



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

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



Rapport

R83:1977

**Planering för användning
av gasformig energi**

Delprojekt inom EPD-projektet

Agne Gustafsson

Erik Wahlman

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Byggforskningen

R83:1977

PLANERING FÖR ANVÄNDNING AV GASFORMIG ENERGI

Delprojekt inom EPD-projektet

Agne Gustafsson
Erik Wahlman

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760754-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Theorell
och Martin Energikonsulter AB, Solna

Nyckelord:

naturgas
gasledningar
ledningsnät
rörledningar
lagring
kommunal planering
Gävle

UDK 620.93
662.76
711.8

R83:1977

ISBN 91-540-2780-2
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1977

<u>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</u>	<u>Sid</u>
BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER	5
1. INLEDNING	6
2. ALLMÄNT	7
2.1 Naturgas	7
2.2 Leverantörer av naturgas till Sverige ...	8
2.3 Gasnät i Europa	10
2.4 Naturgasens miljöpåverkan	13
2.5 Lämpliga objekt för anslutning till naturgas	14
2.6 Lagring av naturgas	17
2.7 Transport av annan gas än naturgas	18
2.8 Kostnadsaspekter	19
3. GASNÄTENS UPPBYGGNAD	22
3.1 Rörsystem	22
3.2 Uppbyggnad av system med tryck över 40 bar	23
3.3 Teknik vid förläggning av rör med tryck över 40 bar	24
3.4 Uppbyggnad av system med tryck under 40 bar	27
4. NATURGAS I SVERIGE	29
4.1 Organisationer för inköp och transport av gas	29
4.2 Leveransgräns: konsument-kommun-distributör	29
4.3 Ledningsnät genom Sverige	29
4.4 Normer och säkerhetsföreskrifter	31
5. NATURGAS TILL GÄVLE KOMMUN	32
5.1 Stora energiförbrukare i Gävle kommun	34
5.2 Industri med liten energiförbrukning ...	37
5.3 Befintliga bostadsområden	38
5.4 Framtida bostadsområden	41
5.5 Förbrukarnas totala gasbehov	42
5.6 Erforderlig gasleverans till kommunen ...	45

	<u>Sid</u>
6. GASLEDNING I GÄVLE KOMMUN	47
6.1 Gasledning genom kranskommunerna	47
6.2 Kranskommunernas gasbehov	48
6.3 Rördragning till kommungränsen	48
6.4 Transmissionsledningen i kommunens glesbygd	50
6.5 Transmissionsledningen i kommunens tätbe- byggelse	51
6.6 Lågtrycksnätet i kommunen	52
6.7 Leveransgränser för leverans till kommuner	. 53
7. MILJÖASPEKTER FÖR GÄVLE KOMMUN	54
8. LAGRINGSUTRYMMEN	55
8.1 Lager hos förbrukarna	55
8.2 Lager för kommunens gasbehov	55
8.3 Lager för landets gasbehov	56
9. FÖRBEREDELSE I DEN KOMMUNALA PLANERINGEN ..	57
10. NATURGAS TILL ANDRA KOMMUNER	58
11. PÅVERKAN PÅ ÖVRIGA PROJEKT INOM EPD	59
12. REFERENSER	61

BILAGOR:

Bilaga 1

Bilaga 2

Bilaga 3

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER

CH ₄	-	Metan
C ₂ H ₆	-	Etan
CO	-	Koloxid
CO ₂	-	Koldioxid
N ₂	-	Kvävgas
SO ₂	-	Svaveldioxid
SO ₃	-	Svaveltrioxid
LNG	-	(Liquified natural gas) Flytande naturgas
Utnyttjningstid	-	Kvoten mellan årlig energiförbrukning och maximalt möjligt effektuttag
VY	-	Våningsyta
Bar	-	Bar 1 bar=1,020 kp/cm ² (at) = 10 ⁵ pascal (N/m ²) Alla tryck avser övertryck
J	-	Joule 1 MJ=1Mws=0,278·10 ⁻³ MWh=0,239 Mcal
Nm ³	-	Normalkubikmeter. Volymen på en gas vid trycket 1,013 bar och temperaturen 0°C
W	-	Watt 1 W = 1 J/s
Prefix		
m	-	10 ⁻³
k	-	10 ³
M	-	10 ⁶
G	-	10 ⁹

Avsteg från SI-systemet förekommer när energiuppgifter från förbrukare anges. Energiuppgiften uttrycks i Wh istället för J.

1. INLEDNING

Enligt regeringsbeslut i maj 1975 åläggs kommunerna att planlägga den framtida förbrukningen och produktionen av energi inom regionen. För att åskådliggöra hur denna energiplanering bör utformas har en prototyp till kommunal energiplanering utförts på uppdrag av Statens Råd för Byggnadsforskning. Projektet benämnes "EPD", Energi, Prototyp, Demonstration. EPD-projektet har förlagts till Gävle kommun.

Projektet har uppdelats i ett antal delprojekt såsom Basdatabank, Översiktlig studie över energianvändning, Energiplanering för Gävle kommun, Handledning i kommunal energiplanering m fl.

Inom berörda delprojekt skall hänsyn tagas till hur naturgas i framtiden kan komma att påverka energiplaneringen. De förberedelser i den kommunala planeringen som bör utföras för att underlätta eller möjliggöra en framtida introduktion av naturgas till kommunen behandlas separat i denna utredning för att i framtiden infogas i respektive delprojekt.

I denna utredning dimensioneras ett framtida gasnät inom Gävle kommun. Generella aspekter på dimensioneringen och tillvägagångssättet vid denna redovisas för att underlätta planeringen av ett gasnät i en godtycklig kommun.

Vid den beskrivna dimensioneringen förutsätts att beslut om import av naturgas ännu inte fattats. Avsikten med dimensioneringen är därför endast att klargöra storleksordningen av gasnätet och att reservera ett rimligt ledningsstråk inom kommunens gränser.

2. ALLMÄNT

2.1 Naturgas

Med naturgas avses den gas som direkt kan utvinnas ur fyndigheter i marken och som vanligen förekommer tillsammans med olja. De brännbara beståndsdelarna utgörs huvudsakligen av kolväteföreningen metan men även av högre kolväteföreningar såsom etan, propan, butan m fl. Dessutom innehåller gasen en viss halt obrännbara beståndsdelar såsom kväve, koloxid och vattenånga

Den gas som utvinns ur fyndigheterna innehåller vissa föroreningar och vid normal temperatur kondenserbara gaser. Dessa avskiljes innan gasen levereras till gasnätet för att undvika driftsstörningar i distributionsanläggningarna - den gas som lämnar reningsanläggningen innehåller mycket få föroreningar. Svavelhalten i gaserna från de allra flesta fyndigheter är mycket låg. Gasfyndigheterna i Lacq i Frankrike innehåller emellertid gas med hög halt av svavelväte. Denna gas är inte aktuell för leverans till Sverige.

En sammanställning av gas från de fyndigheter som kan tänkas vara aktuella vid inköp av gas till Sverige visas i Tabell 2.1. Gasens sammansättning, densitet och effektiva värmevärde presenteras. Dessutom visas det s k Wobbe-talet, vilket definieras som kvoten mellan det kalorimetriska värmevärdet och roten ur gasens densitetsförhållande till luft. Wobbe-talet utgör ett jämförelsetal på gasens brännegenskaper.

TAB. 2.1 Naturgasens Sammansättning

Fyndort	CH ₄	C ₂ H ₆	Tyngre kolväten	N ₂	CO ₂	Densitet	Eff. värmev.	Wobbe-tal
	%	%	%	%	%	kg/Nm ³	MJ/Nm ³	
Nordsjön: Frigg	95,4	3,5	0,3	0,5	0,3	0,74	36,7	12600
Nordsjön: Ekofisk	85,2	8,6	4,0	0,5	1,7	0,84	39,8	12800
Nederländerna: Groningen	81,3	2,9	0,6	14,3	0,9	0,82	31,5	10300
Sovjet: Väst-Ukraina	97,8	0,7	0,3	1,3	-	0,72	35,8	12600
Sovjet: Till Finland	> 85	< 5	< 4	< 2	< 1,5	-	36,8	-
Algeriet: LNG - vätskefas	87,0	9,0	3,8	0,2	-	420	21000MJ/m ³	13000

Som underlag för beräkningarna i denna utredning användes gas med samma data som gasen från fyndigheter i Frigg-fältet i Nordsjön. Dvs:

- Effektivt värmevärde 36,7 MJ/Nm³
- Densitet 0,74 kg/Nm³
- Wobbetal 12600

Kokpunkten för naturgas är ca -162^o C, dvs vid kokpunkten för metan. Övriga ingående kolväteföreningars kokpunkt ligger vid högre temperaturer.

2.2 Leverantörer av naturgas till Sverige

Världens naturgasreserver uppskattades år 1975 till totalt ca $66,4 \cdot 10^{12}$ Nm³ med ca $40,9 \cdot 10^{12}$ Nm³ i Mel-lersta Östern och Sovjetunionen samt ca $5 \cdot 10^{12}$ Nm³ i Väst Europa. Den totala naturgaskonsumtionen uppgick samma år till ca $1,3 \cdot 10^{12}$ Nm³.

Naturgas kan tänkas inköpas till Sverige från gasdistributörer i bl.a. Norge, Sovjet eller Tyskland. Norsk gas kan levereras från nordsjöfälten till Sverige via Danmark eller Tyskland-Danmark. Sovjetisk gas levereras via Tyskland-Danmark eller via Finland. Gas från det västtyska ledningsnätet levereras via Danmark till Sverige. Ett svenskt gasbehov kan kompletteras genom införsel av LNG, flytande naturgas, med tankbåt från t ex Algeriet, Iran eller Nigeria.

Gasleverans från Norge: Den norska delen av olje- och gasfyndigheterna i Nordsjön är endast kartlagd söder om 62- breddgraden, där de idag kända gasfyndigheterna uppskattas till ca $700 \cdot 10^9$ Nm³.

Gas produceras idag i Frigg- och Ekofiskområdet. Denna gas är såld till Storbritannien och till kontinenten. De gasfält som närmast är aktuella för produktion är bl a fälten: Statfjord, Heimdal-Sleipner och Odin, vilka tidigast beräknas tagas i drift i mitten av 1980-talet. Gasmängden i dessa fält uppskattas till ca $200 \cdot 10^9$ Nm³. Dessutom kan gasfyndigheter förekomma utanför Möre och längs hela Nord-Norge. De aktuella gasfältens läge visas i Fig. 2.1

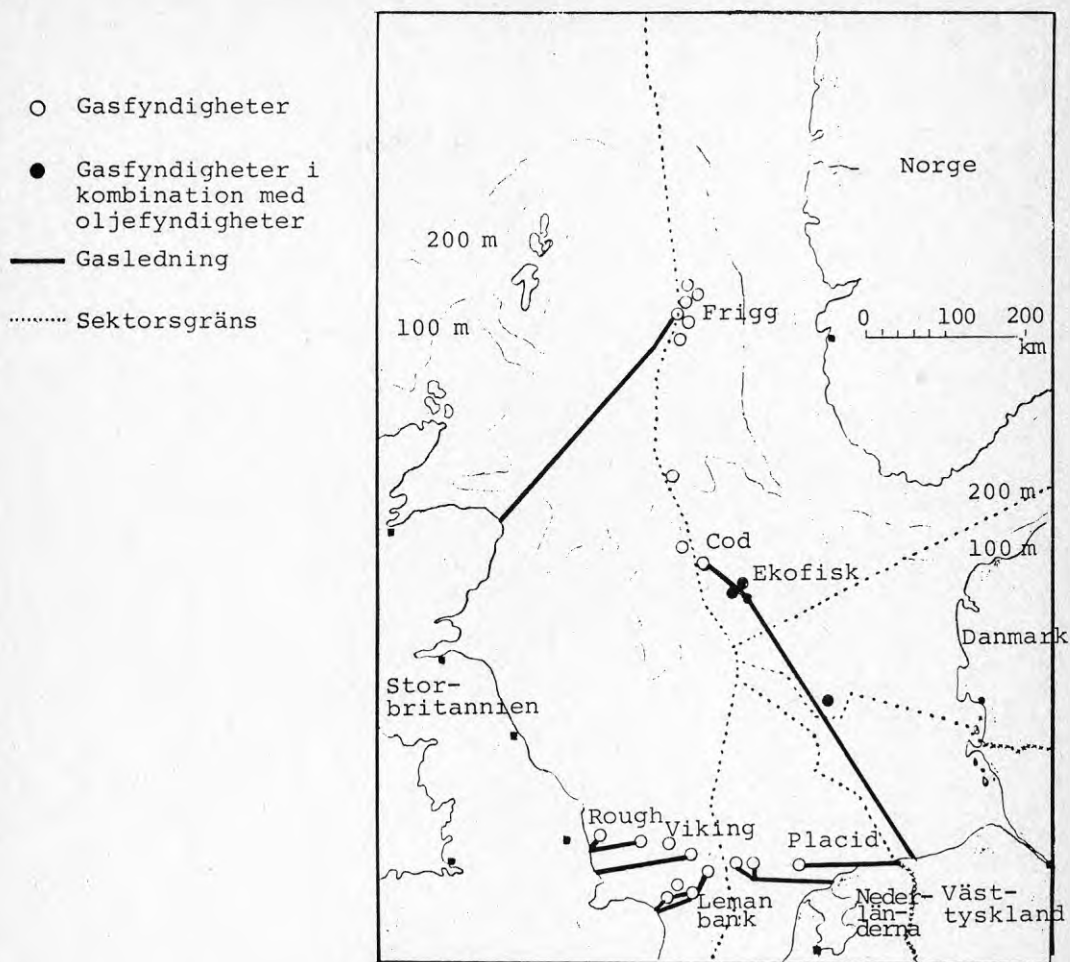


FIG. 2.1 Gasfyndigheterna i Nordsjön

Nordsjögasen kan föras iland till Danmark, Emden i Tyskland, Storbritannien eller direkt till Norges fastland. Rörledningsförläggningen till Norges fastland är emellertid svår genomförbar på grund av en ca 300 m djup grav. Den troligaste transportvägen till Sverige är alltså via ett danskt gasnät eller via det tyska nätet.

För att en lång sjötransport av nordsjögas skall vara lönsam krävs, på grund av de höga transportkostnaderna, betydligt större gasmängder än det förbrukningsunderlag Skandinavien kan erbjuda. Gas måste alltså även levereras till kontinenten.

Gasleveranser från Västtyskland: Tysklands naturgaskällor är relativt små men det tyska gasnätet är trots detta väl utbyggt och grundas på gasimport från Holland, Sovjet samt från Iran via det sovjetiska nätet. Gasleveranserna baseras på långtidskontrakt.

De holländska gasfyndigheterna är koncentrerade till området vid Groningen, men nya gasfält har upptäckts vid Drenthe, Friesland, i norra Holland och i den holländska nordsjösektorn. Fyndigheterna beräknas idag uppgå till ca $2 \cdot 10^{12}$ Nm³. Samtliga fyndigheter anses idag vara kända och någon ökning av gasexporten från Holland förutses inte.

Gasleveranserna från Sovjet och Iran beräknas däremot i framtiden kunna utökas.

En gasledning från Tyskland beräknas kunna förläggas antingen via Jylland över Stora och Lilla Bält eller via Puttgarten till Själland. Från Själland kan gasen transporteras i en havsförlagd rörledning över Öresund antingen via Köpenhamn-Malmö eller via Helsingör - Helsingborg.

Gasleveranser från Sovjet: De nu kända sovjetiska gaskällorna är mycket stora men långt ifrån alla tänkbara områden är utforskade. De största fyndigheterna finns i Sibirien.

För närvarande exporterar Sovjet naturgas till satellitstaterna samt till bl a Österrike, Frankrike, Italien, Tyskland och Finland. Leveranserna till Finland upptogs i januari 1974 och uppgår idag till ca $1,2 \cdot 10^9$ Nm³/år. Gasleveransen skall enligt kontraktet kunna ökas till maximalt $3,0 \cdot 10^9$ Nm³/år. Ledningarna är dimensionerade för denna maximala kapacitet.

En gasledning till Sverige under Bottenviken vilken ansluter till det finska gasnätet har diskuterats, men är inte aktuell på grund av att Sovjet för närvarande inte kan leverera mer än $1 \cdot 10^9$ Nm³/år. För att svensk import skall vara lönsam krävs minst $3 \cdot 10^9$ Nm³/år. Projektet kan emellertid återupptas längre fram.

2.3 Gasnät i Europa

De flesta länder i Europa har stor gasförbrukning och mycket väl utbyggda gasnät, ibland omfattande hela landet. Huvudledningarna mellan länderna är ofta sammankopplade med stationer för export/import. Det euro-

peiska huvudledningsnätet visas schematiskt i figur 2.2.



FIG. 2.2 Principiell uppbyggnad av naturgasnätet i Europa

Holland har ett av de mest utvecklade gasnäten i Europa bl a på grund av gasfyndigheter inom landet. Den holländska gaskonsumtionen uppgick år 1975 till $42,1 \cdot 10^9$ Nm³ och exporten av gas till Västtyskland, Belgien, Frankrike och Italien uppgick till $46,7 \cdot 10^9$ Nm³. Sveriges framtida naturgaskonsumtion beräknas till ca $3 \cdot 10 \cdot 10^9$ Nm³/år, dvs 10-25 % av den holländska gaskonsumtionen. Den totala längden av det holländska högtrycksnätet uppgick vid årsskiftet 1975-76 till 345 mil med gstrycket 67 bar och 625 mil med trycket 40 bar. Högtryckssystemet med kompressor- och exportstationer visas på fig. 2.3.

