



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

R112:1986

**Klena högtrycksledningar för
vatten och avlopp**

Teknik- och praktikstudie

**Gunnar Peterson
Thomas Wolf**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	slr

R/2

Byggeforskningsrådet

R112:1986

KLENA HÖGTRYCKSLEDNINGAR FÖR
VATTEN OCH AVLOPP

Teknik- och praktikstudie

Gunnar Peterson
Thomas Wolf

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 831542-1
från Statens råd för byggnadsforskning till Allmänna
Ingenjörbyrå, AIB AB, Solna.

REFERAT

Villkor för rening och utsläpp av avloppsvatten anges i Miljöskyddslagen (ML). För avlopp från bebyggelse ställs generellt kravet att reningen skall vara längre gående än enbart slamavskiljning. I praktiken betyder detta att allt (sanitärt) avloppsvatten skall behandlas genom mekanisk rening samt biologisk och/eller kemisk rening.

För mindre orter, fritidsområden, campingplatser, kursgårdar osv där antalet anslutna personer vanligen varierar starkt, blir avloppsfrågan ofta svår att lösa både från teknisk, ekonomisk och miljömässig synpunkt. Överpumpning till annat (centralt) avloppsverk kan då vara en bra lösning.

Om en sådan överpumpning sker kan det ofta vara ekonomiskt att samtidigt lägga en vattenledning för att säkerställa vattenförsörjningen för området ifråga och undvika kostnader för lokal vattentäkt och vattenrening.

Med hänsyn till stigande lönekostnader blir anläggningar, som är mindre personalkrävande, på sikt mer ekonomiska. Detta är en av orsakerna till att intresset för pumpning av relativt små vattenmängder även över långa avstånd blir alltmer intressanta.

Anläggningar med klena ledningar (mindre än 100 mm) för pumpning över långa avstånd (4000-8000 m) har varit i drift sedan slutet av 1970-talet.

Rapporten redovisar metoder och teknik för anläggning samt erfarenheter från drift. Hittillsvarande erfarenheter är överlag goda. Genom att samförlägga flera ledningar kan fördelarna med systemet utnyttjas även vid stora säsongsmässiga variationer i anslutningen.

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

R112:1986

ISBN 91-540-4654-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1986 637090

INNEHÅLL	Sid
FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	6
1. BAKGRUND	7
2. STUDIENS SYFTE OCH OMFATTNING	8
3. ALTERNATIVA LÖSNINGAR AV AVLOPPSPROBLEMET	9
3.1 Reningskrav	9
3.2 Lokala lösningar	9
3.2.1 Infiltration	9
3.2.2 Markbädd	9
3.2.3 Biodamm	10
3.2.4 Fullständigt avloppsverk	10
3.3 Överpumpning till centralt verk	10
3.4 Miljöaspekter	11
3.5 Vattenförsörjning	11
4. TEKNISKA FRÅGOR	12
4.1 Begränsande faktorer	12
4.1.1 Allmänt	12
4.1.2 Avloppsvattenmängder	12
4.1.3 Ledningsdimensioner och ledningslängder	13
4.1.4 Utjämningsmagasin	14
4.1.5 Utbyggnadsmöjligheter	14
4.2 Systemkomponenter	14
4.2.1 Pumpstation	14
4.2.2 Renskvärn	15
4.2.3 Avloppsvattenpumpar	16
4.3 Ledningar	17
4.3.1 Material	17
4.3.2 Planläge. Profil	17
4.3.3 Läggningsdjup	17
4.3.4 Typsektioner	17
4.3.5 Samförläggning	18
4.3.6 Ledningslokalisering	18
4.4 Anläggningsarbeten	19
4.4.1 Arbetsmaskiner för schakt och läggning	19
4.4.2 Återställning av dränering	20
5. JURIDISKA FRÅGOR	21
5.1 Intrång	21
5.2 Ersättning	21
6. DRIFT	22
6.1 Allmänt	22
6.2 Svavelvätebildning	22
6.3 Rensning av ledningar	22
6.4 Tryckförhållanden	22

7.	EXEMPEL PÅ ANLÄGGNINGAR	24
7.1	Enköpings kommun, Säva m fl	24
7.2	Strängnäs kommun, Härad	25
7.3	Älvkarleby kommun, Marma	25
7.4	Upplands-Väsby kommun, Kairo	25
7.5	Gasledning	26
7.6	Lakvattenledning	26
8.	KOSTNADER	27
8.1	Investering	27
8.2	Årskostnader. Exempel	26
8.2.1	Förutsättningar	27
8.2.2	Pumpningsenergi	27
8.2.3	Kemikaliekostnader	28
8.2.4	Skötselkostnader	28
8.2.5	Kapitalkostnad	28
8.2.6	Årliga kostnader	28
	LITTERATUR	29

FÖRORD

Föreliggande rapport redovisar en översiktlig teknik- och praktikstudie avseende överföring av avloppsvatten i klena ledningar över långa avstånd.

Studien har utförts av AIB - Allmänna Ingenjörbyrå AB, Solna.

Ett tack riktas till alla som bidragit med fakta och synpunkter och därvid speciellt till ing John Halvares, Enköpings kommun.

Solna mars 1986

AIB - ALLMÄNNA INGENJÖRSBYRÅN AB

Gunnar Peterson

SAMMANFATTNING

För mindre orter, fritidsanläggningar och liknande medför lokal behandling av avloppsvattnet ofta tekniska, ekonomiska och miljömässiga problem.

