

# TÅNGEN

Del av Strömstad 3:13



## ENERGISYSTEM FÖR GEMENSAMHETSANLÄGGNING

### FÖRSTUDIE

2002-04-22

Rev 2002-05-21

**STRÖMSTADS KOMMUN**

Miljöförvaltningen

**INNEHÅLL**

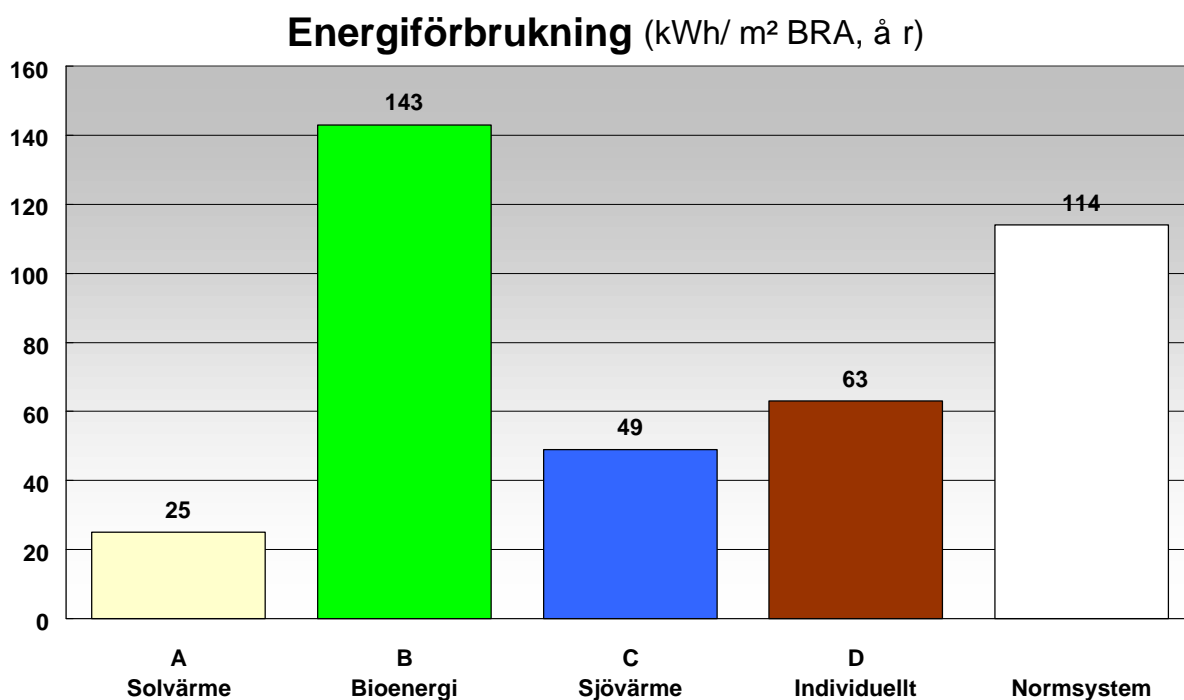
<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>3</b>
<b>PROJEKTET</b>	<b>5</b>
Allmänt	5
<b>FÖRUTSÄTTNINGAR</b>	<b>5</b>
Generellt	5
Energibehov	5
<b>BESKRIVNING AV ENERGISYSTEM</b>	<b>6</b>
Allmänt	6
Solvärme – Alt A	6
Biobränsle – Alt B	7
Sjövärme – Alt C	7
Enskilda system – Alt D	8
Sammanställning alternativ A-D	9
<b>MILJÖPÅVERKAN</b>	<b>9</b>
Klimatpåverkan	10
Övriga luftutsläpp	10
<b>FÖRKALKYL</b>	<b>10</b>
Allmänt	10
Investeringar	11
Driftkostnader	11
Kostnadsredovisning	11
Lönsamhet	11
<b>BILAGOR</b>	
Bilaga 1	Energikarta, energitäthet områdesvis
Bilaga 2	Alternativ A – Solvärme med kulvertsystem
Bilaga 3	Alternativ B – Bioenergi med kulvertsystem
Bilaga 4	Alternativ C – Sjövärme med kulvertsystem
Bilaga 5	Sammanställning energi- och kostnadskalkyl
Bilaga 6	Diagram energiförbrukning
Bilaga 7	Diagram Årskostnader, rakt lån
Bilaga 8	Diagram Årskostnader, annuitetslån
Bilaga 9	Klimatpåverkan CQ

