



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



**Rapport**

**R18:1990**

# **Akviferbaserat energisystem**

**Förstudie Edz Wiik**

**Anders Eriksson**

**Sam Johansson**

**Göran Werner**

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135423

**Bygghforskningsrådet**

R18:1990

AKVIFERBASERAT ENERGISYSTEM

Förstudie Edz Wiik

Anders Eriksson  
Sam Johansson  
Göran Werner

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880473-3  
från Statens råd för byggnadsforskning till AIB Anlägg-  
ningsteknik AB, Solna.

## REFERAT

Rapporten redovisar en förstudie av ett akviferbaserat energisystem, Edz Wiik-projektet i Sollentuna.

AIB har i detta projekt undersökt de tekniska, ekonomiska och miljömässiga förutsättningarna för energisystemet.

Projekt Edz Wiik omfattar upprustning och tillbyggnad av idrottsanläggningar vid Sollentunavallen samt nybyggnad av kontor och bostäder. Området är beläget på en del av Stockholmsåsen, där åsen har en bredd av ca 100 m och ett djup under grundvattenytan av 10-15 m. Möjligheterna att utnyttja den akvifer som finns tillgänglig för energiproduktion är goda.

Med aktuella energi- och effektbehov blir lagringsbehovet ca 6 GWh/år. Uttag och inlagring av vatten sker via brunnar. Eftersom akviferens hydrauliska konduktivitet,  $K$ , är hög, ca  $10^{-2}$  m/s, erhålls en hög uttags- och infiltrationskapacitet i brunnarna.

Ett akviferlagerbaserat energisystem har en mindre miljöpåverkan än konventionella energisystem, främst beroende på bättre utnyttjande av den energi som produceras inom anläggningen samt på lägre energitillförsel.

Ett akviferlagerbaserat energisystem innebär en något större investeringskostnad, ca 4 Mkr, vilket motsvarar 10-15 % av den totala investeringen. Detta uppvägs av en lägre årlig driftkostnad, ca 0.9 Mkr med dagens energipriser.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R18:1990

ISBN 91-540-5166-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1990

## INNEHÅLL

	Sid
FÖRORD	
ÖVERSIKTSKARTA	
SAMMANFATTNING	
1. FÖRSTUDIENS SYFTE OCH OMFATTNING	1
1.1 Syfte	1
1.2 Omfattning	1
2. TIDIGARE ENERGIUTREDNINGAR	2
2.1 Kommunutredningar	2
2.2 Sollentuna idrottsplats	2
3. GEOLOGISK ÖVERSIKT	3
3.1 Berggrunden	3
3.2 Jordlagren	3
3.3 Hydrologisk översikt	7
3.4 Akviferens egenskaper	12
3.5 Temperaturförhållanden i Edsviken	12
4. UTFORMNING AV ENERGIANLÄGGNING	16
4.1 Energi- och effektbehov	16
4.2 Värme- och kylproduktion	18
4.3 Energibalans för akviferlagret	19
5. MILJÖKONSEKVENSER AV OLIKA ENERGISYSTEM	22
5.1 Inledning	22
5.2 Externt energibehov	22
5.3 Grundvattenpåverkan	23
5.4 Termisk påverkan	23
5.5 Installationer	24
5.6 Slutsatser	24
6. EKONOMI	26
7. SLUTSATSER	28

- Bilaga 1 Sammanställning över tidigare utredningar  
i kronologisk ordning
- Bilaga 2 Sollentuna centrum-tunneln
- Bilaga 3 Vattenstånd i havet enligt SMHI
- Bilaga 4 Rekognosering av brunnplats för grund-  
vattenvärme vid Sollentunavallen
- Bilaga 5 Temperaturmätningar 1968-1988 i Edsviken
- Bilaga 6 Kostnadskalkyler

## FÖRORD

AIB Anläggningsteknik AB har i föreliggande studie undersökt tekniska, ekonomiska och miljömässiga förutsättningar för ett akviferlagerbaserat energisystem för Edz Wiik-projektet i Sollentuna.

Projektet har finansierats av Statens Råd för Byggnadsforskning och Edz Wiik Fastighets AB.

Solna i december 1989

AIB Anläggningsteknik AB

Sam Johansson



Översiktskarta, Edz Wiik-projektet



## SAMMANFATTNING

Projekt Edz Wiik omfattar upprustning och tillbyggnad av idrottsanläggningar vid Sollentunavallen samt nybyggnad av kontor och bostäder. Området är beläget på en del av Stockholmsåsen, där åsen har en bredd av ca 100 m och ett djup under grundvattenytan av 10-15 m. Möjligheterna att utnyttja det grundvattenmagasin (den akvifer) som finns tillgängligt för energiproduktion är goda.

Med aktuella energi- och effektbehov blir lagringsbehovet ca 6 GWh/år vilket kan lagras i en del av akviferen. Uttag och inlagring av vatten sker via brunnar. Eftersom akviferens hydrauliska konduktivitet,  $K$ , är hög, ca  $10^{-2}$  m/s, blir förändringen av grundvattenytans läge liten, uppskattningsvis mindre än 0.5 m. Detta kan jämföras med de variationer av grundvattenytan som erhålles på grund av vattenståndsvariationerna i Edsviken, vilka uppgår till ca 0.8 m. Det höga  $K$ -värdet medger också en hög uttags- och infiltrationskapacitet i brunnarna.

I ett akviferbaserat energisystem sker inget netto-uttag av grundvatten, vilket innebär att någon regional påverkan av grundvattenståndet ej är att förvänta. Likaså blir risken för saltvatteninträngning från Edsviken liten. Här utgör också ett mäktigt täckande ler-skikt, som sträcker sig utmed i stort sett hela stranden, en effektiv spärr.

Temperaturförändringen i grundvattnet kan eventuellt leda till förändringar av vattenkemin. På basis av de erfarenheter som erhållits vid en liknande anläggning förväntas dessa förändringar bli små. Denna referensanläggning har varit i drift sedan 1987.

Ett akviferlagerbaserat energisystem har en mindre miljöpåverkan än konventionella energisystem, främst beroende på bättre utnyttjande av den energi som produceras inom anläggningen samt på lägre energitillförsel. Av den energi som förbrukas behöver endast ca 25 % tillföras jämfört med en konventionell anläggning. Resterande del tas från spillvärme/kyla som lagrats i akviferen eller överförs direkt mellan olika verksamheter.

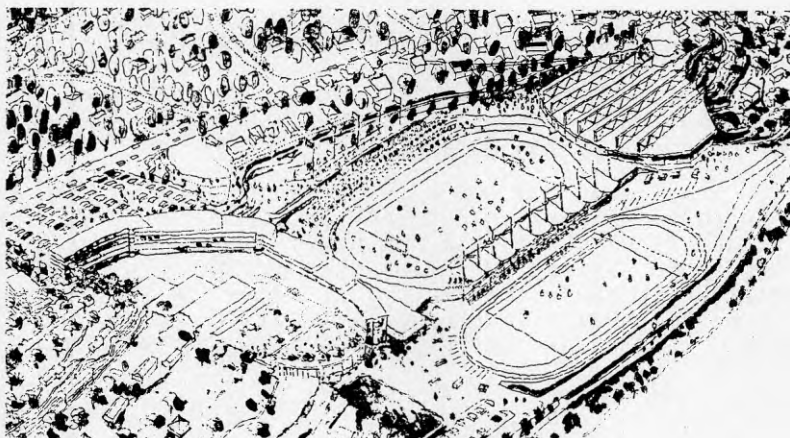
Ett akviferlagerbaserat energisystem innebär en något större investeringskostnad, ca 4 Mkr, vilket motsvarar 10-15 % av den totala investeringen. Detta uppvägs av en lägre årlig driftkostnad, ca 0.9 Mkr med dagens energipriser. Eftersom andelen extern energi är låg blir ett akviferbaserat energisystem tämligen okänsligt för energiprisförändringar.



## 1. FÖRSTUDIENS SYFTE OCH OMFATTNING

### 1.1 Syfte

Förstudien syftar till att klarlägga möjligheterna att förse de planerade anläggningarna, figur 1.1, med värme och kyla från den åsakvifer som finns under idrottsplatsen. Värme avses produceras med hjälp av värmepump och kyla genom direktväxling mot grundvattnet. Kyla för konstfrusna banor produceras med hjälp av kylmaskiner.



Figur 1.1 Sollentunavallen, vy från söder

### 1.2 Omfattning

Denna etapp har omfattat orienterande rörborrningar med jord- och vattenprovtagning. Sammanställning och utvärdering av under tiden 1968-1988 utförda temperaturmätningar i Edsviken samt vattenståndsmätningar i Edsviken och i grusåsen har även utförts liksom kompletterande vattenståndsmätningar i grusåsen och Edsviken under tiden juni till augusti 1989.

Vidare har kyl- och värmebehoven kartlagts samt ett förslag till energiförsörjningssystem baserat på akviferlagring utarbetats och översiktligt kostnadsberäknats. Det föreslagna akviferlagringssystemet har även bedömts från miljösynpunkt.

## 2. TIDIGARE ENERGIUTREDNINGAR

### 2.1 Kommunutredningar

Tidigare har en studie över naturvärmekällor i Sollentuna utförts, R95:1983. I denna beskrivs de geologiska förhållandena i kommunen och behandlas olika naturvärmekällor i mark och vatten. En sammanställning över tidigare utredningar rörande energi- och grundvattenfrågor har bifogats, Bilaga 1.

### 2.2 Sollentuna idrottsplats

Olika förslag till energiförsörjning av Sollentuna idrottsplats har tidigare studerats. Värmepumpning på grundvatten förbereddes 1982 genom utförande av en grundvattenbrunn vid administrationsbyggnaden, Bilaga 2. Någon värmepumpinstallation skedde dock ej. Vidare har enligt uppgift studerats ett alternativ där bandybanans rörsystem skulle utnyttjas för värmeinfångning och värmepumpning.

Inom programmet för Edz Wiik-projektet har ett akviferbaserat energisystem föreslagits. Studien visade att det finns ekonomiska och hydrogeologiska förutsättningar för ett akviferbaserat energisystem. En översiktlig värmebalansstudie utfördes för akviferen och presenteras i förslaget. I denna förstudie har de hydrogeologiska förhållandena kartlagts närmare.

### 3. GEOLOGISK ÖVERSIKT

#### 3.1 Berggrunden

Området ligger inom det geologiska kartbladet SGU Ae 4. Berggrunden utgöres av urberg bestående av huvudsakligen gnejsgranit och stockholmsgranit.

Enligt utförda jord-berg-sonderingar vid idrottsplatsen och Sollentunavägen sluttar bergytan tämligen flackt mot öster jämfört med förkastningsbranten på östra sidan av viken. Bergnivån vid Sollentunavallen faller från som högst ca +11 vid Sollentunavägen till lägre än -14 vid Edsvikens strand.