Investeringen i en reningsanläggning är hög och drift- och skötselkostnaderna blir betungande om man kontinuerligt skall upprätthålla begärt reningsresultat.

Ett alternativ till lokal rening är överpumpning till centralt reningsverk. Detta är en etablerad teknik. Under senare år har emellertid byggts överföringsledningar över långa avstånd, 5-10 km, i relativt sett mycket små dimensioner, 60-75 mm inre diameter.

Erfarenheterna av dessa system har överlag varit goda. Kostnaderna har blivit relativt sett låga. Några specifika problem av teknisk art har knappast uppstått.

En begränsande faktor för systemet är önskemålet att förlägga ledningarna med samma teknik som för kablar dvs i långa längder, över 500 m, från trumma. Detta begränsar ledningsdimensionen till ca $d_y = 90$ mm.

Härav följer andra begränsningar av vilka några noteras nedan. Angivna data avser en ledning. Med flera ledningar i samma rörgrav ökas kapaciteten i motsvarande grad.

Ledningsdimension	$d_i = 60-70$ mm
Ledningslängd	ca 10 km
Anslutning	ca 200 personer
Kapacitet	2-4 l/s

Utförda ledningar har så långt möjligt dragits över åkermark med lättschaktad jord. Vanligen läggs ledningen med täckdikningsmaskin eller traktorgravare på ca 1,2 m djup.

Pumpstationen i systemet kan vara av standardtyp med renskvarn och ett par högtryckspumpar med uppfordringshöjden 50-60 m.

Kostnaden för överföringsledningar av aktuell typ varierar inom vida gränser beroende på hur upphandling och byggande organiseras. För en rörgrav med ett par ledningar i lättschaktad jord kan kostnaden variera mellan 100 och 200 kr/m.

En pumpstation kan kosta ca 250.000 kr.

Villkor för rening och utsläpp av avloppsvatten anges i Miljöskyddslagen (ML). För avlopp från bebyggelse ställs generellt kravet att reningen skall vara längre gående än enbart slamavskiljning. I praktiken betyder detta att allt (sanitärt) avloppsvatten skall behandlas genom mekanisk rening samt biologisk och/eller kemisk rening.

För mindre orter, fritidsområden, campingplatser, kursgårdar osv där antalet anslutna personer vanligen varierar starkt, blir avloppsfrågan ofta svår att lösa både från teknisk, ekonomisk och miljömässig synpunkt. Överpumpning till annat (centralt) avloppsvärk kan då vara en bra lösning.

Om sådan överpumpning sker kan det ofta vara ekonomiskt att samtidigt lägga en vattenledning för att säkerställa vattenförsörjningen för området ifråga och undvika kostnader för lokal vattentäkt och vattenrening.

Det finns inte några generella svar på frågan om lokal vattenrening eller överpumpning. Valet får baseras på utredningar från fall till fall.

Med hänsyn till stigande lönekostnader blir dock anläggningar, som är mindre personalkrävande, på sikt mer ekonomiska. Detta är en av orsakerna till att intresset för pumpning av relativt små vattenmängder även över långa avstånd blir alltmer intressanta.

Studiens syfte är att belysa problem med vatten- och avloppsanläggningar för små bebyggelsegrupper (storleksordning upp till några 100-tal anslutna personer) samt diskutera alternativa lösningar med överpumpning.

Studien ger en översiktlig redovisning av material och teknik för överföringssystem och redovisar erfarenheter från drift och skötsel. Vidare diskuteras allmänna begränsningar för olika alternativ.

Anläggningar i Enköpings kommun har särskilt studerats vad avser kostnader och driftserfarenheter. En orsak härtill är att denna kommun var först med långa överföringsledningar och torde därmed också ha de mest omfattande erfarenheterna.

3 ALTERNATIVA LÖSNINGAR AV AVLOPPSFRÅGAN

3.1 Reningskrav

Villkoren för utsläpp av avloppsvatten kan variera något beroende på recipientens storlek och dess utnyttjande i övrigt. Den praxis som under senare år synes ha utbildats är fastställande av maximala föroreningshalter för organisk substans (BOD₇) och fosfor (P) i utgående vatten, ibland kompletterat med krav på lägsta reningseffekt i procent. Tabell 3.1 ger exempel härpå.

Tabell 3.1 Exempel på reningskrav

Recipient	Resthalter g/m ³		Renings- effekt %
	BOD ₇	P(tot)	
Normalfall	15	0,5	90
Större älv eller kustutsläpp	20-30	0,5-1,0	70-90
Känsliga inlandsvatten	10	0,3	95

Det är tekniskt möjligt att även i små reningsanläggningar underskrida resthalter enligt tabell 3.1. Däremot kan man säga, att det inte är möjligt i praktisk drift utan avsevärda kostnader vad gäller både investering och drift.

3.2 Lokala lösningar

En lokal lösning på avloppsvattenproblemet innebär en erforderlig rening före infiltration eller utsläpp i annan recipient. I det följande berörs några alternativ avseende lokal behandling.

3.2.1 Infiltration

Infiltration innebär att mer eller mindre renat avloppsvatten blandas in i grundvatten. Metoden är användbar under förutsättning att vattentäkter inte förorenas.

Infiltration är ofta en lämplig metod för små vattensmängder dvs för avlopp från ett fåtal fastigheter.

Före infiltrationen bör en effektiv slamavskiljning som minskar risken för snabb igensättning av jordlagren ske.

