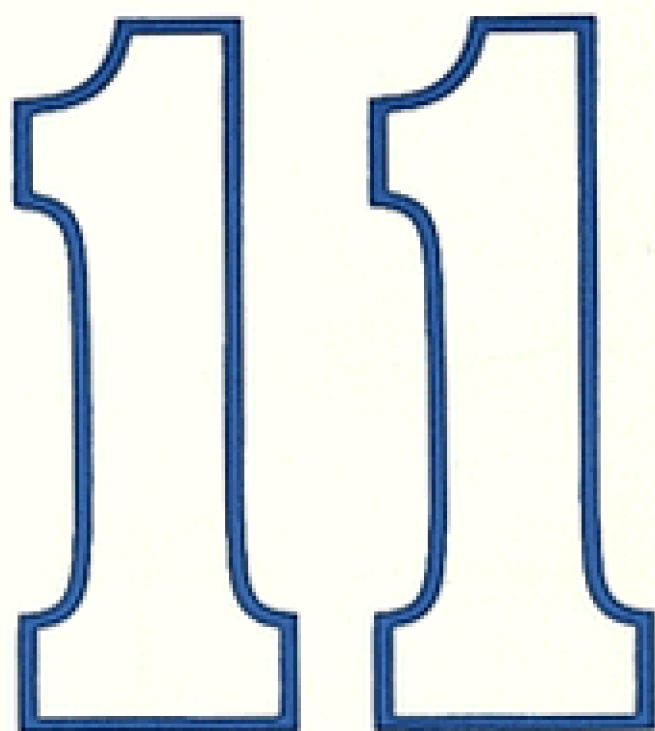


# MILJØ-PROJEKTER



**Afløbsfrie toiletter**

**August 1978**

Udført af  
Eli Dahl og Karsten Vesth-Hansen,  
primo juli 1977

Laboratoriet for teknisk Hygiejne,  
Danmarks tekniske Højskole,  
2800 Lyngby

for

**miljøstyrelsen · Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf. (01) 57 83 10**

Miljøstyrelsen vil, når lejlighed gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter indenfor miljøsektoren, helt eller delvis finansieret af miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

miljøstyrelsen

ISSN 0105-3094  
ISBN 87-503-2632-5

Fu 00-91  
SCANTRYK, KBHVN  
TELEFON 01-30 06 01

Pris kr 27,00  
Incl. moms

# **Afløbsfrie toiletter**

## **August 1978**

Rapport udarbejdet for miljøstyrelsen af  
Eli Dahi og Karsten Vesth-Hansen,  
primo juli 1977.

Laboratoriet for teknisk Hygiejne,  
Danmarks tekniske Højskole,  
2800 Lyngby.



**Dette hæfte er trykt på genbrugspapir**

**ISSN 0105-3094**  
**ISBN 87-503-2632-5**

**Fu 00-91**  
**SCANTRYK, KBHVN**  
**TELEFON 01-30 06 01**

## FORORD

Der er i de senere år sket en betydelig udvikling inden for området afløbsfrie toiletter. Miljøstyrelsen har modtaget et antal henvendelser fra de lokale administrationer og fra enkeltpersoner vedrørende sådanne anlæg. I et forsøg på at tilfredsstille behovet for oplysning om de typer af anlæg, der er på markedet, og deres funktions-principper, har miljøstyrelsen anmodet Laboratoriet for teknisk hygiejne på Danmarks tekniske Højskole om at samle viden og information om de afløbsfrie toiletter, som kan kræve manuel håndtering af affaldet. Det var oprindeligt hensigten, at rapporten skulle danne grundlag for udarbejdelse af en vejledning fra miljøstyrelsen vedrørende afløbsfrie toiletter, således som det også fremgår af rapporten. Den kunne samtidig være baggrund for overvejelser over, hvorvidt de noget usmidige regler i miljøministeriets bekendtgørelse af reglement om miljøbeskyttelse af 29. marts 1974 vedrørende etablering af afløbsfrie toiletter og deponering af affald burde ændres, således at der kunne tages hensyn til en mere differentieret karakterisering af de forskellige anlægstypers indhold. Rapporten angiver, at visse afløbsfrie toiletters produkter kan have en sådan sammensætning, at de på ingen måde kan karakteriseres som latrin. Det må imidlertid erkendes, at de hygiejnisk-mikrobiologiske og parasitologiske forhold for de allerfleste anlægstypers vedkommende endnu er utilstrækkeligt belyst. Således er der endnu ikke grundlag for at ændre formuleringen i miljøbeskyttelsesreglementets kapitel 3.5.2: Indholdet af klosetter, som ikke er vandklosetter, skal føres bort som angivet i 4.3.