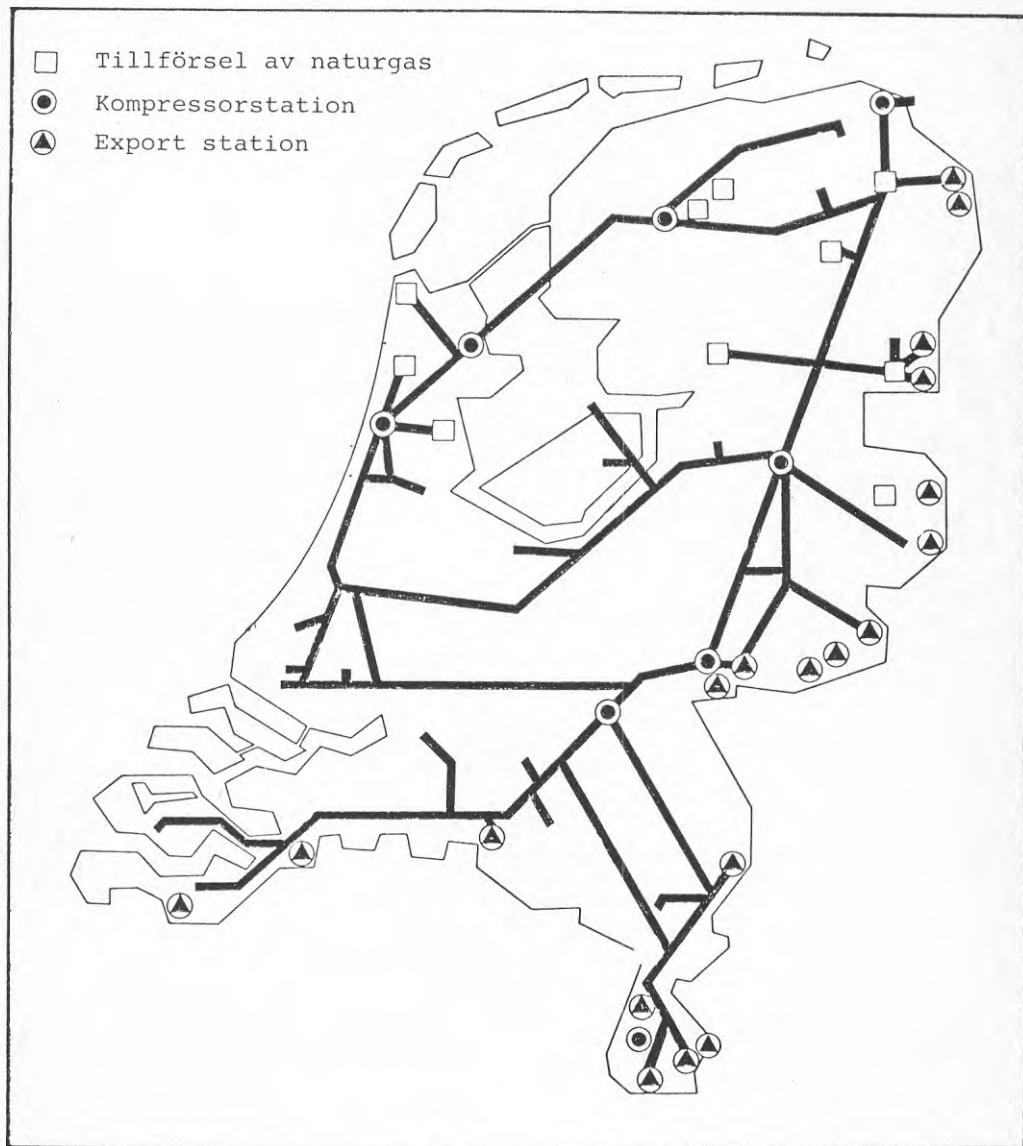


FIG. 2.3 Schematisk bild över holländska gasnätet

Gasen användes i Europa såväl för industriell förbrukning som för uppvärmning och hushållsändamål i bostäder. Vid utbyggnaden fanns väl utbyggda stadsgasnät i tätorterna, vilket underlättade anslutningen av naturgas till hushållen. Genom att stadsgasnäten anslöts till naturgasnätet kunde förbrukningen öka relativt snabbt och till kunder där gasen har ett relativt högt marknadsvärde.

Förutsättningarna vid introduktion av naturgas i Sverige är annorlunda på så sätt att stadsgasnät endast förekommer i några få städer och att avstånden mellan de olika förbrukarna är stora. Småförbrukarna är aktuella för gasanslutning endast i omedelbar närhet av gasledningen.

Erfarenhet av gastransporter förutom stadsgas förekommer i Sverige endast i mindre omfattning och med gaser såsom koksugns- och masugns- inom industrin. Gasnäten är av liten omfattning och begränsas oftast till industriområdena varför erfarenheter från utbyggnaden av det europeiska gasnätet måste inhämtas om ett svenskt gasnät skall uppbyggas.

2.4 Naturgasens miljöpåverkan

De rökgaser som bildas vid förbränning av naturgas innehåller nästan enbart CO_2 och H_2O . Den ytterst låga halten av SO_2 och SO_3 i rökgaserna innebär att den totala svavelemissionen från landets förbränningsanläggningar minskas om naturgas förbränns i stället för de idag förekommande svavelhaltiga bränslena.

Fasta partiklar i naturgas är helt försumbara och emissionen av dessa är därför avsevärt mindre vid förbränning av gas än vid förbränning av bränslen som kol, olja, ved o dyl trots att stoftavskiljare ofta installeras vid dessa anläggningar. Sotningsutrustning behöver inte användas för att rengöra tubytorna i pannor och någon ökad stoftemission i likhet med vad som förekommer under sotningsförloppet vid konventionella bränslen förekommer ej.

Ingen aska bildas vid förbränning av naturgas varför ingen utrustning för askhantering behöver installeras. Lagringen av aska utgör annars stora problem framför allt vid eldning med kol.

Naturgas är inte giftig varför människor, djur och växter inte skadas om läckage skulle uppstå.

Naturgas från de flesta naturgaskällorna är helt luktfri. För att läckage snabbt skall kunna upptäckas tillsätts emellertid något luktämne i mycket låg koncentration. Luktämnet tillsätts i allmänhet vid reducer- och mätstationer i leveranspunkten mellan högtrycksnätet och detaljdistributionsnätet.

Naturgasens densitet är lägre än densiteten för luft, varför gas inte samlas i hålor, källare o dyl. Däremot måste taken vara väl ventilerade i de utrymmen där utrustning för förvaring, transport och förbränning av gas är förlagd.

Naturgasen är explosiv i blandning med luft vid en gas-koncentration av 5-15 % och med en tändtemperatur på ca 645° C. Alla utrymmen där en sådan koncentration kan upp-träda måste vara väl ventilerade och försedda med gasvar-ningsutrustning. I kompressorstationer och reducerstatio-ner placeras t ex elutrustning i en separat del för att undvika explosion.

Rörledningarna förläggs alltid under mark varför dessa inte kommer att utgöra något synligt ingrepp i naturen. Täckningen varierar mellan 450 mm och 900 mm beroende på markens beskaffenhet och på befolkningstätheten. En trädfri zon på ca 25 m måste upplåtas kring ledningen under byggnadsskedet. Efter avslutat rörmontage kan växt-lighet tillåtas direkt över ledningen, medan i skogsområ-den en trädfri zon på ca 10 m bör bibehållas för att under-lätta inspektion.

Naturgas transporteras i rörledningar under ett tryck av upp till 70 bar. Rörens godstjocklek dimensioneras bl a med avseende på befolkningstätheten i rörets närhet.

2.5 Lämpliga objekt för anslutning till naturgas

Ur gasleverantörens synpunkt är det önskvärt med en mycket jämn produktion och leverans av gas. Lagrings-möjligheterna för gas är relativt begränsade och en-dast kortare lastvariationer kan utjämnas med lager. Lastvariationer påverkar dessutom rördimensionerna, vilka måste utföras för den högsta förekommande las-ten. Gasleveransen måste dessutom uppgå till en viss minimistorlek för ett visst avstånd från källan för att motivera de höga installationskostnaderna för rörsystemet. Avståndet varierar med typ av förbru-kare. Småhus som idag förbrukar ett relativt dyr-bart bränsle motiverar högre anläggningskostnader för gasanslutning än t ex kraftverk vilka normalt förbrukar den billigaste oljan.

Stora energiförbrukare med jämn belastning över året utgör därför lämpliga gaskonsumenter under uppbygg-nadsskedet då dessa snabbt medger stora energileve-ranser. I områden som passerar av dessa gasledningar till storförbrukarna kan därefter ett gasnät till mindre förbrukare uppbyggas.

Naturgas är lämplig för användning inom de områden där man idag förbrukar olja, kol, bensin, gasol, stadsgas, o dyl. Speciellt nya anläggningar är mycket lämpliga att utföra för naturgas. Befintliga anläggningar för

förbränning av nämnda bränslen kan ofta relativt enkelt och med små investeringar konverteras för förbränning av naturgas. Den nuvarande brännarutrustningen ersättes med en kombinationsbrännare så att nuvarande bränsle kan tjänstgöra som reserv och eventuellt för spetsbelastning.

Nedanstående anläggningar är lämpliga för användning av naturgas:

Hetvatten- och ångpannor: Oljeeldade pannor utgör idag stora energiförbrukare inom industriprocesser samt för kraft- och värmeproduktion inom kommun och industri. Dessa pannor utgör lämpliga objekt för förbrukning av naturgas dels vid nya och dels vid äldre installationer.

Energiförbrukningen för pannor avsedda för värme- och kraftproduktion varierar dock mycket över ett år, varför dessa bör förses med kombinationsbrännare, gasolja, för att möjliggöra förbränning av olja under vinterhalvåret vid maximalt värmebehov.

De flesta pannor eldas idag med olja och konvertering till gas kan utföras genom att de nuvarande oljebrännarna utbytes mot kombinerade gas-olja. I många fall behöver ingen annan åtgärd vidtagas för att samma effekt skall kunna uttas ur pannan. Vissa skillnader föreligger emellertid mellan förbränning av gas och olja och ibland, speciellt vid pannor med överhettare, kan mindre ombyggnader av pannan vara nödvändiga. Följande skillnader måste beaktas:

- Gasflammans strålningsbidrag är lägre än oljeflammans. Värmeupptagningen i eldstaden blir lägre och temperaturen efter eldstaden högre.
- Ångtemperaturen efter överhettare kan på grund av den högre gastemperaturen efter eldstaden bli alltför hög. Överhettartyterna kan behöva minskas eller mängden insprutningsvatten mellan ytorna ökas.
- Rökgasflödet och i någon mån primärluftflödet ökar vid förbränning av naturgas, varför panneffekten kan begränsas om fläktarna är knappt dimensionerade. Luftöverskottet är emellertid lägre vid gas - än vid oljeeldning varför skillnaden i luftflöde mellan bränslena blir mindre än skillnaden mellan de för förbränningen teoretiskt nödvändiga luftflödena.
- Verkningsgraden kan ökas vid gaseldning genom att rök-gastemperaturen kan sänkas på grund av den lägre svavelhalten.
- Pannans och pannhusets ventilationssystem måste eventuellt kompletteras för att uppfylla säkerhetsfordringarna.

Ugnar: Ugnar inom järn-, stål-, tegelindustri o dyl är mycket lämpliga objekt för gaseldning. Energimängderna är stora och jämnt fördelade över året.

Gaseldning innebär i vissa fall högre livslängd på ugnarnas murverk, bättre slutprodukter och färre kassationer på grund av den rena gasen och p g a den jämnare värmefördelningen - ett stort antal lättreglerade brännare kan installeras i ugnarna. Det lägre strålningsbidraget från flammen kan emellertid i vissa tillämpningar innebära att gas är mindre lämpligt som bränsle.

Befintliga ugnar kan enkelt konverteras genom att brännarna utbytes. Luckorna måste eventuellt tätas för att minska luftöverskottet och höja temperaturen. Ventilationen i ugnen och ugnslokalen måste troligen förbättras för att uppfylla säkerhetskraven.

Ugnar som idag är elektriskt värmda kan i vissa fall utbytas mot gaseldade ugnar.

Förbränningsmotorer: Konventionella förbränningsmotorer kan byggas för drift med naturgas framför allt i form av LNG. Gasdrivna fordon kan vara lämpliga för drift inom tätbebyggda områden på grund av de mycket rena avgaserna.

Befintliga fordon kan relativt enkelt kompletteras för gasdrift. Ombyggnaden kan utföras av bilverkstäder.

Bostäder: I bostäder kan naturgas förbrukas för uppvärmning samt för matlagning. Större bostadsområden är idag ofta uppvärmda med fjärrvärme där värmen produceras eller planeras att produceras i kraftvärmeverk. Gasen användes här i fjärrvärmeverkens panncentraler.

Mindre bostadsområden som inte är lönsamma för anslutning till fjärrvärmesystem samt nybyggda områden som ligger i närheten av gasledningen bör vara lämpliga för direkt förbrukning av naturgas.

I städer som idag har ett utbyggt stadsgasnät kan stadsgasen ersättas med naturgas. Eftersom värmeverdet på naturgas är högre än för stadsgas blir gasnätets kapacitet högre. Brännare måste utbytas i de befintliga eldningsutrustningarna. Det befintliga rörsystemets kondition måste undersökas och vissa packningar kan behöva utbytas för att undvika läckage.

Kemisk industri: Inom den kemiska industrin kan naturgas användas som råvara vid tillverkning av ammoniak, metanol, aldehyder m m.

2.6 Lagring av naturgas

För att erhålla den största möjliga utnyttningen av gasledningarna måste gasförbrukningen vara så jämnt fördelad över året som möjligt. Belastningsvariationer skall i möjligaste mån utjämnas med hjälp av gaslager. Under stora belastningstoppar som rimligtvis inte kan täckas med lager måste energi av annan form tillföras, t ex genom eldning av olja i kombinationsbrännare.

Lagring i rörsystemet: Rörsystemet dimensioneras för en framtida maximal belastning. Den första tiden efter idrifttagning av ledningen har denna därför en betydande överkapacitet.

I ett fullt utbyggt system kan en relativt stor gasmängd uttas genom att trycknivån på systemet tillåts variera. Gas kan ackumuleras i rörsystemet genom att trycket höjs över erforderligt driftryck till maximalt tryck. Under tiden med den högre lasten minskar trycket för att uppnå minsta möjliga driftryck när belastningen åter är normal.

Ett rörsystem ansl 800 som är 800 km långt och där en ändring i medeltrycket på 5 bar tillåts kan ca $2 \cdot 10^6$ Nm³ uttas, vilket motsvarar energin $75 \cdot 10^6$ MJ.

Lagring i gasfas: Lagring i gasfas kräver mycket stora volymer på grund av gasens låga densitet. På kontinenten användes gamla gasfält, saltformationer och berggrum för lagring av stora gasvolymer. Lagren kan vara torra eller innehålla vatten, som undantränges av gasen. I ett lager utanför Hamburg lagras $80 \cdot 10^6$ Nm³ gas med ett spetslastuttag på ca $200 \cdot 10^3$ Nm³/h. Den ackumulerade gasen innehåller en energi motsvarande $3 \cdot 10^9$ MJ.

I Sverige bör gas kunna ackumuleras i stora berggrum som förläggs till platser med tillräckligt tätt berg. Lagerutrymmets djup under grundvattennivån bestämmer lämpligt lagringstryck.

Mindre gasmängder kan ackumuleras i ovanjordscisterner för att utjämnas lasten inom en kommun eller inom en industri. Uppbyggnad av sådana lager är troligen endast ekonomiskt försvarbara i undantagsfall. Sfäriska gasklockor med trycket 20 bar kan byggas med diametern ca 20 m och innehåller en gasmängd på ca $700 \cdot 10^3$ Nm³ vilket motsvarar energimängden $25 \cdot 10^6$ MJ.

Lagring i vätskefas: Naturgasen kan överföras i vätskeform, LNG, genom nedkylning till ca -162° C. Gasens densitet ökar ca 600 ggr, dvs lagringsvolymen minskar avsevärt. Denna lagringsform medför att en kylanläggning och en förgasningsanläggning dessutom måste byggas. Om gasen inköps i form av LNG, behöver kylanläggningen endast dimensioneras med hänsyn till värme-läckaget.

Lagringsutrymmen utföres idag vanligen i form av väl isolerade cylindriska, trycklösa stålbehållare ovan jord med volymer på max ca 70.000 m³, vilket motsvarar ca 40·10⁶ Nm³ gas med energiinnehåll 1,5·10⁹ MJ.

Den gas som avgår från vätskan på grund av värmeläcket genom väggarna återföres till lagret genom att gasen åter kyles.

Lagring med olja: För att undvika komplikationen med nedkylning och förgasning av LNG samt undvika de stora lagervolymer som erfordras vid lagring av naturgas i gasfas kan motsvarande energimängd lagras i form av tjockolja. Detta förutsätter givetvis att gaskonsumenterna är försedda med utrustning för förbränning av olja, s k kombinationsbrännare.

I Sverige finns idag beredskapslager i form av olja. Dessa lager kan i detta fall även tjänstgöra som beredskapslager för naturgas.

Ovanjordcisterner utföres för upp till 100.000 m³ olja och bergrumslager för 100.000 m³ per skepp. Ett oljelager innehållande 100.000 m³ tjockolja motsvarar ca 4·10⁹ MJ eller ca 100·10⁶ Nm³ gas.

Lagring av hetvatten: En idag vanlig metod att lagra energi i fjärrvärmesammanhang är att ackumulera hetvatten. Ackumulatorn fylls vid låglast med varmt framledningsvatten, vilket vid höglast utbytes mot kallt returledningsvatten.

En ackumulator med en temperaturdifferens på 50° C mellan full- och urladdning och som innehåller en laddningsbar volym av 200 m³ motsvarar ett energiinnehåll av ca 42·10³ MJ eller ca 1.100 Nm³ gas.

2.7 Transport av annan gas än naturgas

Denna utredning behandlar endast transport av naturgas. Liknande resonemang kan emellertid föras för andra gaser med annan densitet och annat värmevärde, om gasen transporteras över längre sträckor och till ett stort antal konsumenter.

Andra gaser än naturgas kräver andra säkerhetsföreskrifter beroende på gasens densitet, antändningstemperatur, korrosiva egenskaper, renhet, m.m. I vissa fall måste andra material användas.

Rörssystem som idag används för stadsgas kan i framtiden dock användas för naturgas.

I framtiden kan gas framställas genom pyrolys eller förgasning av kol, torv, avfall m.m. Denna typ av gas

kan transporteras i ett gasnät som uppbyggt för naturgas som ersättning för naturgas när denna ej längre är tillgänglig.