3.2.2 Markbädd

Markbädden innebär att åtminstone avslammat avloppsvatten får passera genom 0,5-0,6 m sand innan det leds ut i en recipient. Verksam bäddvolym är stor varför belastningen blir låg. I sanden uppfångat (adsorberat) organiskt material kan då brytas ner aerobt om bädden luftas och beskickas intermittent så att den under stor del av tiden är dränerad.

Erfarenheter av markbäddar i Sverige och Norge visar att risken för igensättning är stor och att renings-effekten efter några års drift ofta är låg. Vad gäller fosforavskiljningen kan denna gå ner till 20-30 %.

För markbädden gäller, som för infiltration, att den kan vara ett bra alternativ för mindre flöden och där reningskraven vad gäller fosfor begränsas till vad metoden kan prestera på längre sikt.

3.2.3 Biodamm

En biodamm har givna begränsningar vad gäller avskiljning av fosfor samt vintertid även organisk substans.

Ställs krav på fosforavskiljning enligt tabell 3.1 måste komplettering ske med fällning före eller efter dammen.

Det finns i Sverige ett stort antal biodammar. Många av dessa ses som miljöstörande och kommer troligen att slopas. I vissa fall borde det dock vara möjligt att utnyttja dammen som ett utjämningsmagasin före en anläggning för överpumpning.

3.2.4 Fullständigt avloppsreningsverk

Ett reningsverk med biologisk och kemisk rening för några 100-tal personer, kan idag beräknas kosta 0,5-1,0 Mkr i anläggning.

Om reningsresultatet skall upprätthållas kontinuerligt krävs också en kvalificerad skötsel. Total årskostnad kan vara av storleken 0,10-0,25 Mkr. Detta betyder att pumpning skulle kunna ske över långa avstånd för denna årskostnad.

3.3 Överpumpning till centralt verk

Med tanke på de tekniska, ekonomiska och miljömässiga problem som hänger samman med små, lokala reningsverk kan överpumpning till centralt verk vara en bra lösning.

Överpumpning är också vanlig när det gäller större vattenmängder över relativt korta avstånd där "traditionella" lösningar är naturliga och lämpliga.

När det gäller relativt små flöden och långa transportsträckor blir dessa traditionella lösningar orimligt dyra i anläggning. Man får då söka annan teknik med lägre investeringskostnad.

3.4 Miljöaspekter

Man torde utan tvivel kunna påstå att sannolikheten för en kontinuerligt god rening är större i ett stort centralt verk än i en liten lokal reningsanläggning.

Överföring till ett centralt verk betyder en liten ökning på en redan utnyttjad recipient. På det lokala planet avlastas en recipient resp behöver inte tas i anspråk.

För boende nära en reningsanläggning innebär denna alltid en störning ibland av mera psykologisk art. Att minska sådan störning kan många gånger vara ett starkt motiv för en överpumpning.

3.5 Vattenförsörjning

I samband med prövning av ett överföringsprojekt för avlopp bör även vattenfrågan studeras. Det kan på sikt vara fördelaktigt att ta med en vattenledning för att ersätta eller komplettera lokala yt- eller grundvattentäkter. Här får man då väga kostnaden för en vattenledning mot kostnaden för att upprätthålla en lokal vattenförsörjningsanläggning resp kostnader för att finna och bygga ut en ny grund- eller yt-vattentäkt.

4. TEKNISKA FRÅGOR

4.1 Begränsande faktorer

4.1.1 Allmänt

För att minimera kostnaderna för system av här förutsett slag måste läggingsarbetet förenklas väsentligt jämfört med "konventionella" system. Detta innebär att man bör sträva efter att uppfylla följande villkor:

- avloppsvattenflödet utjämnas vid behov över dygnet så att därigenom ledningsdimensionen resp antalet (klena) ledningar kan minskas
- rörgraven ges minsta möjliga bredd vilket förutsätter att ledningen kan läggas med i princip samma teknik som för kablar och att återfyllning sker med uppschaktade massor
- ledningen dras i öppen terräng med lätt schaktad jord och med möjlighet att justera planläget om berg påträffas.

Dessa villkor innebär bl a att ledningsdimensionen begränsas till max $d_y = 90$ mm. Sådana ledningar kan fås i långa skarvlösa längder på trumma.

4.1.2 Avloppsvattenmängder

De spillvattenmängder som är aktuella vid anslutning av några hundratal personer anges i tabell 4.1.2. Det antas där att spillvattenmängden är densamma som vattenförbrukningen.

Tabell 4.1.2 Spillvattenmängd i l/s (medeltal över dygnet) vid olika anslutning och spec vattenförbrukning (l/p.d).

Anslutning, p	100	200	300	500
Spec vattenförbrukning l/p.d				
100	0,12	0,24	0,36	0,60
150	0,175	0,35	0,525	0,875
200	0,25	0,50	0,75	1,25

Man finner att spillvattenavrinningen blir upp till någon liter per sekund. Från fall till fall får sedan tillägg göras för främmande vatten och flödesvariationer under dygnet. Dessa variationer är vanligen mycket stora men kan för fortsatt diskussion antas ligga inom intervallet 2-6 l/s.

4.1.3 Ledningsdimension och ledningslängder

Med tidigare antydda begränsningar vad avser ledningsdimension och flöde erhålles friktionsförluster och vattenhastigheter enligt tabell 4.1.3A.

