



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**

**R27:1979**

# **Avloppsanläggningar för mindre gruppbebyggelse**

**Lars Ulmgren**

**Byggforskningen**

R27:1979

AVLOPPSANLÄGGNINGAR FÖR MINDRE GRUPPBEBYGGELSE

Lars Ulmgren

**V-Biblioteket Bygg**  
**Lunds Tekniska Högskola**  
**Box 118, 221 00 LUND**

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 771429-5 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Orrje & Co Scandiaconsult,  
Stockholm.

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

R27:1979

ISBN 91-540-2973-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 951533

## FÖRORD

VA-frågorna för mindre anslutningar (<500 pe) har under senare år aktualiserats alltmer med bl a hänsyn till att avloppsfrågan för alla större tätorter fått någon form av lösning. De områden som är aktuella för annan form av VA-lösning är bl a fritidsbebyggelse, glesbygd, kursgårdar, motell m fl. Det är därvid fråga om mer "okonventionella lösningar". I här utförd utredning har behandlats olika typer av avloppsreningsalternativ, såsom infiltration, resorption, markbädd och paketreningsverk. De frågor som beaktas är bl a

- krav på avloppslösningar
- tekniskt utförande
- erfarenheter (svenska och utländska)
- alternativa lösningar för olika bebyggelseformer
- kostnadsaspekter

Här redovisat material bygger på litteraturgenomgång, studier av rapporter från testning och uppföljningar, intervjuer av personal vid hälsovårdsnämnder och länstyrelser samt tillverkare och projektörer av VA-anläggningar.

Med hänsyn till andra pågående utredningar har här endast behandlats avloppsreningsystem, som dock endast utgör en del av hela VA-komplexet.

Denna utredning bör bearbetas ytterligare på så sätt att man testar redovisat material på några praktiska exempel för t ex några fritidsområden av olika karaktär. Det erfordras även en del ytterligare underlag för bedömning av de tekniska och miljömässiga värderingarna.

Vid framtagande av underlag för denna rapport har dessutom medverkat ingenjörerna Harry Sundgren och Kerstin Svanebäck.

Stockholm 1978-08-31  
INGENJÖRSFIRMAN ORRJE & CO AB  
VA-avdelningen

Lars Ulmgren

## INNEHÅLL

FIGURFÖRTECKNING	Sid	6
TABELLFÖRTECKNING		7
BETECKNINGAR		7
1. ALLMÄNT BETRÄFFANDE VA-LÖSNINGAR		8
1.1 Typ av anslutning		8
1.2 VA-anläggningens uppbyggnad		8
1.3 Vattenförsörjning		9
1.4 Avloppsvattenmängd		10
2. AVLOPPSVATTENBEHANDLING		12
2.1 Alternativa avloppslösningar		12
2.2 Slamavskiljare		14
2.2.1 Slamavskiljare vid "enstaka" hus		14
2.2.2 Slamavskiljare vid markbädd		16
2.3 Separat uppsamling av KL-vatten		16
2.4 Resorptionsanläggning		18
2.5 Infiltrationsanläggning		19
2.6 Markbäddsanläggning		21
2.7 Paketreningsverk		22
3. SAMMANFATTNING AV SYNPUNKTER FRÅN KOMMUNER OCH LÄNSSTYRELSER		26
3.1 Anläggningstyper som används		26
3.2 Drift och skötsel		27
3.3 Slamtömning		28
4. VÄRDERING OCH VAL AV AVLOPPSANLÄGGNING		29
4.1 Krav på vald lösning		29
4.1.1 Fysikaliska krav		29
4.1.2 Sociologiska krav		29
4.1.3 Tekniska krav		31
4.1.4 Ekonomiska krav		31
4.2 Viktiga parametrar för en VA-anläggning		32
4.2.1 Grundförutsättningar		32
4.2.2 Vattenförsörjning		34
4.2.3 Ledningssystem för avloppsvatten		34
4.2.4 Recipientval		34
4.3 Kostnader för små avloppsanläggningar		35
4.4 Sammanfattning av svenska erfarenheter		35
4.5 Slutvärdering och bästa val av tänkbara avloppslösningar		38

REFERENSER		Sid 41
BILAGA 1	OLIKA TOALETTPER	43
	Torr- och förmultnings- m fl klosetter	43
	Snålspolande vattenklosetter	46
	Förbränningsklosetter	48
BILAGA 2	RESORPTIONSANLÄGGNING	49
	Marktekniska förutsättningar	49
	Skyddsområde	49
	Utförande	50
	Konstruktion och ledningslängd	50
	Fördelningsdikets placering	52
BILAGA 3	INFILTRATIONSANLÄGGNING	53
	Marktekniska förutsättningar	53
	Fastställande av infiltrationsmöjligheter	53
	Utförande av infiltrationsanläggning	55
BILAGA 4	MARKBÄDD	60
	Förutsättningar	60
	Utformning	60
	Konstruktion och dimensionering	62
SAMMANFATTNING		64

## FIGURFÖRTECKNING

### Huvudtext

1. Principutförande för en resorptionsanläggning
2. Principutförande för en infiltrationsanläggning
3. Principskiss över markbädd
4. Sanitära standardens påverkan på den yttre miljön

### Bilagor

- 1:1 Pacto paketeringsklosett
- 1:2 Clivus - Multrum
- 1:3 Förmultningsklosett, principskiss
- 1:4 Frysklosett
- 1:5 Principen för vakuumklosett
- 1:6 Anslutning av klosett till tank (direktspolande)
- 1:7 Elektrisk förbränningsklosett
- 2:1 Kombinerad resorption/infiltration
- 2:2 Resorptionsdikets utförande
- 2:3 Resorptionsdikets placering
- 2:4 Resorptionsdike med grund bergyta
- 3:1 Siktkurvor för olika material
- 3:2 Infiltrationsbrunn
- 3:3 Ytligt infiltrationsdike
- 3:4 Infiltrationsanläggning med flera fördelningsledningar
- 3:5 Infiltrationsdiken anordnade i serie
- 3:6 Uppbyggda infiltrationsanläggningar
- 3:7 Exempel på frostisolering och slamavskiljare respektive infiltrationsledning
- 4:1 Anordning för bättre fördelning av avloppsvatten
- 4:2 Filter av grus/sand före markbädd
- 4:3 Detalj av markbädd
- 4:4 Tvär- och längdsektion av en markbädd



TABELLFÖRTECKNING

1.  $T_S$ -värden för paketreningsverk
2. Riktvärden för specifik spillvattenmängd vid olika typ av bebyggelse
3. Alternativ avloppsvattenbehandling
4. Gradering av VA-lösningar för anslutningar 500 pe
5. Volym på slamavsljare
6. Olika slamavskiljarfabrikat (prefabricerade)
7. För- och nackdelar hos några olika toalettsystem
8. Olika slamtankar (prefabricerade) vid toalettavfall
9. Paketreningsverk
10. Kostnad för slamtömning (Norrtälje)
11. Översikt av faktorer som påverkar valet av VA-lösning för en anslutning 500 pe
12. Kostnader för avloppsanläggningar
13. Sammanställning av svenska erfarenheter samt behov av ytterligare underlag för värdering
14. Värdering av avloppslösningar
15. "Bästa" avloppslösning för olika bebyggelsetyper

BETECKNINGAR

- B Biologisk rening  
BDT Bad-, disk- och tvättvatten  
BS<sub>7</sub> Biokemisk syreförbrukning  
DDT Duch-, disk- och tvättvatten  
DT Disk- och tvättvatten  
K Kemisk rening  
KL Toalettvatten  
M Mekanisk rening  
P Totalfosfor  
pe Personekvivalenter  
SA Slamskiljare  
SS Suspenderade ämnen  
VA Vatten och avlopp

## 1. Allmänt beträffande VA-lösningar

### 1.1 Typ av anslutning

VA-lösningar för enstaka fastigheter och mindre gruppbebyggelse (<500 pe) har varit och är fortfarande ett stort problem ur såväl teknisk som ekonomisk synpunkt. Avsaknad av väl fungerande system gäller för såväl åretruntbebyggelse (permanentboende) som fritidsbebyggelse, även om den senare typen av boende troligen medför de största tekniska problemen. Den typ av anslutning som är aktuell för < 500 pe är bl a

- Mindre samhällen - tätorter
- Hotell, motell eller kursgårdar
- Enstaka fastigheter - glesbebyggelse
- Planlagd fritidsbebyggelse - grupper om lägst ca 30 fastigheter
- Äldre fritidsbebyggelse, ej planområde
- Enstaka fritidshus

### 1.2 VA-anläggningens uppbyggnad

En komplett och fungerande VA-anläggning består av ett flertal delkomponenter. De komponenter som tillsammans utgör en vatten- och avloppsanläggning är följande:

- Byggnadens VA-installationer
- Vattenförsörjningsanläggning med vattentäkt
- Ledningsnät för vatten
- Ledningsnät för spillvatten
- Ledningsnät för dagvatten
- Avloppsreningsanläggning
- Recipient

Konventionellt och riktigt utförda vatten- och avloppsanläggningar är vid god skötsel driftsäkra men kostsamma vid låg anslutning ur såväl investerings- som driftkostnadssynpunkt. Rent generellt så är förenklingar möjliga i glesbygds- och fritidsområden, exempelvis, "minimidimensioner" på vatten- och spillvattenanläggningar, lokalt omhändertagande av dagvatten och av spillvatten etc. Förutsättningen är därvid att man kan använda andra och "enklare" lösningar på VA-försörjningen som blir billigare utan att rimliga standard- och miljökrav eftersätts.

En "udda" VA-anläggning måste vara driftsäker och utgöra ett enkelt system. Det är därvid bl a följande frågeställningar som är av betydelse ur funktions- och kostnadssynpunkt:

- mindre läggningsdjup för avloppsledningar med hjälp av isolering eller el-uppvärmning
- fördelaktigt med vakuump- eller lågtryckssystem för ihopsamling och bortledning av avloppsvatten
- nödvändigt med en uppdelning på KL- och BDT-vatten för att kunna använda "udda" lösningar
- är markinfiltration eller markbädd ur miljösynpunkt acceptabla alternativ
- är paketreningsverken ett realistiskt alternativ med hänsyn till kostnader, resultat och driftsäkerhet
- vad är lämplig sanitär standard

Av ovan uppräknade frågeställningar kommer i stort sett endast frågor beträffande avloppsreningsanläggningar att behandlas här. Ledningssidan är utförligt behandlad i andra sammanhang varför denna del utelämnas utom då en mer total bild erfordras för att en helhet skall uppnås.

### 1.3 Vattenförsörjning

Permanentbebyggelse av olika slag har sin vattenförsörjning ordnad via grund- eller ytvattentäkt. Efter erforderlig rening distribueras vattnet via frostfritt lagda ledningar. Man räknar normalt med en vattenförbrukning på ca 220 l/pe,d ( 1 ). För de fall att man har ett snålspolande toalettsystem kan vattenmängden reduceras med ca 50 l/pe,d. För de fall att man väljer att ordna med vintervattenledning för ett planlagt fritidsområde så bör man jämställa kravet på VA-försörjning med det som gäller för permanentbebyggelse. Det kan dock i de flesta sammanhang räcka med ca 150 l/pe,d.

Vid fritidsområden där man av olika skäl väljer att lösa vattenförsörjningen via t ex sommarvattenledning till tomtgräns bör man räkna med högst 300 l/tomt,d under förutsättning att man ej tillåter konventionell vattentoalett och/eller badkar. Snålspolande toalett inryms i nämnd vattenmängd. Vintertid bör normalt ges möjlighet till att hämta vatten vid ett speciellt vintertappställe.

Verklig vattenförbrukning för enskilda hushåll är dåligt utredd så tillvida att man inte har några exakta förbrukningsvärden. Det kan dock konstateras att vattenförbrukningen per dygn inte är väsentligast utan det är den momentana (maximala) mängden per timme som är avgörande. Den främsta orsaken är att stora flöden ger problem vid dimensionering av anläggningar för avloppsvattenbehandling. Vid enstaka fastigheter uppstår mycket stora problem då man skall använda helt konventionella lösningar.

#### 1.4 Avloppsvattenmängd

Vid den typ av bebyggelse som är aktuell i denna utredning kan man utgå ifrån att det normalt ej finns något industriavloppsvatten. Enligt SNV:s dimensioneringsanvisningar gäller för beräkning av dimensionerande flöde följande samband

$$q_{\text{dim}} = \frac{Q_s}{T_s} + \frac{Q_d}{24} + \left[ \frac{Q_i}{T_i} \right] \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$Q_s = \text{Medelspillvattenmängd} \quad (\text{m}^3/\text{d})$$

$$Q_d = \text{Medeldygnstillrinning av läckage- och dräneringsvatten vid torrväder} \quad (\text{m}^3/\text{d})$$

$$Q_i = \text{Medeldygnstillrinning av industriavloppsvatten} \quad (\text{m}^3/\text{d})$$

$T_s$  = Antal timmar per dygn under vilka  $Q_s$  fördelas

$T_i$  = Antal timmar per dygn under vilka  $Q_i$  tillförs reningsverket.  $T_i$  sätts till 10 timmar, där ej annat påvisats vara riktigare.

För mindre gruppbebyggelse, fritidsbebyggelse, hotell, kursgårdar m m erhålls under dygnet stora flödesvariationer. I regel uppnås två flödestoppar per dygn (morgon och kväll). Den relativa flödesvariationen är större ju mindre antal personer anläggningen betjänar. De hydrauliska fordringarna på dimensioneringen av en reningsanläggning kan tillgodoses antingen genom att välja tillräckligt stort  $q_{\text{dim}}$  eller att anordna en utjämningsvolym. Nedan i tabell 1 redovisas de  $T_s$ -värden som är aktuella vid paketreningsverk.

	Antal personekvivalenter		
	10 - 50	51 - 200	201 - 500
$T_s$ h	6 <sup>1)</sup>	8	11

1)  $q_{\text{dim}}$  får dock ej understiga 1 m<sup>3</sup>/h

Tabell 1.  $T_s$ -värden för paketreningsverk

De specifika spillvattenmängder som skall användas då man ej kunnat mäta dessa, framgår av tabell 2.

<u>Permanent</u>	<u>Fritid</u>	<u>Camping</u>	
<u>BDT + KL</u>	<u>BDT + KL</u>	<u>BDT</u>	<u>BDT + KL</u>
220 l/pe,d	150 l/pe,d	75 l/pe,d	125 l/pe,d

Tabell 2. Riktvärden för specifik spillvattenmängd vid olika typ av bebyggelse

Vid enskilda fritidshus med enbart (D)DT-vatten kan man räkna med totalt max 300 l/tomt,d.

Vid bebyggelse där man har konventionella ledningssystem för ihopsamling av avloppsvattnet måste man räkna med dränerings- och läckagevatten motsvarande ca 50 l/pe,d. Vid gamla ledningar som ofta är i dålig kondition måste man 2- eller 3-dubbla läckageflödet, d v s till 100 à 150 l/pe,d.

Beträffande ytterligare detaljer om avloppsvattenmängder vid paketreningverk hänvisas till "Avloppsreningsverk, 10 - 500 pe", ( 8 ).

## 2. Avloppsvattenbehandling

### 2.1 Alternativa avloppslösningar

Avloppsvattenbehandlingen för anslutningar < 500 pe för såväl permanent- som fritidsbebyggelse kan lösas via

- behandling av allt avloppsvatten gemensamt eller
- separat behandling av BDT- och KL-vatten

Vid gemensam behandling kan man tänka sig infiltration, markbädd eller paketreningssystem förutom en ev anslutning till kommunens reningssystem. Resorption är endast tillämpligt på DT-vatten. I tabell 3 redovisas alternativ avloppsvattenbehandling.

Tabell 3. Alternativ avloppsbehandling

Alternativ	Behandlingsdelar	Recipient
1 Infiltration	Slamavskiljning + infiltrationsledning	Naturlig mark (god marktäckning)
2 Resorption	Slamavskiljning + resorptionsledning	Naturlig mark (ej wc-anslutning)
3 Markbädd	Slamavskiljning + grusbädd + utloppsledning	Dike eller vattendrag
4 Paketreningsverk	a) Kemisk rening + utloppsledning	Dike eller vattendrag
	b) Biologisk rening + utloppsledning	"-
	c) Biologisk + kemisk rening + utloppsledning	"-
5 Sep KL-behandling	a) Snålspolande	Transp till kommunens reningssystem
	b) TC	Borttransport
	c) El-toalett	Aska till tipp
	d) Multrum och mullbänksalternativ	Jordförbättringsmedel

VA-lösningar enligt tabell 3 för mindre gruppbebyggelse, hotell, kursgårdar m m eller enskilda fastigheter är vad man i dagligt tal kallar för okonventionella lösningar. Det är dock i stort sett omöjligt att generalisera och säga att den typen av lösning skall användas där eller där. I uppställningen i tabell 4 har redovisats exempel på var olika lösningar kan tänkas att bli tillämpliga. En grov lämplighetsgradering har också utförts.

