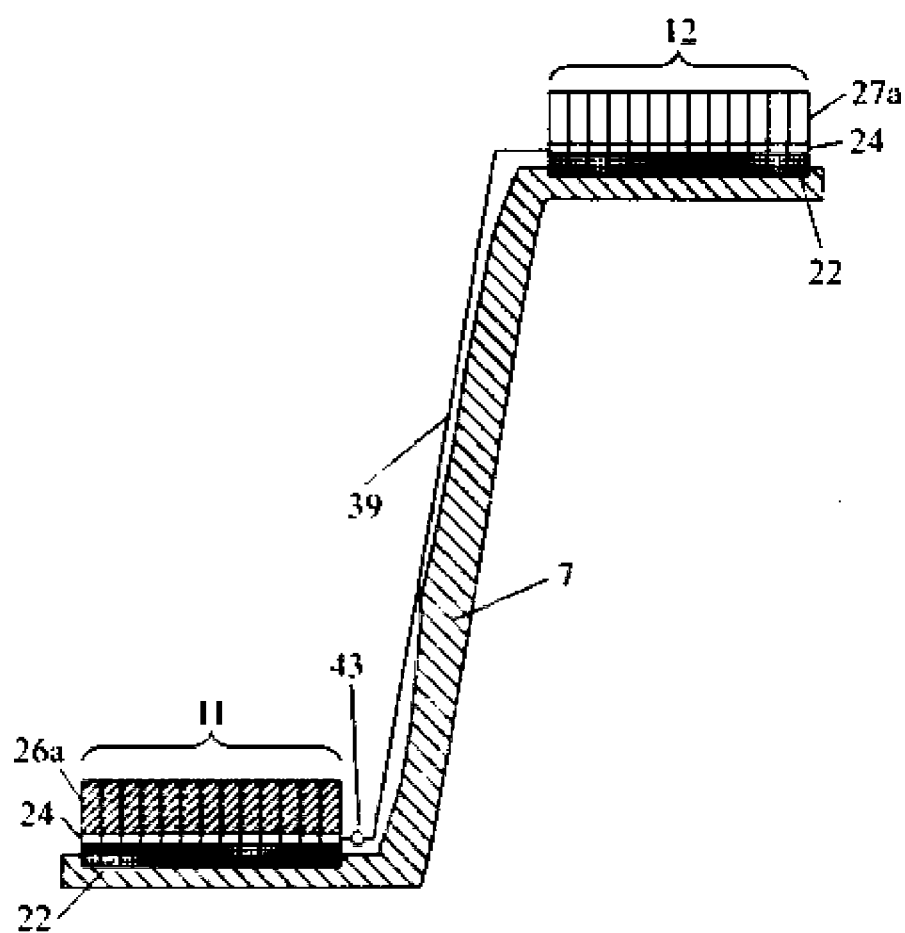
Obr. 40b



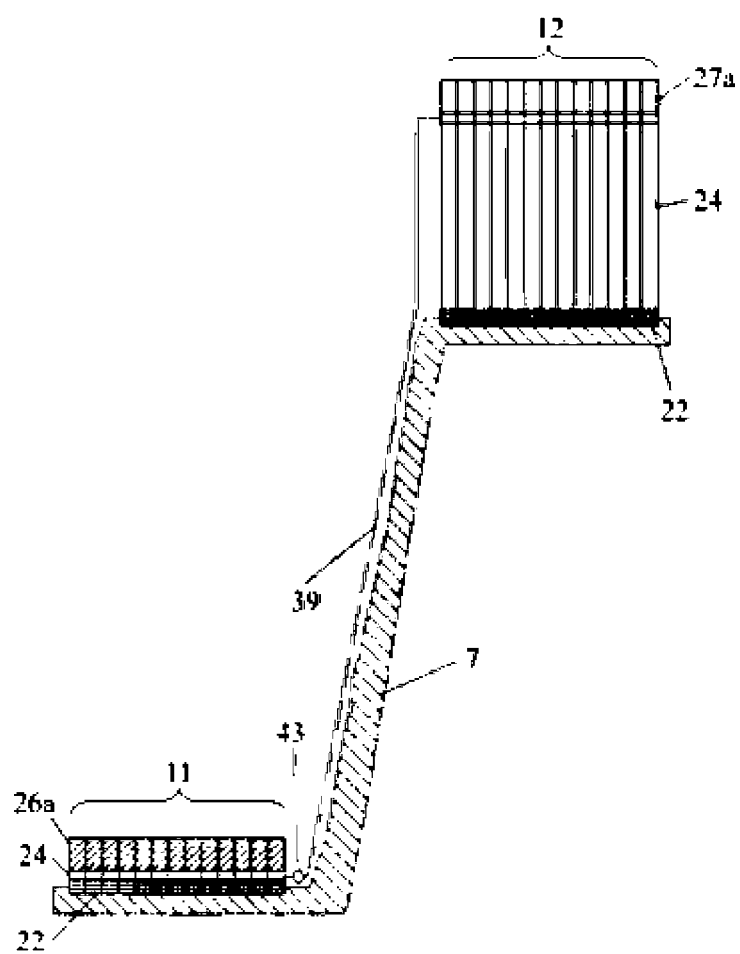
Obr. 41a



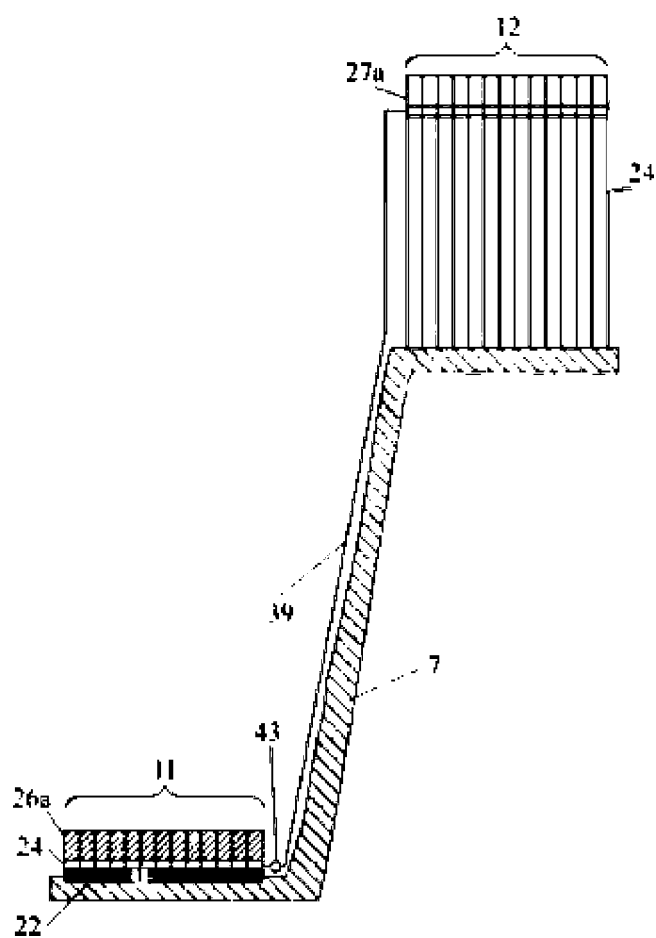
Obr. 41b



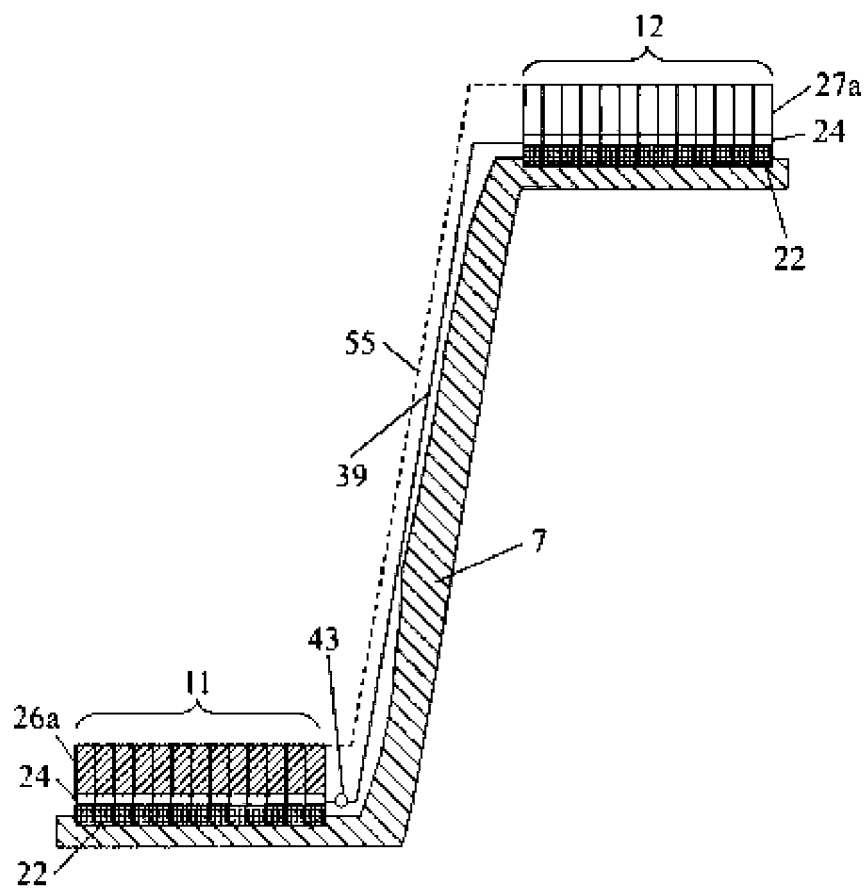
Obr. 42a



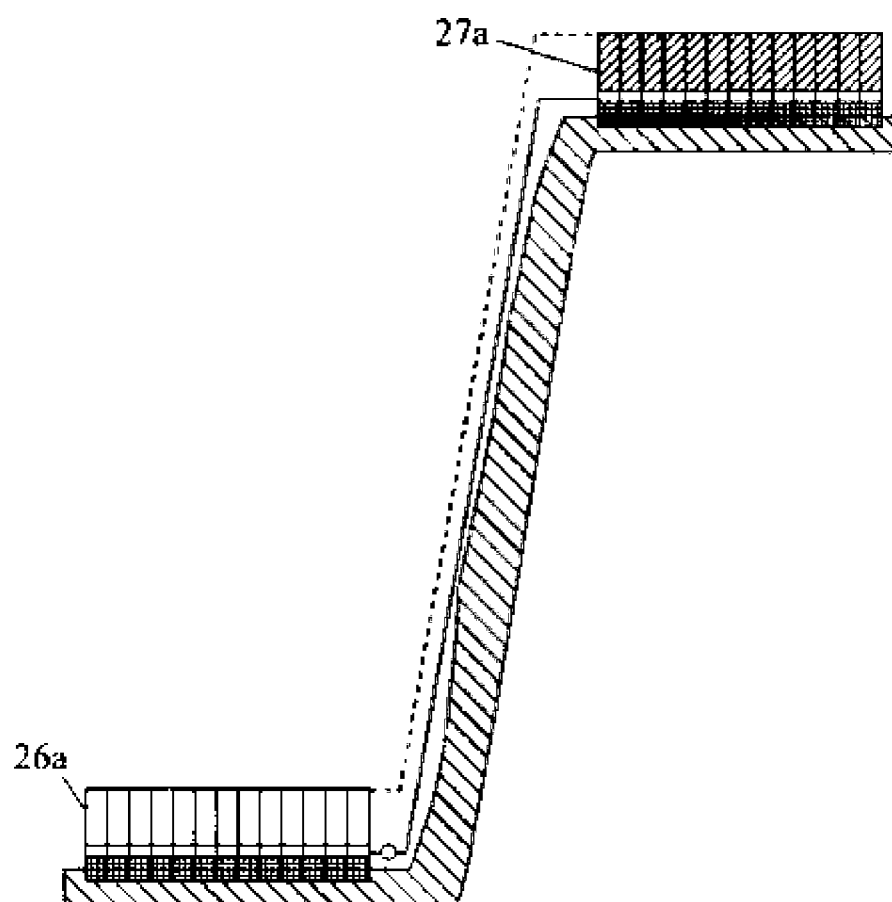
Obr. 42b



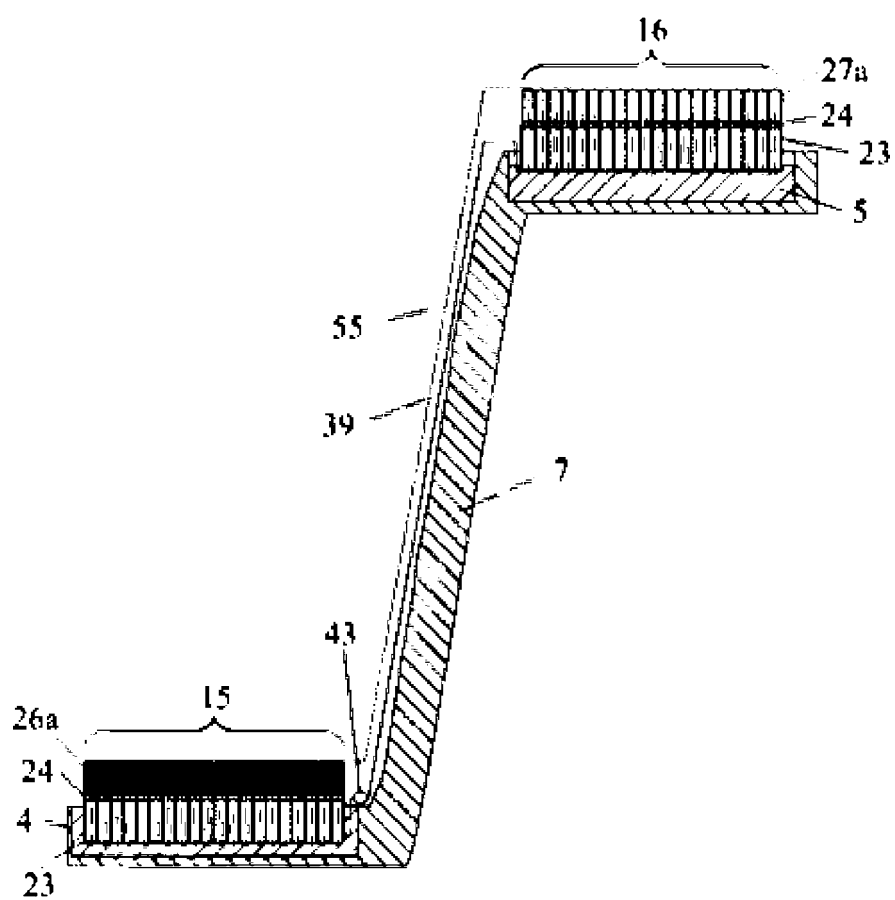
Obr. 42c