## PROJEKTSAMMANSTÄLLNING

### SAMMANFATTNING

Förstudien omfattar förutsättningarna för förnyelsebara energisystem för det nya Tångenområdet. I studien jämförs en konventionell lösning (D), typ individuella energisystem med värmepumpar som tar energi ur frånluft eller berg, med tre alternativa gemensamhetsanläggningar (A-C). De alternativa lösningarna är samtliga baserade på ett gemensamt kulvertsystem för energidistributionen till områdets samtliga byggnader.

Samtliga alternativ finns redovisade i diagram nedan, jämförda med ett nollalternativ, dvs ett normsystem motsvarande t ex vattenburen elvärme med verkningsgraden 1,0 (energibehov 114 kWh/ m<sup>2</sup> BRA, år).



Solvärmealternativet, vilket är ett lågenergialternativ, baseras på ett solfångarsystem sammankopplat med kulvertnät och ett borrhållager i berg. Den relativt stora investeringskostnaden kompenseras av extremt låg energiförbrukning, endast en femtedel mot normalt energibehov.

Biobränslealternativet utgörs av en gemensam panncentral för området. Fastbränslet kan utgöras av såväl flis från närområdet som förädlade produkter som briketter eller pellets. Bioanläggningen ger inget märkbart tillskott till växthuseffekten genom sin CO<sub>2</sub>-neutralitet (ny skog tar upp CO<sub>2</sub>-utsläpp vid förbränningen).

Den gemensamma värmepumpsanläggningen tar sin energi ur Strömsvattnet. Genom att pumpa upp sötvatten till värmepumparna kan energi produceras till en lägre kostnad jämfört med individuella system. Trots sin låga energiförbrukning, ca hälften av normalt behov, är alternativet dock helt elberoende.

Samtliga alternativ har en låg miljöpåverkan under förutsättning att tillförd el kommer från dagens elmix i Sverige eller från svensk grön el. Samtliga alternativ utgör endast ett par procent av motsvarande oljeanläggningars klimatpåverkan idag.

Såväl bioanläggning som sjövärmesystem kan konkurrera med individuella system lönsamhetsmässigt. En solfångaranläggning i beskriven omfattning ger en betydligt högre årskostnad men är fullt jämförbar med individuella system med motsvarande låga energiförbrukning. Den fortsatta projekteringen bör även omfatta korsanalys av de föreslagna huvudalternativen för att finna den mest optimala lösningen.

Hans Wikström

hWk

## PROJEKTET

### Allmänt

Projektet avser att studera förutsättningarna för förnyelsebara energisystem i det planerade Tångenområdet i Strömstad, placerat öster om befintligt gymnasium i enlighet med föreliggande förslag till detaljplan.

Förstudiens syfte är att klargöra områdets förutsättningar för olika energisystem, såväl ur teknisk synvinkel som med aspekt på energigtåg, miljöbelastning och ekonomiska förutsättningar.

Nedan redovisade alternativ A, B och C har alla som utgångspunkt en gemensam energicentral med ett kulvertnät för det planerade området i sin helhet, en sk gemensamhetsanläggning. Som jämförelse har individuella lösningar i respektive byggnad/ grupp av byggnader antagits motsvarande vad som är gängse idag på marknaden, se vidare alternativ D.

