

**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **Lokal energiförsörjning i Kjulaby — resurser och möjligheter**

**Local energy supply in Kjulaby  
— resources and possibilities**

**Anna Färdal  
Elisabeth Ilkog**



---

**Institutionen för lantbruksteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Agricultural Engineering**

**Rapport 139  
Report  
Uppsala 1990**

ISSN 0283-0086  
ISBN 91-576-4189-7

---

**DOKUMENTDATABLAD för rapportering till SLU:s lantbruksdatabas LANTDOK, Svensk lantbruksbibliografi och AGRIS (FAO:s lantbruksdatabas)**

Institution/motsvarande  Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för lantbruksteknik 750 07 Uppsala		Dokumenttyp  Examensarbete/Rapport	
		Utgivningsår  1990	Målgrupp  Alla
Författare/upphov  Färdal, Anna Ilskog, Elisabeth			
Dokumentets titel  Lokal energiförsörjning i Kjulaby - resurser och möjligheter  Local energy supply in Kjulaby - resources and possibilities			
Ämnesord (AGROVOC)  Elbesparing, energihushållning, energiplanering, energiteknik, värmedistribution, halmeldning, vindkraft			
Andra ämnesord			
Projektnamn  Energisystemstudier av samhällen i jord- och skogsbygd			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr  Examensarbete. Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för lantbruksteknik. Rapport 139			ISBN 91-576-4189-7 ISSN 0283-0086
Språk Svenska	Smf-språk Engelska	Omfång 63	Antal ref. 37

Postadress

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET  
Ultunabiblioteket  
Förvävssektionen/LANTDOK  
Box 7071  
S-750 07 UPPSALA  
Sweden

Besöksadress

Centrala Ultuna 22  
Uppsala

Telefonnummer

018-67 10 00 vx  
018-67 10 98  
018-67 10 97

Telex

76062 ULTBIBL S

## FÖRORD

Den här rapporten handlar om resurser och möjligheter för lokal energiproduktion i Kjulaby i Eskilstuna kommun. Bakgrunden till rapporten är följande:

Sveriges riksdag har beslutat att kärnkraften ska avvecklas. Riksdagen har också beslutat att vattenkraften inte ska byggas ut mer än marginellt. Nya elproduktionsanläggningar baserade på andra energikällor måste därför byggas upp. Det nya energiförsörjningssystemet ska vara miljöanpassat och uppfylla riksdagens beslut om att koldioxidutsläppen inte får öka och att utsläppen av kväveoxider och svavel ska minska.

För att det nya energiförsörjningssystemet ska uppfylla de av riksdagen beslutade miljömålen, får användningen av fossila bränslen inte öka. Sannolikt måste kärnkraften till största delen ersättas av en kombination av bioenergi, vindkraft och solenergi. För att minska behovet av fossila bränslen och el i samband med kärnkraftavvecklingen, kan lokalt producerad (och använd) energi på landsbygden bli en viktig komponent i den svenska energiförsörjningen.

Sveriges lantbruksuniversitet har av Statens energiverk fått i uppdrag att genomföra ett projekt kallat "Energisystemstudier av samhällen i jord- och skogsbygd". I en första etapp har undersökts möjligheten för två byar, en i skogsbygd och en i slättbygd, att bli självförsörjande i fråga om energi. Den ena byn är Kjulaby. Den andra byn, Vasselhyttan i Lindesbergs kommun, presenteras i en separat rapport.

Uppsala i april 1990

Anders Almquist  
projektledare

## SAMMANFATTNING

Utgångspunkten för föreliggande undersökning är ett minskat elberoende på landsbygden. Många hus på landsbygden uppvärms idag genom direktverkande el. Detta kommer att bli ett problem vid kärnkraftsavvecklingen. Utredningens syfte är därför att bedöma möjligheterna för lokal energiproduktion på bynivå samt i vilken grad lantbruket kan bli energiproducent som komplement till den idag huvudsakliga livsmedelsproduktionen. Arbetet har begränsats till att undersöka energiförsörjningen för uppvärmningsändamål.

Utredningen genomförs av Institutionen för lantbruksteknik i Uppsala på uppdrag av Statens Energiverk.

Kjulaby, belägen cirka 1 mil öster om Eskilstuna, valdes som undersökningsobjekt. Kjulaby ligger i en slättbygd. Byn består av närmare 40 personer.

Arbetet inleddes med en attitydundersökning hos kommunen respektive byinvånarna. Kommunens inställning till en lokal energiproduktion var positiv. Även möjlighet till kommunalt stöd fanns. Av Kjulabyborna var många intresserade av att bli självförsörjande på energi. Ungefär hälften av de intervjuade var dock tveksamma till om idén med lantbrukarna som energiproducenter verkligen skulle gå att genomföra. Den energikälla som majoriteten ansåg vara lämpligast var i sådana fall halm. Den övervägande delen av lantbrukarna var intresserade av att arbeta vid en eventuell värmeanläggning.

På grund av Kjulabys förutsättningar valde vi att fördjupa oss i energikällorna halm och vindkraft.

### Halm

Vårt halmalternativ bygger på en värmecentral som utnyttjar halm för värmeproduktion. Under sommarhalvåret utnyttjas en solpanel eller el för uppvärmning av tappvarmvatten. Lantbrukarna i byn odlar sammanlagt en areal av 180 ha spannmål. Eftersom djurantalet i byn är lågt, (10 kor, 35 suggor med smågrisproduktion, 10 slaktsvin, 10 hästar och cirka 30 ungdjur), nedbrukas varje år stora mängder halm. Uppgifterna i litteraturen om hur mycket halm som kan bortföras från åkrarna varje år varierar från 0,5 till 2 ton torrsbstans per hektar. Vi valde att räkna med den lägre siffran för att vara på den säkra sidan. För att halmen ska räcka till för att försörja hela byn med uppvärmningsenergi, krävs att energisparåtgärder genomförs i en del av bostadshusen.

Halmpannan är ej igång under sommarmånaderna då inget uppvärmningsbehov finns i bostäderna. Under denna period har vi räknat på två olika alternativ att lösa uppvärmningen av tappvarmvattnet. Dessa är dels solpanel och dels elpatron.

### Vindkraft

Ett vindkraftverk med storleken 100 kW valdes i detta alternativ. Kraftverket kan enligt uppgifter ge 300 MWh per år vid goda vindförhållanden. Det visade sig att ett sådant vindkraftverk placerat i Kjulaby endast skulle producera drygt 77 MWh per år. Denna elproduktion skulle bara kunna försörja tre bostäder med värme.

### Ekonomiska aspekter

Alternativet med en halmförbränningsanläggning är klart billigare än vindkraftalternativet. I tabell 1 har en sammanställning av kostnaderna för de olika alternativen gjorts.

Tabell 1. Årskostnad per hushåll för halmförbränningsalternativen respektive vindkraftsalternativet.

---

Energialternativ	Årskostnad (kr)
Halm + sol	20 600
Halm + el	20 000
Halm + sol + besp.	19 600
Halm + el + besp.	19 000
Vindkraft	27 400
Vindkraft + besp.	21 100

---

Observera att det inte ingår några kostnader för tätning och tilläggsisolering av husen i de i tabellen redovisade siffrorna.

### Slutsatser

Vi har funnit byn relativt lämplig för lokal energiproduktion. Kjulabys stora resurs av halm talar för att denna bör utnyttjas

vid energiproduktion. Eftersom byn är liten kommer en gemensam värmeanläggning att medföra stora investeringskostnader utslaget på de hushåll som finns i byn. Byns närhet till tätorten Kjula bör dock poängteras. Vid anläggning av en större värmecentral, samt tillvaratagande av en större mängd halm, skulle även delar av Kjula kunna förses med värme. Däremot är vindkraften inte aktuell i dagens läge i Kjulaby. Vindförhållandena ger en för låg energiproduktion i förhållande till de investeringskostnader som erfordras.

Nedan sammanfattas i punktform vad som talar för respektive emot en halmeldat värmecentral i Kjulaby.

- För:
- \* Miljövänligt
  - \* Sysselsättningsskapande
  - \* Slipper nedbruka eller bränna halmen på åkern
  - \* En anläggning kan täcka hela byns behov
  - \* Kommunen positiv till lokal energiförsörjning och biobränslen
  - \* Spannmålsarealen ligger väl samlad runt byn
  - \* Lågt djurantal i byn, lågt alternativvärde på halmen
  - \* Flexibelt, andra grödor kan eldas
- Emot:
- \* Inget fjärrvärmenät finns i byn. Dyrt med kulvertdragning
  - \* Liten by, ej ekonomiskt optimal storlek på anläggningen

Om någon lokal energiproduktion är möjlig i byn beror på flera faktorer såsom politiska beslut, tekniska framsteg samt framför allt byinvånarnas inställning. Ekonomin spelar till synes en viktig roll. Eftersom något slutgiltigt beslut angående energiskatter, moms och miljöavgifter ännu ej är fattat är det kommande energipolitiska läget svårt att fastställa.

## SUMMARY

The main purpose of this survey is to investigate the possibility of a decrease in the dependency of electricity in the rural areas. The households which are dependent on electricity as the basic source of energy will have problems at the time of the winding up of the nuclear-power stations. The aim of this investigation is to produce local energy for heating as a complement to the traditional food production.

The investigation is carried out for the Department of agricultural engineering in Uppsala at the request of the State Department of energy.

The village of Kjulaby, located some 10 km east of Eskilstuna, was selected as an object for the investigation. The district is dominated by cultivated land. The population of the village is about 40 people.

The first part of the work was to research the attitudes held by the inhabitants of the village and by the municipality. Generally the attitudes were positive to a local production of energy. However, half of the inhabitants were doubtful concerning the implementation of the idea. Most of them considered straw to be the best source of energy. The possibilities for a municipal contribution were available as well.

Due to the aspects described above we chose to concentrate on straw and windpower. These energy sources were investigated in two alternatives. One of them also includes a sun-collector system. The conclusion we made was that a system using straw for heating was the most suitable. The households in the village were then connected to a central heater. This conclusion was made after considering:

- \* small amount of pollution originated from the burning of straw
- \* increase of labour needed
- \* grain grown in the area is concentrated close to the village
- \* low alternative value of the straw
- \* flexibility of the system, as other crops can be used as well.

At present there is no system for transport of the heat so the investment costs would be high. According to the economical aspects, a local production of energy in Kjulaby can only become a reality if the price of electricity is highly increased. A decision of a more forceful energy price policy in the nearest future would be desirable. Until then no conclusions can be made. However, the energy taxes and fees can be used to give priority to energy produced from biomass. If that is the case, we think that Kjulaby has a good potential for a future production of energy.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sid
FÖRORD.....	2
SAMMANFATTNING.....	3
SUMMARY.....	6
1 INLEDNING.....	9
2 BESKRIVNING AV KJULABY.....	10
2.1 Kjulabys geografiska läge.....	10
2.2 Historia.....	11
2.3 Byn i dag.....	12
2.4 Service och andra verksamheter.....	12
2.5 Åldersfördelning och sysselsättning.....	13
2.6 Lantbruk.....	13
2.7 Bostadshusens energiförsörjning.....	14
2.8 Energitillförsel.....	14
3 KOMMUNAL ENERGIPLANERING.....	15
3.1 Sammanfattning av Eskilstuna kommuns energiplan....	15
3.2 Intervju med Eskilstuna kommuns energiverkschef....	17
4 SAMMANFATTNING AV ATTITYDUNDERSÖKNINGEN I KJULABY.....	18
4.1 Frågor som har diskuterats med samtliga 8 hushåll..	19
4.2 Frågor som endast har diskuterats med lantbrukare..	19
4.3 Frågor som ej har diskuterats med lantbrukare utan endast med de övriga intervjuade.....	20
5 MÖJLIGA ENERGIKÄLLOR.....	21
5.1 Skogsbränsle.....	21
5.2 Energiskog.....	21
5.3 Halm.....	22
5.4 Gödsel.....	22
5.5 Energigröda.....	22
5.6 Latrin.....	23
5.7 Vindkraft.....	23
5.8 Vattenkraft.....	23
5.9 Solvärme.....	24
6 ENERGISPARANDE ÅTGÄRDER.....	24
6.1 Tätning.....	25
6.2 Tilläggsisolering.....	25
6.3 Rätt inställning av värmesystemet.....	26
6.4 Injustering av ventilationssystemet.....	26
6.5 Värmeväxling.....	27
6.6 Pannans verkningsgrad.....	27



7	BYNS FRAMTIDA ENERGIFÖRSÖRJNING.....	28
7.1	Alternativ I (Gemensam halmeldad värmecentral).....	29
7.2	Alternativ II (Vindkraftverk).....	37
8	DISKUSSION.....	39
8.1	Kjulabys möjligheter till lokal energiproduktion...	40
8.2	Olika för- och nackdelar med de valda alternativen.	40
8.3	Kan en lokal energiproduktion i byn möjliggöras?...	42
9	LITTERATURFÖRTECKNING.....	44
10	MUNTLIGA REFERENSER.....	45
BILAGA 1	SAMMANSTÄLLNING AV ATTITYDUNDERSÖKNINGEN	
BILAGA 2	ANVÄNDA BERÄKNINGSFORMLER	
BILAGA 3	GENOMSNITTSHUSETS ÅRLIGA ENERGIBEHOV	
BILAGA 4	GENOMSNITTSHUSETS MAXEFFEKTBEHOV	
BILAGA 5	ENERGISPARÅTGÄRDER I GENOMSNITTSHUSET	
BILAGA 6	HALMELDAD VÄRMECENTRAL	
BILAGA 7	INSTALLERING AV RADIATORSYSTEM	
BILAGA 8	VINDKRAFTVERK	

## 1 INLEDNING

Denna rapport ingår som en första etapp i en energisystemstudie av samhällen i jord- och skogsbygd. Avsikten med hela projektet är att utreda möjligheterna för lokal energiproduktion och minskad användning av el på bynivå. Detta är ett steg i rätt riktning enligt det av riksdagen fattade beslutet gällande den svenska energiförsörjningen. I framtiden skall energiförsörjningen inriktas mot varaktiga, förnybara, inhemska energikällor och omsorg om miljön. En avlastning av de storskaliga energitillförselsystemen i samband med kärnkraftsavvecklingen är också eftersträvarvärd (Almquist & Nilsson, 1989).

Utredningen skall även bedöma i vilken grad lantbruket kan bli energiproducent som komplement till den idag huvudsakliga livsmedelsproduktionen. Studien är i första hand avsedd att behandla små- och medelstora energiproduktionsanläggningar. Hänsyn tas huvudsakligen till energiproduktion från lokala energikällor såsom ved, flis, halm, vind, vatten, sol och avfall.