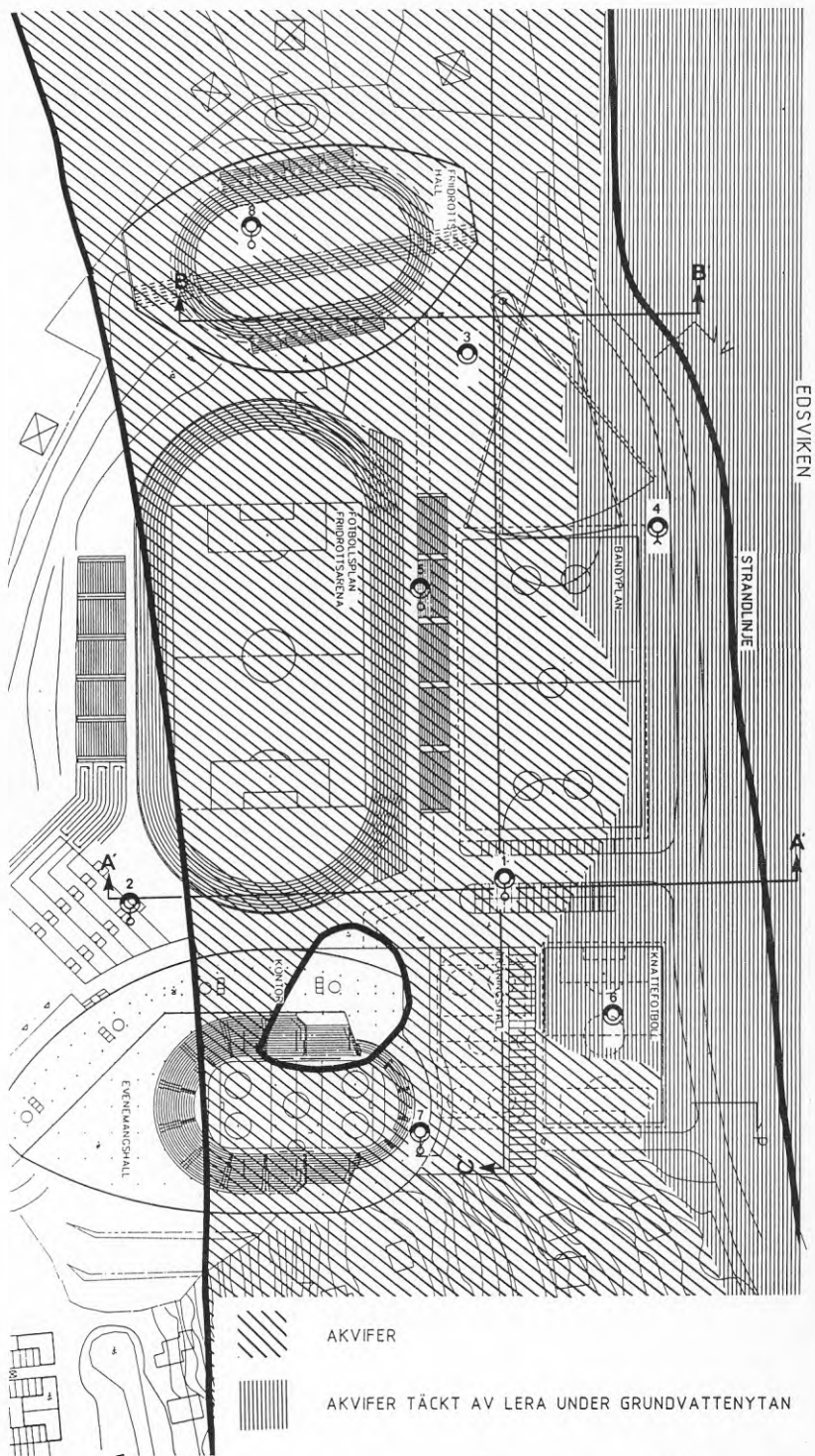
#### 3.2 Jordlagren

På den mot öster sluttande bergytan har Stockholmsåsen avsatts. Grus- och sandavlagringarna bildar en rygg där krönet ligger nära mitt emellan Sollentunavägen och Edsviken. Jordmäktigheten är ca 45 m vid Utsiktsvägen. Hela mäktigheten av åsmaterial vid Utsiktsvägen ligger troligen i dränerat läge på berg, dvs ovan grundvattenytan som ligger kring  $\pm 0$ . I norra delen av idrottsplatsen vid Fortunavägen ligger åsmäktigheten kring 30-35 m varav 7-10 m av gruslagren ligger under grundvattenytan.

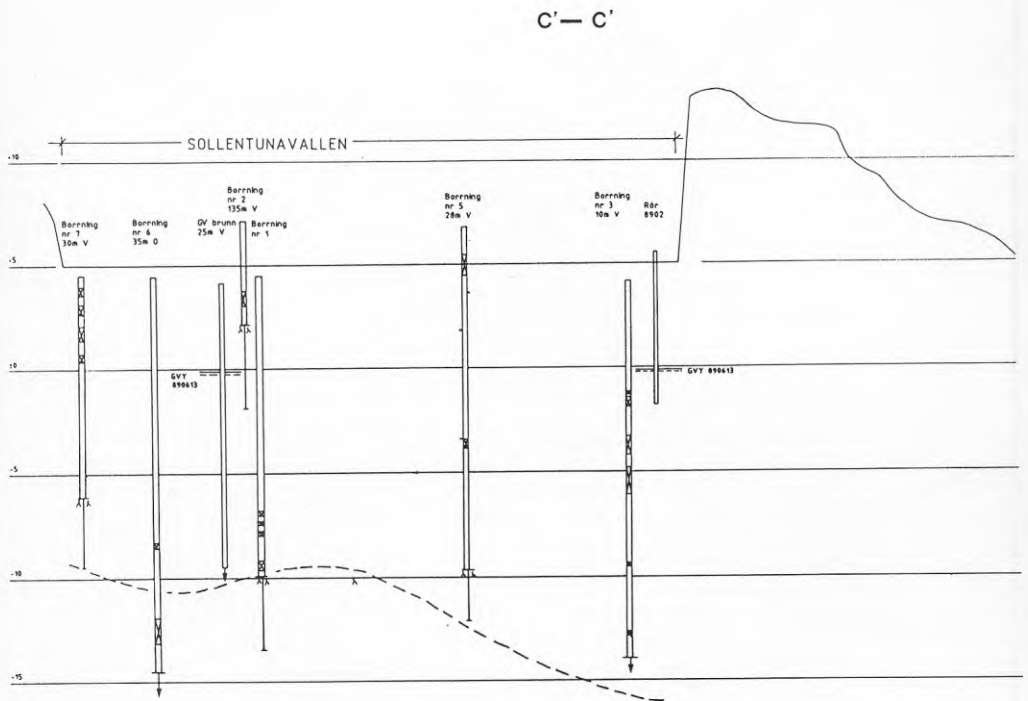
Borrhål 1-8 har utförts med jord-bergsonderingsutrustning. I samtliga borrhål med undantag av Bh 1 och Bh 6 påträffades starkt vattenförande isälvs-material.

Med ledning av utförda sonderingar har en schematisk gräns för där berget går upp över grundvattenytan redovisats på Figur 3.1. Vidare har åsmaterialets överyta där det överlagras av lera markerats. Lerlagret som vilar på åsmaterial fortsätter ut i Edsviken enligt en undersökning utförd 1966. Vid undersöknings-tillfället 1966 fanns mellan 0,5 och 7 m dy och lera på åsmaterialet. Lera kan dock vara bortschaktad inom delar där vägutfyllnad skett. Detta framgår av bl a Anbudsunderlag för ombyggnad av Strandvägen, VBB 1966-11-01.

Av figur 3.1 framgår att stråket där isälvs-material under grundvattenytan påträffats har en bredd av ca 200 m. Mäktigheten under grundvattenytan varierar mellan 5 och 15 m (se sektion A-A, B-B och C-C, figur 3.2 och 3.3).







Figur 3.3 Sektion C-C



### 3.3 Hydrogeologisk översikt

Grundvattenundersökningar har utförts norr och söder om området.

I söder har en vattentäkt för Turebergs Villaägarförening på fastigheten Turebergs villastad 3:81 undersökts av ingenjörsfirman Hj. Unander 1941. Vattentäkten utgjordes av en 6 m djup betongbrunn med 2 m diameter ca 40 m från Edsviken. En äldre brunn låg på fastigheten Turebergs Villastad 3:47. Enligt vattendom 1948 erhöles tillstånd att uttaga i medeltal 4,5 l/s med rätt att enligt särskilt avtal under kortare tid uttaga 7,5 l/s.

Norr om området finns en grundvattenbrunn i Edsbergs park där vatten uttages för bevattning av parken och för att ge vattenföring i bäcken.

Norr därom skall vatten för kylning av ett kontorshus i Kv Ekplantan uttagas. Vattnet skall återinfiltreras. Vattendom för detta projekt har erhållits.

En dagvattentunnel i berg följer Sollentunavägen. Tunneln för dagvatten från Sollentuna Centrum till en utloppsledning vid Edsbergs park. Tunneln är utformad som ett U-rör i berg med en trycknivå bestämd av ett överfall vid Edsbergs park. Tunneln ger en viss trycknivå i berget som beror av dämningnivån i tunneln, Bilaga 2.

Aktuell sträcka av Stockholmsåsen vid Sollentunavallen har en nära plan grundvattenyta vars nivå regleras av Edsviken, Figur 3.4. Edsvikens karakteristiska vattenstånd för 1988 har i höjdsystem 1900 beräknats till (Bilaga 3):

HHV	+0,87
NHV	+0,28
MV	-0,33
NLV	-0,77
LLV	-1,00

Tidigare grundvattenundersökningar i området utgöres av en propumpning med 8 l/s i norra delen av idrottsplatsen, AIB 1943.

En grundvattenbrunn finns även utförd vid administrationsbyggnaden 1982, Bilaga 4. Brunnen utgöres av ett 16 m långt stålrör,  $\varnothing$  150 mm, vilket går ner 9,5 m under grundvattenytan. Vid uttag av 15 000 l/tim (4,2 l/s) blev avsänkningen i brunnen 0,9 m.

För att kartlägga hur grundvattenmagasinet i grusåsen samvarierar med Saltsjön (Edsviken) har dels studerats av kommunen utförda vattenståndsobservationer i grusåsen och i Edsviken, Figur 3.5, dels

har under 3 månader studerats hur grundvattenytan i tre punkter i åsen samvarierat med Edsviken, Figur 3.4.

Av dessa observationer framgår att grundvattenytan som regel ligger några decimeter högre än Edsviken men att vid hastigt stigande vattenstånd i Edsviken ligger grundvattenytan och Edsviken (Saltsjön) på i stort sett samma nivå.

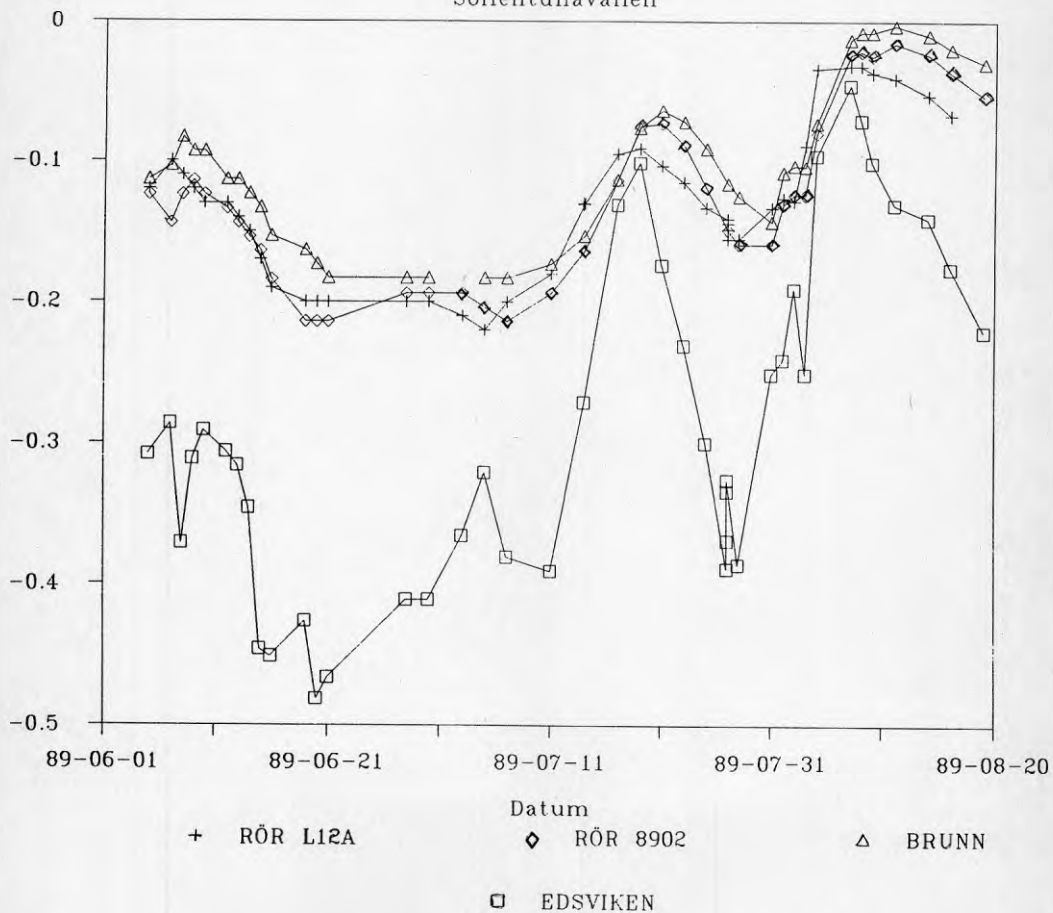
Vidare framgår att grundvattenytan i idrottsplatsens brunn ligger några centimeter högre än i observationsrör i norra delen av idrottsplatsen och i Edsbergs park tydande på en grundvattenströmning norrut. Om denna grundvattenström är betingad av utläckningen till Edsviken i vikens inre del eller av grundvattenpumpningen i Edsbergs park har inte kunnat avgöras. Röret L12A i Edsbergs park är emellertid det rör som snabbast reagerar på vattenståndshöjning och vattenståndssänkning i Edsviken. Detta tyder på att den bästa hydrauliska kommunikationen med Saltsjön finns i denna del. Detta kan bero på de olika ledningsschaktningar för dag- och spillvattenledningar som utförts i strandzonen och som medför att när vattenståndet ändras i Edsviken så ändras vattenytan i dessa ledningsschakter.

