

Institutionen för vattenbyggnad
Chalmers tekniska högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

LICWATER

Ett PC-program för analys av
stationära förlopp i VA-nät

av

Estelle Ponton och Per Andersson

Examensarbete nr. 1989:1

Göteborg 1989

Adress: Institutionen för vattenbyggnad
Chalmers tekniska högskola
412 96 GÖTEBORG

Telefon: 031-72 10 00

FÖRORD

Denna rapport innehåller en utvärdering samt ett manual-förslag till ett PC-program för analys av stationära förlopp i VA-nät, LICWATER (version 3.2). Programmet är framtaget av det danska företaget Licconsult. Det har tillkommit en version, 4.0, med vilken kvasistationära beräkningar kan göras.

Rapporten är ett examensarbete utfört av teknologerna Estelle Ponton och Per Andersson på uppdrag av professor Anders Sjöberg, Institutionen för vattenbyggnad, Chalmers tekniska högskola.

Vi vill tacka professor Anders Sjöberg och civ.ing. Henriette Melin på institutionen för vattenbyggnad samt Ingemar Sjölund på Pulsen, för deras assistens. Vi tackar även civ.ing. Olof Bergstedt på Göteborgs VA-verk, för hjälp vid körning av ett jämförelseobjekt i beräkningsprogrammet VNET.

Estelle Ponton

Per Andersson

INNEHÅLL

	sida
Referat	3
1 Inledning	4
2 Teknisk programbeskrivning	5
3 Hårdvarukrav, mjukvarukrav och testexempel	8
4 Jämförelse LICWATER-VNET	9
5 Synpunkter på LICWATER	12
6 Vidareutveckling LICWATER	14
7 Avslutande synpunkter	15
Referenser	16

Bilagor:

1 Testkörning Gunnetorp	
Nätöversikt	1
Förutsättningar	2
Körning VNET:	
Resultattabeller	4
Körning LICWATER:	
Indatatabeller	5
Resultattabeller	9
2 Förslag till användarbeskrivning. Manual till LICWATER.	

REFERAT

LICWATER är ett PC-program för analys av VA-nät. Programmet utnyttjar AutoCAD vid indataläsning och resultatredovisning. Vi har studerat LICWATER-versionen 3.2.

Under förutsättning att man har lärt sig hantera indata-inläggningen, dvs använda AutoCAD, är LICWATER ett lättarbetat och lättöverskådligt program.

Vi har valt att förutom en manual till LICWATER även ha med en liten hjälp för att underlätta arbetet med AutoCAD.

Efter en testkörning av objektet Gunnetorp, jämförde vi programmen LICWATERs och VNETs resultatutskrifter utan att finna några större skillnader i beräkningsresultaten. Det är däremot stora skillnader i de två programmens användarvänlighet. LICWATERs metod att utnyttja AutoCAD vid indatainmatning och resultatredovisning är att föredra framför de i VNET använda tabellerna.

Bland de synpunkter vi har på LICWATER kan nämnas att programmet bör kunna hantera parallella ledningar och backventiler. Önskemål finns att man skall kunna lägga in flera ledningar än vad man kan idag och att man även skall ha möjlighet att noggrannare återge pumpkurvor.

I framtiden kommer man även att kunna göra kvasistationära beräkningar genom tidssimulering. Vi redovisar även de andra punkterna i vidarutvecklingen längre fram i skriften.

Vi tror att programmet LICWATER har goda framtidsutsikter.

1 INLEDNING

LICWATER är ett PC-program för analys av VA-nät. Programmet är utvecklat av det danska företaget Licconsult. Svenska återförsäljare är Pulsen.

LICWATER utnyttjar AutoCAD vid inläsning av nätets geometri och övriga data. Geometrin ritas och data skrivs med text på skärmen vid aktuellt rör eller knutpunkt. Stationära flödesförhållanden i nätet analyseras av beräkningsrutinen LFLOW.

Resultaten presenteras antingen i tabeller eller i AutoCAD-miljö. Man kan välja flera olika varianter av resultatplottar. Det går att få resultat angivet med text på en plan av nätet eller en plan där olika färger anger olika nivåer av tryck, hastighet, flöde eller tryckgradient.

Programmet kan hantera 500 ledningar och 500 knutpunkter (50 ledningar och 50 knutar i undervisningsversion).

Följande styrfunktioner kan användas:

- Pumpkurva
- Tryckstegringspump
- Ventilkaraktäristika
- Tryckreduceringsventil

I nuvarande version kan endast stationära flöden hanteras men tidssimulering planeras.

Vår rapport innehåller en utvärdering samt ett manualförslag till LICWATER. Föreslagen användarbeskrivning medföljer som bilaga, 2.

2 TEKNISK PROGRAMBESKRIVNING

LICWATER är ett PC-program som kan delas upp i fem olika delar:

- Indata (LDATA-2V).
- Beräkningsprogram (LFLOW-1V).
- Resultatredovisning i tabeller (LVIEW-1V).
- Grafisk resultatredovisning (LPLOT-2V).
- AutoCAD.

2.1 INDATAPROGRAM LDATA-2V

Inmatning av ledningsgeometri samt systemdata görs i AutoCAD.

Vid inmatningen får man använda AutoCAD's alla möjligheter, under förutsättning att man följer de enkla regler som anges i manualen. Man kan därför även lägga in exv. kommentarer, gatunät etc.

Tolkningen av indata görs i DX-format, vilket ger användaren möjligheten att beräkna system som har ritats med hjälp av ett annat CAD-system än AutoCAD.

LDATA-2V tolkar ritningen och genererar en indatafil, *.dat. Denna är skriven i klartext, så det går lätt att kontrollera att programmet har tolkat rätt. Indata anges även i resultatfilen, *.out.

Vid fel och tveksamheter fås felutskrift på skärmen. LICWATER innehåller två hjälpprogram för lokalisering av fel, det ena heter NETCHKV vilket kontrollerar geometrin i det inmatade nätet. Övriga indatafel lokaliserar av ett annat program som tar AutoCAD till sin hjälp. Programmet markerar fel på ritningen, röda cirklar för grova fel och gula för följdfelet.

2.2 BERÄKNINGSPROGRAM LFLOW

LFLOW analyserar nätet med hjälp av en modifierad Hardy-Cross' metod, Hardy Cross/ Jacobi.

Friktionsförlusterna beräknas enligt Colebrook-Whites formel. Beräkning av förlusterna görs vid varje iteration.

I nuvarande utförande kan LFLOW endast beräkna stationära förlopp, men tidsimulering och hantering av vattentorn planeras.

Beräkningsprogrammet kan i nuvarande version hantera följande.

- Pumpar: med fast lyfthöjd.
med pumpkaraktistika. Anges med tre punkter.
- Ventiler: med fast tryckfall.
med ventilkarakteristika: öppningsgrad-
ventilkoefficient. Karakteristikan anges
med tio punkter.

2.3 UTDATA I TABELLFORM LVIEW

LVIEW genererar en utdatafil, *.out, där beräkningsresultaten visas i tabellform.

Man får även en ekoutskrift av de ingående variabler som programmet har använt sig av vid beräkningen.

2.4 GRAFISK REDOVISNING AV RESULTAT LPLOT-2V

LPLOT-2V använder sig av AutoCAD vid den grafiska redovisningen.

Följande alternativ är tillgängliga.

1. Plan med flöde, hastighet, tryckgradient eller trycknivåer.
2. Översiktsplot.
3. Plan med egenkomponerad redovisning.
4. Profil med trycklinjer.

2.4.1 Plan med flöde, hast, tryckgrad eller trycknivåer.

Här redovisas en plan där olika nivåer motsvaras av olika färger.

Programmet kan hantera 3-12 olika intervall.

2.4.2 Översiktsplot

Det finns två olika översiktplottar:

1. Knutresultat. Vid varje knut anges knutID, trycknivå, absoluttryck samt in- och ut-pumpningar.
2. Ledningsresultat. Vid varje ledning anges ledningsID, flöde, hastighet och tryckgradient.

2.4.3 Plan med egenkomponerad redovisning.

Detta redovisningsval ger användaren möjlighet att bestämma själv vilka lednings- och knut-resultat han vill visa.

De data som är tillgängliga är redovisade under punkt 2, ovan.

2.4.4 Profil med trycknivåer.

Användaren anger mellan vilka knutar han vill se profilen och skalor på de olika axlarna.

Resultatet presenteras som ett diagram med trycknivå och ledningsnivå inlagd.

2.5 AUTOCAD

Program för digitalisering av gamla ritningar och uppritning av nya.

Digitaliseringen görs lämpligen m.h.a. en tablett.

3.1 HARDVARU-KRAV

- IBM PC/XT/AT kompatibel maskin.
- 640 kb RAM.
- 5½ " diskettstation.
- Hårddisk.
- 8087, 80287 eller 80837 math. co-processor.
- (skärm av EGA-kvalitet)

3.2 MJUKVARUKRAV

- AutoCAD version 2.5 eller senare.

3.3 TESTEXEMPEL

Med disketterna följer även ett testexempel.
Testexemplet innehåller en ritningsfil och en resultatfil.

Filerna heter:

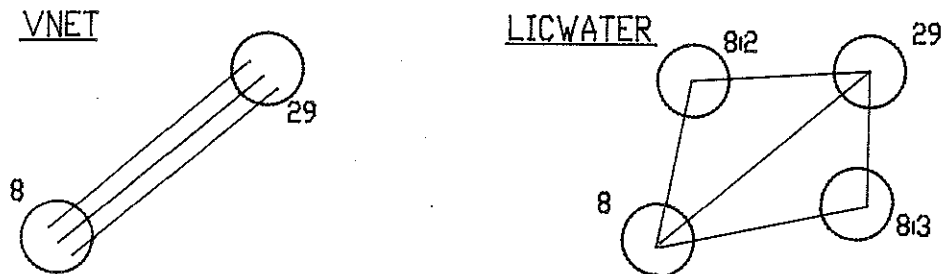
VANDBY.DWG	(ritningsfilen)
VANDBY.OUT	(resultatfilen)

4 JÄMFÖRELSE LICWATER VNET

Vi har för ett verkligt va-nät jämfört resultaten från programmen LICWATER och VNET. Det senare är utvecklat av Bikonol och används idag av bla Göteborgs VA-verk.

Det aktuella nätet, vilket består av 42 ledningar och 32 knutpunkter (brunnar), är beläget på Hisingen och kallas Gunnestorps högzon. Indata och resultat visas i bilaga 1. Observera, att vi har varit tvingade att införa ytterligare brunnar vid körningen i LICWATER eftersom programmet inte kan hantera parallella ledningar.

Exempel:



Motsvarande mellan knutarna 19 och 25.

De båda programmen analyserade nätet utifrån följande givna data: geometri, inpumpning och uttag. In/uttag vid Glöstorps reservoar var obekant i det aktuella fallet. Körningarna gav oss flöden, flödesriktningar, hastigheter, tryckfall och trycknivåer i nätet. VNET's resultatutskrift innehåller inte flödes hastigheter.

Utdrag ur resultatlistorna från VNET och LICWATER:

ledning	längd m	flöde		tryckfall	
		VNET l/s	LICWATER l/s	VNET mvp	LICWATER mvp
L2	2460	4,5	4,5	6,19	7,02
L3	550	13,6	13,5	3,67	3,72
L4	750	15,4	15,1	1,38	1,42
L38	700	6,9	6,7	0,26	0,27

För fullständiga resultatlistor se bilaga 1.

Vid beräkning av friktionsförlusten h_f använder sig VNET av Colebrook-White's och Prandtl's formler:

$$\begin{aligned} \text{Glatt vägg} \quad 1/Jf &= 2 \log(Re \cdot Jf / 2,51) && (\text{Prandtl}) \\ \text{Övergångsområde} \quad 1/Jf &= -2 \log(k/3,71D + 2,51/Re/Jf) && (\text{Colebrook} \\ & && \text{\& White}) \\ \text{Rå vägg} \quad 1/Jf &= 2 \log 3,71D/k && (\text{Prandtl}) \\ h_f &= f \cdot L/D \cdot U^2 / 2g \end{aligned}$$

Medan LICWATER använder en modifierad Colebrook & White's formel:

$$\begin{aligned} 1/Jf &= -4 \log(k/3,7D + 1,413/Re/Jf) \\ h_f &= 4 \cdot f \cdot L/D \cdot U^2 / 2g \end{aligned}$$

Beräkningsexempel:

Vi antar glatt vägg dvs $k/D \approx 0$

$$\text{VNET: } 1/Jf_1 = 2 \cdot \log(Re \cdot Jf_1 / 2,51) \quad \dots 1$$

$$\text{LICWATER: } 1/Jf_2 = 4 \cdot \log(Re \cdot Jf_2 / 1,413) \quad \dots 2$$

De olika definitionssätten av f ger $f_1 = 4 \cdot f_2$
Om vi använder detta i 1 får vi:

$$\text{VNET: } 1/Jf_2 = 4 \cdot \log(Re \cdot Jf_2 / 1,255)$$

Skillnaden ligger i konstanten i logaritmuttrycket, 1,255 för VNET och 1,413 för LICWATER.