Arbetet har inriktats på att undersöka energiförsörjningen för uppvärmningsändamål, för att därigenom bli minska behovet av el för uppvärmning. Även lokal elproduktion har undersökts genom studie av vatten- och vindkraftverk samt vid biogasproduktion.

För genomförandet av projektet svarar Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik (LBT) i Lund tillsammans med Institutionen för lantbruksteknik (LT) i Uppsala. Projektet finansieras av Statens Energiverk (STEV).

Projektet är indelat i tre etapper. Beslut är ännu ej taget om och i så fall när etapp 3 ska genomföras. Beslutet beror av resultaten i etapp 1 och 2. Nedan presenteras den generella uppläggningsplanen.

- Etapp 1: Lokal energiförsörjning på landsbygden - fallstudier av möjligheter och attityder. Etappen utförs vid Institutionen för lantbruksteknik
- Etapp 2: Förutsättningar för lokala energisystem - kartläggning och beskrivning. Etappen utförs vid Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik
- Etapp 3: Uppförande av demonstrationsanläggningar för praktisk tillämpning av Energi i by (Almquist & Nilsson, 1989).

Rapporten utförs som ett examensarbete vars syfte är att genomföra första etappen av projektet i två utvalda byar, en belägen i slättbygd och en i skogsbygd. Arbetet har gjorts av författarna med handledning av Anders Almquist, Institutionen för lantbruksteknik.

Som lämplig slättbygdsby valdes Kjulaby i Eskilstuna kommun. Genom kontakt med Rolf Slagbrand, Odals Lantmän, samt efter ett besök i byn, framstod Kjulaby som passande för projektet. Som lämplig skogsbygdsby valdes Vasselhyttan i Lindesbergs kommun.

I denna rapport behandlas endast Kjulaby. Studien av Vasselhyttan presenteras i en annan rapport.

Arbetet genomfördes i följande delmoment:

- \* Geografiskt område för undersökningen bestämdes
- \* De fysiska energiresurserna inom området kartlades
- \* Byns nuvarande förbrukning av de olika energiformerna för uppvärmning framtogs
- \* Nettobehovet av uppvärmningsenergi fastställdes
- \* Möjligheterna att minska energibehovet genom energibesparande åtgärder undersöktes
- \* Kommunens och byinvånarnas attityd till lokal energiproduktion undersöktes genom intervjuer
- \* Kommunens energiplan studerades
- \* Undersökningar av olika energislags lämplighet för uppvärmning av byns bostäder genomfördes
- \* Grundat på resultat från resurs-, behovs- och attitydundersökningarna upprättades därefter energibalans och energiplan för byn
- \* Förslag på anläggningar och översiktiga kalkyler för dessa framtogs

## 2 BESKRIVNING AV KJULABY

### 2.1 Kjulabys geografiska läge

Kjulaby ligger i Södermanlands landskap och län, närmare bestämt vid E3:an mellan Eskilstuna och Strängnäs. Byn tillhör Eskilstuna kommun. Centralorten Eskilstuna ligger på ett avstånd av 11 km väster om byn. Avståndet till Strängnäs är 18 km. Den närmsta större orten är Kjula som ligger cirka 1 km från Kjulaby.

Kjulabys lokalisering visas i bild 1 nedan.

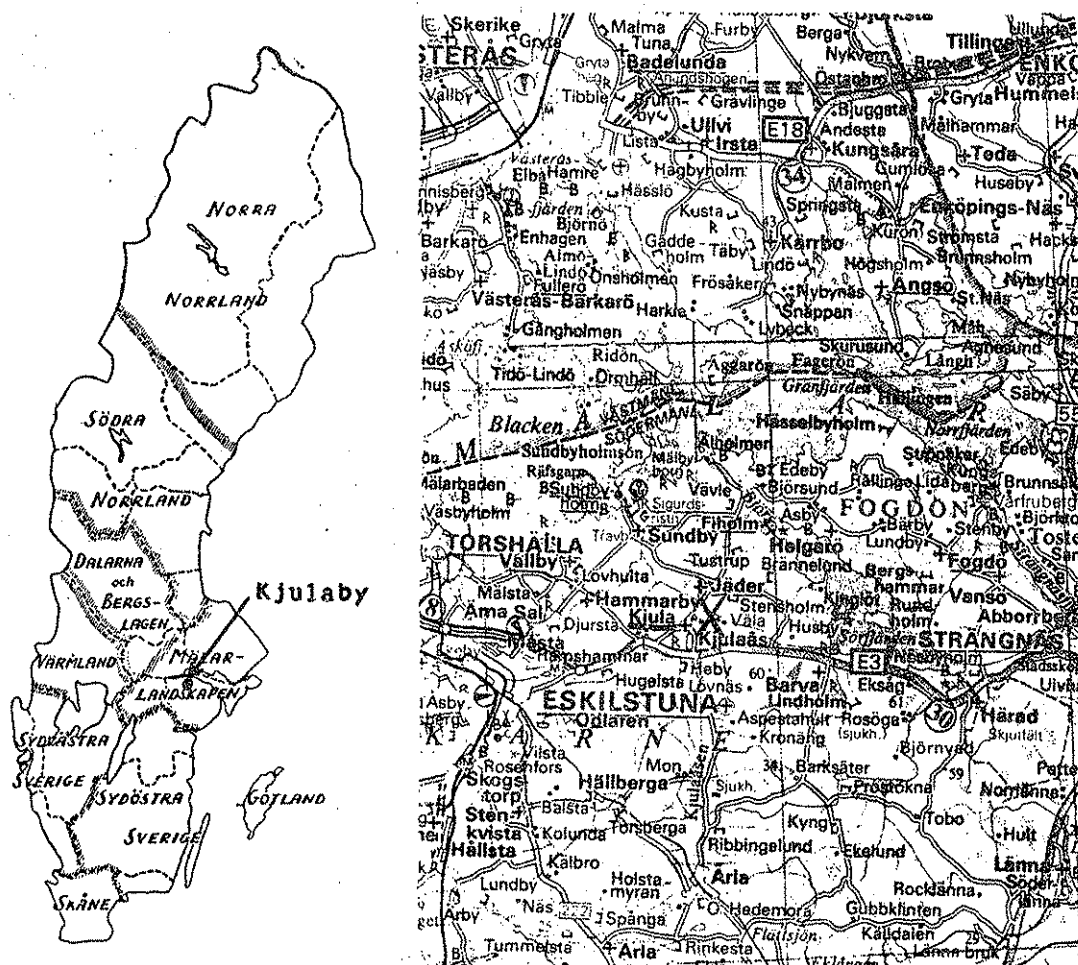


Bild 1 a och b. Lokalisering av Kjulaby (STF, 1949. Esselte, 1981).

## 2.2 Historia

Kjulaby är vackert belägen i Mälardalens slättbygd. Byn antas ha bildats någon gång under 1100-talet och ligger på en mycket gammal boningsplats med två gravfältområden. Detta kulturminnesarv sätter sin prägel på byns utseende och det var kanske därför som filmen *Det "9:e kompaniet"* spelades in här! På grund av sitt värde som fornminne har byn av länsstyrelsen i Nyköping prioriterats i en kulturminnesvårdsutredning. Enligt länsantikvarien kommer en plan att upprättas där de byggnader som är av fornminnesvärde skall anges. Detta kan komma att medföra krav på tillstånd av länsstyrelsen vid förändringar av byggnaderna i byn.

Som mest har det bott drygt 100 personer i byn (115 stycken år 1890). Huvudsysselsättningen i byn har alltid dominerats av jordbruk. En strukturförändring har dock skett sedan man på 1960-talet övergick från typiskt djurhållande gårdar till mer spannmålsdominerade. I Kjulaby har bönderna sedan många generationer tillbaks odlat den berömda "Kjula-potatisen". Numera är det dock endast en av lantbrukarna som för dessa traditioner vidare (Eriksson, 1989).

### 2.3 Byn i dag

I byns 11 hushåll bor det i dag 38 personer. Bostäderna ligger väl samlade kring en bykärna (se bild 2). (I vissa hus bor två familjer. De har dock gemensam elräkning och vi har därför valt att räkna dem som ett hushåll. Genom denna beräkningsgång blir antalet hushåll alltså 11 stycken).

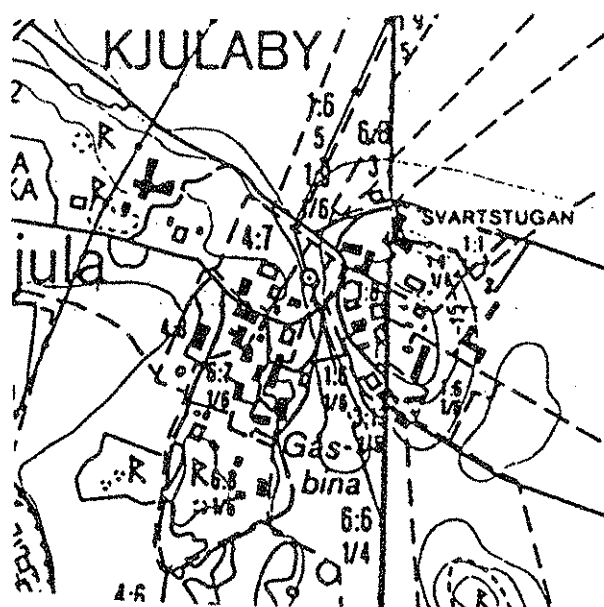


Bild 2. Ekonomisk karta över Kjulaby (Lantmäteriet, 1983).

### 2.4 Service och andra verksamheter

Inom byns område finns inga serviceinrättningar. Som tidigare nämnts ligger dock samhället Kjula i närheten av byn. Där finns både post, affär, skola och andra serviceinrättningar.

Kjulaby har samfällt grus-, sand- och lertag. I byn har man även en bystämma vilket innebär att en sk byman företräder byns

intressen och förvaltar bykistan. Denna bykista innehåller bl a juridiska handlingar rörande Kjulaby (Eriksson, 1989).

På ett avstånd av 8 km ligger en travbana där cirka 200 hästar står inackorderade. Även ett mindre stall med 50 hästar finns beläget cirka 3 km från Kjulaby.

## 2.5 Åldersfördelning och sysselsättning

Befolkningen i byn representeras av alla ålderskategorier. I augusti 1989 var fördelningen följande:

50 år och uppåt:	32 %
15 år - 50 år:	34 %
under 15 år:	34 %

Närmare 40 % av byns befolkning över 15 år pendlar till arbeten utanför byn. Den resterande delen av byinvånarna över 15 år arbetar helt eller delvis inom jordbruket.

### 2.5.1 Företag inom byn

I byn finns 5 lantbruksföretag. Dessutom finns en konsultfirma.

## 2.6 Lantbruk

Utav byns 5 lantbruk är endast 1 inriktat på mjölkproduktion. I byn finns även ett lantbruk med smågrisproduktion. De övriga lantbruken driver främst en spannmålsinriktad odling. Djurhållningen i byn är därför låg och totalt fanns i augusti 1989: 10 kor, 35 suggor med smågrisproduktion, 10 slaktsvin, 10 hästar och närmare 30 ungdjur.

På den totalt 225 ha stora åkerarealen odlas 80 % spannmål samt 16 % vall. På resterande del odlas oljeväxter och potatis. Skog finns endast i liten utsträckning (sammanlagt drygt 8 ha).

### 2.6.1 Genomsnittsgård i Kjulaby

Spannmålsareal:	35,1 ha
Vall:	7,5 ha
Oljeväxter och potatis:	2,5 ha
Skog:	1,7 ha
Avstånd gård - åker:	1,2 km
Lantbrukarnas genomsnittliga ålder:	40 år.

## 2.7 Bostadshusens energiförsörjning

### 2.7.1 Hushåll fördelade efter värmesystem

Fördelningen av de olika värmesystemen i Kjulaby var i augusti 1989 enligt tabell 2 nedan.

Tabell 2. Byns hushåll fördelade efter värmesystem.

	fördelning (antal)
kombinationspanna (olja/ved)	4
kombinationspanna (el/ved)	1
endast vedpanna	2
direktverkande el *	4

\* Med komplettering av vedeldade kaminer, vedspisar eller kakelugnar.

Någon kommunal fjärrvärme eller andra gemensamma värmecentraler finns ej.

## 2.8 Energitillförsel

Distributionen av el till byn ombesörjs av Strängnäs energiverk.

Ved tas från de fåtal hektar skog som finns. En del bränsle tas även från dikes- och åkerkantsrensningar. Även snickeriavfall används som bränsle.

Olja köps utifrån.

### 2.8.1 Energibalans för uppvärmning

Genom en enkätundersökning i byn samt med hjälp av Strängnäs energiverks anläggningsförteckning har uppgifter om energiåtgången för uppvärmning framtagits.

Byns energitillgångar har fastställts genom uppgifter från byinvånarna själva under gjorda intervjuer.

Uppgifterna har legat till grund för beräkningar av den totala åtgången respektive tillgången av energi i byn. Resultatet av energiinventeringen är sammanfattat i tabell 3 nedan.

Tabell 3. Resultat av energiinventering i Kjulaby, 1989.

	Egen energi- tillgång (MWh)	Energiåtgång (MWh)
el		149
olja		94
skogsbränsle	17	230
<b>TOTALT</b>	<b>17</b>	<b>473</b>

Observera att detta gäller bruttoenergin.

Åtgången av skogsbränsle är betydligt större än den teoretiska tillgången inom byn. Detta beror till största del på att tillskott sker utifrån i form av snickeriavfall o dyl. Det är också möjligt att det sker ett större skogsbränsleuttag än det som, enligt den använda beräkningsmetoden, är det idag ekonomiskt optimala.

### 3 KOMMUNAL ENERGIPLANERING

#### 3.1 Sammanfattning av Eskilstuna kommuns energiplan

Lagen om kommunal energiplanering innebär att det i varje kommun ska finnas en aktuell plan för tillförsel, distribution och användning av energi i kommunen. Vi har därför studerat energiplanen för Eskilstuna kommun (1986) för att se hur kommunen har tänkt sig den framtida energiförsörjningen. En speciell inriktning av studien har skett mot kommunens energiplanering av landsbygden.

##### 3.1.1 Kommunens energipolitiska mål

- De samlade kostnaderna för investeringar, drift och underhåll av det totala systemet ska hållas så låga som möjligt.

- Kommunens övergripande energipolitiska målsättning är att åstadkomma en på lång sikt ekonomiskt fördelaktig energiför-



sörjning för hela kommunen med beaktande av möjlig energihushållning, långsiktig försörjningstrygghet, godtagbar miljö och flexibilitet.