I aktuellt projekt skall grundvatten cirkuleras i åsen mellan ett antal "kalla" brunnar och ett antal "varma" brunnar. Något uttag av grundvatten planeras således ej (se systemskiss, figur 3.6).

Preliminärt har valts att placera den varma polen i södra delen eftersom denna del av åsen synes vara mer hydrauliskt isolerad från Edsviken än norra delen enligt utförda vattenståndsmätningar.

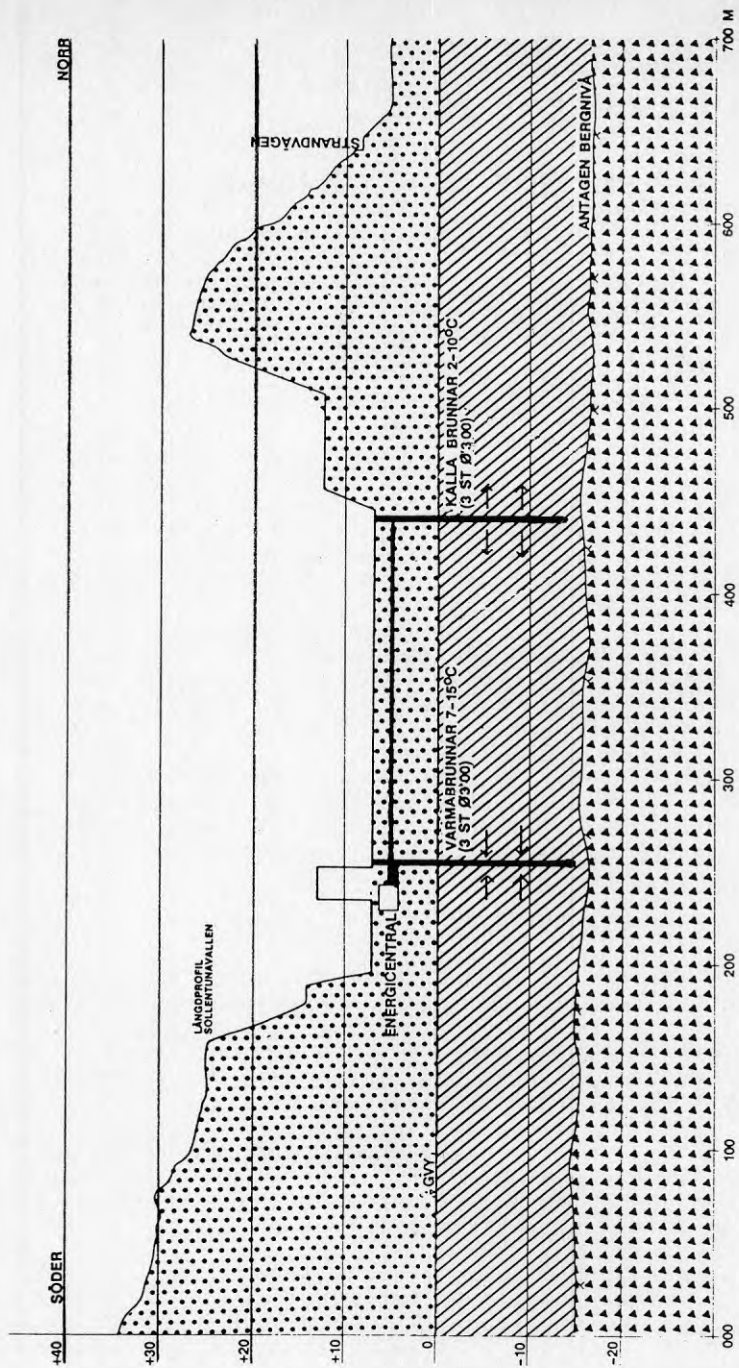
## Vattennivåmätningar

Sollentunavallen



Figur 3.4 Vattenståndsobservationer i grusåsen och i Edsviken juni-aug 1988





Figur 3.6 Systemskiss av grundvattencirkulation

### 3.4 Akviferens egenskaper

Med ledning av de borrningar som utförts kan grundvattenmagasinet under idrottsplatsen beräknas ha en volym av ca 400 000 m<sup>3</sup>. Möjlighet finns att utöka akvifervolymen genom att placera brunnar utanför idrottsplatsområdet, t ex i södra delen av Edsbergs park. I första hand bör dock studeras om det med tillräckligt stor temperaturvariation i akviferen ( $\Delta t$ ) går att åstadkomma ett tillräckligt värme- och kyl lager.

Den hydrauliska konduktiviteten bedöms vara ca 10<sup>-2</sup> m/s vilket ger goda uttagsmöjligheter vid utbyggnad av rörbrunnar. Eftersom block förekommer i åsgruset bör man välja en lämplig borrhingsmetod vid utförande av brunnen, t ex odexborrning, vilket innebär brunnar med mindre diameter. Uttagskapaciteten för varje brunn har därvid antagits bli ca 25 l/s. Avsänkningen bedöms bli mindre än 1 m vid respektive pol.

Jordlagret över akviferen består av åsmaterial och har en mäktighet av 4-7 m. Värmeförlusterna uppåt blir därmed små. Temperaturpåverkan vid ytan beräknas understiga 0,5 %.

De termohydrauliska effekterna i akviferen styrs av gruslagrens genomsläpplighet. Genom att utnyttja flera brunnar placerade på rad vinkelrätt mot åsens längdriktning kan akvifervolymen utnyttjas väl.

### 3.5 Temperaturförhållanden i Edsviken

Som komplement till akviferen kan genom en värmeväxlare mot Edsviken en värme- och kylbuffert erhållas.

För att kartlägga dessa möjligheter har temperaturväxlingarna på olika djup i Edsviken vid Landsnordjupet mitt för idrottsplatsen studerats.

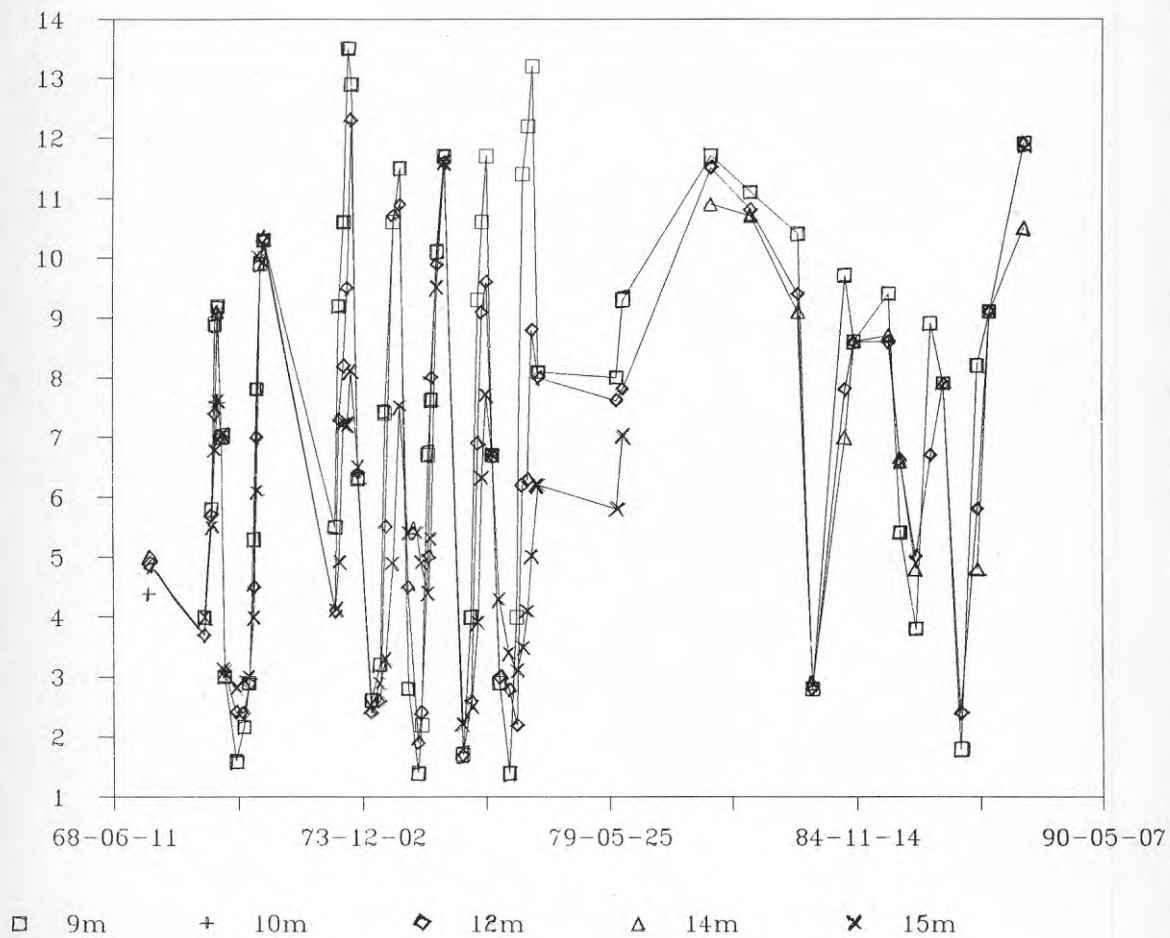
De av Stockholms VA-verk under perioden 1968-1988 utförda mätningarna av temperaturen på olika djup framgår av Figur 3.7. Temperaturmätningarna redovisas även i tabellform i Bilaga 5.

Av mätningarna framgår att temperaturen på 9 m djup sällan överstiger 12°C. Detta betyder att vatten från 9 m djup kan användas för komfortkylning. Enstaka år kan dock temperaturen stiga till 13,5°C enligt utförda mätningar. Detta innebär dock ingen större förlust av kylkapacitet i en anläggning dimensionerad för t ex 12,0°C. Vid 9 m djup är vattenvolymen fullt tillräcklig för de komfortkylbehov som föreligger, dvs vattentillströmning till en intagsledning hindras

ej av någon uppstickande bergtröskel i Edsvikens inre del. Översiktliga djupkurvor i Edsvikens norra del framgår av figur 3.8. Vid uttag ur Edsviken kommer genom temperatur- och salthaltsskiktning vattenlagren på olika nivåer att endast i begränsad omfattning blanda sig, dvs selected withdrawal kommer att ske. Även värme kan uttagas från Edsviken under en stor del av året med hjälp av värmepump. Under den kallaste perioden är dock akviferen överlägsen. För att få tillräcklig värme till vintern bör akviferen utnyttjas för kylning så att så hög utgångstemperatur som möjligt till vinterperioden erhålles.