Vi beräknade, för hand, friktionsförlusterna för ledning L-2, se sidan 9.

Ledningslängd	2460 m
Innerdiameter	114 mm
Råhet	0,5 mm
Flöde	4,55 l/s
Temperatur	10 °C
Re=	38792

	<u>Handberäkning</u>	<u>Datorkörning</u>
VNET:	$f_1 = 0,0317 \Rightarrow h_f = 6,92 \text{ mvp}$	$h_f = 6,19 \text{ mvp}$
LICWATER:	$f_2 = 0,00798 \Rightarrow h_f = 6,97 \text{ mvp}$	$h_f = 7,02 \text{ mvp}$
MOODY'S DIAG:	$f_3 = 0,0315 \Rightarrow h_f = 6,88 \text{ mvp}$	

Observera, att det skiljer något mellan hand- och datorberäkningen i VNETs körning, varför vet vi inte.

Som användare av programmen föredrar vi LICWATER framför VNET, på grund av en mer överskådlig indatarutin och resultatredovisning. VNET utnyttjar ingen grafik, utan använder enbart redovisning i tabellform.

Övrigt som talar för LICWATER är att programmet kan hantera styrfunktioner som VNET inte kan.

	LICWATER	VNET
Pump fast lyfthöjd	ja	nej
Pump med pumpkurva	ja	nej
Ventil fast reducering	ja	nej
Ventil med ventilkurva	ja	nej

Däremot klarar inget av programmen av backventiler.

5 SYNPKTER PA LICWATERPROGRAMMET

LICWATER's största fördel ligger i resultatredovisningens överskådlighet. Genom plotrutinen kan man ta fram exakt de resultat man är intresserade av och få dem snyggt grafiskt redovisade. Detta kan vara till nytta bl.a. vid presentation för ej fack-kunniga personer.

I framtiden kommer stora delar av vårt lands vatten-försörjningssystem vara digitaliserat. Genom att LICWATER använder sig av AutoCAD blir det lätt att ta fram aktuell del av ett ledningsnät och efter några få ändringar testköra med nya förutsättningar.

5.1 FÖRSLAG TILL ÄNDRINGAR

Önskade ändringar och tillägg, vilka är berörda i planerad vidarutveckling, tar vi inte upp här.

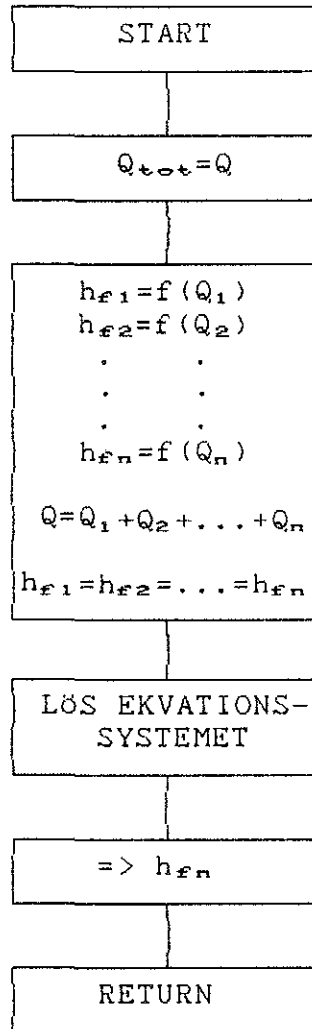
5.1.1 Vid datainmatning:

- Möjlighet att använda sig av två eller flera parallella rör mellan knutar önskas. Exempel på hur ett överskådligt flödes-schema kan se ut för en subroutine som hanterar parallella ledningar finns på nästa sida.
- Backventil för styrning av flödesriktning saknas.
- Noggrannare definiering av pumpkaraktistika. I nuvarande version används endast tre punkter på pumpkurvan. Det finns önskemål från VAV på sex punkter.
- "Tillbaka" på samma plats i LICWATERs AutoCAD-menyer. Detta för att smidigare kunna arbeta sig "uppåt" i menyerna.

5.1.2 Huvudprogram

- Indatanamn bör visas på varje sida av resultatlistan.
- Sidvis visning av ev. fellista efter generering av data.
- Möjlighet att lägga in 800 ledningar och 800 knutar (önskemål från VAV).

5.2 SUBROUTINE FÖR FLERA LEDNINGAR MELLAN TVÅ KNUTAR



Q_{tot} = flödet mellan två knutpunkter.

h_{fn} = förluster i ledning n.

Q_n = flöde i ledning n.

6 VIDAREUTVECKLING AV LICWATER

6.1 SPRÅK *

All text i programmet kommer att översättas till svenska.

6.2 GLOBALA VARIABLER *

Man kommer att vid inläsning av data kunna ange globala variabler, dvs detta värde används där inget annat anges.

Följande indatagrupper är berörda:

- Diameter
- Ledningslängd
- Plushöjd
- Råhet
- Tilläggsförluster
- In- och uttagsflöden

Globala värden kommer att anges med parenteser.

6.3 KVASISTATIONÄRA BERÄKNINGAR *

Med kvasistationära beräkningar menas en serie av stationära beräkningar, där man kan variera flödet (map på tiden) i knutarna samt lägga in tryckkontroller, vattentorn.

Beräkningarna kommer att göras med fasta tidsintervall, vilka användaren specificerar.

Vid användning av vattentorn definierar man tornets geometri.

Styrning av inpumpning i vattentorn kommer tillgå så att man anger en lägsta trycknivå vid vilken inpumpning startar och en högsta nivå vid vilken inpumpning avslutas.

* Dessa tillägg är gjorda i version 4.0.

7 AVSLUTANDE SYNPUNKTER

LICWATERprogrammets stora fördelar ligger i den grafiska indata- och resultatredovisningen.

Då stora vattenförsörjningssystem väl är inlagda i AutoCAD kommer även programmet att bli mycket lätt att använda, bla gör man lätt mindre indatajusteringar och kan därmed göra många testkörningar utan större besvär.

Så småningom kommer LICWATER även att kunna göra kvasistationära beräkningar genom tidssimulering.

PC-programmet LICWATER tror vi ha goda framtidsutsikter.

REFERENSER

Klas Cedervall och Peter Larsen, "Hydraulik för väg och vattenbyggare", Malmö, Liber-läromedel, 1976.

Autodesk AB, "AUTOCAD manual", 1986

Licconsult och Krüger, "LICVAND manual", 1987.

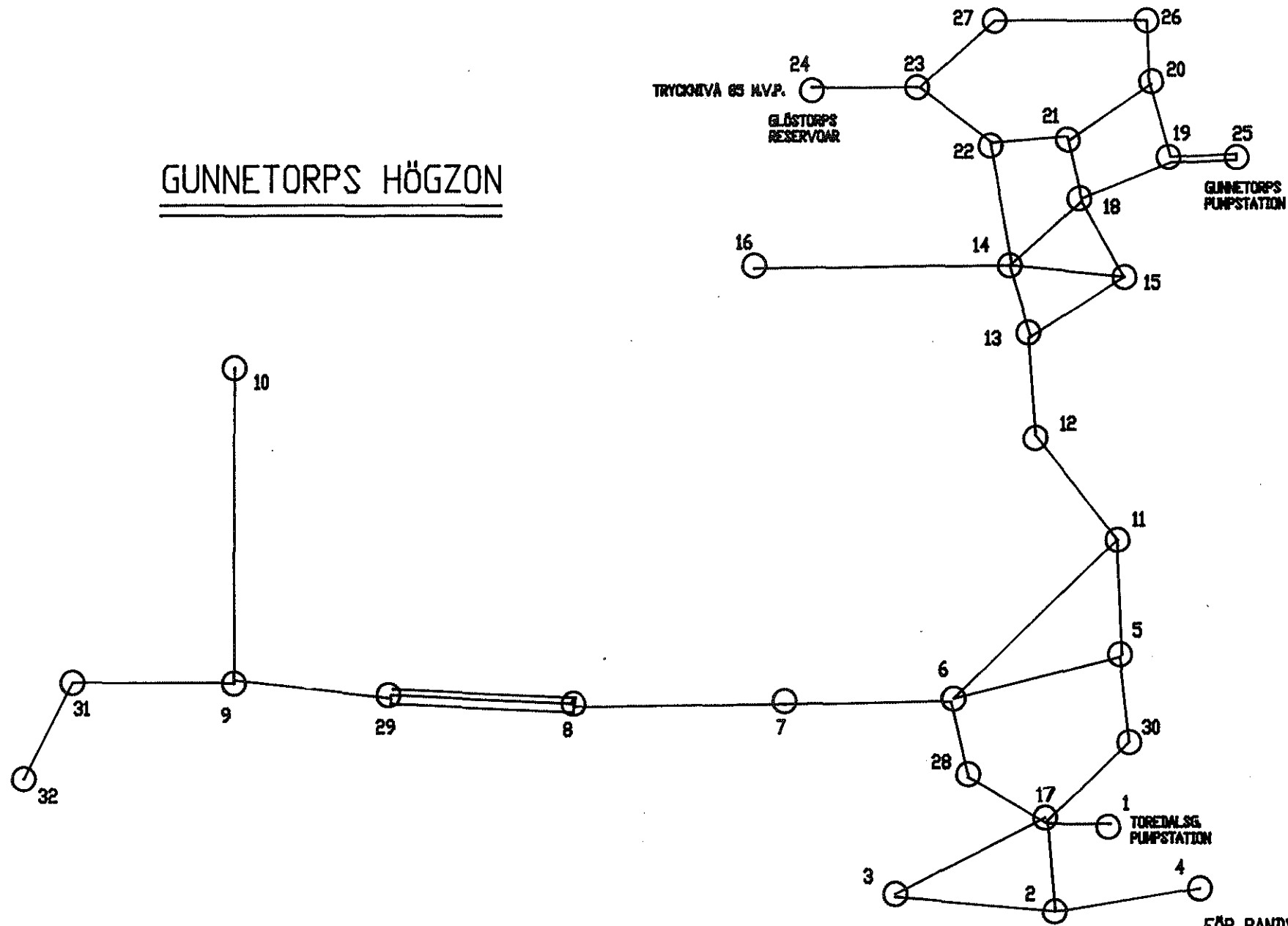
Licconsult, "LICFLOW user's manual", 1987.

Licconsult, "LICWATER, vidareutvikling fase 2+2,5, funktions-specifikation", 1988.

Artikel

Lennart Andersson, "Hydraulisk analys av vattenledningsnät", VAV Datormodeller, nr 1, 1988.

