

NORDVÄRME

**KORTTIDSLAGRING AF
VARMT VAND I TANKE
OVER JORDEN**

Februari 1993

Bog nr. 912

**DANSKE FJERNVARME-
VÆRKERS FORENING**

**Galgebjergvej 44
6000 Kolding**

**KORTTIDSLAGRING AF
VARMT VAND I TANKE
OVER JORDEN**

===== Februari 1993 =====

Indholdsfortegnelse.

Kommissorium.....	1
Arbejdsgruppens sammensætning.....	2
Anlæg i Norden.....	3
Motivation for akkumulatorer.....	3
Fysisk placering.....	4
Konstruktion.....	6
Temperaturniveau.....	10
Varmetab.....	11
Investeringer.....	13
Ulemper og driftsproblemer.....	14

Korttidslagring af varmt vand i tanke over jorden.

Kommissorium:

Korttidslagring har fået stor betydning inden for fjernvarmesektoren. Derved kan varmebehovet udjævnes og effektbehovet reduceres. Varmeproduktionen kan øges momentant for at forøge elproduktionen ved kraftvarmedrift. Behov for reserver mindskes ved, at varmelageret kan anvendes i stedet for reservekedler. Øget adgang til behandlet fjernvarmevand øger forsyningssikkerheden i systemet ved pludselige lækager.

Der nedsættes en arbejdsgruppe inden for Nordvarme for at rapportere om erfaringerne i de nordiske lande om korttidslagring af varmt vand i tanke over jorden.

Arbejdsgruppens rapport bør indeholde et generelt afsnit, som behandler forskellige formål med korttidslagring, størrelser på lagre og deres placering på nettet, dimensionering, tekniske løsninger, beskrivelse af disse samt

statistik over anlæg i Norden. Endvidere bør der behandles referenceanlæg i Norden med teknisk beskrivelse og anlægsomkostninger, driftserfaringer og økonomiske forhold. En diskussion af gruppens udredningsresultat bør findes lige som en sammenfatning og referencer. Referencerne bør omfatte litteratur, udredning og anlæg.

Arbejdsgruppens sammensætning:

Erling Petersen
Danske Fjernvarmeværkers Forening
Galgebjergvej 44
DK-6000 Kolding
Danmark

Ragnar Hahn
Västerås Stads Kraftvärmeverk AB
Box 14
S-721 03 Västerås
Sverige

Juha Lappalainen
Oulun kaupungin energialaitos
Box 116
SF-90101 Oulu
Finland

Anlæg i Norden:

Arbejdsgruppen har registreret godt 100 anlæg i de tre nordiske lande. Referenceliste i bilag 1. Størrelserne varierer fra 75 m³ til 47.000 m³. Der sker stadig udbygning med varmeakkumulatorer i de nordiske lande. Specielt i Danmark er udbygningen accelererende. Det skyldes hovedsageligt, at betalingen for el til det overordnede elnet er en kostægte tidsdifferentieret tarif. Derfor bliver alle kommende decentrale kraftvarmeværker udbygget med varmeakkumulator, således at produktionen kan placeres i de timer på døgnet, hvor der er størst behov for elkapaciteten. Det vurderes, at inden for de næste 5 år vil der være installeret over 200 varmeakkumulatorer i Danmark.

Motivation for akkumulatorer:

Motivationen for akkumuleringstanke er oftest, at man derved får mulighed for at udjævne varmeproduktionen i perioder med varierende varmebehov. Derved kan behovet for produktionskapacitet nedsættes. Samtidig kan en større andel af den samlede varmeproduktion placeres på grundlastenheder med den højeste virkningsgrad og med det billigste brændsel. Dette får stigende betydning med stigende anvendelse af natsenkning hos forbrugerne. Hvis natsenkning hos forbrugerne giver anledning til så stor spidsbelastning i morgentimerne, at varmeværkets kedeffect ikke kan følge

med, kan akkumuleringstanken oplagre overproduktion i andre perioder og gemme varmen til supplement for kedelcentralen i morgentimerne.

Specielt i Danmark anvendes akkumulatorer på decentrale kraftvarmeværker for at placere en større andel af den samlede produktion i dagtimerne, hvor der kan opnås den højeste betaling for elektriciteten.

Ved brud på ledningsnettet og ved større reparationer vil det være muligt at fylde vand på ledningsnettet hurtigere, hvis der tilsluttes en akkumulator. Derved kan varmforsyningen hurtigere normaliseres.

For varmeværkets driftspersonale kan akkumuleringstanken medvirke til færre udkald uden for arbejdstiden, fordi akkumuleringstanken i nogen grad kan klare varmforsyningen ved uplanlagte driftstop, hvis der i øvrigt er installeret udstyr, således at der automatisk skiftes over til varmforsyning fra akkumuleringstanken.

Fysisk placering:

Akkumuleringstanken placeres praktisk talt altid ved produktionsenheden. Dette giver den enkleste styring og normalt også de laveste anlægsomkostninger.

Der kan naturligvis forekomme tilfælde, hvor det kunne være ønskeligt med en decentral placering, hvis der f.eks. ligger en storforbruger ude på forsyningsnettet, hvor det måske kniber med at klare varmforsyningen i spidslastperioder, men dette kan medføre styringsmæssige problemer. Hver gang akkumuleringstanken skal oplades eller aflades, må man vende flowretningen i ledningsnettet. Endvidere kan oplagringen kun ske ved den temperatur, der er i fjernvarmenettet det pågældende sted, hvilket reducerer den potentielle energioplagering i sammenligning med en akkumulator placeret ved produktionsenheden.

Alternativt kan der etableres en transmissionsledning mellem produktionsenheden og akkumuleringstanken, men det medfører ekstra anlægsomkostninger, som i stedet kunne anvendes til en forstærkningsledning ud til den pågældende storforbruger. I Danmark er der, så vidt vides, kun et enkelt varmeværk, der har placeret akkumuleringstanken decentralt. Det gav i starten styringsmæssige problemer, som dog siden er løst tilfredsstillende.

Som oftest er der kun én akkumuleringstank ved de enkelte fjernvarmecentraler. Det kan dog give problemer at opnå byggetilladelse til den ønskede akkumulatorhøjde, især hvis produktionsenheden er placeret i byens centrum. Der er derfor eksempler på, at der er bygget flere mindre akkumulatore ved samme fjernvarmeværk.

Det må antages, at 2 eller flere akkumuleringstanke, der tilsammen har samme volumen som den ene akkumulator, vil være dyrere i anlægsomkostninger end én akkumulator, bl.a. fordi tilslutningssystemet bliver mere kompliceret med flere rør, ventiler og cirkulationspumper. Det må endvidere bemærkes, at den samlede overflade og dermed varmetab bliver større ved flere akkumulatører end med én akkumulator med det samme volumen.