Tabell 4.1.3A Friktionsförlust och vattenhastighet i ledningar med inre diameter 60 och 75 mm. $k = 0,01$ mm.

Flöde, l/s	Förlust, o/oo		Vattenhastighet, m/s	
	di = 60	di = 75	di = 60	di = 75
2	10	4,5	0,7	0,45
3	20	7	1,1	0,65
4	35	12	1,4	0,90
5	55	17	1,80	1,10
6	70	35	2,20	1,30

De pumpar som finns på marknaden och som är aktuella för här diskuterade system har uppföringshöjder upp till 50-60 m. Därmed begränsas ledningslängden enligt exempel i tabell 4.1.3B som visar ledningslängden vid en friktionsförlust av 50 m vp och statisk uppföringshöjd 0 m.

Tabell 4.1.3B Maximal ledningslängd vid friktionsförlust 50 m. $k = 0,01$ mm.

Flöde, l/s	Max ledningslängd, m	
	di = 60 mm	di = 75 mm
2	5000	11000
3	2500	7000
4	1500	4200
5	900	3000
6	700	2000

Med ledning av ovanstående kan begränsningarna för ett system med en ledning sammanfattas enligt följande:

- flödet är av storleken 2-4 l/s
- ledningsdimensionen är di = 60-75 mm
- ledningslängden är av storleken 5-10 km

Ovanstående gäller som nämnts för enstaka ledning. Givetvis kan flera ledningar läggas i samma rörgrav. Dock torde antalet av praktiska skäl begränsas till ca 6 st per rörgrav.

4.1.4 Utjämningsmagasin

Anslutningen till en anläggning med givet antal klena tryckledningar kan ökas om lämpliga utjämningsmagasin finns tillgängliga. Viss utjämningsvolym finns alltid i pumpstationen men med ökande anslutning till en pumpstation av standardtyp blir denna volym snart en begränsande faktor.

I många fall finns på den plats varifrån pumpning är aktuell volymer av typ avslammingsbrunnar eller liknande. Exempel på kompletterande utjämningsvolymer kan vara:

trekammerbrunn
emscherbrunn
volym i bef verk som utgår
biodamm

Utnyttjas sådana volymer måste problem med omsättning observeras. Sedimentering och bildande av syrefria miljöer kan medföra störningar i systemet i övrigt t ex svavelvätebildning.

4.1.5 Utbyggnadsmöjligheter

Möjligheterna till framtida utbyggnad av systemet för att medge ökad anslutning eller tillgodose skärpta krav på bräddning är begränsade jämfört med konventionella system. En sådan ökning kan dock förberedas genom att ta med en extra ledning i rörgraven. Denna ledning kan då i ett första skede användas för att minska uppföringshöjden.

I övrigt kan t ex följande åtgärder övervägas:

- komplettering med ny eller utökning av befintlig utjämningsvolym
- byte av pumphjul
- ny pumpstation på ledningssträckan

Om man vill gardera sig för en sannolik framtida ökning av anslutningen torde en extra ledning vara mest praktiska lösningen.

4.2 Systemkomponenter

4.2.1 Pumpstation

Pumpstationen utförs i allt väsentligt på vanligt sätt. Detaljutformning och dimensionering kan ske enligt VAV P47 (avloppspumpstationer).

Uppvärmad överbyggnad bör förutsättas inte minst därför att detta som regel krävs av driftspersonalen. Om dosering av t ex klor eller nitrat är aktuell är det också en väsentlig fördel med utrymme härför över mark.

Den oftast billigaste lösningen är en prefabricerad pumpstation varav flera fabrikat finns på marknaden. Kostnaden för en fullständig station med renskvarn och två avloppsvattenpumpar är av storleken 200.000 - 250.000 kr.

4.2.2 Renskvarn

För att minska risken för igensättningar i pumpar och ledningar bör man förutsätta avskiljning av större föremål i galler eller sönderdelning.

Galler i små pumpstationer komplicerar dock anläggningen och ökar skötselkostnaderna väsentligt.

Ett alternativ skulle vara skärande pump. Det förefaller dock svårt att kombinera en skärande funktion med de höga uppfodringshöjder som det här är fråga om.

Den säkraste och enklaste tekniken blir att montera en särskild renskvarn på inloppet till pumpgraven.

En vanlig typ med skärplatta som roteras på en perforerad bottenplåt visas i fig 4.2.2. Denna maskin som säljs under namnet UPO eller MALAPAG har följande data:

Motoreffekt	1,1 kW
Utgående varvtal	45 r/min
Kapacitet, rensvatten	25 l/s

Nämnda kvarnar monteras torrt i pumpgraven. En ny typ fabr Flygt är utförd dränkbar men bygger i övrigt på samma princip.

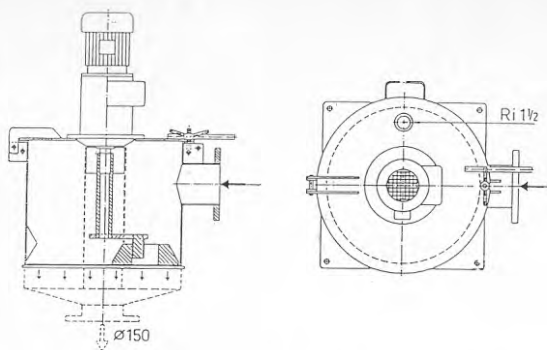


Fig 4.2.2 Exempel på renskvarn

Kostnaden för installation av en renskvarn är av storleken 20.000 - 30.000 kr.