GUNNETORPS HÖGZON

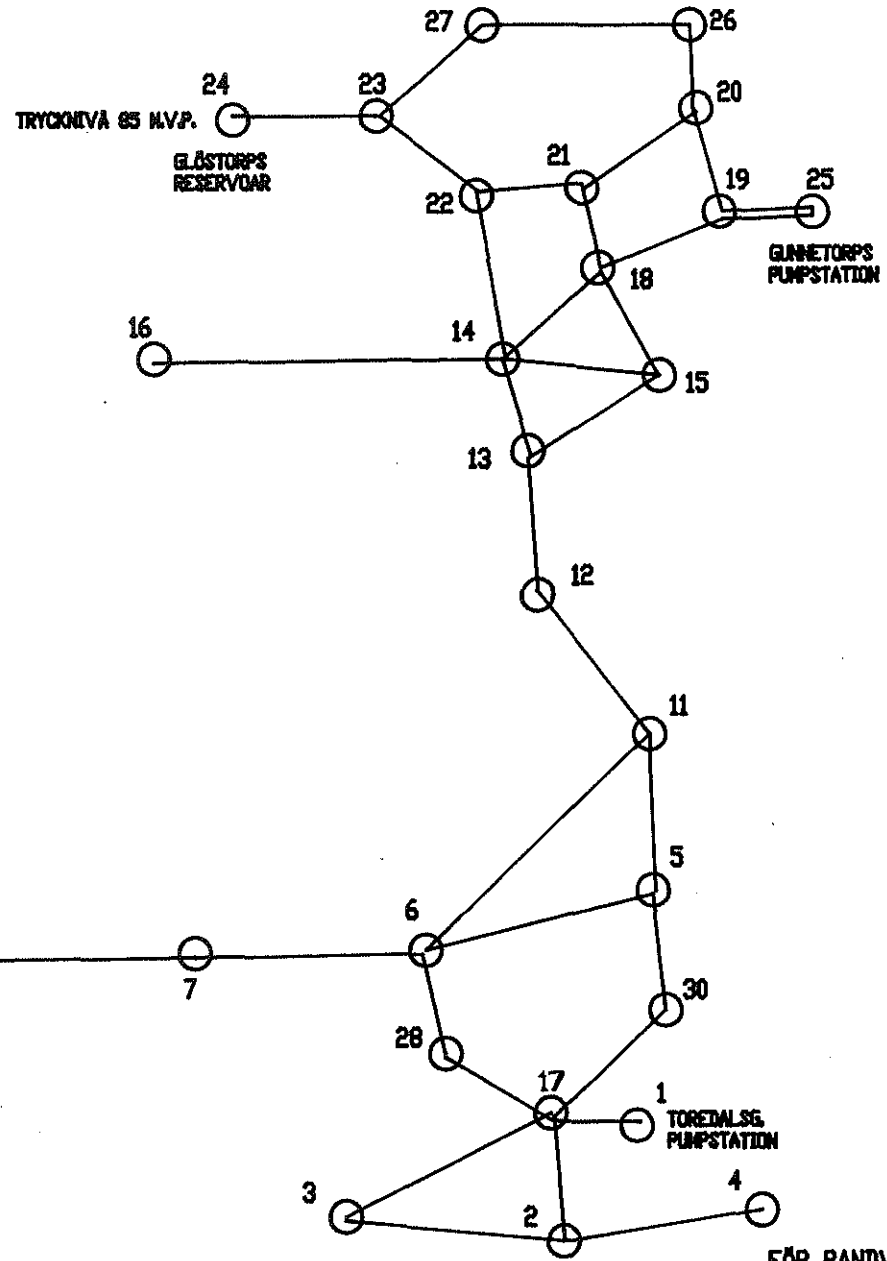
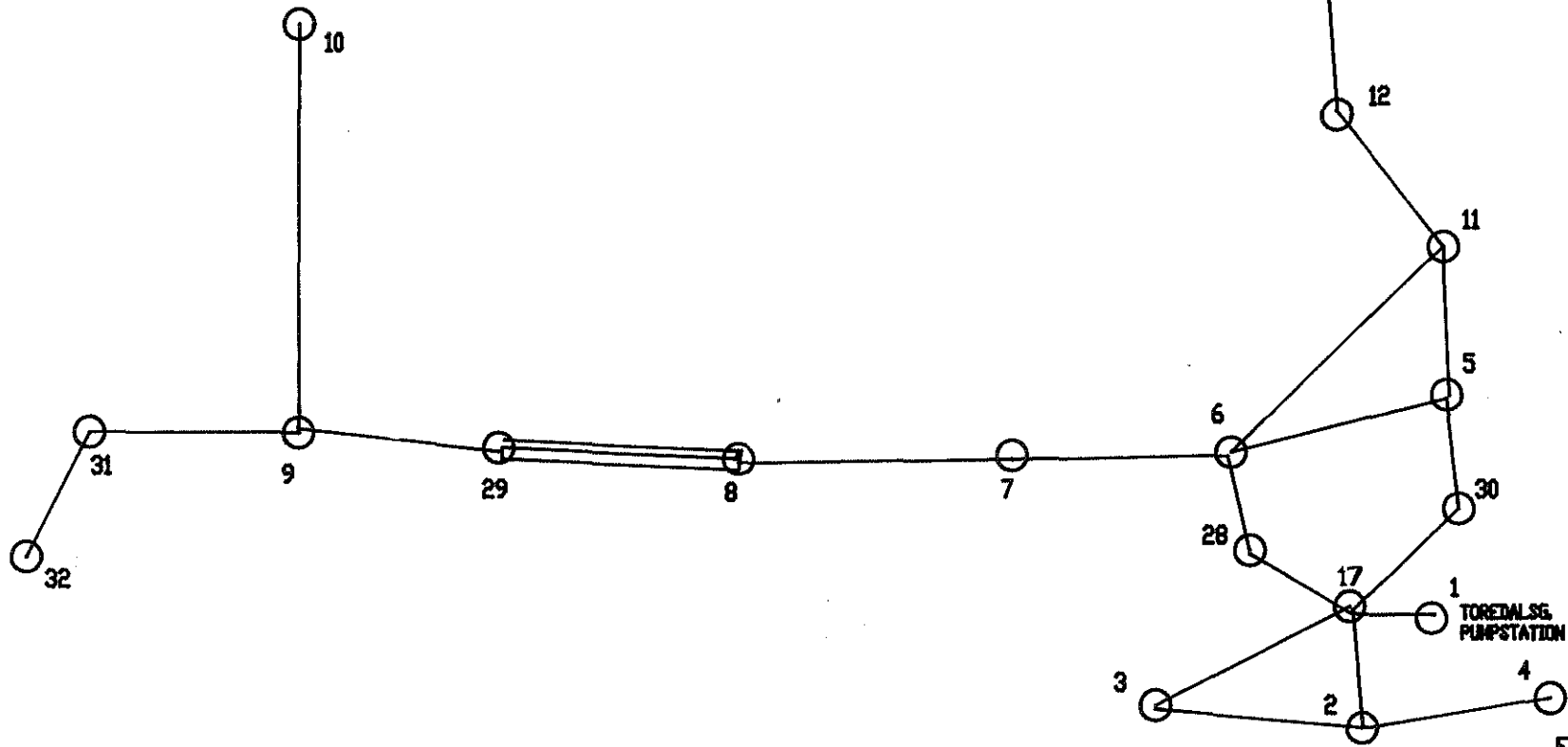


FÖR RANDVILLKOR SE NÄSTA SIDA

LEDNINGAR

FRAN KNUT	TILL KNUT	LÄNGD m	DIAM m	k m
3	2	500	0.2000	0.0010000
2	4	600	0.2000	0.0010000
5	6	500	0.2000	0.0010000
28	6	550	0.2000	0.0010000
6	7	340	0.2000	0.0010000
7	8	750	0.2000	0.0010000
9	10	700	0.2000	0.0010000
6	11	600	0.2000	0.0010000
11	12	600	0.2000	0.0010000
12	13	250	0.3000	0.0010000
13	15	600	0.2000	0.0010000
14	15	450	0.2000	0.0010000
14	16	1280	0.5000	0.0010000
15	18	400	0.2000	0.0010000
18	21	270	0.2000	0.0010000
21	22	200	0.2000	0.0010000
18	19	230	0.2500	0.0010000
19	20	460	0.2500	0.0010000
20	21	470	0.2000	0.0010000
22	23	180	0.2500	0.0010000
23	24	160	0.3500	0.0010000
23	27	500	0.2500	0.0010000
27	26	400	0.2500	0.0010000
26	20	250	0.2500	0.0010000
25	19	80	0.2500	0.0010000
25	19	80	0.2500	0.0010000
30	5	300	0.2000	0.0010000
8	29	500	0.1500	0.0010000
8	29	500	0.1500	0.0010000
29	9	550	0.1500	0.0010000
5	11	400	0.1500	0.0010000
14	18	400	0.2500	0.0010000
14	22	340	0.2500	0.0010000
13	14	490	0.4000	0.0010000
8	29	330	0.1000	0.0010000
9	31	2460	0.1140	0.0005000
31	32	990	0.1140	0.0005000
17	3	1100	0.2000	0.0010000
17	28	600	0.2000	0.0010000
17	30	300	0.2500	0.0010000
17	2	900	0.2000	0.0010000
1	17	40	0.3000	0.0010000

GUNNETORPS HÖGZON



FÖR RANDVILLKOR SE NÄSTA SIDA

LEDNINGAR

FRAN KNUT	TILL KNUT	LANGD m	DIAM m	k m
3	2	500	0.2000	0.0010000
2	4	600	0.2000	0.0010000
5	6	500	0.2000	0.0010000
28	6	550	0.2000	0.0010000
6	7	340	0.2000	0.0010000
7	8	750	0.2000	0.0010000
9	10	700	0.2000	0.0010000
6	11	600	0.2000	0.0010000
11	12	600	0.2000	0.0010000
12	13	250	0.3000	0.0010000
13	15	600	0.2000	0.0010000
14	15	450	0.2000	0.0010000
14	16	1280	0.5000	0.0010000
15	18	400	0.2000	0.0010000
18	21	270	0.2000	0.0010000
21	22	200	0.2000	0.0010000
18	19	230	0.2500	0.0010000
19	20	460	0.2500	0.0010000
20	21	470	0.2000	0.0010000
22	23	180	0.2500	0.0010000
23	24	160	0.3500	0.0010000
23	27	500	0.2500	0.0010000
27	26	400	0.2500	0.0010000
26	20	250	0.2500	0.0010000
25	19	80	0.2500	0.0010000
25	19	80	0.2500	0.0010000
30	5	300	0.2000	0.0010000
8	29	500	0.1500	0.0010000
8	29	500	0.1500	0.0010000
29	9	550	0.1500	0.0010000
5	11	400	0.1500	0.0010000
14	18	400	0.2500	0.0010000
14	22	340	0.2500	0.0010000
13	14	490	0.4000	0.0010000
8	29	330	0.1000	0.0010000
9	31	2460	0.1140	0.0005000
31	32	990	0.1140	0.0005000
17	3	1100	0.2000	0.0010000
17	28	600	0.2000	0.0010000
17	30	300	0.2500	0.0010000
17	2	900	0.2000	0.0010000
1	17	40	0.3000	0.0010000

KNUTAR

KNUT	NIVA LEDN	NIVA TRYCK	UTTAG INSTR
1	0	95.1	.03
25	0	87.4	.053
10	0	85.3	-.00669
9	0	85.5	-.00223
27	0	85.7	-.00223
26	0	86.1	-2.7875E-03
18	0	86.9	-.001115
13	0	86.9	-.001115
15	0	86.9	-.003345
5	0	92.6	-.001115
6	0	91.7	-.001115
7	0	91.1	-5.575E-04
8	0	89.7	-.001115
29	0	89.1	-5.575E-04
30	0	94.4	-.001115
3	0	94.9	-.003345
4	0	94.9	-.001115
16	0	86.9	0
12	0	87.1	0
19	0	87.3	0
21	0	86.4	0
22	0	86.1	0
23	0	85.3	0
2	0	94.9	-.001115
11	0	90.5	-.001115
28	0	93.2	-.001115
20	0	86.4	-.00446
14	0	86.9	-.00223
31	0	79.4	-1.6725E-03
32	0	78.4	-2.7875E-03
24	0	85	.006 TORN
17	0	95	0

.001 KNOT 14 dg= 0.0010

	FRAN KNOT	TILL KNOT	LANGD m	DIAM m	k m	FLÖDE m ³ /s	TRYCK m	TRYCK m	FÖRLUST mvp
L-9	3	2	500	0.2000	0.0010000	-0.0007	86.4	86.4	-0.00
L-37	2	4	600	0.2000	0.0010000	0.0011	86.4	86.4	0.01
L-11	5	6	500	0.2000	0.0010000	0.0081	85.9	85.7	0.25
L-6	28	6	550	0.2000	0.0010000	0.0090	86.0	85.7	0.35
L-5	6	7	340	0.2000	0.0010000	0.0159	85.7	85.0	0.68
L-4	7	8	750	0.2000	0.0010000	0.0154	85.0	83.6	1.38
L-38	9	10	700	0.2000	0.0010000	0.0069	79.3	79.1	0.26
L-12	6	11	600	0.2000	0.0010000	-0.0002	85.7	85.7	0.00
L-1	11	12	600	0.2000	0.0010000	0.0031	85.7	85.6	0.04
L-15	12	13	250	0.3000	0.0010000	0.0031	85.6	85.6	0.00
L-17	13	15	600	0.2000	0.0010000	-0.0015	85.6	85.6	-0.01
L-42	14	15	450	0.2000	0.0010000	-0.0019	85.6	85.6	-0.01
L-43	14	16	1280	0.5000	0.0010000	0.0006	85.6	85.6	0.00
L-18	15	18	400	0.2000	0.0010000	-0.0068	85.6	85.8	-0.14
L-21	18	21	270	0.2000	0.0010000	0.0088	85.8	85.6	0.17
L-40	21	22	200	0.2000	0.0010000	0.0112	85.6	85.4	0.20
L-34	18	19	230	0.2500	0.0010000	-0.0294	85.8	86.3	-0.48
L-23	19	20	460	0.2500	0.0010000	0.0237	86.3	85.6	0.62
L-24	20	21	470	0.2000	0.0010000	0.0023	85.6	85.6	0.02
L-25	22	23	180	0.2500	0.0010000	0.0271	85.4	85.1	0.32
L-29	23	24	160	0.3500	0.0010000	0.0391	85.1	85.0	0.10
L-26	23	27	500	0.2500	0.0010000	-0.0119	85.1	85.3	-0.17
L-27	27	26	400	0.2500	0.0010000	-0.0142	85.3	85.5	-0.19
L-28	26	20	250	0.2500	0.0010000	-0.0169	85.5	85.6	-0.17
L-22	25	19	80	0.2500	0.0010000	0.0266	86.4	86.3	0.14
L-22 33	25	19	80	0.2500	0.0010000	0.0266	86.4	86.3	0.14
L-10	30	5	300	0.2000	0.0010000	0.0134	86.3	85.9	0.42
L-45	8	29	500	0.1500	0.0010000	0.0059	83.6	83.0	0.62
L-44-46	8	29	500	0.1500	0.0010000	0.0059	83.6	83.0	0.62
L-5	29	9	550	0.1500	0.0010000	0.0136	83.0	79.3	3.67
L-13	5	11	400	0.1500	0.0010000	0.0042	85.9	85.7	0.25
L-19	14	18	400	0.2500	0.0010000	-0.0127	85.6	85.8	-0.15
L-20	14	22	340	0.2500	0.0010000	0.0159	85.6	85.4	0.21
L-16	13	14	490	0.4000	0.0010000	0.0032	85.6	85.6	0.00
L-3031	8	29	330	0.1000	0.0010000	0.0024	83.6	83.0	0.62
L-2	9	31	2460	0.1140	0.0005000	0.0045	79.3	73.1	6.19
L-1	31	32	990	0.1140	0.0005000	0.0028	73.1	72.2	0.96
L-8	17	3	1100	0.2000	0.0010000	0.0026	86.5	86.4	0.06
L-7	17	28	600	0.2000	0.0010000	0.0101	86.5	86.0	0.48
L-39	17	30	300	0.2500	0.0010000	0.0145	86.5	86.3	0.15
L-41	17	2	900	0.2000	0.0010000	0.0029	86.5	86.4	0.06
L-35	1	17	40	0.3000	0.0010000	0.0301	86.5	86.5	0.03

SYSTEM DATA

```
=====
= Generelle data =
=====
```

Antal ledninger: 46
Antal knuder : 36

Ledninger i ringssystemer er mærket med *

11 Loops i nettet

- Hardy-Cross/Jacobi løsningsmetode anvendt.