I kapitel 4.3., Latrin m.v., anføres, at latrin ikke må henkastes på møddinger, eller spredes på jorden, heller ikke som gødning. Såfremt der er mulighed herfor, bør latrin i videst muligt omfang tilføres rensningsanlæg for spildevand. Såfremt latrinen

ikke kan tilføres sådanne anlæg, skal den nedpløjes eller nedgraves i en afstand af mindst 30 meter fra drikkevandsbrønde og -boringer, mindst 2,5 m fra naboskel og ikke dybere end 50 cm. Reglementet indeholder endvidere retningslinier for kommunalbestyrelsens tilladelse til etablering af afløbsfrie toiletter. I kapitel 3.3 er der således anført, at nye klosetter skal udføres som vandklosetter, hvor der findes et godkendt kloaksystem, som kan modtage afløb fra vandklosetter, og der findes eller let kan tilvejebringes den nødvendige vandforsyning.

Miljøstyrelsen opfatter den foreliggende rapport som en vigtig oversigt med værdifulde vurderinger og overvejelser, som givetvis vil være til nytte i de lokale administrationer og for enkeltpersoner. Det skal dog samtidig understreges, at de i rapporten indeholdte konklusioner og rekommandationer helt er forfatterens egne. De må derfor vurderes i de lokale sundheds- og miljøadministrationer på grundlag af de retningslinier, der er anført i de gældende bestemmelser. Under hensyn hertil er det derfor besluttet at udgive materialet i miljøprojektserien og lade udarbejdelse af en egentlig vejledning afvente en nærmere afklaring af de hygiejnisk-mikrobiologiske og parasitologiske forhold.

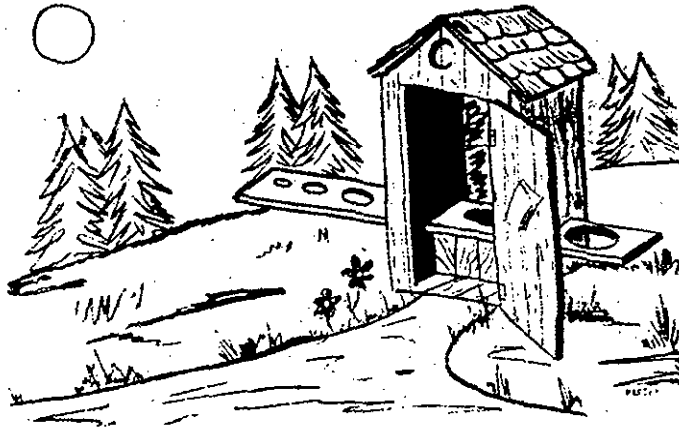
Rapporten er udarbejdet af

lektor cand.pharm. Eli Dahi og civilingeniør Karsten Vesth-Hansen, Laboratoriet for Teknisk Hygiejne, Danmarks Tekniske Højskole.

Som følgegruppe under arbejdets gennemførelse har deltaget:

professor dr.med.vet. H. Errebo Larsen  
dyrlæge Michael Sørensen, Institut for veterinær mikrobiologi og hygiejne, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole  
civilingeniør Kaj Ovesen, civilingeniør Viggo Nielsen, Statens Byggeforskningsinstitut  
læge Jørn Korn, dyrlæge Holger Pedersen, miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen  
august 1978



### THE AUTOMAT

For real efficiency this will pass  
It's made to fit any lad or lass.  
Just move the plank and you will find  
A hole that's built for your behind.  
I suppose in a crises — if time has you beat  
You could even take an outside seat.





# Indholdsfortegnelse

	Side
Resume	1
1. Indledning	5
1.1 Historisk perspektiv	5
1.2 Baggrund	6
1.3 Hensigt	6
1.4 Emneafgrænsning	6
1.5 Disposition	7
2. Systematik og definitioner	9
2.1 Et toiletsystem	9
2.2 Toiletsystemernes kendetegn	9
2.3 De tre hovedkategorier	10
2.4 De afløbsfrie toiletter	12
3. Menneskets ekskrementer	15
3.1 Mængder og sammensætning	15
3.2 Gødningsværdien	15
3.3 C/N-tallet	18
3.4 Energetiske betragtninger	18
3.5 Sygdomsfremkaldende mikroorganismer	21
4. Tørklosetterne	23
4.1 Typeinddeling	23
4.2 Spandsystemet	25
4.3 Transportabelt toilet	25
4.4 Tørkloset med engangspose	27
4.5 Papkassesystemet	28
4.6 Pakketoilettet	30
4.7 Summarisk vurdering	32
5. Frysetoilettet	33
5.1 Beskrivelse	33
5.2 Funktionsprincip	34
5.3 Summarisk vurdering	35