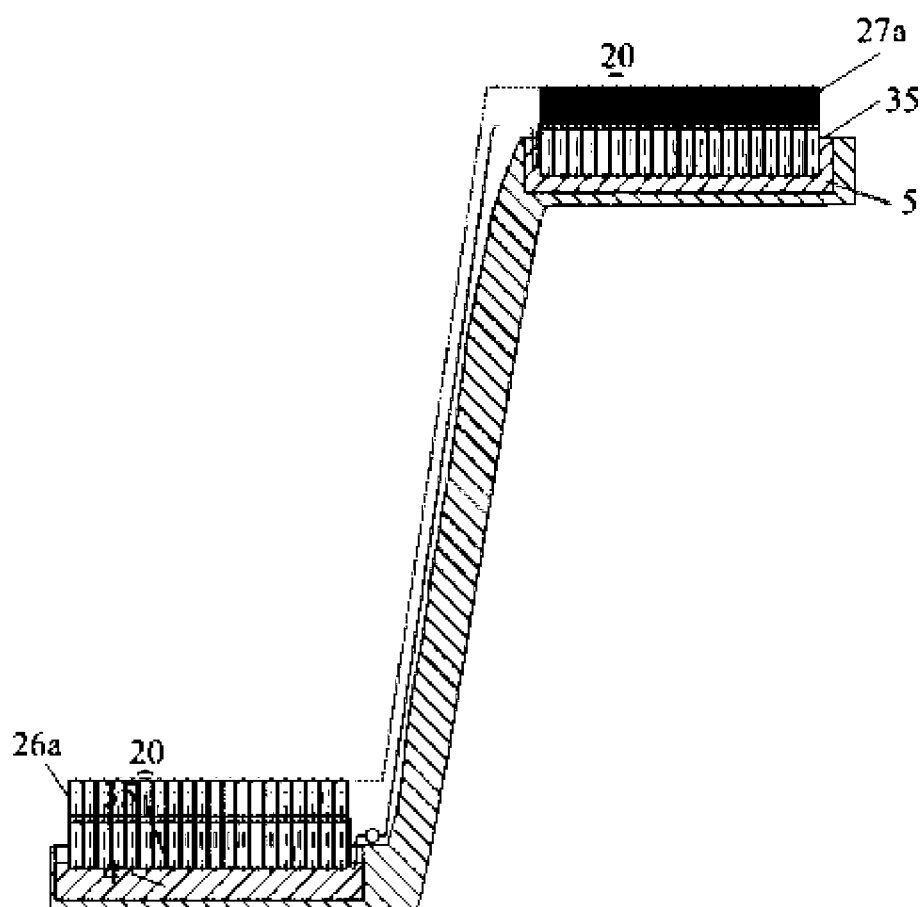
Obr. 43a



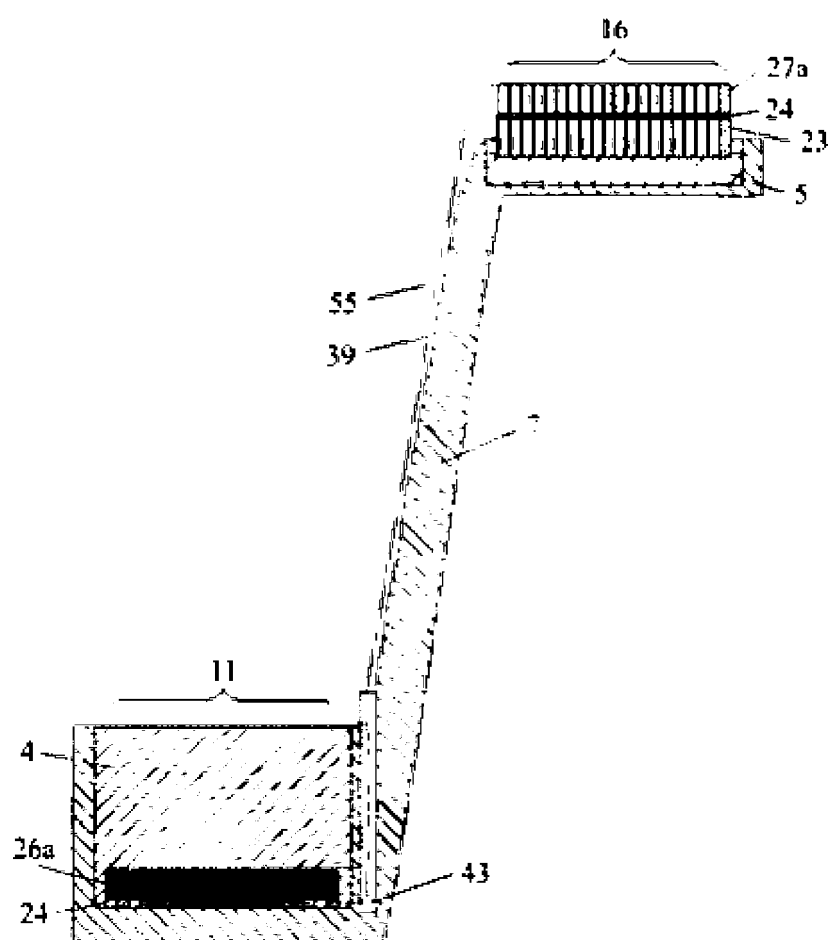
Obr. 43b



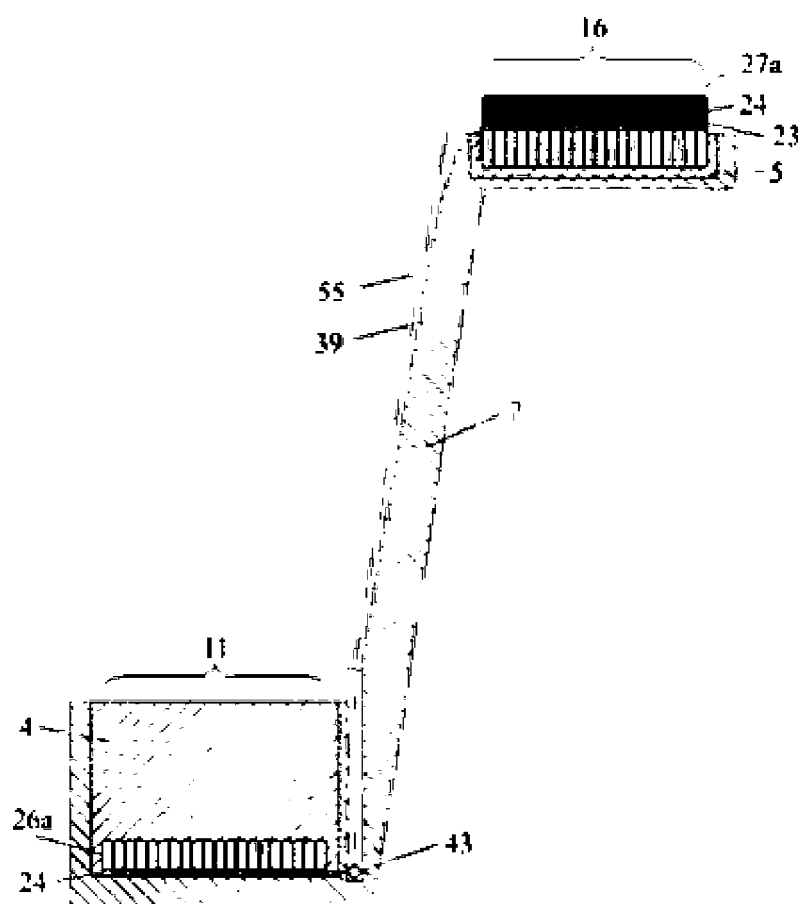
Obr. 44a



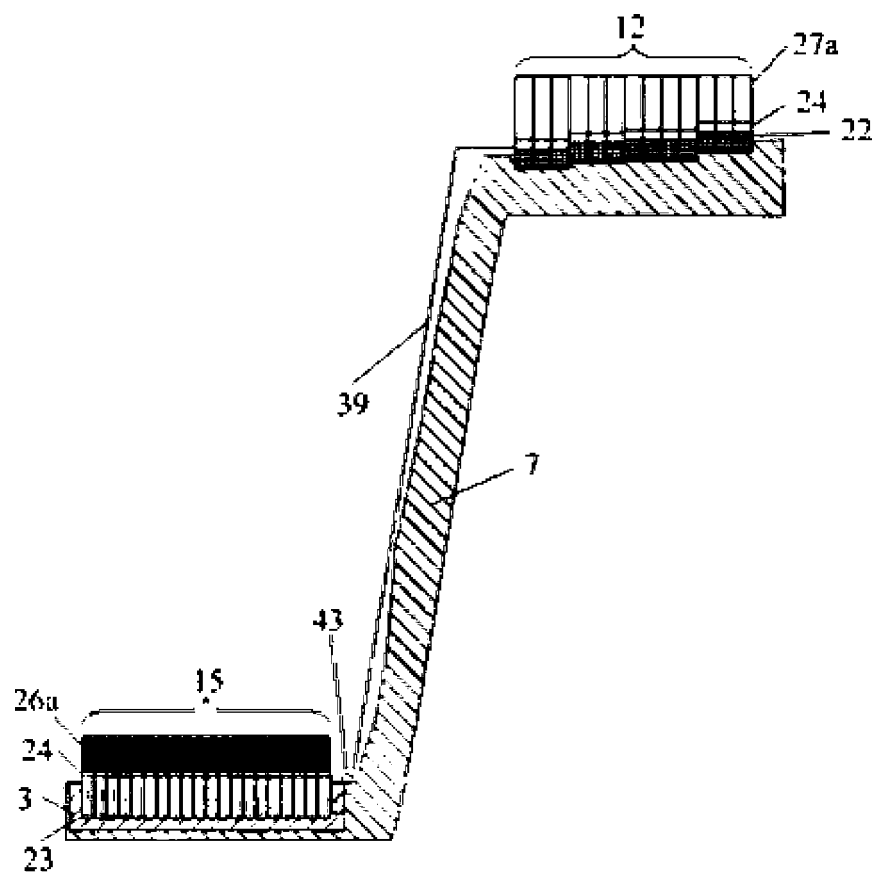
Obr. 44b



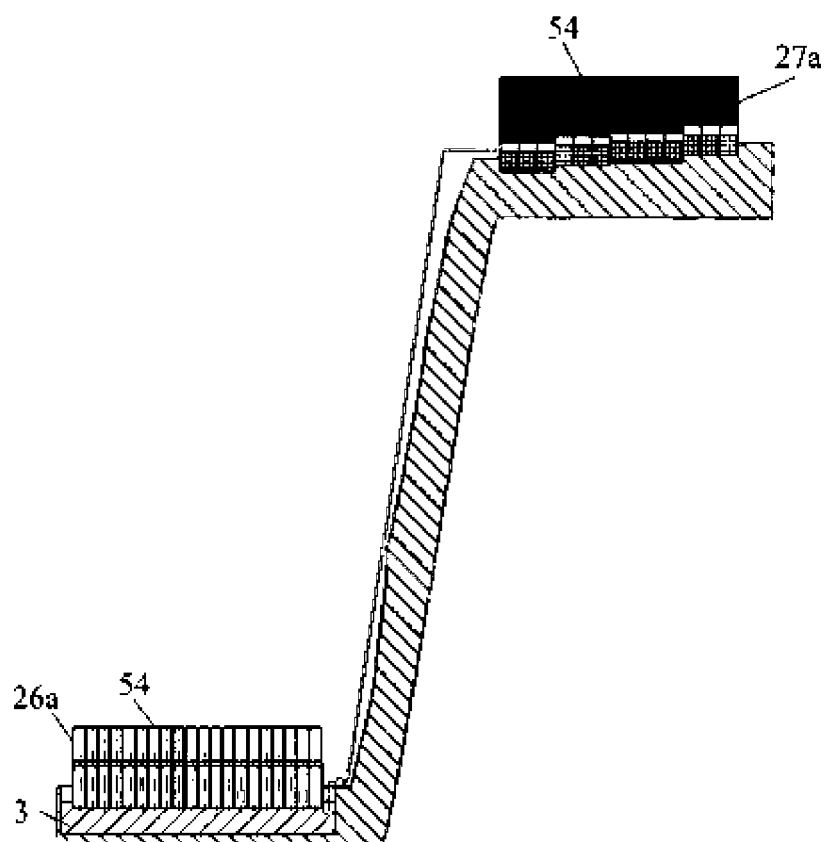
Obr. 45a



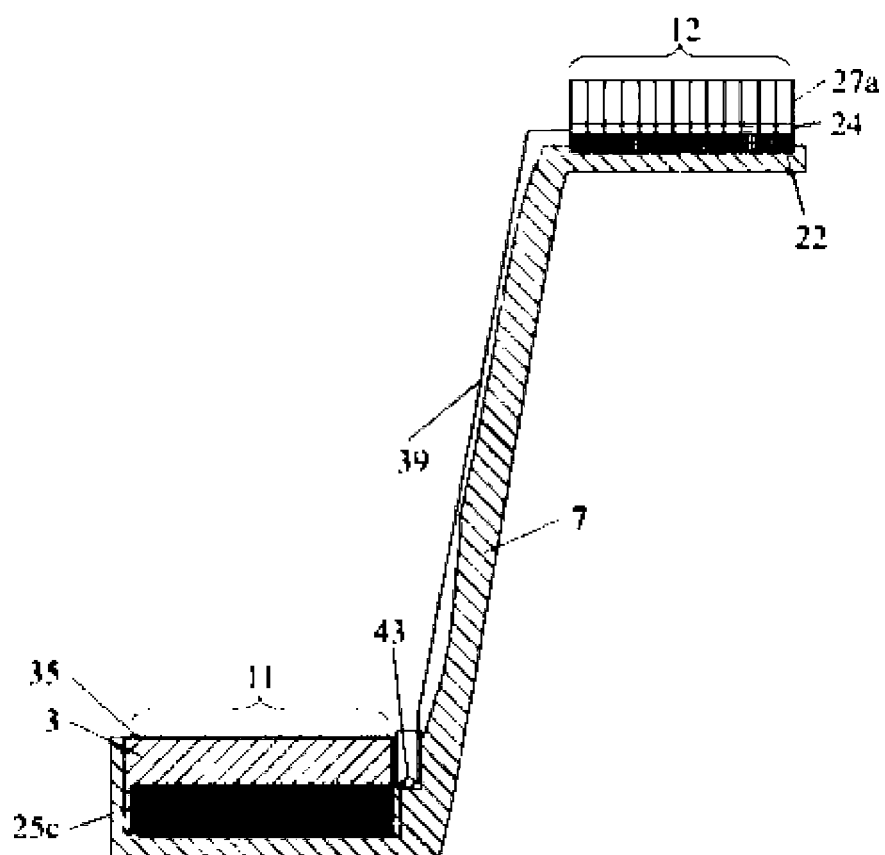
Obr. 45b