4.2.3 Avloppsvattenpumpar

De pumpar som finns på marknaden och som är lämpade för anläggningar av här aktuell typ är dränkbara med uppföringshöjder upp mot 50-60 m. Pumpen blir alltså en begränsande faktor för systemet, jämför 4.1.3.

De för närvarande vanligaste typerna torde vara Flygt CP 3152 SH och CP 3127 SH med dämnd punkt 65 resp 53 m.

Pumpkurvor och exempel på ledningskurvor visas i fig 4.2.3.

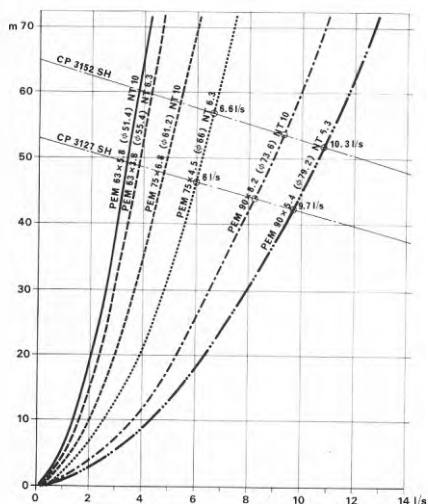


Fig 4.2.3 Pumpkurvor samt exempel på ledningskurvor för längden 1000 m och med olika dimensioner.

4.3 Ledningar

4.3.1 Material

I de först byggda anläggningarna har PEL varit vanligast och under senare år PEM. I aktuella dimensioner, dvs upp till 90 mm, levereras rören i längder upp till drygt 500 m. Detta ger också möjligheter att genomföra läggning på ett ekonomiskt sätt.

Skarvning av ledningarna sker med stumsvets eller med F-muff.

4.3.2 Planläge. Profil

Planläget bör väljas med möjligast lättschaktad jord. Detta betyder att man om möjligt går över åkermark och runt om skogspartier eller partier med svår-schaktad jord eller berg.

Betr ledningsprofilen innebär denna vanligen inga andra problem än frågan om avluftning på högpunkterna. Som exempel kan nämnas att för ledningen Säva - Örsundsbro i Enköpings kommun var avsikten ursprungligen att anordna avluftning på alla högpunkter. Man beslöt dock att pröva systemet utan avluftning.

Erfarenheterna av flera års drift visar att avluftning av klena ledningar inte varit nödvändig när det är fråga om dimensioner av storlekar upp till 90 mm.

Om avluftning anordnas måste problem med skötseln beaktas. Placeras ventilbrunnar på åkermark är dessa hinder för markägaren. Tillträde och ev reparation innebär i förekommande fall en skördeskada.

4.3.3 Läggningsdjup

Läggningsdjupet i jord kontrolleras på vanligt sätt med hänsyn till tjäle. Bestämmande för valet av läggningsdjup kan dock vara maximalt grävningdjup för arbetsmaskinen eller lämpligt djup med hänsyn till åkerdränering.

Normalt läggningsdjup är ca 1,2 m i åkermark varvid ledningarna kommer väl under ev förekommande dränering.

4.3.4 Typsektioner

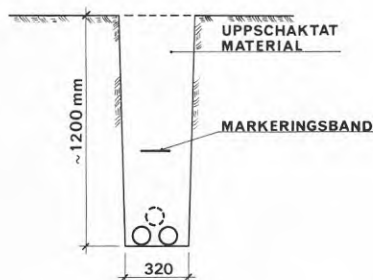
Med vanligen använda schaktmaskiner blir rörgravens bredd i jord 0,3-0,4 m. Exempel på en typsektion i jord resp berg visas i fig 4.3.4.

I jord läggs ledningarna utan särskild ledningsbädd och återfyllningen utförs med uppschaktad jord om denna är fri från sten som kan skada ledningen.

I samband med återfyllningen kan markeringsband och kabel för lokalisering förläggas.

I bergskärning och vägkorsningar kan ledningarna isoleras på vanligast sätt ev kompletterat med värmekabel.

EXEMPEL PÅ LEDNINGSGRAV I JORD



EXEMPEL PÅ LEDNINGSGRAV I BERG

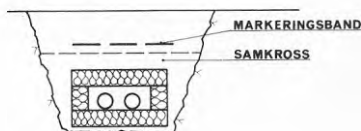


Fig 4.3.4 Typsektioner för rörgrav i jord resp berg

4.3.5 Samförläggning

Som tidigare noterats är det ofta lämpligt att i samma rörgrav ta med en eller flera vattenledning eller lägga flera avloppsledningar för att öka kapaciteten och ändå ha kvar fördelar med den klena dimensionen.

Hur många ledningar som lämpligen skall läggas i samma grav beror på jordart, maskin m m. Sannolikt är det inte praktiskt att lägga fler än ca 6 st ledningar i samma grav.

4.3.6 Ledningslokalisering

För ledningar av här aktuellt slag är det inte alltid praktiskt med vanlig koordinatbestämning av hela ledningssträckan. Lämpligt är att samtidigt med rörläggningen dra en enkel signalkabel som kan sättas under spänning och utnyttjas för lokalisering.

4.4 Anläggningsarbeten

4.4.1 Arbetsmaskiner för schakt och läggning

I lättschaktad mark torde maskiner av typ täckdikningsmaskiner vara snabbast och billigast. En sådan maskin har ett gräv hjul som tar upp en ca 0,3 m bred schakt till max ca 1,5 m djup.