## FÖRUTSÄTTNINGAR

### Generellt

Studien omfattar energisystem för produktion av värme och tappvarmvatten till ett antal byggnader inom förslagsområdet; enbostadshus, flerbostadshus, hotell, studentlägenheter etc i enlighet med de exploatörer som visat intresse för Tången. Området har delats in i nio olika delar med hänsyn till typ av bebyggelse, olika exploatörer och geografisk lokalisering (se bilaga 1).

Antagna värden för lägenhetsfördelning och antal boende samt uppvärmda bostadsytor (BRA) finns redovisade nedan i tabell. För område 1-3 (kontor, studentrum o dyl) har motsvarande lägenhets- och boendeekvivalenter tagits fram. Ytor och boende är vidare baserade på tillgängligt exploateringsutrymme enligt översiktsplanen.

### Energibehov

För de olika områdena enligt nedan har en energibehovsberäkning utförts. Den omfattar behovet för värme, ventilation och tappvarmvatten. Energibehov för värme och ventilation uppfyller dagens normkrav, där det förutsätts att tillgänglig teknik används avseende fönster, isolering, värmeåtervinning etc. Tappvarmvattenbehovet är baserat på vattensnål teknik och ett antagande om totalt ca 500 boende/ brukare i området fördelat på ca 230 lägenhetsekvivalenter.

Kravet på värmeåtervinning ur frånluften behöver ej uppfyllas om bostadshusen uppvärms med solfångare, biobränsle eller värmepumpar enligt alternativ A-D. I alternativ D sker dock återvinning ur frånluft, via frånluftsvärmepumpar, i enbostadshusen.

Energibehovet är framräknat som ett bruttobehov, motsvarande ett uppvärmningssystem med verkningsgraden 1,0 (t ex direktel). Energibehovet innefattar ej belysning och hushålls- eller övrig fastighetsel.

Energibehovet finns redovisat på en energikarta över området (se bilaga 1), där energitätheten, som är ett mått på energibehovet för respektive delområdes markyta, finns angivet. Kartan ger en energimässig överblick över områdets exploateringsgrad, vilket klargör att den mer energiintensiva bebyggelsen ligger i områdets sydvästra och södra del.

Det totala energibehovet för området, har beräknats till 3700 MWh/ normalår, motsvarande ett nyckeltal för energibehovet per exploaterad markyta (energitäthet) på 51 kWh/ m<sup>2</sup>.

Motsvarande nyckeltal för bostadsytorna, energibehovet per uppvärmd bruksarea blir 114 kWh/ m<sup>2</sup> BRA, att jämföras med Strömstadbyggens fastighetsbestånd med bergvärme som förbrukar ca 95 kWh/ m<sup>2</sup> BRA (exklusive fastighetsel).

#### Energibehov (MWh/ normalår) och energitäthet (kWh/ m<sup>2</sup>)

Område nr	Storlek (m <sup>2</sup> )	Energibehov	Energitäthet	Lägenheter <sup>1)</sup>	Boende <sup>2)</sup>	BRA (m <sup>2</sup> )
1	7 200	538	75	-	25	4 480
2	3 220	271	84	25	50	1 935
3	3 620	246	68	-	13	2 730
4	10 590	519	49	60	90	5 190
5	7 990	440	55	60	90	4 400
6	9 230	416	45	25	75	3 200
7	6 320	207	33	16	32	1 730
8	28 520	821	29	38	114	6 840
9	5 620	240	43	8	24	2 000
<b>Totalt</b>	<b>80 310</b>	<b>3 698</b>	<b>51</b>	<b>232</b>	<b>513</b>	<b>32 505</b>

<sup>1)</sup> Motsvarande ekvivalenter för område 2

<sup>2)</sup> Motsvarande ekvivalenter för område 1 och 3

## BESKRIVNING AV ENERGISYSTEM

### Allmänt

I samtliga fastigheter erfordras vattenburna värme- och ventilationssystem avsedda för låga temperaturer (50/ 30 °C). Ur systemsynpunkt är golvvärmesystem att föredra då man kan erhålla bättre verkningsgrad och ökad livslängd på värmepumpar Dessutom erhålls ett bättre utbyte med lagrad energi i berg och vatten, samt en längre lagersäsong.