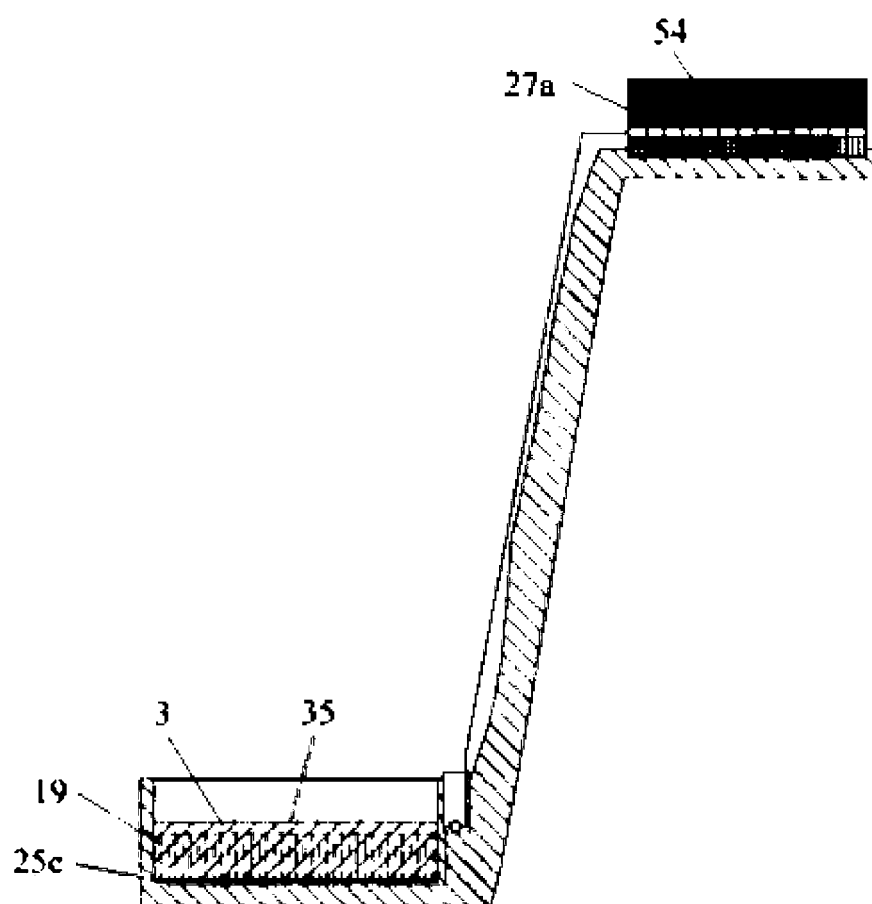
Obr. 46a



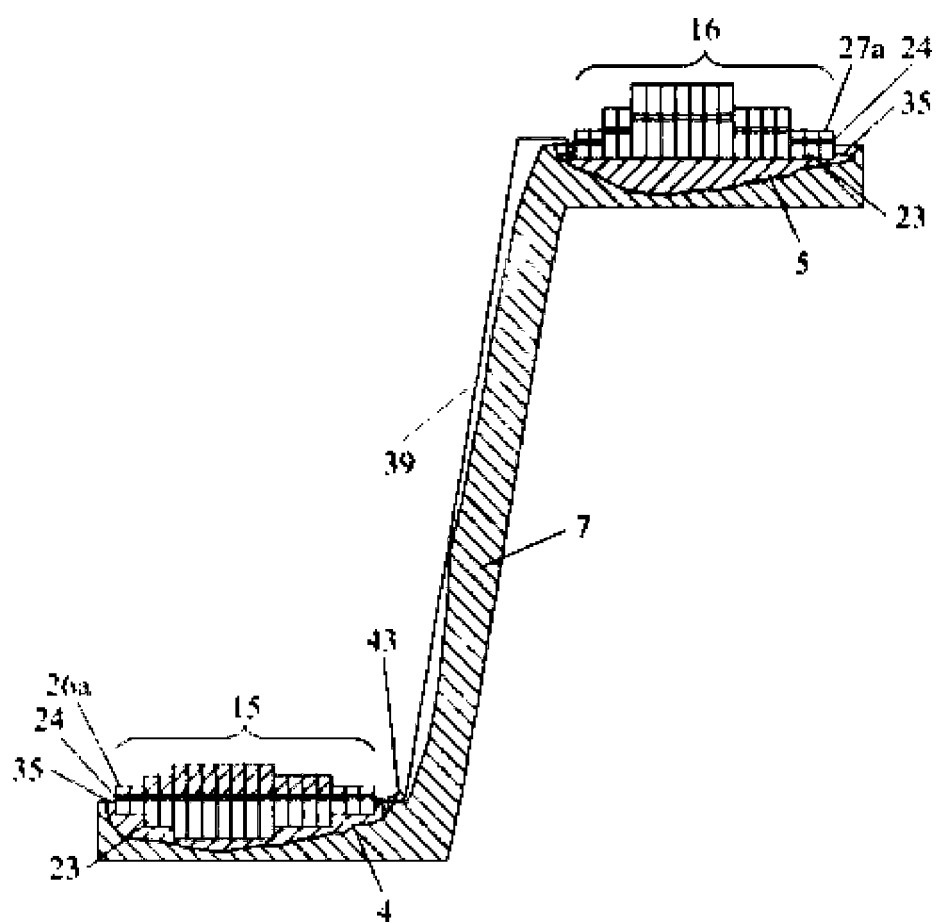
Obr. 46b



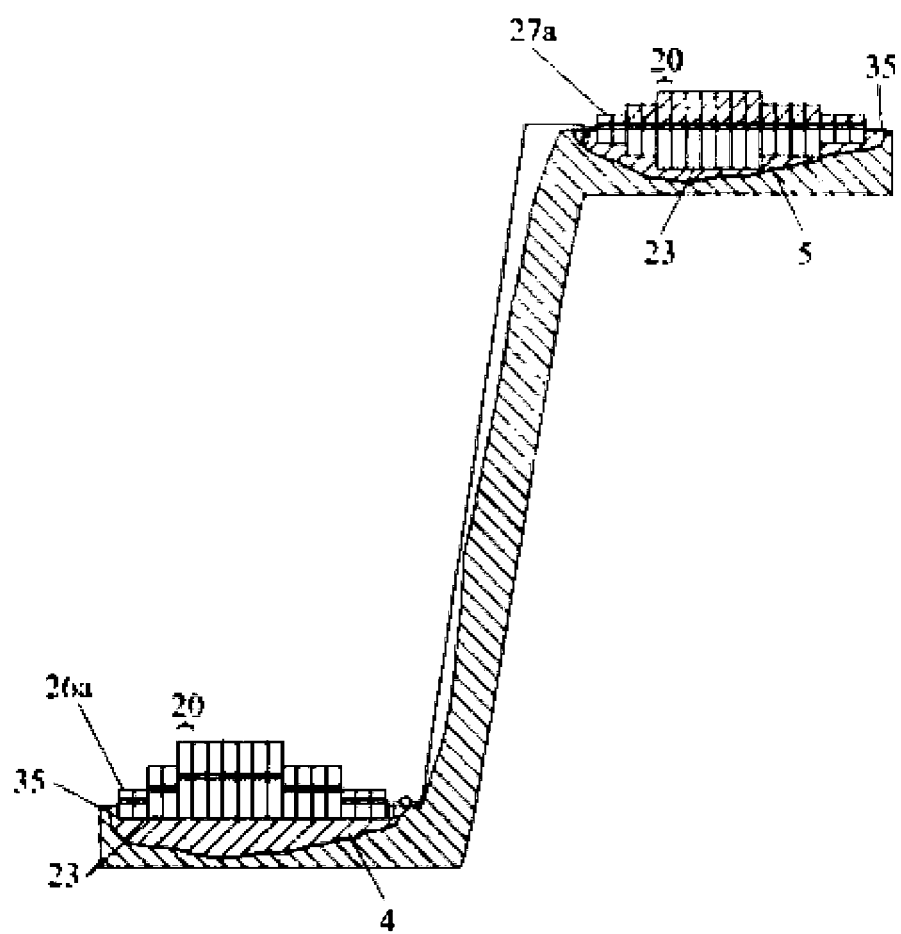
Obr. 47a



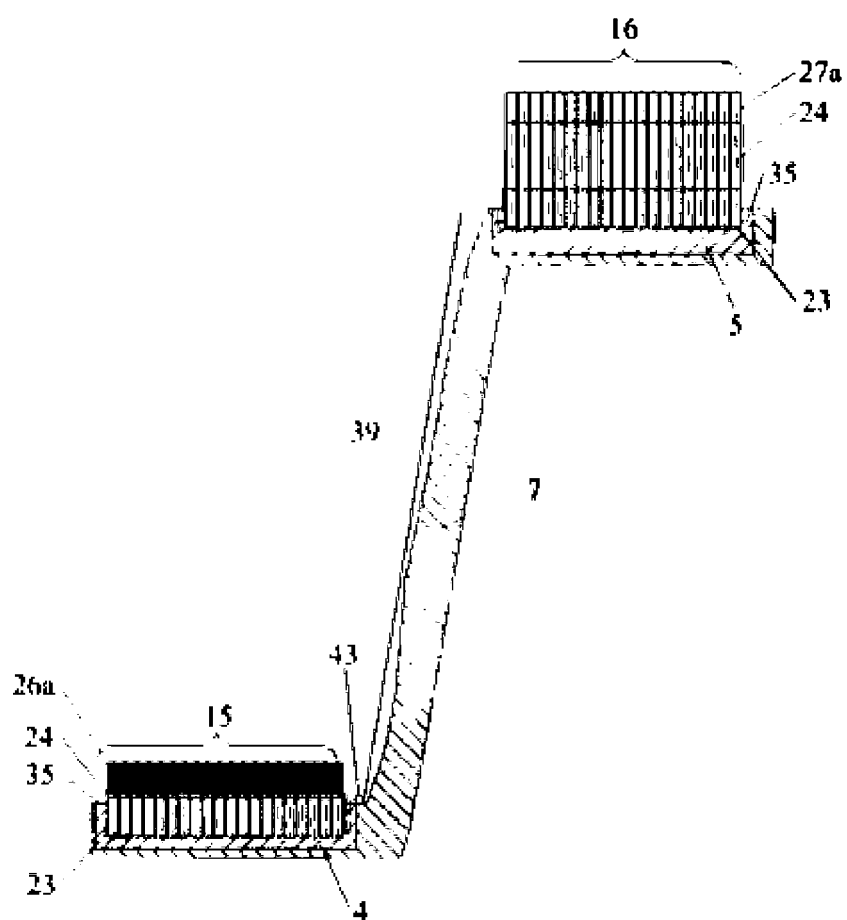
Obr. 47b



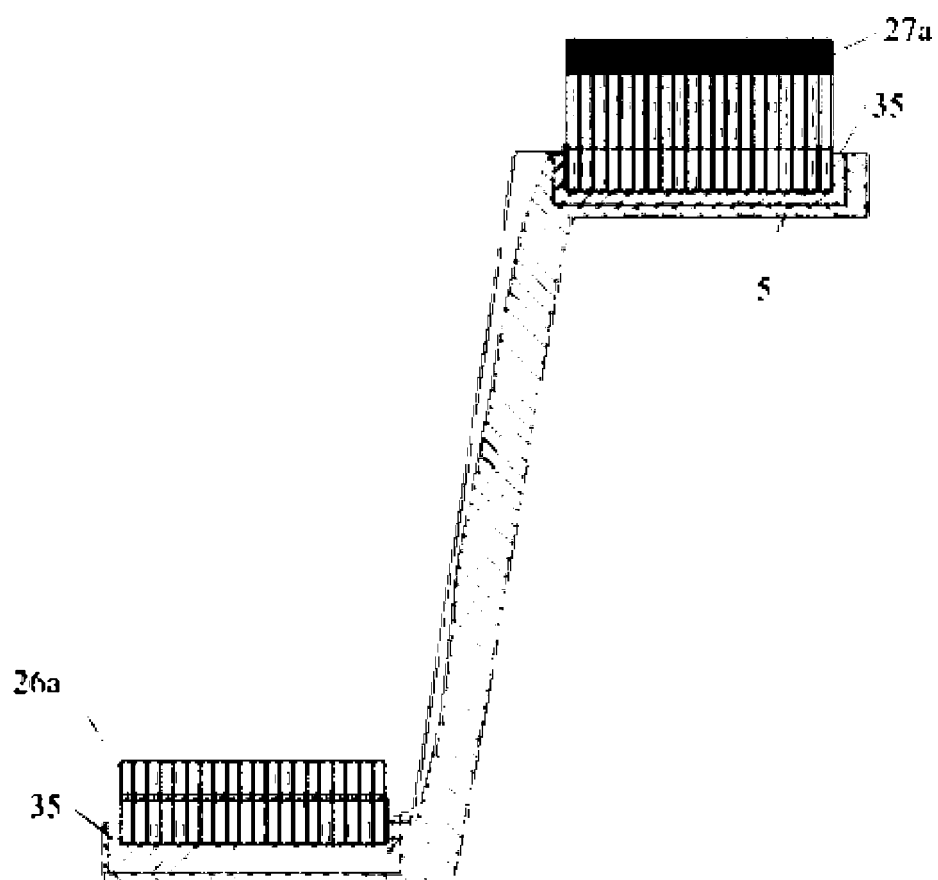
Obr. 48a



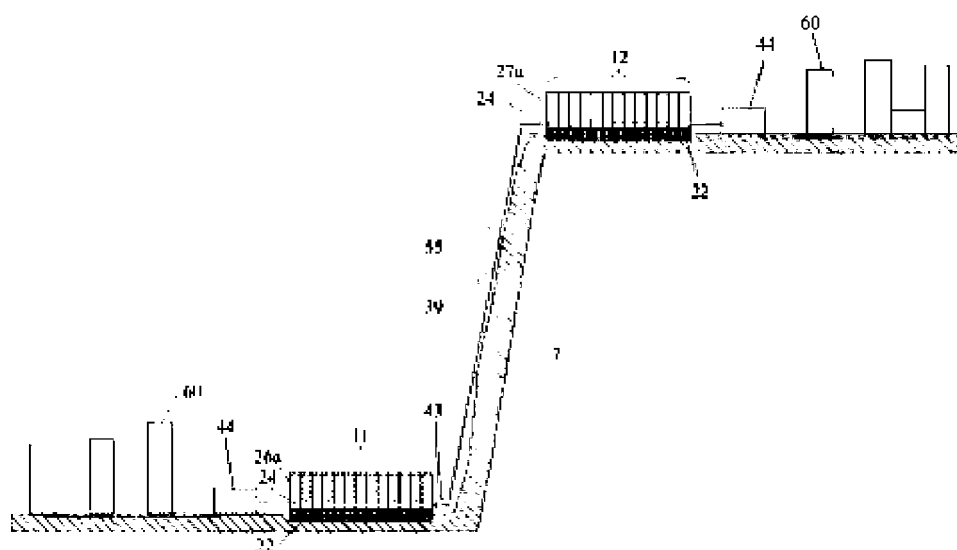
Obr. 48b



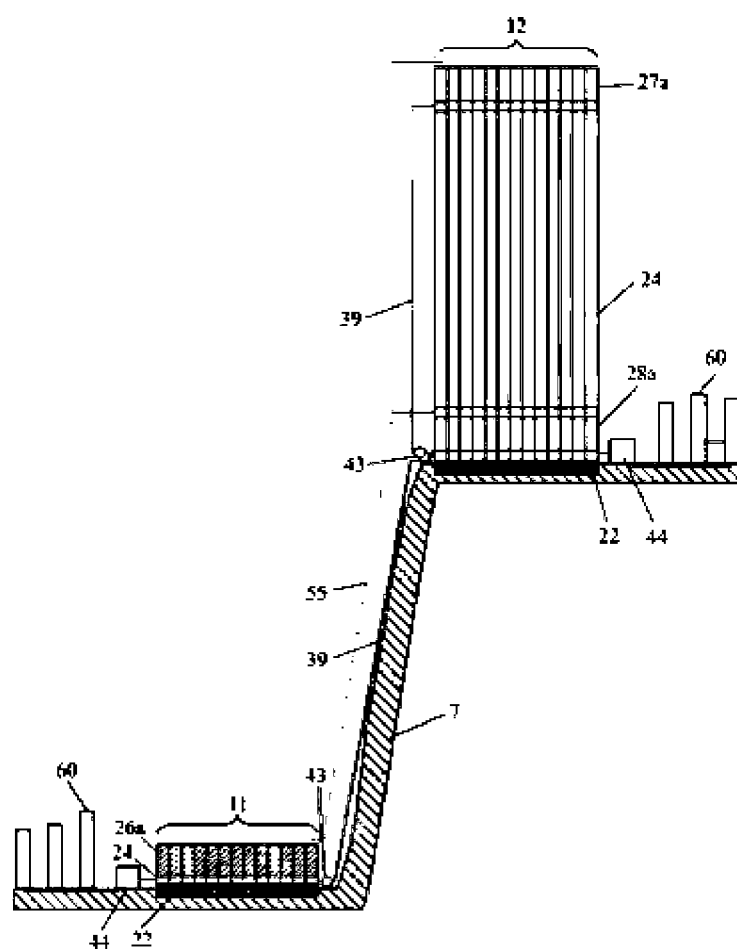