Tabell 4. Gradering av VA-lösningar för anslutningar < 500 pe

	Fritidsboende			Permanentboende			Kursgård	
	3-5 pe	6-20 pe	21-100 pe	6-20 pe	21-100 pe	101-500 pe	21-100 pe	101-500 pe
Slamavskiljning + infiltration, BDT + KL	+	+-	-	+-	-	--	+-	--
" + resorption, DT + sep KL-behandl	+	+-	--	--	--	--	--	--
" + infiltration, BDT + sep KL-behandl	++	++	+	++	+-	-	+-	-
" + markbädd, BDT + KL	-	+-	+	+-	++	+	++	+
Paketreningsverk (kemisk rening)	--	-	+-	+-	+	++	+(+)	++

Anm. ++ mycket god lösning  
+ god lösning  
+- tänkbart alternativ  
- mindre bra lösning  
-- direkt olämplig lösning

Den redovisade graderingen i tabell 4 får inte tas som något absolut mått på lämpligheten för en viss metod. Det är många faktorer som spelar in i detta sammanhang, vilka ej går att generalisera utan vidare. I tabell 11 (kap 4) finns en mer detaljerad redovisning för olika väsentliga parametrar och faktorer som påverkar valet av bästa tekniska/ekonomiska lösningar.

Nedan redovisas de olika behandlings metoderna som finns upptagna i tabell 4. Det är att notera att slamavskiljaren upptas separat med hänsyn till att denna ingår som ett separat delsteg i de olika metoderna.

## 2.2 Slamavskiljare

Vid alla former av avloppsvattenbehandling erfordras i de flesta fall någon form av slamavskiljning. I de aktuella fallen bör man särskilja mellan tre huvudfall av tillämpning:

1. Slamavskiljare vid enstaka fastigheter före resorption eller infiltration
2. Slamavskiljare före större infiltrations- eller markbäddsanläggningar
3. Slamavskiljare i samband med paketreningssystem

### 2.2.1 Slamavskiljare vid "enstaka" hus

En slamavskiljare för små avloppsvattenmängder skiljer sig i princip inte från de som används i större anläggningar i fråga om utformning. Det som är avgörande är att det vid de minsta är fråga om slamtömning t ex 1 gång/år mot kontinuerlig vid de större.

Vid alla slamavskiljare bestäms effektiviteten i första hand av den uppehållstid som avloppsvattnet har vid passage genom slamavskiljaren. De faktorer som påverkar uppehållstiden är bl a

- a) inloppets utformning
- b) slamavskiljarens inre utformning
- c) mängden avsatt slam (både flyt- och botten slam)
- d) möjlighet att utjämna ev stötbelastning (badkarstappning etc)

Slamavskiljare tillverkas i betong, plast eller plåt och finns i olika storlekar och med olika antal kammare. Det finns även några typer som ej erfordrar så stora läggningsdjup som de konventionella typerna.

I naturvårdsverkets två publikationer 1971:2 (2) och 1974:15 (3) är angivet minsta erforderliga volym för att tillfredsställande resultat skall kunna erhållas. Enligt tabell 5 framgår erforderliga minimivolymer.



Tabell 5 Volymen på slamavskiljare

Typ av avlopps- vatten	Mängd l/d, fast	Slamavskiljar- volym, liter minimum	Slammängd l/år vid 6 %-TS
DT	300	700	100 - 125
DDT	300	1 100	125 - 150
BDT + KL	800	2 000	900 - 1 100

Redovisade data i tabell 5 betyder att man i princip klarar sig med en slamtömning per år om avskiljaren är korrekt utformad. Vid den större slamavskiljaren och permanentboende bör man eftersträva slamtömning minst 2 ggr/år för att vara säker på att undvika kraftig slamflykt vid stötblastningar.

Naturvårdsverket utförde 1975 en undersökning på ett sjuttiofem slamavskiljare (30). Den parameter man i första hand studerade var halten suspenderat material, då en slamavskiljare främst påverkar denna föroreningsparameter. De resultat som erhöles visade på stor spridning så några direkta slutsatser gick ej att dra. Följande kommentarer kan dock göras:

- För en trekammarbrunn gäller att vid en ökning av volym och djup men med bibehållen yta så minskar SS-halten i vatten.
- För tvåkammarbrunnen erhöles lägre SS-halter, då yta, volym och djup ökades i nu nämnd ordning.
- Varken för två- eller trekammarbrunnen erhöles något klart samband mellan SS-halten och endera våtvolum, yta, djup, tid från senaste slamtömning, slammängd i brunnen, belastningen resp avskild slammängd per person och dygn.
- Halten av suspenderat material varierade relativt mycket för de olika anläggningarna. Medelvärdet för SS-halten var mellan 70 och 120 g SS/m<sup>3</sup>.
- Utgående BS<sub>7</sub>- COD- och SS-halter är ungefär lika stora oberoende av om klosettvaatten är anslutet eller ej.

I marknaden finns idag ett stort antal olika slamavskiljare av olika fabrikat, som skiljer sig i fråga om utformning och material. I tabell 6 sid 16 redovisas exempel på olika fabrikat. Det är för närvarande svårt att uttala sig om de olika typerna ur effektivitetssynpunkt. Ett av huvudskälen till detta är att man ej har lyckats taga fram någon entydig och tillförlitlig testmetod.

Slamavskiljarna som idag finns på marknaden ger i stort sett samma behandlingsresultat vid minst ca 1 dygns uppehållstid. Susp-reduktionen är ca 70 - 75 % vilket ger en TS-halt i slammet på 3 - 5 %.

### 2.2.2 Slamavskiljare vid markbädd

Vid markbäddar, som används vid dåliga infiltrationsmöjligheter, krävs det att man har en väl fungerande slamavskiljare. Det största problemet är vanligen att man inte kan använda sig av kontinuerligt slamavdrag, då man önskar minimalt tillsynsbehov. Vid markbädden är det väsentligt att man har en god slamavskiljning för att undvika igensättningar. I princip bör man uppnå en susp-halt på 10 - 20 g SS/m<sup>3</sup> för att begränsa risken för igensättning. Enda möjligheten att ev kunna uppnå dylika resultat är att ha lång uppehållstid för avloppsvattnet samt regelbundet och tätt återkommande slamtömning.

Slamavskiljare vid flöden  $> 10 \text{ m}^3/\text{d}$  kan normalt ges en mer konventionell utformning. Detta betyder att man klarar sig med uppehållstider på ca 5 h vid dimensionerande flöde.

Tabell 6. Olika slamavskiljarfabrikat (prefabricerade)

Fabrikat	Volym m <sup>3</sup>	Pris exkl moms kr
Cipax	0,7 0,8 2,0	1 400 - 2 500
Linde	0,8	2 000
Blomquists	0,8 2,3	1 450 - 3 800
Turex	0,54	1 300
Telaf	0,5 0,8	1 700 - 1 900
Hevaco	0,7 1,1	-
Ifö	0,7 1,2 2,1	-
Polyprojekt	0,7 1,1 2,0	1 400 - 3 200
Bia hårdplast	0,7 1,1 2,0 ....5,0	1 600 - 5 700
Jakema	0,7 1,1 2,2 ....8,0	1 400 - 6 100
Trelleborg plast	0,7	1 800
Glasfibertank	0,7 2,2 4,0 ....8,0	1 600 - 13 000

### 2.3 Separat uppsamling av KL-vatten

Installation av konventionell vattenklosett komplicerar i de flesta fall lösningen av avloppsfrågorna och medför kostsamma anordningar. Den tekniska utvecklingen har dock givit vid handen att det är möjligt att inom en ekonomiskt rimlig ram lösa klosettfrågan tillfredsställande vid separata anläggningar. Detta kan ske genom att använda klosett med liten spolvattenmängd och anslutning till tank separat för varje hus eller gemensamt för mindre grupper av hus. Andra lösningar är t ex torrklosett, multrum, kem- frys- eller förbränningstolett. De olika typerna redovisas kort i bilaga 1.

Inom fritidsboendet har dock olika typer av separat och okonventionell lösning för KL-vatten kommit till användning. En av de vanligaste lösningarna är någon form av förmultningstoa. En av orsakerna är bl a att den enskilde därvid vanligen får dispens från skyldigheten om obligatorisk hämtning av latrin. Hämtning av dylikt avfall liksom tömning av slam ombesörjes av kommunen enligt 4 § i den nya renhållningslagen sedan 1 jan 1972. Detta innebär bland annat att det är förbjudet att gräva ned toalettavfall.

De olika toalettsystemen har vissa nackdelar såsom krav på hämtning, behov av el och vatten, luktproblem och i många fall hög anskaffningskostnad. Det är inte möjligt att gradera de olika systemen, men i tabell 7 är några för- och nackdelar redovisade liksom en grov kostnadsuppskattning. Angivna priser är utan moms och endast för själva toalettdelen. Erforderliga utrymmen (rum) är ej medtaget.

Tabell 7. För- och nackdelar hos några olika toalettsystem

Klosettyp	Drivmedel och tillsatser	Smittämnen förstörs	Anl-kostn ca kr	Övrigt
Torr				
Öppen latrintunna	Kalk, torv	Nej	100-500	Ej luktfri, kräver hämtn
Kem-toalett	Formalin, alkali	Delvis	200-500	"-
Engångssystem	Engångskartong	Nej	200-700	"-
Pacto	Plastsäckar	Nej	3 000 - 3 500	Luktfri och hygienisk
Multrum	Ev värme (el)	Ja	4 000 - 6 000	Kräver ej hämtn, även vått köksavfall
Mullbänk	El	Ja	2 000 - 2 500	Kräver ej hämtn
Frystoalett	El och säckar	Nej	1 500 - 2 000	Kräver hämtn, luktfri
Vattenbesparande				
Vacuum-toalett	El och vatten	Nej	5 000 - 8 000	Tanktömning
Direktspolande	Vatten	Nej	1 500 - 4 000	"
Förbränningstoalett	El, gasol eller olja	Ja	3 000 - 4 500	Luktproblem

Anm: Kostnad given utan moms

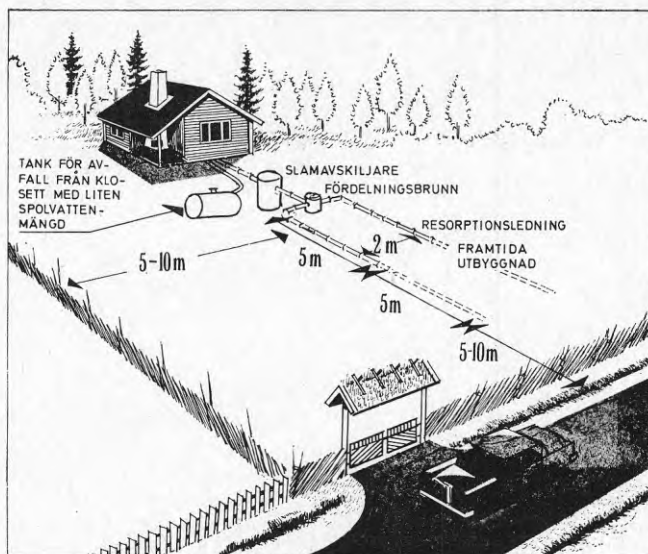
Vid vattenbesparande toaletter erfordras att man har uppsamlingsstankar av olika storlek för att täcka normalt behov under 2 - 3 månaders användning. I tabell 8 är uppräknat några exempel på tanktillverkare med angivna volymer och ungefärlig anskaffningskostnad.

Tabell 8. Olika slamtankar (prefabricerad) vid toalettavfall

Fabrikat	Volym m <sup>3</sup>	Pris, exkl moms kr
Cipax	1,0; 1,5; 2,0; 2,3; 3,0	2 000 - 2 700
Linde	1,6; 3,0 5; 6; 10; 15	1 800 - 2 400 4 400 - 12 000
Blomquists	1,0; 1,6; 3,2; 6,0; 9,0;	1 500 - 2 300 5 000 - 8 000
Ifö	3,1	-
BIA	1,8; 3,2; 5,9; 11,0	1 900 - offert
Glasfibertank	0,8; 1,0; 1,5; 2,0 ...15,0	-
Jakema	1,2; 2,2; 3,5; 4,7; 6,0	-
Trelleborg plast	3,0	1 800 -

#### 2.4 Resorptionsanläggning

Resorption används då marklagren är täta eller när de lösa jordlagrens tjocklek är så ringa att risk kan föreligga att avloppsvattnet medföljer markvattnet på bergytan och orsakar sanitär olägenhet på annan tomt eller mark, som utnyttjas för allmänt ändamål t ex lekplats. Principen för en resorptionsanläggning är att avloppsvattnet efter avslamning sprids i markytan grunt liggande fördelningsledningar. Dessa placeras i särskilt utförda diken med i vissa fall "tät" botten och så nära markytan att avloppsvattnet kan uppsugas av markvegetationen inom den egna tomt. En resorptionsanläggning kan följaktligen även och med fördel utföras i helt täta jordarter, t ex lera, varvid resorptionsdiken fylls med matjord. Figur 1.



Figur 1. Principutförande för en resorptionsanläggning

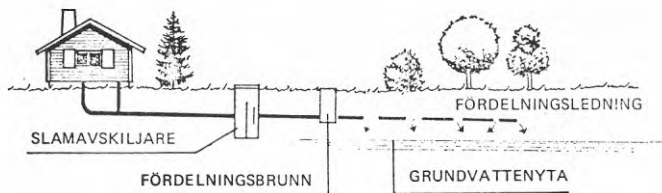
Med hänsyn till resorptionsanläggningens begränsade kapacitet är anslutning av WC inte möjlig liksom anslutning av regnvatten. Även anslutning av badvatten kan medföra överbelastning. Eftersom resorption också är beroende av markvegetationens års-cykel, lämpar sig resorptionsanläggningar endast inom områden som i huvudsak utnyttjas sommartid och där vattenförbrukningen är måttlig. Resorption lämpar sig i regel inte för områden med små tomter eller "centrumanläggningar".

I bilaga 2 redovisas detaljer beträffande utformningen av en resorptionsanläggning.

### 2.5 Infiltrationsanläggning

Med en infiltrationsanläggning avses "anläggning där avloppsvatten sprids i och över en yta av jordmaterial, sjunker ner genom jordlagren till grundvattnet samt blandas och bortförs med detta". Infiltrationsanläggningen innefattar följande enheter:

- slamavskiljare
- fördelningsbrunn och
- fördelningsledningar i mark



Figur 2. Principutförande för en infiltrationsanläggning

Vid infiltration gäller att jordlagret skall ha tillräcklig mäktighet (ca 2 m) och genomsläpplighet för att avloppsvattnet skall kunna ledas bort med grundvattnet utan att sanitär olägenhet uppstår på vare sig den egna tomtplatsen eller omkringliggande mark. Avståndet från infiltrationsnivån till grundvattentytans nivå bör minst uppgå till 1 m. Dräneringsmöjligheter och grundvattnets flödesförhållanden bör vara kända. Vid glesbebyggelse kan kraven ofta ställas något lägre. Infiltrations- eller resorptionsanläggning får inte utföras där risk föreligger för förorening av grundvatten, som utnyttjas eller kan komma att utnyttjas för vattenförsörjningsändamål.

Möjligheterna för avloppsinfiltration är beroende av typ av förbehandling och av olika egenskaper hos jordlagren. Genomsläppligheten beror av kornfördelning, kornform, packningsgrad och skiktning. Beträffande förundersökningar för fastställande av infiltrationsmöjligheter se bilaga 3.

Av betydelse för dimensioneringen och behandlingseffekterna är avloppsvattnets förbehandling. Hittills gjorda undersökningar pekar på att behandlingseffekterna vid infiltration (reduktion av fosfor, organiskt material och bakterier) blir högst efter enbart avslamning.

Effekterna vid infiltration blir ofullständigare då vattnet tidigare behandlats i en biologisk anläggning. Orsaken härtill kan vara, att avloppsvattnet efter biologisk behandling är näringsfattigare, vilket hämmar den biologiska verksamheten i infiltrationsbädden. Ytbelastningen kan dock hållas högre eller ca det dubbla mot enbart avslammat vatten.

Frågan hur infiltrationsförhållandena är efter kemisk förbehandling har inte detaljstuderats i Sverige. Bl a norska erfarenheter tyder på att risker finns för ökad igensättning genom restflock.(6).