Ett av målen på kort sikt:

- \* Utredda möjligheterna att för värmeförsörjningen använda biogas, halm, vass, torv och träpulver.

Ett par av målen på lång sikt:

- \* Utnyttja solenergi
- \* Utnyttja bränsleceller för el- och fjärrvärmeproduktion

### 3.1.2 Energisparplan

Målet för Eskilstuna kommun har varit att minska energiförbrukningen för uppvärmningsändamål med cirka 350 GWh under åren 1979-1988. Redan år 1983 hade en minskning på 730 GWh genomförts. Orsaken till detta var en intensiv energirådgivning, utbyggnaden av fjärrvärme samt prisstegringen på olja. Medlen för en fortsatt minskning av energiförbrukningen är följande:

- \* Energirådgivning samt energisparstöd
- \* Information om energihushållningsfrågor till fastighetsägarna i kommunen
- \* Energibesiktning i befintlig bebyggelse samt åtgärdsförslag
- \* Informationsverksamhet till samtliga invånare
- \* Beräkna energispareffekter och följa upp erhållna resultat samt revidera energisparplanen.

### 3.1.3 Kulturhistorisk hänsyn

I de fall lämpliga och önskvärda energisparande åtgärder i ett konkret fall strider mot kulturintressen skall hänsyn i första hand tas till det kulturhistoriska värdet.

### 3.1.4 Inhemsk energi

Halm anses i viss litteratur kunna bortföras i en mängd av 2 ton torrsbstans per halmgivande hektar och år. Detta utan att äventyra markens långsiktiga produktionsförmåga och animalieproduktionens behov.

Lantbruksnämnden uppskattar halmens marknadsvärde (1986) till 300 kr per ton. Detta motsvarar cirka 7 öre per kWh (bruttoenergi). Totalkostnaderna efter energiomvandling i en 5 MW respektive 0,5 MW förbränningsanläggning har uppskattats till cirka 14 öre per kWh respektive cirka 24 öre per kWh (nettoenergi).

### 3.1.5 Tätorten Kjula

En inventering av värmesystemen i fastigheterna i tätorten Kjula har genomförts. Här följer resultatet:

- \* 78 fastigheter med direktverkande el
- \* 30 fastigheter med vattenburen el
- \* 88 fastigheter med egna oljepannor

Fastigheterna med vattenburen värme är samlade i ett enhetligt område varför ett centraliserat värmeförsörjningssystem är teoretiskt möjligt.

## 3.2 Intervju med Eskilstuna kommuns energiverkschef

I studien av Eskilstuna kommuns energiplan (1986) kunde vi ej finna något om hur kommunen har planerat den framtida energiförsörjningen för dess landsbygd. Den 8 augusti 1989 besökte vi därför energiverkschefen i kommunen, Lars Andersson, för att bli få svar på denna fråga.

I det följande presenteras en sammanställning av intervjun.

### 3.2.1 Eskilstuna kommun

För att kunna möta den kommande kärnkraftsavvecklingen samt prisstegringen på el och olja har kommunen redan nu satsas på andra energikällor. Eskilstuna kommun är idag enligt Lars Andersson en av Sveriges största skogseldare med en flispanna på 50 MW. Pannan är försedd med rökgaskondensering. Detta medför att anläggningens effekt stiger till 65 MW. Anledningarna till att kommunen gick över till just skogsbränsle var främst lönsamheten. Det visade sig, vid investeringstillfället 1985/86, att flis i stor skala var billigare än olja och kol för värmeproduktion. Även miljön spelade enligt Lars Andersson en stor roll vid valet mellan skogsbränsle och kol.

Kommunen har även värmepumpar som utnyttjar värmen i avloppsvatten och åvatten.

Från år 1980 till i dag har kommunens oljeberoende minskats från 100 % till 25 %.

### 3.2.2 Landsbygden

Vad landsbygden beträffar medger Lars Andersson att det inte har tagits fram några direkta alternativ för att möta den kommande energiprisstegringen.

I trakten av Kjulaby har endast en kartläggning av uppvärmningen i Kjula tätort gjorts. Efter den inventeringen rekommenderas nu vattenburna värmesystem i bostäderna i stället för direktverkande el.

En kartläggning av vindförhållandena på Kjulaslätten har gjorts i syfte att utreda huruvida ett vindkraftverk kan vara en lönsam investering. Enligt Lars Andersson var så inte fallet i dagens energiprisituation.

Biogas är ett alternativ Lars Andersson framhåller som lämpligt på landsbygden. I Eskilstuna har möjligheter utretts för att utvinna biogas ur hushållssopor. Med ledning av detta tycker Lars Andersson att det vore en bra idé att på landsbygden röta gödsel och annat organiskt avfall. Han framhåller även byns närhet till Sundbyholms travbana (cirka 8 km), där ungefär 200 hästar finns inackorderade.

Enligt Andersson är alla alternativ till lokal energiförsörjning på landsbygden ett steg i rätt riktning. Han påstår även att ett kommunalt bidrag för en ny anläggning kan vara möjligt att få.

### 3.2.3 Energirådgivning

Kommunen driver för närvarande en energirådgivning av det slag att de energirådgivare som finns på värmeverket och byggnadsnämnden gärna svarar på frågor, men inte själva driver någon aktiv rådgivning. Dock beräknas en sådan rådgivning starta i framtiden.

Enligt Lars Andersson är det klokaste värmesystemet vid nybyggnad vattenburen värme från en flerbränslepanna.

### 3.2.4 Energiprisprognos

Anderssons egna teorier angående energiprisets utveckling är att olje- och kolpriset inte kommer att minska snarare öka. Skogsbränslepriset kommer däremot att minska reellt, speciellt då energiskatterna i framtiden kommer att gynna skogsbränslet.

## 4 SAMMANFATTNING AV ATTITYDUNDERSÖKNINGEN I KJULABY

Under ett par dagar i augusti 1989 genomfördes ett antal intervjuer i Kjulaby. Intervjuernas syfte var att få inblick i byinvånarnas inställning till en framtida lokal energiför-

sörjning för uppvärmning av byns bostäder. Av byns elva hushåll besöktes åtta stycken. En person ville ej deltaga i undersökningen, ty hon ansåg sig för gammal. Två familjer hade ej tid att ta emot oss. De som vi intervjuade var alla permanent boende i byn. Fem stycken var lantbrukarfamiljer.

Nedan redovisas en sammanställning av byinvånarnas svar.  
(Mer om frågornas och svarens innehåll ges i bilaga 1).

#### 4.1 Frågor som har diskuterats med samtliga 8 hushåll

- Alla intervjuade ombads rangordna fyra parametrar: trygghet, miljö, bekvämlighet samt kostnad vid val av värmesystem. Den faktor som ansågs viktigast var tryggheten medan miljön och bekvämligheten värderades minst. Av de åtta tillfrågade ansåg sig en inte kunna rangordna faktorerna. Tilläggas bör också att de flesta tyckte det var svårt att rangordna då de ansåg att alla fyra parametrarna hade stor betydelse.

- Vi ville att de tillfrågade skulle ange för- och nackdelar med sin energiform i bostaden. De som hade vedeldning menade att det var ett billigt men arbetskrävande system. Elkonsumenterna tyckte att el var en bekväm men dyr energiform.

- Vår idé om lantbruket som energileverantör ansåg majoriteten var bra. Däremot var åsikterna delade om huruvida idén skulle vara praktiskt genomförbar.

- Eftersom energiprisutvecklingen spelar en avgörande roll för genomförandet av en lokal energiförsörjning frågade vi byborna vad de hade för energiprisprognos. En övervägande del väntade sig en kraftig höjning av energipriset, speciellt på el och olja. De övriga trodde att energipriset kommer att ligga relativt konstant framöver.

- Vi undrade om Kjulabyborna hade funderat över några andra energiformer än de nu använda. De energiformer som togs upp var vind, sol samt värmepump.

#### 4.2 Frågor som endast har diskuterats med lantbrukarna

- Vi frågade lantbrukarna hur organisationen för en eventuell gemensam energianläggning skulle se ut (tankarna var inriktade på en halmförbränningsanläggning). Alla lantbrukarna var överrens om att anläggningen skulle ägas gemensamt. Meningarna var dock delade om hur leverans till och driften av anläggningen skulle skötas.

- På frågan om lantbrukarna ansåg sig ha tid och lust med att arbeta vid en gemensam värmeanläggning svarade de flesta att de skulle kunna undvara tid till det.

- Eftersom halmförbränning var ett alternativ för uppvärmning av bostäderna i byn ville vi veta hur lantbrukarna ställde sig till en bortförsel av halmen från åkrarna. Alla ställde sig tveksamma till att ta bort halmen år efter år. De ville behålla halmen vart tredje eller fjärde år för att inte äventyra näringsinnehållet i jorden.

- Den övervägande delen halm på åkrarna i byn plöjs idag ner. Vi frågade lantbrukarna om de hade tid att pressa mer halm med nuvarande maskinkedja. Några ansåg sig inte hinna pressa mer, medan ett par trodde sig ha tid att ta tillvara mer halm.

#### 4.3 Frågor som ej har diskuterats med lantbrukarna utan endast med de övriga intervjuade

- En lokal energiförsörjning kan komma att innebära ett ökat samarbete byborna emellan. Majoriteten av de tillfrågade var tveksamma till om ett ökat samarbete skulle fungera.

- Vår idé medför att många skulle behöva byta energiform i sina bostäder. De som idag har direktverkande el skulle behöva installera ett vattenburet värmesystem i huset. Intresset för att byta energiform berodde på hur kostsamt och arbetskrävande det skulle bli.

- Vi frågade byborna hur viktigt de ansåg det var att bevara byn som en "levande landsbygdsby". På denna fråga var alla ense om vikten med en "levande landsbygd". De flesta sade sig vara villiga att arbeta för det.

- Om biogas blir aktuellt i byn kan det komma att medföra en viss odör i samband med transport av gödseln. Ingen av hushållen trodde att de skulle uppleva lukten som störande.

- Till sist var vi intresserade av om de intervjuade ämnade bo kvar i Kjulaby. Endast en familj var osäker på om de skulle stanna kvar i Kjulaby för gott.

## 5 MÖJLIGA ENERGIKÄLLOR

För att kunna ersätta byns behov av el och olja har olika energikällor studerats. Nedan ges en kortfattad sammanställning av de olika alternativens möjlighet att tillgodose byns uppvärmningsbehov.

### 5.1 Skogsbränsle

I byn finns endast drygt 8 ha skog. Ur denna skog kan ett bränsleuttag motsvarande drygt 11 m<sup>3</sup>t (kubikmeter travat mått) ske. Detta uttag har beräknats med hjälp av uppgifter från Ehrlemark & Svensson, (1982). Där uppges att vid kontinuerlig avverkning och jämn åldersfördelning på skogen kan man räkna med en årlig produktion på 1,0 - 1,7 m<sup>3</sup>t ved per ha. Räknar man med ett genomsnittsvärde för dessa siffror visar det sig att en rimlig årsproduktion från skogen blir 17 MWh/år (ved med 20 % vattenhalt). Denna energimängd räcker som synes inte långt (knappt till 1/2 bostad!).

Skogsbränslet kan användas som helved, knubbved eller flis. I dag används endast helved. Genom att flisa skogsbränslet skulle också klenare dimensioner kunna utnyttjas och råvarubasen således öka något.

Bränsle kan även fås i samband med rensningar längs åkerkanter, diken och skogsbyn. Den årliga virkesproduktionen, i detta fall främst lövträd, torde ligga runt 0,3 m<sup>3</sup>f (fastkubikmeter) per 100 m. (Liedholm et al, 1983). Detta motsvarar cirka 0,5 m<sup>3</sup>t per 100 m.

### 5.2 Energiskog

(Odling av snabbväxande Salix-arter på åkermark)

Odling av energiskog lämpar sig väl på den bördiga åkermark som tillhör byn. Den möjliga skörden är idag cirka 12 ton ts per ha och år (Sennerby-Forsse, 1988). Detta motsvarar en energimängd på 56 MWh per ha och år (25 % vh) (Ehrlemark & Svensson, 1982). Huruvida energiskog praktiskt kan odlas i byn ligger främst i lantbrukarnas intresse och inställning till denna typ av gröda.

Energiskogsbränsle bör eldas i form av flis eller knubbved.

### 5.3 Halm

Spannmål odlas på en areal av cirka 180 ha. För att inte äventyra mullbildningen beräknas denna areal kunna ge en total mängd halm på mellan 90 - 360 ton ts/ha och år, dvs 0,5 - 2 ton torrsubstans per ha och år. (Olika uppgifter anges i litteraturen, se t ex Johnsson, 1986). Att mängden skördad halm varierar som ovan beror bl a på väderleksförhållanden vid skörd samt av tillgången på maskiner och arbetskraft. Enligt dagens förhållanden används en del av halmen som strömedel i byns animalieproduktion.

Vi har med ledning av uppgifterna ovan samt den genomförda intervjun med lantbrukarna valt att hellre räkna för lågt än för högt. En praktisk skörd på 0,5 ton ts/ha och år anses därför vara rimlig. Detta motsvarar en energiproduktion på cirka 420 MWh/år.

### 5.4 Gödsel

Ur gödsel från nötkreaturen i byn kan biogas bildas. Biogas är en brännbar, energirik gas som bildas vid anaerob nedbrytning av organiska material i bl a gödsel. Gasen består i huvudsak av metan samt koldioxid och innehåller cirka 60 % av det nedbrutna materialets energiinnehåll (Dahlström, 1989).

Med dagens låga och relativt osäkra djurtillgång är möjligheterna till biogasproduktion i Kjulaby minimala.

Vi har i den tidigare beskrivningen av byn angett att det i närheten av byn finns två travbanor med sammanlagt cirka 250 hästar. Gödseln från dessa skulle teoretiskt kunna användas som komplement vid en biogasproduktion. Den producerade gödseln är dock i fast form och innehåller förhållandevis stora mängder halm och/eller sågspån. Detta medför att gödseln blir svårnedbrytbar. Vad som också talar emot en biogasproduktion i byn är, att transportavståndet, mellan byn och travbanan, är 8 km.

### 5.5 Energiqröda

Även energiqrödor kan odlas på den jordbruksmark som tillhör byn. Lusern eller gräs är exempel på lämpliga qrödor. Energiqrödor skulle, om biogasproduktion var aktuellt, kunna samrötas med gödsel.

En annan möjlighet att utnyttja främst energigräset är att torka och använda det som fastbränsle. Odlingen sker på liknande sätt som en vanlig slåttervall. Vallen skördas 2 gånger per år. Energigräs bör högst ha en vattenhalt på 20 % vid förbränning. Detta kriterium medför krav på torkning. Endast den första skörden kan användas som fastbränsle. Den andra skörden är svårare att torka och kan i stället användas som foder eller till biogasproduktion. Lämpligt lagringssätt är i balform eller som briketter/peletter. En briketteringspress är dock dyr och därför knappast ekonomisk annat än då längre transporter förekommer (SLU, 1985).