Obr. 49a



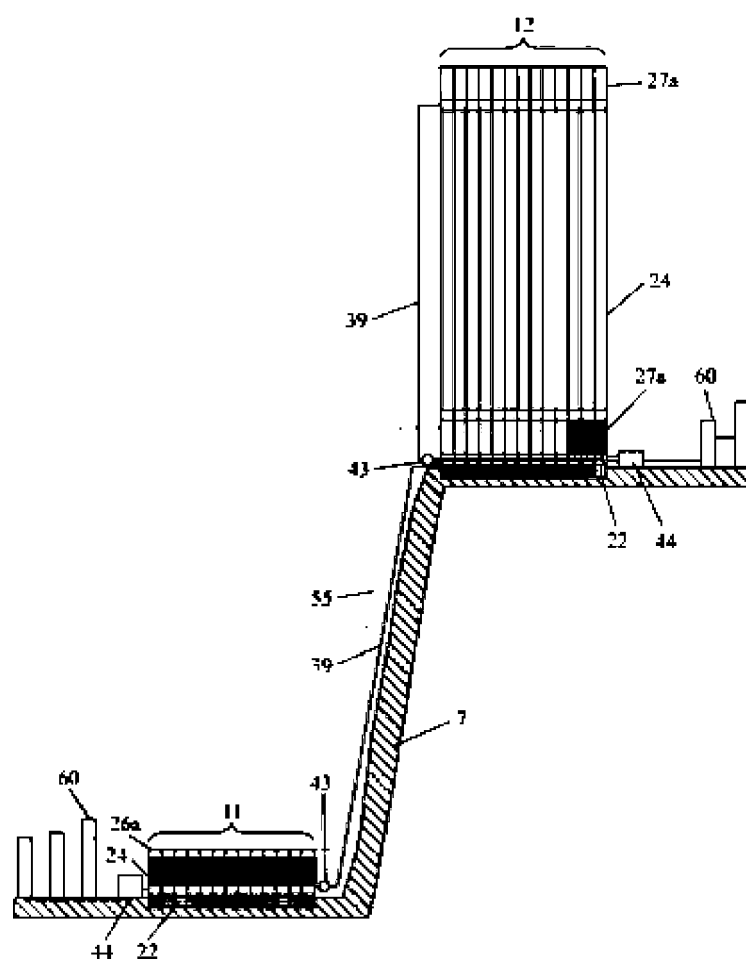
Obr. 49b



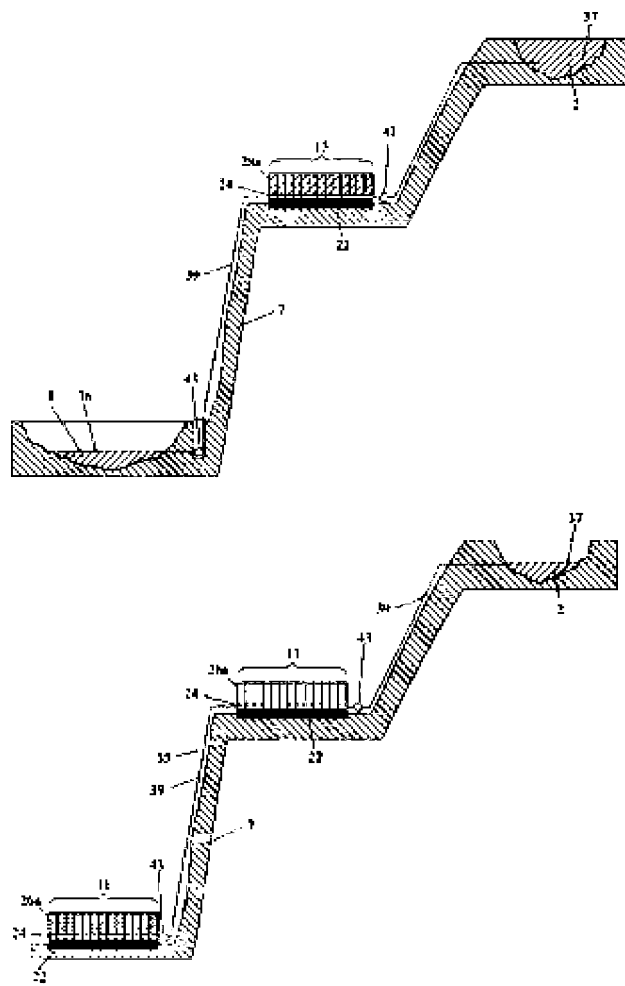
Obr. 50



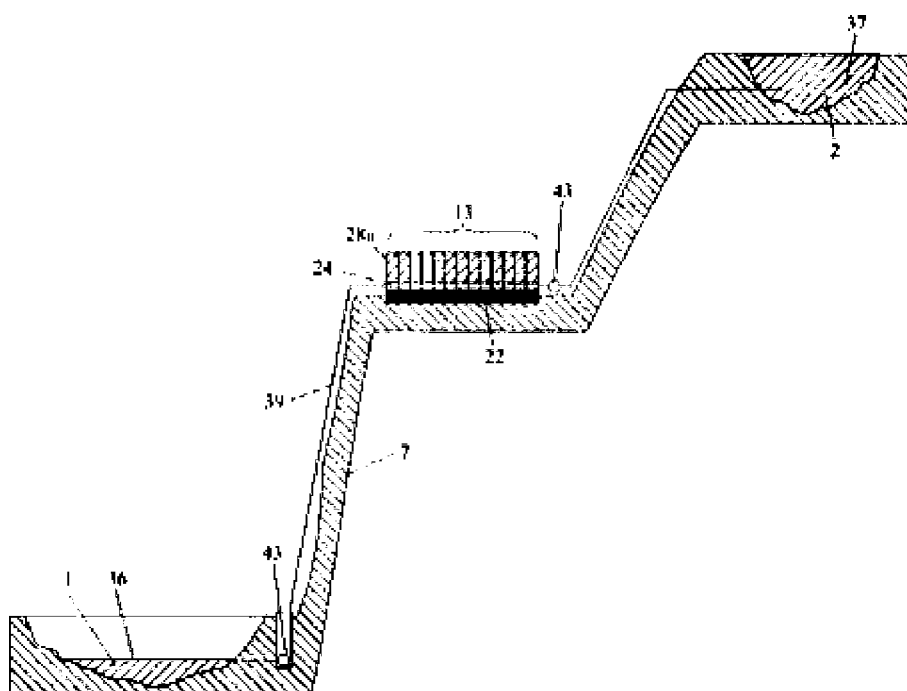
Obr. 51



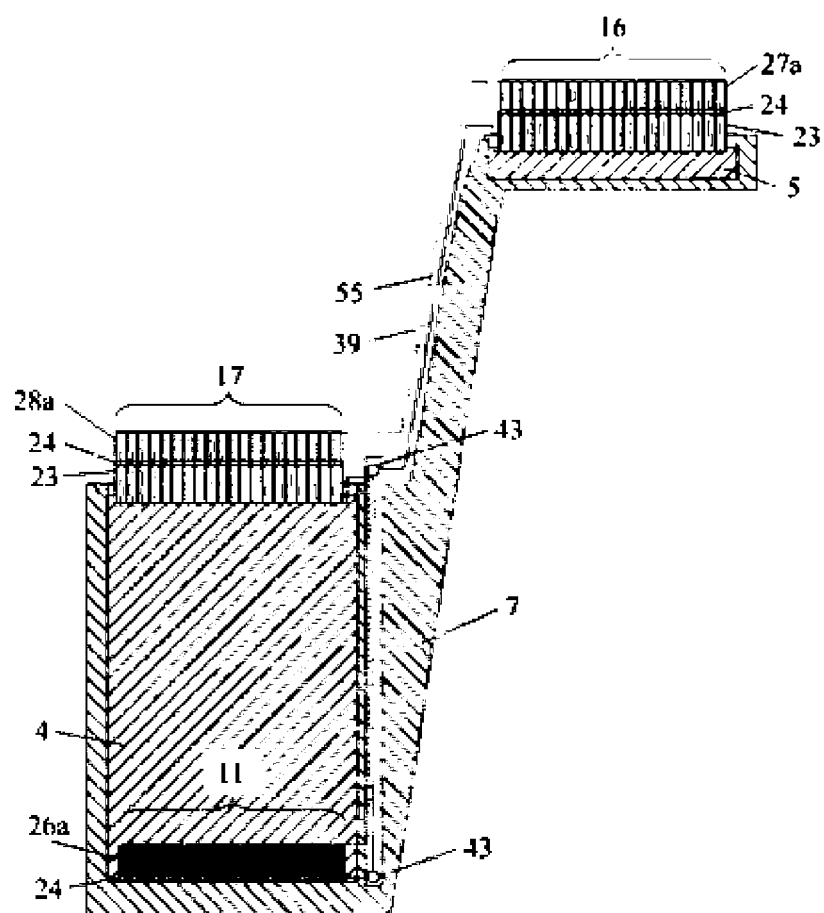
Obr. 52



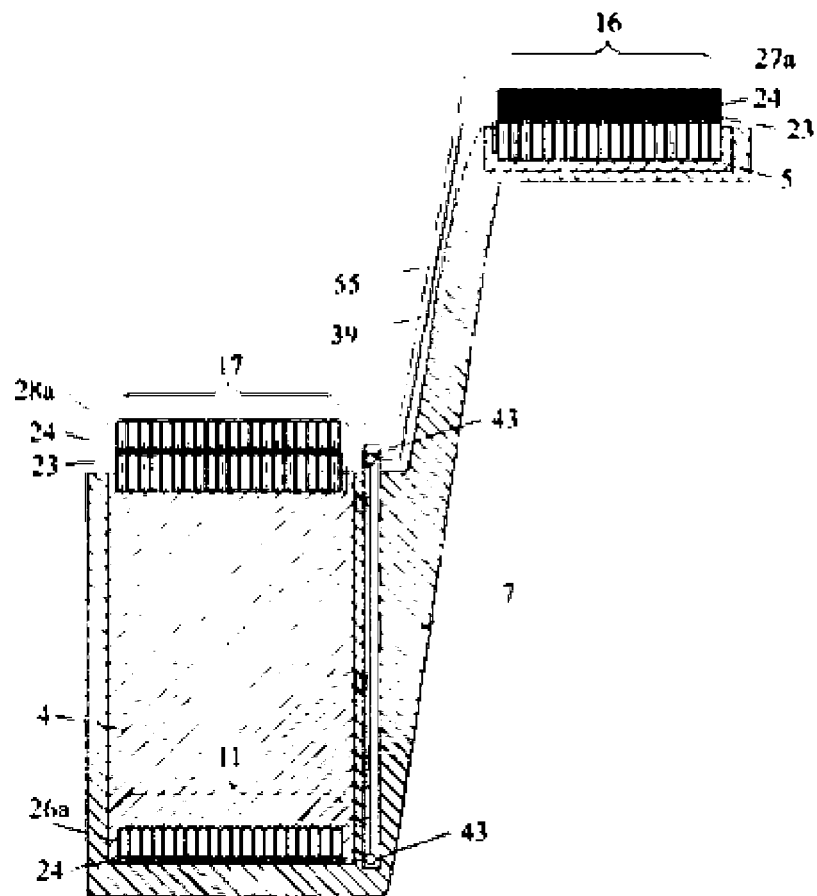
Obr. 53



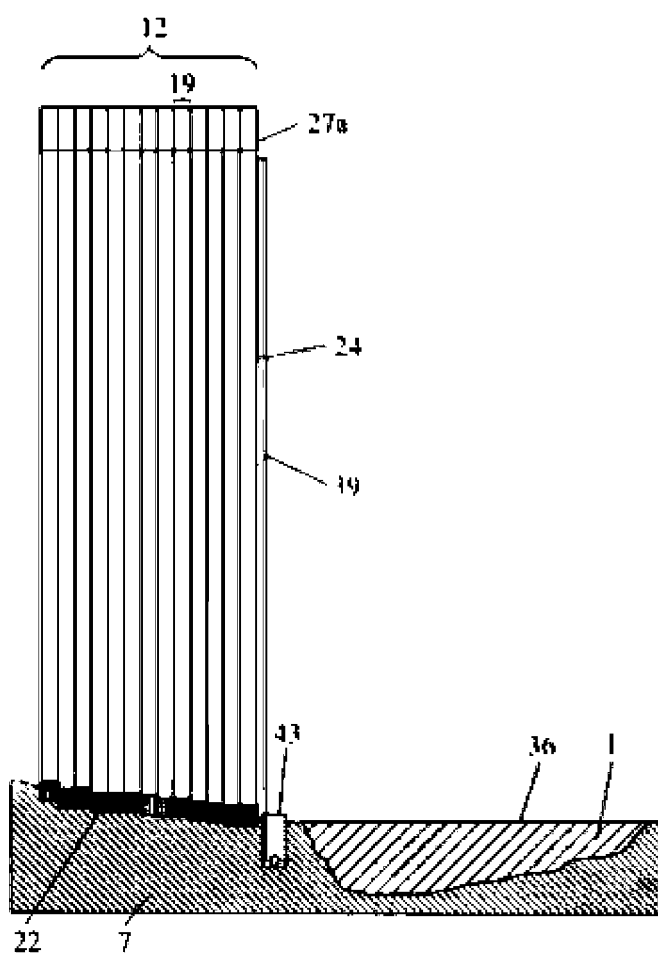