### Solvärme – Alt A

Systemet utgår från områdets lokalisering i en söderslutning mot sjön. Genom en integrering av plana solfångare i den nya bebyggelsens tak motsvarande 80% av takytor belägna mot SO-SV erhålls en bas för energiproduktion motsvarande drygt 50% av årsenergibehovet. Genom att utnyttja kulvertnätet för värmetransport och som extra ackumulator kan sommarens energi transporteras till ett berglager för vinterns behov. För optimering av solutnyttjandet bör taksolfångarna kompletteras med ett markbaserat solfångarfält motsvarande ca 6000 m<sup>2</sup> markyta alternativt högeffektiva solfångare av vakuumentyp på taken. Placering av solfångarfält, lager, energicentral och kulvertnät framgår av karta enligt bilaga 2.

I samtliga fall erfordras tillskottsenergi för kalla perioder och när lagret tappas temperatur under våren och återladdning med solfångarna ej sker. Tillskott erhålls via sjövärmepumpar och en elpanna, där storleken på tillskottseffekten avgörs av valet av solfångaranläggning enligt ovan (komplement 1 och 2)

Borrhållagret, som utformas sexkantigt med ett centrumavstånd mellan hålen på 4 m i ett hexagonmönster blir ca 120 m djupt och 60 m i diameter. Värmeförlusten på årsbasis blir ca 30%. Lagret kommer därför att producera ca 55% av det totala energibehovet, motsvarande 2100 MWh/ år, vilket kan betraktas som gratisenergi dvs ej köpt energi. Värmepumpar och elpanna konsumerar dock ca 830 MWh/ år för tillskottet. Energibesparingen mot konventionella system enligt alternativ D blir dock hela 78%, vilket motsvarar en minskning från 114 kWh/ m<sup>2</sup> till 25 kWh/ m<sup>2</sup>, där återstoden dock bygger på levererad el utifrån.

### Biobränsle – Alt B

Ett system med en biobränslecentral har goda förutsättningar med tanke på tillgängligt bränsle inom kommunen och i dess närområde. Det skulle dessutom gynna nyproduktion av t ex pellets eller tillvaratagande av spill och sly markant. Systemet baseras på minst två biopannor förflis, briketter eller pellets. Endast en råvara bör om möjligt användas. Med fördel kan en mindre pelletspanna köras vår till höst och under del av sommaren mot en ackumulatortank för tappvarmvatten. En elpanna får ersätta konventionell oljespets vid driftavbrott sommartid och extra spets kalla dagar.

I området har tre alternativa placeringar av panncentral redovisats på karta enligt bilaga 3, där även skillnaderna i kulvertnätets utformning vid olika lokalisering framgår. I kalkylen har lokalisering nr 3 använts.

Med biopannornas sämre verkningsgrad jämfört med alternativ D (individuella värmepumpar) ökar energiförbrukningen totalt med ca 25% mot behovet. Denna ökning skall dock betraktas ur ett perspektiv där biobränslet står för 95% av energibehovet och ger något större nettotillskott på växthuseffekten genom CO<sub>2</sub>-reduktion vid tillväxt av ny skog. Den totala energiförbrukningen motsvarar därför 143 kWh/ m<sup>2</sup>, där köpt ”växthusenergi” endast motsvarar 6 kWh/ m<sup>2</sup>.

### Sjövärme – Alt C

Ett sjövärmesystem baserat på utvinning av värme ur Strömsvattnets djupdelar har fördelen att vara lätt utbyggningsbar i takt med områdets tillblivelse, under förutsättning att prövning enligt miljöbalken förlöper utan hinder. Systemet förutsätter att sötvatten pumpas upp via växlare till värmepumparna i energicentralen. Systemet tillämpas t ex vid Strömstads sjukhus idag, dock med saltvattnets avigsidor.