Möjligheterna till koordination av insamlings-, transport- och eldningsystem talar alltså för odling av energigräs som komplement till halm eftersom de båda i regel har liknande egenskaper och ställer samma krav på dessa system (SLU, 1985).

### 5.6 Latrin

Biogas kan även utvinnas ur latrin. Latrin kan också fungera som en bra utspädningsvätska för att ge en pumpbar blandning vid rötning av gödsel och ensilage. Leverans av latrin till en biogasanläggning medför dock skrymmande transporter och kan förorsaka hygieniska problem.

Latrin kan teoretiskt bidra med 0,75 kWh/ton ts (Lindow, 1989, muntlig uppgift).

### 5.7 Vindkraft

Genom att utnyttja vindkraft kan energi utvinnas. För att ett vindkraftverk skall vara ekonomiskt försvarbart krävs en medianvind på 5 - 6 m/s på 10 m höjd över marken (Södergård, 1980). Närmaste väderstation med liknande förutsättningar som Kjulaby är Västerås (SMHI, 1989). Enligt SMHI kan vindvärdena därifrån användas till en översiktlig beräkning av vindförhållandena. Dessa beräkningar ger en medianvind på cirka 4,6 m/s på 10 m höjd.

### 5.8 Vattenkraft

Något vattenfall som kan utnyttjas för energiproduktion finns inte inom området. Däremot finns en grundvattenkälla på ett avstånd av cirka 1 km från byn. Till denna skulle en värmepump



kunna anslutas. Med hjälp av värmepumpen skulle energin i vatt-  
net kunna transformeras från en låg till en högre temperatur och  
därmed bli användbar för uppvärmning av bostäderna i byn. För  
att kunna tillvarata värmeenergin i vattnet krävs dock att  
vattnet pumpas upp till värmepumpen där själva värmeöverföringen  
sker. Ett annat alternativ är att använda slutna köldbärar-  
system i form av plastslangar med köldvätska som nedläggs i  
slingor i vattendraget (Liedholm et al, 1983). För pumpnings-  
arbetet behövs tillskottsenergi som oftast utgörs av elenergi  
till den eldrivna kompressorn (Ehrlemark, 1982). Som tidigare  
nämnts är avståndet från grundvattenkällan till byn relativt  
långt. Även det faktum att utnyttjandet av värmepump fort-  
farande innebär ett beroende av el medför att vi valt att inte  
räkna med värmepumpen som ett alternativ i denna undersökning.

### 5.9 Solvärme

Värmeenergi kan utvinnas ur solstrålning. Solfångare kan ut-  
nyttjas vid uppvärmning av tappvarmvatten sommartid eller i  
kombination med en panna under större delen av året. Bostäderna  
kan förses med var sin solfångare. Denna placeras då lämpligast  
på taket eller på väggen mot söder. Flera solfångare kan också  
monteras ihop till ett större solfält. Solvärmen kan då trans-  
porteras med vätska genom kulvertar till bostäderna.

På marknaden finns främst två grupper av termiska solfångare,  
koncentrerade och plana (Petersson & Wettermark, 1985). Vi har  
valt att använda oss av plana solfångare eftersom de genom dess  
låga krav på strålningsintensitet passar vårt klimat bra. De är  
även enligt Petersson och Wettermark (1985) de enklaste och  
billigaste solfångartyperna.

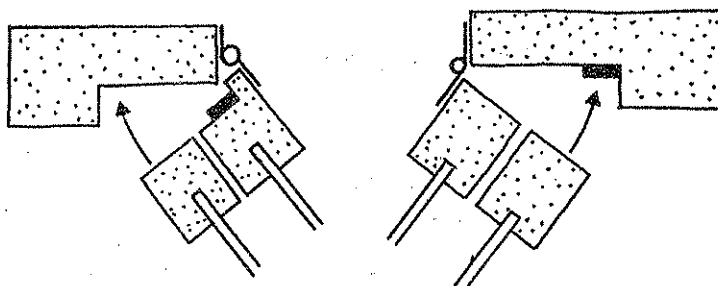
## 6 ENERGISPARANDE ÅTGÄRDER

Innan vi går in på de olika energiförsörjningsförslagen vill vi  
poängtera vikten av att ha ett energisnålt hus. Enligt vår in-  
ventering av bostadshusens ålder och årtal för eventuell  
tilläggsisolering visade det sig att en del av husen säkert är i  
behov av vissa energibesparande åtgärder. Det finns mycket som  
den enskilde husägaren kan göra för att spara energi. Nedan be-  
skrivs kortfattat olika förslag på förbättringar av huset och  
dess värmesystem. Det är dock svårt att fastställa hur mycket  
energi ett enskilt hus kan spara in efter vissa åtgärder. Därför  
rekommenderar vi att varje bostad i byn inspekteras av en ener-  
girådgivare. Denne kan därefter ange vilka åtgärder som är lön-

samma i just det huset. Som en liten fingervisning om hur mycket energi som kan sparas har vi längre fram gjort överslagsberäkningar på vissa åtgärder. Våra beräkningar bygger på ett genomsnittshus för byn.

### 6.1 Tätning

Tätning av huset medför att ventilationsförlusterna minskar samt att dragförhållandena förbättras. Otätheter i hus uppkommer vanligen runt dörrar och fönster. Tätningsslister saknas ibland, är av fel typ eller är fel monterade (Se bild 3). Listerna bör vara av EPDM-gummi eller silikongummi. Skumplastlister har dålig tätningsförmåga och bör därför ej användas (Liedholm et al, 1983). Mindre drag gör att temperaturen kan hållas lägre med bibehållen komfort i rummet. Man räknar med att en bostad minst bör ha 0,5 luftomsättningar per timme. Detta innebär att drygt halva husets luftvolym byts ut varje timme. Observera att man kan täta för mycket. Vid små luftomsättningar är risken för kondens- och mögelbildning stor. Tätning av huset är en billig åtgärd som betalar sig på mycket kort tid.

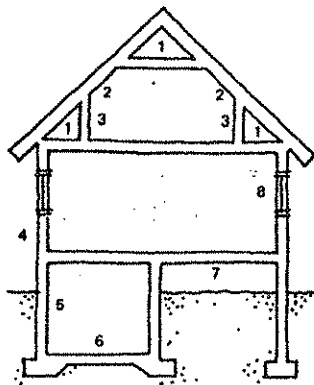


*Bild 3. Placering av tätningsslister i fönster. Till vänster inåtgående, till höger utåtgående fönster (Liedholm et al, 1983).*

### 6.2 Tilläggsisolering

Tilläggsisolering krävs främst av vindbjälklag och fasader (se bild 4). Även förbättring av fönstrens k-värde kan räknas in i tilläggsisoleringen. Enklast och billigast är att endast bättra på isoleringen av vindbjälklaget. Spareffekten blir här förhållandevis stor eftersom taket utgör en stor andel av husets yta mot omgivningen. Efter en sådan åtgärd bör man i ett tvåvåningshus göra en ny injustering av värmesystemet annars blir temperaturen högre på övervåningen än bottenvåningen. Isolering av väggar är ett mer omfattande arbete. Ofta lönar det sig dock i kombination med andra ombyggnader eller om ytterpanelen ändå

ska bytas. Har man en dyr uppvärmningsform, t ex olja eller el, lönar det sig att isolera mer än om man eldar med t ex ved eller utnyttjar värmepump.



Exempel på tilläggsisolering:

1. Förbättring av vindsbjälklagets isolering är en av de enklaste åtgärderna.
2. Tilläggsisolering av snedtaget kan vara besvärligt.
3. Stödbensväggen kan lätt åtgärdas om man kommer in på vinden.
4. Tilläggsisolering av ytterväggen kan göras på olika sätt.
5. Även källarväggen kan vara lämplig att isolera.
6. Golv på mark kan tilläggsisoleras ovanpå betongen.
7. Andra golv kan åtgärdas från kryputrymmet under golvet.
8. Även fönster kan tilläggsisoleras genom att det förses med ytterligare ett fönsterglas.

Bild 4. Några isoleringsmöjligheter i byggnader (Liedholm et al, 1983).

### 6.3 Rätt inställning av värmesystemet

Rätt inställning av värmesystemet är egentligen ingen besparingsåtgärd utan en förutsättning för att värmesystemet ska fungera klanderfritt. Framledningstemperaturen till radiatorerna bör justeras så att lämplig rumstemperatur erhålls. Lättast och billigt är att ha en motordriven shunt som reglerar temperaturen. Vattenflödet till de olika radiatorerna måste också injusteras för att temperaturen i de olika rummen ska bli lagom. När framledningstemperaturen och vattenflödet är det rätta kan ännu mer energi sparas genom att termostatventiler placeras på radiatorerna i de rum som kan få värmetillskott från annat håll, t ex genom solinstrålning eller från hushållsmaskiner.

### 6.4 Injustering av ventilationssystemet

Injustering av ventilationssystemet är på samma sätt som injustering av värmesystemet inte någon energibesparande åtgärd, utan en självklar åtgärd för att värmesystemet ska fungera på avsett vis. En injustering är också en förutsättning för att en styrning av luftflödena skall vara möjlig. I bild 5 visas var ventilationsluften bör komma in samt lämna huset.

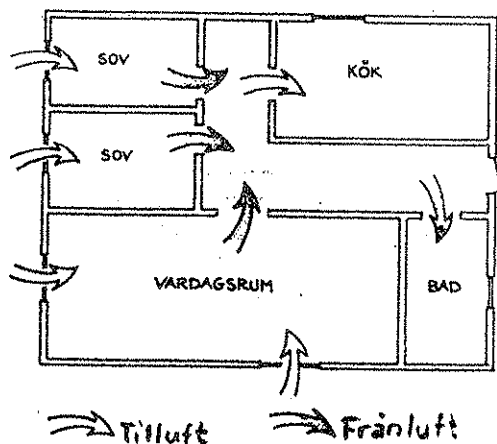


Bild 5. Ventilationsluftens väg genom ett bostadshus (Liedholm et al, 1983).

### 6.5 Värmeväxling

Värmeväxling kan utnyttjas för att återföra en del av den värme som går förlorad med frånluften. En förutsättning är att all frånluft går ut på ett ställe.

### 6.6 Pannans verkningsgrad

Pannans verkningsgrad är en avgörande faktor för hur mycket energi huset drar. För att få så hög verkningsgrad som möjligt på en vedpanna bör den sotas ofta och alltid eldas med full effekt. För att det ska vara möjligt att alltid elda med full effekt måste värmen kunna lagras i en ackumulatortank.

Vissa av de upptagna åtgärderna får inte den rätta effekten om de inte görs i samband med andra åtgärder. Viktigt är också att de då görs i rätt ordning.

Våra beräkningar visar att en hel del energi går att spara genom en höjning av pannverkningsgraden samt genom tilläggsisolering och tätning av genomsnittshuset i Kjulaby. (Se tabell 4 samt bilagorna 2-5).

Tabell 4. Energibehovet hos genomsnittshuset före och efter besparingsåtgärder.

-----			
Husets byggnadsår:	1960		
boendeyta:	173 m <sup>2</sup>		
-----			
	totalt (kWh)	uppvärmn. (kWh)	varmv (kWh)
-----			
Före sparåtgärd:			
Bruttobehov per år	43 000	36 000	7 000
Nettobehov per år	27 600	23 100	4 500
Besparingseffekt:			
Tilläggsisolering:			
väggar	-3 600	-3 600	
takbjälklag	-1 700	-1 700	
Tätn, fönst, dörr	-1 200	-1 200	
-----			
Efter sparåtgärd:			
Nettobehov per år	21 100	16 600	4 500
Bruttobehov per år (74 % verkn. grad)	28 300	22 300	6 000
-----			

## 7 BYNS FRAMTIDA ENERGIFÖRSÖRJNING

Som framgått i ovanstående text finns många förslag på energikällor vid projektering av energiproduktionsanläggningar i Kjulaby. Även olika kombinationer av dessa alternativ kan förekomma. I de följande delarna har vi dock valt att begränsa undersökningen till att endast gälla vissa alternativ. Att urvalet har gjorts på följande sätt beror på byinvånarnas åsikter och önskemål samt på byns struktur och geografiska läge. (Hänsyn har även tagits till den tid det tar att genomföra en noggrannare utredning av alla förekommande alternativ. Den tid som har stått till förfogande för detta ändamål har alltså varit en begränsande faktor).

I det följande finns en redogörelse för två valda alternativ. Huvudmålet i det första alternativet är en konvertering från direktverkande el. Vad det andra alternativet beträffar är målet en inhemsk elproduktion. Nedan följer en kort sammanfattning av alternativen:

- alt. 1.1 gemensam halmeldad värmecentral för hela byn. Halmen tas från den åkerareal som tillhör byn. I alternativet har även möjligheten att utnyttja solenergi under sommar månaderna undersökts,
- alt. 1.2 samma som ovan. I detta delalternativ ingår även de tidigare föreslagna besparingsåtgärderna,
- alt. 2 vindkraftverk för lokal elproduktion.

I alt. 1.2 antas att de energisparåtgärder som föreslås på sid 24 - 28 har genomförts i alla bostäder där ett sådant behov finns. Vi anser det viktigt att inkludera en sådan beräkning för att kunna jämföra med alt. 1.1. Rent resursekonomiskt sett är också givetvis önskan att besparingarna genomförs i de bostäder där så behövs. Observera att ett antagande av i hur stor del av byns bostäder åtgärderna skulle vidtas är svår att göra.

De ekonomiska kalkyler som använts vid kostnadsberäkningarna av anläggningarna i de olika alternativen är endast överslagsmässiga. Om det visar sig aktuellt att i praktiken genomföra de föreslagna åtgärderna eller någon av dessa krävs givetvis en mer ingående projektering.

Nedan följer en sammanfattande redogörelse för de två undersökta alternativen. För en med detaljerad beskrivning av beräkningarna och dess underlag hänvisas till bilagorna 6 - 8.

## 7.1 Alternativ 1 (Gemensam halmeldad värmecentral)

### 7.1.1 Lokalisering

Placering av en halmanläggning samt en eventuell solpanel föreslås enligt kartan på bild 6 nedan. Denna plats har valts på grund av dess tillgänglighet för transporter, relativt centrala läge, lämpliga topografi samt minsta möjliga störning i landskapsbilden.