Tryktabskorrektioner: $F = 1.000 + .000 \times \text{Diameter}$
Flowfaktor: $Kq = \text{*****}$

=====
 = Geometri =
 =====

nr	RVR ID	LENGDE m	KOTE		KNUDE	
			opstr. m	nedstr. m	opstrøms	nedstrøms
1	L-1	990.0	.0	.0	32	31
2	L-2	2460.0	.0	.0	31	9
3	L-3	550.0	.0	.0	9	29
4	L-4	750.0	.0	.0	8	7
5	L-5	340.0	.0	.0	7	6
6	L-6	550.0	.0	.0	6	28
7	L-7	600.0	.0	.0	28	17
8	L-8	1100.0	.0	.0	17	3
9	L-9	500.0	.0	.0	3	2
10	L-10	300.0	.0	.0	30	5
* 11	L-11	500.0	.0	.0	5	6
12	L-12	600.0	.0	.0	6	11
* 13	L-13	400.0	.0	.0	11	5
14	L-14	600.0	.0	.0	11	12
15	L-15	250.0	.0	.0	12	13
16	L-16	490.0	.0	.0	13	14
* 17	L-17	600.0	.0	.0	15	13
18	L-18	400.0	.0	.0	15	18
19	L-19	400.0	.0	.0	18	14
20	L-20	340.0	.0	.0	14	22
* 21	L-21	270.0	.0	.0	21	18
* 22	L-22	80.0	.0	.0	25	19
* 23	L-23	460.0	.0	.0	19	20
24	L-24	470.0	.0	.0	20	21
25	L-25	180.0	.0	.0	22	23
26	L-26	500.0	.0	.0	23	27
27	L-27	400.0	.0	.0	27	26
28	L-28	250.0	.0	.0	26	20
29	L-29	160.0	.0	.0	23	24
30	L-30	329.0	.0	.0	8:2	8
31	L-31	1.0	.0	.0	8:3	8
32	L-32	79.0	.0	.0	19	25:2
33	L-33	1.0	.0	.0	25:2	25
34	L-34	230.0	.0	.0	18	19
35	L-35	40.0	.0	.0	17	TOREDALS
36	L-36	1.0	.0	.0	25	25extra
37	L-37	600.0	.0	.0	4	2
38	L-38	700.0	.0	.0	10	9
39	L-39	300.0	.0	.0	30	17
* 40	L-40	200.0	.0	.0	21	22
* 41	L-41	900.0	.0	.0	2	17
* 42	L-42	450.0	.0	.0	15	14
43	L-43	1280.0	.0	.0	14	16
44	L-44	499.0	.0	.0	29	8:3
* 45	L-45	500.0	.0	.0	8	29
* 46	L-46	1.0	.0	.0	29	8:2

=====

= Fysiske rørdata =

=====

nr	RVR ID	RVRDATA		
		Diam mm	Ruhed mm	Enk. tab -
1	L-1	114.0	.500	.0
2	L-2	114.0	.500	.0
3	L-3	150.0	1.000	.0
4	L-4	200.0	1.000	.0
5	L-5	200.0	1.000	.0
6	L-6	200.0	1.000	.0
7	L-7	200.0	1.000	.0
8	L-8	200.0	1.000	.0
9	L-9	200.0	1.000	.0
10	L-10	200.0	1.000	.0
11	L-11	200.0	1.000	.0
12	L-12	200.0	1.000	.0
13	L-13	150.0	1.000	.0
14	L-14	200.0	1.000	.0
15	L-15	300.0	1.000	.0
16	L-16	400.0	1.000	.0
17	L-17	200.0	1.000	.0
18	L-18	200.0	1.000	.0
19	L-19	250.0	1.000	.0
20	L-20	250.0	1.000	.0
21	L-21	200.0	1.000	.0
22	L-22	250.0	1.000	.0
23	L-23	250.0	1.000	.0
24	L-24	200.0	1.000	.0
25	L-25	250.0	1.000	.0
26	L-26	250.0	1.000	.0
27	L-27	250.0	1.000	.0
28	L-28	250.0	1.000	.0
29	L-29	350.0	1.000	.0
30	L-30	100.0	1.000	.0
31	L-31	150.0	1.000	.0
32	L-32	250.0	1.000	.0
33	L-33	250.0	1.000	.0
34	L-34	250.0	1.000	.0
35	L-35	300.0	1.000	.0
36	L-36	*****	1.000	.0
37	L-37	200.0	1.000	.0
38	L-38	200.0	1.000	.0
39	L-39	250.0	1.000	.0
40	L-40	200.0	1.000	.0
41	L-41	200.0	1.000	.0
42	L-42	200.0	1.000	.0
43	L-43	300.0	1.000	.0
44	L-44	150.0	1.000	.0
45	L-45	150.0	1.000	.0
46	L-46	100.0	1.000	.0

=====
 = Knude data =
 =====

NR	KNUDE ID	TRYK mVs	FLOW l/s
1	29	-	.6
2	8	-	1.1
3	32	-	2.8
4	31	-	1.8
5	9	-	2.2
6	10	-	6.7
7	16	-	.0
8	24	55.00	-
9	7	-	.6
10	6	-	1.1
11	28	-	1.1
12	17	-	.0
13	TOREDALS	-	-30.0
14	2	-	1.1
15	3	-	3.3
16	30	-	1.1
17	5	-	1.1
18	11	-	1.1
19	12	-	.0
20	13	-	1.1
21	14	-	2.2
22	15	-	3.3
23	18	-	1.1
24	21	-	.0
25	22	-	.0
26	23	-	.0
27	27	-	2.2
28	26	-	2.8
29	20	-	4.5
30	19	-	.0
31	25	-	.0
32	8:2	-	.0
33	8:3	-	.0
34	25:2	-	.0
35	4	-	1.1
36	25extra	-	-53.0

=====
 = Knude data =
 =====

NR	ID	FLOW	TRYK	TRYK
		l/s	mVs	-NIVEAU- mVs
1	29	.56	82.96	82.96
2	8	1.12	83.61	83.61
3	32	2.79	71.11	71.11
4	31	1.76	72.22	72.22
5	9	2.23	79.24	79.24
6	10	6.69	78.97	78.97
7	16	.00	85.66	85.66
8	24	38.87	85.00	85.00
9	7	.56	85.03	85.03
10	6	1.12	85.72	85.72
11	28	1.12	86.09	86.09
12	17	.00	86.59	86.59
13	TOREDALS	-30.00	86.63	86.63
14	2	1.12	86.52	86.52
15	3	3.35	86.52	86.52
16	30	1.12	86.43	86.43
17	5	1.12	85.99	85.99
18	11	1.12	85.72	85.72
19	12	.00	85.66	85.66
20	13	1.12	85.66	85.66
21	14	2.23	85.66	85.66
22	15	3.35	85.67	85.67
23	18	1.12	85.82	85.82
24	21	.00	85.65	85.65
25	22	.00	85.44	85.44
26	23	.00	85.10	85.10
27	27	2.23	85.29	85.29
28	26	2.79	85.49	85.49
29	20	4.46	85.67	85.67
30	19	.00	86.32	86.32
31	25	.00	86.46	86.46
32	8:2	.00	82.94	82.94
33	8:3	.00	83.61	83.61
34	25:2	.00	86.46	86.46
35	4	1.12	86.51	86.51
36	25extra	-53.00	86.46	86.46

```
=====
= Producent resultater =
=====
```

NR	ID	FLOW	TRYK	TRYK
		1/s	mVs	-NIVEAU-
			mVs	mVs
13	TOREDALS	-30.00	86.63	06.63
36	25extra	-53.00	86.46	86.46

Forbrug: 83.00

```
=====
= Maks/min værdier =
=====
```

Maksimal trykgradient: -6.8 mmVs/m i rør: L-3
 Minimal trykgradient: .0 mmVs/m i rør: L-43

Maksimal hastighed: -.76 m/s i rør: L-3
 Minimal hastighed: .00 m/s i rør: L-43

Maksimalt tryk: 86.63 mVs i knude: TOREDALS
 Minimalt tryk: 71.11 mVs i knude: 32

Beregningerne konvergerede efter 5 iterationer
 - afsluttet 1988.10.15 14:55:30

Simuleringstiden var 0: 0: 9



ANNUAL TILL
LIVVATNER
PROGRAM
FÖR
VANNÄT-
ANALYS

AV:

Estelle Ponton

Per Andersson

Institutionen för vattenbyggnad CTM

ÄSTERS 1988

INNEHALL

	sida
Kort programbeskrivning	2
1 Start av program	3
2 Menyuppbyggnad	3
2.1 Programmets menynivåer	4
3 Indatainläggning (1)*	5
3.1 Lager 1 ledningsgeometri	6
3.2 Lager 2 rördiameter	7
3.3 Lager 3 rörlängd	8
3.4 Lager 4 knutars plusshöjd	8
3.5 Lager 5 råhet	8
3.6 Lager 6 referenstryck och tryckändring pga ventil eller pump	9
3.7 Lager 7 flöde vid intag/uttag	10
3.8 Lager 8 flödesfaktor, pump- och ventildata	10
3.9 Lager 9 ritningsidentifikation	11
4 Spara ritningen	11
5 Generering av data (2)	12
6 Felsökning	12
7 Beräkning (3)	12
8 Plottning av resultat (4)	13
8.1 Nivåplot	13
8.2 Översiktsplot	14
8.3 Användardefinierad plot	15
8.4 Profilplot	16
9 Kontroll av tabeller (5) och print av tabeller (6)	17
10 Grafisk check av geometri (7)	18
Hårdvarukrav	19
Mjukvarukrav	19
Testexempel	19

BILAGOR: A AutoCAD-hantering
 B Litet exempel på körning

* Siffran inom parentes syftar på avsnittets motsvarande alternativnummer i LICWATERS huvudmeny.

PROGRAMBESKRIVNING

LICWATER är ett PC-program för analys av va-nät.

LICWATER är utvecklat av Licconsult och svensk återförsäljare är Pulsen.

Som underlag till denna manual har version 3.2 använts.

LICWATER utnyttjar AutoCAD vid inläsning av nätets geometri och övriga data. Geometrin ritas och data skrivs med text på skärmen vid aktuellt rör eller knutpunkt.

Stationära förhållanden i nätet analyseras av beräkningsrutinen LFLOW.

Resultaten presenteras antingen i tabeller eller i AutoCAD-miljö. Man kan välja flera olika varianter av resultatplottar. Det går att få resultat angivet med text på en plan av nätet eller en plan där olika färger anger olika nivåer av tryck, hastighet, flöde eller tryckgradient.

Programmet kan hantera 500 ledningar och 500 knutpunkter (50 ledningar och 50 knutar i undervisningsversion).

Följande styrfunktioner kan användas:

- Pumpkurva
- Tryckstegringspump
- Ventilkaraktäristika
- Tryckreduceringsventil

I nuvarande version kan endast stationära flöden hanteras men tidssimulering planeras.

1. START AV PROGRAM

Programmet startas upp med:
CD LICWATER <J
LICWATER <J

Alla kommandon (här skrivna med fet stil) skickas med **Return** (<J).

Vid val av alternativ i LICWATER-menyerna räcker det med att ange alternativnummer.