En stor central värmepumpsanläggning och sjövattnets högre årsmedeltemperatur ger totalt en högre årsvärmefaktor jämfört med alternativ D, även med kulvertförluster inräknade.

Anläggningen kräver dock en relativt stor elpanna för tillskott vid temperaturer under 0 °C för att vara ekonomiskt försvarbar ur installationssynpunkt. Värmepumparna dimensioneras för max 45% effekttäckning, motsvarande ca 85% av årsenergibehovet, resterande måste elpannan klara (jämför gymnasiet). Se även karta i bilaga 4.

Energibesparingen blir dock bättre än alternativ D, 2100 MWh/ år eller ca 55%, en minskning från 114 kWh/ m<sup>2</sup> till 49 kWh/ m<sup>2</sup>. Hela energisystemet bygger dock på levererad el utifrån.

### Enskilda system – Alt D

Alternativet är ett jämförelsealternativ där man tänker sig att exploatörerna själva ombesörjer enskilda energisystem för respektive småhus eller grupp av bebyggelse. För småhus ålag är en frånluftsvärmepump mest kostnadseffektiv ur den enskildes finansieringssynpunkt, jämför exempelvis hela Kebalområdet. För gruppbebyggelse och flerbostadshus är däremot bergvärme det vanligaste alternativet i dagsläget. I båda fallen används vattenburna system och el som tillskott vid lägre utetemperaturer.

### Flerbostadshus, lokaler

Område 1-5 försedda med separata bergvärmesystem enligt gängse systemlösning i Strömstad ger med dagens dimensioneringsmodell en energibesparing på ca 55%. Värmepumpar placeras i en energicentral per område med tillhörande borrhål, för produktion av tappvarmvatten och värme motsvarande ca 85% av årsenergibehovet. En tillskottseffekt motsvarande ca 50% av effektbehovet tas av en elpanna de kallaste dagarna på året.

Energibehovet för flerbostadshus och övriga lokaler (område 1-5) på 2014 MWh/ år skulle härigenom reduceras till 906 MWh/ år, eller från 108 kWh/ m<sup>2</sup> till 49 kWh/ m<sup>2</sup>.



### Småhusbebyggelse

En frånluftsvärmepump per lägenhet i en- och tvåbostadshus reducerar energibehovet i dessa hus med ca en tredjedel, producerar i huvudsak tappvarmvatten men även värme. Energin erhålls genom en sänkning av frånluftens temperatur med ca 15 °C.

Småhusens energibehov (område 69) på 1684 MWh/ år skulle kunna reduceras till 1137 MWh/ år, eller från 122 kWh/ m<sup>2</sup> till 83 kWh/ m<sup>2</sup>.

### Sammanställning alternativ D

Det totala energibehovet på ca 3700 MWh/ år reduceras med enskilda värmepumpar för småhus och grupper av bebyggelse till ca 2050 MWh/ år, eller med ca 45% (från 114 kWh/ m<sup>2</sup> till 63 kWh/ m<sup>2</sup>). Hela energisystemet bygger på levererad el utifrån.

### **Sammanställning alternativ A-D**

Energiförbrukningen för de olika alternativa energisystemen finns redovisade i en separat sammanställning med tabell och diagram, se bilaga 5 och 6.

## **MILJÖPÅVERKAN**

Samtliga föreslagna energialternativ är att betrakta som förnyelsebara energikällor där sol, skog, vatten och berg nyttjas för energiutvinning och energilagring. Alternativ A, C och D nyttjar endast el som tillsats eller som en mindre del av energibehovet. Någon lokal miljöpåverkan åstadkommer dessa ej då egen elproduktion saknas. Inköpt el är idag en sk Sverigemix av vatten-, kärn-, vind- och kondenskraft. Alternativ B innefattar lokal förbränning av biobränslen, i detta fall pellets.