Konstruktion:

Der skelnes mellem tryksatte tanke og trykløse tanke. I den trykløse akkumulator er der atmosfærisk forbindelse, og det betyder, at fjernvarmesystemets tryk skal reduceres ved tilslutning til akkumuleringstanken. Dette komplicerer og fordyrer naturligvis tilslutningssystemet med bl.a. reduktionsventiler på både fremløb og retur. (På anlæg med meget store vandflow kan det være økonomisk at anvende en turbine til trykreduktion), men til gengæld stilles der mindre styrkekrav til tankkonstruktionen. For de tankstørrelser, der normalt anvendes, vil trykløse tanke totalt være billigst. Bilag 2 viser et eksempel på en traditionel konstruktion af en trykløs tank.

For at sikre mod korrosion i tanken og hele fjernvarmesystemet må anlægget sikres mod optagelse af O_2 . Normalt anvendes en damp pude med et mindre overtryk (ca. 5-10

mbar) oven på tankens vandoverflade. Damppuden kan frembringes ved hjælp af en dampgenerator d.v.s. en slags "dyppekoger" bestående af nogle elektriske varmelegemer, der fordamper noget af vandet fra akkumulatoren. På tanke med store diametre kan dampen tilsættes i periferien med et mindre udslip i centrum. Dermed er der mindre risiko for områder med stillestående O_2 .

I et enkelt tilfælde har man anvendt kvælstof, hvor der ved siden af akkumulatoranlæg er placeret en tank med flydende nitrogén, men denne løsning skønnes at være dyrere i både anlægs- og driftsudgifter.

I toppen af akkumuleringstanken er der monteret en "sikkerhedsventil", som i praksis er konstrueret som en slags vandlås, der modsvarer det lille overtryk i damppuden. Da tankene ikke er konstrueret til overtryk, skal sikkerhedsventilen også sikre mod dette.

I stedet for trykreduktionssystemet kunne der alternativt indbygges varmevekslere. Dette forenkler styringen, men der vil alt andet lige være en lidt lavere temperatur ved op- og afladning. En varmeveksler vil forøge anlægsomkostningerne og formindske anlæggets kapacitet.

I overgangen mellem det opvarmede vand øverst og returvandet nederst i akkumuleringstanken er der et såkaldt skillelag eller grænselag, der bevæger sig op og ned, når

akkumulatoren aflades eller oplades. Det er meget vigtigt at dette skillelag ikke forstyrres under op- og afladning. Vandhastighederne ved ind- og udløb bør derfor være meget lave. Helst under 0,05 m pr. sek.

Under normale driftsforhold har skillelaget en tykkelse (højde) på ca. 0,5 m, hvilket naturligvis fragår det akkumulatorvolumen, der kan nyttiggøres til akkumulering. Skillelagets tykkelse som funktion af tiden siden opladning fremgår af bilag 3. Dette taler således for en høj akkumulator med lille diameter frem for en lavere akkumulator med større diameter, der vil give et større volumen af skillelaget, idet skillelagets højde er næsten uafhængig af akkumulatorens diameter.

Det relativt store vandvolumen i en akkumuleringstank forøger kravet til fjernvarmesystemets ekspansion. Det må derfor undersøges, om den bestående trykekspressionsbeholder er stor nok, når der tilsluttes en akkumuleringstank. Akkumuleringstanken kan samtidig tjene som ekspansionsbeholder. Det er kun et spørgsmål om at installere det dertil nødvendige reguleringsudstyr.

I modsætning til den trykløse akkumuleringstank har en tryktank det aktuelle tryk på fjernvarmesystemet. Bilag 4 viser et eksempel på en tryktank. Dette stiller større styrkekrav og dermed større godstykkelse på de anvendte

stålplader. Disse godstykkelser mindskes sædvanligvis fra akkumulatorens bund til toppen, så man har de sværeste plader forneden, hvor trykket er størst. Styrkekravene fremmer samtidig ønsket om mindst mulig akkumulator-diameter og dermed tilsvarende større højde.

I tryktanken udnyttes akkumulatorens volumen helt til tops, idet der ikke er nogen damppude el. lign. som i den trykløse akkumulator.

Indløb og udløb i akkumuleringstanken sker gennem en diffuser, der spreder vandet, så det løber ind og ud af akkumulatoren med så lav hastighed som muligt for ikke at ødelægge lagdelingen i akkumulatoren. Helst under 0,05 m pr. sek. Bilag 2 og 5 viser eksempler på dysekonstruktion.

En akkumuleringstank placeres normalt over terræn på et fundament, hvor den er solidt forankret, så den også i tom tilstand vil kunne modstå et vindpres på den relativ store overflade, selv under storm.

Der skal af hensyn til akkumulatorens effektive udnyttelse være et passende forhold mellem akkumulatorens højde og diameter. Der regnes sædvanligvis med en højde på ca. 1,5 til 2 gange diameteren, undertiden helt op til 3 gange diameteren. Det sidste gælder især tryktanke med de forøgede styrkekrav, hvor en mindre diameter reducerer akkumulatorens købspris.

Der kan imidlertid af andre årsager være ønske om en mindre akkumulatorhøjde. Det kan f.eks. skyldes et hensyn til nabobygninger og/eller den stedlige byggemyndigheds krav om maksimale bygningshøjder. I sådanne situationer er der i flere tilfælde givet dispensation fra byggemyndigheder. I andre tilfælde har man delvis nedgravet akkumuleringstanken. Ved nedgravning af akkumulatoren må man være opmærksom på forøgede krav til beskyttelse mod korrosion. Under terræn må akkumulatorens yderbeklædning være så vandtæt, at den kan stå for direkte vandtryk fra grundvand. Ved en delvis nedgravning kan der eventuelt laves en grav omkring akkumulatoren med effektiv afdræning fra bunden af graven, således at akkumulatoren er fritstående helt ned til bunden. Disse foranstaltninger vil naturligvis forøge anlægsomkostningerne.

Alternativt kan det som tidligere nævnt overvejes at opføre flere lavere akkumulatorer.

Temperaturniveau:

Den energimængde, der kan oplagres i en akkumuleringstank, er ligefrem proportional med temperaturforskellen mellem returtemperaturen (fra distributionsnettet) og oplagringstemperaturen oven over skillelaget. Derfor er det naturligvis ønskeligt at vælge en høj oplagringstemperatur. De fleste danske varmekrøer med akkumuleringstank har

valgt deres lagringstemperaturer i intervallet ca. 75 - 98 °C. Et enkelt sted (København) har man valgt 115 °C. Temperaturen i bunden af akkumulatoren er som oftest 38-50 °C. Gennemsnitstemperaturerne antages at være 43/97 °C. Hvis oplagringstemperaturen er højere end fjernvarmenettets fremløbstemperatur skal der være en anlægsshunt til nedregulering af temperaturen.