2. MENYUPPBYGGNAD

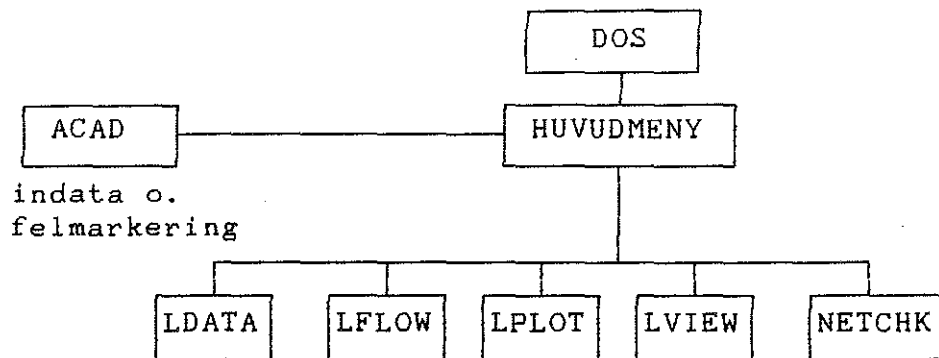
Efter en inledande välkomsttext, visas huvudmenyn på skärmen:

```
-----  
AutoCAD (1)  
Generering af data (2)  
Beregning (3)  
Plot af resultater (4)  
Gennemsyn af tabeller (5)  
Print af tabeller (6)  
Grafisk check af geometri (7)  
-----  
Valg: ( )
```

Meny M2, Huvudmeny.

(För att lättare kunna följa arbetsgången genom huvudmenyn är dess alternativnummer angivna inom parentes strax efter aktuell huvudrubrik)

2.1 Programmets menynivåer



LDATA: Generering av indata från AutoCAD-ritningen.
LFLOW: Beräkning av nätet.
LPLOT: Plottning av resultat.
LVIEW: Visning på skärm/utskrift av resultat i tabellform.
NETCHK: Geometrisk kontroll av nätet.

För att gå till en högre "menynivå" tryck två gånger på **Return**.

3. INDATAINLAGGNING (1)

Efter val av **AutoCAD (1)** på huvudmenyn visas AutoCAD-menyn på skärmen:

(En hjälp vid hantering av AutoCAD-programmet finns i bilaga A.)

Main Menu

0. Exit AutoCAD
1. Begin a NEW drawing
2. Edit an EXISTING drawing
3. Plot a drawing
4. Printer Plot a drawing

5. Configure AutoCAD
6. File Utilities
7. Compile shape/font description file
8. Convert old drawing file

Enter selection:

Meny AM, AutoCAD-menyn.

Välj alt. 1, **Begin a NEW drawing**, för inläggning av nytt nät eller alt. 2, **Edit an EXISTING drawing**, för ändring av befintligt nät.

Namnet på ritningen får väljas så att det maximalt innehåller åtta bokstäver och/eller siffror. Observera, att bokstäverna A, Å och Ö inte kan användas.

Ledningsnätets data indelas i indatagrupper som ritas in på olika lager på ACAD-ritningen enligt nedan.

Lager	Prefix	Data	Enhet
1		Geometri, knutidentifikation	
2	D el. ϕ^*	Rördiameter	mm
3	L	Ev. rörlängd	m
4	Z	Plushöjd för knutpunkt	m
5	k, H	Rörråhet o. tilläggsförluster	mm, -
6	P, dP	Referenstryck o. tryckförändringar av pump/ventil	m, mvp
7	Q	Flöde vid intag/uttag	l/s
8	FF	Flödesfaktor	-
	PK	Pumpkaraktistika	l/s, m
	VK	Ventilkaraktistika	°, m
9		Ritningsidentifikation	

* Danskt ö

Komentarer:

Ovan beskrivna lager får endast användas till data enligt tabellen.

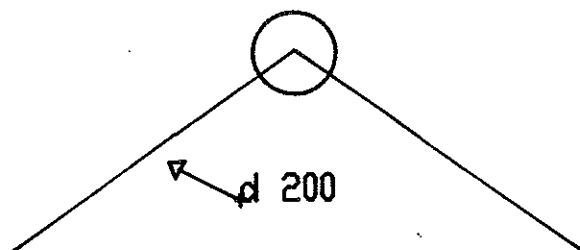
Komentarer och övrig information får skrivas in på egendefinierade lager.

SKRIVREGLER

- * Indata måste:
 - skrivas på rätt lager.
 - skrivas med rätt prefix.
- * Textsträngen måste börja med prefixet.
- * Blanksteg är obligatoriskt efter prefix och på båda sidor om siffervärdet.

Exempel

RATT	FEL
Q 10	10
q 10	q10
Q flöde 10 l/s	Q 10l/s

Exempel

- + Alla data hänförs till den knut eller ledning vars mittpunkt ligger närmast prefixets nedre vänstra hörn.

Undantag görs för pumpar och ventiler, där datan hänförs till den ände av ledningen som ligger närmast prefixet.

3.1 LAGER 1 LEDNINGSGEOMETRI

Ledningsnätet får maximalt innehålla 500 ledningar och 500 knutar (undervisningsversionen 50 leningar och 50 knutar).

Ledningar representeras av linjer och knutpunkter av cirklar med valfri diameter.

Antingen anger Du här absoluta koordinater för ledningssträckningarna, varvid programmet själv beräknar längderna, eller skriver Du in längdernas belopp på lager 3 (se bil. A s 8, resp. Lager 3 s 6).

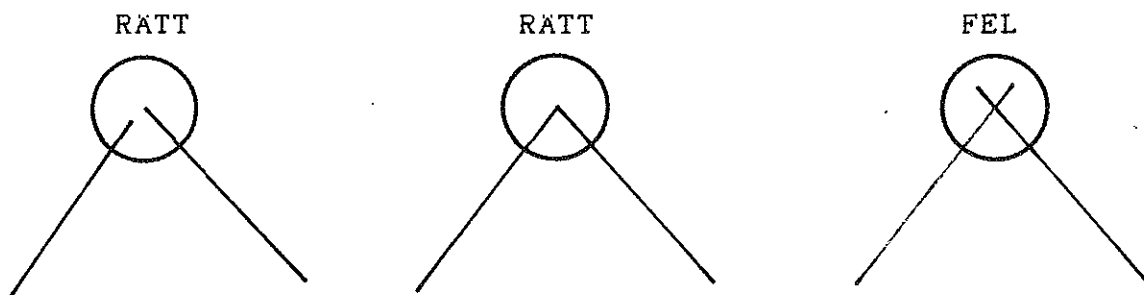
Till varje knutpunkt måste anges en identifikation med maximalt 8 tecken.

Att tänka på:

* För att underlätta: lägg in nätet i skala 1:1 (se bil. A, AutoCAD-hantering)

* Var noggrann med att inte korsa ledningslinjerna inuti cirklarna. Detta kan ge felutskriften: "Ledningssträcka funnen utan längd."

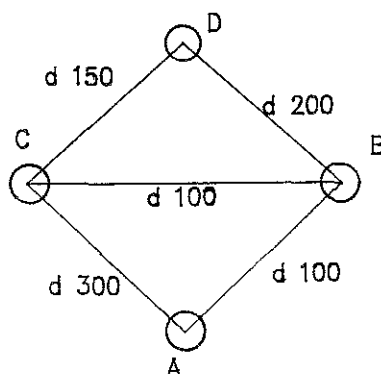
Exempel:



3.2 LAGER 2 _RÖRDIAMETER

Den inre diametern skall anges för alla rörsträckningar. Diametern anges i mm.

Exempel:

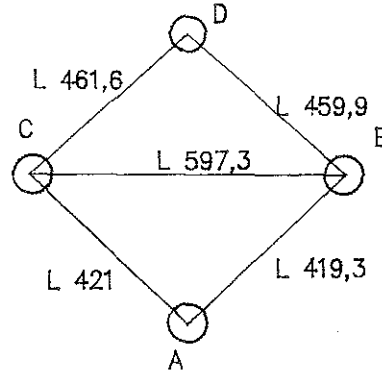


3.3 LAGER 3 RÖRLÄNGD

Längden inläses i m.

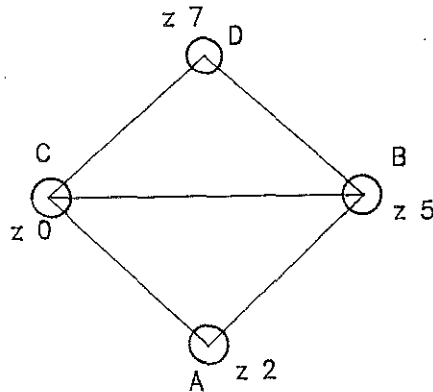
Om Du inte anger rörlängden för en ledning beräknar programmet längden med utgångspunkt från tillhörande knutpunkters koordinater.

Exempel:

3.4 LAGER 4 KNUTARS PLUSHÖJD

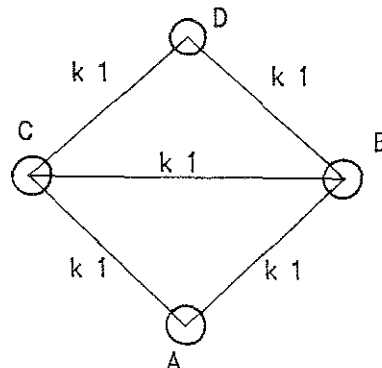
Till alla knutar skall Du ange en plushöjd, vilken har enheten m.

Exempel:

3.5 LAGER 5 RAHET

Råheten skall anges för alla rörsträckningar. Enheten är mm.

Exempel:



3.6 LAGER 6 REFERENSTRYCK OCH TRYCKÄNDRINGAR PGA VENTIL ELLER PUMP

På minst ett ställe i nätet inskrives ett absoluttryck, referenstryck. Trycket inläses i mVp.

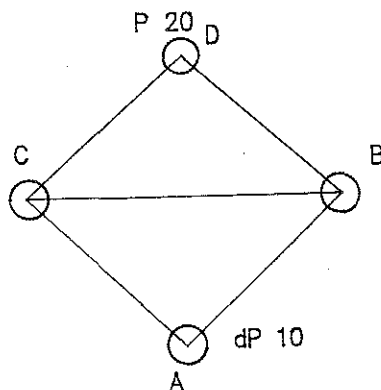
Anger Du endast ett referenstryck i nätet, sätts trycket i denna punkt till det givna värdet. Skriver Du in flera absoluta tryck används dessa så att ett av värdena väljs till referenstryck med hänsyn till att de övriga inte får överstigas.

Tryckförändringar pga pump eller ventil kan inläsas på två olika sätt.

Det ena alternativet är att Du skriver in en fast tryckändring vid ledningsändan.

En tryckökning (pump) läses in som ett positivt tal och enheten är mVp.

Exempel:



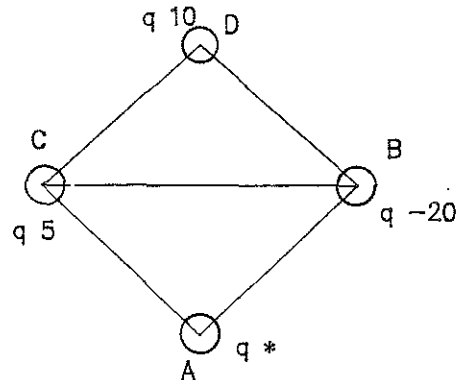
Tryckförändringen kan även bestämmas utifrån det beräknade flödet genom pumpen eller ventilen. Då antecknas dP * vid ledningsändan och en pump- eller ventilkarakteristika läggs in på lager 8 (se vidare Lager 8).

3.7 LAGER 7 FLÖDE VID INTAG/UTTAG

Ange flödet vid varje knut med enhet i l/s.
Uttag, dvs förbrukning skrivs som ett positivt tal.

Vill man ha intag eller uttag beräknat skrivs $Q *$ eller $q *$ vid knuten.
Maximalt ett flöde kan beräknas i nätet.

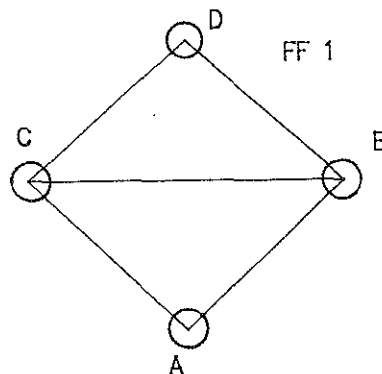
Exempel:



3.8 LAGER 8 FLÖDESFAKTOR, PUMP- OCH VENTILDATA

Flödesfaktorn är en skalfaktor som alla flöden vid uttag och intag multipliceras med.
Denna faktor kan skrivas in var som helst på ritningen.
Flödesfaktorn är inte obligatorisk indata.

Exempel:



Pumpdata och ventildata hänförs till den ledningsände som ligger närmast.

Pumpkaraktistikan beskrivs med tre talpar:

$PK \ q_1 \ dP_1 \ q_2 \ dP_2 \ q_3 \ dP_3$,

där q_1 är flödet genom pumpen (l/s)
och dP_1 är tillhörande lyfthöjd (mVp).