Vid utnyttjande av sötvatten från Strömsvattnet enligt alternativ A och C erhålls en temperatursänkning vid returutsläppet i sjön på 3-5 °C. Med hänsyn till den ringa mängd vatten som återförs i jämförelse med Strömsvattnets vattenomsättning vintertid sker en utspädning mycket snabbt som ej torde påverka sjöns fauna. Lokal hänsyn bör dock tas med avseende på friluftsliv, fiske, rodd etc. Sötvattenssystemet kräver dock vattendom.

Alternativ B ger lokala luftutsläpp vid förbränning av biobränslen. Kalkyler enligt bilagor är dock baserade på lokaliseringsförslag 3 för panncentralen. Denna placering högt och bakom ny bebyggelse, räknat i förhärskande vindriktning, bör ej under normala väderleksförhållanden ge någon lokal miljöstörning.

Alternativ D ger inga lokala miljöstörningar förutom eventuell lokal grundvattensänkning från borrhål.

## Klimatpåverkan

Samtliga alternativ utom bibränslen ger en avsevärd energibesparing jämfört med dagens bebyggelse. Med hänsyn till framtida klimatproblem bör dock utsläpp av den mest aktiva växthusgasen CO<sub>2</sub> minimeras i ny bebyggelse.

Utsläpp av CO<sub>2</sub> från dagens elproduktion enligt ovan motsvarar enligt IVL (Öhman, LCI) 37,1 kg/ MWh. Sett ur ett internationellt perspektiv där nyproduktion av el "på toppen" sker med hjälp av importerad kolkondenskraft erhålls motsvarande utsläpp på 825 kg/ MWh. För att påskynda utvecklingen av inhemsk mottryckskraft (bibränslen till värme och el) och vindkraft introduceras troligen redan vid årsskiftet 2003 handel med elcertifikat. Elcertifikat innebär att all handel med el skall vara kvoterad så att en bestämd andel måste komma från förnyelsebara energikällor. Detta och valmöjligheten idag att välja grön el för området ger en "bytesrätt" för denna typen av nya lågenergisystem med el som tillkott.

Utsläppen av CO<sub>2</sub> finns redovisade i ett separat bifogat diagram med detta synsätt. Här har förbränningen av bibränslen endast belastats med CO<sub>2</sub>-utsläpp från produktion och transport av bränsle motsvarande ca 8 kg/ MWh (Uppenberg, 1999). Övriga mängder antar man tas upp av ny växande skog.

Utsläppen av CO<sub>2</sub> varierar enligt detta synsätt för alternativ A-C mellan ca 30 och 60 ton per år. Basalternativet D ger motsvarande utsläpp på ca 75 ton per år. Som jämförelse skulle utsläppen, med en konventionell panncentral för olja, bli ca 1500 ton per år. Se även bilaga 9.

## Övriga luftutsläpp

Förbränningen av bibränslen ger upphov till utsläpp av kväveoxider som har en negativ effekt på bl a försurningen liksom förbränning av fossila bränslen. Utsläpp av kolväten sker dessutom i mängder som beror på nyttjad effekt och driftmetod. Speciellt utsläpp av flyktiga kolväten (VOC) är föremål för ett flertal studier för närvarande.

## FÖRKALKYL

### Allmänt

Samtliga kostnader i kalkylen är exklusive mervärdesskatt och baseras på erfarenhetsvärden från liknande anläggningar, uppgifter från fabrikanter och entreprenörer och i vissa fall kompletterade med skattade kalkylpriser. Kulvertsystem har dimensionerats och kostnadsberäknats separat av ÅF VVS-Projekt AB, Göteborg. En sammanställning av kalkylens resultat finns i bilaga 5 med tillhörande diagram.