I Sverige og Finland er returtemperaturerne lidt højere, så gennemsnitstemperaturerne antages at være 55/98 °C. Her er oplagringstemperaturen ofte lavere end fjernvarmenettets fremløbstemperatur. Derfor skal der være mulighed for, at akkumulatorvandet kan opvarmes yderligere, inden det sendes ud på nettet.

Der er gennemført forsøg med anvendelse af salte til oplagring af varme. Resultaterne er ikke gode. Det aktive akkumulatorvolumen kan reduceres med ca. 1/3, men medregnes det nødvendige udstyr til omrøring og varmfordeling i systemet, bliver det samlede volumen stort set uændret, og investeringerne bliver større. Der anvendes derfor kun vand i næsten alle akkumulatører.

Varmetab:

Det er naturligvis vigtigt at holde på den oplagrede varme, og derfor skal en akkumuleringstank isoleres omhyggeligt.

Den økonomisk optimale isoleringstykkelse vil i nogen grad være afhængig af lagringstemperaturen og af varmeproduktionsprisen. De fleste akkumulatører er isoleret med ca. 300 mm mineraluld. Uden på isoleringslaget er der beklædt med en rustbeskyttet kappe, f.eks. en profileret stålplade, der kan være varmtgalvaniseret og plastisolbelagt i en passende farve. Beklædningen vælges sædvanligvis i en udførelse, der arkitektonisk set bedst muligt tilpasses varmeværkets bygning og skorsten i en harmonisk helhed.

Varmetabet fra akkumuleringstanke i størrelser op til 1000 m³ med forskellige isoleringstykkelser er illustreret i bilag 6.

Hertil kommer varmetab fra tilslutningssystemet (rør, ventiler og cirkulationspumper). Ved de små akkumuleringstanke d.v.s. under ca. 1000 m³ regnes erfaringsmæssigt med et tillæg på ca. 25-50%. Det samlede varmetab fra en 1000 m³ tank med tilslutningsanlæg svarer til varmeforbruget i 3-4 parcelhuse. Ved større akkumulatortanke er det procentuelle tab naturligvis mindre.

Erfaringer i praksis kunne dog tyde på et større varmetab end det teoretisk beregnede tab. Det har man konstateret ved et varmeværk med en 800 m³ akkumuleringstank, hvor man over en tidsperiode på et par vintermåneder har målt varmetabet. Det målte tab var noget større end det beregnede tab. Dette skyldtes bl.a., at isoleringsarbejdet ikke var udført omhyggeligt nok, især ved temperaturfølere og mandedæks-

ler på akkumulatoren. Dette indskærper betydningen af god håndværksmæssig udførelse af isoleringsarbejdet.

Investeringer:

Anlægsomkostningerne til akkumuleringstanke har vist sig at være meget forskellige for de samme akkumulatorstørrelser. Dette skyldes stor konkurrence på markedet. For de mindre akkumulatorstørrelser vil det nok være hensigtsmæssigt at undersøge prisforholdene for både tryktanke og trykløse tanke.

Generelt er selve beholderprisen dyrere for tryktanke, især for større akkumulatore. Til gengæld er tilslutningssystemet sædvanligvis billigere for tryktanke. På bilag 7 ses de samlede anlægsudgifter for akkumuleringstanke incl. isolering, fundament og tilslutningssystem excl. moms. for akkumulatorstørrelser op til 1000 m³. Den ene priskurve gælder for tryktanke, den anden for trykløse tanke. Kurverne er gennemsnitspriser, og som nævnt er der ret stor spredning i priserne. Det kan ses, at tryktanke ofte er billigst i de helt små akkumulatorstørrelser, men i størrelser over ca. 200 m³ er de trykløse akkumulatoranlæg de billigste. Bilag 8 viser priserne for trykløse tanke op til 50.000 m³.

Ulemper og driftsproblemer:

Arbejdsgruppen er ikke bekendt med nævneværdige ulemper og driftsproblemer ved en akkumuleringstank. Det må dog bemærkes, at en direkte tilsluttet akkumuleringstank vanskeliggør måling af vandtab i fjernvarmesystemet, fordi målingen forstyrres af det skiftende vandvolumen i akkumulatoranlægget ved opladning og afladning.

Bilag 1. Sverige

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fjernvarmenet				Akkumulator					
	MW	1000 MWh	MW	MWh	°C	°C	1000 m ³	m	m
Stockholm-Vä				1200	100	50	45		
Helsingborg	546	854	290	1600	100	50	35	28	60
Norrköping	600	913	130	1500	100	50	35	47	31
Uppsala	887	1454	230	1200	100	50	30	23	42
Eskilstuna	360	606	130	1100	100	50	26	50	26
Västerås-KVV	1086	1700	230	950	100	50	25	18	42
Linköping	577	890	130	900	100	50	2*20	46	23,6
Umeå	263	477	67	850	100	50	18	45	24
Avesta	90	117					15		
Malmö	1473	1948					4*2,5		
Borlänge	217	277	32	320	100	50	7,8	58	13
Stockholm-Hä							3*2,4		
Enköping	135	199			100	50	7	55	
Karlskoga	173	319		200	100	50	7		
Stockholm-Sö	2184	4378	470	1900			2*2,5	33	42
Munkfors	16	31	24	180	100	50	4,5	30	14
Katrineholm	114	168					3		
Svenljunga	19	30					3		
Kalmar	163	242		125			2,6		
Bollnäs	48	82		70			2,5		
Hallstahammar	64	91					2,5		
Kumla	50	85					2,5		

- 1 By.
- 2 Maksimal varmebehov.
- 3 Årsproduktion.
- 4 Akkumulatorens maksimale effekt.
- 5 Akkumulatorens maksimale energiindhold.
- 6 Temperatur i toppen af akkumulatoren.
- 7 Temperatur i bunden af akkumulatoren.
- 8 Akkumulatorens volumen.
- 9 Akkumulatorens højde.
- 10 Akkumulatorens diameter.

Bilag 1. Sverige

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fjernvarmenet				Akkumulator					
	MW	1000 MWh	MW	MWh	°C	°C	1000 m ³	m	m
Sandviken	153	196					2,5		
Trollhättan	100	190					2,5		
Karlstad	210	354					2,4		
Västerås-Skul	25	60	23	110	100	50	2,3	20	13
Söderhamn	81	115					2,1		
Fagersta	60	82	23	90	100	50	2	30	10
Härnösand	58	105					2		
Landskrona	117	210					2		
Mjölby	52	93					2		
Tranås	66	95	23	85	100	50	2	30	10
Växjö	193						2		
Ängelholm	86						2		
Östersund							2		
Hallsberg	41	54					1,2		
Karlshamn	54	80					1,1		
Klippan	21	35					1,1		
Eksjö	54	84					1		
Lidköping	91	159					1		
Västervik	111	153					1		
Eslöv	33	57					0,8		
Hässleholm	75	93					0,8		
Västervik-Ga							0,5		

- 1 By.
- 2 Maksimal varmebehov.
- 3 Årsproduktion.
- 4 Akkumulatorens maksimale effekt.
- 5 Akkumulatorens maksimale energiindhold.
- 6 Temperatur i toppen af akkumulatoren.
- 7 Temperatur i bunden af akkumulatoren.
- 8 Akkumulatorens volumen.
- 9 Akkumulatorens højde.
- 10 Akkumulatorens diameter.