Vid undersökning av grundvattenprov tagna i omedelbar anslutning till rätt utförda infiltrationsanläggningar har konstaterats i det närmaste fullständig reduktion av organisk substans (inklusive bakterier) och fosfor. Avloppsinfiltrationens påverkan på grundvattnet visar sig främst genom förhöjda halter av klorid, nitrat och sulfat. Detta har bl a kunnat konstateras vid de undersökningar som utförts i Eggbyanläggningen från 1963. Den är dimensionerad för ca 150 pe. Se vidare forskningsrapport SNV - VI AK (9).

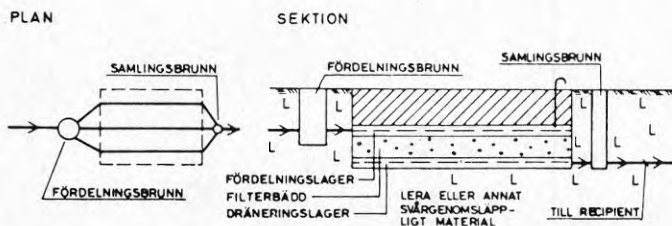
Infiltration av avloppsvatten från enstaka fastigheter liksom för mindre bebyggelsegrupper är normalt en god lösning för de fall att man har god marktäckning. Det är även mycket som tyder på att man bör kunna använda infiltration vid större anslutningar eller upp till några hundra anslutna. Erfarenheterna i Sverige är dock relativt bristfälliga beträffande långtidspåverkan på grundvattnet. Detta kommer delvis att studeras i det projekt som SNV f n bedriver beträffande grundvattenpåverkan under ledning av Ulf von Brömssen.

Beträffande infiltrationsanläggningars utförande och konstruktion se bilaga 3.

## 2.6 Markbäddsanläggning

Markbäddar anläggs inom områden där naturliga infiltrationsmöjligheter saknas. Speciella hydrogeologiska förutsättningar behövs normalt inte uppfyllas. En viktig förutsättning är dock att markbädden anläggs tillräckligt högt, så att dräneringslagret faller över recipientens högvattenyta.

Med markbädd avses "anläggning där avloppsvattnet sprids över en uppbyggd bädd av jordmaterial, sjunker ner genom denna, uppsamlas i ett underliggande dräneringssystem och avleds till recipient", figur 3. Den principiella skillnaden mellan infiltrationsanläggning och markbädd gäller således avledningen av vattnet. Någon distinkt övergång från markbädd till infiltrationsanläggning finns egentligen inte. Under förutsättning att grundvattenytan är belägen under dräneringslagret kommer en större eller mindre mängd av det vatten som passerat sandfiltret att sjunka ner till grundvattnet.



Figur 3. Principskiss över markbädd

Markbäddar har under de senaste 5 åren följts upp med avseende på olika föroreningsparametrar. Det är också av intresse att studera risker för ev igensättningar och ev nedsatt renings-effekt med åren. Livslängden för en markbädd kan idag uppskattas till mellan 10 och 20 år.

Behandlingseffekterna är i princip lika för markbäddar och infiltrationsanläggningar, under förutsättning att man vid de senare betraktar det infiltrerade avloppsvattnets beskaffenhet rakt under infiltrationsytan. I praktiken förekommer emellertid

oftast sämre behandlingsresultat vid markbäddar, vilket beror på att man av kostnadsskäl är tvungen att hålla nere filtervolymen. Detta åstadkommes genom att begränsa dels bäddens yta genom val av grovkorningt och ensartat material, dels filtrets tjocklek (normalt väljs 0,7 - 1,0 m).

Behandlingseffekterna för infiltrationsanläggningar och markbäddar är beroende av flera parametrar såsom:

- Det inkommande vattnets beskaffenhet
- Hydraulisk belastning, intermittens m m
- Jordlagrens beskaffenhet (kornfördelning, bergartssammansättning m m )
- Avstånd till grundvattenyta, alt filtertjocklek
- Grundvattenmagasinets egenskaper (för infiltrationsanläggningar)
- Tekniska arrangemang (fördelningssystem, luftning)
- Temperatur

De markbäddsundersökningar som genomförts i Sverige tyder på att man kan uppnå följande reduktion med markbädd och föregående slamavskiljning.

- BS<sub>7</sub>            80 - 90 %
- P<sub>tot</sub>            40 - 70 %
- SS                70 - 95 %

Ovanstående genomsnittsvärden har redovisats bl a från undersökningar i Kungsbacka och Dalarna. Som jämförelse kan noteras att vid undersökning av ett antal norska markbäddar för såväl enskild som gruppbebyggelse har man konstaterat en BS<sub>7</sub>-reduktion över markbädden (reduktionen i förbehandlingssteget ej inräknad) av i medeltal 95 % och en fosforreduktion av 75 %.

I övrigt beträffande markbäddar hänvisas till bilaga 4.

## 2.7 Paketreningsverk

Paketreningsverk har använts i Sverige med skiftande framgång under ca 15 år. Det har därvid gällt reningsverk för såväl 1 - 2 fastigheter som upp till ett 50-tal fastigheter. Det kan allmänt konstateras att de minsta reningsverken inte har fungerat tillfredsställande någon gång efter de genomförda testerna vid Åkeshovs reningsverk 1969-71 (29). De flesta av då testade anläggningar finns ej heller kvar på marknaden. Några anläggningstyper "överlevde" dock Åkeshovstesterna och installerades på olika håll i landet.

1971-74 utfördes en utredning vid ER-nämnden varvid man hade som målsättning att komma fram med enhetliga riktlinjer för utformning, konstruktion, installation, drift och skötsel av små paketanläggningar (1 - 5 hushåll). Samtidigt utfördes begränsade tester av några paketverk i praktisk drift. Resultatet från dessa kemreningsverk var mycket nedslående (5). Ett allvarligt fel



var att man fick kraftig slamflykt vid t ex badkarstappningar. Efter en tids drift (ca 1 månad) uppstod dock problem även vid normal drift. Orsaken var bl a högre slamproduktion än den beräknade p g a okontrollerad kemikaliedosering och för små bas-sängvolymmer (underdimensionering).

Vid naturvårdsverkets undersökningar 1975 testades även några paketreningsverk (30). Sammanfattningsvis erhöles följande resultat :

De små paketreningsverken för 1 - 2 hushåll gav lägre värde på BS<sub>7</sub> och COD än motsvarande slamavskiljare medan SS-halterna var ungefär desamma. Värdena är så dåliga att det finns skäl att ställa sig frågan om åtgärder i form av tätare servicebesök och flödesutjämning är tillräckliga för att nå acceptabla värden. Wallax började under 1975 att komplettera sina gamla anläggningar med flödesutjämnare. De undersökta Polypuranläggningarna hade utjämnare, men var i de flesta fall dåligt intrimmade.

De större reningsverken gav betydligt bättre värden än de små men det borde vara möjligt att sänka resthalterna ytterligare. Genom bättre utbildning av driftpersonal och tillgång till kontroll av pH kan man uppenbarligen uppnå mer tillfredsställande resultat.

Paketreningsverk för enstaka fastigheter måste anses ha mycket begränsat användningsområde med hänsyn till erhållna och tyvärr genomgående negativa erfarenheter. Det gäller då främst det faktum att man inte lyckats att tekniskt-ekonomiskt klara av drift och skötsel.

Under 1976 utarbetade VARIM-gruppen riktlinjer för dimensionering av mindre reningsverk (10 - 500 pe), (8). Med dessa riktlinjer, som även tar upp frågan om utjämning, finns det bättre möjligheter att erhålla fungerande paketreningsverk vid korrekt utförd anläggning för > 50 pe.

De frågor som fortfarande saknar ordentlig täckning är drift- och skötselfrågorna. Det har visat sig vid genomförda enkäter att många av husägarna har haft mycket litet intresse för skötsel och drift vilket även gäller t ex slamtömning och kemikaliepåfyllning.

Några betydelsefulla faktorer som måste beaktas vid installation av och drift av paketreningsverk redovisas nedan. Det bör dock påpekas att med rimlig ekonomisk insats bör man inte installera paketreningsverk för färre än 50 - 75 pe.

- utsläppsförhållandena (mark-vatten) är väsentliga som grund för beslut om reningsmetod och krav på kvarvarande föroreningshalt i utgående avloppsvatten
- då reningsverk levereras är det ingående vattnets pH-värde och buffertkapacitet oftast obekant
- åtgärder för pH-justering bör vidtas och efterkontroll göras om så erfordras

- om risk för korrosionsangrepp finns bör detta beaktas före tillsättning av kemikalier och erforderliga åtgärder vidtas
- avloppsvatten från enstaka hushåll uppvisar i allmänhet höga föroreningshalter. Anledningen kan vara mat- och levnadsvanor samt låg vattenförbrukning
- avloppsvattnet får inte vare sig avsiktligt eller oavsiktligt spädas med dagvatten (vatten från stuprör e d)
- kontroll av flödet är av avgörande betydelse för reningseffekten varför erforderlig stötutjämningsvolym (buffertvolym) med kontrollerat (strykt) avflöde måste finnas
- sedimenterings- och slamvolymerna bör dimensioneras och utformas så att turbulens förhindras. Slamvolymerna måste vara väl tilltagna
- anläggningen som helhet måste ha goda korrosionsegenskaper, tåla mekanisk och termisk påverkan
- tilllopps- och utloppsledningarnas dimension och fall är avgörande för driftsäkerheten
- lämplig tid för skötselbesök är minst i anslutning till slamtömning men bör göras tätare
- kemikaliebehållaren dimensioneras så att kemikaliemängden räcker mellan skötseltillfällena
- doseringsapparaten konstrueras med hänsyn till mekanisk och termisk påfrestning, intermittent drift, korrosionsangrepp m m
- biologisk påväxt och mekanisk igenslamning bör hindras, i synnerhet på verkets rörliga delar
- elektriska utrustningar väljs med hänsyn till förekommande påfrestningar och krav (observera speciellt den mycket korrosiva miljö som råder i ett reningsverk)
- förvaltning av en reningsanläggning sker på ett tillförlitligt sätt genom att ansvara för att driftfunktionerna vidmakthålls och anläggningens värde bibehålls

På den svenska marknaden finns idag ett flertal olika fabrikat med olika reningsmetoder. De vanligaste redovisas nedan i tabell 9 med angivande av ungefärlig behandlingsvolym.

Tabell 9. Paketreningsverk

Fabrikat	Process	m <sup>3</sup> /d
Antisimex	M + K	1 - 20
Rotorsystem	Biorotor	2 - 210
Johnson Construction	B + K	10 - 100
Polyprojekt	M + K	1 - 50
Gustafsberg	M + B + K	20 - 100
Tomal	M + K	20 - 100
Emendo	B + K	30 - 260

Anm. M = försed, B = biologisk, K = kemisk

### 3. Sammanfattning av synpunkter från Kommuner och länsstyrelser

Under våren 1978 har ett flertal olika kommuner och länsstyrelser kontaktats för att hos dessa få fram synpunkter beträffande VA-lösningar och ev problem i samband med VA-anläggningar för 5 - 500 pe. Det som därvid varit av intresse är såväl fritids- som permanentboende i både glesbyggd och tätort. Bl a har följande kommuner och länsstyrelser kontaktats eller besökts :

Kommuner: Norrtälje, Haninge, Nynäshamn, Ekerö, Tyresö, Vaxholm, Östersund, Falun, Kungsbacka, Umeå, Kiruna, Strömstad, Varberg, Oskarshamn, Uppsala, Örebro, Strängnäs

Länsstyrelser: Göteborg, Stockholm, Kopparberg, Blekinge, Västerbotten, Halland, Jönköping, Kalmar, Kristianstad, Värmland, Södermanland

#### 3.1 Anläggningstyper som används

För mindre bebyggelsegrupper och enstaka fastigheter är den absolut vanligaste VA-lösningen slamavskiljare med efterföljande infiltrationsanläggning varvid WC-avloppet ansluts till en sluten tank. I några kommuner, bl a Vaxholm tillåts att man kopplar WC-avloppet direkt på infiltrationsanläggningen då fastigheterna ligger i utkanten av tätorten (bostadsområdet) samt på betryggande avstånd från ev vattentäkt.

Där markförhållandena är sådana att infiltration ej är möjlig är ett alternativ slamavskiljare med efterföljande markbädd. Den vanligaste uppfattningen bland kommunerna verkar dock vara att man i första hand väljer en infiltrationsanläggning. Alternativet med en resorptionsanläggning är relativt sällan använt då alltför många fritidshus tenderar till att användas året runt.

De slamavskiljare som används domineras av två- eller trekammartyp utförda av betongringar. De pre-fabricerade plasttankarna i olika utförande har dock blivit allt vanligare. I princip tillåts alla på marknaden förekommande fabrikat med de undantagen att vissa fabrikat ej tillåts i någon kommun men att det är fritt fram i en annan. Inom fritidsbebyggelse är slamvolymen på nya installerade tankar 0,7 - 1,1 m<sup>3</sup>. Motsvarande för permanentboende är 1,1 - 4 m<sup>3</sup>. Med den ökande tendensen till permanentboende i fritidshusen är uppfattningen inom många kommuner att man bör kräva minst 1,1 m<sup>3</sup>:s volym på alla nya slamavskiljare. Dessutom efterlyser man rekommendationer över vilka slamavskiljare som kan anses uppfylla kravet på en god slamavskiljning.

Beträffande paketreningsverk för 1 - 2 hushåll så är uppfattningen om deras värde varierande. De flesta kommuner anser att de är på utgående emedan en kommun (Kungsbacka) av här undersökta, anser att paketreningsverken håller på att öka sin marknadsandel igen. Detta kan bero på att byggnadsnämnden kräver att VA-frågan är löst innan man ger byggnadslov. I många fall är då paketreningsverk enda möjliga lösningen.

I många kommuner erfordras efter paketverket ytterligare behandling t ex i en infiltrationsanläggning eller markbädd. I de fall där t ex infiltration är omöjlig att genomföra (på bergstomt) så krävs det att utgående avloppsvatten kloreras.

I några av de tillfrågade kommunerna förekommer överhuvudtaget inte några mindre paketreningsverk, t ex Östersund, Falun, Kiruna och Strömstad. En orsak till detta är naturvårdsverkets negativa attityd till de minsta paketreningsverken.

De dominerande typerna av små paketreningsverk är Wallax och Polypur för 1-familjshus. De flesta av paketreningsverken installerades kring 1973.

Vid större anslutningar ( > 50 pe) är paketreningsverken relativt vanliga och föredras framför större infiltrationsanläggningar eller markbäddar. Att markomhändertagande i större skala kommit relativt lite till användning skylles på att naturvårdsverket och länsstyrelserna i många fall är negativa till en sådan lösning. Intresset bland de tillfrågade kommunerna är dock stort med hänsyn till kostnaden och inte minst enklare drift och skötsel.

### 3.2 Drift och skötsel

Vid infiltrations- och markbäddsanläggningar anser framförallt kommunerna att det ej framkommit några direkta driftproblem då slamtömning av slamavskiljarna sker regelbundet. Det har inte varit möjligt att få fram något mått på hur lång livslängd dessa typer av anläggningar har.

När det gäller de allra minsta paketreningsverken (1 - 5 hushåll) så är de flesta anläggningarna privata, medan storleksordningen 50 - 500 pe såväl ägs som drivs i privat och kommunal regi. Det är från alla håll framfört att alla paketreningsverk fordrar kontinuerlig tillsyn och skötsel för att fungera bra. Det är på denna punkt som de största problemen ligger då anläggningarna är i privat ägo. Ett annat problem som även förekommer på de mindre verken < 50 pe är de stora flödesvariationer som förekommer och med detta följer bl a doseringsproblem. På de paketverk som drivs i kommunal regi sker en viss tillsyn eller ca 1 - 2 ggr/vecka. För paketverk som är > 200 pe har naturvårdsverket gett ut föreskrifter på kontrollprogram och dessa efterföljs i de flesta fall. Kommunen sköter dessa kontroller på kommunala verk och inrapporterar resultaten till länsstyrelsen. På privata verk inrapporteras resultaten i de flesta fall. Uppföljningen av dessa resultat och kontroller är efterstt p g a bristande resurser med avseende på såväl tid som pengar hos länsstyrelserna.

Vid paketreningsverk som är avsedda för 1 - 2 hushåll är bristen på skötsel och tillsyn ett stort problem.

Det vanligaste tillvägagångssättet när det gäller dessa minsta verk är att hälsovårdsnämnden beviljar ett tillstånd att installera en viss typ av paketreningsverk. När installationen skett tecknas ett serviceavtal med leverantören. Hälsovårdsnämnden försätter att detta avtal efterföljs och att man tiden däremellan själv ansvarar för kontroll och skötsel. Denna kontroll blir i

många fall bristfällig därför att man saknar kunskaper om driften. I en del fall blir tillsynen totalt "bortglömd". Man är nöjd med vetskapen om att paketverket finns installerat.