6.	Kemiske toiletter	37
	6.1 Beskrivelse	37
	6.2 Kemisk toilet med returskyl	37
	6.3 Sanitetspræparater	38
	6.4 Funktionsprincip	40
	6.5 Forstyrrelse af rensningsanlæg	41
	6.6 Summarisk vurdering	41
7.	Formuldnings toiletter	43
	7.1 Typeinddeling og beskrivelse	43
	7.2 Indbygget tank/lagdelling	46
	7.3 Indbygget tank/sammenblanding	47
	7.4 Skråbundstank under gulv	48
	7.5 Fladbundstank under gulv	49
	7.6 Processtyring	50
	7.7 Pasteurisering	53
	7.8 Litteraturens data	56
	7.9 Summarisk vurdering	56
8.	Forbrændingstoiletet	61
	8.1 Historisk indledning	61
	8.2 Beskrivelse	62
	8.3 Funktionsprincip	64
	8.4 Lugtproblemerne	64
	8.5 Summarisk vurdering	65
9.	Bedømmelsesparametre	67
	9.1 Toiletlets funktioner	67
	9.2 Benyttelsesformer	68
	9.3 Bedømmelsesaspekter	68
	9.4 Valg af parametre	69
10.	Affaldshåndtering	73
	10.1 Tømning	73
	10.2 Transport	73
	10.3 Bortskaffelse	74
	10.4 Administration	74
11.	Behov for viden	79
12.	Referencer	81
13.	Appendiks	87

Et uddrag af de afløbsfrie toiletter som pr. juli 1977 markedsførtes her i landet.

## Resume

### Systematik:

Der findes i dag et stort udvalg af toilet-systemer. De kan inddeles i tre hovedkategorier:

- I. Kloaktilsluttede e.g. alm. vandkloset.
- II. Infiltrerende e.g. septiktanksystemet.
- III. Afløbsfrie toiletter e.g. samletanksystemet.

De i nærværende rapport omtalte afløbsfrie toiletter omfatter de toiletsystemer som, i modsætning til samletanksystemerne, tømmes manuelt. Den behandling, som fæces og urin udsættes for i disse toiletter, er meget forskellig.

### Tørklosetterne:

I tørklosetterne behandles affaldet ikke. Ved henstand udvikler affaldet ildelugtende gasser som følge af, at det af sig selv går i forrådnelse. Ved nogle tørklosetter benyttes engangsemballage således at tømning og transport kan foregå under æstetiske forhold. Ved pakketoilettet er endvidere selve benyttelsen af toilettet både æstetisk og hygiejnisk. Emballagen kan dog volde vanskeligheder for de anlæg, der skal modtage det indpakkede affald.

Konserverende  
toiletter:

I frysetoilettet og i kemiske klosetter hænges forrådnelsesprocesserne. Dette bevirker en midlertidig nedsættelse af lugtgenerne. Afhængig af præparat og dosis, kan tilsætning af sanitetspræparater medføre i hvert fald delvis drab af eventuelle sygdomsfremkaldende mikroorganismer.

Hygiejniserende  
toiletter:

I forbrændingstoilettet omdannes affaldet i princippet til steril aske. Forbrændingen er dog energikrævende og dertil kommer, at en del udendørs og eventuelt indendørs lugtproblemer kan være forbundet med forbrændingsprocessen.

I formuldningstoilettet stabiliseres fæces og urin samt en del køkken- og haveaffald under ilttilførsel. Under processen nedbrydes også tarmbakterier m.v., men graden af denne nedbrydning er ikke tilstrækkeligt undersøgt. Den formodes bl.a. at være stærkt afhængig af massens temperatur og af dens opholdstid i systemet.

Formuldningen:

I gødningsmæssig henseende er det bedst, om frisk fæces og urin nedbringes i jorden umiddelbart forud for planternes vækstsæson. Formuldningen, der kun medfører mindre tab af kvælstof, giver størst mulighed for at bevare og udnytte menneskelige ekskrementers gødningsværdi. Formuldningen kræver tilførsel af organisk kulstof f.eks. cellulose i haveaffald. Af hensyn til ilttilførslen kræves desuden, at vandoverskuddet fordamper. Elektrisk energi må derfor tilføres, men processen kan i princippet også holdes i gang alene ved hjælp af køkken- og haveaffald (kemisk energi).