Temp

## TEMP.MÄTNINGAR I LANDSNORADJUPET



Figur 3.7 Temperaturmätningar i Edsviken, Landsnoradjupet, 1968-1988





#### 4. UTFORMNING AV ENERGIANLÄGGNING

##### 4.1 Energi- och effektbehov

Beräkningen av energi- och effektbehov har baserats på preliminära handlingar daterade aug-sept 1989. Den totala byggnadsytan är ca 105 000 m<sup>2</sup> varav bostäder ca 20 000 m<sup>2</sup>, kontor ca 23 000 m<sup>2</sup>, ishall och konferensanläggning ca 25 000 m<sup>2</sup>, friidrottshall ca 12 000 m<sup>2</sup> samt garage, förråd och övriga biutrymmen ca 25 000 m<sup>2</sup>. Dessutom finns en konstfrusen bandybana utomhus.

För bostäder har energibehov beräknats enligt system med mekanisk frånluft och värmeåtervinning via frånluftsvärmepumpsteknik, s k FVP-system.

Energibehoven för kontorslokalerna har framtagits med följande antaganden: Mekanisk till- och frånluft, värme- och kylåtervinning via köldbärarsystem, normal kontorsdrift ca 10 tim 5 dagar/vecka, kyleffektbehov ca 40 W/m<sup>2</sup>.

Idrottsanläggningarnas energibehov styrs av utnyttjandegraden och utnyttjningstiden. Härvid har antagits följande:

- Ishall	drift ca 1 700 timmar/år
- Friidrottshall	- " -
- Bandybana	drift ca 2 850 timmar/år (okt/nov till mars/april)

Beräknade energi- och effektbehov finns sammanställda i fig 4.1. Det totala årliga uppvärmningsbehovet har beräknats till 12.2 GWh och motsvarande kylbehov har beräknats till 10.8 GWh. En stor del av energin kan användas direkt internt i energianläggningen, medan ca 4.8 GWh kyla och värme avses säsongslagras för senare användning för kylning respektive uppvärmning. Andelen lagrad energi kan därmed uppskattas till ca 40 % av det totala energibehovet för uppvärmning och kylning.

	Värmebehov (brutto <sup>1)</sup> )		Kylbehov	
	Effekt kW	Energi MWh/år	Effekt kW	Energi MWh/år
Bostäder	1000	2150	130 (FVP)	500
Garage	500	1000	-	-
Kontor	1700	3000	920	800
Ishall + idrottshallar	3500	6000	2600	2300
Isbanor (inne o ute)	-	-	1900	7200
Summa	6700 kW	12150 MWh	5550 kW	10800 MWh

1) Brutto = ej värmeåtervinning ur frånluft

Det planerade akviferlagerbaserade systemet får ett totalt eleffektbehov för kylning på ca 0.8 MW, där isbanorna svarar för största delen. Mängden elenergi som förbrukas blir ca 3200 MWh/år för både kyl- och värmeproduktion, dvs ca 15 % av den sammanlagda energiproduktionen för ett akvifersystem eller 25 % av energibehovet i ett konventionellt system.

För värmeeffekttoppar erfordras ca 2.6 MW värmepannor (olja eller gasol) eller ytterligare ca 0.7 MW el-effekt till extra värmepumpar. Värmeenergin för dessa topplaster motsvarar ca 800 MWh värme eller 300 MWh elenergi.

Om energileveransen till området för det akviferbaserade systemet jämförs med en konventionell anläggning med t ex fjärrvärme och kylmaskiner blir förhållandet enligt följande.

	Värme- leverans		El- leverans		Från akvi- ferlager MWh/år	
	Eff energi MW	MWh/år	Eff energi MW	MWh/år	Komf Kyla	Värme
A Konv anläggning	5.5	8400	1.5	4100	-	-
B Akviferanläggning						
Alt 1 (Olja/gasol)	2.6	800	0.8	3200	2800	6100 <sup>1)</sup>
Alt 2 (Värmepump)	0		1.5	3500	2800	6600 <sup>1)</sup>

1) Ca 2000 MWh är korttidslagrade

## 4.2 Värme- och kylproduktion

Som alternativ till en konventionell lösning har, mot bakgrund av områdets speciella förutsättningar, följande systemkoncept föreslagits.

De planerade anläggningarnas kyl- och värmebehov kan täckas med hjälp av det grundvattenmagasin, åsakvifer, som finns under Sollentunavallen.

En för området gemensam energicentral levererar värme och kyla till områdets alla byggnader. Vid överskott av värme eller kyla nedförs energi i akviferlagret.

På den aktuella åssträckan på ca 400 m finns ett ca 100 m brett och 10-15 m djupt grundvattenmagasin. Med ett preliminärt avstånd mellan kalla och varma brun- nar av ca 300 m erhålls ett ca 400 000 m<sup>3</sup> stort värme- resp kyl- lager. Med energiuttag i två nivåer från +20°C till +12°C respektive från +12°C till +2°C erhålles en lagringskapacitet på ca 6 GWh vid en verkningsgrad av 75 % i lagret. Detta lager är tillräckligt för de säsongslagringsbehov som finns i de planerade anläggningarna, eftersom under vår och höst en betydande direktåtervinning av kylvärme för värmepumpning kan ske i kombination med korttidslagring på dygnsbasis i grusåsen.

Behovet av komfortkyla kan täckas genom direkt värmeväxling, dvs utan kylmaskiner, mellan cirkulerande grundvatten och cirkulerande köldbärare i de planerade kontors- och idrottsanläggningarna. Kylmaskiner erfordras dock för konstfrusna isbanor. Den överskotts- värme som erhålles från komfortkylning och från kondensorer på kylmaskiner tillvaratages och lagras i grusåsen i södra delen av Sollentunavallen. Vid infiltration i denna del byggs ett ca 15- till 25-gradigt värmelager upp i grundvattenmagasinet. Det kalla grundvattnet för kylning uttages ur grundvattenbrunnar i Sollentunavallens norra del.

Från den centrala kylmaskinanläggningen för isbanor levereras värme från kondensorererna direkt till byggnaderna då isbanorna är i drift. Övrig tid utnyttjas anläggningen för värmepumpning ur akviferlagret till det gemensamma värmedistributionssystemet inom området.

Det uppvärmda grundvattnet på ca +10 till +20°C används också direkt, dvs utan värmepumpning, för att förvärma ventilationsluft i idrottshallen och på kontoret.

Om god verkningsgrad kan fås för akviferlagret räcker den lagrade värmen i åsakviferen, tillsammans med återvunnen kondensatorvärme, till hela områdets värmebehov under ett normalår. För att klara effektoppar

i värmesystemet behövs dock ytterligare värmepumpkapacitet ut över den som erhålls via kylmaskinerna för isbanorna. Som alternativ till extra värmepumpar kan effekttopparna i värmebehovet klaras via en olje- eller t ex gasoleldad värmepanna.

Som framgår av sammanställningen blir behovet av såväl värme som elleverans till området lägst med det föreslagna akviferlagerbaserade systemkonceptet.

Anläggningarnas sammanlagrade behov av eleffekt för belysning av idrottsarenor, kontor och bostäder samt normal hushållsel och driftel för fastigheterna har beräknats till ca 2.4 MW.

För att erhålla balans mellan värme och kyla i grundvattenmagasinet beroende på variationer mellan värme- och kylbehov under olika år finns möjlighet att vintertid kyla bort värme respektive sommartid lagra in värme i grusåsen genom ett värmeväxlersystem mellan grundvatten i grusåsen och ytvattnet i Edsviken. Skulle det föreslagna konceptet med energiuttag i två temperaturnivåer, +20 till +12°C och +12 till +2°C, visa sig svårstyrt finns möjlighet att under vissa tider växla in värme och kyla direkt från Edsviken.

#### 4.3 Energibalans för akviferlagret

I akviferlagret lagras energi både på korttidsbasis och på säsongsbasis. Korttidslagringen kan vara på dygnsbasis med t ex kylbehov dagtid och uppvärmningsbehov nattetid eller på veckobasis eller längre beroende på meteorologiska förhållanden.

Nedan har sammanställts månadsvärden för inlagring av energi i lagret samt hur stor del av energin som kan användas direkt. I den direkt använda delen av energin ingår även en del av den korttidslagrade energin.

Månad/Period	Till lagret MWh värme		Direkt överförd kondensorvärme och "spillkyla"
	+20 °C	+40 °C	MWh
<u>Inladdning av värme</u>			
Maj	490	100	190
Juni	675	215	75
Juli	450	220	70
Augusti	575	215	75
September	320	-	420
Oktober	150	400	690
Summa:	2660	1150	1520

Summa lagrad värme: 3810 MWh

Summa uttagen komfortkyla ur lagret: 2660 MWh

Månad/Period	Från/Till lagret MWh		Direkt överförd kondensorvärme och "spillkyla"
	10/25 °C	2/10 °C	MWh
<u>Urladdning av värme</u>			
November	-	-	1210
December	1040	395	290
Januari	1135	420	290
Februari	1070	420	290
Mars	490	-	1140
April	-	-	1100
Summa:	3635	1235	4320

Summa urlagrad värme: 4870 MWh

Summa inlagrad kyla: 4870 MWh

Anm. Under november t o m april lagras även ca 1200 MWh värme in i lagret.

Om värmepumparna dimensioneras för att kunna leverera hela värmebehovet (B alt 1) blir grundvattenflödet vid dimensionerande värmebehov ca 0.110 m<sup>3</sup>/s vid en temperaturdifferens av 10 °C. Då toppeffekter produceras av en olje- eller gasolpanna (B alt 2) reduceras grundvattenflödet till ca 0.065 m<sup>3</sup>/s. Med dessa flöden kan

dimensionerande värmeeffekt produceras om inkommande vatten har en temperatur av ca 12°C. Motsvarande flöde vid kylning blir ca 0.130 m<sup>3</sup>/s vid en temperaturdifferens av 10°C. Vid uttag i värme- respektive kylsäsongens början blir temperaturdifferensen större vilket leder till lägre flöden.

## 5. MILJÖKONSEKVENSER AV OLIKA ENERGISYSTEM

### 5.1 Inledning

Eftersom all energiproduktion inverkar på vår miljö är det viktigt att vi använder energin så effektivt som möjligt och utvecklar system som möjliggör detta. Energisnåla system med litet behov av extern energi bör därför eftersträvas från miljösynpunkt.

För att göra en miljökonsekvensanalys av olika energisystem för en byggnad måste hänsyn tas till hur och när energin produceras. I denna studie har primärt endast miljöeffekterna av den energi som förbrukas och produceras inom området behandlats.

Tre tänkbara energisystem har studerats:

1. Fjärrvärme och kylmaskiner
2. Oljepanna och kylmaskiner
3. Akviferlager, värmepump och kylmaskiner, samt gasol- eller oljepanna som spetseffekt

Något alternativ med enbart el för uppvärmning har ej behandlats. System 1 och 2 har utformats med värmeväxling etc för att erhålla låg energiförbrukning. Vid jämförelserna nedan har använts de energibehov som redovisats i kapitel 4.

### 5.2 Externt energibehov

Alt 1 och 2 använder huvudsakligen extern energi. En del kan återvinnas (t ex energin ur ventilationsluften) eller direktanvändas (t ex vid kylbehov kan värme från kylmaskinerna användas för varmvattenproduktion).

I Alt 3 kan energi både säsongslagras och användas direkt. Det innebär att behovet av extern energi blir litet. Enligt beräkningarna i kap 4 behöver endast ca 25 % av det verkliga energibehovet tillföras utifrån. Motsvarande andel för Alt 1 och 2 är ca 75 %.