Beroende på jordart och terräng är "momentkapaciteten" upp till 150-200 m/h i stenfri jord. Med hänsyn till ofrånkomliga hinder (sten, dränering) och arbetsmoment, som flyttning av slangvindor m m, kan praktisk kapacitet vara omkring 300 m/dag.

I mer svårschaktad jord används vanligen traktor-grävare med smal skopa av samma typ som vid kabelförläggning.

En ny maskintyp för läggning av kabel och slang har tagits fram av Dynapac, se fig 4.4.1.

Denna maskin har vibrerande plog som tar upp en slits i vilken röret plöjs ner till max 1,2 m djup. Plogen kan vibrera bort sten och mindre block. Återfyllning sker direkt.

Maskinen kan lägga rör med upp till 130 mm diameter. Kapaciteten kan i gynnsam mark vara upp mot 500 m/h.

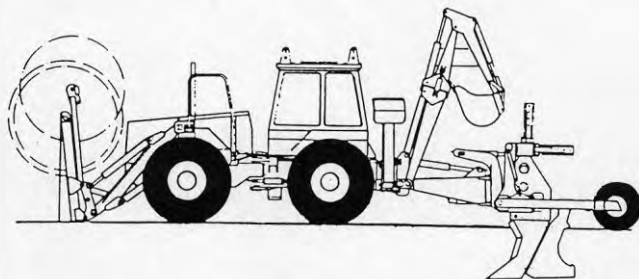


Fig 4.4.1 Rörläggningssmaskin, Dynapac VL 800

Eftersom ledningen "plöjs" ner med denna maskin är inte lämpad för ledningar i åkermark med dränering som skall återställas.

4.4.2 Återställning av dränering

Dräneringsledningar i åkermark skärs av. Den avskurna delen ersätts med en rörbit av stål eller PVC som skjuts in i det avskurna röret sedan fyllning med rörgrus skett till rörens undersida. Kringfyllning sker med rörgrus och övrig återfyllning med schaktmassor, se fig 4.4.2.

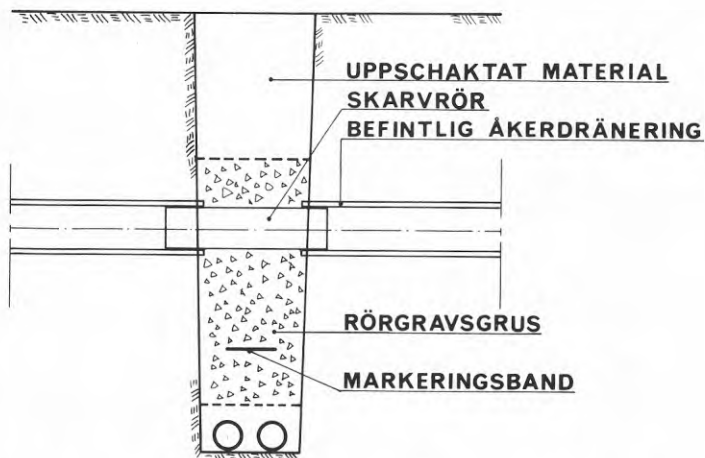


Fig 4.4.2 Återställning av åkerdränering

5. JURIDISKA FRÅGOR

5.1 Intrång

För ledningarnas anläggning och bibehållande på annans mark bör servitutsavtal tecknas på vanligt sätt. I avtalet anges förutsättningar för tillträde, läge och bredd för upplåtet område, ersättningar m m. Vidare anges hur ledningarna skall förläggas med hänsyn till befintlig åkerdränering och hur denna skall återställas.

Bredden på upplåtet område kan väljas till ca 10 m vilket räcker för vanligen använda maskiner dvs små traktorgravare eller kabelgravare.

5.2 Ersättning

Med vanligen använd teknik blir skadorna på åkermark mycket begränsade. Genom god planering av fältarbeten och byggande så att arbetena koncentreras till tiden efter skörd och före sådd kan skadorna minimeras.

Exempel på skadeersättningar anges i tabell 5.2 som avser ledningen Korsbacken - Fjärdhundra i Enköpings kommun.

Tabell 5.2 Exempel på intrångs- och skadeersättningar (1984)

Utgångsvärde	0,65 kr/m ²
Ersättning år 1	100 %
Ersättning år 2	75 %
Tillkommande ersättning vid traktorgravning:	
år 3	50 %
år 4	25 %
Tilläggsersättning för höstsatt område	0,65 kr/m ²

Beroende på lokala förhållanden och arbetsteknik skulle ersättning enligt principen i tabell 5.2 bli av storleken 10-25 kr/m i ledningsgrav.

6. DRIFT

6.1 Allmänt

Driftsproblem i här aktuella anläggningar är vad gäller pumpstationer inte av annat slag än i "vanliga" pumpstationer. Rutinmässig tillsyn kan alltså beräknas kräva några timmar per vecka.

6.2 Svavelvätebildning

Problem med svavelväte är inte ovanliga i avloppssammanhang. I små anläggningar med tidvis låg tillrinning (dvs långa uppehållstider i pumpstationer och ledningar) kan problemen bli mer accentuerade.

Enköpings kommun har i en anläggning haft problem med svavelvätebildning men detta har bemästrats genom dosering av kalciumnitrat i pumpsumpen. För 1983 anges kostnaden till 0,64 kr/m³. För närvarande (1986) sker ingen dosering.