En del kommuner ( t ex Nynäshamn) gör kontinuerlig kontroll hos de privatpersoner som fått tillstånd att installera ett paketreningsverk. I dessa kommuner kan HVN ge dispens från tecknande av serviceavtalet med leverantören.

I en av de undersökta kommunerna (Kungsbacka) kunde serviceavtalet med leverantören sägas upp efter ett år med löfte om att ägaren själv ska sköta verket. I dessa fall kontrollerar HVN 1 gång/år att så verkligen sker.

En annan framförd nackdel med paketreningsverk är den relativt höga driftskostnaden, 700 - 2 000 kr/år (service + kemikalier).

### 3.3 Slamtömning

Omhändertagande och borttransport av restprodukter och latrin sköts helt genom kommunens försorg och som i de flesta fall är obligatoriska.

Slamtömningen sker minst en gång/år om man har en slamavskiljare typ två-trekammarbrunn för enstaka fastigheter. Omhändertagandet av slammet i ett paketreningsverk sker däremot minst 2 - 3 ggr/år och kan även ske oftare vid stor slamproduktion.

Slammet som tas om hand av kommunen transporteras till reningsverket i många fall, men det är inte ovanligt med direkttransport till jordbruk eller deponeringsplats.

Kostnaden för tömning av slambrunnar varierar mellan de olika kommunerna. För Norrtälje kommun gällde för 1978 i tabell 10 angivna priser.

TABELL 10

Tömningskostnad för slambrunnar (Norrtälje)

Våtvoly m <sup>3</sup>	Obligatorisk tömning kr/brunn	Budning kr/brunn
< 2,9	115	210
3,0 - 5,9	172	287
6,0 - 9,9	237	472

Anm. Vid större brunnar tillkommer 28 kr/m<sup>3</sup>

#### 4. Värdering och val av avloppsanläggning

##### 4.1 Krav på vald lösning

VA-anläggningar med liten anslutning skall i princip uppfylla samma krav som ställs på den stora tätortens. Detta kan dock i många fall vara svårt att uppfylla p g a att man tekniskt har svårt att klara detta. I många fall eftersträvas därför en anslutning till en större kommunal anläggning för att uppnå samma standard även om det ekonomiskt är ogynnsamt. Detta är framförallt aktuellt vid storstadsregioner där man får en övergång till permanentboende av befintlig bebyggelse. Denna fråga förknippas också i hög grad med vilken sanitär standard som är rimlig att tillgodose vid t ex planering och utförande av ny fritidsbebyggelse. Det är därvid tyvärr dåligt med ordentliga riktlinjer för hur man skall agera från kommunalt håll.

De krav som kan ställas på en VA-anläggning kan grovt grupperas enligt nedanstående

- A. - Fysiologiska krav av hygienisk-medicinsk karaktär
- B. - Sociologiska krav (standardkrav) bl a god vattenkvalitet, ingen lukt, opåverkad miljö (inre och yttre). Dessa krav är svåra att objektivt kvantifiera.
- C. - Tekniska krav ur funktions-, drift- och skötselsynpunkt
- D. - Ekonomiska krav, d v s lägsta möjliga investerings- och driftkostnad

Det får betraktas som mycket besvärligt att jämföra ovanstående krav gentemot varandra. Ett tänkbart sätt är att summera av A, B och C i förhållande till D skall ha maximalt värde. För att kunna genomföra detta krävs att man väger (viktar) de olika kraven.

##### 4.1.1 Fysiologiska krav

Det som är enklast att fastställa är normalt de fysiologiska kraven. Dessa skall också normalt vara uppfyllda till 100 % när det gäller hygienisk-medicinska krav. Den fysiologiska faktorn måste alltid vara uppfylld, d v s normalt få ett vägt värde på 10. Erhålles att detta krav ej är uppfyllt, bör någon annan metod väljas.

##### 4.1.2 Sociologiska krav

De sociologiska kraven är svåra att kvantifiera, då det många gånger är svårt att helt objektivt bedöma desamma. En betydelsefull utgångspunkt är standard-behov och önskemål. Vid alla former av bebyggelse - gammal och ny - uppstår alltid frågan vilken sanitär standard som skall väljas. Standardvalet, avspeglar sig i varierande föroreningsmängder och därmed påverkan

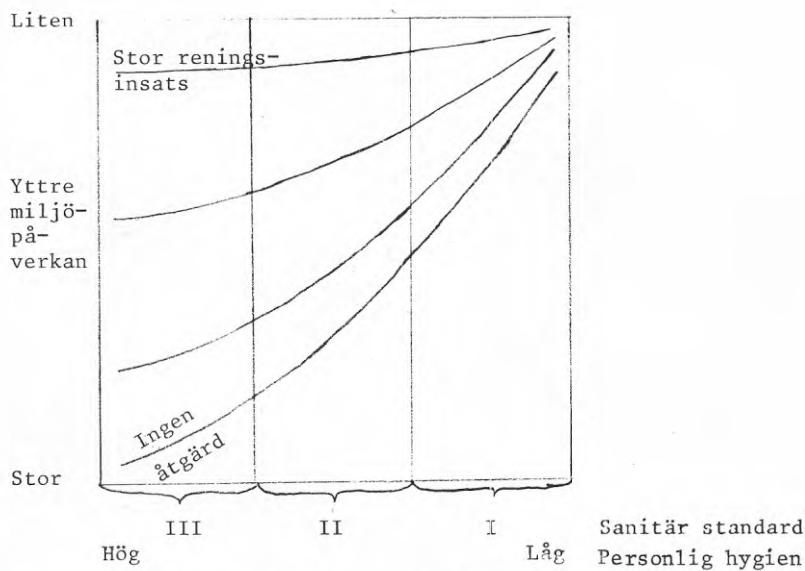
på den yttre miljön. En grov indelning i tre sanitära standardklasser kan göras enligt följande:

- I. Ej indraget vatten (med eller utan avlopp)
- II. Indraget vatten men med separata avloppslösningar
- III. Konventionellt VA-system med anslutning till kommunalt nät

I figur 4 redovisas schematiskt hur de tre faktorerna

- sanitär standardklass
- personlig hygien och
- yttre miljöpåverkan

hänger samman och hur den senare påverkas av insatser på reningssidan



Figur 4. Sanitära standardens påverkan på den yttre miljön.

Figur 4 visar att vid ökad standard påverkas den yttre miljön i negativ riktning om man inte vidtar stora reningsinsatser.

De sociologiska faktorerna som yttremiljön i förhållande till standarden kan ges följande viktning av sociologiska kravet



- Standard I 4
- "- II 5
- "- III 7
- Yttre miljöpåverkan 1-5 (liten 5/stor 1)

#### 4.1.3 Tekniska krav

Utförandet av VA-anläggningar av "okonventionell" typ för enstaka fastigheter o dyl utförs ofta av husägaren själv. Det är därvid normalt endast hälsovårdsnämnden som bistår med råd. De anvisningar och beskrivningar som f n är tillgängliga är relativt dåliga. Beträffande infiltration och resorption finns naturvårdsverkets publikationer att tillgå men de är ej tillräckliga när det gäller det praktiska utförandet. Det saknas därvid många detaljupplysningar för att erhålla en helt funktionssäker (stabil) anläggning. Motsvarande gällor även för markbäddar.

Vid utförandet av en VA-anläggning gäller oavsett storleken att anläggningen skall ge

- hög driftsäkerhet
- ett lågt skötselbehov
- god funktionsstabilitet hela drifttiden
- uppfyllelse av ställda recipientkrav

När det gäller den tekniska kravfaktorn och storleken på den samma bör man göra en viss skillnad mellan olika delfaktorer t ex avancerad anläggning, enkelhet, driftsäkerhet, flexibilitet. Dessa faktorer bör tillsammans ge ett värde av 5 - 17 varvid t ex följande viktning kan göras

- Graden av teknisk höjd 1 - 3
- Flexibilitet 1 - 2
- Driftsäkerhet 1 - 5
- Skötselbehov 1 - 5
- Graden av automatik 1 - 2

#### 4.1.4 Ekonomiska krav

Beträffande de ekonomiska kraven gäller generellt att där eftersträvas normalt lägsta totalkostnad med i första hand siktet på lägsta möjliga investering. Då man framräknar de olika delkostnaderna bör en viss uppdelning göras, varefter man viktar de olika kostnadsposterna. Huvuduppdelningen bör vara i en investerings- och en driftdel. Den senare bör dock ges en uppdelning i åtminstone två, eventuellt tre delar. Med hänsyn till ovanstående kan följande delning tänkas

- Kapitalkostnad, kr/år	x 0,4
- Driftkostnad, kr/år	x 0,6
- där t ex energikostnad	0,3
personalkostnad	0,2
övrig kostnad	0,1

Beträffande storleken på de olika kostnadsandelarna hänvisas bl a till sid 36 där de enskilda delposterna ur kostnadssynpunkt redovisas.

#### 4.2 Viktiga parametrar för en VA-anläggning

I tabell 11 redovisas en uppställning över olika parametrar och delsystem för VA-lösning som bör beaktas när man har att finna lämplig lösning. Nedan följer en kort beskrivning med angivande av vilka förutsättningar som bör gälla.

##### 4.2.1 Grundförutsättningar

Följande parametrar måste fastställas innan man kan välja lämpligt VA-system

- Boendeform ; Fritid alt permanent
- Bebyggelsetyp; Enstaka fastighet alt gruppbebyggelse
- Antal anslutna
- Markförhållande och terrängutseende
- Sanitär standard (se definition, avsnitt 4.1)
- Yttre miljöpåverkan
- Kostnadsfördelning
- Skötselbehov/driftinsats

Vid fritidsbebyggelse gäller normalt att man bör välja VA-lösning med hänsyn till de mark- och terrängförhållanden som råder. Orsaken till detta är framförallt att man bör undvika paketverk eller motsvarande som kräver stora driftinsatser. Detta betyder också att den sanitära standarden måste väljas med hänsyn till detta. Konventionellt wc är i stort sett uteslutet. Detta gäller även för större planlagda områden utom i närhet till större tätort. Det är därvid ofta nödvändigt att diskutera en lösning som kan klara en permanentning på sikt.

För fritidsbebyggelse måste man normalt ställa krav på yttre miljöpåverkan. Detta medför också ofta att man bör undvika vattenrecipient i någon form, vilket betyder att markbädd kan vara svårt att utföra i en del fall. Vid glesbebyggelse och då i synnerhet vid permanent boende är kravet på yttre miljöpåverkan inte lika stort.

Oavsett typ av bebyggelse bör man eftersträva en enkel och driftsäker lösning som möjligt. Detta är en absolut nödvändig

Boendeform	Fritidsboende	Permanentboende	Hotell, konf gård m m
Bebyggelseyp	Enstaka fast. Mindre grupper	Glesbygd	Närhet till tätort Planlagt fritidsområde Ny/gammal bebyggelse
Anslutna till VA	3 - 5 pe 6 - 20 pe	21 - 100 pe	101 - 500 pe
Markförhållanden	Berg i dagen ( Z)	Jordtäckte ( m)	Morän Grovsed (sand/grus) Finsed (lera/silt) Torv Kuperat/plant
Sanitär standard	Hög Medel	Låg	Vattentoalett (konv./vakuum)
Miljöpåverkan	Låg	Måttlig	Hög
Kostnadsfördelning	Hög/låg investeringskostnad	Hög/låg driftkostnad	
Skötselebehov/driftinsats	Stort/litet	Kvalificerad/enkel	
Vattenförsörjning	Vattentäkt egen/gemensam	Kommunalt vatten	Sommar/vintervatten
Avloppsvattenuppsamling	Konventionellt system	Septiktank Slamavskiljare	Vakuumbank TC. frys, kem Förbr. toa Förmultn.toa
Avloppsvattentyp	BDT	DDT	DT KL BDT +KL.
Avloppsvattentransport	Konventionell ledning Självfall	Vakuum	Tryck Uppvärmning/isolering Transport lastbil/tankbil
Avloppsvattentening	Kommunal anslutning	Paketreningsverk Bio och/eller kem	Förmultn.toa el motsvarande Markbädd Enskilt/gruppvis/gemensamt
Slambehandling	Tömming egr/år	Kommunalt	Lokalt/regionalt Tipp/jordbruk/gödsel
Recipient	Mark resorption/infiltration		Vatten sjö/vattendrag/dike

förutsättning för att uppnå ett bra reningsresultat, vilket också förutsätter att vald lösning skall ha låg driftkostnad.

#### 4.2.2 Vattenförsörjning

Vattenförsörjningen bör normalt ordnas med gemensam vattentäkt, då detta förenklar och breddar antalet möjliga lösningar för avloppsdelen. För vattenförsörjningssidan gäller kortfattat följande

- Vattenkvaliteten skall vara god och jämn och uppfylla ställda hygienisk-medicinska krav utan eller efter eventuell rening
- Vattentillgången skall vara riklig
- Vattentäkten får ej innehålla för ledningsnätet skadliga ämnen utan eller efter rening
- Använd reningsteknik skall vara enkel och driftsäker
- Behovet av tillsyn och skötsel måste vara ett minimum för såväl eventuella vattenverk som ledningssystem
- Risken för driftstopp p g a sättningar eller frysning o s v skall vara litet

#### 4.2.3 Ledningssystem för avloppsvatten

De system som skall användas för ihopsamling av avloppsvatten måste ges en tillfredsställande säkerhet även utan omfattande skötsel och tillsyn för att bli förhindra igensättningar. Detta gäller även för de fall att man väljer att använda t ex vakuum- eller LPS-system liksom separat uppsamling av KL-vatten. I det senare fallet måste den sanitära/hygieniska sidan värderas särskilt omsorgsfullt.

#### 4.2.4 Avloppsvattenbehandling

Valet av system för avloppsvattenbehandling är starkt beroende av de grundförutsättningar som angetts i punkt 4.2.1. Det är dock några faktorer för avloppsvattenbehandling som måste beaktas speciellt

- Hög säkerhet mot driftavbrott. Eventuellt driftstopp får ej ge upphov till besvärande lukt eller smittspridning
- Hög automation (om detta är möjligt utan att komplicera driften) av pumpstationer och reningsanläggning
- Reningsanläggningen måste klara flödesvariationer utan störningar i processen
- Vid enstaka fastigheter måste i princip anläggningen inte kräva någon skötsel. Större anläggningar skall ha rimligt krav på skötsel
- Lång livslängd på hela anläggningen
- Låg investering liksom låg driftkostnad

- Behandlingssystemet skall väljas på ett sådant sätt att minsta möjliga mängd restprodukter, slam och latrin erhålles. Omhändertagandet av dessa skall göras enkel och sker normalt i kommunal regi

#### 4.2.5 Recipientval

Recipienten styr ofta valet av behandlingssystem, varvid man vid fritidsbebyggelse normalt eftersträvar markrecipient.

- Valet av markrecipient vid små anläggningar styrs bl a av grundvattenskydd, luktproblem och kapacitetsbegränsning
- Kontrollfrågan minst lika viktig vid markrecipient som vid sjö eller rinnande vattendrag

#### 4.3 Kostnader för små avloppsanläggningar

Kostnaden för små VA-anläggningar är svårt att ange exakt, då det i de flesta fall är avgörande vilka mark- och terrängförhållanden som råder i respektive fall. I tabell 12 nedan anges dock en del grova kostnadsvärden som kan användas vid överslagsberäkningar för en orienterande jämförelse mellan olika lösningar. De kostnadsandelar som är säkrast är inköpskostnaden för respektive enhet, t ex slamavskiljare, mullbänk osv. Dessa kostnader finns också återgivna i kapitel 2 under respektive avsnitt. För en komplett installerad och iordningställd anläggning bör man räkna med minst 1,5 - 2,5 gånger enhetens inköpspris.

#### 4.4 Sammanfattning av svenska erfarenheter

I kapitel 3 redovisas erfarenheter från kommunen och länsstyrelsen. Slutsatsen av deras uppfattning är att infiltration är en mycket användbar metod och att intresset för att kunna använda markbäddar är stort. Beträffande de senare är osäkerheten dock stor om man får negativ miljöpåverkan eller ej. Utländska erfarenheter tillsammans med hittills i Sverige gjorda uppföljningar tyder på att vi har en alltför negativ hållning till denna typ av lösning. SNV:s nystartade projekt bör kunna klarlägga dessa frågor.

Paketreningsverken är man generellt skeptisk till vid låg anslutning. Dessa bör endast användas när man har minst en anslutning på ca 20 m<sup>3</sup>/d. En av huvudorsakerna till detta anser man vara svårigheterna med ordnandet av god skötsel till rimlig kostnad och därmed sammanhängande frågor rörande driftsäkerhet.