Bilag 1. Finland

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fjernvarmenet			Akkumulator						
BY	MW	1000 MWh	MW	MWh	°C	°C	1000 m ³	m	m
Vantaa	640	11030	90	948	97	45	20	20	35,7
Oulu	540	930	80	758	98	53	16	17,9	34,6
Naantali	575	11030	82	710			15	26	28
Helsinki	2460	55430	120	421	98	45	10	41,5	18
Helsinki	2460	55430	120	421	98	45	10	41,5	18
Lahti	420	860	40	474	93	50	10	19,5	26
Kouvola	130	200	70	474	96	50	10	24	22,5
Hämeenlinna	205	360	50	421	98	50	10	29	21,5
Hyvinkää	165	250	50	474	98	50	10	24	22,5
Maarianhamina	39	63		200	98	50	4	35,8	16
Turenki				40			1		
Pietarsaari	55	90		47			1		
Otaniemi			10	23			0,5		
Valkeakoski	55	100		29			0,45		
Saarijärvi	8	20		20			0,32	22	4,5

X)

- 1 By.
- 2 Maksimal varmebehov.
- 3 Årsproduktion.
- 4 Akkumulatorens maksimale effekt.
- 5 Akkumulatorens maksimale energiindhold.
- 6 Temperatur i toppen af akkumulatoren.
- 7 Temperatur i bunden af akkumulatoren.
- 8 Akkumulatorens volumen.
- 9 Akkumulatorens højde.
- 10 Akkumulatorens diameter.

X) Tryktank

Bilag 1. Norge

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fjernvarmenet				Akkumulator					
	MW	1000 MWh	MW	MWh	°C	°C	1000 m ³	m	m
Ålesund Forbrenningsanlæg	12	66	10	207	100	70	7	28	18

- 1 By.
- 2 Maksimal varmebehov.
- 3 Årsproduktion.
- 4 Akkumulatorens maksimale effekt.
- 5 Akkumulatorens maksimale energiindhold.
- 6 Temperatur i toppen af akkumulatoren.
- 7 Temperatur i bunden af akkumulatoren.
- 8 Akkumulatorens volumen.
- 9 Akkumulatorens højde.
- 10 Akkumulatorens diameter.

Bilag 1. Island

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fjernvarmenet				Akkumulator					
	MW	1000 MWh	MW	MWh	°C	°C	1000 m ³	m	m
Akranes/Borg	62	200					4,6		
Akyreyri	65	218					7,5		
Dalvik	9	26					0,35		
Egilsstadir	9	28					0,7		
Olafsfjordur	11	54					0,1		
Rangæinga	9	26					0,75		
Reykjavik	759	2930					96		
Selfoss	30	74					2,5		
Seltjarnarnes	22	87					0,04		
Siglufjörður	8	37					0,425		
Sudurnes	125	540					14,1		

- 1 By.
- 2 Maksimal varmebehov.
- 3 Årsproduktion.
- 4 Akkumulatorens maksimale effekt.
- 5 Akkumulatorens maksimale energiindhold.
- 6 Temperatur i toppen af akkumulatoren.
- 7 Temperatur i bunden af akkumulatoren.
- 8 Akkumulatorens volumen.
- 9 Akkumulatorens højde.
- 10 Akkumulatorens diameter.

Bilag 1. Danmark

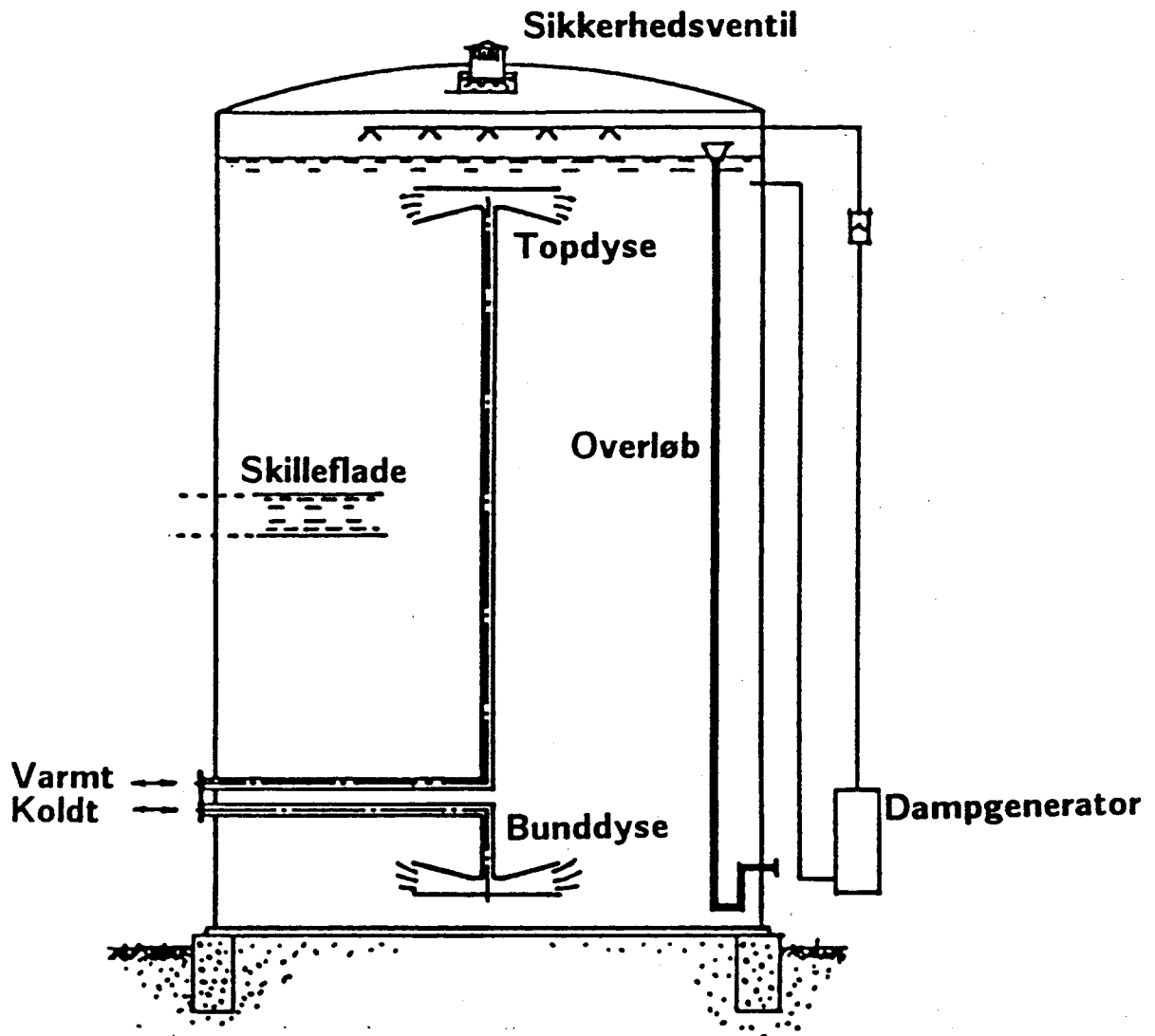
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fjernvarmenet			Akkumulator						
	MW	1000 MWh	MW	MWh	°C	°C	1000 m ³	m	m
Esbjerg	175	970	424	2500	98	51	47	42	40
Herning	200	500	200	1600	90	50	35	42	33
København	408	1650	165	1200	115	65	22	50	26
--			165	1200	115	65	22	50	26
Odense	480	2200	310	670	95	47	12	32	22
Horsens	36	151	40	445	91	43	8	27	19,4
Randers	119	430	33	140			5,5	17	25
Grenå	20	78			90	50	3,7	21	15
Slagelse	31	139					3,6	22	14,5
Skjern	15	67	12	220	98	38	3,2	20,3	14,2
Rudkøbing	7	36					3	18	14,7
Lyngby(DTH)		64					3	23	13
Horsens	36	151	13	120	100	48	2	28,5	9,5
Vejen		69					1,15	16	11
Ølgod		39			90	48	1,1	16	9,5
Ø. Toreby							1	16	9