6.3 Rensning av ledningar

Frekvensen för rensning av ledningar kan variera inom vida gränser men underlag för att ange sannolika riktvärden är begränsat. Enköpings kommun uppskattar att rensning kan bli aktuell med 10 års intervall.

I avvaktan på ytterligare erfarenheter kan det för en driftskalkyl vara välbetänkt att räkna med rensning med intervall något år.

Kostnaden för en rensning av en klen ledning kan röra sig om 5-10 kr/m när rensningen sker med renspluggar och särskilda högtryckspumpar.

6.4 Tryckförhållanden

Praktiska erfarenheter visar att problem med tryckslag är små i ledningar av här avsett slag. Detta sammanhänger med vanligen låga vätskehastigheter (0,4-0,8 m/s) samt den dämpning som sker i långa ledningar med liten dimension och med låg E-modul (200-700 MPa).

Ledningsförlusterna i system av denna typ är relativt sett mycket stora, kanske 70-90 % av den totala uppföringshöjden. Tryck över arbetstrycket uppstår inte efter pumpstopp. Trycksänkning vid pumpstopp uppstår, men undertryck som skadat ledningar har inte observerats. Ledningarna tål visst undertryck. Enligt exempelvis Sweténrör AB är inbucklingstrycket för PEH ca 0,1 MPa för PN 6 och ca 0,4 MPa för PN 10 dvs ledningarna tål (teoretiskt) ett yttre övertryck av 1 resp 4 bar. Dessa värden gäller för långtidslaster och temperatur +10⁰C. För korttidslaster (dvs några minuter i aktuella system) kan högre laster tillåtas.

7. EXEMPEL PÅ ANLÄGGNINGAR

7.1 Enköpings kommun, Säva m fl

En av de första anläggningarna med klen högtrycksledning är avloppsledningen Säva - Örsundsbro, Enköpings kommun.

I Säva fanns en trekammarbrunn med anslutning ca 50 p. Planer på ett lokalt biologiskt-kemiskt verk ändrades till förmån för överpumpning. Ett av motiven härför var problem med den lokala vattentäkten som kunde lösas genom samförläggning.

Investeringskostnaden för nytt avloppsverk och ny vattenförsörjning beräknades till ca 800.000 kr (1977/78).

I Örsundsbro fanns ett reningsverk med plats för ytterligare anslutning och tillräcklig tillgång på vatten.

Avståndet Säva - Örsundsbro är ca 4,5 km. Ungefär halva sträckan utfördes med täckdikningsmaskin med grävjul med bredden 0,32 m. I övrigt med traktor-grävare med smal skopa.

Anläggningen byggdes 1978. Slutkostnaden blev ca 450.000 kr varav för pumpstationen ca 200.000 kr.

Under tiden 1978 - 1983 har i Enköping byggts fyra anläggningar med data enligt tabell 7.1. Angiven kostnad avser ledningarna exkl pumpstation men inkl ersättning till markägare i resp års prisläge. I tabellen avser:

Anläggning 1	Säva - Örsundsbro
2	Siggesta - Kyrkmalm
3	Hjälsta - Örsundsbro
4	Korsbacken - Fjärdhundra

Tabell 7.1 Anläggningar i Enköpings kommun, data-sammanställning

Anläggning	1	2	3	4
Byggt år	1978	1979	1981	1983
Ledningslängd, m	4300	3690	7000	8050
Vattenledning	PEL	PEL	PEM	PEM
	63,9x9	90x12,9	90x8,2	75x6,8
Avloppsledning	PEL	PEL	PEM	PEM
	75x6,9	90x8,2	90x5,1	75x4,5
Kostnad kr/m	60	70	87	85

Arbetena utfördes i kommunens regi dock att täckdikningsmaskin med förare hyrdes in.

7.2 Strängnäs kommun, Härad

Härads samhälle har ett äldre reningsverk som måste om- och tillbyggas i samband med en planerad ökning av anslutningen. Vidare krävdes åtgärder för att säkra vattenförsörjningen.

Det visade sig att lokala lösningar för vatten och avlopp skulle bli dyrbara och vad gällde vattentäkter även osäkra. Alternativet överpumpning till Strängnäs och samförläggning med vattenledning till Härad visade sig bli totalt sett billigare och säkrare.

För avloppet valdes 2 st ϕ 90 x 5,6 med beräknad kapacitet ca 3,5 l/s vardera eller 500-600 m³/d. Genom att utnyttja befintliga volymer i det gamla verket för utjämning kan bräddning normalt undvikas.

Anläggningen utfördes under 1985-86 i kommunens regi varvid rörlägningsmaskin med förare hyrdes in.

Kostnaderna för täckdikningsmaskin var 22 kr/m och för traktorgravare 28 kr/m. Dessa priser gällde åkermark (motsv). För bergschakt var priset 240 kr/m. Total rörgravslängd var ca 4500 m.

7.3 Älvkarleby kommun, Marma

Som alternativ till en nödvändig ombyggnad av ett befintligt reningsverk i Marma utreddes överpumpning till Älvkarleö dels med konventionell teknik med pumpning i två steg, dels i ett steg med klena högtrycksledningar. Det senare alternativet visade sig bli hälften så dyrt som den konventionella lösningen. Anläggningen byggs under våren 1986. Ledningslängden är 5500 m. I samma rörgrav läggs 6 st ledningar 90 x 5,6 mm.