2.8 Kostnadsaspekter

Kostnaderna vid gasleverans kan uppdelas i effekt och energiberoende delar och består av:

- Kostnad för inköp av gas vid landets gräns. Effekt- och energiberoende.
- Avskrivningskostnader för gjorda investeringar i rörnät, kompressorstationer, mät- och reducerstationer. Effektberoende.
- Drift- och underhållskostnader. Effekt- och energiberoende.
- Ränta på de i början mycket höga kostnaderna då endast få konsumenter är anslutna. Effektberoende.
- Kostnader för ombyggnad av förbränningsutrustning. Effektberoende.

En stor del av kostnaderna är beroende på den maximala effekten, vilken bl a påverkar rördiametern och därför bör hållas så låg som möjligt. Den inköpta gasmängden måste däremot vara så stor som möjligt för att erhålla lägsta kostnad per Nm³.

Gastaxan måste därför uppbyggas på sådant sätt att stora energimängder med låga effektuttag gynnas, dvs effektens utnyttjningstid skall hållas så hög som möjligt.

För att stora gaskonsumenter med stora effektvariationer, t ex värmeverk, skall kunna anslutas bör taxan gynna konsumenter som med kort varsel kan övergå till ett alternativt bränsle. Utnyttjningstiden i gasnätet kan då hållas på en relativt hög nivå samtidigt som gasleveransen blir stor. Eftersom gasleverantörens bidrag till kostnadstäckning blir lägre vid denna typ av leverans bör kontrakt med avbrytbara leveranser endast tecknas i undantagsfall.

För att stimulera installationer av lagerutrymmen hos förbrukarna och ytterligare utjämna belastningen på ledningarna kan lägre pris tillämpas under natt och helger då en stor del av industrin har reducerat energibehov.

Konsumenter som idag har höga energikostnader, t ex på grund av eldning med tunn olja eller konsumtion av el, motiverar ett högre gaspris än de som idag för-

brukar tjockolja. Detta innebär att anläggningskostnaderna kan tillåtas vara högre för denna typ av konsumenter, dvs även relativt avlägsna konsumenter kan förses med gas.

Kostnaderna för naturgas kan, om de miljömässiga fördelarna rätt värderas, eventuellt sättas högre än motsvarande pris för dagens bränslen.

Åtgärderna att öka utnyttjningstiden kan vara av mindre omfattning i början av utbyggnadstiden, eftersom rör-systemet då är överdimensionerat.

Kostnaderna för gastransporten över en viss given sträcka stiger avsevärt med minskade gasleveranser. Avståndet från huvudgasledningen skulle även kunna införas som en parameter i gaspriset men innebär svårigheter vid kostnadsfördelningen om t ex flera konsumenter förses med gas från en gemensam ledning. Lämpligare är att gasleverantören bekostar all rördragning och att endast konsumenter inom ett ekonomiskt motiverat avstånd anslutes. Det ekonomiska avståndet beror på rördimensionen och på den transporterade gasmängden per år, dvs på den anslutna energin och utnyttjningstiden. Fig. 2.4 visar hur den relativa kostnaden förändras med avståndet. Storleken av den verkliga kostnaden kan inte bestämmas förrän gasens inköpspris är känt och en noggrann studie av rörläggingskostnaderna utförts.

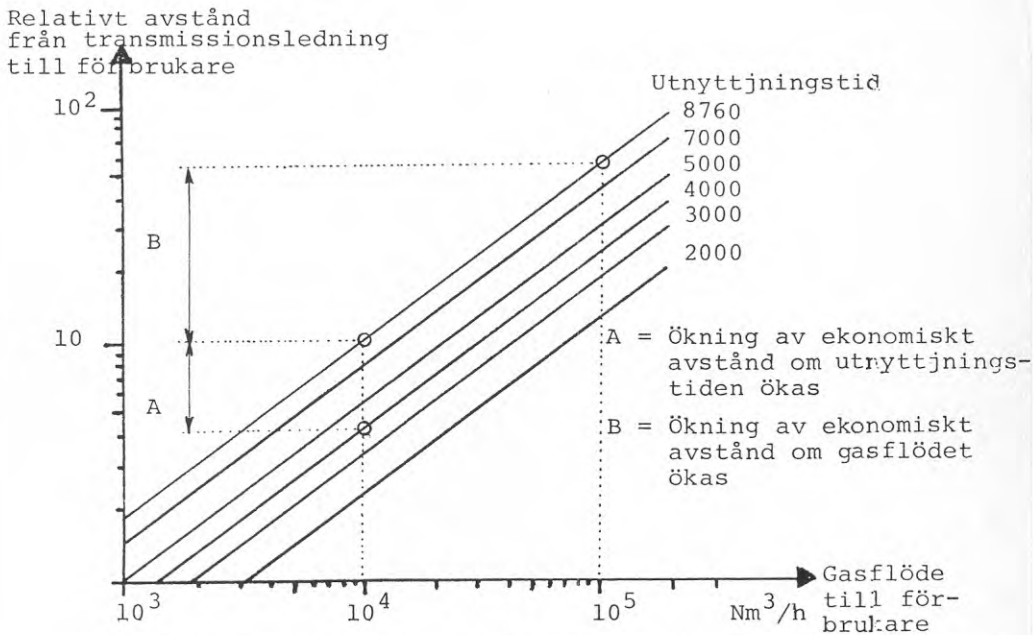


Fig. 2.4 Avstånd till förbrukare beroende på gasförbrukningens storlek och utnyttjningstid

Ovanstående aspekter kan läggas till grund vid konstruktion av gastaxor för leverans av gas från

- kommuner till konsumenter
- lokala distributörer till kommuner
- landets centrala inköpsorganisation till lokala distributörer
- exportlandet till landets centrala inköpsorganisation

3 GASNÄTENS UPPBYGGNAD

3.1 Rörsystem

Det ur ekonomisk synpunkt mest gynnsamma gasnätet uppbygges av ett flertal system med olika drifttryck. Gasnätets schematiska uppbyggnad visas i figur 3.1.

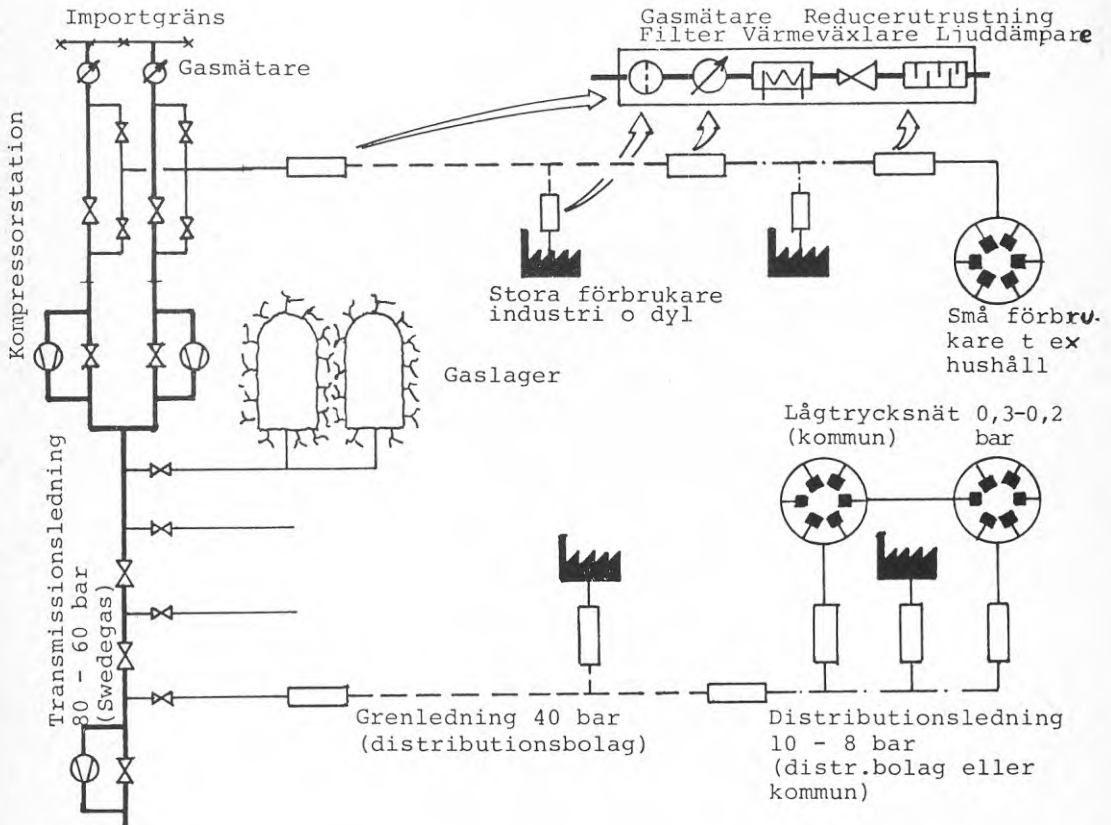


FIG. 3.1 Schematisk uppbyggnad av gasnät

Högtrycks- eller transmissionsnätet dimensioneras i allmänhet för ett högsta tillåtet tryck på 60-80 bar. Från detta system fördelas gasen till system med 40 eller 16 bar via reduceringsstationer bestående av filter, mätare, värmeväxlare, tryckreduceringsutrustning och ljuddämpare. Den trycknivå som kommer att användas i Sverige är ännu inte fastlagd utan beror av systemval och kostnader. Vid gränsen till tätorter och vissa större förbrukare reduceras trycket till 8-10 bar. Dessa rörledningar

förläggs direkt i gatorna och levererar gas till den mindre industrin och till gasnät med trycket ca 300 mbar som förser eventuella hushåll med gas. Hos varje förbrukare finns därefter en reducercentral som förser de olika brännarna med lämpligt drifttryck. Erforderligt tryck till hushållens brännare är ca 25 mbar medan vissa brännare inom industrin kräver ca 1000 mbar.

Gasen transporteras genom rörsystemet med hjälp av kompressorer som placeras i högtryckssystemet. Vid uppbyggnaden av rörnätet när gasbehovet är lågt installeras ett fåtal kompressorer. När gasbehovet efter en tid ökar installeras fler. Kompressorstationerna beräknas ligga med ett inbördes avstånd på ca 10-15 mil i ett fullt utbyggt system.

Trycket i högtrycksnätet varierar beroende på avståndet till närmsta kompressor, på aktuell gasförbrukning och på eventuell upp- eller urladdning av den, i systemet ackumulerade gasmängden.

Det högsta tillåtna trycket i högtryckssystemet har, på kontinenten, ofta valts till 67 bar vilket motsvarar det tryck som användes i de amerikanska systemen vilka utgjort förebild vid uppbyggnaden av de europeiska näten. I Sverige kan andra, för svenska förhållanden lämpliga tryck väljas.

3.2 Uppbyggnad av system med tryck över 40 bar

Rörens godstjocklek beräknas med hänsyn till de spänningar som uppkommer p g a inre övertryck och yttre laster. Den tillåtna spänningen reduceras med en säkerhetsfaktor som varierar med befolkningstätheten i rörets närhet. Enligt de föreslagna svenska normerna för gasledningsförläggning (24) skall antalet byggnader där människor vistas beräknas inom en zon som sträcker sig 200 m på var sida om rörcentrum och som är 1,6 km lång. Rörledningen kan med ledning av detta indelas i 4 olika klasser, alla med olika säkerhetsfaktorer.

Godstjockleken i högtryckssystemet stiger avsevärt med högre zonklasser varför ledningarna framför allt förläggs i områden med låga zonklasser.

Den lämpliga ledningssträckningen genom landet beräknas med hjälp av datorprogram. Vid beräkningen bör hänsyn tas till följande parametrar:

- Förbrukarnas geografiska läge
- Förbrukarnas storlek
- Geografiska förhållanden såsom passage av sjöar, vattendrag, järnvägar m.m.
- Lämplig rördragning för att minimera antalet reducerstationer

Rördimensionerna beräknas med avseende på den transporterade gasmängden och det beräknade drifttrycket. Dimensionerna kan väljas relativt fritt utan hänsyn till idag förekommande standarddimensioner p g a de mycket stora rörleveranserna.

För att rensa ledningarna från föroreningar föres ett rensdon genom ledningssystemet med jämna tidsintervall. Rensdonet införes i en viss punkt på ledningen och följer med gasströmmen med samma hastighet som den transporterade gasen till en uttagspunkt 10-20 mil längre fram i strömningsriktningen. Eftersom rensdonet kräver en konstant rördimension bör denna inte ändras alltför ofta. Varje dimensionsändring innebär att nya intag- och uttagsställen för rensdonen erfordras.

Ledningssystemet utföres om möjligt som ett ringledningssystem eller med dubbla rörledningar för att en sektion av rörledningen skall kunna tas ur drift för reparation eller för anslutning av nya grenledningar. Dubbla ledningar innebär visserligen högre rörkostnad men eftersom den andra ledningen inte förlägges förrän behovet ökar kommer utgifterna för investeringen att kunna fördelas under en längre tidsperiod.

Ledningarna sektioneras i längder på ca 10-15 km med fjärrmanövrerade ventiler. Ventilerna placeras i närheten av en grenledning som ansluts på bägge sidor om ventilen.

3.3 Teknik vid förläggning av rör med tryck över 40 bar

Naturgasledningarna förläggs med endast få undantag direkt i marken med en skyddande jordtäckning på 450-900 mm enligt särskilda föreskrifter.

Rören transporteras till det uppschaktade diket där de svetsas samman i 3 st svetsstationer, vilka förflyttas längs ledningen. Vid varje svetsstation arbetar tre svetsare samtidigt med samma svetsfog vid större dimensioner, enligt figur 3.2. I den första stationen läggs rotsvetsen medan vid övriga stationer svetsskarven färdigsvetsas. Med denna teknik kan ca 1000 m rör färdigsvetsas per dag. Efter röntgning av svetsskarvarna skyddas dessa mot korrosion genom att isoleras. Rören isoleras med undantag för rörändarna, innan transporten till montageplatsen utförts. Isoleringen består av glasfiber-mattor och asfalt.

Rören sänks slutligen ned i rörgraven med speciellt konstruerade kranar. Nedläggning av ett rör visas på figur 3,3.