- 1 By.
- 2 Maksimal varmebehov.
- 3 Årsproduktion.
- 4 Akkumulatorens maksimale effekt.
- 5 Akkumulatorens maksimale energiindhold.
- 6 Temperatur i toppen af akkumulatoren.
- 7 Temperatur i bunden af akkumulatoren.
- 8 Akkumulatorens volumen.
- 9 Akkumulatorens højde.
- 10 Akkumulatorens diameter.

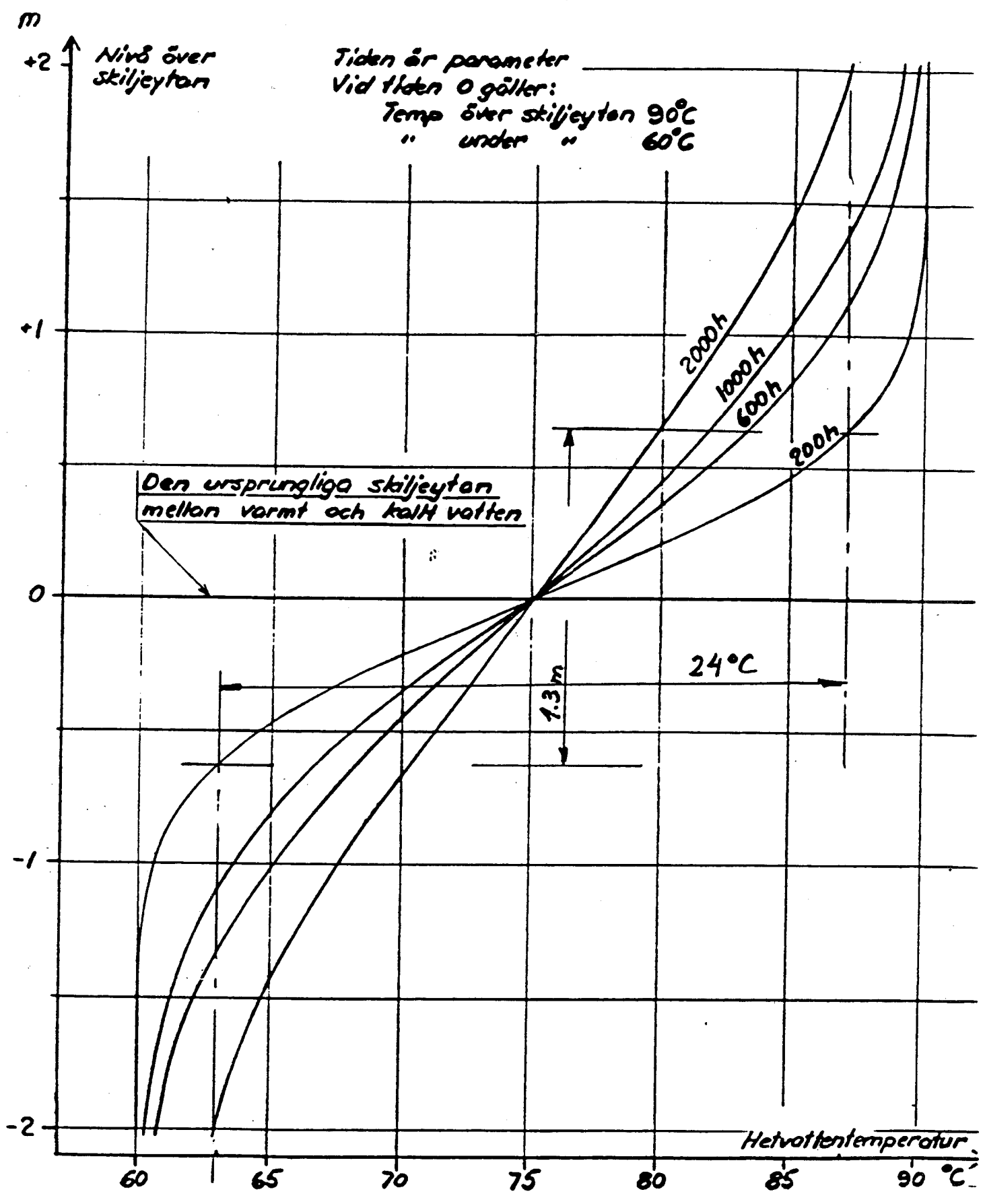
Bilag 1. Danmark

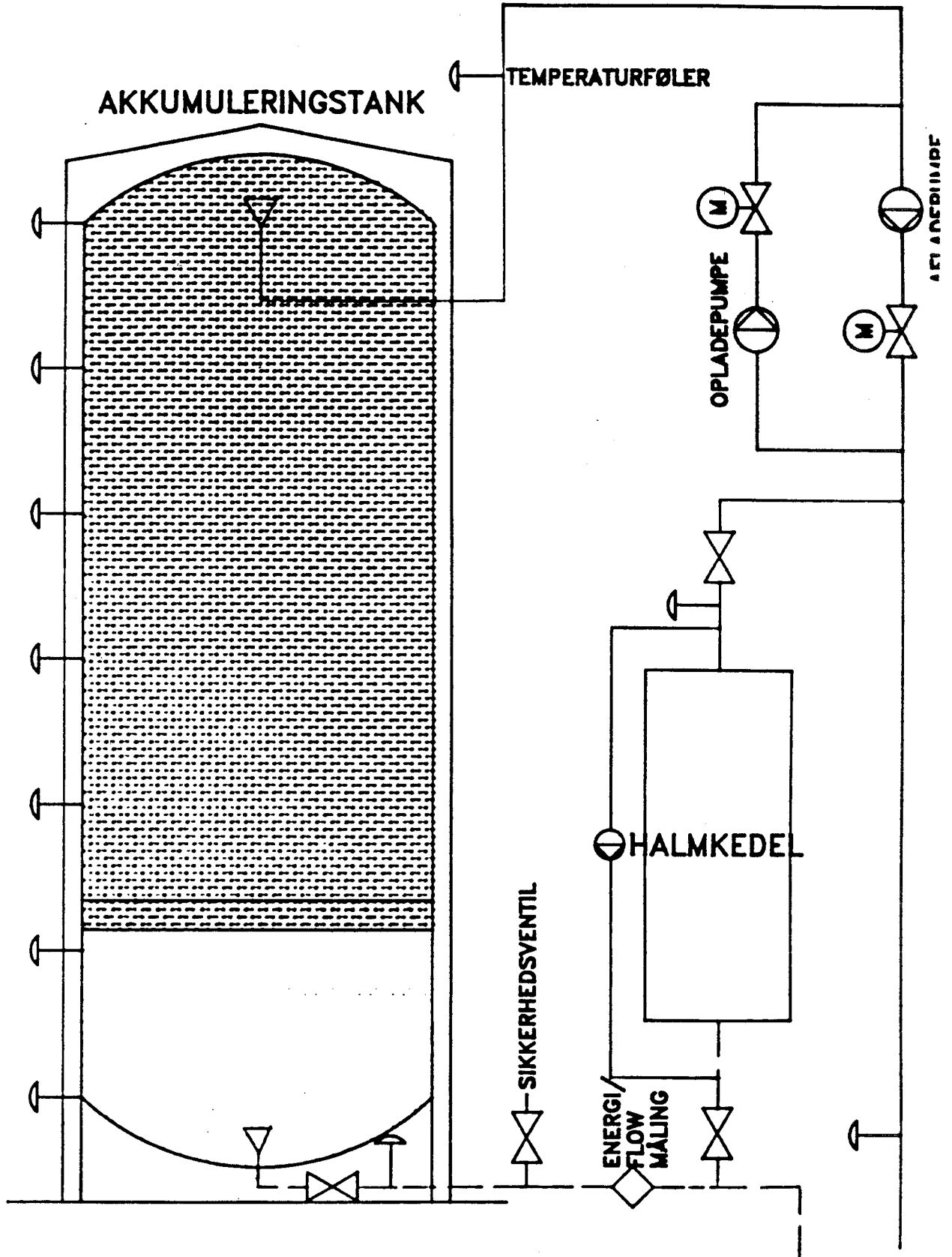
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fjernvarmenet			Akkumulator						
	MW	1000 MWh	MW	MWh	°C	°C	1000 m ³	m	m
Mou							0,95	14	9,3
Skærbæk	6	18					0,95	14	9,3
Dronningl		28					0,87	10	10,5
Hundested		30					0,83	17	7,9
Nexø		94					0,83	13	9