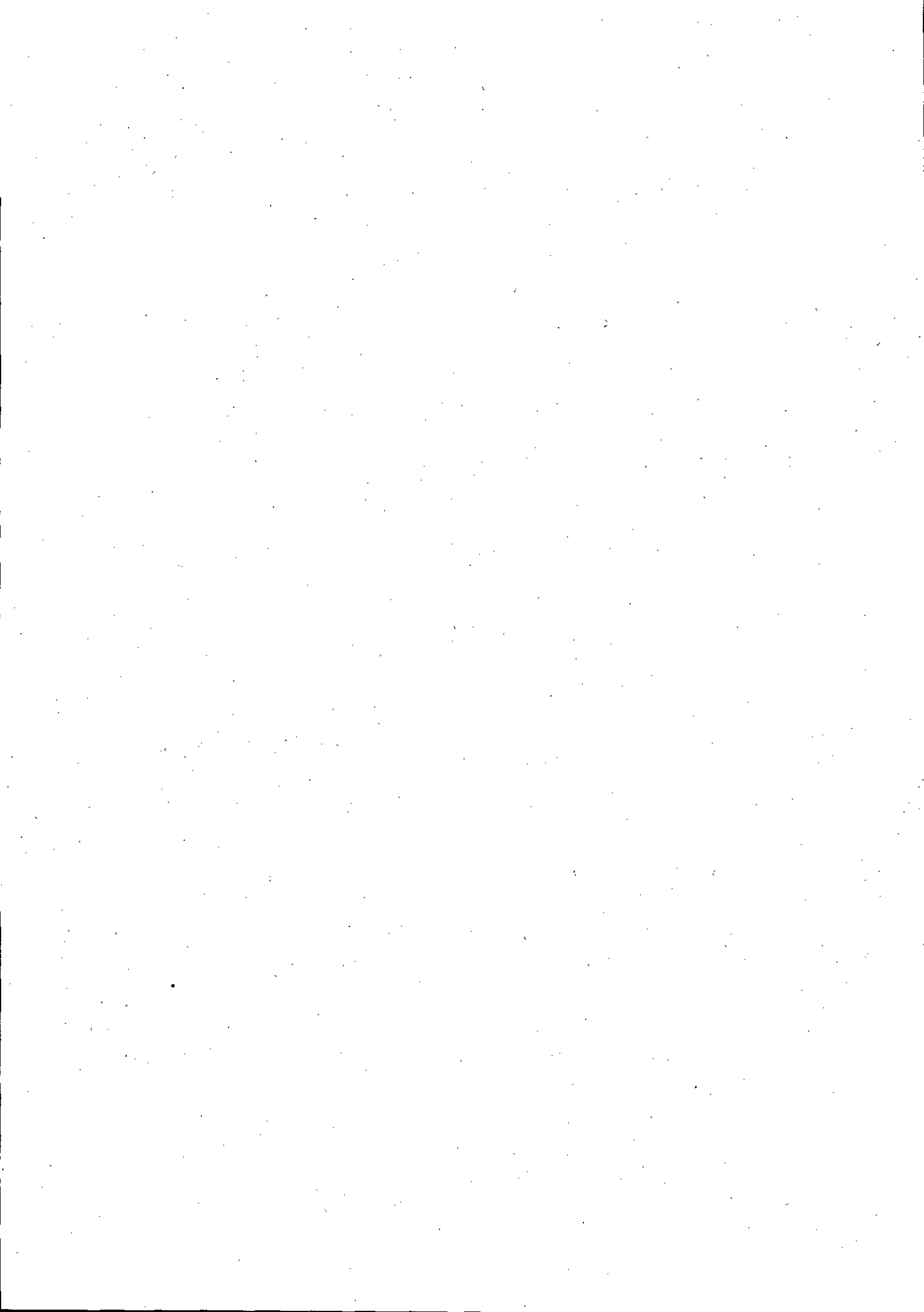
**Infektionsrisiko**

Det er vigtigt at holde sig for øje, at mennesker ikke behøver at være syge, for at deres fæces indeholder sygdomsfremkaldende mikroorganismer, ligesom et affaldsprodukt kan indeholde disse, selv om produktet er lugtfrit og ikke ligner fækalier.

**Vurdering:**

Et afløbsfrit toilet kan således have flere funktioner end blot at modtage og videreføre affaldet, som ved det almindelige vandkloset. En alsidig sammenligning og vurdering af de enkelte toilettyper er nødvendig, og heri bør såvel toilettet selv som affaldsproduktet undersøges.

**Affaldsbortskaffelse:** Når affaldet fra et afløbsfrit toilet skal bortskaffes, må det ske under kendskab til affaldets karakter men også under hensyn til de i kommunen disponible transportmetoder og modtageranlæg. Retningslinier herom er givet, men en nøjere specificering af rationelle regler om bortskaffelse må vente, indtil mere konkret viden om de enkelte toilettypers drift og affaldsproduktets sammensætning er anskaffet.