I Alt 1 produceras energin vid en fjärrvärmeanläggning. Beroende på efterfrågad effekt och tidpunkt kan denna komma från fastbränsle typ sopor, värmepump, olja eller kol. I Alt 2 produceras värme genom oljeförbränning. Utan att i detalj gå in på miljökonsekvenserna av dessa produktionsanläggningar kan konstateras att eftersom det externa energibehovet (såväl el som gasol eller olja) är lägst i Alt 3 bör detta alternativ vara det mest miljövänliga om inga andra miljökonsekvenser uppträder. I dag kan några sådana av betydelse ej förutses.



Eftersom Alt 3 delvis omfattar ny teknik är det angeläget att närmare beskriva den miljöpåverkan som detta alternativ ger.

### 5.3 Grundvattenpåverkan

Eftersom något nettouttag av vatten ej sker vid laddning av eller uttag ur lagret kommer grundvattennivån ej att påverkas, med undantag av de lokala sänkings- respektive höjningstrattar på några decimeter som uppträder närmast brunnarna. Ett akvifervärmelager ger därmed en mindre miljöpåverkan än konventionella grundvattentäkter för dricksvatten där avsänkning sker inom ett större område.

Den naturliga variation av grundvattennivån som orsakas av Edsvikens vattenståndsvariationer är förmodligen större än de vattenståndsvariationer som uppträder vid inlagrings- och uttagsbrunnar i lagret. För kontroll av dessa förhållanden kommer en provpumpning att utföras. Eftersom grundvattennivån vid akviferlagring således i stort sett är oförändrad är någon miljöpåverkan på grund av detta ej att vänta.

Vattenkemiska förändringar kan komma att uppstå inom lagerområdet på grund av cirkulation av grundvatten med olika kvalitet. Då grundvattnets temperatur förändras ändras lösligheten för ämnen som finns lösta i vattnet, t ex kalk. Detta kan medföra igensättning av brunnar och värmeväxlare. Vid en liknande anläggning (SAS Frösundavik, Solna) har igensättning skett av en brunn. Dessa problem är dock i första hand av driftsmässig art. Eftersom den regionala grundvattenströmningen sker ut mot Edsviken kommer en eventuell förändring av grundvattnets kemi ej att påverka grundvattnet inom någon annans fastighet.

Någon ökad saltvatteninträngning bedöms ej ske eftersom inget vatten pumpas bort från akviferen. Brunnarna kommer också att placeras där minst risk för kommunikation mellan Edsviken och akviferen finns.

### 5.4 Termisk påverkan

Temperaturen i lagret föreslås variera mellan ca 2°C och 25°C. De naturliga temperaturvariationerna i en infiltrationsanläggning för vattenförsörjning är av samma storleksordning. Dessa temperaturvariationer har ej någon inverkan på vegetationen på en grusås enligt erfarenheter från vattenförsörjningsanläggningar.

Markvärmelagers miljöpåverkan har studerats utförligt vid LTH. Dessa studier visar att markvärmelagers termiska inverkan är ungefär lika stor som byggnaden själv, som ju tillför omgivande mark värme. Två akviferlager finns också i drift, ett i Solna vid nya SAS-kontoret och ett i Kristianstad vid Ericssons fabrik. Någon negativ miljöpåverkan har ej konstaterats vid någon av anläggningarna. Denna värmertilförsel kan jämföras med värmeförlusterna från fjärrvärmelningar som ofta orsakar snösmältning på vintern.

Eftersom en del av värmelagret kommer att vara beläget under bandybanan kan värmeförlusterna uppåt leda till en ökning av kylenergibehovet till bandybanan. Denna ökning har beräknats till 10 % av dimensionerande effekt till ca  $7.5 \text{ W/m}^2$  (totalt ca 50 kW) vilket skall jämföras med en installerad effekt av 1900 kW.

### 5.5 Installationer

Som köldbärarvätska har valts ammoniak för kylmaskinerna och freon för värmepumparna. Från miljösynpunkt är ammoniak att föredra. För närvarande kan ej freon helt undvaras, dock avses den typ av freon användas som ger minst påverkan på ozonlagret.

Erfarenheterna från tidigare utförda värmepumpinstallationer visar att driftsäkerheten är god och att risken för läckage av köldbärarvätskor via värmeväxlare är liten. Anläggningarna bör dock utformas så att läckagerisken blir liten. Kontroll av mängden köldbärarvätska bör också ske regelbundet.

### 5.6 Slutsatser

Det är svårt att göra en rättvis och heltäckande bedömning av olika systems miljöpåverkan. Ett försök har dock gjorts, vilket redovisas i tabell 5.1. Av denna framgår att graden av miljöpåverkan tycks vara högst för det oljeeldade alternativet.

Miljöpåverkan av fjärrvärmealternativet och akviferalternativet bedöms vara ungefär lika. En viktig skillnad är dock att den förbrukade energin är ca 3 ggr lägre för det akviferbaserade alternativet. Den totala miljöpåverkan bedöms därför bli lägre för det akviferbaserade energiförslaget. Från miljösynpunkt bör därför detta alternativ förordas.

Tabell 5.1 Sammanställning av miljökonsekvenser för de olika alternativen

	Fjärrvärme	Olja	Akviferlager
Estetisk miljö	Ingen	Stor	Ingen
Luft, lokalt	Liten	Stor	Ingen
- " - , globalt	Liten	Liten	Liten
Koldioxidhalt	Stor	Stor	Liten
Grundvattnet	Ingen	Ingen	Liten
Installationer	Liten	Liten	Liten
Restprodukter	Liten (olja) Stor (kol)	Liten	Ingen
Ozon	Ingen	Liten	Liten

Några negativa miljökonsekvenser av betydelse finns ej konstaterade för akviferlager. Genom den betydande besparing av primäre energi som kan göras med ett akviferlager medför tekniken en minskad belastning på miljön jämfört med övriga studerade alternativ.

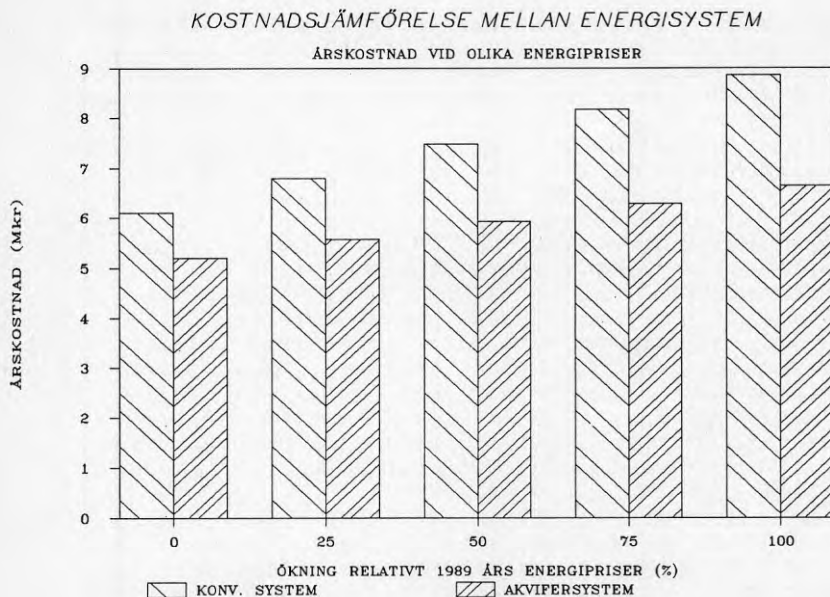
## 6. EKONOMI

I samband med programhandlingsarbetet i början av 1988 gjordes en kostnadsberäkning för energianläggningen baserad på de då gällande värme- och kylbehoven. I de programhandlingar på vilka denna utredning baseras har andelen bostäder ökat och andelen kontor minskat. Värmebehovet har därmed blivit ca 40 % större och kylbehovet ca 15 % mindre. Utrustningen i energicentralen bedöms därför bli ungefär likartad den anläggning som utgjorde underlag för kostnadsberäkningen 1988. Den tidigare kalkylen har därför enbart justerats för en ändrad värme/kylproduktion vad gäller effektinstallationer samt ändrats till 1989 års prisnivå.

Kostnaden för en konventionell energianläggning med olja eller fjärrvärme samt kylmaskiner har beräknats till ca 30 Mkr, medan kostnaden för en akviferbaserad anläggning har beräknats till ca 34 Mkr. Merkostnaden blir då ca 4 Mkr. Hur kostnaderna fördelas framgår av Bilaga 6.

För alla fasta installationer har antagits en avskrivningstid på 20 år och en ränta på 6 %. Kostnaden för fjärrvärme har antagits till 0.23 kr/kWh respektive 0.30 kr/kWh för elenergi.

Den årliga energikostnaden för kyla och värme blir då ca 5.5 Mkr för en konventionell anläggning (Alt K) respektive ca 4.6 Mkr för ett akviferbaserat energisystem (Alt A). Den årliga vinsten med ett akviferbaserat energisystem blir därmed ca 0.9 Mkr med dagens energipriser. Eftersom andelen inköpt energi är lägre med det akviferbaserade energisystemet blir känsligheten för energiprishöjningar lägre, vilket visas i figur 6.1. Om energipriserna på el och fjärrvärme fördubblas blir den årliga kostnaden ca 8.3 Mkr (Alt K) respektive ca 6.0 Mkr (Alt A). Den årliga vinsten om man väljer Alt A blir då ca 2.3 Mkr.



Figur 6.1 Total årlig energikostnad för värme- och kylproduktion (inkluderande fasta och rörliga kostnader) vid olika energipris på primärenergi

## 7. SLUTSATSER

Projekt Edz Wiik omfattar upprustning och tillbyggnad av idrottsanläggningar vid Sollentunavallen samt nybyggnad av kontor och bostäder. Området är beläget på en del av Stockholmsåsen, där åsen har en bredd av ca 100 m och ett djup under grundvattenytan av 10-15 m. Möjligheterna att utnyttja det grundvattenmagasin (den akvifer) som finns tillgängligt för energiproduktion är goda.

Med aktuella energi- och effektbehov blir lagringsbehovet ca 6 GWh/år vilket kan lagras i en del av akviferen. Uttag och inlagring av vatten sker via brunnar. Eftersom akviferens hydrauliska konduktivitet,  $K$ , är hög, ca  $10^{-2}$  m/s, blir förändringen av grundvattenytans läge liten, uppskattningsvis mindre än 0.5 m. Detta kan jämföras med de variationer av grundvattenytan som erhålles på en vattenståndsvariationerna i Edsviken, vilka uppgår till ca 0.8 m. Det höga  $K$ -värdet medger också en hög uttags- och infiltrationskapacitet i brunnarna.

Ett akviferbaserat energisystem kräver att akviferens egenskaper kan förstås och bemästras. Eftersom sonderingar ej kan ske i ett obegränsat antal punkter finns alltid en viss osäkerhet över lagrets funktion. De sonderingar som gjorts visar dock en relativt homogen akvifer bestående av grus. Några markerade stråk av extremt högpermeabelt material har ej påträffats.

I ett akviferbaserat energisystem sker inget netto-uttag av grundvatten, vilket innebär att någon regional påverkan av grundvattenståndet ej är att förvänta. Likaså blir risken för saltvatteninträngning från Edsviken liten. Här utgör också ett mäktigt täckande lerskikt, som sträcker sig utmed i stort sett hela stranden, en effektiv spärr.

Temperaturförändringen i grundvattnet kan eventuellt leda till förändringar av vattenkemin. På basis av de erfarenheter som erhållits vid en liknande anläggning förväntas dessa förändringar bli små. Denna referensanläggning har varit i drift sedan 1987.

Temperaturpåverkan vid markytan beräknas bli maximalt  $1^{\circ}\text{C}$ , med en viss tidsförskjutning.

Ett akviferlagerbaserat energisystem har en mindre miljöpåverkan än konventionella energisystem, främst beroende på bättre utnyttjande av den energi som produceras inom anläggningen samt på lägre energitillförsel. Av den energi som förbrukas behöver endast ca 25 % tillföras jämfört med en konventionell anläggning. Resterande del tas från spillvärme/kyla som lagrats i akviferen eller överförs direkt mellan olika verksamheter.