## Investeringar

Investeringarna är uppdelade i energiproduktionsanläggning och kulvertsystem med undercentraler för att ge en bild av skillnaden mot konventionella enskilda anläggningar. Energiproduktion omfattar pann- och energicentraler inklusive merkostnader på bygg och anläggningssidan. Hänsyn har ej tagits till anslutningsavgifter för el i de olika alternativen. Kostnaderna för värmedistribution inom fastigheterna bedöms lika i samtliga alternativ och har därför ej medtagits i beräkningarna nedan.

Samordningseffekter med övrig infrastruktur i området är medräknat för kulvertsystemen, då dessa i huvudsak följer planerade rörstråk för vatten och avlopp.

## Driftkostnader

Energikostnaderna är beräknade utifrån aktuella energipriser 2002. I elpriset igår samtliga avgifter utom moms. Den högre kostnaden för alternativ D baseras på skillnader i abonnemang. I alternativ A-C nyttjas huvudsakligen billigare effektabonnemang jämfört med vanliga säkringsabonnemang. Någon effektfördelningsberäkning är ej utförd för de olika alternativen A-C utan antas lika för dessa tre.

Underhållskostnaderna avser planerat underhåll under avskrivningsperioden, som byte av förbränningsutrustning i pannor och kompressorer i värmepumpar etc. Kostnaden varierar mellan 0,5-2% per år på investeringarnas olika delar.

Servicekostnader avser årliga driftkostnader för sotning, tillsyn, mätning, fjärrvärmeadministration, egen personal och serviceavtal.

## Kostnadsredovisning

Årskostnaderna för de olika alternativen finns redovisade dels som en rak amortering med olika avskrivningstider för byggnader, installationer under respektive ovan mark etc, samt som ett annuitetslån över 20 år (medeltal för ingående anläggningsdelar).

## Lönsamhet

Av bilaga 5 framgår att såväl bioenergi som sjövärmesystem är fullt realiserbara alternativ till enskilda energisystem. Bioenergi ger ingen märkbar kostnadsbesparing utan att sätta ett pris på miljön. Med ett 20-årigt annuitetslån och 6% kalkylränta erhålls en kostnadsbesparing på drygt 200 kkr per år för sjövärmesystem jämfört med alternativ D. Sjövärmesystemet framstår som det mest attraktiva ur ekonomisk synvinkel med ett energipris motsvarande 60 öre/kWh för hela anläggningen (alt D, 66 öre/kWh). Med en kostnadsökning på energi och drift motsvarande 3% per år skulle sjövärmesystemet vid avskrivningstidens slut ge ett nettoöverskott på 630 kkr per år, jämfört med alternativ D.

Solvärmealternativet har den lägsta energikostnaden, endast hälften jämfört med sjövärm. Den jämförelsevis stora investeringen slår dock igenom på årskostnaden som blir drygt 40% högre jämfört med enskilda system. Plusresultat erhålls först efter avskrivningsperiodens slut med nuvarande energiprisökningar. Dess låga energiförbrukning gör dock solvärm till ett miljöalternativ t o m bättre än biobränsle. Solvärmens totala investering utslagen på hela området motsvarar ca 1170 kr/ m<sup>2</sup> BRA, motsvarande ca 140 kkr för en villa på 120 m<sup>2</sup>, är fullt jämförbart i dagsläget med en villainstallation av bergvärme + solfångare. Gemensamhetsanläggningen ger dock ca 15% bättre energibesparing.