7.4 Upplands-Väsby kommun, Kairo

Från en bad- och fritidsanläggning med något 100-tal permanentboende har lagts 2 st 90 x 5,4 mm PEM för överpumpning av avloppsvatten till avloppsnätet i Njursta. Samförläggning har skett med 3 st vattenledningar 90 x 8,2 PEM.

Alternativet med överpumpning bedömdes som fördelaktigare än utbyggnad för lokal rening.

Rörgravslängden är ca 3800 m. Ledningarna är delvis utförda som sjöledningar.

7.5 Gasledning

Ett mindre vanligt exempel på läggning av klena ledningar är en anläggning för utvinning av gas ur en mosse 90 km norr om Stockholm.

Med en rörläggningssmaskin typ Dynapac VL 800 (med speciellt breda band för att ge lågt yttryck) plöjdes 40 km dränledningar ner i mossen. Tre ledningar lades samtidigt i ett moment. Tekniken har utvecklats av Vyrmetoder AB.

Den utvunna gasen transporteras 4 km i en polyeten-slang som likaledes plöjdes ner med samma teknik till 1 m djup under markytan.

7.6 Lakvattenledning

Från Annelunds avfallsupplag, Enköpings kommun, pumpas lakvatten i 2 st 90 x 5,4 PEM ca 2200 m till anslutning till Storvretens avloppsnet. Ledningarna passerar över E18 i en isolerad kulvert upphängd i en vägport.

Pumpkapaciteten är ca 14 l/s vilket ger en vätskehastighet av drygt 1,4 m/s. Pumpstationen har ingen renskvarn. Före pumpstationen finns en utjämningsbassäng med volymen ca 1500 m³.

8. KOSTNADER

8.1 Investering

Avgörande för anläggningskostnaden är hur arbetet med rörläggning bedrivs. Om t ex en kommun utför arbetet i egen regi med inhyrd rörläggningssmaskin och förare kan kostnaderna hållas mycket låga. Exempel härför är anläggningarna i Enköping och Strängnäs där följande priser rapporterats för ledningsgrav med två ledningar:

Enköping	1983	85 kr/m
Strängnäs	1985-86	100 kr/m

Det bör observeras att dessa priser gäller för lätt-schaktad mark och med stort inslag av egenregiarbete. Andra former för upphandling och utförande kan ge högre kostnader.

8.2 Årskostnader. Exempel

För anläggningar av här beskriven typ är det svårt att ge generella data för årskostnaderna. Variationerna är så stora att beräkningar alltid måste ske från fall till fall.

För att ge en bild av hur årskostnaderna kan fördelas ges nedan ett exempel som kan ses som ganska typiskt.

8.2.1 Förutsättningar

Anslutning	P	200
Spec tillrinning	l/p.d	300
Tillrinning	m ³ /år	55.000
Uppfordringshöjd	m	40
Energipris	kr/MWh	300
Verkningsgrad	%	30
Skötselkostnad	kr/h	200

8.2.2 Pumpningsenergi

Energimängden blir $0,35 \text{ kWh/m}^3$ eller 20 MWh/år.
Kostnaden blir ca 10 öre/m³.

Härtill bör läggas energi för renskvärn. Med antagandet att uttagen effekt är 1 kW och driftstiden 50 % fås en årlig energimängd av ca 4,5 MWh/år motsvarande ca 2 öre/m³.

8.2.3 Kemikaliekostnader

Kostnaden för att minska en störande utveckling av svavelväte beror på flera faktorer och kan inte anges generellt. Som ett exempel antas här en kostnad av 6.000 kr/år motsvarande ca 10 öre/m³.

8.2.4 Skötselkostnader

För rutinskötsel kan man räkna med i stort samma kostnader som för vanliga små pumpstationer dvs några timmar per vecka. Antages en skötseltid av 3 h/vecka fås en årlig kostnad av ca 30.000 kr motsvarande ca 55 öre/m³.

8.2.5 Kapitalkostnad

I detta exempel antas en anläggningskostnad av 600.000 kr med årlig kapitalkostnad 100.000 kr/år eller ca 180 öre/m³.

8.2.6 Årliga kostnader

I tabellen nedan sammanställs årskostnader enligt ovanstående förutsättningar:

Tabell 8.2.6 Exempel på fördelning av årskostnader

	öre/m ³	%
Energi, pumpning	10	4
Energi, renskvarn	2	1
Kemikalier	10	4
Skötsel	55	21
Kapitalkostnad	180	70
Summa	257	100

Av tabell 8.3 finner man som väntat att kostnader för skötsel och kapital är helt dominerande. Energikostnaderna är närmast försumbara.

LITTERATUR

Förenklat system för överföringsledningar
VAV-nytt nr 2, juni 1979. Stockholm

Metangas ur torv - framtidsenergin?
Dynapac Report 9, 1983. Solna

Hultman, B. o. Watz, U. Svavelväte i avloppsnät -
hälsorisker och korrosionsproblem.
Stadsbyggnad 1984.2 p 21-24. Stockholm

Hakeman, L. Tryckavloppsledning, kapacitet
svavelväteproblem.
Vatten/Reflexen 1.83. Lund

Avloppspumpstationer.
Publikation VAV P47 mars 1984. Stockholm



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 831542-1
från Statens råd för byggnadsforskning till Allmänna
Ingenjörbyrå, AIB AB, Solna.**

R112: 1986

ISBN 91-540-4654-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6706112

**Abonnemangsgrupp:
V. Anläggningsteknik**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 25 kr exkl moms