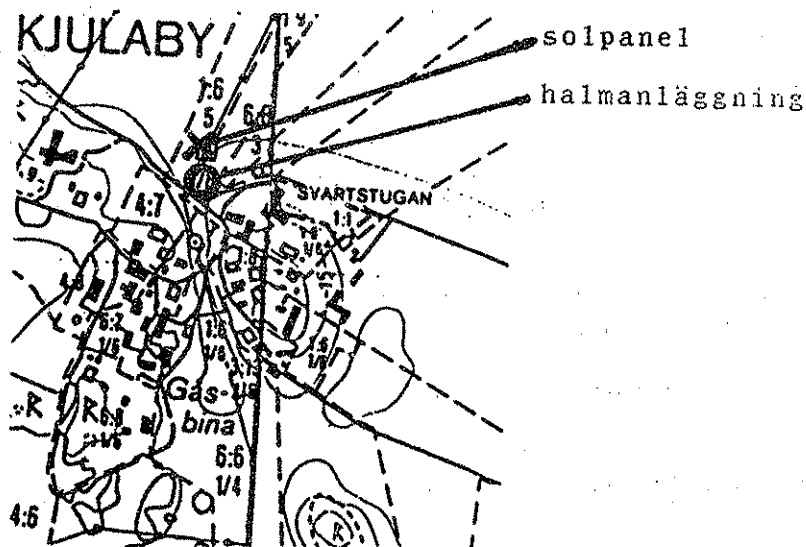


Bild 6. Halmanläggningens samt solpanelens placering (Lantmäteriet, 1980).

#### 7.1.2 Halmanläggningstyper

På marknaden finns flera typer av pressar som formar småbalar, stora rundbalar samt stora fyrkantsbalar. Dessa kan hård- eller löspressas vilket ger olika densiteter. Vid eldning av halm har därför olika tekniker utvecklats. Halmbalen kan antingen hackas, rivas, skivas eller eldas hel. Ett annat alternativ är att pellettera eller brikettera halmen.

7.1.2.1 Anläggningar för hackad, riven och skivad halm- ger en jämnare förbränning av halmen. Denna teknik, dvs sönderdelning av halmen, medför dock vissa problem såsom driftstopp och brandtillbud. Lindning och främmande föremål i halmen är de främsta orsakerna till detta.

Hackarna är snabbgående och används i eldningssystem där halm för en viss tids förbrukning hackas och lagras i ett förråd i anslutning till pannan (se bild 7). Denna sönderdelning bör ske under tillsyn.

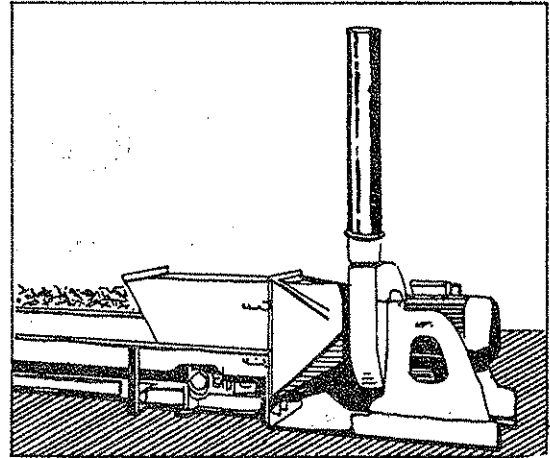
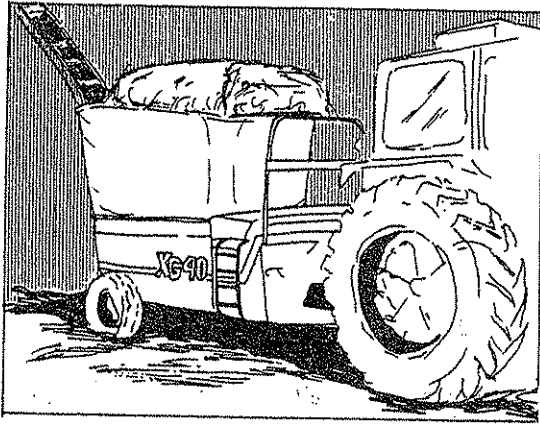


Bild 7. Den vänstra bilden visar en traktordriven halmhack för storbalar, den högra en eldriven halmhack för småbalar (Nilsson et al, 1988).

Rivarna är långsamgående och används därför i system där halmen sönderdelas i samma takt som den förbrukas i pannan (se bild 8).

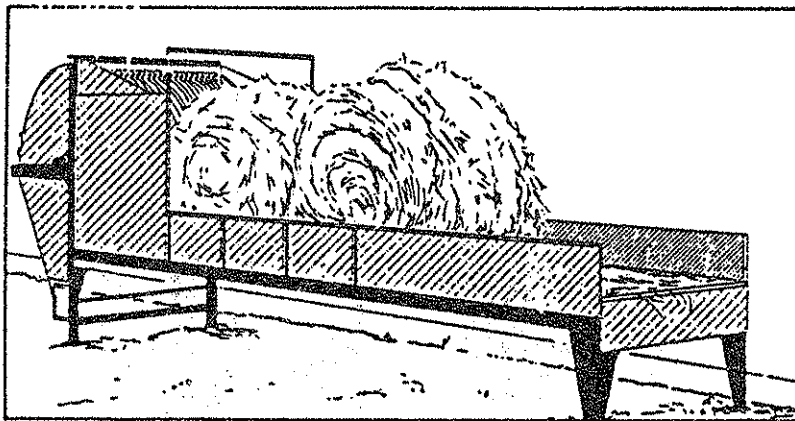


Bild 8. Halmrivare för storbalar (Nilsson et al, 1988).

Ytterligare ett sätt att sönderdela balen är att dela den i småportioner med hjälp av en kolv som "skär" tunna skikt av balen (se bild 9). Detta system medför dock en ojämnare bränsleinmatning än de övriga systemen (Nilsson et al, 1988).



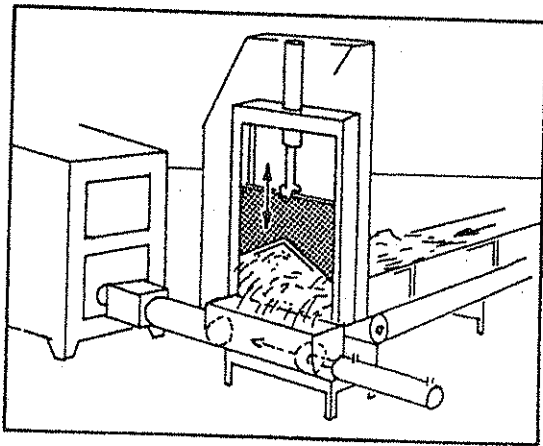


Bild 9. Uppdelning av småbalar i tunna skikt (Ekström & Jonsson, 1985).

7.1.2.2 Anläggningar för hela balar- sänker anläggningskostnaderna något jämfört med de ovan nämnda teknikerna. Brandrisken minskar också betydligt. Förbränningen kommer däremot att försämrats avsevärt vilket medför större halmåtgång samt större andel stoft i rökgaserna. Den vanligaste pannan i Sverige har varit en typ som kan sägas representeras av den sk Passatpannan (Liedholm et al 1983). Denna är en magasinpanna med genomförbränning där alltså hela balen förbränns samtidigt (se bild 10). En metod som har utvecklats för att förbättra förbränningen är "cigarr-metoden". Enligt denna metod förbränns balen en bit i taget med början i ena kanten (se bild 11).

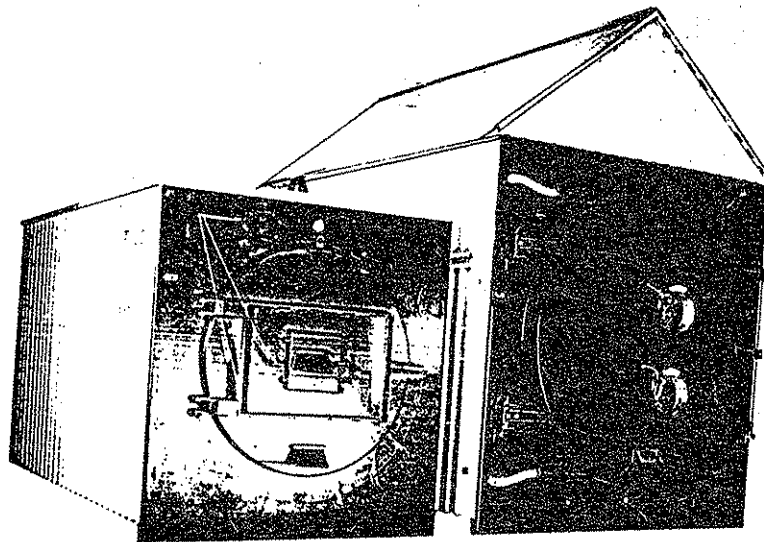


Bild 10. Den i Sverige vanligt förekommande Passatpannan (Passat Energi A/S, 1989).

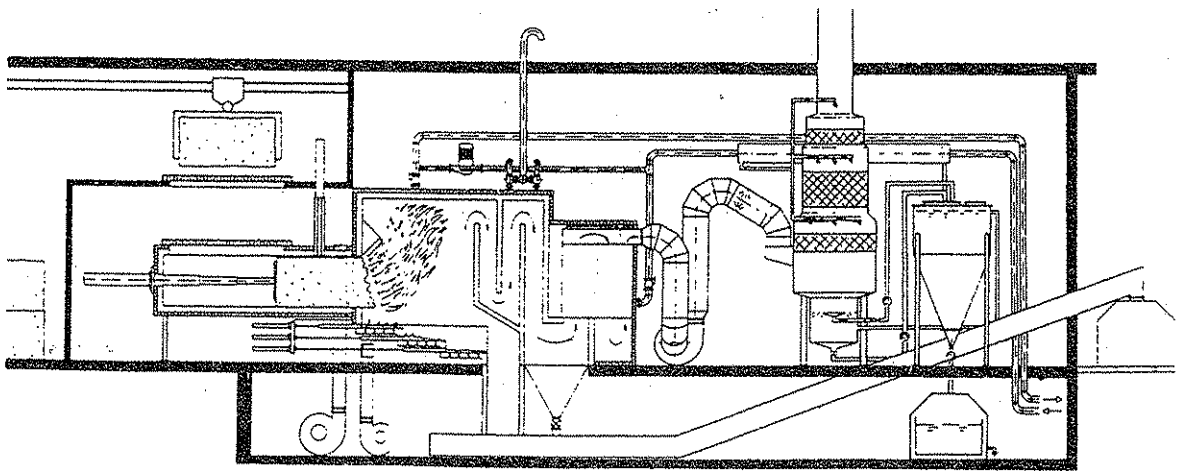


Bild 11. Völunds nyutvecklade system för förbränning av hela storbalar (Bioenergi, 1988).

En nackdel med pannor för hela balar är att de är uppbyggda på ett sådant sätt att de endast kan eldas med halm. En ombyggnad för att passa andra bränslen är därför svår att genomföra.

7.1.2.3 Anläggningar för briketterad eller pelletterad halm- är som tidigare nämnts ett annat alternativ. Halmen pressas till briketter/pelletter för att få en högre densitet. En hög densitet är att föredra då halmen ska transporteras långa sträckor eller då bristen på lagringsutrymmen är stor. Brikettering/pelletteringprocessen medför dock höga kostnader. Dessutom åtgår mycket energi vid tillverkningen.

7.1.2.4 "The Jonsson Biocombustor"- har valts i vårt förslag för Kjulaby. Biocombustorn är en för Sverige ny typ av brännare/förugn (bild 12). Denna kan anslutas till någon av de på marknaden förekommande pannorna. Brännaren valdes främst på grund av tre faktorer:

- \* låg kostnad
- \* hög verkningsgrad
- \* flexibel för en rad olika bränslen (Studsvik, 1989).

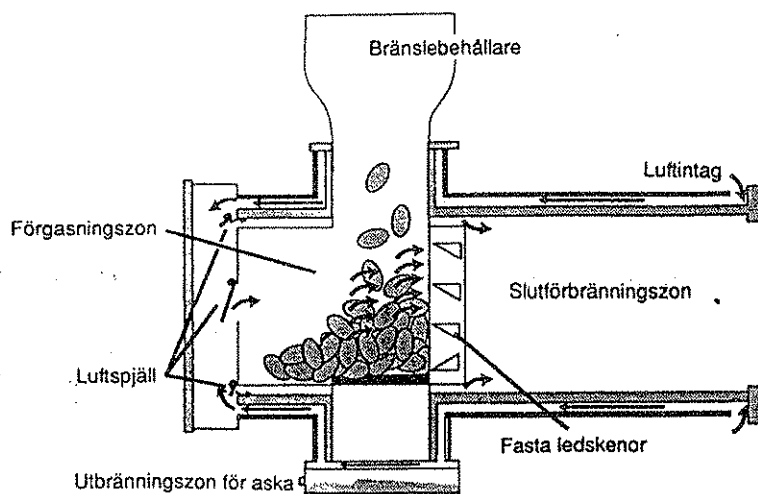


Bild 12. Principbild av "The Jonsson Biocombuster" (Studsvik, 1989).

### 7.1.3 Anläggningsbeskrivning

Anläggningen består av en panna med brännare, bränslebehållare, rivare, transportband samt lagringsutrymmen. Lagringsutrymmena utgörs av ett mindre mellanlager som finns i samma byggnad som pannan, och ett större lager som finns i en stolplada i anslutning därtill. Till anläggningen ansluts även en ackumulatortank där den producerade värmen lagras. Exempel på hur en sådan anläggning skulle kunna utformas visas i bild 13. Transport av värmen sker med varmvatten i kulvertar från värmecentralen till bostäderna. Till anläggningen kan även en solpanel anslutas.

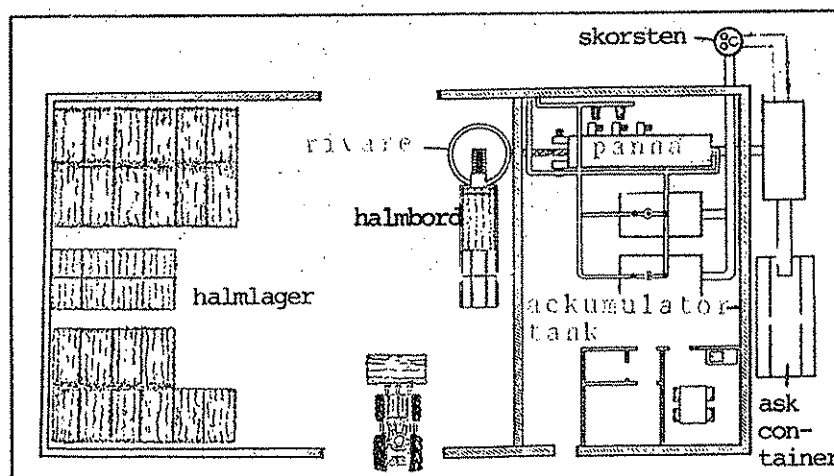


Bild 13. Halmanläggning. För att minska risken för spridning av brand är avlastningsytan placerad mellan lagret och rivaren (Videncentret för halm- och flisfyring, 1987).