Tim		20					0,5	12	7,3
Hvidebæk		60					0,5	11,6	7,3
Fuglebjerg	3,5	11,4		26	100	40	0,44	18	6
Væggerby		39					0,4	10	7,2
Kongerslev		13					0,4	7	8,5
Nysted		34					0,4	14	6
Ørsted		48					0,4		
Slangerup		6					0,17	10	4,6
Stege	9	25		8,7	100	50	0,16	14	4
-----	9	25		8,7	100	50	0,16	14	4
-----	9	25		8,7	100	50	0,16	14	4

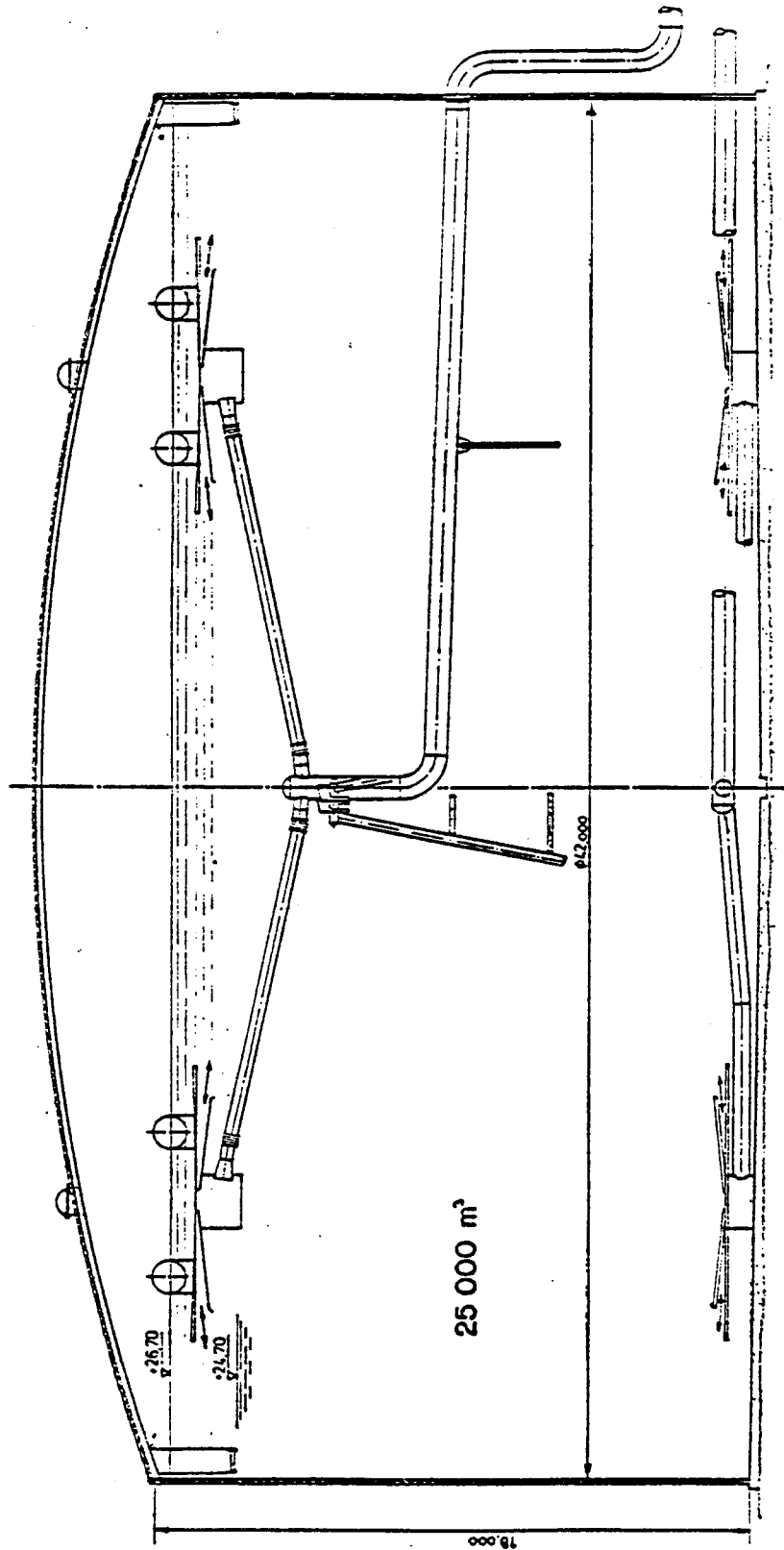
- 1 By.
- 2 Maksimal varmebehov.
- 3 Årsproduktion.
- 4 Akkumulatorens maksimale effekt.
- 5 Akkumulatorens maksimale energiindhold.
- 6 Temperatur i toppen af akkumulatoren.
- 7 Temperatur i bunden af akkumulatoren.
- 8 Akkumulatorens volumen.
- 9 Akkumulatorens højde.
- 10 Akkumulatorens diameter.