I tabell 13 är uppställt en "vägd" sammanfattning av de svenska erfarenheterna för VA-lösningar för små avloppsanläggningar. Det är även redovisat behovet beträffande bättre underlag för bedömning och utförande (dimensionering) av respektive metod.

TABELL 12 Kostnader för avloppsanläggningar

Typ av anläggning	Kostnadspost	Kostnad kr/enhet	Storlek	Anmärkning
Slamavskiljare	Plast	1 500 - 3 000	0,7 - 2 m <sup>3</sup>	
"-	Installation	500 - 2 000		
Fördelningsbrunn		500 - 800	Ø 300 mm	Exkl installation
Infiltrationsbrunn		1 500 - 4 000		Inkl installation
Tankar	Plast	1 500 - 3 000	1 - 3 m <sup>3</sup>	Exkl installation
Mullbänk		2 000 - 2 500	1 hushåll	
Multrum		4 000 - 6 000	"-	Exkl utrymme för toalett samt installation
Snålspol		1 500 - 8 000	"-	
Paketverk	Mek + kem	8 000 - 10 000	1 m <sup>3</sup> /d	Exkl installation
"-	Installation	3 000 - 10 000	"-	
"-	Mek + kem	60 000 - 80 000	20 m <sup>3</sup> /d	Exkl installation
Driftkostnad paketverk		1 000 - 2 000/ fast		
Resorption		60 - 90 kr/m		
Infiltration		110 - 140 "-		
Markbädd		200 - 250 kr/m <sup>2</sup>		
Ansł kommunalt verk		10 000 - 30 000		Inkl schaktning + ledning + återfyllning material samt återfyllning. Ingen sprängning

Ann. Beträffande kostn se även tabeller i kap 2

TABELL 13 Sammanställning av svenska erfarenheter samt behov av ytterligare underlag för värdering

Typ av anläggning	← Svenska erfarenheter av →						Behov av ytterligare underlag för värdering
	Användning	Skötsel	Driftsakerhet	Anl livslängd i år	Erh renings-eff i förh förväntad (i %)	Behov av bättre underlag för säkra bedömning av metoden	
Slamavskiljare	Goda <sup>1)</sup>	Litet	God	15 - 20	80 - 100	Inget	Inget
Resorption	Variérande	Litet	Rel god	~10	-	Obetydligt	Obetydligt <sup>3)</sup>
Infiltration	Goda	Litet	God	10 - 20 <sup>4)</sup>	80 - 90	Måttligt <sup>2)</sup>	Måttligt <sup>3)</sup>
Markbädd	Rel goda	Rel litet	Rel god	10 - 20 <sup>4)</sup>	70 - 90	Rel stort	Rel stort
Paketverk	Dåliga (<5 m <sup>3</sup> /d)	Stort	Dålig	~10	60 - 70	Inget	Inget
	Rel goda (>20 m <sup>3</sup> /d)	Stort	Rel god	~10	80 - 90	Måttligt	Något
Multrum	Rel goda	Rel litet	Rel god	~15	70 - 95	Inget	Inget
Snålspoltoalett	Goda	Litet	God	~20	-	Inget	Inget

Anm. 1) Under förutsättningen att slamtömmningen sköts

2) Vid större anläggningar rel stort med avseende på grundvattenpåverkan

3) Bättre praktiska anvisningar för den enskilde är önskvärt. En fråga för hälsovårdsnämnderna?

4) Beror i hög grad på om anläggningen är byggd för växelvis körning med villopauser för del av bädden

#### 4.5 Slutvärdering och bästa val av tänkbara avlopps- lösningar

---

Olika typer av tänkbara avloppslösningar för mindre anslutningar är redovisade i kapitel 2 med bilagor samt kapitel 3, som är en sammanfattning av erfarenheter från kommuner och länstyrelser. Generellt gäller att man har att välja på följande tekniska lösningar för fritidsbebyggelse och permanentboende.

- Infiltration
- Resorption
- Separat KL-vattenbehandling
- Markbädd
- Paketreningsverk

I tabell 4 på sidan 13 har redovisats en grovgradering av var man kan tänka sig att olika lösningar kommer till användning. Där redovisad gradering får inte uppfattas som något absolut mått på lämpligheten av respektive lösning för de olika bebyggelseformerna. Tabellen är dock användbar som underlag för val av en eller flera alternativ som utvärderas vidare.

I tabell 14 har redovisats en sammanfattning av tänkbara lösningar för olika typer av anslutning med en värdering av sådana faktorer såsom skötselbehov, driftsäkerhet och yttre miljöpåverkan. I tabellen har också angetts en "lämplighetsgradering" för respektive metod varvid dock sociologiska krav och kostnader inte medtagits. Dessa senare beror i hög grad på grundförutsättningarna i det enskilda fallet. De i tabellen använda graderingsvärdena framgår enligt nedanstående

- Skötselbehov	1 = Stort	3 = Måttligt	5 = Litet
- Driftsäkerhet	1 = Dålig	3 = Medelgod	5 = Bra
- Yttre miljö- påverkan	1 = Stor	3 = Måttlig	5 = Liten
- Vald lösnings- "lämplighet"	1 = Dålig	3 = Medelgod	5 = Bra

Vilken "bästa" lösning som skall användas i respektive fall är som tidigare noterats svår att ange med utgångspunkt från en generell betraktning. Dock kan följande grova generalisering ges för respektive område som framgår av tabell 15. Det förutsätts dock härvid framförallt att de marktekniska förutsättningarna är uppfyllda. Detta bör man också normalt kunna uppfylla vid all nyplanering av fritidsbebyggelse. Att VA-frågan måste beaktas i ett tidigt stadium av all planering åskådliggörs bl a av det faktum att kostnaden för VA utgör en stor del av exploateringskostnaden. Som exempel kan anges att vid anordnandet av 5-10 och 50-100 tomter utgör VA-kostnaden ca 50 % respektive 30 % av den totala exploateringskostnaden, exklusive råmarkspriset.



Tabell 14. Värdering av avloppslösningar

Antal anslutna pe	Byggnadstyp	Boendeform	Avloppsvattentyp	Typ av VA-lösning	Stötselbehov	Driftsäkerhet	Yttre miljöpåverkan	Reningsgrad i % SS	Kostnad kr/pe x 1000	Lämplighetsgradering	Anmärkning		
3 - 5	Enstaka fastighet	Fritid "-	DT	SA + resorption	5	4	4		0,8-1,2	} 4	Endast sommarbruk		
			KL	Sep toal uppsaml	4	5		0,4-0,6					
			Fritid "-	BDT	SA + infiltration	5	4	4				1,0-1,5	} 5
				KL	Sep toal uppsaml	4	5			0,4-2,0			
				Fritid Perm	BDT + KL	5	4	3				1,3-2,0	4
				Fritid Perm	BDT + KL	5	4	4				1,5-2,0	5
6 - 20	Mindre grupp	Fritid o Perm	BDT + KL	Paketverk (M+K)	1	1	1	50 60 75	3,0-5,0	} 1	Mindre bra vid fritid		
			BDT + KL	Paketverk (M+K)	1	2		55 75 80	3,0-5,0			1	
			Fritid o Perm	BDT	SA + infiltration	5	5	4				1,0-1,5	} 5
				KL	Sep toal uppsaml	4	5			0,4-2,0			
				Fritid o Perm	BDT + KL	4	4	3				2,0-3,0	3
				Fritid Perm	BDT + KL	4	4	2				2,5-4,0	2
21 - 100	Planlagt område	Fritid (tomt>2000m2)	BDT	SA + infiltration	5	4	4		1,0-1,5	} 4	End sommarbruk		
			KL	Sep toal uppsaml	4	4			0,4-2,0				
			Fritid Perm	BDT + KL	SA + markbädd	3	3	2				2,0-3,0	} 3
				BDT + KL	Paketverk (M+K)	2	2			1,5-3,0			
				Fritid Perm	BDT + KL	5	4	3				1,5-2,5	3
				Fritid Perm	BDT + KL	5	4	3				1,5-2,5	3
101 - 500	Planlagt område	Fritid Perm	DT	SA + resorption	5	4	3		0,8-1,2	} 3	End sommarbruk		
			BDT	SA + resorption	4	3			1,0-1,5				
			Fritid Perm	BDT	SA + infiltration	5	4	4				1,0-1,5	} 4
				KL	Sep toal uppsaml	4	4			0,4-2,0			
				Fritid Perm	BDT + KL	3	3	2				2,0-3,0	} 3
				Fritid Perm	BDT + KL	2	2			1,5-3,0			
Villaomr e.d. Kursgård	Planlagt område	Perm	BDT + KL	SA + markbädd	2	2	2	75 60 95	2,0-3,5	} (3)			
			BDT + KL	Paketverk (M+K)	2	2		60 80 85					
			Perm	BDT + KL	SA + markbädd	3	3	3				2,0-3,0	} 5
				BDT + KL	Paketverk (M+K)	2	2			2,0-3,5			
				Fritid Perm	BDT + KL	2	2	3				2,0-3,5	} 3
				Fritid Perm	BDT + KL	2	2			3,0-4,0			
Kursgård	Planlagt område	Perm	BDT + KL	SA + markbädd	3	3	3	75 60 95	2,0-3,0	} 2			
			BDT + KL	Paketverk (M+K)	2	2		60 80 85					
			Perm	BDT + KL	SA + markbädd	4	4	3				2,0-3,0	} 3
				BDT + KL	Paketverk (M+K)	2	2			2,0-3,5			
				Fritid Perm	BDT + KL	2	2	3				2,0-3,0	} 4
				Fritid Perm	BDT + KL	2	2			2,0-3,0			

TABELL 15

"Bästa" avloppslösning för olika bebyggelse typer

Antal an- slutna pe	Fritidsboende	Permanentboende	Kursgård m m
3 - 5	Infiltration Ev resorption Sep toal beh	Infiltration	-
6 - 20	Infiltration Ev resorption Sep toal beh	Infiltration Ev markbädd	-
21 - 100	Infiltration <sup>1)</sup> Sep toal beh <sup>1)</sup>	Markbädd Ev paketverk	Markbädd el paketverk
101 - 500	Markbädd <sup>2)</sup> Ev paketverk <sup>2)</sup>	Paketverk Ev markbädd för delom- råden	Paketverk

Anm. 1) Förutsätter normalt lösning för varje tomt separat

2) Fritidsområde av denna storlek bör oftast jämnställas med permanentboende

## REFERENSER

Publikationer och konferenser, kurser m m

1. Vattenprognos 1975 - 2000, VAV - P30, 1975
2. Vattenskyddsfrågor vid fritidsbebyggelse, SNV Publ 1971:2
3. Små avloppsanläggningar, SNV Publ 1974:15
4. Sanitära lösningar vid anläggningar för det rörliga friluftslivet, SNV Publ 1974:22
5. Avloppsanläggningar för 1 - 5 hushåll, Byggeforskning R3:1975
6. Fritidsbebyggelse, sanitära lösningar, Miljövernsdepartementet, Oslo, Juni 1977
7. Klosetter för fritid, Konsumentverket 1975
8. Avloppsreningsverk, 10 - 500 pe, Sveriges Mekanförbund, november 1976
9. Avloppsinfiltration, 1973. Forskningsrapport, SNV - VIAK
10. Ekobygg-konferens, 1978-03-15
11. VA-problem för mindre bebyggelseområden. Konf. ELMIA, 1975
12. Sanitära lösningar för fritidsboende och friluftsliv, STF-ingenjörsutbildning, april 1978

Tidskriftsartiklar m m

13. Andersson, L. Infiltration av BDT-vatten, KTH, TRITA-VAT-1782, 1978
14. Birkl, F och Nordström, L Å; Belastningsvariationer vid små reningsverk (100 - 500), KTH, VA-teknik 1974
15. Bouma, J. Soil Absorption of Septic Tank Effluent, Univ. of Wisconsin, USA, 1972
16. Carlsson, Eric. Alternativ avloppsvattenbehandling (Markbehandlingsmetoder). Inst. för Kulturteknik, KTH, 1978, (BFR)
17. Carlsson, L. Infiltration av avloppsvatten i Änn, C73:4 och B77:3, Chalmers, inst för VA-teknik
18. Carlsson, L. Grundvattenpåverkan genom infiltration av behandlat avloppsvatten vid Änn; Vatten nr 2, 1977

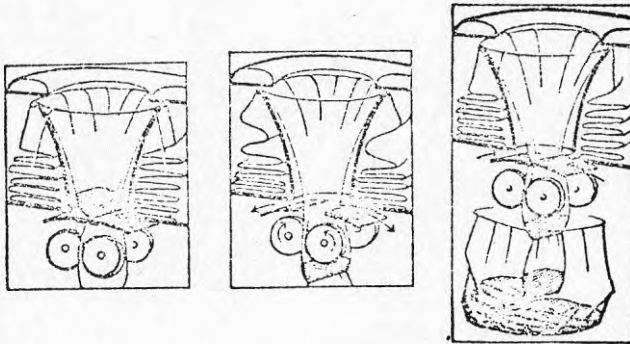
19. Hansen, J A: et al. Alternative sanitary waste removal systems for low-income urban areas in developing countries, DTH, Köpenhamn, 1977
20. Knudsen, J H. Belastningsstudier och driftstudier av biorotor i Gustavsbergs reningsverk, CTH, 76:5
21. Lance, J. et al. Nitrogen, phosphate and virus removal from sewage water during land filtration. Sydney 1976, IAWPR-conf
22. Lundberg, A. Infiltration och perkolation i det översta markskiktet, Uppsala universitet, 1973
23. Nilsson, P. Slamavskiljare - IFÖ (testning) LTH, 1975, 1976 och 1977
24. Truesdale, G. et al. The treatment of Sewage from small communities, J. Proc. Inst. Sem. Purif. 1966
25. Ulmgren, L och Garff, K A. Fritidshusets avlopp. Sportstugefrämjandet, 1971
26. Ulmgren, L; Treatment of Sewage Water from Leisure Houses, Symp Wisconsin, USA, 1974
27. Ulmgren, L. VA-anläggningar för fritidsbebyggelse, Svensk lantmäteriidskrift, nr 2-3, 1974
28. Ulmgren, L. Vatten och avlopp för fritidshus, VVS-forum, 1975
29. Ulmgren, L. Mindre fabrikstillverkade avloppsanläggningar, Väg- och vattenbyggaren, 1-2, 1975
30. Werner, T. Undersökning av slamavskiljare och mindre paketreningsverk, SNV-PM-699, 1976

### Olika toalettyper

För den typ av bebyggelse som förknippas med fritids- och/eller glesbebyggelse kan något av nedanstående system tänkas komma till användning.

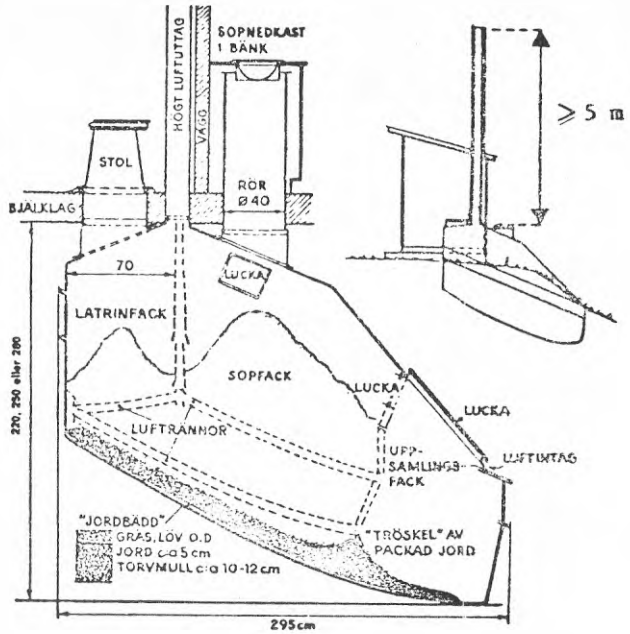
#### Torr- och förmultnings- m fl klosetter

- Öppen latrintrumma med luktbekämpningsmedel. T ex Rialett, Cipaxstolen, Sanitea.  
Tunnan töms genom kommunens försorg.
- Kemisk toalett med bakteridödande vattenlösning. Ingen eller ringa lukt. Det kan dock uppstå problem med tömning av tunnan på grund av den giftverkan som kemikalieinnehållet (t ex formalin och alkali) kan ge upphov till på reningsverk eller natur.
- Olika typer av engångssystem (paper- eller plastbehållare), d v s uppsamling av avfallet i separata behållare som transporterats till någon destruktionsanläggning eller soptipp.  
T ex Pacto. Figur 1:1



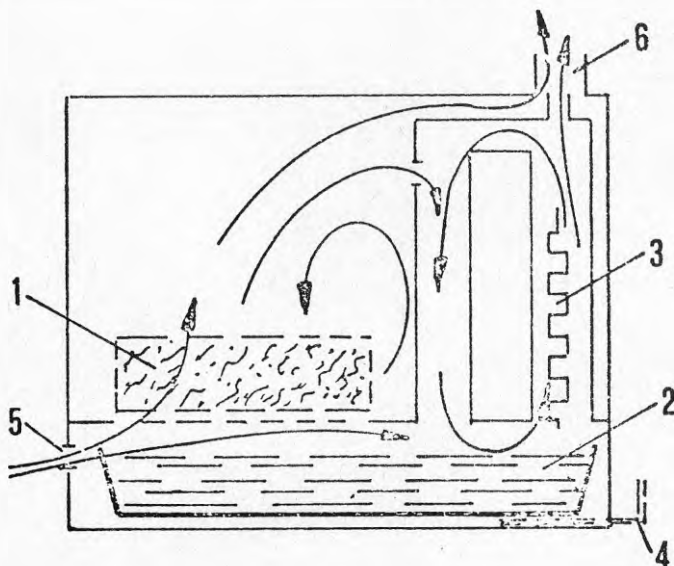
Figur 1:1. Pacto paketeringsklosett

- Multrum, där toalett- och fast köksavfall exklusive plåt, glas och plast uppsamlas i ett glasfiberarmerat plastkärl av någon kubikmeters volym. Avfallet undergår en bakteriologisk nedbrytning (komposteras). Den produkt som bildas kan användas som jord utan ytterligare kompostering. Figur 1:2  
Exempel på produkten är Clivus-Multrum, Biolett, Mulltrumman och WMC.