Obr. 54



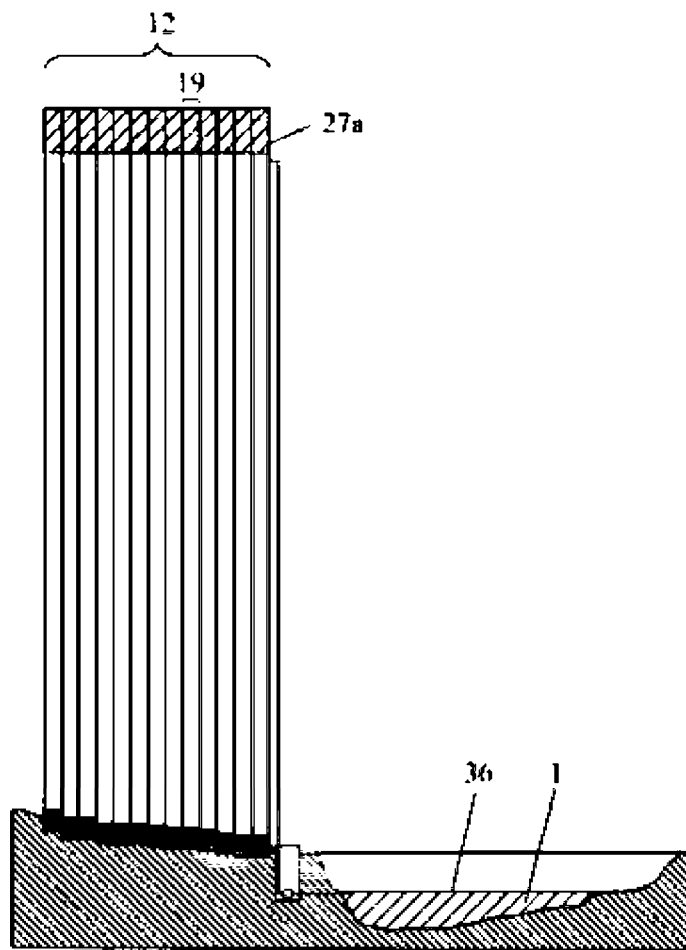
Obr. 55a



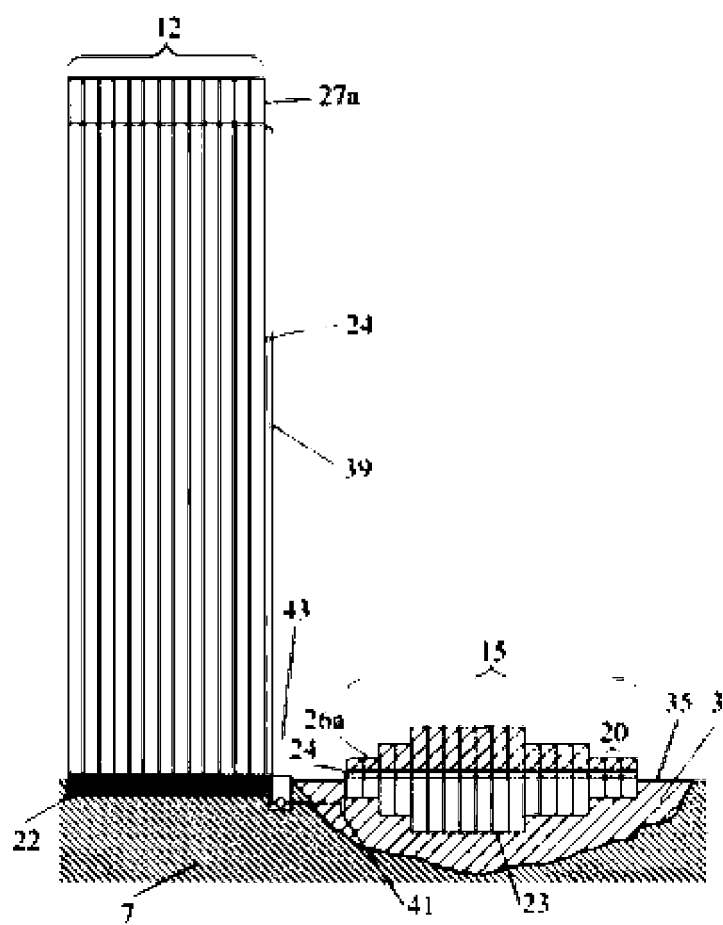
Obr. 55b



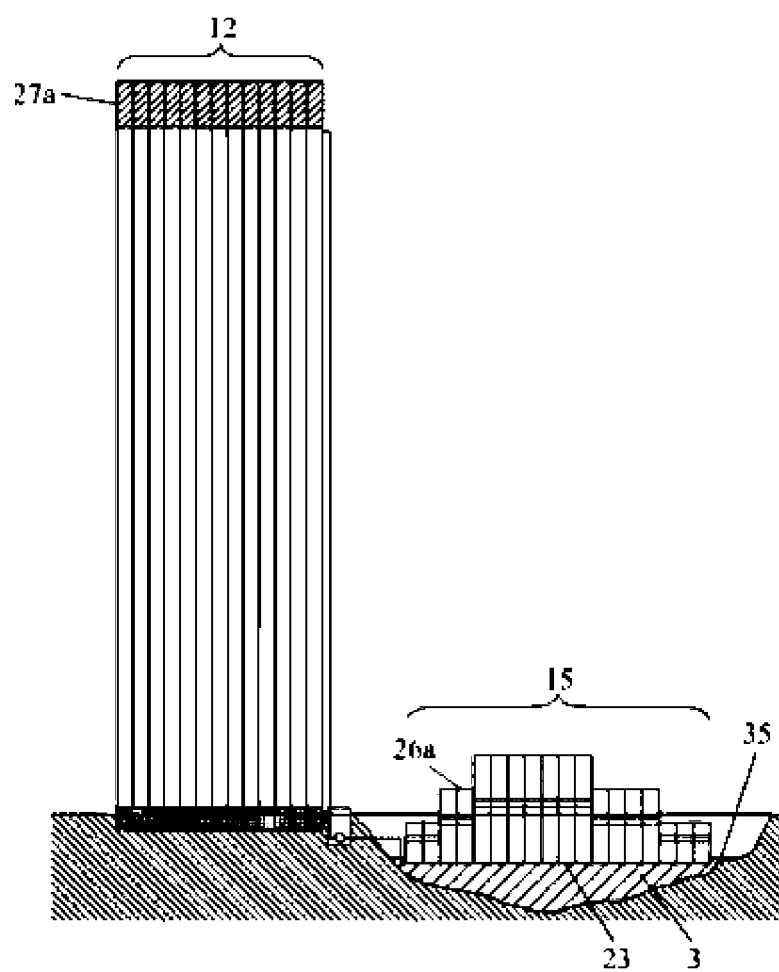
Obr. 56a



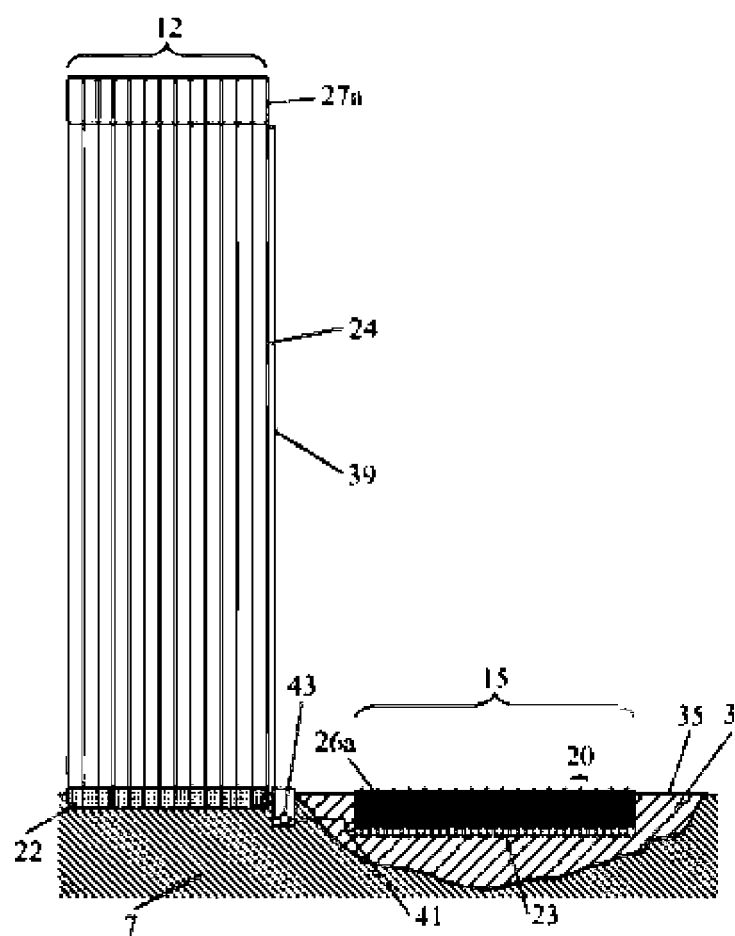
Obr. 56b



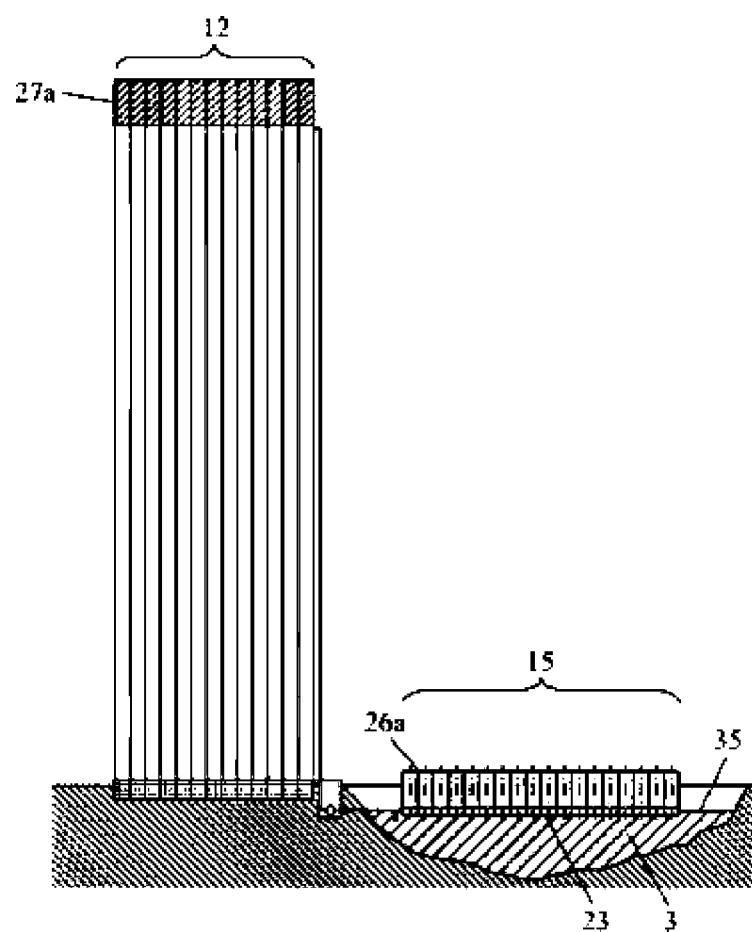
Obr. 57a



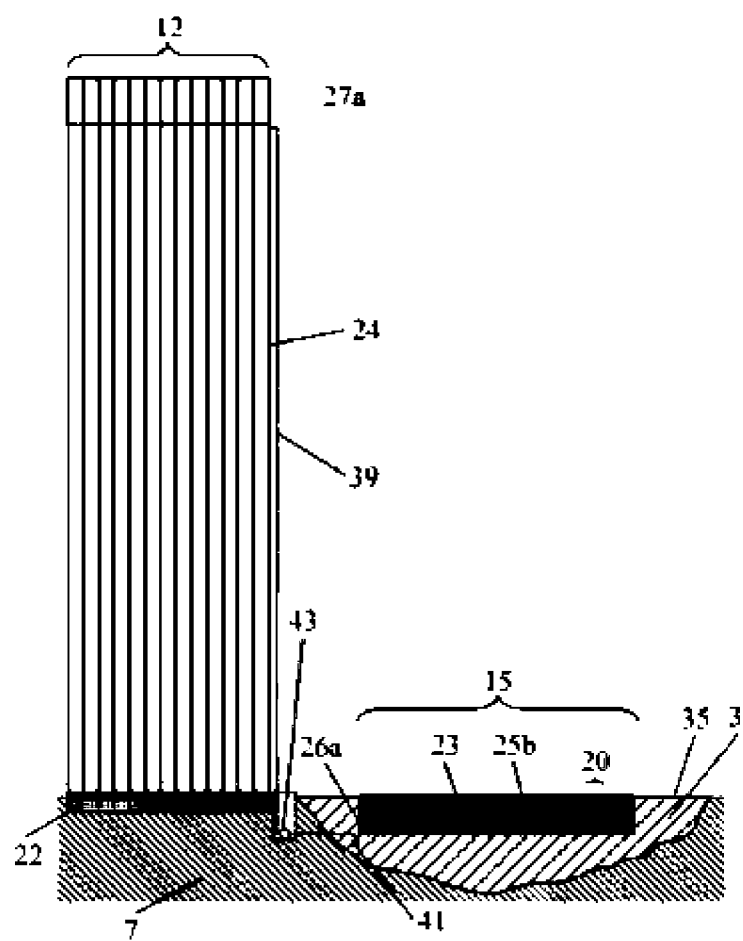
Obr. 57b