# 1. Indledning

## 1.1. Historisk perspektiv.

Ved århundredeskiftet, hvor vandklosettets gennembrud fandt sted, ville ingen forestille sig, at der ville opstå fornyet interesse for afløbsfrie toiletter nu godt et halvt århundrede senere. Men dette er faktisk tilfældet.

Interessen for vandklosettet (WC) er dog ikke blevet mindre siden. Tværtimod går den globale udvikling i retning af tiltagende urbanisering, og netop vandklosettet i forbindelse med kloaknet, anses for en af de største velsignelser i tæt bebyggede områder. Lige så sandt er det dog, at mange vandløb ville have været i bedre forfatning i dag, hvis man fortsat havde undladt brug af skyllevand i klosetter og i stedet havde kanaliseret menneskelige ekskrementer, direkte til jord. Udvikling af alternative sanitære systemer synes også af ressourcemæssige grunde, at være formålstjenligt især i uudviklede lande; herom se Hansen og Therkelsen 1977 /15/.

Det må i denne sammenhæng bemærkes, at epidemiologisk/historiske beretninger fremstiller indførelsen af vandklosettet alene som en praktisk foranstaltning, hvorved man undgik tøndesystemets uæstetiske benyttelse og håndtering. Men netop benyttelse af vand som bæremiddel for menneskelige ekskrementer, øger risikoen for forurening af vand, eventuelt med epidemier til følge.

En epidemiologisk begrundelse for at foretrække et vandkloset frem for et ikke skyl-kloset er vanskelig at udrede. Derimod skal det tilføjes, at f.eks. brug af toiletsædelåg og håndvask utvivlsomt må tillægges en infektionshygiejnisk værdi.



I 1939 opfandt svenskeren Rikard Lindström det såkaldte Clivus Mulltrum (cliver: latin, skråning); dette er et "lukket" toiletsystem, hvori fæces og urin kan opbevares og formuldes til et jordagtigt produkt uden infiltration af væske og uden de store lugtgener, som man kendte fra tøndesystemet. Det er fra såvel økologisk, æstetisk, praktisk og økonomisk synspunkt forståeligt, at formuldningstoilet nu tiltrækker relativ stor interesse.

## 1.2 Baggrund.

I henhold til den nugældende bekendtgørelse af reglement om miljøbeskyttelse er alt affald fra klosetter, som ikke er vandklosetter, at betragte som latrin. Dette indebærer, at affald fra f.eks. et forbrændingstoilet eller et formuldningstoilet ikke må henkastes på møddinger eller spredes på jorden, heller ikke som gødning. Om latrin hedder det videre, at den i videst muligt omfang bør tilføres rensningsanlæg for spildevand.

Den tekniske udvikling af nye toiletsystemer har skabt et behov for at kunne skelne mellem fæces og urin på den ene side, og disses produkter efter fuld mineralisering på den anden side. Når alle mellemliggende produkter også kan forekomme, vil det forstås, at en eksakt definition af, hvad latrin er, ikke er ligetil. Dels må en sådan skelnen mellem latrin og ikke latrin være operationel og dels må den være epidemiologisk velbegrundet.

## 1.3 Hensigten.

Herværende rapport er derfor udarbejdet med henblik på at give en orientering om de afløbsfrie toiletter, som er markedsførte i de skandinaviske lande, med særlig vægt på de funktionsprincipper, som er bestemmende for affaldets karakter og sammensætning.

Ved rapportens formulering er der taget hensyn til, at Miljøstyrelsen ønsker at udarbejde en vejledning om afløbsfrie toiletter.

## 1.4 Emneafgrænsning.

Rapporten, som er baseret på fire måneders litteraturstudium, omhandler ikke alle typer afløbsfrie toiletter. De toiletter, som tømmes maskinelt med en slamsugerbil omtales ikke nærmere. Tilba-

ge bliver de afløbsfrie toiletter, som tømmes manuelt. Det er i forbindelse med disse, at behovet for en mere rationel vejledning om disponering af affaldet er udtalt.