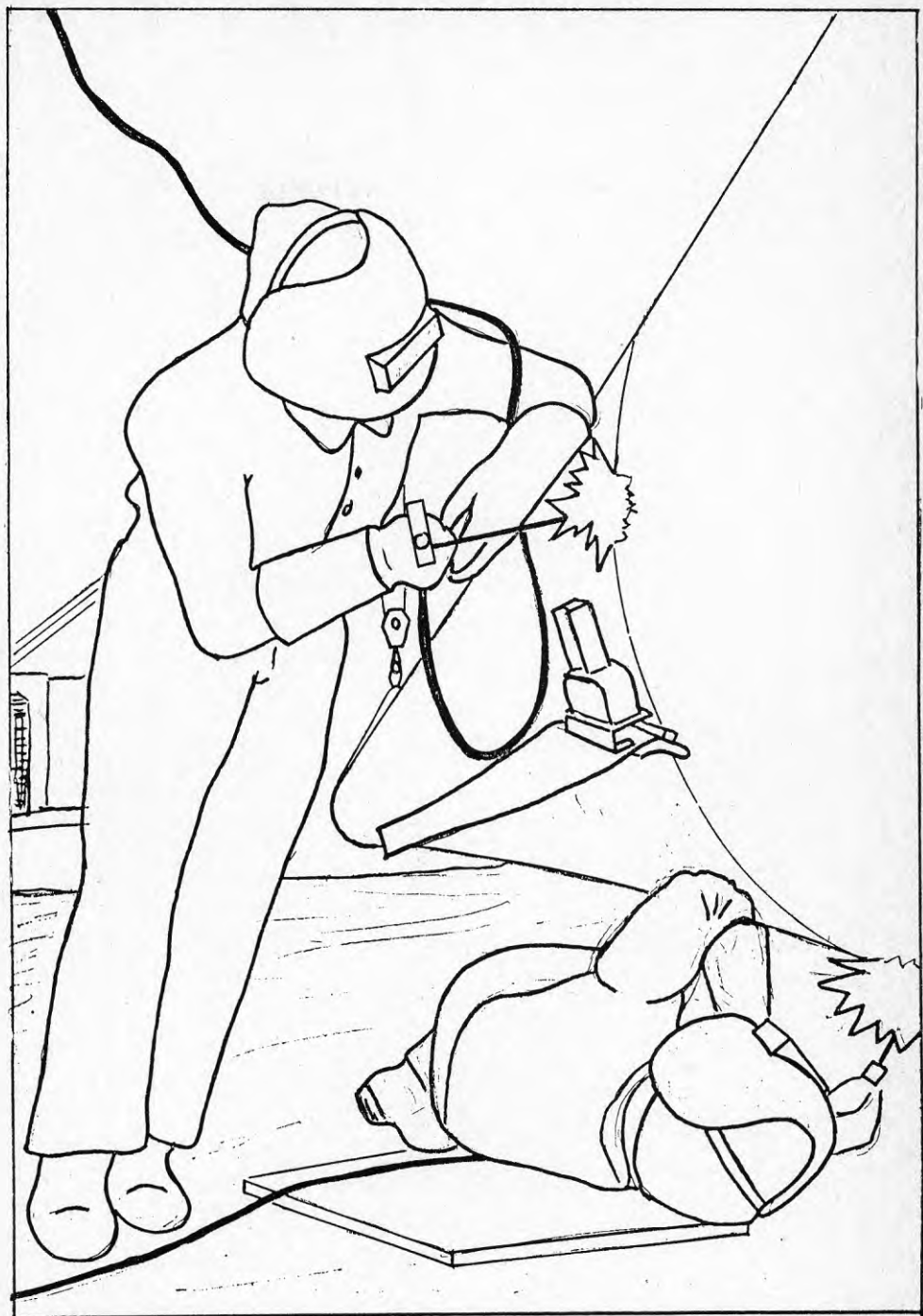


FIG. 3.2

Svetsstation för svetsning av
rörskarv på transmissionsledning

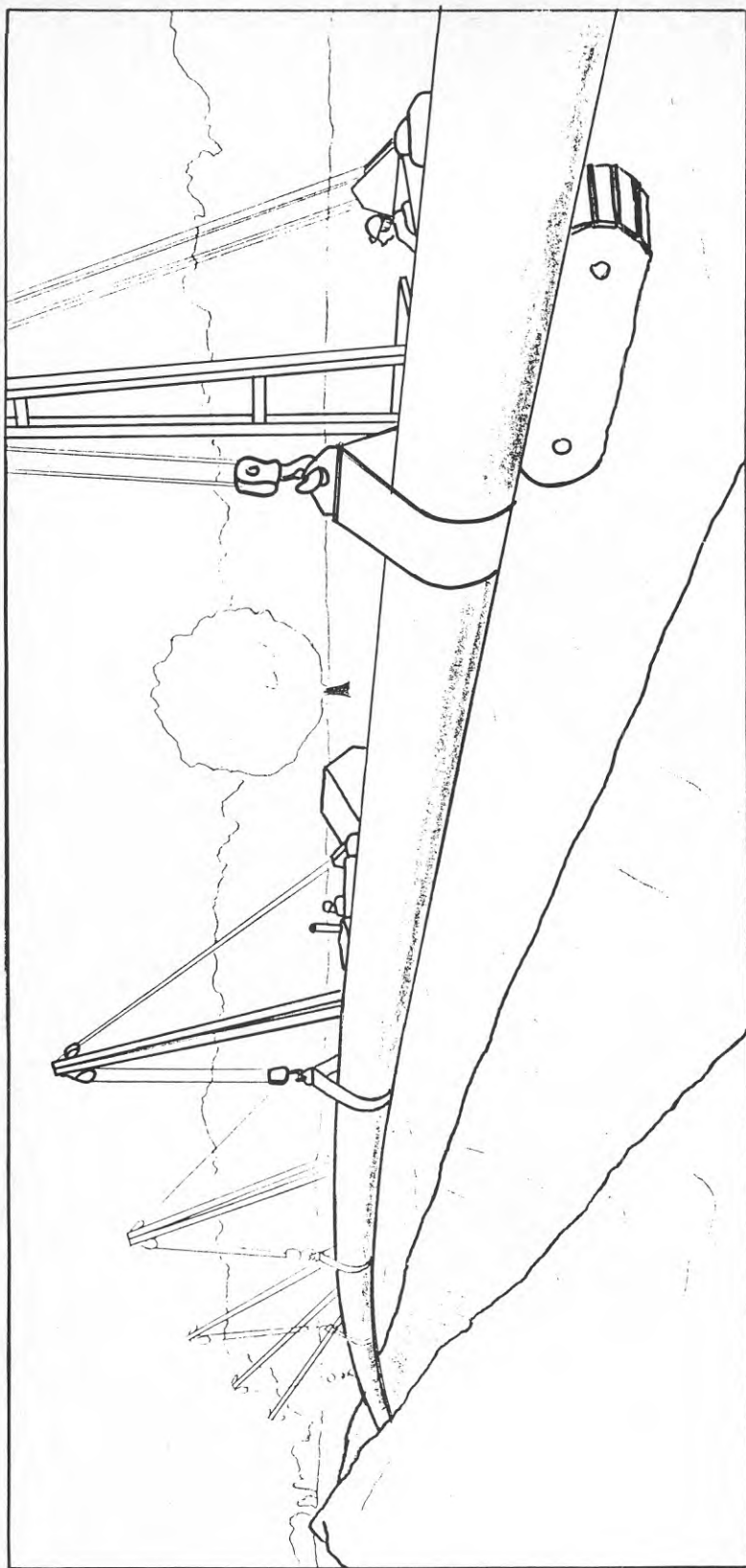


FIG. 3.3 Exempel på rörläggning av transmissionsledning

Efter avslutat rörmontage provtrycks rören med vatten, ca 1,3 gånger högsta tillåtna driftryck.

Rören förläggs i graven på en bädd av sand utan någon form av upphängningsanordning eller speciella arrangemang för rörexpansion.

Rören skyddas mot korrosion utöver isoleringen genom att en svag ström påtrycks, s k katodiskt skydd.

Vid förläggning av rör på botten av sjöar, vattendrag och kärr förläggs röret, liksom på land, i en grav och täcks med sand. Följande metoder för förläggning av rör under vatten förekommer, beroende på vattenhindrets storlek och typ:

- Röret svetsas färdigt på land och drages med hjälp av domkrafter över vattendraget. På längre sträckor kan röret skarvas på mitten.
- Röret byggs på flottar och sänks kontinuerligt ned i rörgraven.
- Röret byggs på land och flottas ut till förläggningsplatsen där röret sänks med hjälp av tyngder.

Rör som byggs för passage av trafikerade vattendrag beläggs med ett hölje av betong som utgör slitskydd och som tynger ned röret. Rör med större diametrar flyter och måste alltså förses med lämpliga vikter.

Vid passage av kärrområden utgöres svårigheter av den begränsade framkomligheten för de fordon som användes vid dikesgrävning och ledningsförläggning.

Vid passage av högspänningskablar gäller särskilda föreskrifter. Kablarna bör passeras vinkelrätt. Inga rör bör p g a risken för läckströmmar och jordfel förläggas omedelbart intill kabelstråken.

Förläggningen av högtrycksrör i eller i omedelbar närhet av vägar, järnvägar, broar o dyl bör undvikas p g a skaderisken på ledningen vid trafikolyckor.

3.4 Uppbyggnad av system med tryck under 40 bar

System med tryck 8-10 bar användes vid ledningssystem i tätbebyggda områden och förläggs vanligen direkt i gatorna. I industriområden läggs rören däremot ofta i luften på rörbryggor tillsammans med andra rör. Rörens godstjocklek påverkas endast i liten utsträckning av zonindelningen p g a att den beräknade godstjockleken oftast understiger föreskrivna minimitjocklekar.

Dessa system bör utformas som ringledningssystem och tillföras gas från minst två reduceringsstationer för att erhålla högsta möjliga säkerhet.

Enskilda småförbrukare kan medelst en reducerstation anslutas direkt till ett rörsystem med trycket 10 bar. För att minska kostnaden för reducerstationen uppbyggs lämpligen ytterligare ett system med trycket 200-300 mbar om ett helt område med småförbrukare skall anslutas.

Ledningar för trycket 300 mbar och lägre kan utföras i plast.

Ledningskostnaden till förbrukare är avsevärt lägre för gas än för fjärrvärme. Ingen kulvert, värmeisolering, returledning, anordningar för värmeexpansion m m erfordras. Tekniken vid ledningsförläggningen kan närmast jämföras med förläggning av kallvattenledningar. Däremot föreligger ingen frysrisk för gasledningar och ingen hänsyn till låg- och högpunkter behöver tagas.

4. NATURGAS I SVERIGE

4.1 Organisationer för inköp och transport av gas

Gasleveranserna till Sverige kommer att handhas av en statligt delägd organisation. För detta ändamål har det av Svenska Gasföreningen administrerade Swedegas bildats, som ägs av bl a Statens Vattenfallsverk, kommuner och industrier. 51 % av aktierna ägs av staten.

Detaljdistributionen avses skötas av regionala bolag som ägas av bl a de aktuella kommunerna. Swedegas kommer att vara delägare i dessa bolag. I södra Sverige har aktiebolaget Sydgas bildats, vilken ägs av Swedegas med 51 %, Sydkraft och bl a kommunerna Malmö, Helsingborg och Lund.

Förslag till inköp av gas kommer att underställas regeringen och uppbyggnaden av nätet måste sannolikt finansieras genom statliga lån eller bidrag.

4.2 Leveransgräns: konsument-kommun-distributör

Transmissionsnätet installeras och bekostas av Swedegas, som dessutom ombesörjer inköp av naturgasen från exportländerna och säljer gasen vidare till de regionala distributionsbolagen.

Kommunens energiverk inköper gasen från distributionsbolagen vid kommunens gasmätare som förläggs antingen vid kommungränsen eller, om en rörledning passerar kommunen, vid avsticket från denna. Kommunen bygger i första hand lågtrycksnäten till förbrukarnas reducerstationer innanför tomtgränsen men även i undantagsfall vissa högtrycksledningar. Förbrukarna installerar erforderliga reducerstationer och ansvarar för lågtrycksnätet inom sitt område.

Storlek och läge av de stora lagringsutrymmena kommer att planeras av Swedegas. Mindre lager kan eventuellt komma att installeras av kommuner eller konsumenter.

4.3 Ledningsnät genom Sverige

Vid introduktion av gas till Sverige kommer den inköpta mängden att minst uppgå till 3 å 4.10⁹ Nm³ per år, vilket innebär att ett landsomfattande rörsystem måste byggas. I ett första skede kan dock mindre mängder tänkas, om förbrukningsområdet är begränsat.

Ett flertal olika förslag till ledningsdragning genom Sverige har presenterats t ex i Naturgas - energibärare och råvara (6), Nordiske naturgasutredningar (10), Naturgas i Sverige (17). Ett exempel på en trolig ledningsförläggning ur (10) visas i Fig. 4.1. Den verkliga ledningsförläggningen måste optimeras med hjälp av detaljerade förbrukningsuppgifter och geografiska data och kan skilja sig väsentligt från de presenterade.

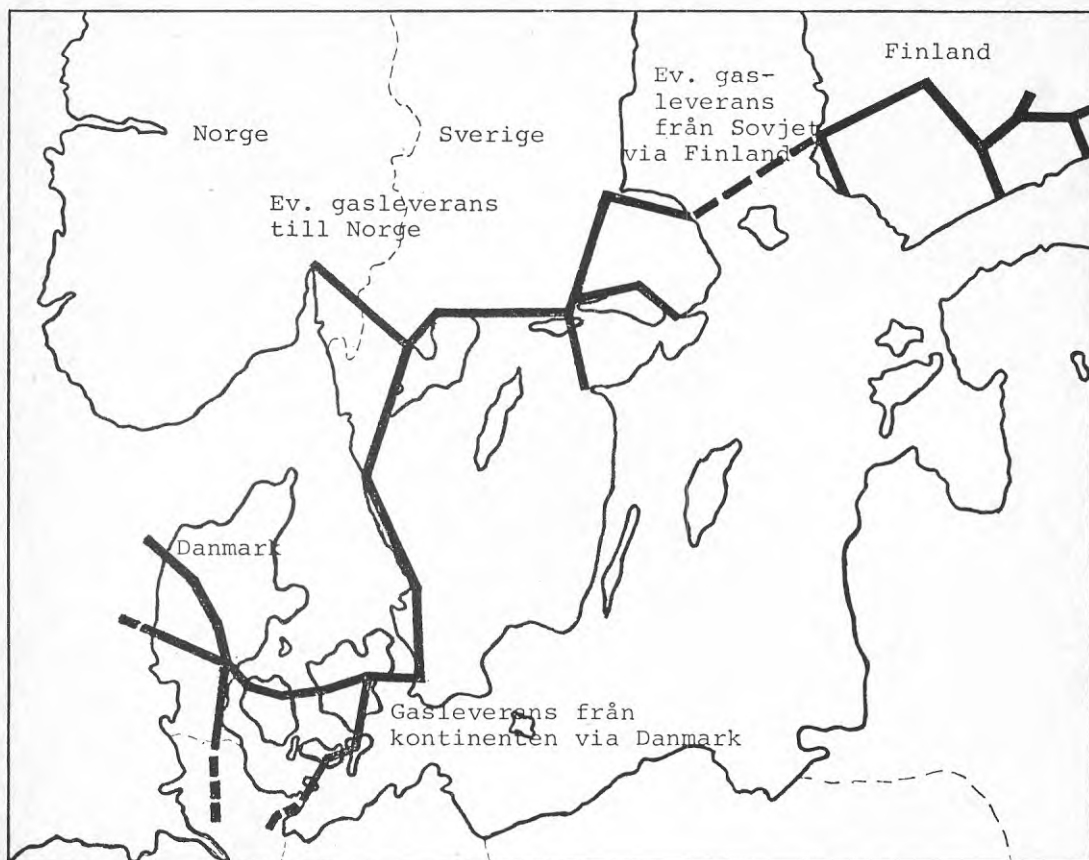


FIG. 4.1 Förslag till ledningsdragning i Sverige

Trycket i transmissionsnätet kommer att uppgå till 60-80 bar med stora variationer under normal drift.

Kommunerna bör i planeringen ta hänsyn till erforderlig plats för den transmissionsledning som antas passera kommunen och/eller den rörledning som sticker av från stamledningen till kommunen och som eventuellt fortsätter till någon kranskommun.

Vid dimensionering av ledningssystemet för gas bör hänsyn tagas till en uppskattad potentiell gasförbrukning omkring år 2000. En tendens till nyetablering av gasförbrukande industri kan dessutom förväntas i närheten av de befintliga gasledningarna.

4.4 Normer och säkerhetsföreskrifter

Idag finns inga gällande normer för enbart naturgasinstallationer men sådana kommer att föreligga innan gas introduceras i Sverige.

Tryckkärlskommissionen arbetar i samråd med Arbetarskyddsstyrelsen och Statens Industriverk för närvarande med dessa normer och har beräknat utge ett förslag 1977 till Naturgasnormer (NGN), normer för beräkning, montering, besiktning, provning, drift och underhåll av rörledningssystem för transport av naturgas. Normerna utgår från den amerikanska ASME Guide for Gas Transmission and Distribution Piping Systems, 1976 års utgåva (1). Guiden anpassas i de svenska normerna till svenska förhållanden för att inte strida mot tillämpade normer och konstruktionsprinciper. Normen är på amerikanska med tillägg och ändringar på svenska.

För de installationer som inte täcks av dessa normer gäller Arbetsskyddsstyrelsens utgivna normer såsom Tryckkärlsnormer, Rörledningsnormer, Pannsvetsnormer, Cisternnormer och Statens Industriverk Kommerskollegii Författningssamling Förordning om brandfarliga varor 1961/568.

Tillstånd att förlägga rörledningar för naturgas anges i lagen om brandfarliga varor och detta ges av regeringen. Markägarens tillstånd till rörledningsförläggning på dennes mark kan erhållas genom överenskommelser. Kan ej uppgörelse nås kan lagen om expropriationsrätt eller lagen om ledningsrätt utnyttjas.

Inga speciella bestämmelser för konstruktion, byggnad och drift av LNG-anläggningar finns för närvarande.

5. NATURGAS TILL GÄVLE KOMMUN

Större delen av kommunens energiförbrukning är idag koncentrerad till ett fåtal företag där stora mängder fossila bränslen förbränns. Dessa förbrukare utgör lämpliga objekt för anslutning till ett naturgasnät. Dessutom finns ett större antal företag med liten energiförbrukning men med god utnyttjningstid vilka bör motivera uppbyggnaden av ett lågtrycksnät i stadens centrala delar. Till lågtrycksnätet bör också vissa bostadsområden kunna anslutas för direktuppvärmning med naturgas.

Energiförbrukarnas geografiska läge och förbrukningens storleksordning visas på fig. 5.1.

De stora energiförbrukarna inom Gävle kommun utgörs av två pappersmassafabriker (Korsnäs-Marma, Karskär och Kopparsfors, Norrsundet), ett mindre stålverk (Fagersta, Forsbacka) och ett kraftvärmeverk (Krångede, Karskär). I framtiden beräknas ett stort valsverk förläggas nordöst om Gävle. Dessutom finns ett stort järnverk (Sandvikens järnverk) omedelbart väst om kommungränsen och en pappersmassafabrik (Stora Kopparberg, Skutskär) omedelbart öster om kommungränsen.

Inom kommunens tätort finns ett antal mindre industrier inom verksamhetsområdena mekaniska verkstäder, ytbehandling, keramik och livsmedel. Energiförbrukningen är relativt låg och helt försumbar i förhållande till de stora energikonsumenterna. De industrier som ligger i tätorten bör emellertid kunna anslutas till ett lokalnät som förläggs i stadsgatorna.

Fastigheterna i tätorten är anslutna eller planeras att anslutas till ett fjärrvärmesystem som är under uppbyggnad. Fjärrvärmevattnet värms idag från en hetvattencentral vid Gävle Lasarett och ett antal mindre, provisoriska värmecentraler. I framtiden kommer större delen av värmen att levereras från kraftvärmeverket i Karskär. De nuvarande hetvattencentralerna kommer då att tjänstgöra som reserv och bör inte anslutas till gasnätet. Det lokala naturgasnätet i staden kommer inte att användas för lokaluppvärmningsändamål varken i fastigheter eller i industrilokaler inom de områden som kommer att försörjas av fjärrvärme.

Vissa områden med befintlig villabebyggelse som ännu inte planerats för fjärrvärmeanslutning kan vara lämpliga att ansluta till gas, liksom fastigheter i de mindre tätorter som inte kommer att nås av fjärrvärmenätet.