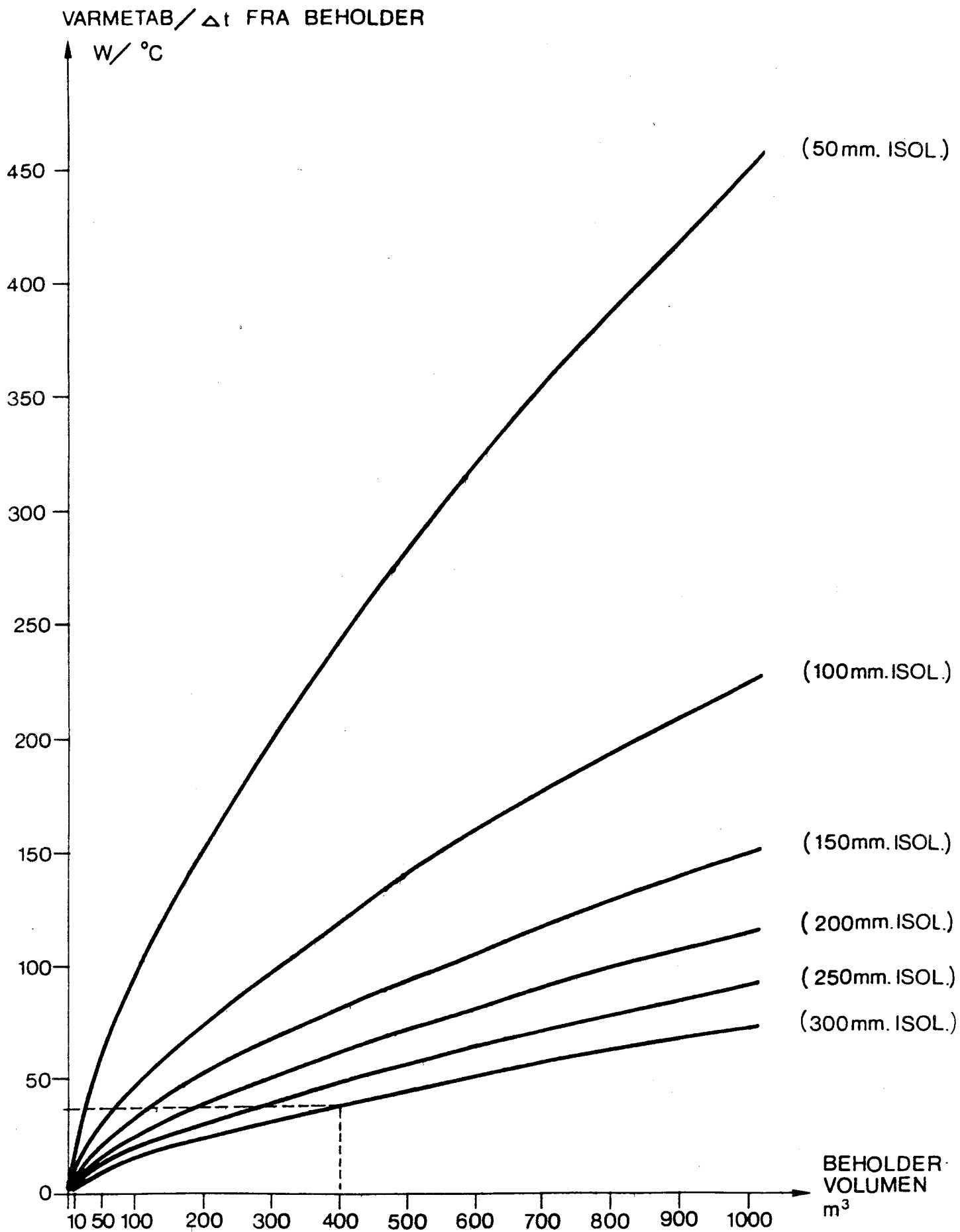


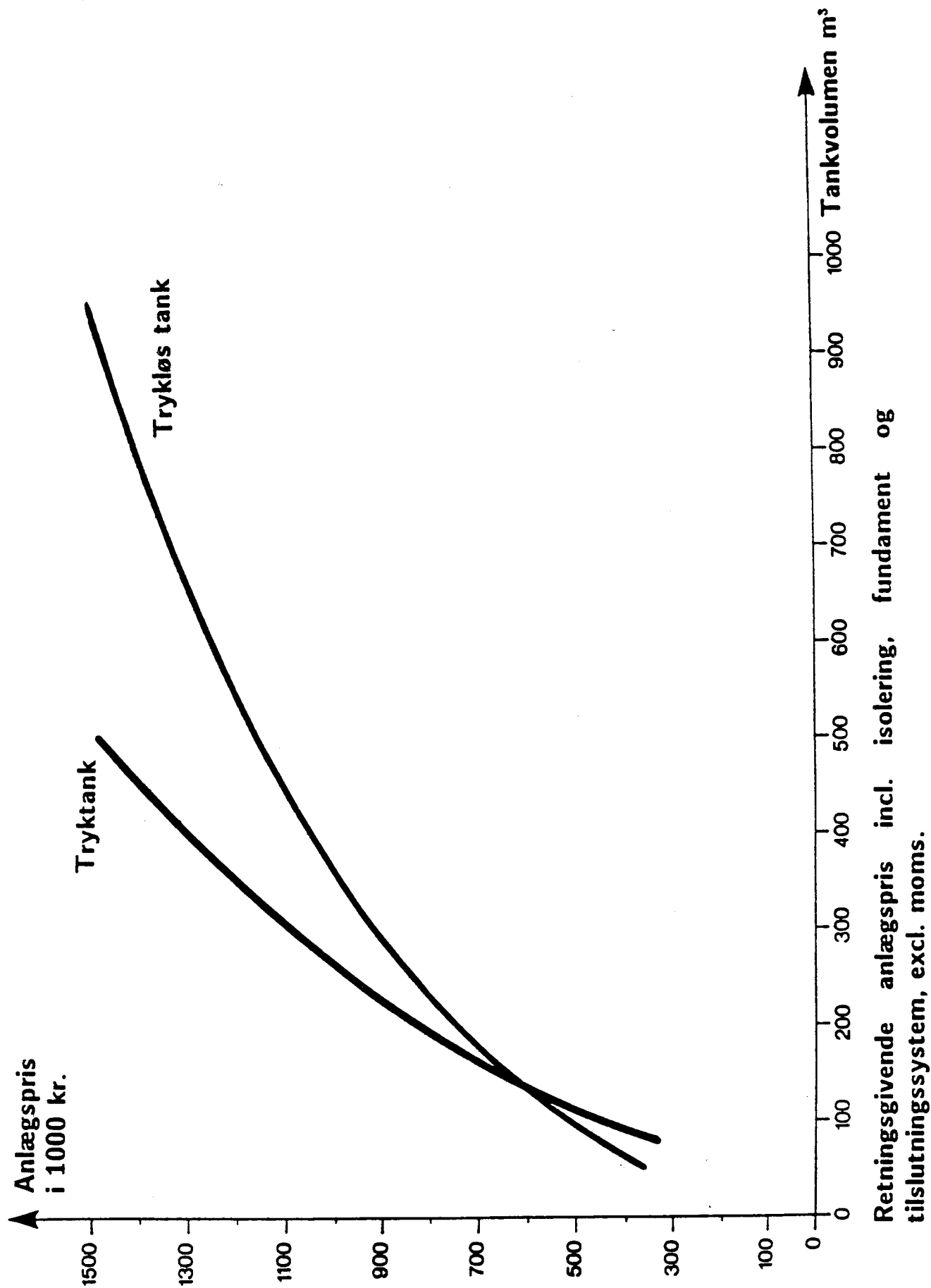
Temperaturen i närheten av
skiljeytan mellan varmt och
kallt vatten i en ackumulator