Ventilkaraktistikan antecknas med upptill 10 talpar:

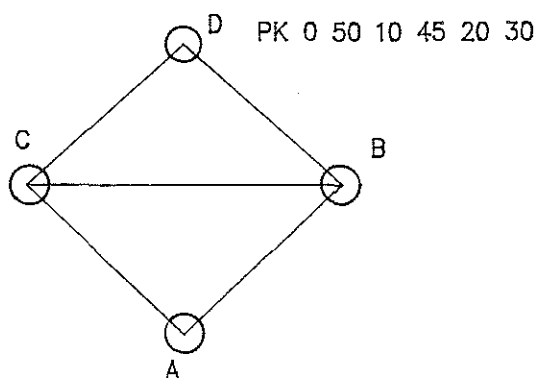
VK α α_1 Kv_1 α_2 Kv_2 ... α_{10} Kv_{10} ,

där α (grader) är aktuell öppningsgrad i ventilen och α_1 (grader) är med ventilkoefficienten Kv_1 (t/h/bar^{1/2}) sammanhörande öppningsgrad. Talparen skall anges i ökande stängningsgrad (dvs α_1 minskar)

Om man anger en karakteristik måste man även skriva **dP *** på lager 6 (se Lager 6 s 7).

Detta innebär att programmet beräknar tryckförändringen vid aktuellt flöde genom pumpen/ventilen.

Exempel:



3.9 LAGER 9 RITNINGSIDENTIFIKATION

Här kan Du skriva och rita vad Du vill, exempelvis namn på området Du arbetar med, kvartersnamn och gatunamn etc.

4. SPARA RITNINGEN

När alla data är inlagda i nätet sparas ritningen i DX-format mha kommandot **DXFOUT**.

Avsluta indatainläggningen med **END** och Du återkommer till AutoCAD-menyn.

Välj alternativ 0, **Exit AutoCAD**, på menyn och huvudmenyn är nu på skärmen.

5. GENERERING AV DATA (2)

När Du är färdig med ritningen och har sparat den i DX-format, så fortsätter Du med **Generering av data**. Programmet frågar efter namnet på indatafilen.

Genereringen innebär att programmet tolkar ritningen och skapar en indatafil, *.dat, ur vilken beräkningsprogrammet tar sina data.

Filen *.dat är skriven i klartext med indatan i tabellform och denna kan studeras under alt. 5, **Kontroll av tabeller**.

Observera, att eftersom programmet visar ett eventuellt felmeddelande mycket hastigt, kan det vara bra att trycka **Ctrl-P** (strax före Du skriver namnet på Din indatafil), för att få utskrift på skrivare.

När genereringen är färdig, tryck **Ctrl-P** igen för att avbryta utskriften.

6. FELSÖKNING

Om Du har fått ett felmeddelande vid genereringen av data, finns det möjlighet att få felen markerade på ritningen.

Gör enligt följande:

- Välj alt.1, **AutoCAD**, i huvudmenyn.
- I AutoCAD-menyn väljer Du alt.1, **Begin new drawing**.
- Ge den nya filen ett namn.
- Skicka kommandot **Felmarkering**, och välj sedan alt.3, **Fel**.
- Programmet ringar nu in felen på Din ritning.
Röda ringar = grova fel.
Gula ringar = mindre fel och följdfelet.

7. BERÄKNING (3)

Ange namnet på Din indatafil.
Programmet läser nu indata från *.dat-filen och analyserar nätet.

Resultaten läggs i en fil *.out, vilken kan studeras under alternativ 5, **Kontroll av tabeller**, i huvudmenyn.

I *.out-filen finns också indatan tabellerad, vilken beräkningsprogrammet läst ur *.dat.

8. PLOTTNING AV RESULTAT (4)

Exempel på utseende av resultatplottar återfinns i bilaga B.

Lav plot	(1)
Vis plot (AutoCAD)	(2)

Valg: ()

Meny M8

Börja med att skapa en plotfil.
Välj alternativ 1, Lav plot, och ange indatafilnamn.

Niveauplot	(1)
Oversigtsplot	(2)
Brugerdefinerede plot	(3)
Profil plot	(4)

Valg: ()

Meny M81

8.1 NIVAPLOT

Utdataprogrammet visar här mha färger olika nivåer på antingen absoluttryck, trycknivå, tryckgradient, flöde eller hastighet.

Tryk (abs)	(1)
Trykniveau	(2)
Trykgradient	(3)
Flow	(4)
Hastighed	(5)

Valg: ()

Meny M811

Välj ett av alternativen.

Ange antalet färger som du vill använda, 3-12 st.

Textstorleken kan Du ändra på om du inte är nöjd med den som finns angiven.

Även gränserna för färgskalan kan Du ändra.

Exempel:

```

-----
Tryk (abs)                (1)  Max/min verdier -
Trykniveau                (2)
Trykgradient              (3)      Tryk,min:      79.58
Flow                      (4)      ,max:        95.10
Hastighet                 (5)
-----
Gränser för farveskala -
Valg:                     (1)
                          Min.niveau:    81.52
Antal färver              (8 )
                          Max.niveau:    93.40
Tekst storrelse          ( 1.0)

```

8.2 ÖVERSIKTSPLOT

```

-----
Diameter                  (1)
Geometri                  (2)
Knutresultat              (3)
Ledningsresultat         (4)
-----

```

```

Valg:                     ( )

```

Meny M812

Programmet skapar en plan med flödesriktning kompletterad med endera av följande alternativ:

- Diametern angiven vid alla rör.
- Geometri och koordinater för samtliga knutpunkter.
- Knutresultat: tryck, tryckhöjd och summa in- och utflöde skrivs vid varje knut. (Uttag:+)

eller

- Ledningsresultat: diameter, hastighet, flöde och tryckgradient redovisas.

Ange önskad textstorlek.

8.3 ANVÄNDARDEFINIERAD PLOT

```

-----
Tekst ved knuder          (1)
Tekst ved rør            (2)
Liste over knuder        (3)
Liste over rør           (4)
Benyt gammel konfig. fil (5)
-----
Valg:                    ( )

```

Meny M813

8.3.1 Text vid knutar och Text vid rör:

Här får Du välja exakt vilka utdata Du vill ha plottade. Tryck en extra gång på Return när Du är nöjd.

Exempel.

Rør ID: L-1

```

-----
Rør ID          (1)
Flow            (2) 1: L-1                H: 1.0
Hastighed       (3) 2: V:      .28 m/s    H: 1.0
Trykgradient    (4) 3: Q:      2.8 l/s     H: 1.0
Rørdiameter     (5) 4: Di:    114.0 mm     H: 1.0
Brugerdefineret tekst (6) 5: BETONGRØR      H: 1.0
Slet linie      (7)
-----
Valg:          ( )

```

8.3.2 Lista över knutnamn:

En lista över de knutidentifikationer Du har använt visas på skärmen.

8.3.3 Lista över ledningsnamn:

Här anges vilka ledningsnamn som programmet har givit de aktuella ledningarna, L-1,L-2... osv.

8.3.4 Använd tidigare definierad plotfil (konfigurationsfil):

Här kan Du ta fram en fil som Du tidigare har sparat ovan.

Ange filnamn.

Programmet frågar om filen skall uppdateras.

Svara ja, om Du har gjort ändringar i indatan sedan Du sparade konfigurationsfilen.

Om Du svarar nej fås exakt den bilden som sparades.

8.4 PROFILPLOT

Välj mellan följande sju storheter:

Plotfilen består af data fra 36 knuder.

Tryk (kPa)	(1)
Tryk (m vandsejle)	(2)
Trykhøjde (kPa)	(3)
Trykhøjde (m vandsejle)	(4)
Tryk gradient (Pa/m)	(5)
Tryk gradient (mmVs/m)	(6)
Flow hastighed (m/s)	(7)
Valg:	(7)

knude-ID i den rækkefølge de skal optræde i plot-filen

Indlæs 1. knude-ID: 6 Knude-ID på plot ? (J/N): J

Meny M814

Ange mellan vilka knutar diagram skall uppritas, och om knutidentifikation skall plottas. Observera att det måste finnas en ledning mellan knutarna.

(Tryck return en extra gång när Du är nöjd.)

Programmet ger förslag till diagramutformning. Exempel:

Bruger definerede data - Hastighed

Titel: GUNNETORPS VA-NAT

=====

X-akse: max.niveau: 1200.
 min.niveau: .0000
 enhed : m (meter)
 tekst : Stationering
 antal tics: 10
 Y-akse: max.niveau: .1110
 min.niveau: -.7546E-02
 enhed : m/s
 tekst : Hastighed
 antal tics: 10
 Tekst kurve 1 : Hastigheds profil

Ändra text eller fortsätt med return.

Du har nu skapat en plotfil, LPlot-2V.Dxf.

För att visa resultatet, tryck två gånger på return och välj alt.2, **Vis plot**, i menyn M8.

Om Du vill spara plotfilen , så spara den som en vanlig ritning med **save** och ge den ett namn.

Sparar Du inte ritningen, stryks den när nästa plotfil skapas.

Gå tillbaka till meny M2 mha **Quit** och **Y** samt alt.0, **Exit AutoCAD**.

9. KONTROLL AV TABELLER (5)

OCH

PRINT AV TABELLER (6)

Inputfil (*.DAT)	(1)
Checkfil (*.CHK)	(2)
Resultatfil (*.OUT)	(3)
<hr/>	
Valg:	()

Meny M9

(1) **Inputfil**: se Generering av data.

(2) **Checkfil**: se Grafisk check av geometri.

(3) **Resultatfil**: se Beräkning. (Innehåller även indata)

Bläddra i tabellerna mha **Pg Up** och **Pg Dn**.

Avsluta med **Esc**.

10. GRAFISK CHECK AV GEOMETRI (7)

Programmet anger ledningar som eventuellt kan orsaka geometriska problem, exv ledning utan knutpunkt.
Ange filnamn, textstorlek och sätt inläsningsvinkeln till 0.

HARDVARU-KRAV

- IBM PC/XT/AT kompatibel maskin.
- 640 kb RAM.
- 5½ " diskettstation.
- Hårddisk.
- 8087, 80287 eller 80837 math. co-processor.
- (skärm av EGA-kvalitet)

MJUKVARUKRAV

- AutoCAD version 2.5 eller senare.

TESTEXEMPEL

Med disketterna följer även ett testexempel.
Testexemplet innehåller en ritningsfil och en resultatfil.

Filerna heter:

VANDBY.DWG	(ritningsfilen)
VANDBY.OUT	(resultatfilen)

BILAGA A: AUTOCAD-HANTERING

<u>Innehåll</u>	<u>sida</u>
AutoCAD-meny	1
LICWATER-meny	1
1 Lager	2
1.1 Aktuell	2
1.1.1 Circle	3
1.1.2 Line	3
1.1.3 Text	4
1.1.4 Change	4
1.1.5 Copy	5
1.1.6 Erase	5
1.1.7 Move	5
1.1.8 Pointfix	5
1.1.9 Redraw	5
1.1.10 Snap	6
1.1.11 Grid	6
1.1.12 Undo	6
1.1.13 Pan	6
1.1.14 Zoom-W	6
1.1.15 Zoom-P	6
1.1.16 AutoCAD	6
1.1.17 Tillbaka	6
1.2 Tänd och Släck	7
1.3 Färg	7
1.4 ?	7
1.5 Övrigt	7
1.5.1 Definiera nytt lager	7
1.5.2 Frysa och tina lager	8
1.5.3 Indatainläggning med absoluta koordinater	8
2 Pan	9
3 Zoom	9
4 Felmarkering	9
5 Redigera	9
6 Plot	9
7 AutoCAD	10
8 Dxfout	10
9 Save	10
10 Quit	10
11 End	10

AUTOCAD-HANTERINGAutoCAD-meny

Välj kommando mha alternativnummer och skicka med Return (<J>).

Main Menu

0. Exit AutoCAD
1. Begin a NEW drawing
2. Edit an EXISTING drawing
3. Plot a drawing
4. Printer Plot a drawing

5. Configure AutoCAD
6. File Utilities
7. Compile shape/font description file
8. Convert old drawing file

Enter selection:

Meny AM, AutoCAD-meny

LICWATER-meny

Markör till meny tänds mha Ins och därefter väljer Du kommando mha piltangenter och Return <J>.

SE PUNKT	LICWATER	
1	LAG	
2	PAN	
3.1	ZOOM-W	
3.2	ZOOM-P	
4	FEJLMARK	
5	REDIGER	
6	PLOT	
7	AutoCAD	
	Gem	
8	DXFOUT	
9	SAVE	
	Til menu	
Meny LM, LICWATER-meny	10	QUIT
	11	END

1 LAGER

SE PUNKT	LAG
1.1	AKTUEL
1.2	TAEND
1.2	SLUK
1.3	FARVE
1.4	?
Tillbaka till föregående meny	TILBAGE

Meny LM 1

1.1 AKTUELL

Menyn visar en lista på programdefinierade lager.

AKTUEL
1 GEO
2 DIA
3 LGD
4 KOTE
5 RUH
6 TRYK
7 FLOW
8 KAR
9 ID
10
11
12
13
14
15
TILBAGE

Meny LM 1.1

När Du har valt lager är det dags att rita och skriva in indata på skärmen. Vill Du lägga in Din ritning med absoluta koordinater, se under pkt 1.5 Övrigt för hjälp med tillvägagångssätt.