Nybyggnationen av fastigheter är koncentrerad till områdena Bomhus och Järvsta, vilka kommer att anslutas till fjärrvärmenätet. Vissa andra områden har emellertid planerats för elanslutning och om en gasledning kommer att förläggas inom rimligt avstånd utgör gas-

- \geq 100 MW
- 10-100 MW
- \leq 10 MW

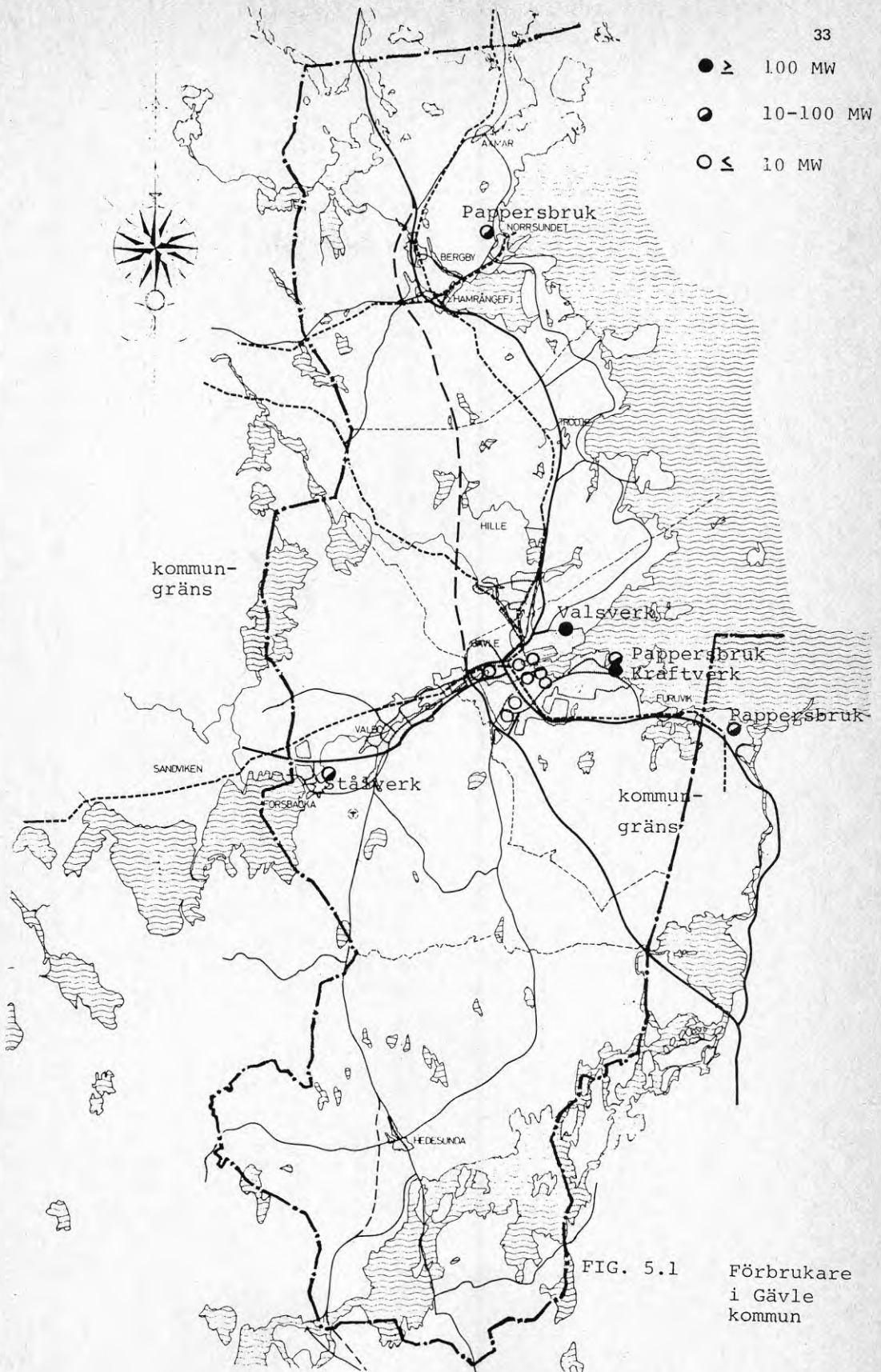


FIG. 5.1 Förbrukare i Gävle kommun

anslutning ett alternativ.

Sydväst om kommunen är ett stort antal stora företag inom järn- och stålbranschen förlagda. De största företagen ligger i områdena kring Fagersta, Avesta, Falun och Hofors. Gasledningen ansluts troligen till transmissionsledningen mellan Göteborg och Stockholm i närheten av Västerås och passerar denna region innan gasledningen når Gävle kommun.

5.1 Stora energiförbrukare i Gävle kommun

Uppgifter från storförbrukarna inom kommunen har införskaffats för att fastställa storleken av en rimlig årlig gasleverans, hur leveransen kommer att fördelas under ett år, storleken av det maximala effektbehovet och hur energibehovet antas förändras i framtiden.

Gasintroduktionen kan tidigast ske under 1980-talet med full utbyggnad under 1990-2000-talet. Behovet av gasleverans vid denna tidpunkt är svår att fastlägga men en uppskattning som baseras på de utbyggnadsplaner som finns har utförts när gasbehovet beräknats. Ledningssystemet dimensioneras för den kapacitet som krävs vid fullt utbyggt system.

Möjligheterna att avkoppla leveransen till vissa förbrukare under den kalla delen av året och rimligheten att installera lager hos förbrukarna har undersökts.

På detta stadium när gas ännu inte är introducerad har de ekonomiska aspekterna på de nödvändiga investeringarna inte klarlagts eftersom kostnaderna för gas ännu inte är kända.

Energiförbrukningen i Kopparfors massafabrik i Norrsundet är inte tillräckligt hög för att motivera uppbyggnaden av en rörledning mellan Gävle och Norrsundet. Avståndet uppgår till ca 35 km. Den maximalt erforderliga effektens utnyttjningstid är dessutom relativt låg p g a att bark förbränns under vissa tidsperioder. I fortsättningen antas att en gasledning inte kommer att förläggas till Norrsundet.

Planerna på uppbyggnaden av ett stort valsverk nordöst om Gävle är idag uppskjutna på obestämd tid. Valsverket utgör en av två helt dominerande energiförbrukare och medtages av denna anledning i planeringen av gasnätet.

Stora Kopparbergs pappersmassafabrik i Skutskär ligger söder om kommungränsen men måste trots detta behandlas av Gävle kommun eftersom naturgasen till Skutskär levereras från Gävle kommuns tätort och lämplig plats för rörledningen genom kommunen måste planeras.

I pappersmassafabrikerna täcks idag en stor del av energiförbrukningen genom förbränning av lut och i viss mån bark i ångpannor. Olja används för stödeldning i sodapannorna samt för mesabränning. All olja som idag används som bränsle kan ersättas med naturgas genom att oljebrännarna utbytes mot kombinerade oljegasbrännare. Den befintliga utrustningen för oljeeldning bibehålles ur reservsynpunkt och för att gasleveranserna skall kunna utföras avkopplingsbara.

Gasförbrukningen i massafabrikerna kommer att bli mycket jämn och troligen med så få kortvariga effekttoppar att installation av gasklockor inom industriområdet inte är lönsam. Variationer i effektbehovet av längre varaktighet förekommer bl a på grund av variationer i tillgång på bark.

Inom kommunens järnindustri förbränns olja och gasol i ugnar för uppvärmning av göt och ämnen och i ångpannor som framförallt används för lokaluppvärmning. All nuvarande olje- och gasolförbrukning kan ersättas med gaseldning genom att brännarna i ugnarna utbytes. Den befintliga utrustningen för oljeeldning bibehålles ur reservsynpunkt och för att gasleveranserna skall kunna utföras avkopplingsbara.

Kraftverket inom kommunen förbränner idag olja i en ångpanna för leverans av ånga till Korsnäs-Marma och för produktion av elkraft i två st befintliga turbiner. I framtiden kommer hela kommunens fjärrvärmebehov att produceras från mottrycksturbiner och från hetvattenpannor som kommer att installeras inom kraftverket. Elkraft kommer dessutom, vid behov att genereras genom kondensdrift.

Ångleveransen till Korsnäs-Marma sker med relativt hög varaktighet från två avtappningar med olika tryck från en av de befintliga turbinerna. Den erforderliga ångmängden till turbinen levereras till en viss del från pappersmassafabrikens sodapanna. Energileveransen för denna ångleverans är därför relativt låg.

Den största bränslemängden kommer att åtgå för produktion av fjärrvärmevatten till kommunen. Effektbehovet följer utomhustemperaturen varför den maximalt erforderliga effektens utnyttjningstid beräknas uppgå till ca 2300 tim/år.

Energibehovet för den kondensbaserade elkraftsproduktionen beror på elkraftsituationen i landet, dvs vattentillgången i de norrländska älvarna, utbyggnader av mottryckskraftverk m m. Situationen antas vara densamma i framtiden som idag, dvs att produktion av elkraft i oljebaserade kondenskraftverk är olönsam. Ändras detta förhållande kan energibehovet för elkraft bli avsevärt större och med betydligt längre utnyttjningstid av effekten.

Den befintliga ångpannan kan eldas med gas i stället för med olja genom att de befintliga brännarna utbytes. Förmodligen måste den utgående ångan kylas genom att mängden insprutningsvatten mellan överhettarna ökas för att inte ångans temperatur skall bli alltför hög. De hetvattenpannor som tas i drift 1978 bör däremot kunna eldas med gas utan att några extra åtgärder behövs vidtagas. De ångpannor som inköps för den nya mottrycksanläggningen bör inköpas för förbränning av både gas och olja, för att undvika framtida ändringar av pannan.

Övergång mellan olje- eller gaseldning kan ske relativt snabbt, dvs gasleveransen kan stängas eller minskas under högbelastning av gasnätet.

Effektbehovet varierar framför allt med utomhustemperaturen. Kortare belastningsvariationer som motiverar installation av ett gaslager förekommer endast i mindre utsträckning. Lagret antas därför endast bestå av energi i form av tjockolja.

De stora energiförbrukarnas sammanlagda energikonsumtion uppskattas år 1990 uppgå till värden enligt tabell 5.1. Energiökningen mellan år 1977 och 1990 antas vara lägre än produktionsökningen p g a att åtgärder för sänkning av energibehovet antas komma att vidtagas i framtiden.

TAB. 5.1 Storförbrukarnas beräknade gasbehov

Energibehov per år	6100 GWh ($2,2 \cdot 10^{16}$ J)
Gasmängd per år	$600 \cdot 10^6$ Nm ³
Max. effekt	1400 MW
Gasmängd per timme	$140 \cdot 10^3$ Nm ³
Utnyttjningstid	4400 tim/år

Det redovisade sammanlagrade effektbehovet har reducerats med 85 % för de mindre energiförbrukarna eftersom den maximala effekten inte uttas samtidigt av alla förbrukare. Eftersom kraftverket och det planerade stålverket effektmässigt är helt dominerande har det maximala effektbehovet inte reducerats för dessa, bägge antas kunna förses med max. effekt samtidigt.

5.2 Industri med liten energiförbrukning

De mindre företag som i framtiden kan antas förbruka naturgas i Gävle kommun har erhållits ur Gävleborgs företagareförenings register över "Industriföretag i Gävleborgs län med 20 eller fler anställda". Endast de företag som antas förbruka gas för den egna produktionen har utvalts. Dessa företag har förfrågats angående energi- och effektförbrukning, effektens varaktighet, nuvarande energislag samt företagets planerade produktionsökning. De för gasanslutning lämpliga företagen är verksamma inom områdena porslinstillverkning, ytbehandling, galvanisering, tryckkärlstillverkning, wellpappstillverkning och livsmedeltillverkning. Dessutom är de befintliga ångpannorna i sjukhusets värmecentral lämpliga för anslutning.

Värme för lokaluppvärmning antas i framtiden levereras av Energiverket i form av fjärrvärme. Industrins energibehov för lokaluppvärmning har därför endast medtagits i de fall då fjärrvärmeanslutning bedömts som osannolik.

Resultatet av undersökningen redovisas i tabell 5.2 där energi- och effektförbrukning för ovanstående industrier anges. Industrier med lika stor utnyttjningstid redovisas tillsammans. I de fall då effektbehovet inte är känt har ett medeleffektbehov framräknats med utgångspunkt från det årliga energibehovet och de energiförbrukande maskinernas drifttid. Maxeffekten har antagits överstiga medelvärde med ca 20 %.

TAB. 5.2 Den mindre industrins gasbehov

Utnyttjnings- tid	Maximal effekt- förbrukning		Energi- förbrukning		Antal förbrukare st	
	1977 MW	1990 MW	1977 GWh	1990 GWh		
År 1990 tim/år						
1700	56	56	90	94	4	
3300	14	16	44	52	4	
4400	7,5	8,5	31	37	2	
8000	2,5	3	20	24	1	
Summa	2500	80	83,5	185	207	11

De olika förbrukarna utnyttjar inte maxeffekten samtidigt. För att erhålla det erforderliga effektbehovet har därför en sammanlagingsfaktor på 0,85 antagits. Det maximala gasbehovet år 1990 uppskattas till värden som visas i tabell 5.3.

TAB 5.3 Den mindre industrins sammanlagrade gasbehov

Energibehov per år	210 GWh ($7,6 \cdot 10^{14} \text{J}$)
Gasmängd per år	$21 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3$
Max.effekt	70 MW
Gasmängd per timme	$7 \cdot 10^3 \text{ Nm}^3$
Utnyttjningstid	3000 tim/år

Den redovisade effekten och energin innebär det effekt- och energiinnehåll som den konsumerade oljan eller elkraften innehåller och inte det behov som erfordras för processen. Utnyttjningstiden är relativt låg för vissa förbrukare men anslutningen av dessa är ändå attraktiv på grund av att energiförbrukningen är oberoende av årstiden.

Den produktionsökning som företagen redovisar är mycket osäker och beror på det nuvarande konjunkturläget. En viss produktionsökning har därför generellt förutsatts. Många av företagen planerar energibesparingsåtgärder, vilket innebär att produktionsökningen inom ett antal år beräknas kunna ske utan att energibehovet ökas.

Mindre företag än de som medtagits vid beräkningen av gasbehovet bör vara lämpliga för anslutning till gas om dessa ligger nära det lokala gasnätet. Som exempel på mindre förbrukare kan nämnas restauranger, bagerier, industrier med små ugnar o dyl.

Den geografiska fördelningen av de redovisade förbrukarna visas i Bilaga 3 där även ett förslag på trolig dragning av sekundärnätet inritats.

5.3 Befintliga bostadsområden

De bostadsområden som kan bli aktuella för gasanslutning ligger nära gasledningarna av lägre tryck och antas inte komma att anslutas till fjärrvärme. Om gas introduceras i kommunen innan anslutningen blivit utförd bör gas vara konkurrenskraftig i dessa områden som framför allt består av småhus. Koncentrerade bostadsområden i utkanten av tätorter såsom Valbo, Hagaström, Stigslund och Strömsbro kan även bli aktuella för gasanslutning.

TAB. 5.4 Den befintliga bebyggelsens värmebehov

Bostadsområde	Effekt- behov kW	Energi- behov MWh/år	Utnyttjnings- tid Tim/år
Villastaden Olsbacka	4800	11600	2400
Fjärran höjder	4400	10500	2400
Fridhem	3400	8100	2400
Höjersdal	2100	5100	2400
Sörby	2000	4600	2400
Hemsta	1500	3600	2400
Hemlingby	2500	6000	2400
Järvsta	1800	4300	2400
Lexen	1700	4000	2400
Summerat värme- behov	24200	57800	2400
Totalt gasbehov	35000	83000	2400

För att uppskatta effekt- och energiförbrukning i bostadsområdena har antal och typ av fastigheter inom respektive område räknats varefter värmebehovet beräknats med hjälp av de specifika tal som redovisas i tabell 5.5. Den redovisade specifika effekten förutsätter en sammanlagringsfaktor på ca 0,85. Gasbehovet har beräknats genom att antaga en pannverkningsgrad på 70%. Noggrannare värden kan erhållas genom att undersöka dagens oljeförbrukning i de olika panncentralerna.

TAB. 5.5 Specifik effekt- och energiförbrukning

Typ av hus	Effekt- förbrukn.	Energiförbrukning under ett år
Flerfamiljs- hus	80 W/m ² vy	240 kWh/m ² vy
Enfamiljs- hus	15 kW/st	36 MWh/st

För denna typ av bebyggelse antas att naturgas endast kommer att användas för uppvärmningsändamål och att elström förbrukas för all annan typ av energiförbrukning i hushållen. Vid gasanslutningen behöver alltså endast de befintliga pannornas eldningsutrustning utbytas. I framtiden kan emellertid gas komma att användas för matlagningsändamål och ledningsdimensionerna bör därför dimensioneras för att möjliggöra denna anslutning.

Gasbehovet för uppvärmning varierar i princip med årstiderna enligt Fig. 5.2 och är normalt inte avstängningsbar under vinterhalvåret även om utrustningen för oljeeldning bibehålles.

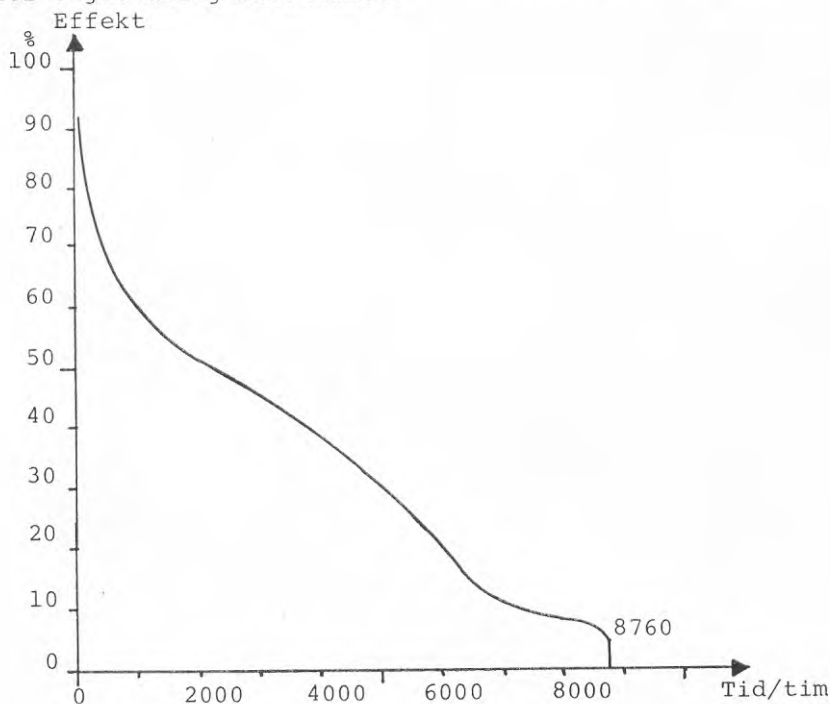


FIG. 5.2 Effektens varaktighet för bostadsuppvärmning

Det maximala gasbehovet år 1990 uppskattas till värdet som visas i tabell 5.6.

TAB. 5.6 Den befintliga bebyggelsens beräknade gasbehov

Energibehov per år	80 GWh ($2,9 \cdot 10^{14} \text{J}$)
Gasmängd per år	$8 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3$
Max. effekt	35 MW
Gasmängd per timme	$3,4 \cdot 10^3 \text{ Nm}^3$
Utnyttjningstid	2400 tim/år

Den geografiska fördelningen av de olika bostadsområdena framgår av Bilaga 3 där även ett förslag till tro- lig rördragning visas.

5.4 Framtida bostadsområden

Fram till år 1982 kommer bostadsbyggnationen att kon- centreras till områdena Bomhus och Järvsta i kommunens tätort samt i Forsbacka. Efter 1982 beräknas utbyggna- den ske i områdena Strömsbro, Valbo, Forsbacka, Järvsta och Hemlingby.