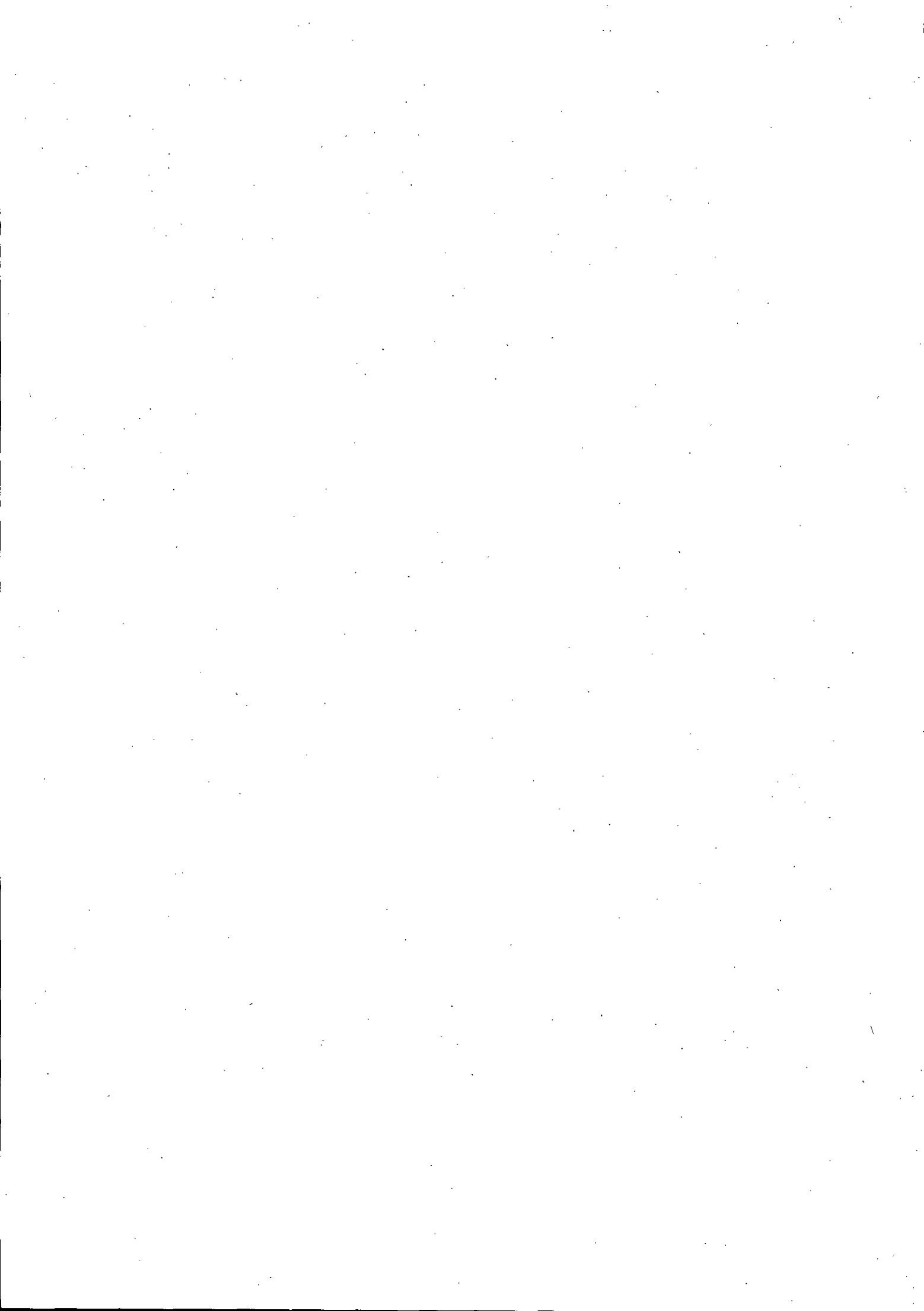
### 1.5 Disposition.

Beskrivelse af toiletternes konstruktion og funktionsprincipper er disponeret i 5 hovedafsnit omhandlende henholdsvis tørklosetterne (kap. 4), frysetoilettet (kap. 5), de kemiske toiletter (kap. 6), formuldningstoiletter (kap. 7) og forbrændingstoilettet (kap. 8).

Det må allerede bemærkes, at betegnelserne kloset og toilet er brugt i flæng. For i øvrigt at holde rede på de mange toiletter og disses betegnelser er kapitel 2 udarbejdet. Det omhandler systematik og definitioner af de forskellige kendte toiletsystemer.

I kapitel 3 omtales menneskelige fæces og urin, deres kemiske sammensætning og mikroorganismeindhold. Desuden angives en del teoretiske betragtninger, som skønnes at være relevant baggrundstof for forståelse af de processer, der finder sted i toiletsystemerne. Det må bemærkes, at begrebet ekskrementer er brugt i betydningen fæces og urin.

Teoretiske betragtninger vedrørende bedømmelsesparametre og affaldshåndtering er anført i kapitlerne 9 og 10. Stoffet i disse er ikke tænkt som en vejledning, men som overvejelser og retningslinier, som kan være nyttige ved fremtidige undersøgelser og ved udarbejdelse af vejledning og evt. opstilling af krav fra myndigheder.