Hans Wikström

hWk

Tången, del av Strömstad 3:13  
Förstudie



STRÖMSTADS KOMMUN  
ENERGISYSTEM  
Tången, del av Strömstad 3:13  
Förstudie

2002-06-05 / hw

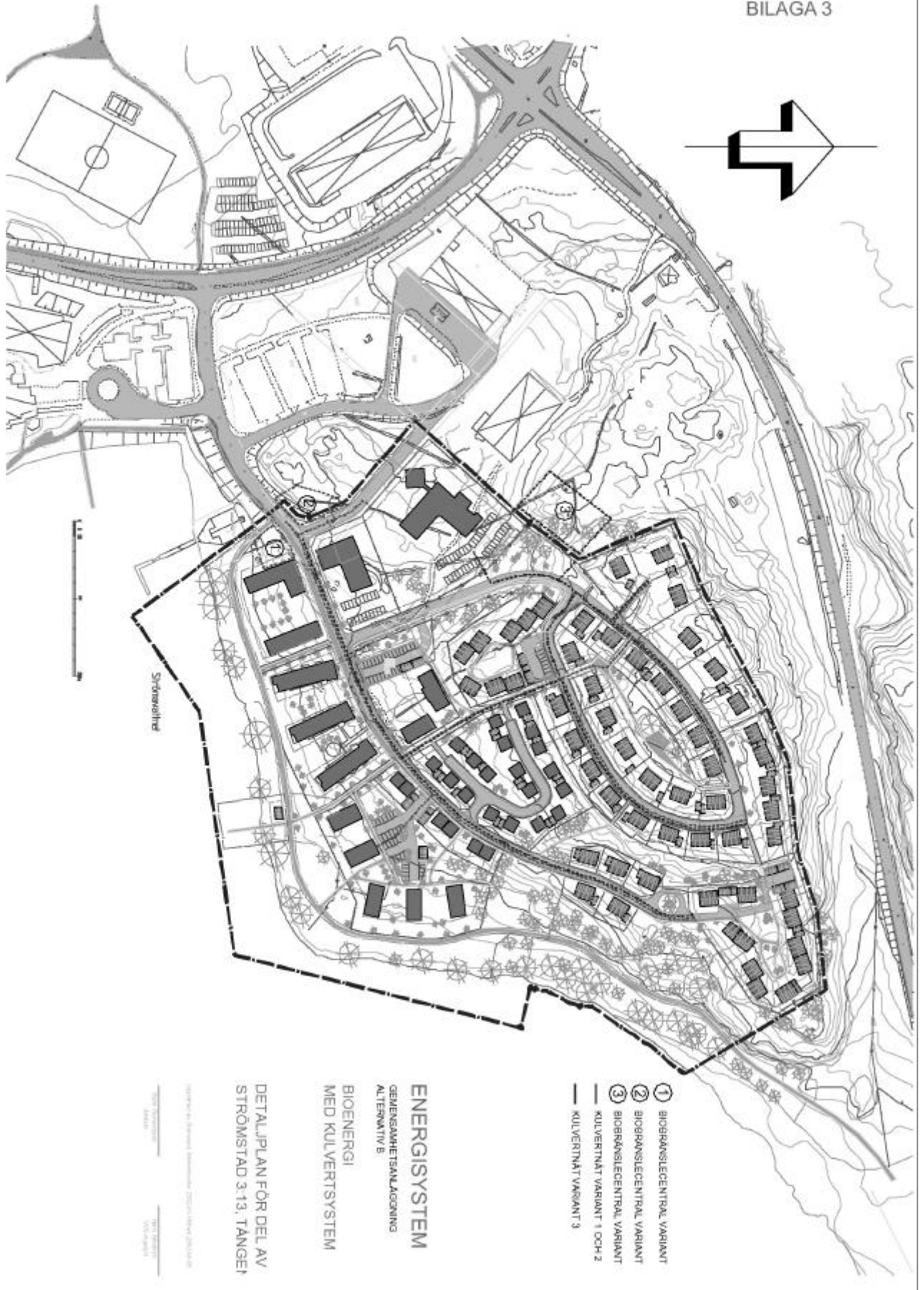
14/ 16

BILAGA 2



Tången, del av Strömstad 3:13  
Förstudie

BILAGA 3





Tången, del av Strömstad 3:13  
Förstudie

BILAGA 4