I Bomhus och Järvsta planeras dels flerfamiljshus och dels radhus. Områdena ligger nära fjärrvärmeledningen mellan fjärrvärmeproducenten och statens centrala de- lar. Småhusen har planerats för anslutning till fjärr- värmenätet. Dessa områden är alltså inte aktuella för anslutning till gasnätet.

I Forsbacka planeras ett antal småhus. Dessa bör kun- na anslutas till den gasledning som antagits leverera gas till Fagersta järnbruk.

De planerade bostadsområdenas energi- och effektför- brukning redovisas i tabell 5.7. Endast de områden som är lämpliga för gasanslutning har medtagits.

TAB. 5.7 Den framtida bebyggelsens beräknade energibehov

Bostadsområde	Effekt- behov kW	Energi- behov MWh/år	Utnyttjnings- tid tim/år
Forsbacka	5000	13000	2600
Järvsta	7000	18000	2600
Hemlingby	14000	38000	2700
Summerat energi- behov	26000	69000	2650
Totalt gasbehov	35000	92000	2650

All framtida bebyggelse kommer enligt de nya byggnads- normerna att utföras för en lägre energiförbrukning än i dagens bostäder varför uppgifterna i tabell 5.5 angående den specifika värmeförbrukningen har reduce- rats med 30%. Pannornas verkningsgrad har anta- gits till 75%. De fastigheter som byggs efter år 1985 i kommunen och är lämpliga för gasanslutning antas ut- föras för gas till både bostadsuppvärmning och spisar. Effektbehovet för gasspisarna har ansatts till 8 kW per lägenhet och energiåtgången till 600 kWh per år och lägenhet. Det redovisade energibehovet förutsätter en sammanlagringsfaktor på 0,85.

Gasbehovet för dessa förbrukare varierar med årstiderna i princip enligt fig. 5.2 och är inte avstängningsbar. De fastigheter som från början byggs för gasanslutning utföres inte med utrustning för oljeeldning.

Det uppskattade gasbehovet år 1990 visas i tabell 5.8.

TAB. 5.8 Den framtida bebyggelsens beräknade gasbehov

Energibehov per år	92 GWh ($3,3 \cdot 10^{14}$ J)
Gasmängd per år	$9 \cdot 10^6$ Nm ³
Max. effekt	35 MW
Gasmängd per timme	$3,4 \cdot 10^3$ Nm ³
Utnyttjningstid	2650 tim/år

Den geografiska fördelningen av de olika bostadsområdena framgår av Bilaga 3 där även förslag till trolig rördragning visas.

5.5 Förbrukarnas totala gasbehov

Det totala gasbehovet i kommunen år 1990 och effektens variation över året har beräknats genom att de olika förbrukarnas gasbehov enligt föregående avsnitt summerats på följande sätt.

Två kurvor på effektens varaktighet under året har uppritats för varje förbrukare, en kurva där effektbehovet är beroende av utomhustemperaturen och en kurva där effektbehovet är oberoende av utomhustemperaturen. För att senare kunna addera dessa kurvor har utomhustemperaturen valts som en av parametrarna i bägge diagrammen. Detta innebär att effekten i den av utomhustemperaturen oberoende kurvan varierar med jämt intervall kring ett medelvärde.

De två typerna av diagram har adderats var för sig och resultaten redovisas i figur 5.3 och 5.4.

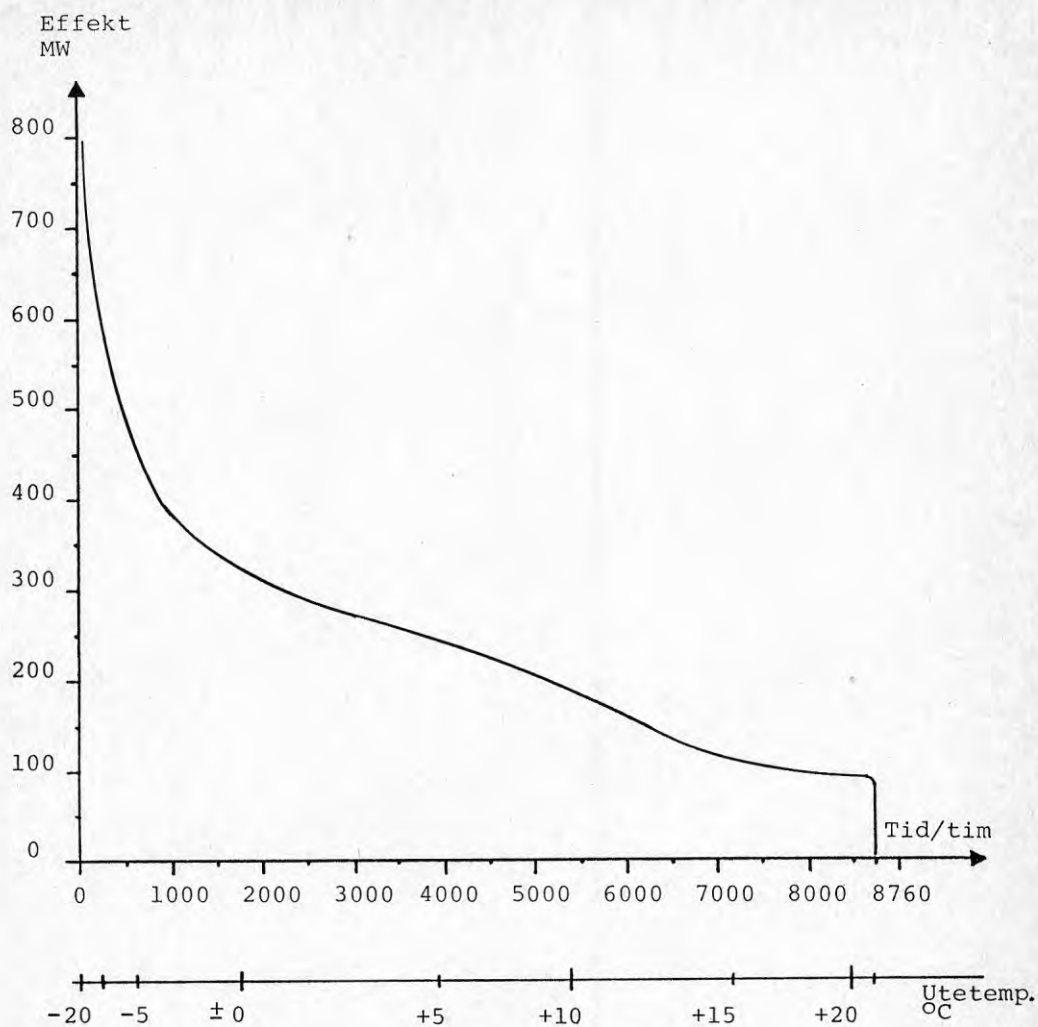


FIG. 5.3

Varaktighetsdiagram för den utomhus-
temperaturberoende delen av kommunens
gasbehov

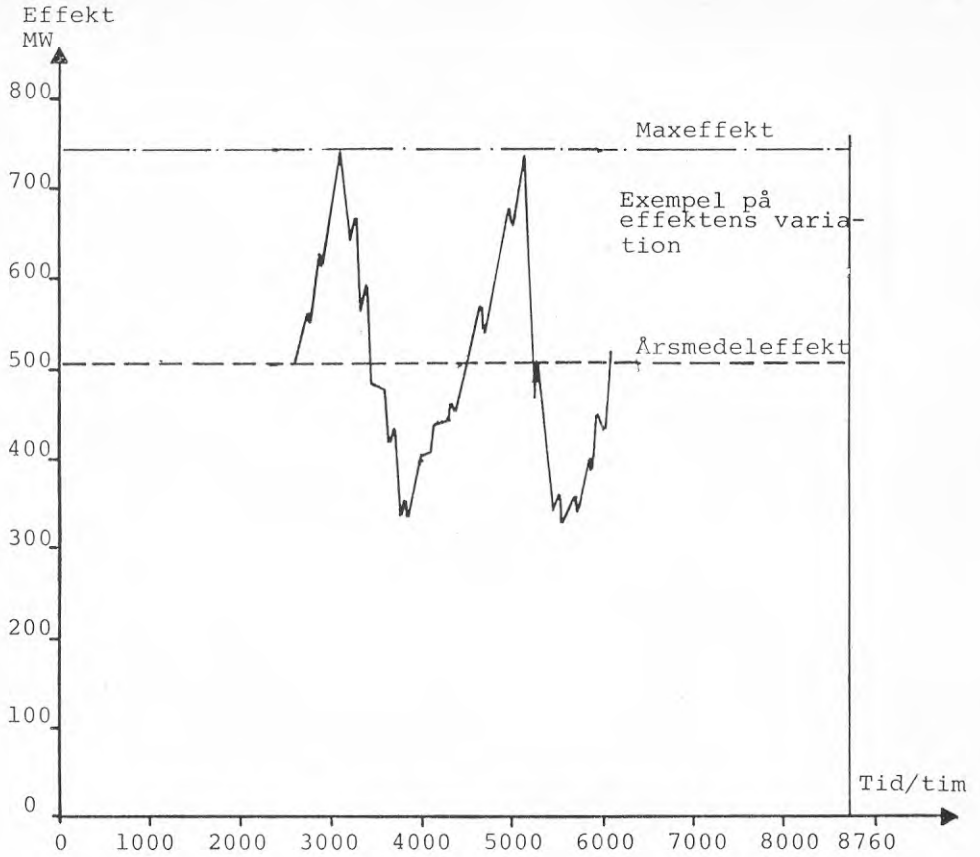


FIG. 5.4 Varaktighetsdiagram för den icke utomhus-temperaturberoende delen av kommunens gasbehov

Dessa två kurvor har därefter summerats och en konsekutiv belastningskurva har konstruerats. Resultatet visas i figur 5.5.

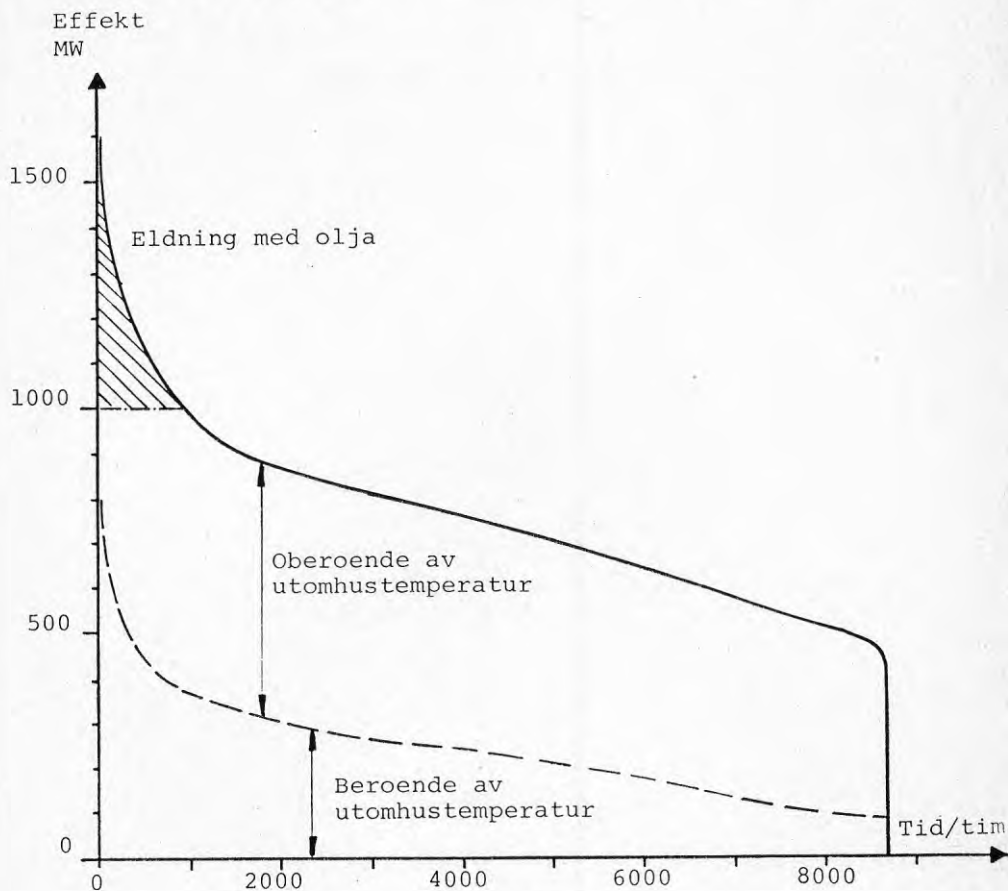


FIG. 5.5 Konsekutiv varaktighetskurva för kommunens totala gasbehov

5.6 Erforderlig gasleverans till kommunen

För att utjämna gasleveransen och öka utnyttjningstiden skulle gaslager för kommunens och industrins behov kunna installeras. Effektens utnyttjningstid i Gävle kommun blir emellertid hög utan att extra åtgärder vidtages varför gaslager troligen inte kan motiveras för kommunens behov. Däremot kan eventuellt något mindre lager bli lönsamt inom industrin t ex i Fagersta järnbruk.

Kommunens effekttoppar inträffar vid den lägsta utomhustemperaturen varför kontrakt med avbrytbara gasleveranser bör tecknas med fjärrvärmeproducenten, Krängede kraftverk, som bör övergå till oljeeldning i någon eller några av pannorna de kallaste dagarna.

Övriga förbrukare bör endast bibehålla oljeeldnings-
möjligheten för att upprätthålla en viss reserv och
ur beredskapssynpunkt. Gasleveranserna bör normalt
inte avbrytas till dessa konsumenter.

Det maximala effektbehovet bör kunna minskas med ca
550 MW till ca 1000 MW genom att kraftverket under
ca 900 timmar per år förbränner olja. Den energi-
mängd som förbränns med olja istället för med gas ut-
görs av den streckade ytan i figur 5.5.

Den erforderliga gasleveransen till kommunen visas i
tabell 5.9.

TAB. 5.9 Möjlig gasleverans till
Gävle kommun år 1990

Energibehov per år	6450 GWh	($2,32 \cdot 10^{16} \text{J}$)
Gasmängd per år	$630 \cdot 10^6$	Nm ³
Max. effekt	1000	MW
Gasmängd per timme	$100 \cdot 10^3$	Nm ³
Utnyttjningstid	6450	tim/år

Rörledningarna bör dimensioneras för energiåtgången
år 1990 vilket kan ge en viss överkapacitet p g a de
i framtiden planerade energibesparingsåtgärderna.
Ledningskapaciteten kan dessutom ökas om tryckfallet i
rörssystemen tillåts öka genom att fler kompressorer
installeras i rörnätet.

6. GASLEDNING I GÄVLE KOMMUN

6.1 Gasledning genom kranskommunerna

Transmissionsledningens läge utanför kommungränsen måste bestämmas för att klargöra:

- Om transmissionsledningen passerar kommunen.
- Om transmissionsledningen passerar inom rimligt avstånd för att gas överhuvudtaget skall kunna introduceras i kommunen.
- Var anslutningen till huvudledningen skall utföras och hur kommunens gasledning skall förläggas.

En preliminär uppfattning om hur gasledningen kommer att förläggas kan erhållas av Swedegas så snart som naturgas skall introduceras i Sverige. För närvarande kan en preliminär ledningsförläggning erhållas av de referenser som presenteras i Kapitel 4.3 där ett av de möjliga ledningsalternativen visas.

I framtiden kan även ett gasnät komma att byggas i Norrland om naturgas från kusten utanför Nordnorge utvinns. På grund av den glesa industrietableringen i Norrland är denna utbyggnad av gasnätet emellertid mindre trolig.

Gas till Gävle kommun kan enligt Fig. 4.1 erhållas på två skilda sätt:

- 1) En gasledning ansluts till transmissionsledningen i närheten av Västerås och levererar gas till Fagersta, Avesta, Falun, Sandviken och avslutas med gasleveranser till Gävle.
- 2) En rörledning som levererar gas från Sovjet över Östersjön landas i Sverige i närheten av Skutskär och levererar gas förbi Gävle, Sandviken, Falun osv till transmissionsledningen mellan Malmö och Stockholm.

Enligt alternativ 1) dimensioneras ledningen endast för gasmängden till Gävle kommun medan i alternativ 2) dimensionen bestäms av gasleveransen från Sovjet. Alternativ 1) bedöms idag som mest sannolikt varför detta alternativ endast bör beaktas i den kommunala planeringen.

För att mer detaljerat kunna avgöra var gasledningen kommer att passera kommungränsen måste gasförbrukningen för de konsumenter som ligger i kranskommunerna uppskattas. Med ledning av dessa uppgifter kan den lämpligaste ledningsdragningen skisseras.

6.2 Kranskommunernas gasbehov

De industrier som kan antas vara lämpliga som gasförbrukare i kranskommunerna har valts ut ur de företagaregister som de angränsande företagareföreningarna har upprättat. Samtliga större företag sydväst om Gävle är verksamma inom järn- och stålbranschen. Av dessa har de som ligger närmast kommungränsen förfrågats beträffande energi- och effektförbrukning medan de mer avlägsna förbrukarna har erhållits ur en förteckning i utredningen "Naturgas i Sverige" (18).

Uppgifterna i (18) består av en uppskattad gasförbrukning i slutet av 1970-talet och baseras på uppgifter om oljeförbrukningen år 1972. Dessa värden har extrapolerats för att gälla år 1990. Effektoppgifterna har uppskattats genom att industrins utnyttjningstid antagits till 4.500 tim/år. Energiförbrukningen gäller för hela regionen och inte för enskilda förbrukare. På grund av de grova uppskattningarna användes dessa uppgifter endast för de mest avlägsna förbrukarna.

6.3 Rördragning till kommungränsen

Med ledning av de erhållna förbrukningsuppgifterna har approximativa rördimensioner beräknats och en grov uppskattning av rörläggningskostnad utförts.

Vid rörledningsdimensioneringen förutsattes:

-	Ledningens maximala tryck	67 bar
-	Drifttryck	55 bar
-	Tryckfall per 1500 m rör	2 mvp

Godstjockleken har beräknats enligt anvisningar i det svenska normförslaget (24) för klass I. Jordtäckningen över rören har antagits till 800 mm.

Gasmängden i transmissionsledningen har beräknats genom att tillämpa sammanlagringsfaktorn 0,85 på de olika regionernas effektoppgifter. Grenledningarna har beräknats utan sammanlagringsfaktor.