Figur 1:2. Clivus-Multrum

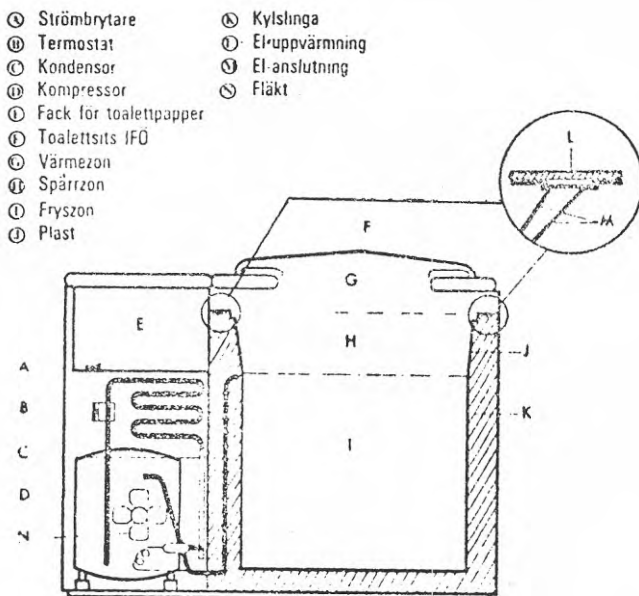
- Det finns även varianter på multrum, där man infört el-uppvärmning för att påskynda nedbrytningen och för att få mindre volym på anläggningen. Räcker normalt endast för toalettavfall. Exempel på dylika anläggningar är Inventor-Mullbänk, Biolo, Minimult, UPO-Mulltoa och Tropic Mulltoalett. Förmultningen är inte fullständig, varför efterkompostering under ca sex månader krävs. Vissa problem med lukt och flugor kan uppstå. Figur 1:3.



1. Kompost    2. "Asklåda"    3. Värmelement  
4. Termostat    5. Luftintag    6. Luftutsläpp

Figur 1:3. Förmultningsklosett, principskiss.

- Frystoaletten arbetar enligt principen att djupfrysa avfallet. El-anslutning krävs. Ingen lukt uppstår kring toalettstolen. Figur 1:4.



Figur 1:4. Frysklosett

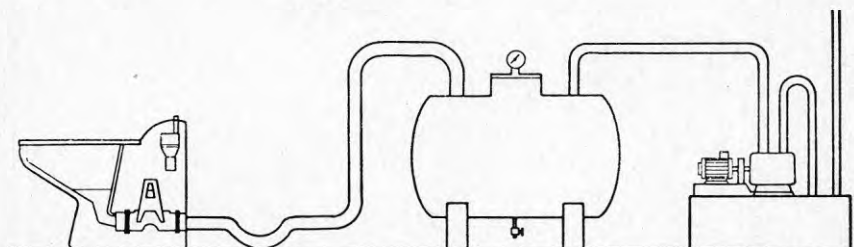
#### Snålspolande vattenklosetter

En möjlig lösning för fritidshuset då normal sanitär standard önskas är de vattensnåla toaletter som numera finns i marknaden. Avfallet kan i dessa fall uppsamlas i slutna tankar, antingen separat för det enstaka huset eller gemensamt för flera i grupp. De vanligaste typerna är: Vakuumtoaletten (Elektrolux), Cipax, Aqua Magic, Spolettl Classic och Cascade (IFÖ).

Vakuumtoaletten består av toalettstol, vakuumpump, tank samt el-automatik. Den vattenmängd som erfordras vid varje spolning uppgår till cirka 1,2 liter. Tanken töms med hjälp av slamsugning en gång per år vid fritidshus. IFÖ-toaletten är i princip en vanlig toalett, men med reducerad spolvattenmängd (uppgår till cirka 3 liter per gång). Figur 1:5.



I en direktspolande mekanisk klosett transporteras latrinet till en uppsamlingstank med hjälp av spolordning. Tanken töms ett par gånger per år. Spolning sker med spolmunstycke (0,5 - 3 l per gång). Figur 1:6.



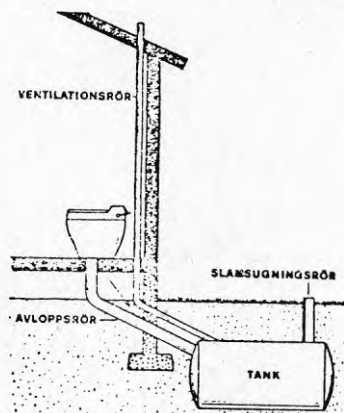
Vakuüm-klosett

Transport-  
ledning

Uppsamlings-  
tank

El-driven  
vakuüm-pump

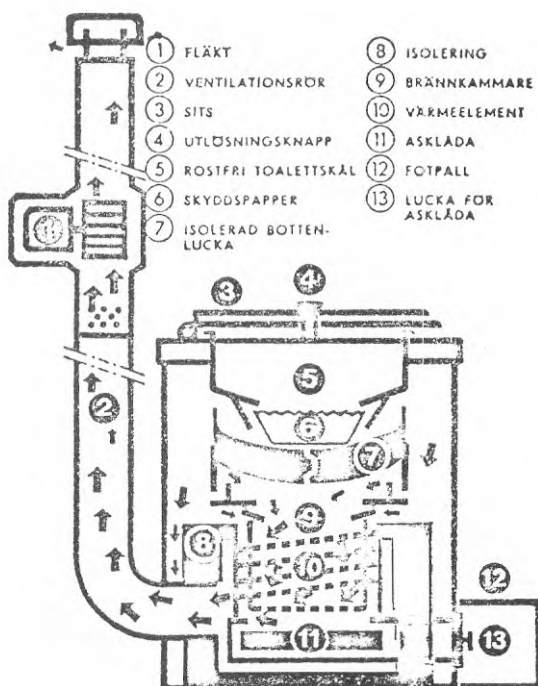
Figur 1:5. Principen för vakuüm-klosett



Figur 1:6. Anslutning av klosett till tank (direktspolande)

## Förbränningsstoletter

I princip rör det sig i dessa fall om destruktionsugnar, som ansluts till lämplig rökkanal. Energikällan kan utgöras av el-ström, gasol eller olja. Figur 1:7.



Figur 1:7. Elektrisk förbränningsklosett

På grund av rökutveckling blir miljöstörningen av annan art än då det gäller övriga klosettyper. Enligt planverkets norm bör huset ligga fritt och avståndet till närmaste granne vara minst 200 meter för undvikande av sanitär olägenhet. Från hygienisk synpunkt kan förbränningsklosetterna vara fördelaktiga därför att transportproblemen elimineras och smittoämnen otvivelaktigt oskadliggörs genom uppvärmningen. Användningen begränsas av förbränningshastigheten (10 - 30 minuter) och av att vissa luktproblem kan uppstå. Med hänsyn till risk för luktolägenheter kan installation av förbränningsklosett komma ifråga endast vid glesare bebyggelse. För att installation skall accepteras vid tätare bebyggelse förutsätts särskild utredning, som styrker att godtagbara yttre förhållanden kan påräknas även vid ogynnsam väderlek. Belastningen på el-nätet skall också beaktas.

Marktekniska förutsättningar

Erforderlig grundundersökning för bedömning av möjligheterna att anordna resorption kan vanligen göras i form av en enkel bestämning av jordlagrens mäktighet inom det för resorption avsedda området. Vid täta jordlager (bl a lera) kan dessa bytas ut mot lösare och för vattenspridning bättre jordar.

På tomt där resorptionsanläggning avses att tillämpas måste den yta som anläggningen tar i anspråk vara täckt med sammanhängande markvegetation. Vid anläggningens fördelningsrör och någon meter runt omkring bör marklagrets tjocklek vara minst 0,5 m. Runt resorptionsanläggningen skall finnas ett område, där jorddjupet bör vara minst någon dm. För att förbättra förutsättningarna för markvegetationen bör bra jord påföras.

Undantagsvis kan en resorptionsanläggning åstadkommas genom att alla erforderliga lösa jordmassor dittransporteras. Härvid måste dock från början fullständig tätning åstadkommas mellan resorptionsanläggningen och omgivande markyta, exempelvis genom betonggjuten inramning eller anordning av plast.

En anläggning i mer eller mindre tät morän kan utföras som en kombinerad infiltrations- och resorptionsanläggning. Detta innebär att särskild botten tätning inte görs utan en del vatten får infiltrera och det övriga upptas av växtligheten. Härvid gäller dock samma förutsättning som vid enbart infiltration, att marklagren skall ha tillräcklig mäktighet för att bortleda det infiltrerade vattnet utan att sanitär skada uppstår på eget eller omgivande markområden. Skulle skada uppkomma, måste en sådan kombinerad anläggning ändras till ren resorptionsanläggning med tätning i botten för att hindra infiltration. Figur 2 :1.

Skyddsområde

Det är i regel omotiverat att åstadkomma fullständig tätning mot omkring anläggningen liggande mark. Anläggningen placeras så att ett tillräckligt skyddsområde erhålls inom den egna tomten.

Avståndet från anläggningen till angränsande lekplats, vägdike etc får inte understiga ca 5 m mätt från närmaste fördelningsrör. Vid sluttande terräng (även svagt lutande) bör avståndet i lutningsriktningen ökas till ca 10 m likledes mätt från närmaste fördelningsrör. Mot angränsande grönområde erfordras normalt inte något skyddsavstånd. I riktning mot i dagen tydligt markerad avskärande bergrygg erfordras ej heller något skyddsområde. Är bostadshuset placerat på tomtens lägre del kan det ibland vara nödvändigt att pumpa avloppsvattnet till en för resorption lämplig plats.

## Utförande

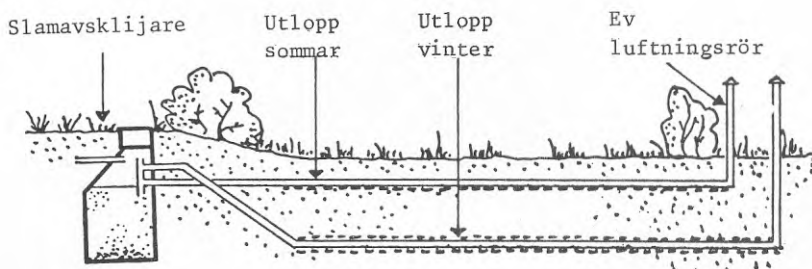
Till resorptionsanläggningen får inte anslutas uppsamlat regnvatten från tak och vägar eftersom den tillförda vattenmängden då blir för stor vid regntillfällena. Likaledes skall vatten från andra delar av tomten eller utanför tilliggande markområden i möjligaste mån avledas från området med resorptionsanläggningen via särskilda dagvattendiken.

I resorptionsanläggningen skall det tillförda avloppsvattnet upptas av växtligheten. Anläggningen består därför av ett eller flera fördelningsrör, som skall vara så utförda att bästa möjliga spridning av det tillförda vattnet erhålls samtidigt som markens kapillära sugförmåga såväl i horisontell som vertikal led utnyttjas. Avloppsvattnet blir på så sätt tillgängligt för växternas rotsystem. Med lämpligt val av jordarter (t ex uppblandat med torvmull) i fördelningsdiken förbättras den magasineringseffekt som behövs för att utjämna avloppsvattnets flöde i förhållande till växternas vattenupptagning.

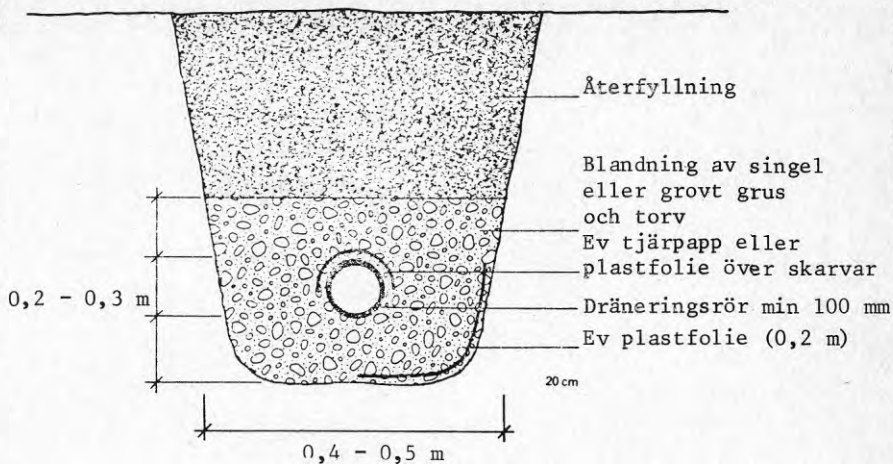
Lämpligt växtslag på resorptionsanläggningen med hänsyn till vattenupptagningen är våra vanliga grässorter. Annan lågväxande markvegetation och buskar bör därför avlägsnas och markytan över fördelningsdiken beredas och gräsbesås. På någon eller några meters avstånd från resorptionsanläggningens fördelningsdiken kan däremot plantering av buskar och träd, t ex häckväxter och björkar vara lämpligt.

## Konstruktion och ledningslängd

Resorptionsanläggningens fördelningsdiken görs 0,4 - 0,5 m djupa. Där bergytan ligger närmare markytan än 0,5 m skall en tätande plastfolie anordnas i resorptionsanläggningens nedre begränsningslinje för att förhindra att avloppsvatten skall kunna tränga utanför den egna tomtgränsen. Plastfolie läggs på en sandbädd på berget och kanterna viks upp 0,2 m på dikets båda långsidor och något högre på dikets bortsida. Därefter fylls ett ca 0,1 m tjockt lager av en blandning av singel eller grovt grus och torvmull (10 - 15 %). Figur 2:2.

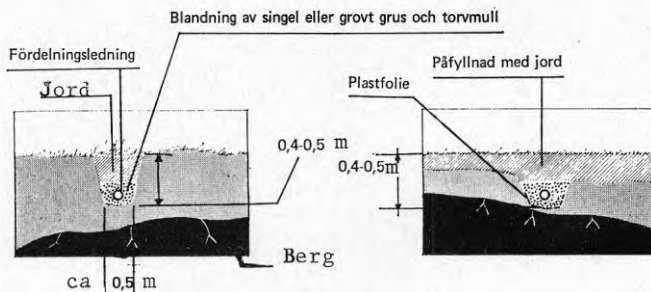


Figur 2:1 Kombination resorption/infiltration



Figur 2:2 . Resorptionsdikets utförande

På bottenlagret utläggs en fördelningsledning som lämpligen utförs av min 100 mm dräneringsrör med öppna fogar eller rör med lämplig slitsning. De material som kan komma ifråga är t ex plast och tegel. Det finns slitsade plaströr i längder som täcker hela dikeslängder och härigenom underlättas installationen. Vanliga dräneringsrör av tegel går bra att använda, men man måste här täcka de öppna fogarna med plastfolie.