#### 7.1.4 Funktionsbeskrivning

Med hjälp av en storbalspress tas halmen från spannmålsfälten, tillhörande lantbruken i byn, tillvara. Balarna transporteras till stolpladan vid fjärrvärmeverket eller till lagringsutrymmen tillhörande lantbruken.

Under regniga år behöver halmen eventuellt torkas. Detta görs enklast och billigast utomhus under presseningar. Balarna staplas på ett sådant sätt att de bildar luftkanaler där luften från en fläkt kan passera (Nilsson et al, 1988).

Från stolpladan vidaretransporteras balarna med en lastare till mellanlagret. Härifrån forslas ett antal balar till transportbandet. Innan den slutliga förbränningen passerar halmen rivaren för att därefter kontinuerligt matas genom bränslebehållaren ned i förgasningszonen. Förbränningen i Biocombustern sker i två steg:

- steg 1 torkning och förgasning av bränslet i förgasningszonen
- steg 2 förbränning av gaserna vid hög temperatur (Studsvik, 1989).

Pannan eldas automatiskt med full effekt med ett visst tidsintervall. Under denna tid laddas ackumulatortanken som därefter distribuerar värmen vidare via kulvertsystemet till bostäderna. I bostäderna sker en värmeväxling från fjärrvärmenätet till husens egna cirkulationssystem.

Under de närmare 120 dagarna då något uppvärmningsbehov ej finns hos bostäderna är inte pannan igång. I stället utnyttjas separata elpatroner eller en gemensam solpanel, för uppvärmning av tappvarmvattnet. Även under den resterande delen av sommarhalvåret (maj - okt) kan värme tillföras från solpanelen.

#### 7.1.5 Organisation

Anläggningen bör skötas av en eller flera lantbrukare. Pressning av halmen kan antingen utföras av respektive lantbrukare för sig eller så kan en av dem utföra hela pressningsarbetet.

Olika slag av ägandeform kan förekomma. Exempel på detta är gemensamt ägande av bönderna i byn eller några utav dem samt kommunalt eller statligt ägande.

#### 7.1.6 Produktion

Anläggningen bör ge en maximal effekt av 130 kW för att kunna tillgodose bostädernas effektbehov.

Om ingen av de föreslagna besparingsåtgärderna vidtas och ej heller solvärme utnyttjas kommer dagens halmmängd nätt och jämnt att räcka till. Den beräknade produktionen visas i tabell 5 nedan. (För en mer detaljerad redovisning se bilaga 6).

Tabell 5. Årlig produktion för de olika alternativen.

Alt. 1.1 halmanläggning

Alt. 1.2 halmanläggning samt vidtagna energibesparingsåtgärder i bostäderna.

	mängd halm (ton ts)	energiproduktion*		
		halm	el (MWh)	sol
sol som kompl.				
alt. 1.1	90	335	-	42
alt. 1.2	71	264	-	42
el som kompl.				
alt. 1.1	92	342	16	-
alt. 1.2	73	272	16	-

\* Med energiproduktion menas den mängd energi som erfordras för att täcka bostädernas uppvärmningsbehov, varmvatten samt kulvertförluster under ett år.

#### 7.1.7 Ekonomiska aspekter

Årskostnaden för de olika alternativen har beräknats och redovisats i bilaga 6. Där finns de olika posterna uppdelade i fasta och rörliga kostnader. En sammanställning av de beräknade årskostnaderna samt priset per kWh presenteras i tabell 6 nedan. Avskrivningstiderna är 10 - 20 år och den beräknade realräntan 6 %.

Tabell 6. Årskostnader för de olika alternativen.

	total årskostnad			total årskostnad per hushåll (kr/år)
	halm	el (kr/år)	sol	
sol som kompl.				
alt. 1.1	211 900	-	14 600	20 600
alt. 1.2	201 500	-	14 600	19 600
el som kompl.				
alt. 1.1	212 800	7 000	-	20 000
alt. 1.2	202 300	7 000	-	19 000

Även ett pris per kWh har beräknats. Resultatet visas i tabell 7.

Tabell 7. Årligt pris per kWh för de olika alternativen.

	alt. 1.1 (kr/kWh)	alt. 1.2 (kr/kWh)
sol som kompl.	0,75	0,93
el som kompl.	0,72	0,90

(Observera att kostnaderna gäller för de kWh som kommer bostaden till godo, dvs bostadens nettoenergibehov.)

Enligt tabell 7 visar sig det alternativ där inga energibesparingsåtgärder vidtagits ge det billigaste priset per kWh. Detta trots att dess årskostnader visar sig vara högre. Förklaringen ligger i att den totala årsenergiförbrukningen blir lägre då de föreslagna besparingsåtgärderna vidtas (se tabell 6). Detta leder i sin tur till att investeringskostnaderna utslaget på den mindre mängden energi medför en högre kostnad per kWh.

7.1.7.1 Genomförande av energibesparingsåtgärderna- är som tidigare nämnts en förutsättning i det delalternativ som vi valt att kalla alt. 1.2. Det bör observeras att någon kostnad för isolering och tätning av bostäderna inte ingår i de ovan redovisade resultaten. Dessa kostnader tillkommer givetvis men kan variera från bostad till bostad. Konstateras kan dock att besparingarna sänker årskostnaden per hushåll med cirka 600 kr. Detta ger ett investeringsutrymme på 6 000 kr/hus.

7.1.7.2 Installation av ett vattenburet system- i en bostad liknande genomsnittshuset i byn, beräknas medföra en kostnad på cirka 4 300 kr per år. Avskrivningstiden är då 20 år (se bilaga 7) Dessa kostnader är dock inte heller inkluderade i de ovan angivna beräkningsresultaten.

## 7.2 Alternativ 2 (Vindkraftverk)

### 7.2.1 Lokalisering

Vid utplacering av ett vindkraftverk finns en rad olika faktorer att ta hänsyn till. Nedan ges ett försök att sammanfatta dessa.

\* En betydelsefull roll har den omgivande marktopografin. Det är viktigt att få så fritt landskap som möjligt i de mest energirika vindriktningarna.

- \* Vad som ofta även diskuteras i samband med vindkraft är huruvida vindkraftverken utgör störande inslag i landskapsbilden.
- \* Buller är en annan uppmärksammas del i debatten om vindkraft. Dagens småskaliga vindkraftverk kan dock inte sägas ge upphov till några störande ljud.
- \* I dag tillverkas vindkraftverkens vingar nästan uteslutande av polerad glasfiber. Dessa är inte störande för TV- och telekommunikationerna (Jakobsson & Lindqvist, 1988).

Med hänsyn till ovan nämnda faktorer bör ett vindkraftverk placeras på en höjd ute på slätten, men ändå så nära konsumenten som möjligt.

### 7.2.2 Tekniken i dag

Den vanligaste uppbyggnaden av ett vindkraftverk visas i bild 14.

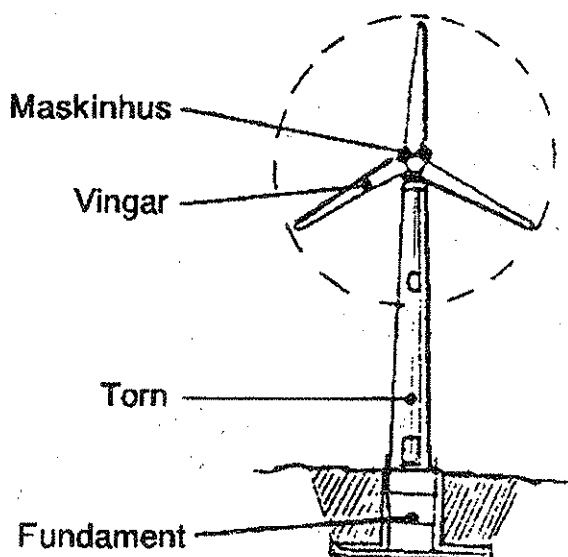


Bild 14. Normal uppbyggnad av ett vindkraftverk

- rotor: vingar av vanligtvis glasfiber
- maskinhus: Innehåller bl a generatorn som alstras elkraften
- torn: fackverk eller rörtorn med stege
- fundament: håller kraftverket uppe, vanligtvis av betong eller berg (Jakobsson & Lindqvist, 1988).

### 7.2.3 Funktion

Ett vindkraftverk av denna storlek kan i byn användas för produktion av elström till en eller två bostäder eller till ett lantbruk. Eftersom energiproduktionen hos ett vindkraftverk beror av den rådande vindstyrkan kan en jämn produktion ej möjliggöras. Av denna anledning bör vindkraftverkets elnät kopplas ihop med det lokala eldistributionsnätet. De av vindkraftverket producerade och försålda kWh samt de från Energiverket inköpta måste kunna kontrolleras. För att genomföra detta kan två el-mätare installeras, en för köp och en för försäljning av el.

### 7.2.4 Produktion

Ett vindkraftverk av storleken 100 kW kan enligt de gjorda beräkningarna som visas i bilaga 8 producera drygt 63 MWh per år. Enligt tillverkarna skall Vestas V20-100 kW vid goda vindförhållanden ge upp till 300 MWh per år. Detta visar att Kjulaby inte kommer upp i de vindstyrkor som erfodras.

### 7.2.5 Ekonomiska aspekter

Enligt de genomförda beräkningarna kommer den totala produktionskostnaden per kWh att kosta 1,04 kr. Vi räknar då med en avskrivningstid på 20 år samt en realränta på 6 %. Det visar sig att cirka 75 % av årskostnaden utgörs av investeringskostnader för vindkraftverket (Jacobsson & Lindqvist, 1988).

Det bör dock observeras att alla vindkraftverk med en generator-effekt understigande 100 kW är befriade från elskatt.

Vad man bör få betalt för den sålda energin från vindkraftverket anges i betalningsrekommendationer i EKOVISAM (Ekonomiska Villkor För Samkörning). Enligt dessa rekommendationer skall vindkraftverket betalas för vad eljest energiverket får betala per kWh från kraftbolaget, och på den nivå där den nyttiggörs (Jacobsson & Lindqvist, 1988).

## 8 DISKUSSION

I denna rapports inledning anges två huvudmål:

- \* Utredning av möjligheter för lokal energiproduktion och minskad användning av el.



\* Bedömning av i vilken grad lantbruket kan bli energiproducent som komplement till den idag huvudsakliga livsmedelsproduktionen.

Vi ska i diskussionen som följer försöka ge en beskrivning av hur väl dessa mål har uppfyllts. Vi ämnar även ge vår egen, utifrån undersökningen bildade, åsikt om huruvida förutsättningar finns för ett praktiskt genomförande av alternativen eller något utav dessa.

### 8.1 Kjulabys möjligheter till lokal energiproduktion

Vi har funnit byn relativt lämplig för en satsning på lokal energiförsörjning. Naturresurser såsom halm och vindkraft finns att tillgå. Anläggning av en gemensam värmecentral anses vara möjlig eftersom byn utgörs av en samlad bebyggelse. Den förhållandevis stora andelen lantbrukare i byn innebär att det bör finnas lämplig arbetskraft för skötsel av energiproduktionssystemen.

Hos invånarna i byn finns en viss tveksamhet mot genomförbarheten av idén med bönderna som energileverantörer. Trots detta kan ett intresse för en gemensam ansträngning att minska elberoendet skönjas.

Enligt kommunens energiplan är den övergripande energipolitiska målsättningen att åstadkomma en på lång sikt ekonomiskt fördelaktig energiförsörjning för hela kommunen med beaktande av möjlig energihushållning, långsiktig försörjningstrygghet, godtagbar miljö och flexibilitet. Delar av kommunens energipolitiska målsättning, såsom energihushållning, godtagbar miljö och försörjningstrygghet, överensstämmer väl med projektets idé om lokal energiförsörjning. Huruvida utnyttjandet av vindkraft och förbränning av halm blir ekonomiskt fördelaktigt är däremot svårt att sja om ty det kommande energipolitiska läget är ovisst.

Vid en intervju med energiverkschefen Lars Andersson framstod kommunens attityd gentemot biobränslen som mycket positiv. Lars Andersson menade också att "lokal energiförsörjning på landsbygden är ett steg i rätt riktning". Kommunen kan enligt Andersson även tänka sig att bistå med bidrag till en sådan energiproduktionsanläggning.

### 8.2 Olika för- och nackdelar med de valda alternativen

Här tar vi upp de viktigaste för- och nackdelarna hos de alternativ som vi valt att undersöka.

### 8.2.1 Alternativ 1 (halm)

fördelar:

- + Resursutnyttjande
- + Ökad sysselsättning inom lantbruket
- + Miljövänligt
- + Slipper plöja ned eller bränna halmen på åkern
- + Kan täcka hela byns energibehov

nackdelar:

- Kostnadskrävande
- Eventuell annan användning för halmen i framtiden (inom industrin och animalieproduktionen)

### 8.2.2 Alternativ 2 (vind)

fördelar:

- + Resursutnyttjande
- + Miljövänligt

nackdelar:

- Kostnadskrävande
- Ojämn energiproduktion

### 8.2.3 Lämpligaste lösningen

Med ledning av de ovan angivna för- och nackdelarna finner vi alternativ 1 vara den mest lämpade lösningen. Denna slutsats grundar vi på att byn förfogar över tillräckligt stora spannmålsarealer för att kunna försörja sig på den halm som idag nedbrukas. Vi tror även att det valda beräkningsunderlaget på en halmskörd av 0,5 ton torrsubstans per ha och år är något lågt. Eftersom man i området tar högre skördar än genomsnittet och hösten är relativt lång tror vi att 1 ton torrsubstans per ha och år kan vara mera rimligt. Nämnas bör att man i kommunens energiplan räknar med 2 ton torrsubstans per ha och år.

De arealer som utnyttjas för odling ligger samlade runt byn. Detta medför låga transportkostnader från fälten till det eventuella värmeverket i jämförelse med det som är fallet vid andra anläggningar i Sverige idag. I dessa brukar transportkostnaderna vanligtvis utgöra en betydande del av de totala rörliga kostnaderna. Det faktum att lantbrukarna i byn bedriver en låg animalieproduktion medför att halmen idag har ett lågt alternativvärde.