För att erhålla en uppskattning av den lämpligaste rördragningen genom kranskommunerna har rörledningens totala kostnad beräknats med utgångspunkt från kostnader för markförlagda fjärrvärmeledningar. Resultatet visas i figur 6.1.

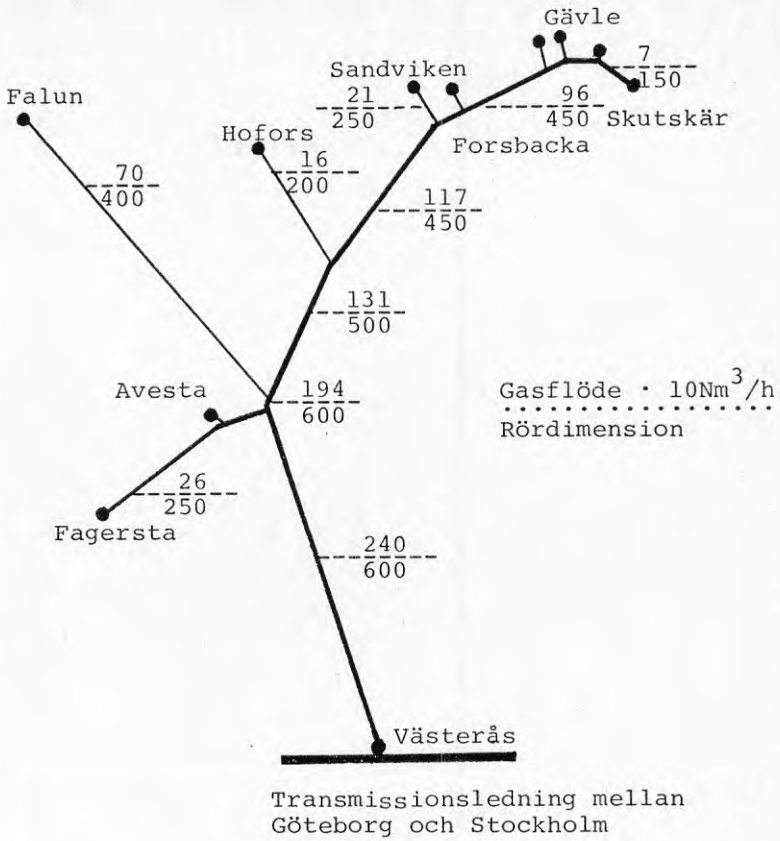


FIG 6.1 Förslag till ledningsdragning
 i kranskommunerna

För att erhålla ett mer noggrant resultat bör optimeringen av rörledningsförläggningen utföras med hjälp av databeräkningar där även de geografiska förhållandena medtages.

Gasledningen kommer troligen att passera omedelbart söder om Storsjön. Gas till Sandviken levereras genom en ledning som antingen förläggs längs den befintliga vägen eller på sjöbotten. Transmissionsledningen kommer att passera kommungränsen mellan Lomsjön och Storsjön, norr om kärrområdet vid Lomsjön.

Ledningen kan, med andra förbrukningsuppgifter, komma att förläggas söder om Lomsjön.

6.4 Transmissionsledningen i kommunens glesbygd

Transmissionsledningen bör förläggas så nära det beräknade ledningsförslaget som möjligt men med hänsyn till geografiska förhållanden.

Ledningen bör i första hand förläggas i områden med låg befolkningstäthet dvs i zonklass I och om möjligt undvika berg- och sankområden. Speciella krav på ledningens konstruktion och förläggning finns vid passage av järnvägar, vägar, luft- och markförlagda elledningar, vattendrag m m. För att underlätta borttransport av schaktmassor bör ledningen dessutom förläggas i närheten av körbara vägar.

Zonklass I innebär enligt avsnitt 6.5 att antalet byggnader där människor vistas understiger 10 st inom ett område i rörets närhet.

Transmissionsledningen till Gävle kommun beräknas passera kommungränsen vid Storsjön och fortsätter enligt Bilaga 1 söder om Valsjön och Sälgsjön samt når tätorten vid Järvsta söder om Hemlingbyberget. Ledningen måste passera Valsjön på södra sidan på g a det flygfält som ligger nordväst om sjön. Gasledningen passerar i detta alternativ ett stort kärrområde och om markundersökningar visar att området svårigen kan passeras bör ledningen förläggas längre söder ut och kommer i så fall att passera söder om Lomsjön.

Ledningen till Forsbacka förläggs väster om Drässlösa och passerar landtungan söder om nedre Säljet till bruket. En reducerstation kan komma att förläggas söder om samhället och sista rörsträckan utföras för ca 10 bar. Alternativt kan Forsbacka förses med gas från Sandviken.

Rörledningen passerar en järnväg, 3 större vägar och 4 kraftledningsstråk där speciella konstruktionsanvisningar måste följas.

Norr om Sälgsjön ligger ett militärt skjutfält vilket måste passeras på betryggande avstånd.

Terrängen är tämligen plan men består till stora delar av kärr- och sankmarker där kostnaderna för rörläggning kommer att bli relativt höga.

6.5 Transmissionsledningen i kommunens tätbebyggelse

Inom tätbebyggt område bör ledningstrycket vara lågt för att godstjockleken på rörledningen skall begränsas. Högtrycksledningar bör endast i undantagsfall passera dessa områden. Ledningens dimensioneringsfaktor är bl a beroende av zonklassen. Denna bestäms genom att antalet byggnader i rörets närhet räknas, ref (24). Det berörda området är 1,6 km långt och 200 m på var sida om rörcentrum.

Zon 1 - Varje ytenhet som innehåller 10 eller färre byggnader i vilka människor vistas.

Zon 2 - Varje ytenhet som innehåller fler än 10 men färre än 46 byggnader i vilka människor vistas

Zon 3 - a) Varje ytenhet som innehåller 46 eller fler byggnader där människor vistas.

b) Varje område där rörledningen ligger mindre än 90 m från byggnad eller litet väldefinierat utomhusområde, t ex park.

Dimensioneringsfaktorernas storlek i respektive zonklass framgår av tabell 6.1.

TAB 6.1 Dimensioneringsfaktor

Zon	Faktor
1	0,72
2	0,60
3	0,50
4	0,40

Den föreslagna ledningsdragningen inom kommunens tätort visas på Bilaga 2 där även ledningens zonklass och antagna maxtryck har inritats. Ledningen levererar gas till ett planerat valsverk, Krångede, Skutskär och till småförbrukare i tätorten.

I Europa överstiger sällan rörledningstrycket inom tätorter ca 20 bar. I Gävle, som utgör slutpunkten på rörnätet, kan emellertid rörledningstrycket komma att reduceras till endast ca 40 bar för att ledningsdimensionerna till de två storförbrukarna och till Skutskär skall begränsas.

40-barsledningen passerar i nästan hela sin längd inom ett planerat grön- och fritidsområde och kan därför till stora delar utföras för zonklass 1 och 2.

Ledningen mellan de framtida bostadsområdena Järvsta och Bomhus måste troligen klassas för zon 3 enligt nuvarande byggnadsplan. Om grönområdet mellan områdena utökas med ca 100 m kan ledningsklassen sänkas.

Marken består på en ledningssträcka av ca 3 km av lera med ett djup till fast berg på ca 10 m. Området utgörs av en gammal havsvik. Detta område bör vara disponibelt för gasledningen även i framtiden eftersom området är mindre lämpligt för bebyggelse.

Ledningen passerar också vissa sankområden sydväst om Bomhus. Efter utförda markundersökningar kan ledningsdragningen ändras i detta område.

Ledningen till planerat valsverk antas passera Inre fjärden mellan reningsverket och Barsagrundet. Området norr om Barsagrundet kommer i framtiden att utfyllas. Djupet i Inre fjärden varierar mellan 1,7 och 2,7 m med en muddrad farled i fjärdens mitt där djupet uppgår till 5,1 m.

6.6 Lågtrycksnätet i kommunen

Gasen till förbrukare i tätortens centrum levereras av säkerhetsskäl med gas av lägre tryck. Trycket reduceras från 40 bar till ca 10 bar i två reducerstationer som förlagts på grönområdet dels vid Järvsta och dels vid Inre fjärden. Detta tryck reduceras sedan i ett eller två steg till lämpligt brännartryck. För industrier som ansluts till 10-bars nätet reduceras trycket direkt till lämpligt brännartryck medan bostäderna vilka kräver ett brännartryck på ca 25 mbar vanligen anslutes till ett lokalt rörnät med trycket 200-300 mbar.

Rörsystemet med trycket 10 bar utföres med stålrör och förlägges i gatorna på liknande sätt som t ex vattenledningar. Vissa minimiavstånd till andra föremål finns föreskrivna i normerna. Rörsystemet med trycket ca 300 mbar utföres i plast och förlägges liksom 10-bars systemet i gatorna.

Ett förslag till förläggning av rörnätet i Gävles gator visas på Bilaga 3. Systemet har utförts som ett ringledningssystem med ett antal sektioneringsventiler och med dubbla matningar för att erhålla maximal säkerhet. Varje reducerstation kan utföras för 75 - 100 % av hela nätets kapacitet. Förbrukare som även måste förses med gas vid underhållsarbeten eller haverier på rörsystemet kan anslutas på två sidor om en sektioneringsventil för att alltid kunna förses med gas.

Om ledningstrycket överstiger 10 bar måste enligt det svenska normförslaget vissa miniavstånd innehållas mellan ledningens centrumlinje och yttervägg i byggnader där människor vistas.

6.7 Leveransgränser för gasleverans till kommunen

Vid leverans av naturgas till Gävle kommun kommer troligen Swedegas att ansvara för transmissionsledningen och gasleveranserna till Västerås medan något lokalt distributionsföretag, t ex Östgas kommer att ansvara för ledning och gasleveranser fram till tätorten i Gävle kommun. Detaljdistributionen inom tätorten kommer troligen att handhas av kommunens energiverk. De olika ansvarighetsområdena visas schematiskt på figur 6.2

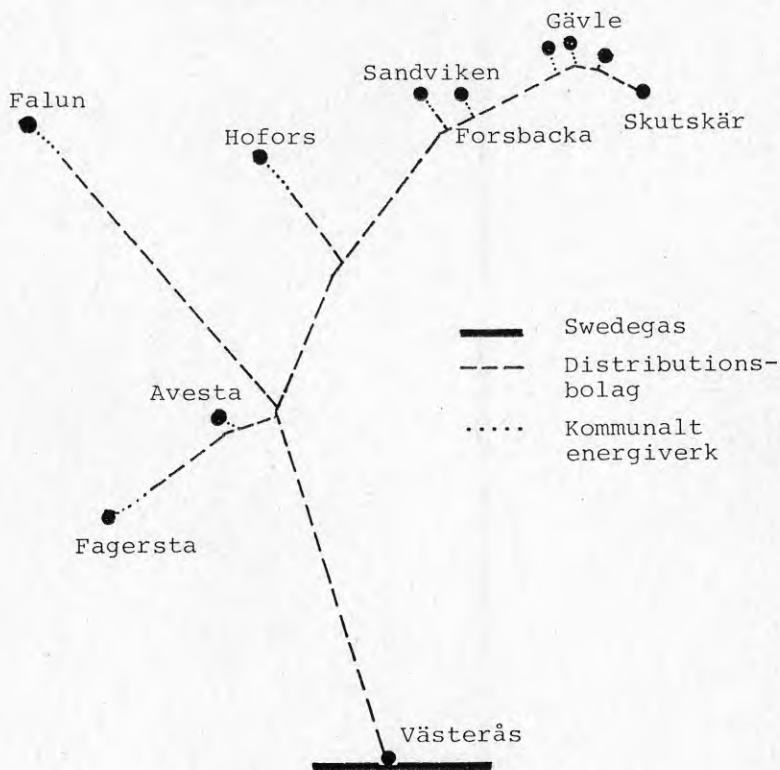


FIG 6.2 Ansvarighetsområde för gasleverans

7. MILJÖASPEKTER FÖR GÄVLE KOMMUN

Samtliga gasledningarna ligger nedgrävda i marken och ingreppen i naturen begränsas till trädfriga gator genom skogarna samt till byggnation av några få reducerstationer.

När kommunens gasnät är fullt utbyggt kan enligt kapitel 5.6 $630 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3$ gas förbrukas under ett år, vilket motsvarar en förbränning av ca 600.000 ton tjockolja.

Under förutsättning att den olja som förbränns innehåller en svavelhalt på ungefär 1% kommer SO_2 -emissionen från skorstenarna att minska med ca 10.000 ton per år.

Den nuvarande sot- och askhanteringen försvinner helt vid gasledning och den sotmängd som måste deponeras som avfall minskar.

Oljetransporterna på Östersjön för oljeleveranser till Gävle kommun minskar med 600.000 ton olja per år, dvs ca 30 st tankbåtar på 20.000 ton vardera.

Transporterna med lättolja för fastigheternas uppvärmning minskar med 20.000 m^3 om dessa fastigheter istället värms från lokala panncentraler. Tankbilstransporterna minskar alltså med ca 1.000 bilar per år.

8. LAGRINGSUTRYMMEN

8.1 Lager hos förbrukarna

Installation av lagringsutrymmen hos förbrukarna bekostas av respektive företag och motiveras med minskade kostnader för effektabonnemang. Effekttopparna måste vara stora och korta samt helst förekomma en eller flera gånger per dygn för att lagret skall vara lönsamt. Industri som måste installera lager för att motivera anslutning till gas är troligen endast lämpliga för gasanslutning om denna kan motiveras av andra orsaker, t ex bättre produkt eller bättre miljö.

För att kunna bedöma ekonomiska lagerstorlekar måste förbrukningsvariationerna och gaskostnaderna vara kända i detalj. Någon typ av lager kan vara lönsam för Fagersta järnverk och eventuellt valsverket. Övriga storförbrukare har relativt långvariga effekttoppar under vinterhalvåret och effektbegränsningen sker i så fall lämpligast genom övergång till eldning med olja i någon eller flera av företagets förbrukare.

För småförbrukare kan installation av lager troligen inte motiveras.

För beredskaps- och reservändamål bör olja lagerhållas av samtliga förbrukare utom de enskilda bostäderna. De befintliga oljelagren utnyttjas.

8.2 Lager för kommunens gasbehov

Utnyttjningstiden för gasleveransen till Gävle kommun är ovanligt hög och gaslager kommer troligen inte att installeras för effektutjämnande ändamål.

Ett gaslager innehållande en laddningsbar volym på $1,0 \cdot 10^6$ Nm³ räcker för leverans av gas under ca 10 timmar vid toppbelastning.

Denna gasmängd skulle kunna lagras i fyra sfäriska gasklockor med den sammanlagda volymen $1,0 \cdot 10^5$ m³ vilka arbetar mellan trycken 20 och 10 bar. Gasklockornas diameter blir ca 18 m. Om gasen lagras i form av LNG krävs en volym på ca 1.800 m³, dvs en cistern med diametern 10 m och höjd 23 m.

De förbrukare som är anslutna till lågtrycksnätet, utom bostadsområdena och några industrier t ex porslinindustrin, kan övergå till oljeeldning vid avbrott i gasleveransen. Kontrakten för leverans av naturgas tecknas på lång tid och leveranserna är mycket drift-

säkra varför lager till bostadsuppvärmning normalt inte erfordras. Lager kan emellertid komma att krävas av myndigheterna ur beredskapssynpunkt. 1 månads drift kräver lager med ca $3 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3$ gas, dvs ca 3 ggr så stort som ovanstående lager.

Samtliga gasklockor bör installeras tillsammans på en plats som ligger i närheten av både högtrycks- och lågtrycksnetet. Lämpligt område för ett gaslager finns strax söder om Järvsta. Lågtrycksnetet sammanbindes i så fall med en separat ledning som passerar Hemlingby. Lågtrycksnetet kan med detta system matas från två håll.

Om gasen i stället lagras i form av LNG erhålles den fördelen att gasen kan tillföras systemet från tankbåtar under ett långvarigt driftstopp. Detta gaslager bör placeras i närheten av det befintliga oljelagret norr om tätorten där den nuvarande hamnen kan utnyttjas för ilandtagning av gasen.

8.3 Lager för landets gasbehov

Gasleveranserna för hela landet uppskattas till ca $7,5 \cdot 10^9 \text{ Nm}^3/\text{år}$. Gävle kommuns gaskonsumtion antas enligt Kapitel 5.6 uppgå till $630 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3/\text{år}$, dvs ca 8 % av Sveriges förbrukning. Eftersom kommunernas maximala effektbehov inte inträffar samtidigt bör ca 9 % av den tillgängliga volymen tillfalla Gävle. Om den totala rörvolymen uppgår till ca $4 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ och om medeltrycket i ledningen tillåts sänkas med 5 bar är den ackumulerade volymen ca $2 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3$. Den för Gävle tillgängliga volymen uppgår då till $1,8 \cdot 10^5 \text{ Nm}^3$, vilket innebär att gasflödet kan överstiga normalflödet med 20 % under ca 9 timmar. Normalflödet till kommunen sänkes alltså till ca 800 MW och utnyttjningstiden ökas till ca 7.800 tim/år.

Eftersom Gävle kommun ligger i slutet av rörsystemet utgör denna en lämplig plats för installation av stora gaslager antingen i form av gas eller LNG. LNG kräver att gas kan tillföras med båt, dvs att en tillräcklig hamn finns tillgänglig.

Lämpliga områden för dessa lager finns i närheten av den antagna placeringen av Valsverket.

Ett LNG-lager kan byggas för ett lokalt nät inom kommunen innan transmissionsledningen ännu dragits fram till kommunen. Ett gaslager för att täcka Gävles behov under 1 månad är av storleksordningen $70 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3$ gas, dvs ett lagringsutrymme på $1,2 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ eller 6 cisterner med diameter 30 m och höjd 28 m.

9. FÖRBEREDELSE I DEN KOMMUNALA PLANERINGEN

Eftersom naturgas ännu inte introducerats i Sverige och osäkerheterna om eventuellt framtida import av gas är stora bör idag inga omfattande förberedelser för kommande gasinstallationer göras. Förberedelserna bör inriktas på marginella ändringar i de befintliga stadsplanerna. Vid utvidgningar eller förändringar i stadsplanerna av andra orsaker bör emellertid markområden för naturgasledningar reserveras.