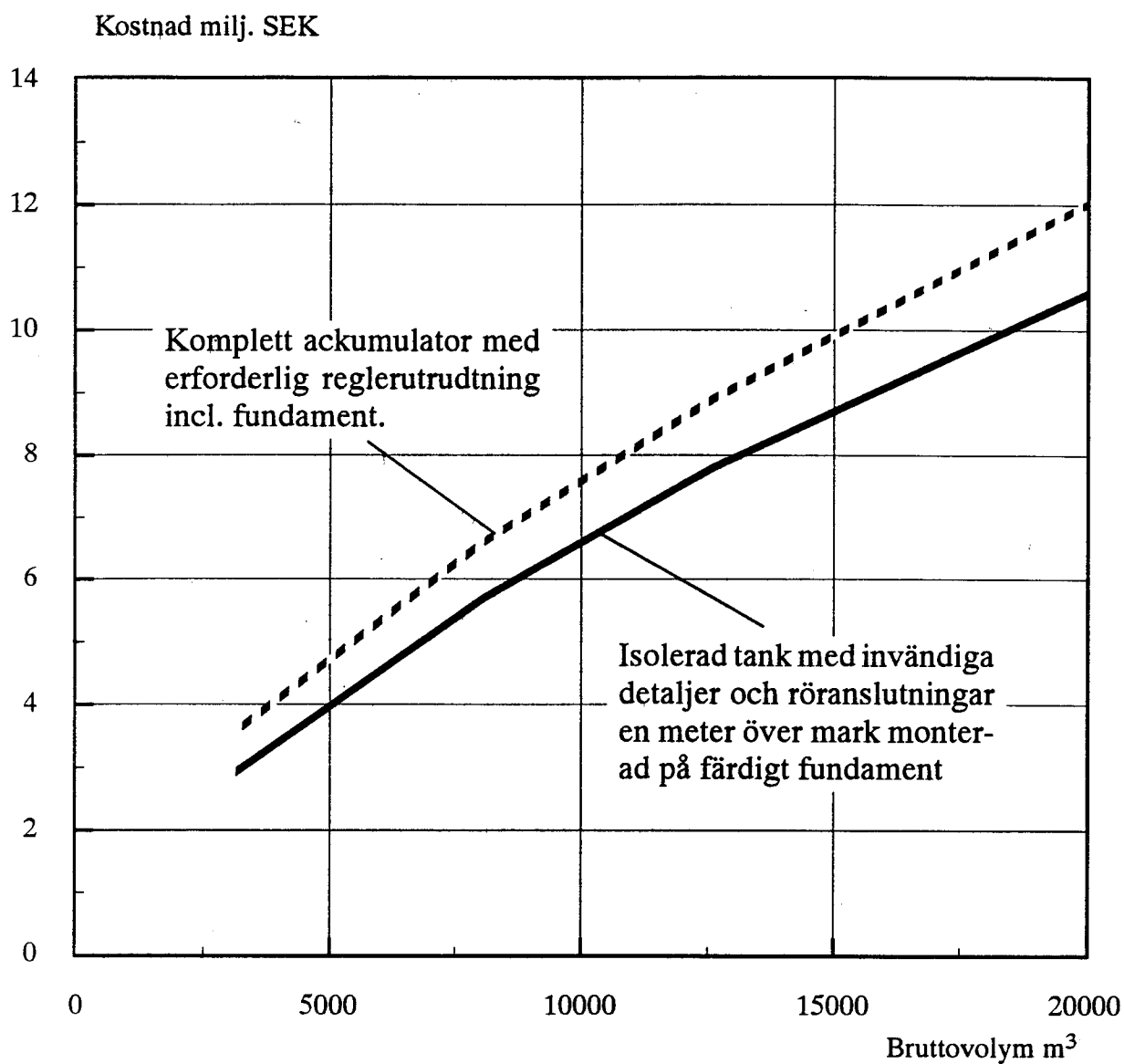








AB Tore J. Hedbäck



Kostnad för trycklös ackumulator som funktion av bruttovolymen.
Mantelhöjd 40 m. Kostnadsläge 1990.