SE PUNKT	REDIGER
1.1.1	CIRCLE
1.1.2	LINE
1.1.3	TEXT
1.1.4	CHANGE
1.1.5	COPY
1.1.6	ERASE
1.1.7	MOVE
1.1.8	POINTFIX
1.1.9	REDRAW
1.1.10	SNAP
1.1.11	GRID
1.1.12	UNDO
1.1.13	PAN
1.1.14	ZOOM-W
1.1.15	ZOOM-P
1.1.16	AutoCAD
Tillbaka till föregående meny	TILBAGE

Meny LM 1.1.1

Punkter på ritningen definieras med piltangenter, mus eller med absoluta koordinater och Return (<J>). På samma sätt gör Du när ett objekt skall väljas för exv ändring.

1.1.1 CIRCLE

En cirkel uppritas efter angivelse av centrumpunkt och cirkeldiameter.

1.1.2 LINE

Här ritar Du kontinuerliga linjer mellan angivna punkter.

1.1.3 TEXT

- * Bestäm textens startpunkt (= textens nedre vänstra hörn).
- * Ange höjd och moturs rotation från horisontalplanet (anges i grader).
Siffror inom parentes anger förut använda värden.
- * Skriv text.

1.1.4 CHANGE

Här kan Du ändra tidigare ritade element.

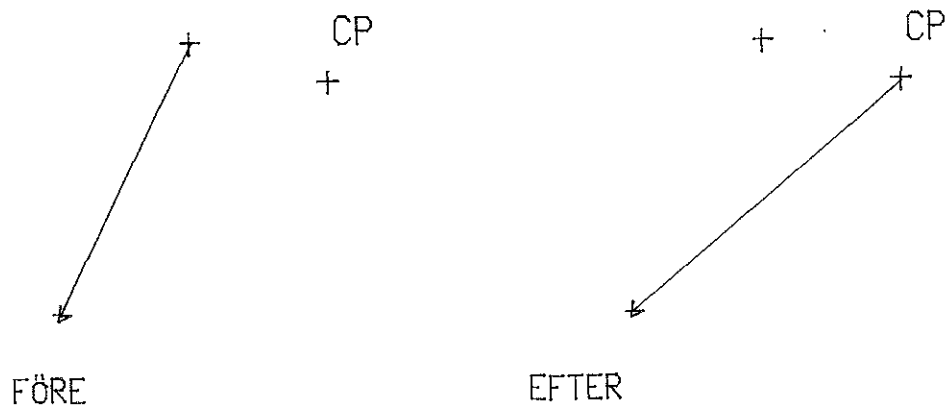
- * Välj objekt.
- * Tryck på **Return** en extra gång då Du har markerat de element Du vill ändra.

Om Du vill ändra färg eller lager:

- * Skriv **P** (properties) och:
- * **C** (color), om Du vill ändra färgen på markerat element eller
- * **LA** (layer), om Du vill byta lager.

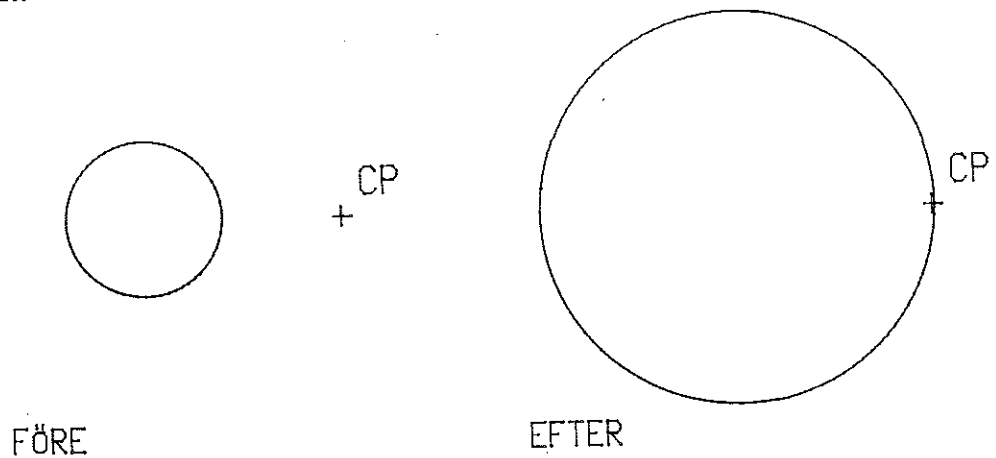
Ändring av linje eller cirkel:

- * Ange en change point (CP)
 - * Linje: Den slutpunkt på linjen som är närmast CP kommer att flyttas till CP.
- Ex:



- * Cirkel: Radien ändras så att cirkelns omkrets går genom specificerad CP.

Ex



1.1.5 COPY

- * Välj de objekt som skall kopieras. Tryck sedan två gånger på **Return**.
- * En kopia: markera en baspunkt och med hjälp av denna kan Du sedan flytta kopian till önskad plats .
- Flera kopior: skriv **M** och gör som ovan.

Tryck **Return** en extra gång då Du har fått önskat antal kopior.

1.1.6 ERASE

Kommandot raderar de element som Du markerar.

1.1.7 MOVE

Här kan Du flytta valda objekt.
Arbetsgången är samma som punkt 1.1.5 Copy (en kopia), med det undantaget att ursprungselementet raderas.

1.1.8 POINTFIX

Pointfix, se **Change**, i vår version.

1.1.9 REDRAW

Redraw snyggar till ritningen, dvs. tar bort onödiga markeringar och punkter.

1.1.10 SNAP (vid tablett/mus)

Snap On gör så att markören hoppar mellan rutnätets punkter. Vid **Snap Off** går markören steglöst fram.

1.1.11 GRID

Grid On ger synligt rutnät i bakgrunden på skärmen. **Grid Off** släcker detsamma. Observera, att rutnätet syns endast på skärmen, dvs inte vid utplottning.

1.1.12 UNDO

Undo tar bort de senaste operationerna. Ange hur många steg tillbaka som skall tas bort och tryck på **Return**.

1.1.13 PAN

Se pkt 2.

1.1.14 ZOOM-W

Se pkt 3.1.

1.1.15 ZOOM-P

Se pkt 3.2.

1.1.16 AutoCAD

Kommandot **AutoCAD** gör att du kommer till ACAD's egna menyer.

För att komma tillbaka till LICWATERs CAD-menyer, ge kommandot **Menu** och skriv **Licwater**.

1.1.17 TILLBAKA

Här kommer Du tillbaka till tidigare meny.

1.2 TÄND och SLÄCK

För att öka läsbarheten på skärmen kan Du tända eller släcka lager.
Observera, att aktuellt lager inte kan släckas.

1.3 FÄRG

Här definieras färger på olika lager, vilket är en hjälp för att särskilja de olika indatagrupperna.

Programmet Licwater har fördefinierat färger, vilket gör att Du bara behöver använda kommandot om Du vill ändra en lagerfärg.

(Licwaters färger finns under pkt 1.4)

1.4 ?

En lista på lagrens status (tänd eller släckt), färg och linjetyp visas på skärmen.

Exempel:

Layer name	State	Color	Linetype
0	On	7 (white)	CONTINUOUS
1	On	5 (blue)	CONTINUOUS
2	On	1 (red)	CONTINUOUS
3	On	3 (green)	CONTINUOUS
4	On	2 (yellow)	CONTINUOUS
5	On	4 (cyan)	CONTINUOUS
6	On	1 (red)	CONTINUOUS
7	On	4 (cyan)	CONTINUOUS
8	On	3 (green)	CONTINUOUS
9	On	7 (white)	CONTINUOUS

1.5 ÖVRIGT

1.5.1 Definiera nytt lager:

- * Skriv **Layer**.
- * Välj **Make**.
- * Definiera nytt lagernamn (numeriskt >9 eller alfanumeriskt, endast 8 tecken blir synliga på skärmen).

1.5.2 Frysa och tina lager:

Användbart vid hantering av stora ritningar.
Frysning av lager ökar snabbheten i arbetet då dessa lager släcks och göms undan så att de förbises helt vid AutoCADens bearbetning av ritningen.

Frysning:

- * Skriv **Layer**.
- * Välj **Freeze**.
- * Ange vilka lager (kommatecken mellan lagernamn).

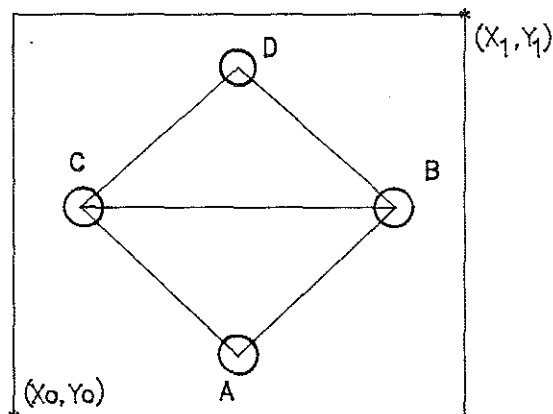
Upptining:

- * Skriv **Layer**.
- * Välj **Thaw**.
- * Ange lagernamn.

1.5.3 Indatainläggning med absoluta koordinater

- * Beräkna alla knutpunktskoordinater för nätet.
- * Bestäm nätets planstorlek i skala 1:1 (eller annan skala som önskas).

Exempel:



- * Skriv **Limits**.
- * Ange koordinater för ritningens nedre vänstra hörn, (X_0, Y_0) .
- * Skriv övre högra hörnets koordinater, (X_1, Y_1) .
- * Tryck **Return** en extra gång.
- * Skriv **On**.
- * Skriv **Zoom** och välj **All**.

2 PAN

Med hjälp av **Pan** kan Du förflytta hela ritningen på bildskärmen.

- * Ange en referenspunkt (pan displacement) på ritningen.
- * Markera vart referenspunkten skall flyttas (second point)

3 ZOOM

3.1 ZOOM-W

Här förstorar Du önskad del av ritningen.
AutoCAD-programmet ber om två diagonala hörn.

3.2 ZOOM-P

Nu visas föregående bild på skärmen.

3.3 ÖVRIGT

Om Du vill se hela ritningen:

- * Skriv **Zoom <J**.
- * Välj **All <J**.

4 FELMARKERING

Se under pkt 6 Felsökning sid 12 i Licwater-manualen.

5 REDIGERA

Här går Du in och redigerar i en befintlig ritning.

Menyerna är desamma som vid inläggning av nytt nät, se därför under pkt 1, **Lag**.

6 PLOT

Ritningen på skärmen plottas eller printas.

7 AutoCAD

Här kan Du övergå till AutoCAD's egna menyer.

För att gå tillbaka, se pkt 1.1.6 AutoCAD .

8 DXFOUT

Kommandot sparar ritningen i DX-format. Detta måste göras innan Du beräknar nätet med LICWATER-programmet.

9 SAVE

Save sparar ritningen i AutoCAD-format. Gör detta mellan varje arbetspass, annars försvinner ritningen. Du kan även använda End, se pkt 11.

10 QUIT

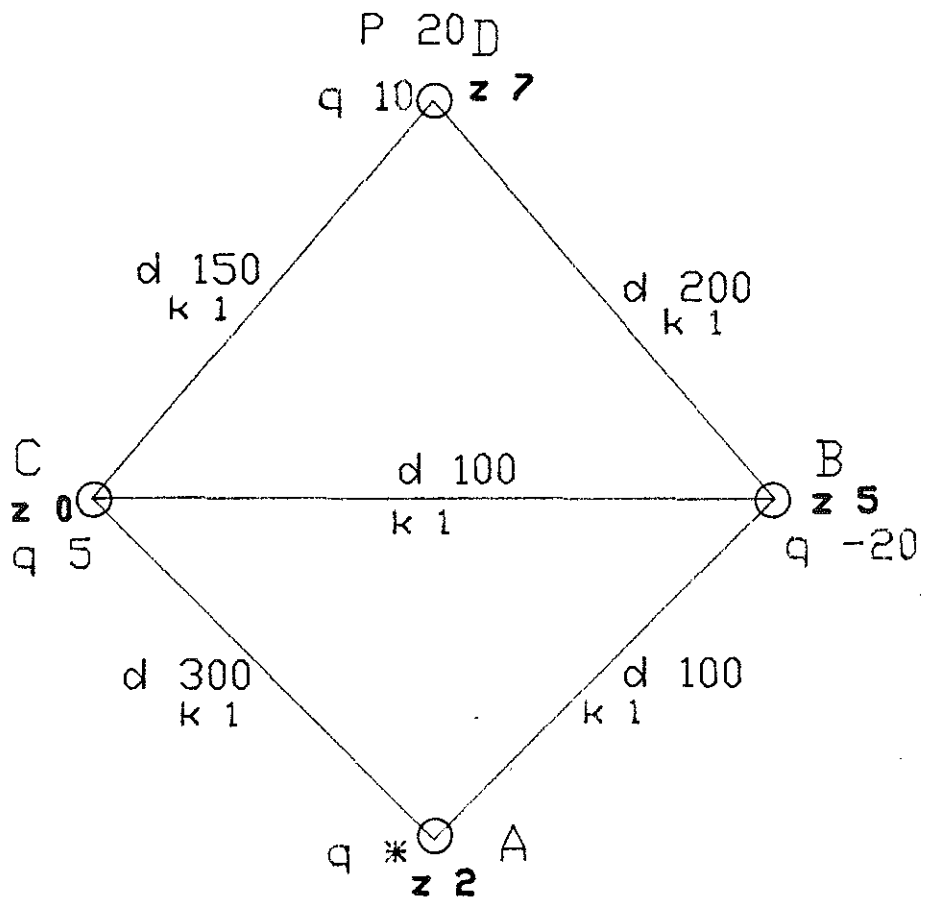
Med Quit avslutar Du körningen utan att spara den.