Lämpliga områden för förläggning av högtrycksledningar bör om möjligt reserveras i glesbygdsområdena men först och främst i de tätbyggda områdena. Områden för lager bör i Gävle reserveras dels för lager i form av LNG och dels för lager med naturgas i gasfas även om uppbyggnaden av dessa lager troligen inte kommer att utföras. Lokalnätet i tätortens gator behöver inte förberedas i förväg.

Vid förändringar i stadsplanen som innebär att utrymmen för rördragning eller områden för reducerstationer och lagringsutrymmen tas i anspråk bör alternativa ledningsstråk och områden planeras. Erforderligt område för var och en av de två reducerstationerna är ca 50 x 50 m. Passage under framtida vägar bör inte förberedas genom att t ex skyddshylsor installeras.

I energiplaneringen bör naturgas upptas som en alternativ energikälla.

När beslut om inköp av naturgas fattats måste däremot förberedelserna göras med omfattande. Markundersökningar måste genomföras för att definitivt fastställa lämplig rördragning inom hela kommunen, speciellt inom tätorten, samt lämplig plats för lager och reducerstationer. Gasbehoven bör bestämmas mer detaljerat och uppbyggnaden av gasnätet planeras in i den ordinarie energiplaneringen.

Planerna för uppförandet av det planerade valsverket inverkar i hög grad på utformningen av gasnätet i Gävle kommun. Valsverkets energiförbrukning har antagits uppgå till ca 50 % av hela kommunens förbrukning. Om Baltic Steel inte kommer att byggas bör ledningsdragningen till Krångede troligen förläggas söder om Järvsta- och Bomhusområdena, dvs högtrycksledningen behöver aldrig passera samhället.

10. NATURGAS TILL ANDRA KOMMUNER

Den beskrivna studien av naturgas till Gävle kommun kan i princip användas för övriga kommuner i landet. Den antagna gasförbrukningen i Gävle kommun är emellertid betydligt större och jämnare än i de flesta andra kommuner.

Endast sådana kommuner som ligger på rimligt avstånd från rörledningarna och har ett tillräckligt stort gasbehov kommer i framtiden att kunna anslutas till gasnätet. Kommuner med stora lämpliga gasförbrukare som ligger långt från stamledningarna men har tillräcklig hamn för inskeppning av LNG bör planera ett lokalt nät i kommunen.

Kommuner som passeras av rörledningarna bör reservera ett lämpligt ledningsstråk för dessa även om inga lämpliga gasförbrukare finns inom kommunens gränser. Rörstråket bör passera utanför kommunens tätorter med beaktande av planerad utbyggnad.

De kustkommuner som har lämpliga hamnar bör reservera plats för LNG-anläggningar. Dock kan förutses att antalet LNG-terminaler i Sverige kommer att bli starkt begränsat. Inne i landet är uppbyggnad av LNG-anläggningar osannolik trots att LNG kan transporteras per järnväg eller landsväg.

De kommuner som idag har ett fungerande stadsgasnät bör om möjligt behålla detta med tanke på anslutning till framtida naturgas.

Om naturgas introduceras i kommunen kan industrietableringen i närheten av gasledningarna öka. Denna gasförbrukning bör uppskattas och medtagas i planeringen av gasnätet.

Om lagringsutrymmen hos förbrukare med kort varaktighet av maxeffekter väsentligt kan nedbringa kommunens erforderliga effektbehov bör denna effektreduktion medtas vid beräkningarna. I Gävle kommun är lagerinstallationer hos förbrukarna endast av marginell betydelse.

11. PÅVERKAN PÅ ÖVRIGA PROJEKT INOM EPD

Nedanstående delprojekt i EPD-utredningen kan kompletteras med bl a nedanstående uppgifter från denna utredning.

Basdatabank: Kompletteras med uppgifter om oljeförbrukningen hos de enskilda förbrukarna inom kommunen. Uppgifterna bör innehålla: Oljeförbrukning - Maximalt effektuttag - Företag - Adress - Produktionsinriktning.

Eventuellt utvärderas dessa uppgifter och ett separat register över potentiella gasförbrukare upprättas med uppgifter dessutom angående: Trolig årlig gasförbrukning - Maximalt momentant gasbehov - Effektens variationer per dag och per år - Effektens utnyttjningstid - Typ av gasförbrukare.

Typografiska kartor över tätort och glesbygd anskaffas där gasförbrukarnas läge anges.

Dessa avsnitt behandlas i Kapitel 2.5, 5 och 7.

Energiplan för Gävle kommun: Användning av gasformig energi behandlas som ett alternativ till de konventionella energislagen. De objekt som är lämpliga för naturgas behandlas och storleken på energiförbrukningen anges.

Dessa avsnitt behandlas i Kapitel 5 och 6.

Handledning i kommunal energiplanering: Tillvägagångssättet vid dimensionering av ett gasnät inom kommunen beskrivs översiktligt.

Dessa avsnitt behandlas i Kapitel 5, 6, 8, 9 m fl.

Olika uppvärmningsformer i befintlig bebyggelse:

Naturgasens användning beskrivs för bostadsbebyggelse som i framtiden inte beräknas komma att anslutas till fjärrvärme och som dessutom ligger i nära anslutning till gasledningen.

Dessa avsnitt behandlas i Kapitel 2.5, 5.3 och 5.4.

Samordning mellan energiplanering och annan kommunal planering: De förberedelser som erfordras för att underlätta introduktion av naturgas i framtiden berörs.

Dessa avsnitt behandlas i Kapitel 4.3, 6, 8, 9 och 10.












Transportsektorns energibehov: Naturgas kan användas för kommunala transportbehov för att minska utsläppet av föroreningar i tätorterna. Detta behandlas inte i utredningen.

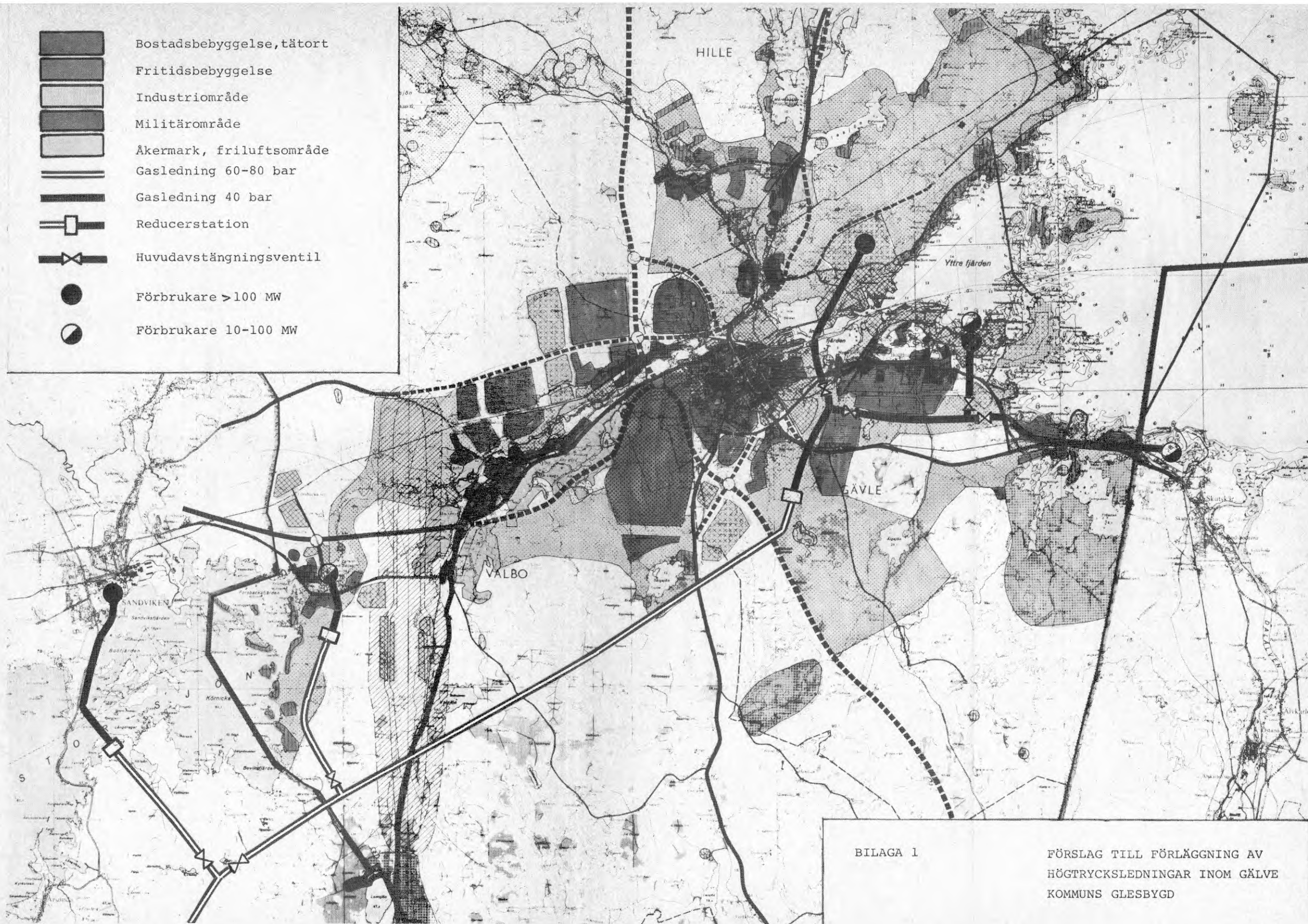
Den minskade transporten av andra energislag inom kommunen om gas introduceras anges.

Detta avsnitt behandlas i kapitel 7.

12. REFERENSER
1. ASME 1976 Guide for Gas Transmission and Distribution Piping Systems
 2. FOU Programutredn 75.10.03 Kommunal Energiplanering och dess samband med fysisk samhällsplanering
 3. H Hondius Gas Council, Midlands Various aspects of the gas firing of industrial steam boilers (översättning av holländsk artikel)
 4. IVA 27, 1970 Naturgas som råvara inom industrin
 5. IVA 31, 1970 Naturgas i svensk metallurgisk industri
 6. IVA 167, 1970 Naturgas - energibärare och råvara
 7. HWJ Kempen 11th International Gas Conference Influence of Natural Gas of plants and trees
 8. Claes Lindgren Svenska Gasföreningen Svensk gasförsörjning
 9. Nederlands Normalisatie-instituut MEN 1091 dec 1973 Safety requirements for steel gas pipelines operating at pressure exceeding 1 bar
 10. Nordisk utredningsserie 1976:1 Nordiske naturgasutredningar
 11. NV Nederlandse Gasunie TV/I oct 1973 Safety of gas pipelines and gas firing equipment at industrial gas consumers
 12. NV Nederlandse Gasunie Natural gas transmission system development
 13. Odd Karsten Tveit Nordsjø oljen
 14. Herbert Rick IF die Industrieversorgung 1973 nr 2 s 10 Kompaktstationen für Gas-Druck- regel- und Messanlagen

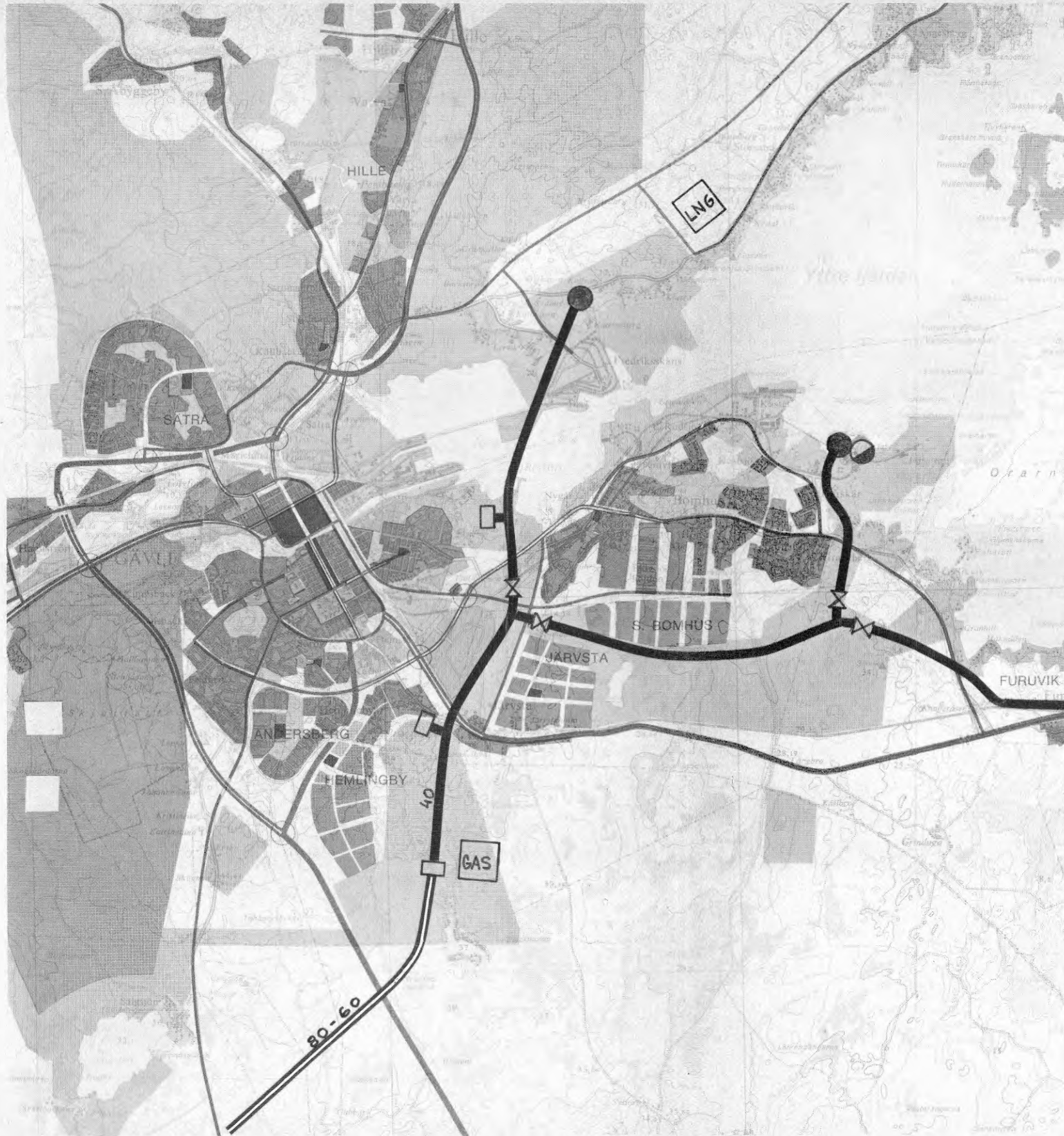
15. C Hijszeler
NV Nederlandse
Gasunie Potential for Natural Gas as
Fuel or Feedstock in Industry
16. SIND
1976:3 Tätortens och den tunga indust-
rins energiförsörjning
17. Lennart Skymbäck
Teknisk Tidskrift
1974:5 s 27 Naturgas som industribärare
blir snart verklighet
18. SFS
1961:568 Förordning om brandfarliga
varor
19. SOU
1972:25 Naturgas i Sverige
20. SOU
1974:76 Energiforskning
21. SOU
1976:55 Kommunal energiplanering
22. J Sterel
11th Interna-
tional Gas
Conference Calculation of gas systems and
natural gas distribution in the
Netherlands
23. Gasnytt 1974-76
Svensk Gas-
förening Diverse artiklar
24. Tryckkärls-
kommissionen
Beräknas ut-
komma 1977 Förslag till naturgasnormer (NGN)

-  Bostadsbebyggelse, tätort
-  Fritidsbebyggelse
-  Industriområde
-  Militärområde
-  Åkermark, friluftsområde
-  Gasledning 60-80 bar
-  Gasledning 40 bar
-  Reducerstation
-  Huvudavstängningsventil
-  Förbrukare >100 MW
-  Förbrukare 10-100 MW



BILAGA 1

FÖRSLAG TILL FÖRLÄGGNING AV
HÖGTRYCKSLEDNINGAR INOM GÄVLE
KOMMUNS GLESBYGD



BILAGA 2

FÖRSLAG TILL FÖRLÄGGNING AV
HÖGTRYCKSLEDNINGAR INOM
GÄVLE KOMMUNS TÄTORT

Beteckningar:

- | | | | |
|---|---------------------------------|---|---------------------------------|
|  | bostadsbebyggelse |  | Plats för lager |
|  | fritidsbebyggelse |  | Reducerstation |
|  | centrumanläggningar |  | Gasledning
60 - 80 bar |
|  | arbetsplatser |  | Gasledning
40 bar |
|  | allmänna anläggningar |  | Förbrukare >100 MW |
|  | friluftsliv |  | Förbrukare 10-100 MW |
|  | militära verksamheter |  | Avstängningsventil |
|  | Bestående åkermark |  | Fjärr- och primärled, fyrfältig |
|  | Flygbullerstörda områden |  | Fjärr- och primärled, tvåfältig |
|  | Fjärr- och primärled, fyrfältig |  | Sekundärled, fyrfältig |
|  | Fjärr- och primärled, tvåfältig |  | Sekundärled, tvåfältig |
|  | Trafikplats, planskild | | |

GÄVLE KOMMUNPLAN

HUVUDKARTA 3

CENTRALA TÄTORTEN ÅR 1985





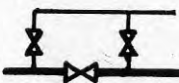
Skala 1: 50 000

Stadsarkitektkontoret i Gävle den 26 november 1973

Erik Larsson
stadsarkitekt

Thorsten Nilsson
generalplanearkitekt



-  Mindre industri
-  Reducercentral
-  Transmissionsledning 40 bar
-  Lågtrycksledning 10-8 bar
-  Område med distributionsnät 0,3-0,2 bar
-  Anslutningspunkt med 3 avstängningsventiler enligt:


BILAGA 3 FÖRSLAG TILL FÖRLÄGGNING AV LÅGTRYCKSLEDNINGAR INOM GÄVLE KOMMUNS TÄT-ORT

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760754-2 från
Statens råd för byggnadsforskning till Theorell och Martin
Energikonsulter AB, Solna**

**TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET**

**Art.nr: 6600683
Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

R 83:1977

**ISBN 91-540-2780-2
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

Cirka pris: 25 kr + moms