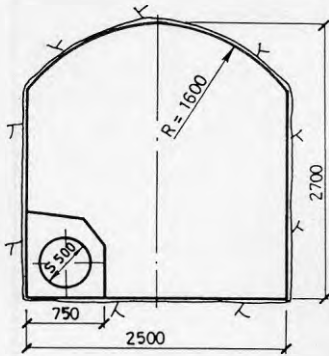
Ett akviferlagerbaserat energisystem innebär en något större investeringskostnad, ca 4 Mkr, vilket motsvarar 10-15 % av den totala investeringen. Detta uppvägs av en lägre årlig driftkostnad, ca 0.9 Mkr med dagens energipriser. Eftersom andelen extern energi är låg blir ett akviferbaserat energisystem tämligen okänsligt för energiprisförändringar.

**SAMMANSTÄLLNING ÖVER TIDIGARE UTREDNINGAR I KRONOLOGISK ORDNING**

---

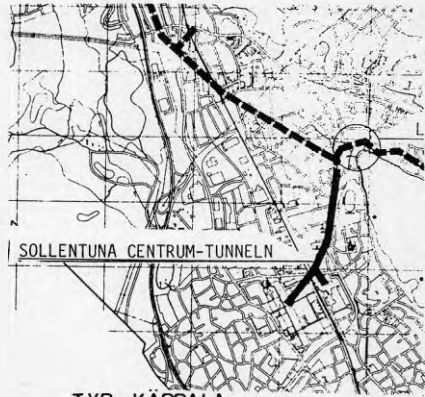
- Utlåtande över AB Edsviken Vatten- och avloppsverks vattentäkt;  
Ingenjörfirman Hj. Unander 1941-05-27
- Utlåtande över Turebergs Villaägareförenings vattentäkt;  
Ingenjörfirman Hj. Unander 1941-09-02
- Utlåtande över Turebergs Villaägareförenings vattentäkt;  
AIB 1943-03-09
- Utredning rörande undersökt och provpumpad vattentäkt vid Skuggan i Tureberg;  
AIB 1943
- Vattendom 1947-06-19 ang AB Edsviken Vatten- och Avloppsverks vattentäkt på Hersby 1<sup>237</sup> och Turebergs Villaförenings vattentäkt på Turebergs Villastad 3<sup>81</sup> och Sollentunas vattentäkt på Edsberg 3<sup>10</sup> och 3<sup>11</sup>
- Vattendom 1967-04-14 att utfylla visst område av Edsviken
- Rekognosering av brunnplats för grundvattenvärme vid Sollentunavallen;  
AIB 1982-02-10
- S Andersson m fl. Naturvärmekällor i Sollentuna;  
R95: 1983
- Beskrivning och bilagor till Hydrogeologiska kartan över Stockholms län;  
SGU Ah6 1984
- Akviferbaserat kylsystem för fastighetsbolaget Granens företagspark i Kv Ekplantan och Kv Ekstubben;  
AIB 1987
- Edz-Wiik Sollentunavallen, Energiförsöjning;  
AIB 1988
- Georadarmätningar i Sollentuna mellan Edsviken och Norrviken;  
SGAB 1988
- Geologisk och hydrogeologisk studie av Stockholmsåsen mellan sjön Norrviken och Edsviken;  
G Christensen, Kvartärgeologiska inst, Stockholms Universitet, maj 1988
- Vattendom, kv Ekplantan





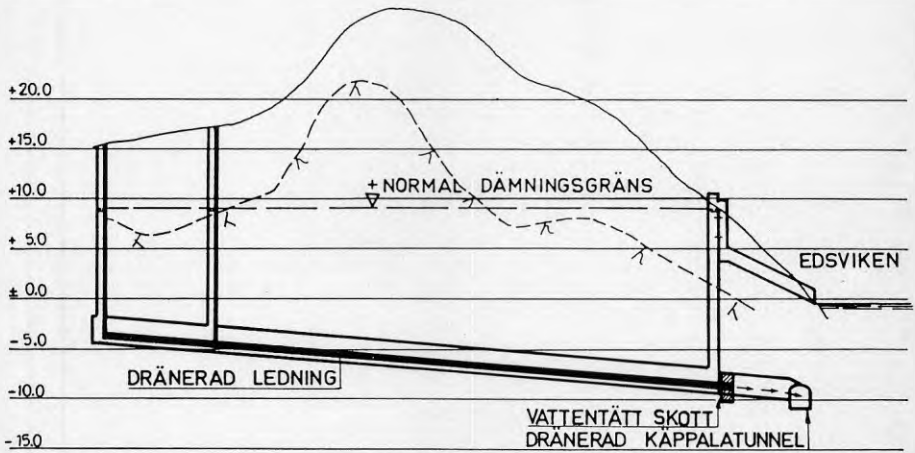
DÄMD DAGVATTENTUNNEL  
MED KRINGGJUTEN SPILL-  
VATTENLEDNING

$A = 6.5 \text{ m}^2$



TYP KÄPPALA

$A = 4.2 \text{ m}^2$



DÄMD DAGVATTENTUNNEL MED KRINGGJUTEN SPILLVATTENLEDNING

Fig 6.13 Sollentuna-centrum-tunneln. Typprofil

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut  
Hydrologiska/oceanografiska avd

Datum  
1989-02-27

Beteckning  
1828/325  
Er beteckning

Handläggare  
Förste statsoceanograf  
Barry Broman, AE

Ert datum

AIB  
Att: Anders Eriksson  
Box 1315  
171 25 SOLNA

### Vattenstånd i havet, Stockholms skärgård

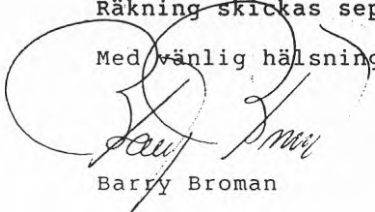
Refererar till telefonbeställning 1989-01-24 ang karaktéristiska havsvattenstånd vid Vaxholm. Tidigare har uppgifterna meddelats per telefon relativt mw 1989. Enligt önskemål har motsvarande uppgifter räknats om till mw för 1988 i höjdsystem 1900.

Högsta högvattenstånd	+ 87 cm
Medelhögvattenstånd	+ 28 cm
Medelvattenstånd	- 33 cm
Medellågvattenstånd	- 77 cm
Lägsta lågvattenstånd	- 100 cm

Medelvattenytan har med hänsyn tagen till landhöjningen beräknats till ca -0,33 m i höjdsystem 1900 samt +0,03 m i höjdsystem 1970.

Räkning skickas separat.

Med vänlig hälsning



Barry Broman

REKOGNOSERING AV BRUNNSPLATS FÖR GRUNDVATTENVÄRME VID SOLLENTUNAVALLEN 1982-02-10 av geolog Anders Eriksson

I samband med utredning för uppvärmning med värmepump av Sollentunavallens idrottsanläggning har utförts geologisk besiktning av idrottsområdet (karta 1).

Besiktningen utfördes tillsammans med ing Lars Johansson, Helenius Ingenjörbyrå som utför ovannämnda utredning.

Idrottsplatsen ligger i ett tidigare grustag vid Edsviken. Olika alternativ för uppvärmning av administrations- och omklädningsbyggnaden har undersökts. Därvid har konstaterats att ombyggnad av konstisbanornas frysmaskiner för uppvärmningsändamål visat sig oekonomiskt. En separat värmepump med en uteffekt av 80 kW (kyleffekt av 53 kW vid värmefaktor 3) och med grundvatten som värmekälla synes fördelaktigt. Preliminära kalkyler pekar på en avskrivningstid kring 5 år.

Kyleffekten 53 kW ger ett erforderligt grundvattenuttag av ca 3,3 l/s vid  $\Delta t = 4^{\circ}$ . Uttaget 3,3 l/s motsvarar 285 m<sup>3</sup>/d och ligger nära den gräns på 300 m<sup>3</sup>/d för vilken vattendom erfordras. Om uttaget tidvis överstiger 300 m<sup>3</sup>/d bör uttaget legaliseras.

AIB har 1941 utfört en provpumpning med 8 l/s i området med ca 0,10 m avsänkning (karta 2). Grundvattnet hade god beskaffenhet, bilaga 1, och temperaturen låg mellan +6 till +7°C. Normalt avrinner grundvatten från grusåsen till Edsviken. Det planerade uttaget bedöms därför ej kunna orsaka några skador.

Vattnet planeras att utsläppas i befintligt kylvattenavlopp från frysmaskinernas kondensorenhet. Kylvattenavloppet mynnar i Edsviken.

Lämpligt läge för en brunn är vid byggnadens nordöstra hörn i närheten av befintligt pannrum och utloppsledning för kylvatten.

Vattenuttaget bedöms ej medföra någon temperaturförändring. Någon infiltration från Edsviken beräknas ej ske för detta uttag annat än vid enstaka tillfällen med hastigt stigande havsvattenstånd. Ej heller detta bedöms medföra någon temperaturpåverkan vid vattentäkten.

Före brunnsupphandling bör utföras rörborrning med 2" rör på föreslagna brunnsplats. Därvid bestämmas jordens kornstorleksfördelning samt uttages grundvattenprov.

Med detta som underlag görs förfrågningsunderlag på en produktionsbrunn.

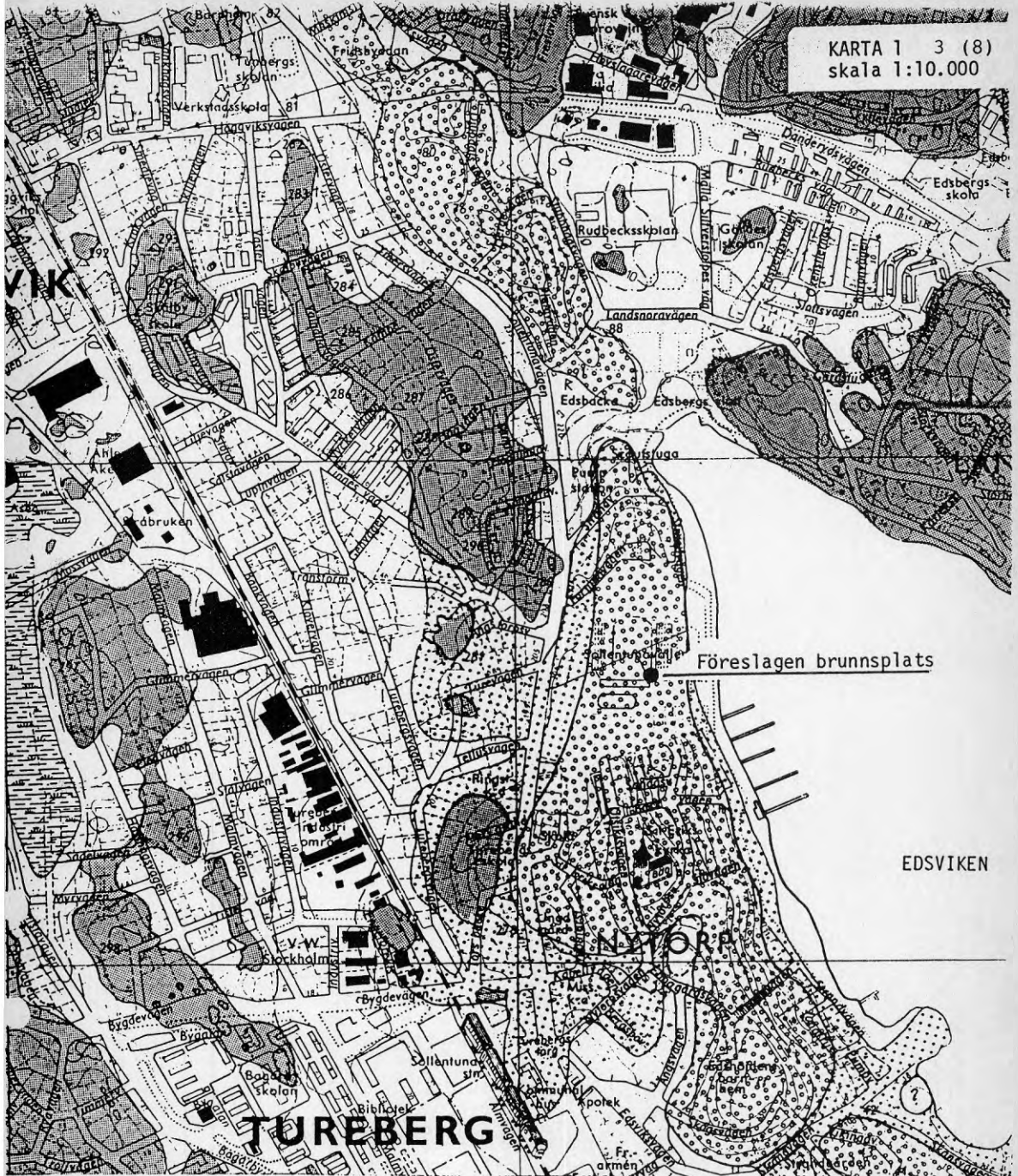
Tidigare provpumpning bedöms kunna utgöra underlag för legalisering av vattentäkten.