11 END

End avslutar körningen och sparar den, dvs "End=Save+Quit".

BILAGA B: LITET EXEMPEL PÅ KÖRNING

<u>Innehåll</u>	sida
Indataritning	1
Indatatabeller	2
Beräkningsresultat i tabellform	3
Plottade resultat:	
Nivåplot (trycknivå)	5
Översiktsplot (knutresultat)	6
(ledningsresultat)	7
Användardefinierad plot	8
Profilplot (tryckhöjd kPa)	9



 SYSTEM DATA

=====
 = Generelle data =
 =====

Antal ledninger: 5
 Antal knuder : 4

Ledninger i ringsystemer er mærket med *

2 Loops i nettet

- Hardy-Cross/Jacobi løsningsmetode anvendt.

Tryktabskorrektioner: $F = 1.000 + .000 \times \text{Diameter}$
 Flowfaktor: $Kq = 1.000$

=====
 = Geometri =
 =====

nr	R#R		LÆNGDE m	KOTE		KNUDE	
	ID			opstr. m	nedstr. m	opstr#ms	nedstr#ms
1	L-1		461.6	.0	7.0	C	D
2	L-2		459.9	7.0	5.0	D	B
* 3	L-3		419.3	5.0	2.0	B	A
4	L-4		421.0	2.0	.0	A	C
* 5	L-5		597.3	.0	5.0	C	B

=====
 = Fysiske r#rdata =
 =====

nr	R#R		R#RDATA		
	ID		Diam mm	Ruhed mm	Enk. tab -
1	L-1		150.0	1.000	.0
2	L-2		200.0	1.000	.0
3	L-3		100.0	1.000	.0
4	L-4		300.0	1.000	.0
5	L-5		100.0	1.000	.0

=====
 = Knude data =
 =====

NR	KNUDE ID	TRYK mVs	FLOW l/s
1	C	-	5.0
2	B	-	-20.0
3	D	20.00	10.0
4	A	-	-

 B E R E G N I N G S R E S U L T A T E R

=====
 = Processdata, Rør =
 =====

NR	KNUDENAVN		FLOW l/s	HAST m/s	DIAM mm	TRYK		-TRYKNIVEAU-		FRIKTIONS TAB mmVs/m
	Op	Ned				Opstr mVs	Nedstr mVs	Opstr mVs	Nedstr mVs	
1	C	D	-4.6	-.26	150.0	26.62	20.00	26.62	27.00	-.83
2	D	B	-14.6	-.46	200.0	20.00	22.81	27.00	27.81	-1.76
3	B	A	2.9	.37	100.0	22.81	24.61	27.81	26.61	2.85
4	A	C	-2.1	-.03	300.0	24.61	26.62	26.61	26.62	-.01
5	C	B	-2.5	-.31	100.0	26.59	22.81	26.59	27.81	-2.05

=====
 = Knude data =
 =====

NR	ID	FLOW l/s	TRYK mVs	TRYK -NIVEAU- mVs
1	C	5.00	26.62	26.62
2	B	-20.00	22.81	27.81
3	D	10.00	20.00	27.00
4	A	5.00	24.61	26.61

=====
= Producent resultater =
=====

NR	ID	FLOW	TRYK	TRYK - -NIVEAU-
		l/s	mVs	mVs
2	B	-20.00	22.81	27.81
Forbrug:		20.00		

=====
= Maks/min værdier =
=====

Maksimal trykgradient: 2.9 mmVs/m i rør: L-3
Minimal trykgradient: .0 mmVs/m i rør: L-4

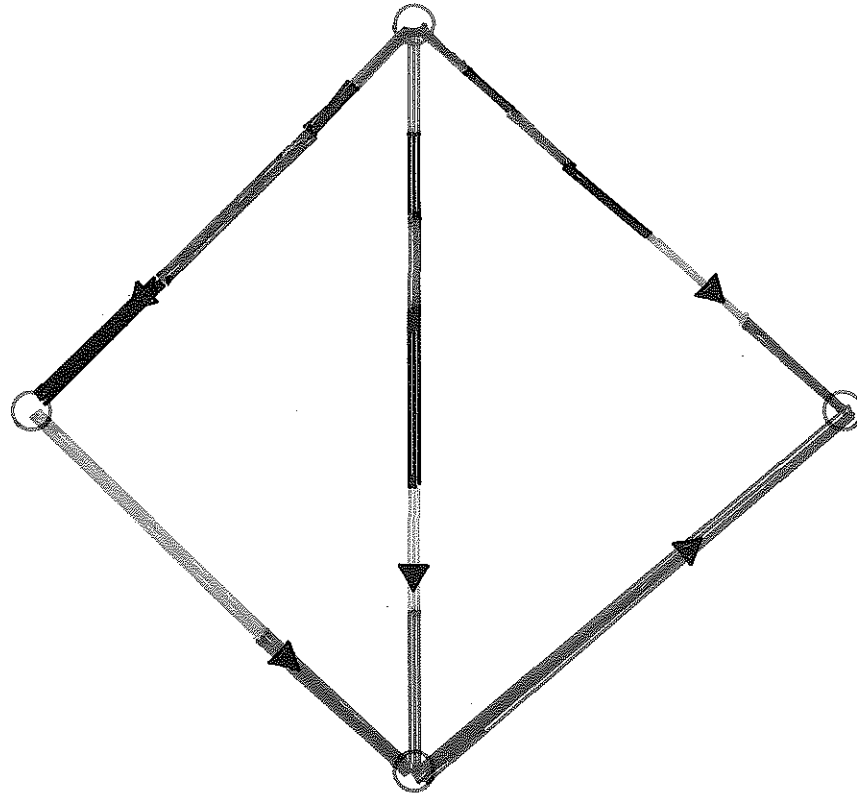
Maksimal hastighed: -.46 m/s i rør: L-2
Minimal hastighed: -.03 m/s i rør: L-4

Maksimalt tryk: 26.62 mVs i knude: C
Minimalt tryk: 20.00 mVs i knude: D

Beregningerne konvergerede efter 4 iterationer
afsluttet 1988.10.08 12:56:08

Simuleringstiden var 0: 0: 6

TRYCKNIVEAU

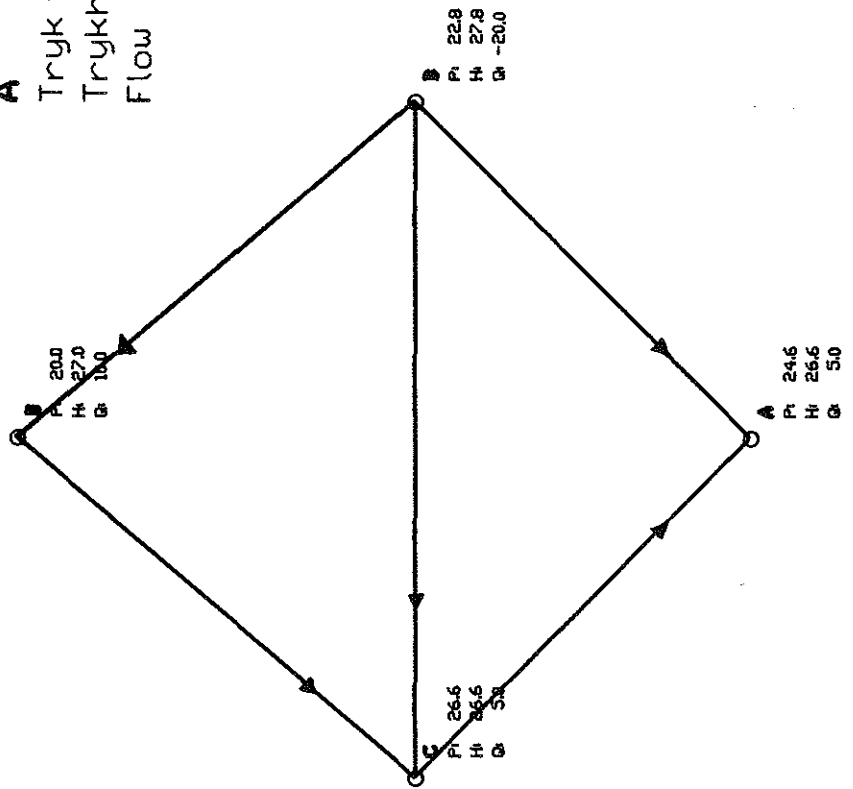


SIGNATUR (mVs)

○	27,4	>	27,6
○	27,2	-	27,6
○	27,0	-	27,4
○	26,8	-	27,2
○		-	27,0
○		<	26,8

KNUDE RESULTATER SIGNATUR

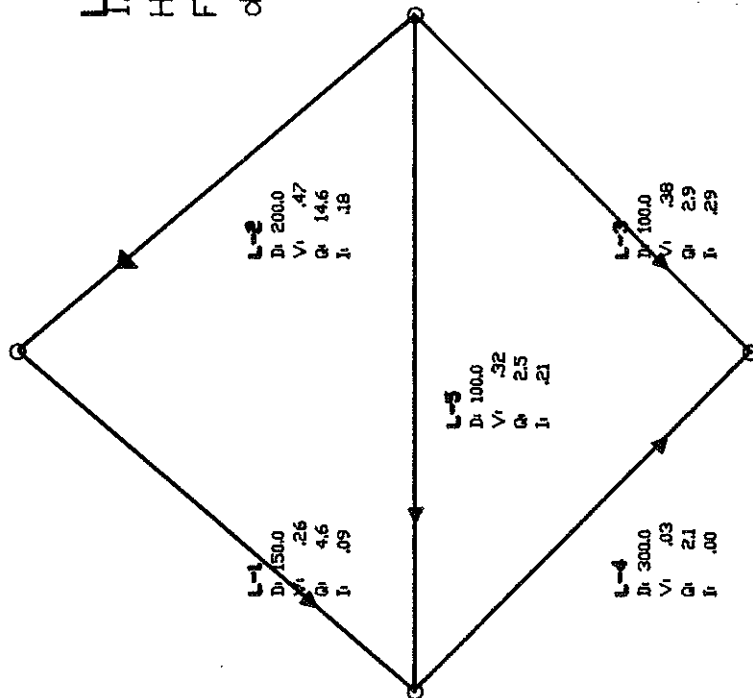
A Tryk P : 24.6 mVs
Trykht H : 26.6 mVs
Flow Q : 5.0 l/s



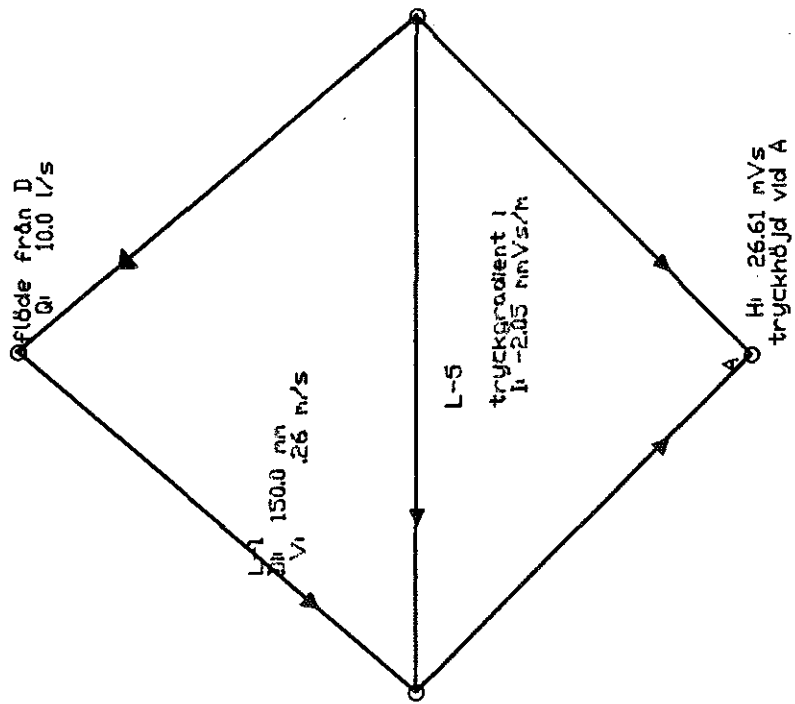
LEDNINGS RESULTATER

SIGNATUR

L-5 D: 100.0 mm
Hast. V: .32 m/s
Flow Q: 2.5 l/s
dP/dx I: .21 mmVs/m



RESULTATER, ÖVERSICHT



Profil plot af LICFLOW-1V