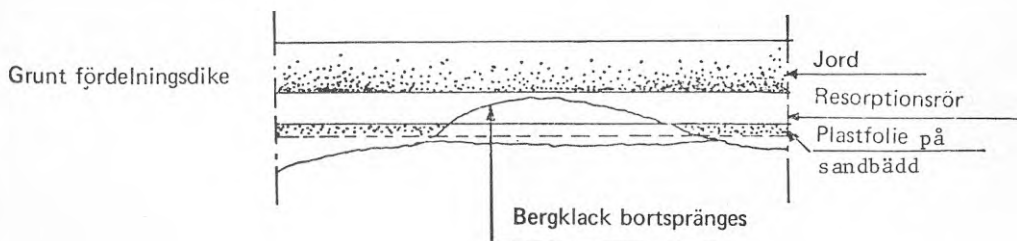
Figur 2:3 . Resorptionsdikets placering

Över ledningen fyller man till 0,1 m över rörets hjässa med samma material som används i bottenlagret. Diket fylls därefter i sin helhet med för gräsvegetationen lämplig myllrik jord, som samtidigt skall ha god vattenuppsugande förmåga.

Om de befintliga marklagren består av för gräsvegetationen olämpliga jordarter, bör hela resorptionsanläggningens överyta

intill minst 1 m utanför fördelningsrören påföras 0,1 m god jord. Samtidigt bör man se till att diket får en bottenbredd om minst ca 0,5 m.

Där de lösa jordlagren över berg är mindre än 0,5 m, kan fördelningsdikets djup minskas. Om området i övrigt är lämpligt bland annat med hänsyn till skyddsområde men jordlagret inte överallt är tillräckligt tjockt kan de naturliga marklagren kompletteras med påfyllnadsmassor av god kvalitet så att en tillfredsställande resorptionsbädd av 0,5 meters tjocklek erhålls. Berg i dikesbotten (eventuellt efter någon sprängning) avjämnas med sand under plastfolien. (Figur 2:3 och 2:4)



Figur 2:4. Resorptionsdike med grund bergyta

#### Fördelningsdikets placering

Fördelningsdiket skall vara placerat nära parallellt med markens nivåkurvor (= vinkelrätt mot markens lutning) så att fördelningsrören kan läggas i svag lutning ( $2 - 4 \text{ ‰}$ ). Vid små nivåskillnader kan fördelningsdikena placeras valfritt. Anläggningen skall helst ha två fördelningsdiken med en längd av totalt ca 15 m vid en avloppsvattenmängd av högst 300 liter/dygn. Avståndet mellan fördelningsledningarna skall vara ca 2 m.

Dikeslängden bör aldrig överstiga 20 m. Om fler än två fördelningsdiken eller ett dike med en längd över 20 m används medför stötvis beskickning genom pumpning eller hävertanordning påtagliga fördelar för avloppsvattnets spridning.

Är avloppsvattenmängden väsentligt mindre än 300 liter/dygn kan till att börja med ett av anläggningens fördelningsdiken eller alternativt två kortare anläggas. Å andra sidan bör anläggningen vara så planerad att den kan kompletteras med ytterligare ett fördelningsdike om anläggningen blir överbelastad.

Vid en anläggning med flera diken bör dessa ha ungefär lika längd, eftersom de från fördelningsbrunnen erhåller samma belastning. Det kan anmärkas att resorptionsdiken inte kan anordnas i serie såsom infiltrationsdiken i sluttande terräng med hänsyn till ett större behov av jämnare fördelning av vattnet vid resorptionsanläggningar.

Marktekniska förutsättningar

För att en infiltrationsanläggning skall kunna fungera tillfredsställande måste jordlagren ha tillräcklig vattengenomsläpplighet och mäktighet. Grundvattenytan bör ligga så djupt under markytan att själva anläggningen normalt inte nås av grundvattnet. Vidare måste de genomsläppliga jordlagren ha sådan utbredning och kontinuitet att grundvattnet och det infiltrerade avloppsvattnet transporteras vidare utan att sanitära skador uppstår.

Gynnsammast ur infiltrationssynpunkt är grus och grov sand, men infiltration kan även ske i vissa finkorninga marklager. Ju finkornigare jordarten är, desto större och kostsammare blir dock anläggningen. Man måste också räkna med kortare livslängd för en anläggning i finkornigt material än i grovkornigt, t ex grus.

Normalt spelar kornfördelningen den viktigaste rollen. Det kan emellertid noteras att inte heller denna är avgörande på samma sätt som vid renvatteninfiltration. Relativt snart efter det att avloppsinfiltrationen startat utbildas nämligen en hinna av organiskt material i infiltrationsbäddens ytskikt. Denna igensättning (clogging) blir så småningom viktigast för infiltrationskapaciteten.

Fastställande av infiltrationsmöjligheter

De förundersökningar som erfordras för bedömning av infiltrationsförutsättningarna varierar från fall till fall. Valet och omfattningen av undersökningarna bestäms i hög grad av den planerade anläggningens storlek. I princip kan följande arbetsgång vara lämplig vid större planområden:

En enkel geologisk karta utarbetas över det aktuella området. Kartan visar utbredningen av berg i dagen, morän, grov- och finsediment. Kartan kan lämpligen baseras på flygbildtolkning med viss fältkontroll.

Med utgångspunkt från den geologiska och topografiska kartan kan ett preliminärt val mellan behandlingsmetoder (infiltration i grunden eller filtrering i markbädd) göras.

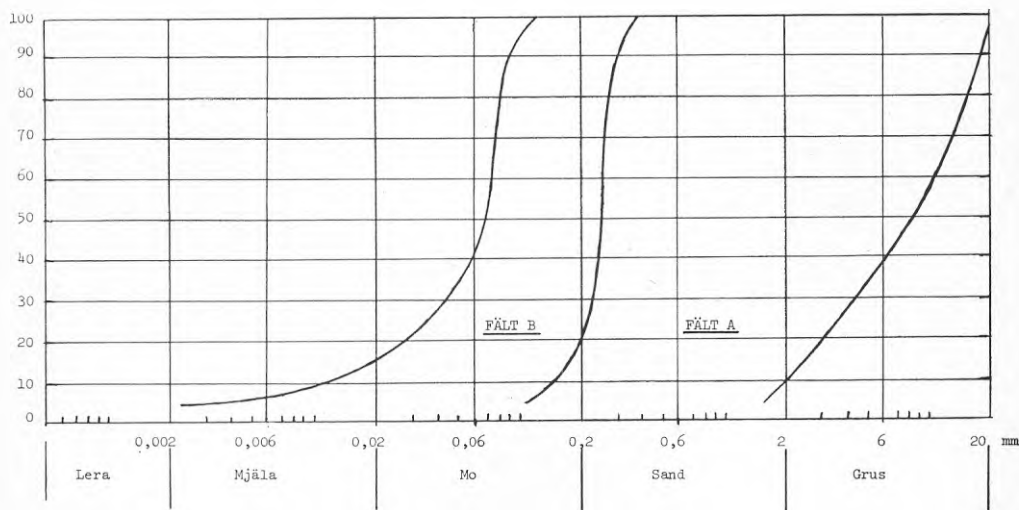
Ett område som bedöms lämpligt för infiltration bör detaljstuderas genom jordprovtagning. Detta kan ske genom provgropar upptagna med hjälp av traktorgrävare eller liknande.

För bestämning av jordlagerföljden under grundvattenytan eller för klarläggande av grundvattnets flödesriktning kan drivning av 1 1/2" - 2" stålrör utföras. Rörspetsarna bör väljas så att rören även kan användas för grundvattenprovtagning.

För fastställande av infiltrationsmöjligheter vid enstaka fastigheter eller liknande kan man fastställa kornstorleksfördelningen enligt nedanstående.

Kornstorleksfördelningen i jordlagret på infiltrationsplatsen bestäms genom att två gropar grävs inom olika delar av det tilltänkta infiltrationsområdet. Från den nivå där infiltrationen skall ske uttas i vardera gropan ett jordprov om ca 2 kg. Från dessa borttas stenar som har större diameter än 5 cm. Ett jordartslaboratorium bestämmer sedan kornstorleksfördelningen, som redovisas i ett diagram (siktkurva). Kurvornas läge i diagrammet avgör infiltrationsanläggningens dimensionering och utformning. Faller siktkurvan till någon del utanför fälten A och B bör infiltration inte komma ifråga. Figur 3:1. Se även SNV-Publ 1974:15

Vattengenomsläppligheten kan i vissa fall bestämmas enbart genom okulär besiktning. Den bör då utföras av sakkunnig person. Tidigare tillämpad metod med infiltrationsgropar, kan också i undantagsfall användas. Här föreslagna provmetod med bestämning av kornstorleksfördelningen är emellertid tillförlitligare, vilket särskilt gäller vid mera finkornt material. Se vidare SNV - Publ 1971:2



Figur 3:1. Siktkurvor för olika material. Goda infiltrationsmöjligheter inom fälten A och B.



## Utförande av infiltrationsanläggning

Innan avloppsvattnet tillförs infiltrationsanläggningen skall det åtminstone ha undergått förbehandling i en slamavskiljare.

Till infiltrationsanläggningen får inte anslutas dagvatten (regnvatten från tak och vägar m m) eftersom den tillförda vattenmängden om så sker blir mycket hög vid regntillfällen och snösmältning.

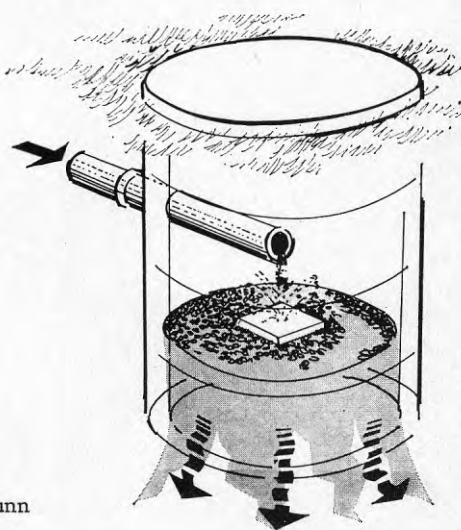
Om jordskiktet är mer än ca 2 m och de geologiska förhållandena i övrigt är gynnsamma - t ex när marklagren består av grus och sand - kan i regel infiltrationsanläggningarna ges sådan kapacitet att anslutning av WC är möjlig.

En infiltrationsanläggning kan med fördel utformas med grunt liggande fördelningsrör (ca 0,6 m djup) om anläggningen i huvudsak avses att användas sommartid eller efter isolering även vintertid (s k ytinfiltration). En fördel med ytinfiltration är att en del av vattenmängden kan upptas av markvegetationen sommartid.

Vid gynnsamma markförhållanden (siktkurvan inom fält A) kan infiltrationen ordnas genom infiltrationsbrunn. Denna utförs lämpligen av betongringar med en diameter om 1,2 m. Brunnen görs öppen nedtill och botten täcks av ett lager grovt grus/sand (ca 0,5 m), på vilket en platta eller flat sten placeras så att avloppsvattnet sprids över grusytan. Figur 3:2.

Brunnens förmåga att överföra avloppsvattnet till marklagren kan förbättras genom att dess nedersta del kringfylls med singel eller grovt grus. Eventuellt kan man perforera med 2 cm:s hål. Infiltrationsbrunnen är användbar när infiltrationstiden är högst 1 minut

Skall anläggningen utnyttjas året runt, måste brunnen nedföras till frostfritt djup och förses med isolerande fyllning och lock.



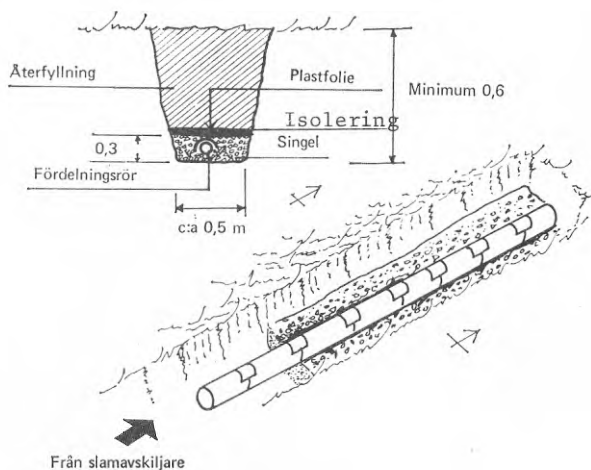
Figur 3:2. Infiltrationsbrunn

När större infiltrationsyta behöver tas i anspråk anordnas en infiltrationsbädd, i vilken avloppsvattnet sprids genom ett eller flera rör. Den totalt erforderliga längden vid ca 200 l per person och dygn bestäms av siktkurvan på följande sätt:

Ledningslängd när siktkurvan faller helt inom fält A.	Ledningslängd när siktkurvan faller helt eller delvis inom fält B.
3,5 m/person	7,0 m/person

Infiltrationsanläggningen bör dimensioneras för minst 4 personer per hushåll. Längden av en infiltrationsledning bör inte överstiga 20 m. Från slamavskiljaren läggs en ledning till en fördelningsbrunn/inspektionsbrunn, som skall ha en diameter av minst 300 mm.

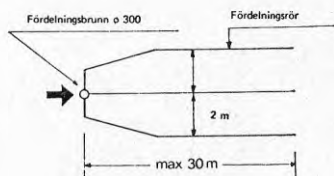
Infiltrationsledningen måste läggas på frostfritt djup. Läggningsdjupet kan dock minskas till ca 0,5 m genom isolering. Därigenom ökar det underliggande jordlagrets mäktighet, vilket är till fördel för reningen av avloppsvattnet. Infiltrationsbäddens botten bör göras 0,8 - 1 m bred och fyllas med ett 10 - 15 cm tjockt lager singel (6 - 20 mm kornstorlek). Ovanpå detta läggs infiltrationsledningen i svag lutning (mindre än 0,5 %). Ledningen utförs av 100 mm dräneringsrör (tegelrör eller slitsade plaströr). Om tegelrör används skall fogarna täckas upptill av plastfolie eller asfaltpapp. Bädden fylls därefter med singel till 5 cm över rörens hjässa. Ovanpå fyllningen läggs i förekommande fall isoleringsmaterialet och därpå tidigare uppschaktade massor. Figur 3:3.



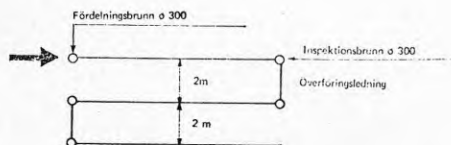
Figur 3:3. Ytligt infiltrationsdike

När den erforderliga dikeslängden är så stor ( $> 20$  m), att två eller flera diken måste utföras, kan man välja att ordna anläggningen enligt följande två principer. Den ena innebär, att de olika diken tillförs avloppsvattnet genom skilda ledningar som utförs parallella eller i solfjädersform. Enligt den andra anordnas ledningarna i serie och förenas genom överföringsledningar, så att diken tillförs avloppsvattnet i tur och ordning. Det senare systemet används med fördel i sluttande terräng. Avståndet mellan fördelningsledningarna bör vara ca 2 m. Avloppsvattnets fördelning vid den förstnämnda anordningen sker i en fördelningsbrunn.

För att ett infiltrationsdike i sluttande terräng skall fungera tillfredsställande måste rören läggas i det närmaste parallellt med höjdkurvorna. I annat fall blir dikets lutning så stor, att avloppsvattnet samlar sig i dess nedre del, vilket medför att endast denna del blir utnyttjad.