## 2. Systematik og definitioner

### 2.1 Et toiletsystem:

Den almindeligste form for TOILETSYSTEM består af en til offentlig kloaknet sluttet klosetenhed med vandskylende anordning. Karakteristik for et sådant toiletsystem er, at ekskrementernes ophold i systemet reduceres til et minimum, samt at affaldet fortyndes og suspenderes uden at en egentlig omdannelse af affaldet finder sted i selve systemet.

Ved et TOILETSYSTEM må man dog generelt forstå et system bestående af en toiletstol med tilhørende installationer og eventuelt en tank eller lignende, hvor menneskelige ekskrementer udskilles samt eventuelt opbevares og behandles, før en fjernelse af affaldet finder sted.

### 2.2 Toiletsystemernes kendetegn:

Med henblik på karakterisering og systematisering af de forskellige kendte toiletsystemer kan man opstille en lang række KENDETEGN. I litteraturen skelnes f.eks. ofte mellem skylende og ikke-skylende systemer. Dette kendetegn synes mindre væsentligt som grundlag for systematisering af toiletterne og er derfor undladt her. For at tilgodese ønsket om administration af toiletsystemerne under hensyn til omgivelses- og personhygiejniske forhold, må de kendetegn, som skelner disse forhold, prioriteres højt.

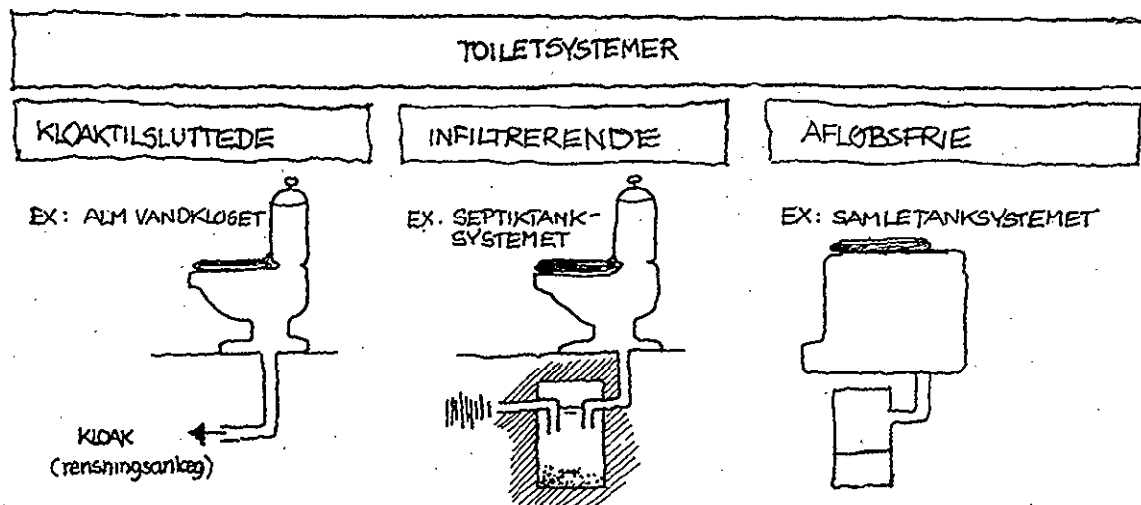
I figur 2.1 er spørgsmålet om toiletsystemet har et AFLØB, og i så fald om afløbet er kloaktilsluttet eller infiltrerende, brugt som overordnet kendetegn til hovedinddeling af systemerne.

Desuden er det væsentligt om affaldssystemet kræver lejlighedsvis AFFALDSTØMNING, og i så fald om tømningen foregår mekanisk d.v.s. med en slamsugerbil eller manuelt. Også den BEHANDLING, som ekskrementerne udsættes for i selve toiletsystemet, må medtages som et væsentligt kendetegn, idet sammensætningen af toiletsystemets affald er direkte afhængig af behandlingen. Behandlingen kan være en simpel fortynding, f.eks. som i et almindeligt vandkloset, men kan også på afgørende vis ændre affaldets karakter, f.eks. som i et formuldningstoilet. Af andre kendetegn kan nævnes brug af engangsemlage og tilsætning af kemiske desinfektionsmidler, jfr. tabel 2.1. Ovennævnte kendetegn må ikke forveksles med de parametre, som må anvendes til vurdering af de enkelte toiletters fordele og ulemper. Disse bedømmelsesparametre er omtalt i afsnit 9.

Ligeledes må det understreges, at de i tabel 2.1 nævnte toiletssystemer forekommer i flere typer, som ved nærmere vurdering i henhold til bedømmelsesparametrene kan være meget forskellige. Dette er omtalt nærmere i afsnittene 4-8.