Vad som talar emot en gemensam värmecentral är den stora kostnaden för kulvertdragning. Byns storlek är heller inte det optimala för ett halmeldat värmeverk. Vi tror att kostnaderna per bostad kunde sänkas om en större anläggning för fler hus byggdes. I detta sammanhang vill vi betona byns närhet till tätorten Kjula. Vid anläggning av en större värmecentral skulle även delar av Kjula kunna förses med värme.

Alternativ 2 ter sig inte aktuellt i byn. Den främsta orsaken härtill är helt enkelt att det blåser för lite och att investeringen blir för dyr i förhållande till den producerade elektriciteten. Vi vill dock poängtera att vinduppgifterna är baserade på förhållanden i Västerås. Vindstyrkorna kan variera lokalt, varför vindmätningar bör göras på aktuell plats.

### 8.3 Kan en lokal energiproduktion i byn möjliggöras?

På denna fråga finner vi inte något enhetligt svar. De olika delarna av svaret tror vi i stället finns att hitta på de politiska och tekniska planen samt givetvis hos byinvånarna själva.

Den ekonomiska delen är den till synes viktigaste aspekten. Hur kommer framtiden att utveckla sig? Eftersom något slutgiltigt beslut angående energiskatter, moms och miljöavgifter ännu ej är taget, är det kommande energipolitiska läget svårt att fastställa. Utredningar har visserligen genomförts där det föreslås att miljöavgifter skall tas ut på de mot bibränslena konkurrerande energislagen. Enligt Svenska Bioenergiföreningen (Häckner, 1989) kommer dock främst införandet av momsen att medföra starkt ökade energikostnader för hushållen. Vidare pekas på de gjorda konsekvensberäkningarna som visar att fjärrvärmens konkurrenskraft kommer att sjunka avsevärt i förhållande till enskild oljeeldning. Svebio hävdar dock "att det sannolikt kommer att bli en politisk uppslutning till att få sådana regler för fjärrvärme att en övergång till enskild eldning inte gynnas".

Vad den tekniska delen beträffar medför en större satsning på småskaliga anläggningar att de ofta kommer att placeras i närheten av bebyggelse. Vid projektering av lokala energiproduktionsanläggningar måste hänsyn tas till lokaliseringsproblem i form av nedsmutsning av närmiljön, kompetens hos den lokala personalen, sårbarhet o dyl som kan förekomma. Med andra ord måste kraven på småskaliga energiproduktionsanläggningar vara lika höga som på storskaliga, annars kan inte tekniken försvara en plats på marknaden (Josefsson, 1988).

Med härledning av ovanstående text drar vi den slutsatsen att även om det i dagens energipolitik råder tveksamheter kvarstår dock det faktum att energi, speciellt elenergi, kommer att bli avsevärt dyrare. Med dagens relativt långt framskridna teknik inom området för bl a bibränslen kan dock goda lösningar framtas. I enlighet med de för projektet uppställda målen tror vi alltså att det i Kjulaby finns goda möjligheter för lokal energiproduktion och minskad användning av el. Vi tror även att det i dagens/morgondagens lantbruk finns utrymme för produktion av denna energi.

Valet av utvecklingsstrategi för den framtida energiproduktionen styrs i stort av om människan ser naturen som ett medel eller som ett mål (Sjöström, 1985). Vid val av det senare perspektivet måste vi nog vara beredda att betala mer för den energi vi förbrukar!

## 9 LITTERATURFÖRTECKNING

- Almquist, A & Nilsson, C. 1989. Energisystemstudier av samhällen i jord- och skogsbygd. Projektplan. SLU. Uppsala.
- Bioenergi. 1988. nr 4. Svebio.
- Dahlström, M. 1989. Biogasanläggning vid Vassbo för energi-  
produktion och framställning av organiskt gödesmedel.  
Dalarnas forskningsråd.
- Ehrlemark, A & Svensson, L. 1982. Energi för jordbrukts  
byggnader. Aktuellt från Lantbruksuniversitetet 308. SLU.  
Uppsala.
- Ekström, N & Jonsson, C. 1985. Hantering av halm och aska vid  
halmeldning. Rapport nr 67. JTI. Uppsala.
- Eriksson, G. 1989. Historiska anteckningar om Kjulaby. Kjulaby.
- Eskilstuna kommun, Energiplaneringskommittén. 1986. Energiplan  
1986. Eskilstuna.
- Esselte Kartor. 1981. KAK Bilkartor Sverige. Stockholm
- Häckner, J. 1989. Det energipolitiska läget. Svebio. Stockholm.
- Jakobsson & Lindqvist. 1988. Vindkraft i Stockholms län, 1988.
- Johnsson, B. (red). 1986. Bränslen från jordbruksgrödor. JTI och  
SLU. Uppsala.
- Josefsson, T. 1988. Bearbetade anteckningar från seminarierna om  
småskalig kraftvärme och miljö den 20 oktober i Hallsberg.  
Småskalig kraftvärme och miljö. Energiforskningsnämnden.
- Lantmäteriverket. 1980. Ekonomisk karta. Nyköping.
- Liedholm et al. 1983. Gårdsvärme. LT:s förlag. Stockholm.
- Nilsson, C et al. 1988. Att elda med halm. Aktuellt från  
Lantbruksuniversitetet 364. SLU. Uppsala.
- Passat Energi A/S. 1989. Broschyr. Danmark.
- Petersson, F & Wettermark, G. 1985. Solenergi (Teori, forskning  
och praktisk användbarhet). Ingenjörsläroverket. Stockholm.
- SLU. 1985. Biomassa & Energi 1. Agrobioenergi. Garpenberg.

- SMHI, Klimatsektionen. 1981. Vinduppgifter för Västerås.  
Norrköping.
- STF. 1949. Dalarna och Bergslagen. STF:s förlag. Stockholm.
- Sennerby-Forsse, L. 1988. Energiskog (Handbok i praktisk odling)  
SLU. Uppsala.
- Sjöström, U. 1985. Låna varandras glasögon. Forskningsrapport  
från Pedagogiska institutionen. Stockholms Universitet.
- Studsvik Energy. 1989. The Johnsson Biocombustor. Broschyr.  
Studsvik.
- Södergård, B. 1980. Vindkraftboken. Ingenjörsläroverket AB.  
Stockholm.
- Videncentret for Halm - og Flisfyring. 1987. Halmfyring.  
Danmark.
- Wetterstrand, T. 1989. Energiförsörjning och energihushållning  
vid Stjärnhovs Säteri. Rapport 133. Inst. f. lantbruksteknik,  
SLU. Uppsala.

#### 10 MUNTliga REFERENSER

- Almquist Anders. 1989. Inst. f. lantbruksteknik, SLU, Uppsala
- Axenbom Åke. 1989. Inst. f. lantbruksteknik, SLU, Uppsala
- Eriksson Gert. 1989. Kjulaby.
- Jakobsson Mikael. 1989.
- Johansson Håkan. 1989. Inst. f. ekologi och miljövard, SLU,  
Uppsala
- Lindow Leif. 1989. Snöån. Ludvika
- Mathisen Berit. 1989. JTI, Uppsala
- Studsvik Energy. 1989. Studsvik
- Thyselius Lennart. 1989. JTI, Uppsala
- Vattenfall. 1989. Uppsala
- Värme och Sanitetsservice. 1989. Uppsala

## SAMMANSTÄLLNING AV ATTITYDUNDERSÖKNINGEN

Under några dagar i augusti månad 1989 utfördes intervjuer med 8 hushåll i Kjulaby. Av dessa 8 hushåll var 5 lantbruk och 3 icke lantbruk. En viss uppdelning av frågor till lantbrukare respektive övriga intervjuade invånare i byn gjordes. Vissa frågor ställdes således endast till lantbrukarna och andra frågor endast till de övriga byborna. Att denna form av uppdelning gjordes beror på att ett genomförande av en sådan här idé kommer att påverka invånarna i byn på olika sätt. Det är tänkt att lantbrukarna ska handha distributionen av energi medan de övriga i byn främst kommer att fungera som mottagare.

Frågor ställda till samtliga intervjuade

- Vilka fördelar respektive nackdelar anser Ni att Ert värmesystem / värmekälla har?

Utav de tillfrågade framfördes nedstående för- och nackdelar hos de olika energikällorna i bostäderna.

	ved	elektricitet	olja
<u>Fördelar:</u>			
bekvämt	-	1 (1)	-
komplement till övriga system	1 (1)	-	-
enkelt system	-	1 (1)	-
rent	-	1 (1)	-
billigt	2 (2)	2 (2)	-
självförsörjande	1 (1)	-	-
<u>Nackdelar:</u>			
dyrt	-	3 (3)	-
arbetsamt	3 (2)	-	-

dålig närmiljö	2 (2)	-	-
dålig miljö *	-	1 (0)	-

---

\* Med miljö menas i detta fall hela den globala miljön.

Siffran inom parentes anger antal lantbruk. Observera att dessa även ingår i den första siffran.

Antal tillfrågade var 8 stycken. En del av dessa har som synes flera synpunkter på sitt värmesystem.

- År 2010 skall kärnkraften i Sverige vara helt avvecklad. Kostnaderna för elektricitet kommer förmodligen då att vara avsevärt högre än i dag. Utnyttjandet av de fossila bränslena förväntas också minska. Något alternativ till olja och elektricitet blir alltså nödvändigt. Inom mer tätbebyggt område kan detta lösas med fjärrvärmesystem. På landsbygden däremot är oftast inte fjärrvärme aktuellt. En idé är då att lantbruket med sin relativt höga energipotential skulle kunna stå som energileverantör åt hushållen i byn. Hur ställer Ni Er till denna idé ?

Av de tillfrågade ansåg;

- 7 (4) att idén var bra
- 1 (1) att idén var dålig

Huruvida idén var praktiskt genomförbar ansåg;

- 3 (2) att idén skulle gå att genomföra
- 2 (2) att den skulle bli svår att genomföra
- 3 (1) att det var tveksamt

Siffran inom parentes anger antal lantbruk. Observera att dessa även ingår i den första siffran.

- Vad tror Ni om energiprisets utveckling?

Av de totalt 8 tillfrågade svarade;

- 5 (3) att de trodde att energipriset, speciellt elpriset kommer att stiga under de närmaste åren.
- 3 (2) att de ej trodde på några speciella höjningar av energipriset

Siffran inom parentes anger antal lantbruk. Observera att dessa även ingår i den första siffran.



- Hur stor roll vid val av uppvärmningssystem spelar;  
(rangordning 1-4)

- \* tryggheten?
- \* miljön?
- \* bekvämligheten?
- \* kostnaden?

Utav de 7 som besvarade frågan rangordnades faktorerna på följande sätt;

rangordning:	1	2	3	4	medeltal:
trygghet	3 (3)	2 (2)	2 (0)	0 (0)	1,9 (1,0)
miljö	1 (0)	1 (0)	2 (2)	3 (3)	3,0 (2,6)
bekvämlighet	2 (1)	1 (1)	1 (1)	3 (2)	2,7 (2,0)
kostnad	1 (1)	3 (2)	2 (2)	1 (0)	2,4 (1,6)

Av de 8 tillfrågade ansåg sig 1 st inte kunna rangordna parametrarna.

Siffran inom parantesen anger antal lantbruk. Observera att dessa även ingår i den första siffran.

Tryggheten ansågs alltså vara den viktigaste faktorn medan miljön och bekvämligheten var de parametrar som bland dessa 4 faktorer värderades minst.

- Finns det några övriga energiformer som Ni har funderat på och skulle kunna tänka Er att använda?

Förutom biogas, ren vedförbränning och halm förekom dessa olika alternativ som energikällor;

	lantbrukare:	övriga:	totalt:
sol	-	1	1
vind	-	1	1
värmepump	2	1	3
ej funderat	3	-	3

Funderingar och önskemål om bättre vedpanna och installation av ackumulatortank samt tilläggsisolering har också förekommit.

### Frågor ställda enbart till lantbrukare

- Hur skulle organisationen för en eventuell värmeanläggning (halmförbränningsanl.) se ut?

Av svaren framgick att;

Samtliga ansåg att anläggningen skulle ägas gemensamt.

- 3 ansåg att var och en skulle pressa sin egen halm.
- 2 ansåg att man skulle leja ut pressningen.
  
- 2 ansåg att man gemensamt skulle sköta driften av anläggningen.
- 3 ansåg att en anställd skulle sköta driften av anläggningen.

- Tror Ni att Ni kan undvara tid för att delvis arbeta vid någon slags gemensam värmeanläggning?

Av de tillfrågade svarade;

- 4 att de ansåg sig ha tid
- 1 att de ej ansåg sig ha tid

- Hur ställer Ni Er till en bortförsel av halmen från åkrarna?

Samtliga ställde sig tveksamma till att ta bort halmen år efter år pga bortförseln av näringsinnehållet i jorden.

- Har Ni tid att pressa mer halm med nuvarande maskinkedja än vad som görs idag?

- 3 trodde att de skulle hinna pressa mer.
- 2 menade att de inte skulle hinna pressa mer.

Frågor ställda till övriga intervjuade invånare i byn

- Om byn blir självförsörjande på energi kommer det eventuellt att fordra ett ökat samarbete byborna emellan. Tror Ni att ett ökat samarbete kommer att fungera?

Utav de 3 tillfrågade svarade;

- 1 att de trodde på ett fungerande samarbete
- 2 att de ställde sig tveksamma

- Skulle Ni kunna tänka Er en övergång/återgång till en annan energiform?

På denna fråga fördelade sig svaren enligt följande;

- 2 sade sig vara tveksamma
- 1 hade redan ved som energikälla

- Biogas är en energikälla som eventuellt kan bli aktuell. Transport av gödsel till en biogasanläggning kan medföra odör. Tror Ni att det kommer upplevas som mycket störande?

Utav de 3 tillfrågade svarade;

Samtliga att det ej skulle upplevas som störande

- Hur viktigt är det att byn bevaras som en "levande landsbygdsby"?

På denna fråga var samtliga tillfrågade eniga om att byn bör bevaras som en "levande landsbygdsby".

- 2 ansåg sig villiga att arbeta för det
- 1 ansåg sig ej villig att arbeta för det

- Vad har Ni för framtidsplaner? Ämnar Ni bo kvar i Kjulaby?