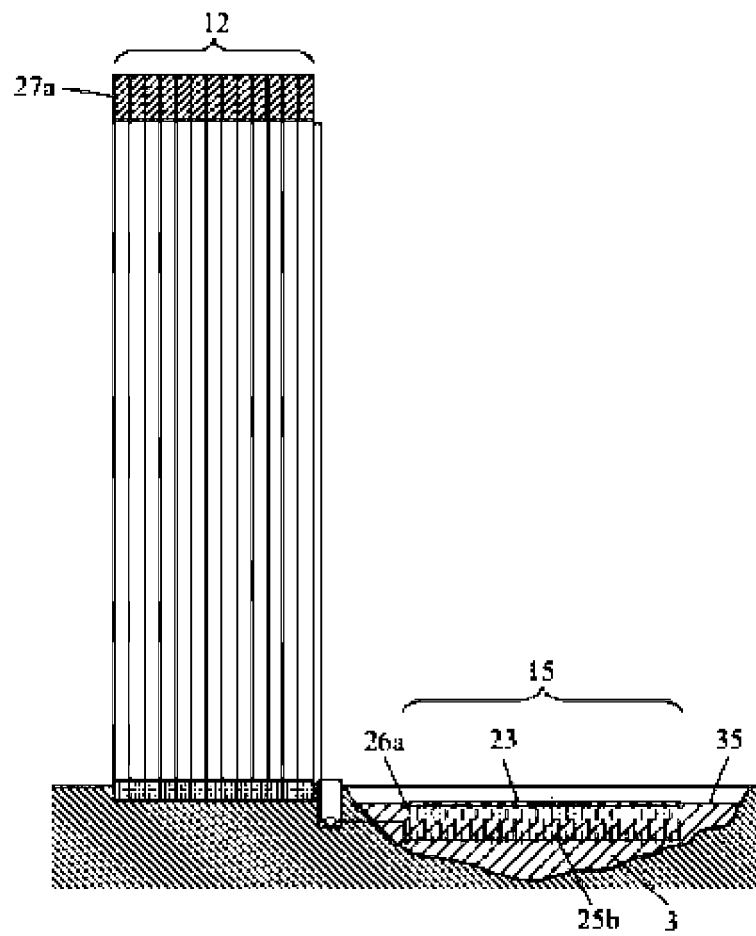
Obr. 58a



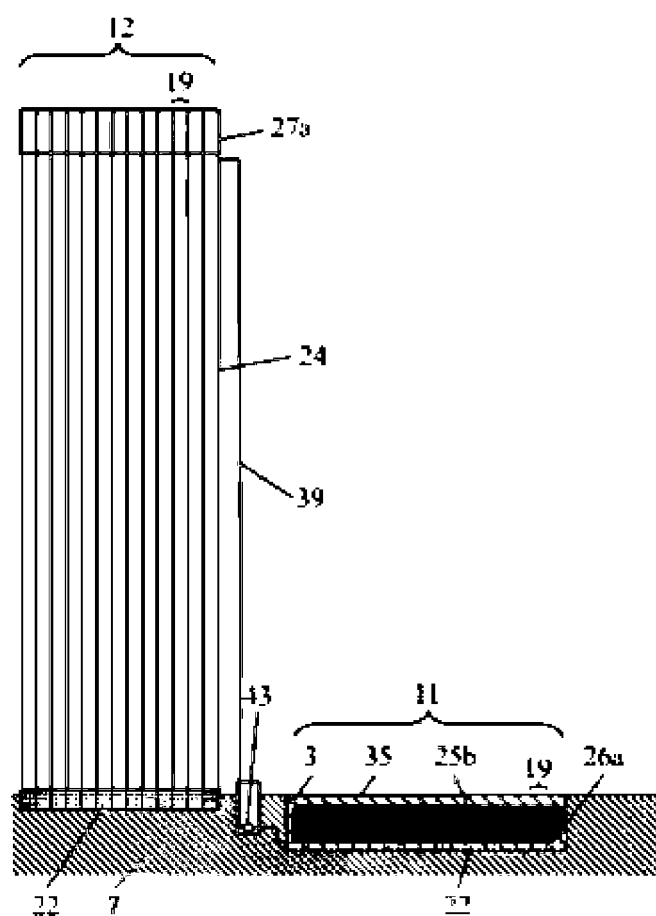
Obr. 58b



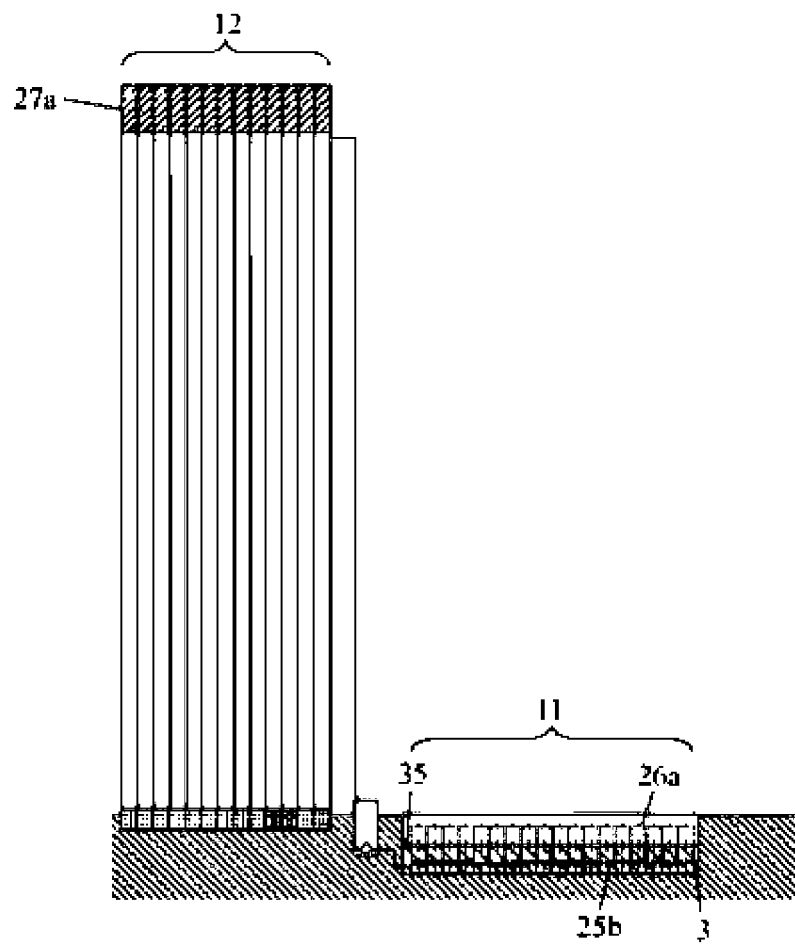
Obr. 59a



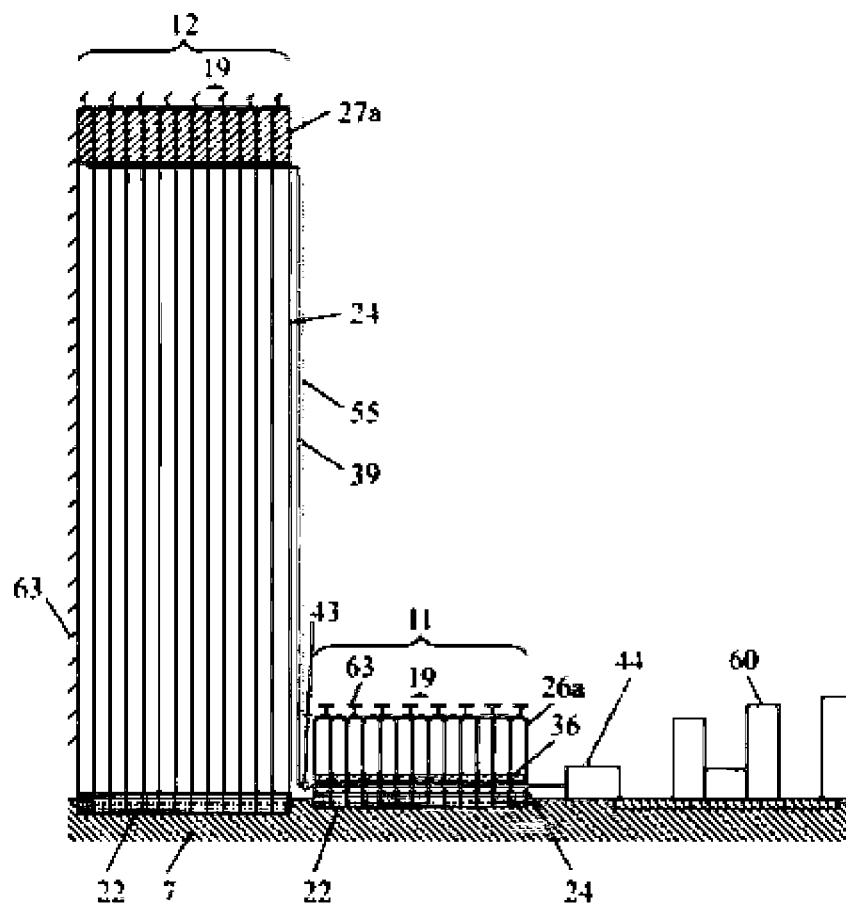
Obr. 59b



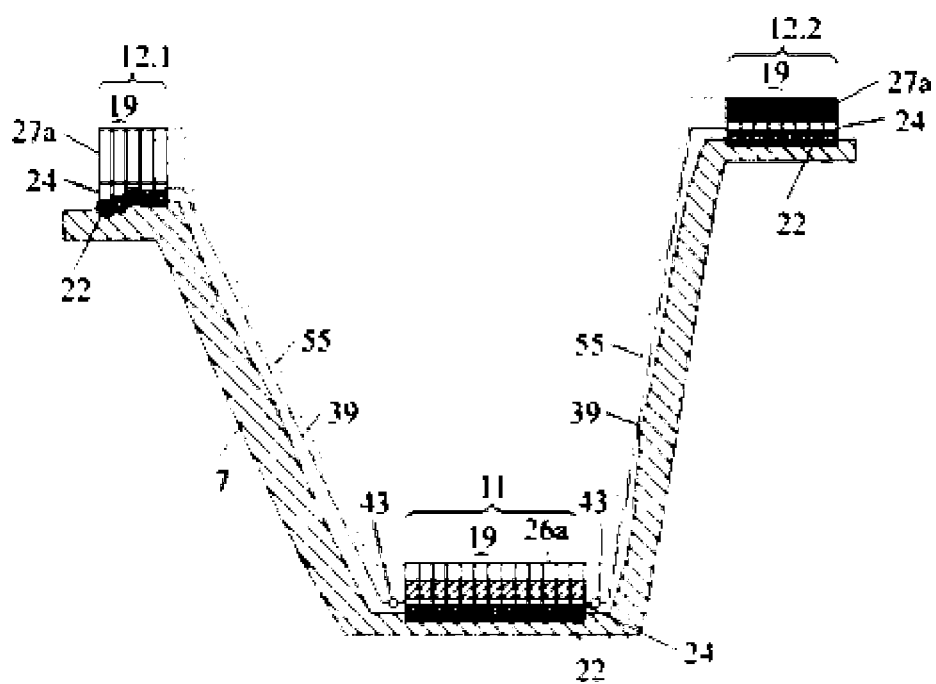
Obr. 60a



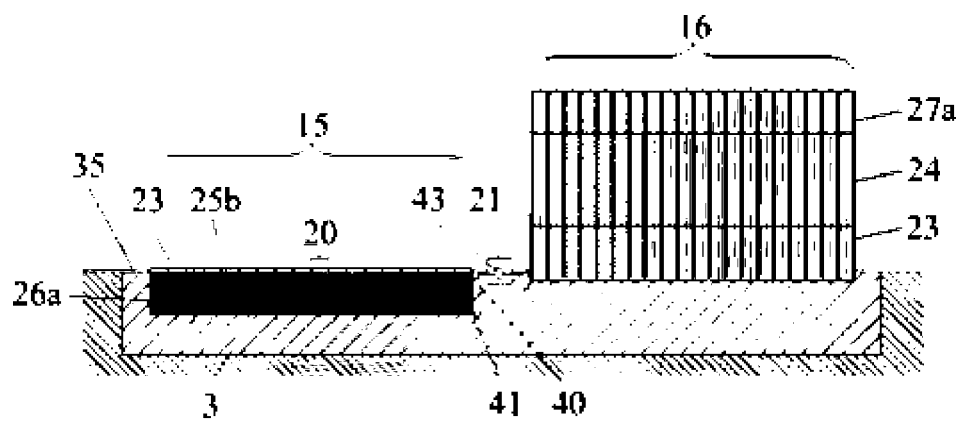
Obr. 60b