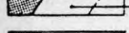
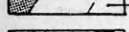
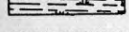

Stockholm 1982-02-10

AIB - ALLMÄNNA INGENJÖRSBYRÅN AB



Anders Eriksson



-  Berg i dagen
-  Morän i dagen
-  Grus på morän och berg (isälvsmaterial)
-  Sand och grövna på morän och berg (isälvsmaterial)
-  Fast torrskorpelera på sand,grus,morän eller berg
-  Lös lera med eller utan torrskorpa
-  Organisk jord på lös lera
-  Fyllning



A t t e s t

Över undersökning av vattenprov.

Beteckning: Prov från rörbrunn nr. 1, Edsberge grusgrop /+6°/, den 2 maj 1941.

Förpackning: Vichyvattenflaska.

Undersökningsresultat:

Utseende: klart utan bottenrester

Lukt /varmprov/: saknas.

Färg, mg Pt pr liter..... 7

pH-värde ..... 6,8

Organiska ämnen /permanganatförbrukning enligt  
Kubel/ mg ~~KMnO<sub>4</sub>~~ pr liter ..... 9,6

Spec. elektr. ledn. förmåga vid 20°C Hx10<sup>6</sup>..... 411

Ur ledningsförmågan approx. beräkn. tot.halt  
salter mg pr lit..... 257

Ammoniak ..... saknas

Nitriter ..... spår

Nitrater ..... stark reaktion

Klorider .mg Cl. pr liter..... 14,6

Sulfater ..... ganska stark reaktion

Järn, mg Fe pr liter ..... 0,12

Mangan, mg Mn pr liter ..... saknas

Fri kolsyra, mg CO<sub>2</sub> pr liter ..... 22,0

Järnaggressiv kolsyra, mg CO<sub>2</sub> pr liter ..... saknas

Karbonathårdhet i tyska grader ..... 7,6

Total hårdhet i tyska grader ..... 12,6

Antal kolonier å agarplatta vid 37°C efter 24  
tim. pr ml prov ..... 1

Kongoagarplatta vid 37°C efter 24 tim pr 10 ml prov.. 0

Vattnet har låg färg och halt organiska ämnen, saknar järn-  
aggressiv kolsyra samt håller obetydliga mängder järn. Totala salt-  
halten är medelhög och vattnet tämligen hårt.

Ur bakteriologisk synpunkt är vattnet utan anmärkning.

Stockholm den 3 maj 1941.

KEMISKA KONTROLLBYRÅN A/B

E.H. Riesenfeld

Vidimeras:

Stämpel.

*E. H. Riesenfeld*

*E. H. Riesenfeld*

# 1982 BORRBEVIS 1982

över utförd brunnsborring enligt System Avanti

Detta formulär för borrprotokoll tillhandahålles av Sveriges Avanti-borrare förening. Rättigheten att utfärda detta borrbevis tillkommer endast Behörig Avanti-borrare.

Följande borrprotokoll har upprättats:

Fastighetsbeteckning: Sollentunavallon Församling: \_\_\_\_\_Fastighetens adress: Sollentuna.

Borrhålets plats: \_\_\_\_\_

Ägare/beställare: Sollentuna Kommun Telefon: 08/968475Adress: Fastighetskontoret, Tekn. Avd., Sollentuna.**Data**● Borrhålets totala djup mätt från orörd marknivå (före ev. grävning) 16 meter● Borrhålet  utgör  grävd  
 utgör ej fördjupning av tidigare  borrad brunn● Uppmätt avstånd från marknivå till fast berg 16 meter

● Jordart/bergart	Djup från markytan	Jordart/bergart (färg)
	från <u>0</u> till <u>16</u> m	<u>Grusås</u>
	från _____ till _____ m	_____
	från _____ till _____ m	_____
	från _____ till _____ m	_____

● Borrhålet har bekläts med stålrör	Ø <u>165 150</u> mm	<u>16</u> meter
● Borrhålet har bekläts med plaströr	Ø <u>/</u> mm	_____ meter
● Borrhålets bottendiameter		<u>150</u> mm

● Särskild tätning har utförts mellan beklädnadsrör och fast berg genom  cementering  
 \_\_\_\_\_

● Uppmätt vattenflöde vid provtagningstillfälle den 23 / 9 1982 15.000 l/tim  
Vattenflöde efter högtryckspumpning uppmätt den / 1982 \_\_\_\_\_ l/tim

● Mätningsteknik  Flottörmätning  
 blåsning \_\_\_\_\_ tim  
 propumpning \_\_\_\_\_ tim  
7 dygn ~~tim~~

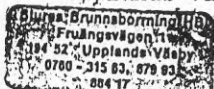
Vid propumpning sjönk vattenytan (räknat från markytan) från 6,50 till 7,60 meter

● Stabil vattennivå efter avslutad borring antal meter under marknivå 6,50 meter

Mätningstidpunkt \_\_\_\_\_ dygn \_\_\_\_\_ tim efter avslutad borring

Övriga iakttagelser Bifogas: Vattenanalys på stillastående vatten.

Upplands Väsby den 16 / 11 1982



Behörig Avanti-Borrare

Ev. reklamation mot ovan beskrivna arbete skall göras inom 12 månader från detta borrbevis utfärdande.

Denna handling kan lämpligen förvaras tillsammans med fastighetens övriga värdepappershandlingar.

Sveriges Avanti-borrare förening, 195 00 Märsta, tel. 0760/490 02



Det trygga sättet att skaffa vatten



# bio-test

Göran Larson & Co HB



7 (8)

Lab. s journal nr 45

Provet inkom den 8/11 1982 kl. \_\_\_\_\_

Temperatur \_\_\_\_\_ °C

Box 7034 • 191 07 Sollentuna • Tel 08/754 38 28 • Postgiro 438 36 64-2 • Bankgiro 690-5491

**Fysikalisk-kemisk undersökning av renvatten, renvatten för enskild förbrukning och råvatten.**

## Följesedel

UPPDRAGSGIVARE: \_\_\_\_\_

Stures Brunnborring

PROVKOSTNADEN SKALL DEBITERAS.

uppdragsgivaren  \_\_\_\_\_

PROVET UTGÖRES AV:

renvatten för enskild förbrukare

hälsovårdsstadgan 32-34 §§

Värme pump

Avkortad fys.kemisk undersökning (A)

Fullständig fys.kemisk undersökning (F)

Särskild undersökning (X)

PROVTAGNINGSUPPGIFTER

Provet märkt: Sollentuna Kommun

Provtagare: Bo Jansson

Day och tid för provtagning 8/11 1982 kl. 16:30

Övriga upplysningar eller önskemål

## Undersökningsresultat

A	F	Färg, Pt	mg/l	200
A	F	Lukt, styrka		tydlig järn
A	F	Bottensats efter 24 timmar		stor brunt slan
A	F	Grumlighet		tydlig bruna part.
	F	Spec. ledn.förmåga, µS/cm		725
A	F	pH-värde		7,4
A	F	Permanganatförbrukn.	mg/l	22
A	F	Totalhårdhet, Ca	mg/l	121
A	F	Totalhårdhet, °dH		
A	F	Järn, Fe	mg/l	16,4
A	F	Mangan, Mn	mg/l	<0,05

A	F	Bikarbonat, HCO <sub>3</sub>	mg/l	237
A	F	Klorid, Cl	"	120
A	F	Ammonium, NH <sub>4</sub>	"	1,52
A	F	Nitrat, NO <sub>3</sub>	"	3,3
A	F	Nitrit, NO <sub>2</sub>	"	0,35
	F	Marmoraggr. kolsyra	"	5
	F	Fosfatfosfor, P	"	<0,05
	F	Fluorid, F	"	0,71
	F	Sulfat, SO <sub>4</sub>	"	54

Anmärkingar:

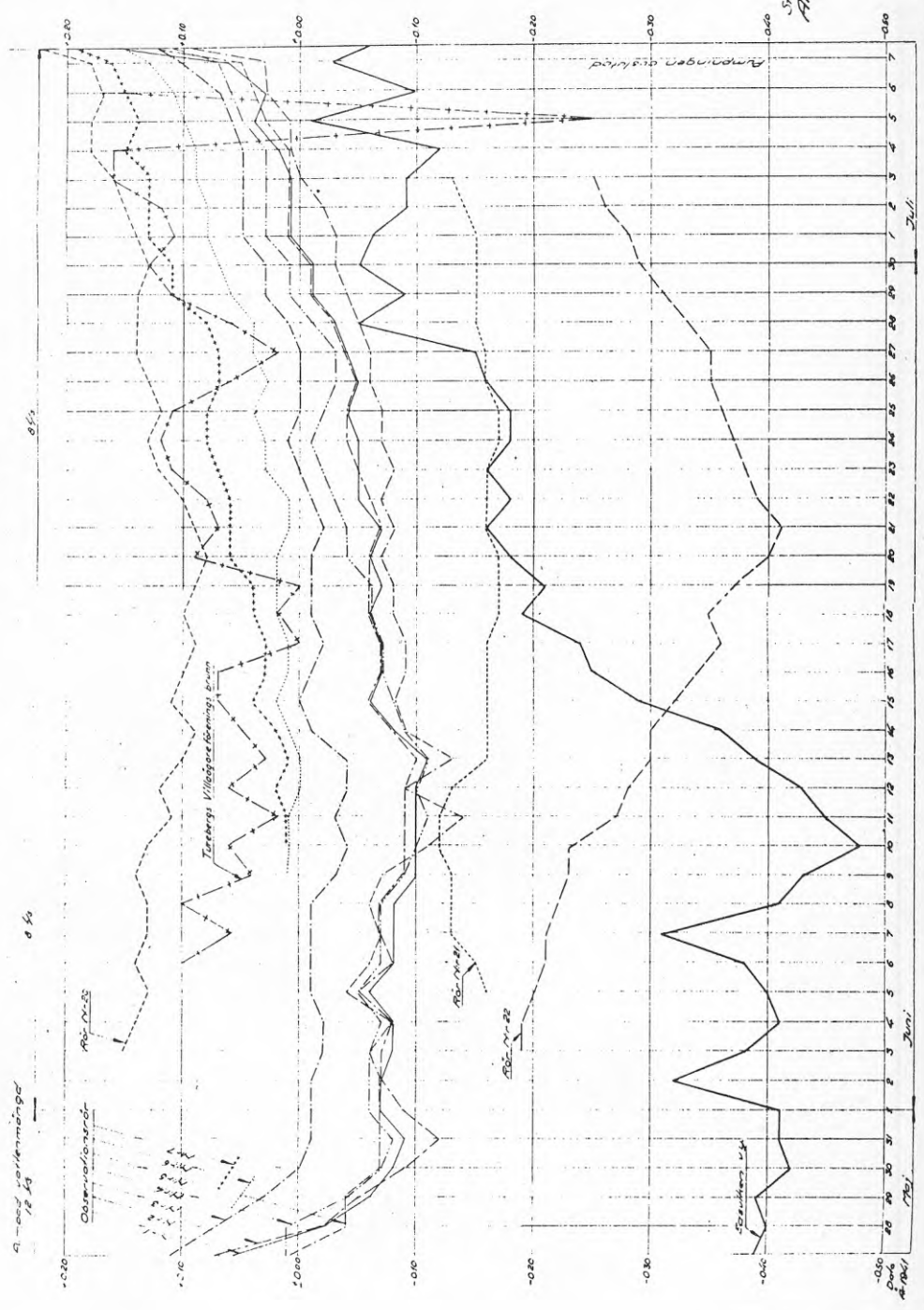
Se spec.