På frågan svarade;

- 2 att de inte hade planer på att flytta från byn inom de närmsta åren
- 1 att de inte visste

## ANVÄNDA BERÄKNINGSFORMLER

$$W_b = \frac{W_h + W_v + W_k}{\eta_p * \eta_a} * 10\ 000 \quad \text{ekvation 1}$$

$W_b$  = Bruttoenergibehov per år för uppvärmning och tappvarmvatten (kWh)

$W_h$  = Nettoenergibehov per år för uppvärmning (kWh)

$W_v$  = Nettoenergibehov per år för tappvarmvatten (kWh)

$W_k$  = Kulvertförluster per år (kWh)

$\eta_p$  = Pannans verkningsgrad (%)

$\eta_a$  = Ackumulatortankens verkningsgrad (%)

$$m = \frac{W_b}{H} \quad \text{ekvation 2}$$

$m$  = Halmens massa (kg ts)

$W_b$  = Bruttoenergibehov för uppvärmning och tappvarmvatten (kWh)

$H$  = Halmens värmevärde (kWh/kg ts)

$$\text{Sparad energi per m}^2 = \frac{Q * (k_{in} - k_{eft})}{1\ 000} \quad \text{(kWh)} \quad \text{ekvation 3}$$

$Q$  = Gradtimmar för uppvärmning (°Ch)

$k_{in}$  = k-värde före isolering (W/m<sup>2</sup>°C)

$k_{eft}$  = k-värde efter isolering (W/m<sup>2</sup>°C)

$$P_{max} = \frac{W_{ars} * (T_e - T_{ut})}{Q_{tot}} + P_v \quad \text{ekvation 4}$$

$P_{max}$  = Maximalt effektbehov för uppvärmning och varmvatten (kW)

$P_v$  = Effektbehov för varmvatten (kW)

$W_{ars}$  = Årligt energibehov för uppvärmning (kWh)

$T_e$  = Erforderlig uppvärmningstemperatur efter reduktion för gratisvärme (°C)

$T_{ut}$  = Utomhus temperatur vid LUT 100 (°C)

$Q_{tot}$  = Totala antalet gradtimmar för uppvärmning (°Ch)

$$V_a = \frac{W_n + W_k}{c * T * \eta_a} * 100$$

ekvation 5

$V_a$  = Ackumulatortankens volym ( $m^3$ )

$W_n$  = Nettoenergibehov under ett eldningsintervall för uppvärmning och varmvatten (kWh)

$W_k$  = Kulvertförluster under ett eldningsintervall (kWh)

$c$  = Vattnets värmekapacitivitet ( $kWh/m^3 \cdot ^\circ C$ )

$T$  = Arbetstemperaturintervall ( $^\circ C$ )

$\eta_a$  = Ackumulatortankens verkningsgrad (%)

## GENOMSNIITTSHUSETS ÅRLIGA ENERGIBEHOV

Beräkningsunderlag

## Värmevärden

Ved : 1 450 kWh/m<sup>3</sup>t vid 20 % vattenhalt (Nilsson,1982)  
 Olja: 10 000 kWh/m<sup>3</sup>

## Verkningsgrader

Vedpanna : 45 %  
 Oljepanna : 55 %  
 Direktverkande el: 100 %

## Energibehov för uppvärmning av tappvarmvatten

Per vuxen : 1 500 kWh/år  
 Per barn : 1 000 kWh/år  
 Per hushåll : 4 500 kWh/år

Byns årliga energiförbrukning för uppvärmningsändamål har beräknats utifrån enkätundersökningen. Svar inkom från 8 hushåll. De 8 bostädernas energiåtgång har summerats. Summan räknades därefter upp för att gälla alla de 11 hushållen.

Bruttoenergibehov per år

El : 148,8 MWh  
 Olja : 94,0 MWh  
 Ved : 230,6 MWh  
 Totalt : 473,4 MWh  
 Per hushåll : 43,0 MWh

Nettoenergibehov per år

El : 148,8 MWh  
 Olja : 51,7 MWh  
 Ved : 103,7 MWh  
 Totalt : 304,2 MWh  
 Per hushåll : 27,6 MWh

## GENOMSNIITTSHUSETS MAXEFFEKTBEHOV

Enligt ekvation 4, bilaga 2 har maxeffektbehovet vid LUT 100 beräknats.

$$P_{\max, \text{ netto}} = \frac{23\,100 \text{ kWh} * (16,8 - (-13)) \text{ }^\circ\text{C}}{79\,938 \text{ }^\circ\text{Ch}} + \frac{4\,500 \text{ kWh}}{8\,760 \text{ h}} = 9,1 \text{ kW}$$

(LUT 100)

$$P_{\max, \text{ brutto}} = \frac{36\,000 \text{ kWh} * (16,8 - (-13)) \text{ }^\circ\text{C}}{79\,938 \text{ }^\circ\text{Ch}} + \frac{7\,000 \text{ kWh}}{8\,760 \text{ h}} =$$

(LUT 100)

$$= 14,2 \text{ kW}$$

## ENERGISPARÅTGÄRDER I GENOMSNITTSHUSET

BeräkningsunderlagBostadsyta 173 m<sup>2</sup>

Hustyp Två våningar utan källare och utan inredd vind

Väggyta 228 m<sup>2</sup>Takyta 86 m<sup>2</sup>

Byggnadsår/Isoleringsår 1960

Bruttoenergibehov för uppvärmning av bostaden 36 000 kWh

Bruttoenergibehov för uppvärmning av tappvarmvatten 7 000 kWh

k-värde, vägg 0,50 W/m<sup>2</sup>°Ctak 0,45 W/m<sup>2</sup>°C

Q = 79 938 °Ch

Nuvarande pannverkningsgrad 64 % (ett genomsnitt av nuvarande ved-, olje- och elpannor)

Tätning

Genom tätning kan man spara 5-10 % av energiförbrukningen (Lidholm et al, 1983).

0,05 \* 23 000 = 1 200 kWh

TilläggsisoleringGenom att sänka k-värdena i väggen och taket till 0,3 W/m<sup>2</sup>°C respektive 0,2 W/m<sup>2</sup>°C kan, enligt ekvation 3, följande energimängder sparas;Vägg - 16 kWh/m<sup>2</sup>

16 \* 228 = 3 648 kWh

Tak - 20 kWh/m<sup>2</sup>

20 \* 86 = 1 720 kWh

Totalt: 5 400 kWh



Pannverkningsgraden

Nettobehov: 23 000 - 1 200 - 5 400 = 16 400 kWh

Besparingseffekt om pannans verkningsgrad höjs 10 % :

16 400 kWh / 64 % - 16 400 kWh / 74 % = 3 500 kWh

## HALMELDAD VÄRMECENTRAL

Beräkningsunderlag

Antal bostäder:	11 st
Energibehov uppvärmn.:	23 100 kWh/bostad och år
Energibehov tappvarmv.:	4 500 kWh/bostad och år
Maxeffektbehov:	9,1 kW/bostad
Totalt energibehov:	304 MWh
(Observera att siffrorna gäller vid nettobehov d v s exklusive förluster.)	
Kulvertlängd:	740 m
Eldningssäsongens längd:	5 950 h
Eldningsuppehåll vid maxeffektbehov:	6 h
Värmevärde halm 15 % vh:	4,7 kWh/kg ts
Halmskörd:	0,5 kg ts/ha
Areal:	180 ha
Pannans verkningsgrad:	88 %
Akkumulatortankens verkningsgrad:	90 %
Vattnets värmekap.:	1,17 kWh/m <sup>3</sup> °C
Arbetstemperatur- intervall:	40 °C

## Energiförluster från kulvertssystemet

Tabell 8. Energiförluster från kulvertssystemet

inre diameter (mm)	längd (m)	förlust (W/m)	tot förlust (kW)
20,4	640	12 (18)	7,7 (11,5)
26,0	100	14 (19,5)	1,4 (2,0)
Totalt:			9,1 (13,5)

Värdena inom parentes anger de maximala förlusterna d v s förlusterna under de kallaste dagarna. De övriga värdena anger förlusterna i genomsnitt under den period som värmecentralen är igång.

Kulvertarna används cirka 6 000 h vilket ger en total förlust av 54 600 kWh.

### Pannans effektbehov

$$\frac{9,1 \text{ kW} * 11 \text{ hus} + 13,5 \text{ kW}}{90 \%} = 126 \text{ kW}$$

(Genomsnittshusets maxeffektbehov \* Antal hus +  
+ Max.kulvertförlust) / Ackumulatortankens verkningsgrad

### Akkumulatortankens volym

Akkumulatortankens volym har beräknats med hjälp av ekvation 5, bilaga 2.

$$\text{Volym} = \frac{9,1 \text{ kW} * 11 \text{ hus} * 6 \text{ h} + 13,5 \text{ kW} * 6 \text{ h}}{1,17 \text{ kWh/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C} * 40 \text{ } ^\circ\text{C} * 90 \%} = 16 \text{ m}^3$$

## Halmbehov

### Halm + El

Enligt ekvation 1 :

Bruttoenergibehov

under eldn. säsong =  $((23\ 100 + (5\ 950/8\ 760) * 4\ 500) \text{ kWh} * 11$   
 $\text{hus} + 54\ 600 \text{ kWh}) / 88 \% * 90 \% = 432 \text{ MWh}$

Enligt ekvation 2 :

Halmbehov =  $\frac{432 \text{ MWh}}{4,7 \text{ kWh/kg ts}} = 92 \text{ ton ts}$

### Halm + sol

Solpanelen dimensioneras för att täcka uppvärmningen av tappvarmvattnet under sommarhalvåret. Solpanelen beräknas ge i genomsnitt 450 kWh/m<sup>2</sup> och år. Under de sommarmånader då värmecentralen ej används antas solpanelen ge totalt 350 kWh/m<sup>2</sup>. Kulvertförlusterna antas vara 6 kW under sommaren. Det skulle alltså behövas en solpanel på 94 m<sup>2</sup> för att täcka uppvärmningen av tappvarmvattnet. Solpanelen bidrar med drygt 9 MWh under den tid som värmecentralen körs.

Bruttoenergibehov under eldningssäsongen = 423 MWh (enligt ekvation 1)

Halmbehov = 90 ton ts (enligt ekvation 2)

### Halm + el + besparingar

Efter tätning och tilläggsisolering beräknas bostadens netto-behov under eldningssäsongen vara 19 700 kWh.

Bruttoenergibehov under eldningssäsongen = 342 MWh (enligt ekvation 1)

Halmbehov = 73 ton ts (enligt ekvation 2)

### Halm + sol + besparingar

Bruttoenergibehov under eldningssäsongen = 333 MWh (enligt ekvation 1)

Halmbehov = 71 ton ts (enligt ekvation 2)

## Ekonomiska beräkningar

### Beräkningsunderlag

Halmpris	450 kr/ton ts
Realränta	6 %
Avskrivningstid	
pannsystem	15 år
lagerbyggnad	20 år
solpanel	15 år
kulvert	20 år

Nedan anges kostnader per kWh med detta menas kostnaden för de kWh som kommer huset tillgodo.

### Kostnad för värmecentral och el

#### Halmanläggning:

Investeringskostnad	1 214 000	(kr)
Fasta kostnader		
avskrivningar	70 700	
ränta	36 400	
Rörliga kostnader		
underhåll, 2 %	24 300	
arbete*	40 000	
halm	41 400	
El, 44 öre/kWh	<u>7 000</u>	
Total årskostnad	219 800	
Årskostnad per hushåll	20 000	
Kostnad per kWh		0,72

### Kostnad för värmecentral och solpanel

#### Halmanläggning:

Investeringskostnad	1 214 000	(kr)
Fasta kostnader		
avskrivning	70 700	
ränta	36 400	

Rörliga kostnader	
underhåll, 2 %	24 300
arbete*	40 000
halm	40 500

Solpanel:

Investeringskostnad	125 000
Fasta kostnader	
avskrivning	8 300
ränta	3 800
Rörliga kostnader	
underhåll	<u>2 500</u>
Total årskostnad	226 500
Årskostnad per bostad	20 600
Kostnad per kWh	0,75

Kostnad för värmecentral och el vid besparing

Halmanläggning:

Investeringskostnad	1 196 000	(kr)
Fasta kostnader		
avskrivning	69 700	
ränta	35 900	
Rörliga kostnader		
underhåll, 2 %	23 900	
arbete*	40 000	
halm	32 800	
El	<u>7 000</u>	
Total årskostnad	209 300	
Årskostnad per hushåll	19 000	
Kostnad per kWh	0,90	

Kostnad för värmecentral och solpanel vid besparing

Halmanläggning:

Investeringskostnad	1 196 000	(kr)
Fasta kostnader		

avskrivning	69 700
ränta	35 900
Rörliga kostnader	
underhåll, 2 %	23 900
arbete*	40 000
halm	32 000

Solpanel:

Investeringskostnad	125 000
Fasta kostnader	
avskrivning	8 300
ränta	3 800
Rörliga kostnader	<u>2 500</u>
Total årskostnad	216 100
Årskostnad per hushåll	19 600
Kostnad per kWh	0,93

\* Med arbete menas det arbete som fordras vid värmecentralen. I kostnaden ingår en man med lastare.

## INSTALLERING AV RADIATORSYSTEM

Radiatorsystem

Vid konvertering från energiförsörjning med enbart direktverkande el till ett vattenburet värmesystem måste radiatorer installeras. Kostnader för detta har uppskattats med hjälp av bostadsytan för "genomsnittshuset" (se bilaga 5) samt kostnadsuppgifter från Värme och Sanitetsservice, (1989).

Förutsättningar:

investering i radiatorsystem	53 000 kr
avskrivningstid	20 år
realränta	6 %

Kostnader:

Radiatorsystem:	
fasta kostnader	
avskrivning	2 700 kr
realränta	1 600 kr

<u>SUMMA</u>	<u>4 300 kr</u>
--------------	-----------------

I radiatorsystemet ingår radiatorer, anslutningar (dvs rör mm), skorsten samt installationskostnader.

I en nybyggd bostad skulle installationskostnaderna bli något lägre.



## VINDKRAFTVERK

Beräkningar

Vi har valt att räkna på vindkraftverk Vestas V 20-100 KW. Det är det minsta vindkraftverk som Vestas saluför i Sverige i dag (Wetterstrand, 1989). Tabell 9 visar möjlig energiproduktion från vindkraftverket placerat i Kjulaby.

Tabell 9. Energiproduktion per år från Vestas V 20-100 KW placerat i Kjulaby.

Vind m/s	% av tot. tid	Tid h	Effekt KW	Energi KWh
5	15,1	1 320	5,3	6 996
6-8	16,0	1 402	25,5	35 751
9-11	3,1	272	59,9	16 293
12-14	0,4	35	91,0	3 185
15-17	0,1	9	106,5	958
Total produktion:				63 183

Årskostnad V 20-100 KW

Inköp och montering : 671 000 kr (Wetterstrand, 1989)

Avskrivning 20 år : 33 550 kr  
 Realränta 6 % : 20 130 kr  
 Driftkostnader inkl. försäkringar : 12 000 kr  
 Total årskostnad: 65 680 kr

Pris per KWh :  $\frac{65\,680}{63\,183} = 1,04$  kr/KWh