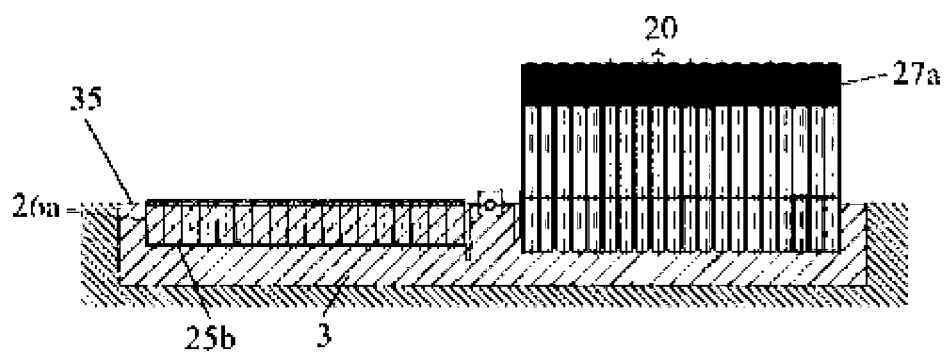
Obr. 61



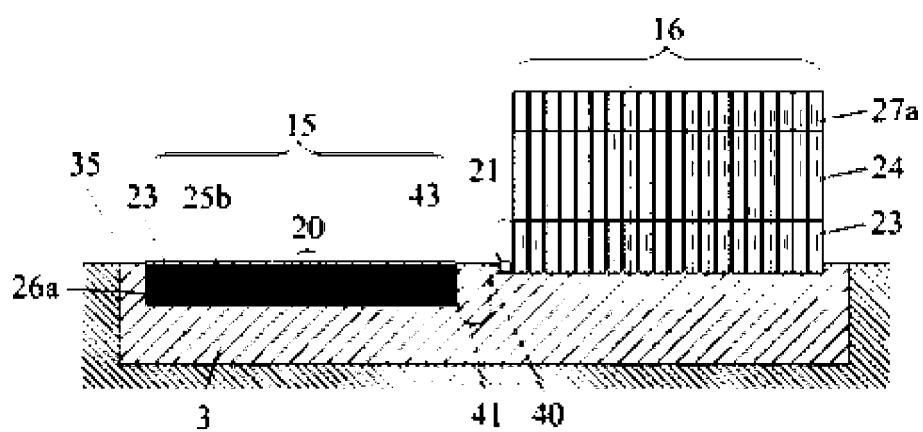
Obr. 62



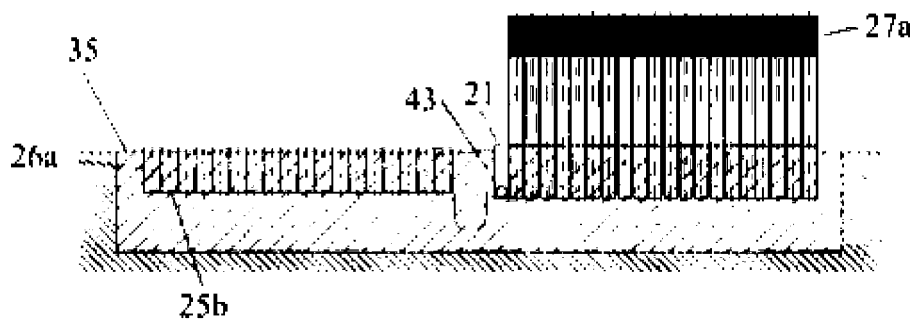
Obr. 63a



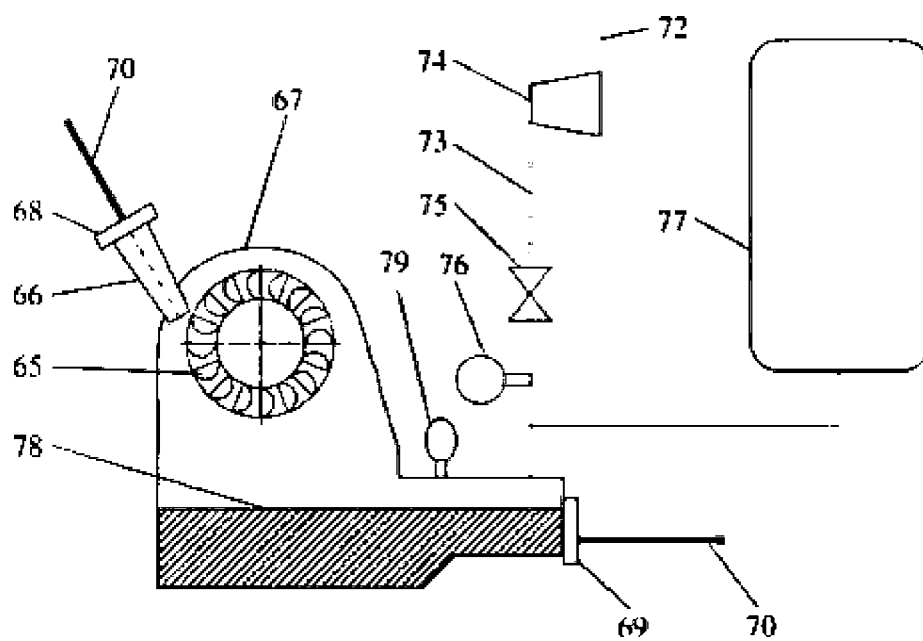
Obr. 63b



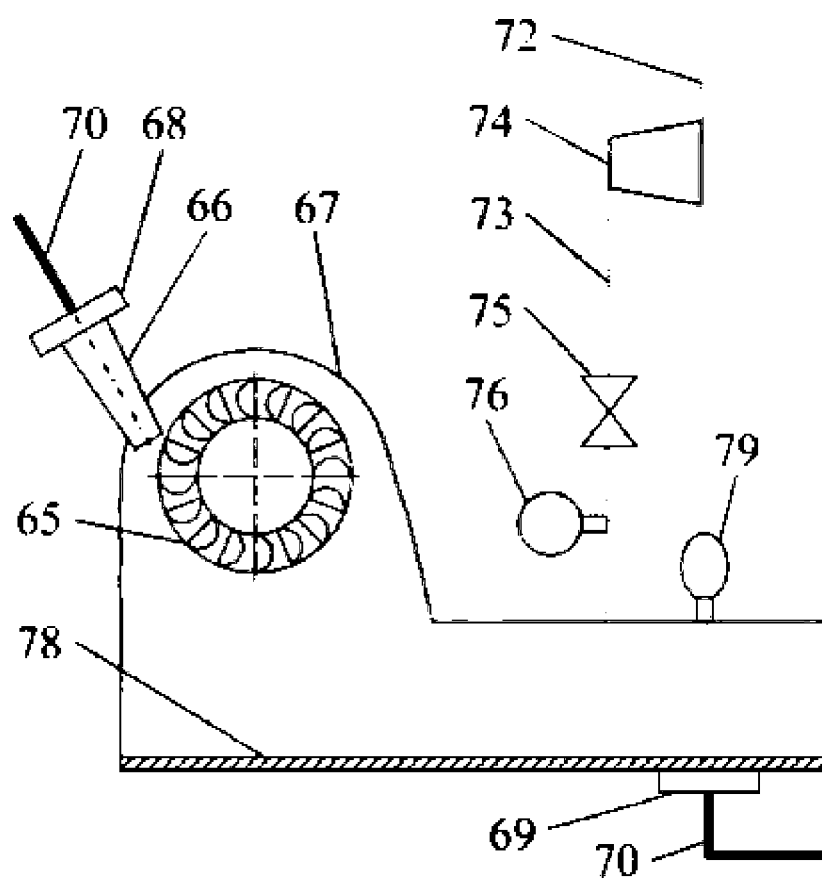
Obr. 64a



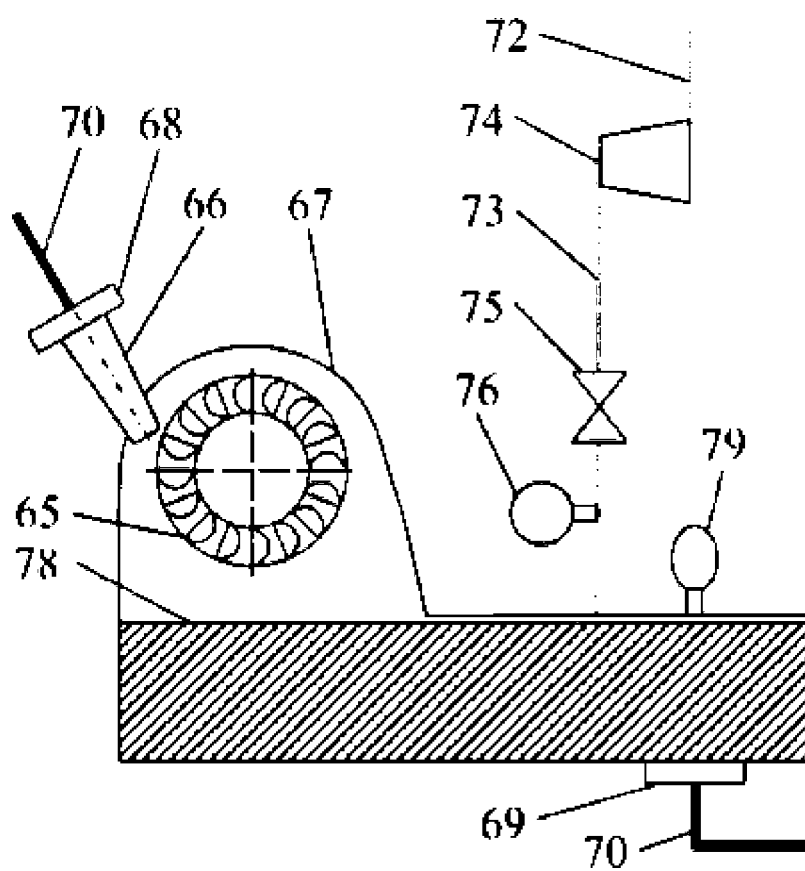
Obr. 64b



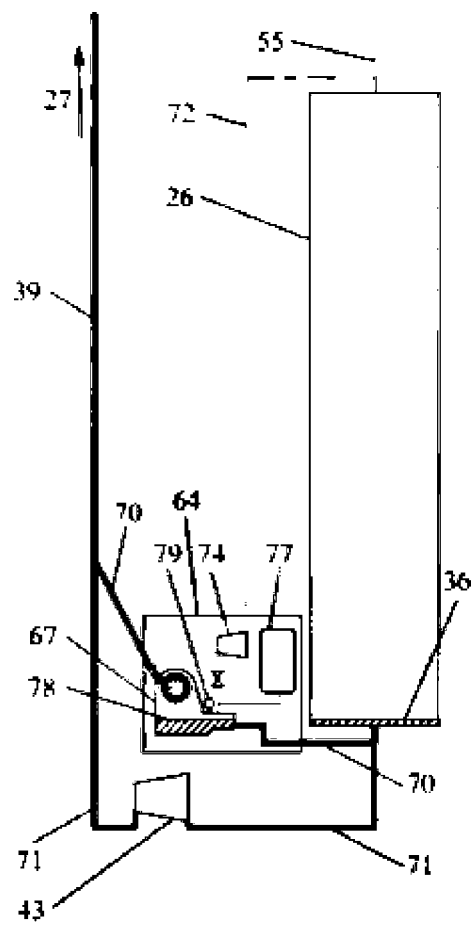