Sollentuna den 15/11 19 82

undersökare

*Bo Jansson*

# Sollentuna kommun Diagram över propumpning vid Skuggan i Tureberg



Stockholm  
Allmänna

EDZ WIJK  
 Temperaturmätningar i Landsnoradjupet

Datum	9m	10m	12m	14m	15m
68-12-16					
68-12-18					
69-03-20		4,4	4,9	5,0	
70-06-09	4,0		3,7		4,0
70-08-11	5,8		5,7		5,5
70-09-08	8,9	7,6	7,4		6,8
70-09-29	9,2		9,1		7,6
70-10-27	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
70-11-18	3,0		3,1		3,1
71-02-16	1,6		2,4		2,8
71-04-20	2,2		2,4		2,9
71-06-02	2,9		2,9		3,0
71-07-13	5,3		4,5		4,0
71-08-10	7,8		7,0		6,1
71-09-07	9,9		10,0		10,0
71-10-05	10,3		10,3		10,2
73-05-03	5,5		4,1		4,1
73-06-04	9,2		7,3		4,9
73-07-10	10,6		8,2		7,2
73-08-09	13,5		9,5		7,2
73-09-06	12,9		12,3		8,1
73-10-31	6,3		6,4		6,5
74-02-12	2,6		2,4		2,5
74-04-23	3,2		2,6		2,9
74-06-06	7,4		5,5		3,3
74-08-08	10,6		10,7		4,9
74-10-01	11,5		10,9		7,5
74-12-10	2,8		4,5		5,4
75-02-25	1,4		1,9		5,4
75-03-25	2,2		2,4		4,9
75-05-20	6,7		5,0		4,4
75-06-16	7,6		8,0		5,3
75-07-31	10,1		9,9		9,5
75-09-29	11,7		11,6		11,6
76-02-19	1,7		1,7		2,2
76-04-29	4,0		2,6		2,5
76-06-23	9,3		6,9		3,9
76-07-28	10,6		9,1		6,3
76-08-31	11,7		9,6		7,7
76-10-19	6,7		6,7		6,7
76-12-09	2,9		3,0		4,3
77-02-25	1,4		2,8		3,4
77-05-03	4,0		2,2		3,1
77-06-16	11,4		6,2		3,5
77-07-28	12,2		6,3		4,1
77-09-01	13,2		8,8		5,0
77-10-27	8,1		8,0		6,2
79-07-26	8,0		7,6		5,8
79-09-11	9,3		7,8		7,0
81-09-03	11,7		11,5	10,9	
82-07-22	11,1		10,8	10,7	
83-08-09	10,4		9,4	9,1	
83-11-25	2,8		2,8	2,9	
84-08-17	9,7		7,8	7,0	

Bilaga 5 2 (2)

84-10-30	8,6	8,6	8,6
85-08-05	9,4	8,6	8,7
85-11-05	5,4	6,6	6,6
86-03-06	3,8	5,0	4,8
86-07-10	8,9	6,7	
86-10-21	7,9	7,9	7,9
87-03-03	1,8	2,4	
87-07-22	8,2	5,8	4,8
87-10-27	9,1	9,1	9,1
88-08-08	11,9	11,9	10,5

EDZ-WIIK - Sollentunavallen

89-11-27

Kostnadskalkyl - akvifersystem

## FÖRUTSÄTTNINGAR

Värmebehov 1)	Kylbehov komfort	Kylbehov isbanor
6700 kW	3500 kW	1900 kW
12150 MWh	3150 MWh	7200 MWh

Kostnadsläge: november 1989

Energipriser		
El (högsp.ab)	0,30 kr/kWh	150 kr/A
Olja	2000 kr/m <sup>3</sup>	

## VÄRME

Värmepump	
Energi	6220 MWh
Värmefaktor	2,8
Köpt el	2221 MWh
Energikostnad	666 kkr

Fövärmning	
Energi	4760 MWh
Köpt el	40 MWh
Energikostnad	12 kkr

Spetsvärme-olja	
Energi	830 MWh
Verkningsgrad	0,85
Energikostnad	195 kkr

## SUMMA RÖRLIGA KOSTNADER

Värme	11810 MWh
Kostnad	873 kkr
Kostnad/kWh	0,074 kr/kWh

## KYLA

Kylmaskin	
Energi	7200 MWh
Kylfaktor	3,8
Köpt el	1895 MWh
Energikostnad	568 kkr

Grundvattenkylning	
Energi	2800 MWh
Köpt el	30 MWh
Energikostnad	9 kkr

Kyla	10000 MWh
Kostnad	577 kkr
Kostnad/kWh	0,058 kr/kWh

## SUMMA FASTA KOSTNADER 2)

Investering	37200 kkr
Elinvestering	660 kkr
Kapitalkostnad 3)	3360 kkr/år
Underhåll	391 kkr/år
S:a	3751 kkr/år

## TOTALA KOSTNADER

Värme	2749 kkr	Kyla	2453 kkr
Kostnad/kWh	0,23 kr/kWh	Kostnad/kWh	0,25 kr/kWh

## Fotnot:

- 1) Ingen värmeåtervinning i ventilationsluften. Luften förväms istället med grundvatten.
- 2) Den fasta kostnaden belastar värme och kyla lika mycket.
- 3) Investeringen avskrivs på 20 år med räntan 6 %.

EDZ-WIIK - Sollentunavallen

Kostnadskalkyl - konventionellt system

## FÖRUTSÄTTNINGAR

Värmebehov	Kylbehov komfort	Kylbehov isbanor
5500 kW	3500 kW	1900 kW
8400 MWh	3150 MWh	7200 MWh

Kostnadsläge: november 1989

Energipriser		
El (lågsp.ab)	0,30 kr/kWh	150 kr/A
Fjärrvärme	0,23 kr/kWh	

VÄRME		KYLA	
Fjärrvärme		Kylmaskin	
Energi	8400 MWh	Energi	10350 MWh
		Kylfaktor	3,8
		Köpt el	2724 MWh
Energikostnad	1932 kkr	Energikostnad	817 kkr

## SUMMA RÖRLIGA KOSTNADER

Värme	8400 MWh	Kyla	10350 MWh
Kostnad	1932 kkr	Kostnad	817 kkr
Kostnad/kWh	0,230 kr/kWh	Kostnad/kWh	0,079 kr/kWh

## SUMMA FASTA KOSTNADER 1)

Investering	33600 kkr
Elinvestering	534 kkr
Kapitalkostnad 2)	3000 kkr/år
Underhåll	360 kkr/år
S:a	3360 kkr/år

## TOTALA KOSTNADER

Värme	3132 kkr	Kyla	2977 kkr
Kostnad/kWh	0,37 kr/kWh	Kostnad/kWh	0,29 kr/kWh

Fotnot:

- 1) Av den fasta kostnaden belastas värme med 36 % och kyla med 64 %.  
2) Investeringen avskrivs på 20 år med räntan 6 %.

EDZ-WIIK - Sollentunavallen

Kostnadskalkyl - akvifersystem (dubbla energipriser)

## FÖRUTSÄTTNINGAR

Värmebehov	1)	Kylbehov komfort	Kylbehov isbanor
6700 kW		3500 kW	1900 kW
12150 MWh		3150 MWh	7200 MWh

Kostnadsläge: november 1989

Energipriser		
El (högs.p.ab)	0,60 kr/kWh	150 kr/A
olja	4000 kr/m <sup>3</sup>	

## VÄRME

Värmepump  
Energi  
Värmefaktor  
Köpt el  
Energikostnad

6220 MWh  
2,8  
2221 MWh  
1333 kkr

## KYLA

Kylmaskin  
Energi  
Kylfaktor  
Köpt el  
Energikostnad

7200 MWh  
3,8  
1895 MWh  
1137 kkr

## Förvärmning

Energi  
Köpt el  
Energikostnad

4760 MWh  
40 MWh  
24 kkr

## Grundvattenkylning

Energi  
Köpt el  
Energikostnad

2800 MWh  
30 MWh  
18 kkr

## Spetsvärme-olja

Energi  
Verkningsgrad  
Energikostnad

830 MWh  
0,85  
390 kkr

## SUMMA RÖRLIGA KOSTNADER

Värme	11810 MWh	Kyla	10000 MWh
Kostnad	1747 kkr	Kostnad	1155 kkr
Kostnad/kWh	0,148 kr/kWh	Kostnad/kWh	0,115 kr/kWh

## SUMMA FASTA KOSTNADER 2)

Investering  
Elinvestering  
Kapitalkostnad  
Underhåll  
S:a

37200 kkr  
660 kkr  
3360 kkr/år  
391 kkr/år  
3751 kkr/år

## TOTALA KOSTNADER

Värme	3622 kkr	Kyla	3030 kkr
Kostnad/kWh	0,31 kr/kWh	Kostnad/kWh	0,30 kr/kWh

## Fotnot:

- 1) Ingen värmeåtervinning i ventilationsluften.  
Luften förvärms istället med grundvatten.
- 2) Den fasta kostnaden belastar värme och kyla lika mycket.
- 3) Investeringen avskrivs på 20 år med räntan 6 %.

Bilaga 6 4(4)

EDZ-WIIK - Sollentunavallen

Kostnadskalkyl - konventionellt system (dubbla energipriser)

FÖRUTSÄTTNINGAR

Värmebehov	Kylbehov komfort	Kylbehov isbanor
5500 kW	3500 kW	1900 kW
8400 MWh	3150 MWh	7200 MWh

Kostnadsläge: november 1989

Energipriser	
El (lågsp.ab)	0,60 kr/kWh
Fjärrvärme	0,46 kr/kWh

VÄRME		KYLA	
Fjärrvärme		Kylmaskin	
Energi	8400 MWh	Energi	10350 MWh
		Kylfaktor	3,8
		Köpt el	2724 MWh
Energikostnad	3864 kkr	Energikostnad	1634 kkr

SUMMA RÖRLIGA KOSTNADER

Värme	8400 MWh	Kyla	10350 MWh
Kostnad	3864 kkr	Kostnad	1634 kkr
Kostnad/kWh	0,460 kr/kWh	Kostnad/kWh	0,158 kr/kWh

SUMMA FASTA KOSTNADER 1)

Investering	33600 kkr
Elinvestering	534 kkr
Kapitalkostnad 2)	3000 kkr/år
Underhåll	360 kkr/år
S:a	3360 kkr/år

TOTALA KOSTNADER

Värme	5064 kkr	Kyla	3794 kkr
Kostnad/kWh	0,60 kr/kWh	Kostnad/kWh	0,37 kr/kWh

Fotnot:

- 1) Av den fasta kostnaden belastas värme med 36 % och kyla med 64 %.
- 2) Investeringen avskrivs på 20 år med räntan 6 %.







Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 880473-3  
från Statens råd för byggnadsforskning till AIB Anlägg-  
ningsteknik AB, Solna.

R18: 1990 Arkivreferat energisystem. A. ERIKSSON, S. JOHANSSON, G. WETTER

R18: 1990

ISBN 91-540-5166-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6801018

Abonnemangsgrupp:  
Ingår ej i abonnemang

Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
171 88 Solna

Cirkapris: 44 kr exkl moms