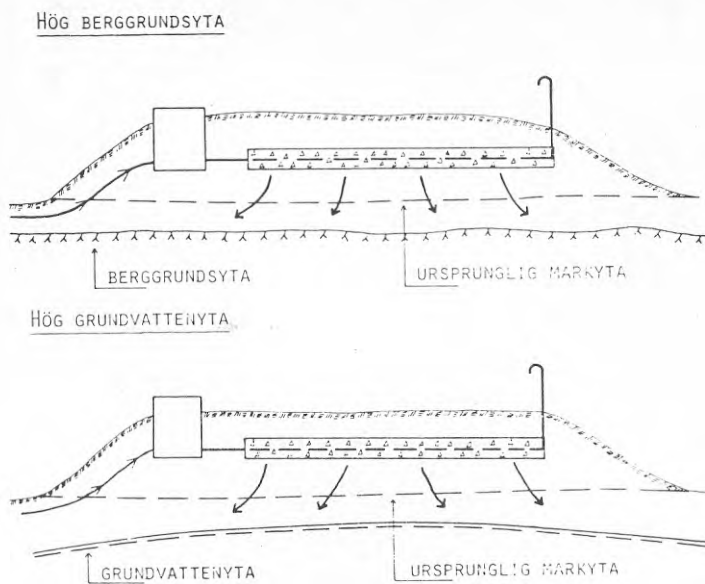


Figur 3:4. Infiltrationsanläggning med flera fördelningsledningar

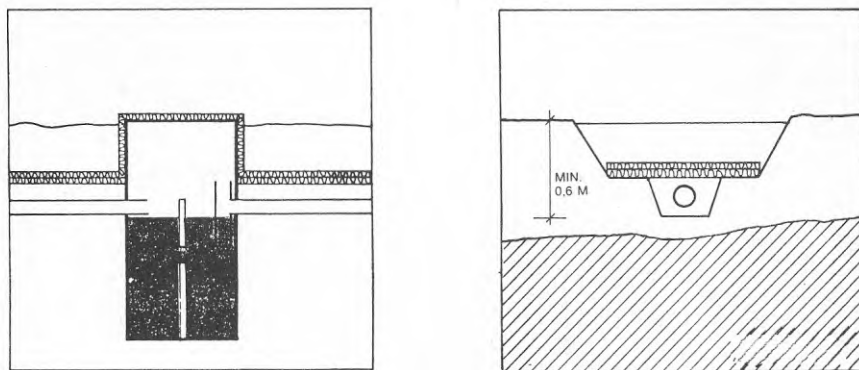


Figur 3:5. Infiltrationsdiken anordnade i serie

Infiltration har ibland misslyckats beroende på ogynnsamma hydrogeologiska förhållanden, d v s områden som inte är lämpade för avloppsinfiltration. Detta kan avhjälpas genom att man exempelvis inom områden med hög berggrundsytta eller hög grundvattentyta kan bygga upp en sandbädd av utvalt material till vilken avloppsvattnet uppföras. Härigenom åstadkommes en längre transportsträcka i den luftade zonen, vilket är av stor betydelse för behandlingsresultatet.



Figur 3:6. Uppbyggda infiltrationsanläggningar



Figur 3:7. Exempel på frostisolering av slamavskiljare respektive infiltrationsledning

Läggning av ledningar på frostfritt är inte alltid möjligt p g a hög grundvattenyta. I Figur 3:6 visas hur man kan klara detta genom att fylla upp över normal marknivå. Ett annat sätt är att isolera över ledningarna, varvid man utnyttjar jordvärmen för att hindra frysning. Figur 3:7. Ett djup på minimum 0,6 m är att rekommendera med hänsyn till bl a marklaster och risker för att vatten kan tränga upp genom markytan. Detta kan t ex inträffa då man får överbelastning.

Vid utförande av en infiltrationsanläggning bör man som regel utföra minst två parallella enheter. Dessutom bör man ha en viss överdimensionering så att man kan använda en ledning i taget. En avställning av en ledning under en längre tid medför att man får en nedbrytning av organiskt material runt ledningen. Detta kan öka anläggningens livslängd till det dubbla.

Förutsättningar

I områden där naturlig infiltration av avloppsvatten inte är möjlig, beroende t ex på att marken inte är tillräckligt genomsläpplig, kan en markbädd byggas som avslutande behandlingssteg. Denna består av grus i vars övre del avloppsvattnet sprids. Vattnet sjunker ned genom gruset till bäddens undre del där det uppsamlas och avleds till recipient. I markbädden erhålls viss biologisk rening.

Området där markbädden anordnas skall ligga på sådan nivå, att uppsamlingsledningen kommer högre än recipientens högsta vattenyta och över högsta grundvattenytan. Då en del av avloppsvattnet kan passera förbi uppsamlingsledningen i en markbädd, bör föroreningsrisken beaktas på samma sätt som vid infiltrationsanläggningar. Markbädden skall dock ligga så djupt att det inte föreligger risk för igenfrysning. För att minska djupet under markytan kan bädden frostisolerars.

Vid markbäddar bör jordlagerföljden bestämmas genom provgrovar eller med hjälp av geoteknisk borrhutrustning. Dessa undersökningar syftar främst till att klarlägga de byggnadstekniska förutsättningarna. Utöver detta kan viss recipientundersökning vara motiverad.

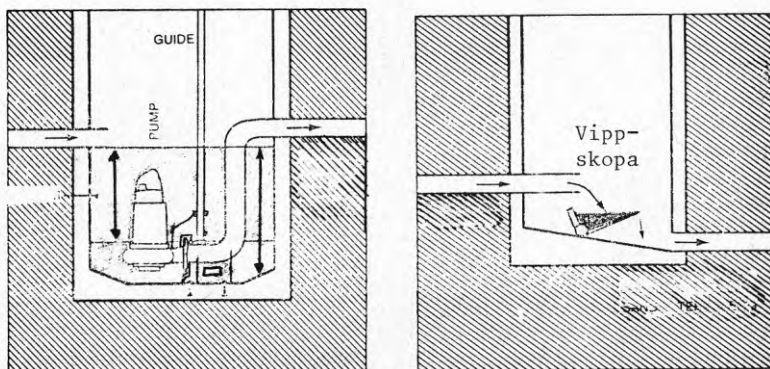
Utformning

Avloppsvattnet leds via slamavskiljare till en fördelningsbrunn. Det är av stor vikt att utloppsledningarna från denna brunn har samma höjd så att avloppsvattnet fördelas jämnt på ledningarna.

För att kunna utnyttja hela bäddens yta gäller det att sprida vattnet momentant så att man inte får för låga flöden. Detta kan medföra att endast första delen av fördelningsledningarna används. Ett sätt att lösa detta på är att pumpa in på markbädden. Helst bör pumpningen ske omedelbart före en större infiltrationsanläggning eller markbädd för undvikande av stötbelastningar på förbehandlingssteget. De vattenmängder som påföres bädden i varje pumpsteg bör väljas så stora att hela infiltrationsytan belastas samtidigt. Figur 4:1. Det är också möjligt att installera en vippskopa i en brunn för att erhålla spridning över hela rörlängden. Figur 4:1.

Som fördelningsrör väljs normalt tegelrör eller PVC-rör, ofta i dimensionen  $\emptyset$  100. Tegelrören synes ge sämre spridningseffekter än vad som är möjligt att åstadkomma med hjälp av PVC-rör. De senare är i allmänhet lättare att lägga. Vidare kan slitsarna (utformning och centrumavstånd) anordnas friare än på tegelrör och avpassas så att en jämnare spridning av avloppsvattnet erhålles.

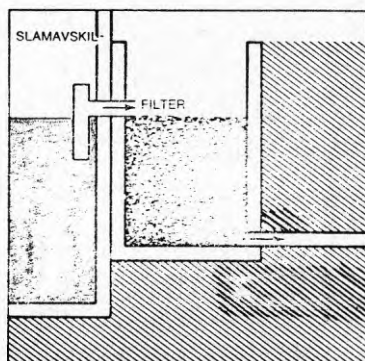
På senare år har ett antal anläggningar byggts med tryckfördelning av avloppsvattnet. I dessa pumpas avloppsvattnet ut i relativt klena, perforerade fördelningsrör, som således står under tryck. Härigenom kan en mycket jämn fördelning av avloppsvattnet erhållas. En stor fördel med trycksystemet är att relativt kostsamma fördelningsbrunnar, som erfordras för konventionella spridningssystem, kan inbesparas.



Figur 4:1.

Anordning för bättre fördelning av avloppsvatten

För att skydda en markbädd eller infiltrationsanläggning mot igensättning p g a tillfällig slamflykt kan man installera någon form av grovt filter. Detta filter kan betydligt enklare bytas ut jämfört med att gräva om en hel markbädd.

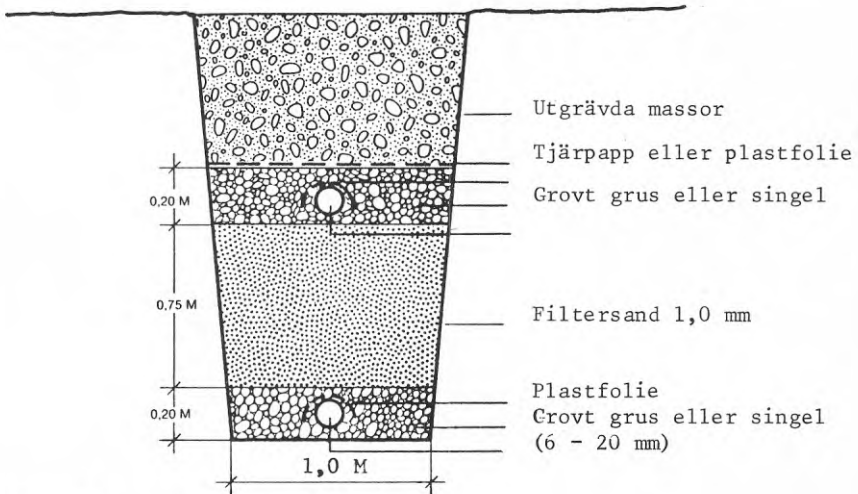


Figur 4:2.

Filter av grus/sand före markbädd

### Konstruktion och dimensionering

En markbädd kan sägas bestå av ett flertal mindre bäddenheter som läggs parallellt. En enskild bäddenhet kan utföras som framgår av figur 4:3.



Figur 4:3. Detalj av markbädd

Sammanställes flera enskilda markbäddenheter bör centrumavståndet mellan ledningarna vara ca 1,5 m. Fördelnings- och uppsamlingsledningarna läggs med ett fall på mindre än 5 ‰ och utförs av dräneringsrör (tegelrör eller slitsade plaströr) med dimensionen 100 mm, vilka placeras på ett 15 resp 5 cm tjockt lager av grov singel (10 - 20 mm kornstorlek). Plastfolie eller asfaltpapp placeras över fogarna varefter ytterligare singel eller makadam påfylls till minst 5 cm över rörens hjässa. Bädden skall utgöras av grus med högst 8 mm kornstorlek och med högst 10 % material mindre än 0,4 mm. Bädrens höjd skall vara minst 0,75 m. Återfyllning görs - efter eventuell frostisolering av markbädden - med det tidigare uppgrävda materialet, varvid dock större stenar tas bort. Figur 4:3.

Fördelningsledningen förses med luftningsrör (dimension 100 mm), som kan vara gemensamt för flera ledningar. Röret bör nå omkring 1 m över markytan och dess öppning förses med finmaskigt nät. Uppsamlingsledningarna förenas i en samlingsbrunn varvid någon form av luftning bör anordnas.

Den erforderliga längden på markbädden är ca 3 m per person. En markbäddsanläggning skall dimensioneras för minst 4 personer. Längden av en fördelningsledning i markbädden får inte överstiga ca 20 m om ej pumpanordning finns för spridning.

Vid dimensionering och utförande av en markbädd är det en fördel om man gör en överdimensionering på 30-50 %. Detta medger att man kan belasta delar av bädden växelvis, varvid den del som avställes kan återhämta sig under 1-2 månader. Det sker därvid en nedbrytning av avskilt material. Livslängden för en markbädd kan på detta sätt ökas avsevärt.





## SAMMANFATTNING

Avloppsanläggningar för mindre anslutningar upp till 500 pe som t ex vid

- fritidsområden
- glesbyggd
- mindre samhällen
- motell
- kursgårdar

kräver okonventionella lösningar i många fall. Det kan därvid konstateras att man kan använda något av följande alternativ:

- infiltration
- resorption (endast sommarbruk)
- markbädd
- separata toalettsystem
- paketreningsverk

Samtliga lösningar har använts i Sverige och utlandet sedan lång tid med skiftande erfarenheter varvid de dåliga många gånger är att hänföra till att man valt fel lösning eller har ett bristfälligt tekniskt utförande. Detta gäller i hög grad för paketreningsverken alltsedan de introducerades i Sverige i slutet av 60-talet. De samlade erfarenheterna visar dock att alla de uppräknade systemen kan användas med gott resultat vid riktig applicering. De kommuner och länsstyrelser som tillfrågats om erfarenheter från olika system och vilka som är vanligast förekommande har framfört följande:

- Infiltration vanligast förekommande och erfarenheterna i stort sett positiva.
- Resorption sparsamt förekommande p g a begränsade användningsmöjligheter. Varierande erfarenheter, men dock övervägande positiva.
- Markbäddar mycket sparsamt förekommande vilket delvis skylls på att SNV och länsstyrelser har en negativ inställning till metoden. Erfarenheterna från fältet är dock övervägande positiva. Goda reningsresultat med liten skötsel- och driftinsats.  $BS_7 \approx 75\%$  och  $P_{tot} \approx 60\%$ .
- Använda slamavskiljare ger normalt avsedd effekt men det slarvas med tömning. I vissa kommuner med stor fritidsbebyggelse är detta ett problem p g a efterföljande slamhantering.
- Separata toalettlösningar har styrts mot framförallt olika förmultningssystem, då dessa medger möjlighet till dispens från kommunala renhållningsmonopolet. Snålspolande toaletter medför problem med efterföljande slamhantering.
- Paketreningsverken för enstaka hushåll anses av i stort sett alla kommuner vara ute ur bilden p g a problem med drift och skötsel. För anslutningar med minst ca 75 - 100 pe anses de vara en bra lösning, men är kostsamma. Uppföljningen har gett reningsresultat på 0 - 99 % för såväl  $BS_7$  som  $P_{tot}$ . Korrekt utförande och skötsel kan ge en reduktion på  $\sim 80\%$  för  $BS_7$  och 80 - 90 % för  $P_{tot}$  vid  $> 50 \text{ m}^3/\text{d}$  i flöde.

Vid utförande av VA-lösningar för ovan redovisade områden uppstår dock oftast frågan om vilken sanitär standard skall väljas. Hög standard innebär härvid ofta att avloppsfrågan kompliceras och framförallt fördyras. Det är tre huvudfall man uppdelar standardfrågan i, nämligen

- I. Ej indraget vatten
- II. Indraget vatten men med separata avloppslösningar
- III. Konventionellt VA-system med anslutning till kommunalt nät

Standarden på VA är dock endast en av flera faktorer som påverkar valet av lösning. Andra kravfaktorer som är av vikt är:

- A. - Fysiologiska krav av hygienisk-medicinsk karaktär
- B. - Sociologiska krav (standardkrav) bl a god vattenkvalitet, ingen dålig lukt, opåverkad miljö (inre och yttre). Dessa krav är svåra att objektivt kvantifiera.
- C. - Tekniska krav ur funktions-, drift- och skötselsynpunkt
- D. - Ekonomiska krav, d v s lägsta möjliga investerings- och driftkostnad

Kravfaktorena A - C måste därvid viktas sinsemellan och där-  
efter ställas i relation till den ekonomiska insatsen.

Det fysiologiska kravet måste alltid vara uppfyllt medan de sociologiska kraven måste avvägas och fastställas från fall till fall. Beträffande de tekniska kraven så är skötsel- och driftbehovet helt avgörande för en god funktion och därmed goda reningsresultat. Väges sådana faktorer som skötselbehov, driftsäkerhet och yttre miljöpåverkan får man på sidan 66 redovisade lösningar för olika typer av anslutning. För det fall att man även väger in driftkostnaden som tyngre på sikt jämfört med investeringen tyder mycket på att markbäddar blir allt intressantare.

- I Investeringskostnaden för de olika alternativen kan grovt anges till:

Sep toal syst	1 500 - 10 000	kr/fast
Resorption	3 000 - 5 000	"-
Infiltration	4 000 - 6 000	"-
Markbädd	5 000 - 10 000	"-
Paketverk M + K	10 000 - 20 000	"-

Reningseffekten för markbäddar och paketreningsverk (> 100 pe) kan antagas till följande vid korrekt utförande och skötsel:

	BS <sub>7</sub> %	P <sub>tot</sub> %	SS %
Markbädd	~60 - 90	50 - 70	90 - 95
Paketverk M + K	40 - 70	75 - 85	75 - 90
Paketverk M + B + K	75 - 85	75 - 85	80 - 90

## "Bästa" avloppslösning för olika bebyggelse typer

Antal an- slutna pe	Fritidsboende	Permanentboende	Kursgård m m
3 - 5	Infiltration Ev resorption Sep toal beh	Infiltration	-
6 - 20	Infiltration Ev resorption Sep toal beh	Infiltration Ev markbädd	-
21 - 100	Infiltration <sup>1)</sup> Sep toal beh <sup>1)</sup>	Markbädd Ev paketverk	Markbädd el paketverk
101 - 500	Markbädd <sup>2)</sup> Ev paketverk <sup>2)</sup>	Paketverk Ev markbädd för delom- råden	Paketverk

Anm. 1) Förutsätter normalt lösning för varje tomt separat

2) Fritidsområde av denna storlek bör oftast jämföras med permanentboende





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 771429-5 från  
Statens råd för byggnadsforskning till Orrje & Co Scandia-  
konsult, Stockholm**

**R27:1979**

**ISBN 91-540-2973-2**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6600927**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

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

**Cirka pris: 30 kr exkl moms**