Obr. 65



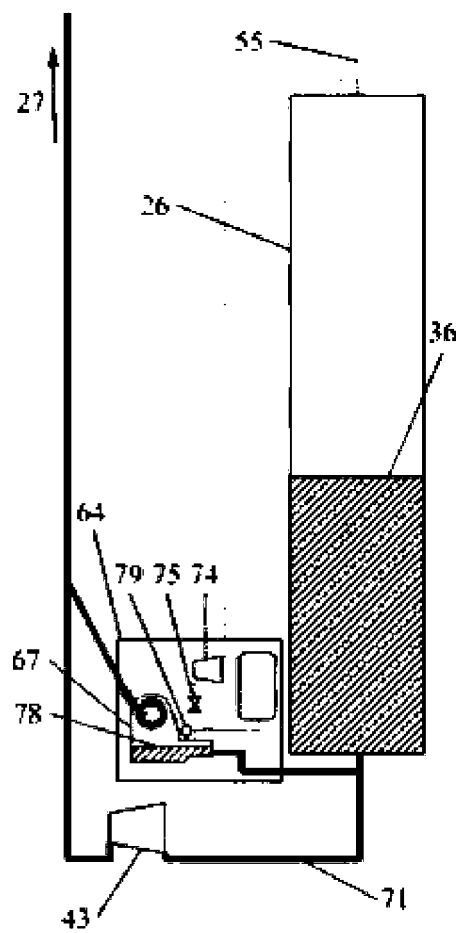
Obr. 66a



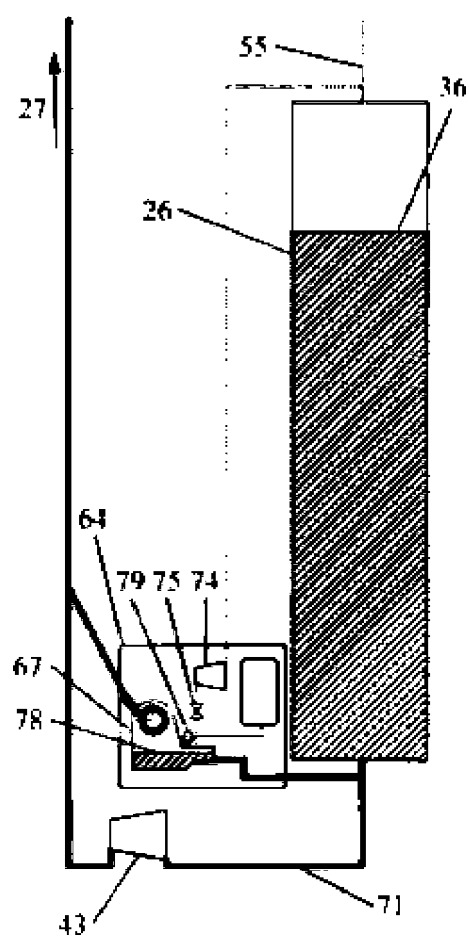
Obr. 66b



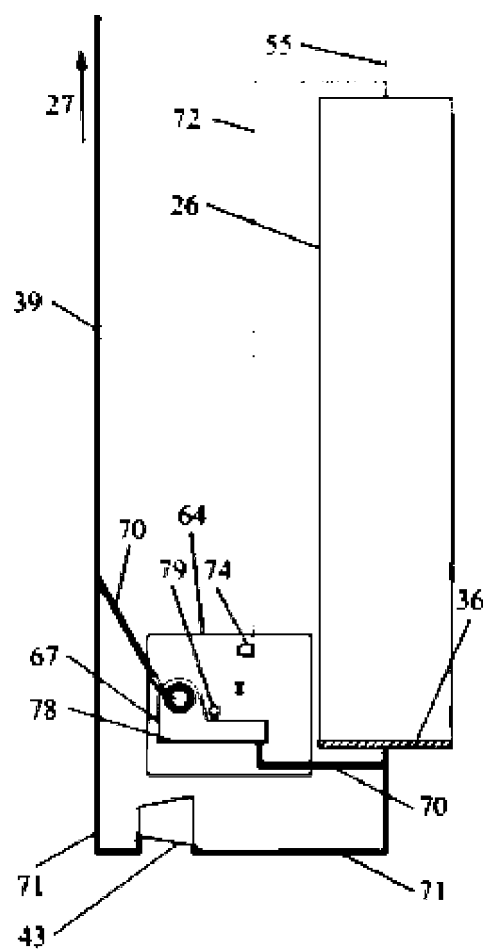
Obr. 67a



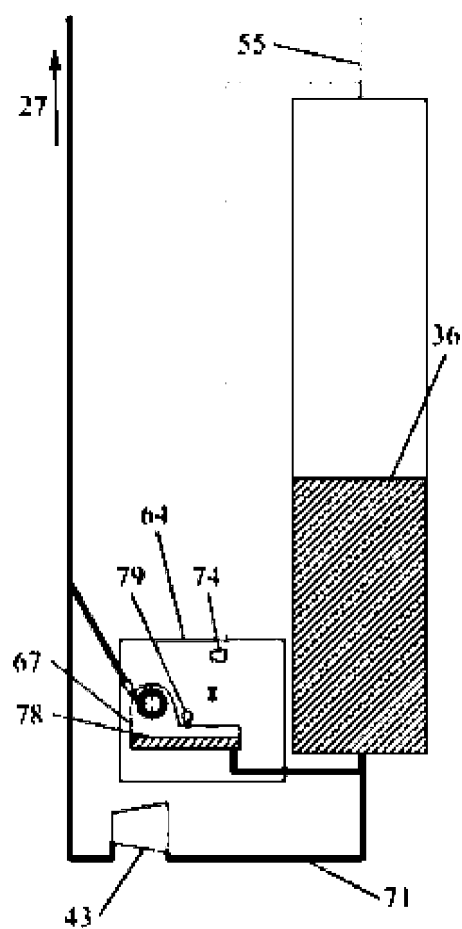
Obr. 67b



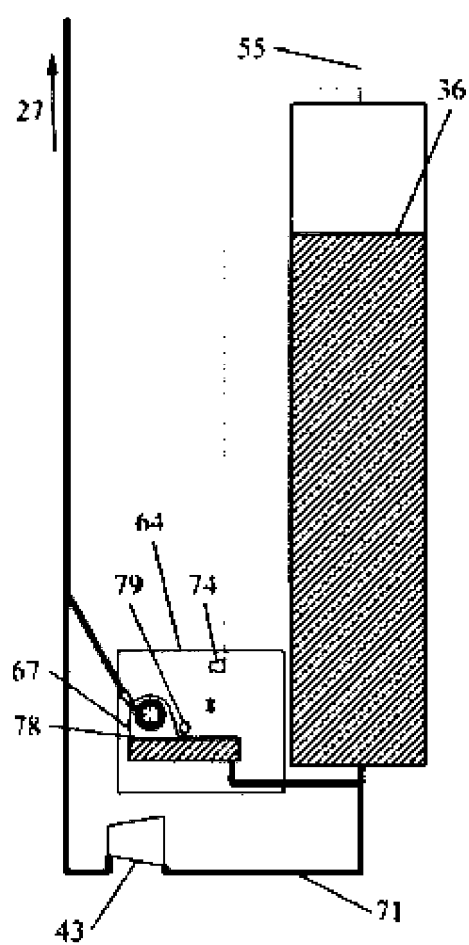
Obr. 67c



Obr. 68a



Obr. 68b



Obr. 68c