### 2.3 De tre hovedkategorier:

Her skal toiletsystemerne defineres i overensstemmelse med den i tabel 2.1 givne inddeling og karakteristik.



Figur 2.1 Inddeling af toiletsystemerne i tre hovedkategorier, samt illustration af eksempler på disse, se iøvrigt tabel 2.1.

Tabel 2.1 Generel inddeling af toiletsystemerne og de kendetegn som er anvendt til karakterisering af disse.

" " ~ benyttes ikke her i landet.

( ) ~ kun i ringe udstrækning.

TOILETSYSTEM		KENDETEGN			
Kategori	System	Afløbsform	Affaldstømning	Behandling	Øvrige
I. KLOAKTILSLUTTEDE	Alm. vandkloset	kloak	ingen	fortynd.	retentionstank
	"Aqua privy"		mekanisk	fortynd./separation	
II. INFILTRERENDE	Septiktank	infiltrat.	mekanisk	forrådnelse	
	Minirensningsanlæg		mekanisk	forskellig	
	"Grubetoilet"		mekanisk/(manuelt)	forrådn./formuld.	
III. AFLØBSFRIE	Alm. samletanksystem	ingen	mekanisk	fortynd.	separat samletank
	Vacuumsystem			(fortynd.)	
	"House vault system"		(fortynd.)	vedhæng. beholder	
	Returskyl-system		(konservering)	skyllevæske recirkulat.	
	B. Tørklosetter m. returemballage		Alm. tørkloset	ingen	ingen
	Transportabelt toilet	transportabelt			
C. Tørklosetter m. engangsemballage	Pose- eller kassesystem	manuelt		engangspose el. kasse	
	Pakke toilet			bægsøgsvis indpakning	
D. Konserverende	Frysetoilet			konservering	nedfrysning
	Kemisk toilet	konserv./(desinf.)	kemisk tilsætning		
E. Hygiejniserende	Formuldningstoilet			formuldning	
	Forbrændingstoilet			forbrænding	

Ved et KLOAKTILSLUTTET TOILETSYSTEM forstås normalt et system, hvor fæces og urin udskilles for relativt hurtigt at blive skyllet videre i et offentligt sanitært transportsystem.

I modsætning hertil er et INFILTRERENDE TOILETSYSTEM karakteriseret ved at ekskrementerne opbevares i systemet gennem en længere periode, hvorunder infiltration af væske til systemets omgivelser finder sted som led i slutdeponeringen.

Toiletsystemer som ikke har afløb, hverken til kloaknet eller til omgivelserne i form af infiltration, kaldes afløbsfrie toiletsystemer. Bortset fra en (eventuel forøget) fordampning og uddunstning til atmosfæren, sker der ingen kontinuert fjernelse fra afløbsfrie toiletter. Ved et AFLØBSTRIT TOILETSYSTEM forstås derfor et system, hvor menneskelige ekskrementer udskilles og opbevares gennem en kortere eller længere periode, samt eventuelt tilblandes andet materiale eller på anden måde behandles, før en manuel eller mekanisk udtømning fra toiletsystemet finder sted.

#### 2.4 De afløbsfrie toiletter.

De afløbsfrie toiletter er indbyrdes meget forskellige både hvad angår konstruktion og funktion, og dette giver sig udslag i, at disse toiletters affaldsprodukter varierer i meget udstrakt grad. Affaldet fra tørklosetterne kan således være friske ubehandlede ekskrementer, medens affaldet fra et forbrændingstoilet kan bestå alene af aske. Tillige kan alle mellemliggende variationer i affaldets sammensætning forekomme.

Toiletsystemer med opsamlingsbeholder over en vis størrelse kaldes TOILETTER MED SAMLETANK. Herved forstås afløbsfrie toiletsystemer bestående af et kloset, som oftest er lavtskyllende og som, direkte eller via en rørledning, er i forbindelse med en ikke-infiltrerende samletank beregnet til periodisk mekanisk tømning.

Ved det ALMINDELIGE SAMLETANK toiletsystem føres fækaliernes med skyllevandet til en nærliggende opsamlingsbeholder. Som led i reduktion af den nødvendige mængde skyllevand anvendes i visse tilfælde VACUUM SYSTEMET, hvor fækaliernes sammen med en ringe mængde skyllevand bliver suget fra klosettet og ind i en samletank. Vac-

cuumsystemet kan også benyttes, hvor ekskrementer fra flere klosetter (i flere huse eller etager) skal føres med en minimummængde skyllevand til en fælles samletank eller minirensningsanlæg.

Ved et HOUSE VAULT SYSTEM forstås et afløbsfrit toilet med samle-tank, hvor denne er placeret direkte under klosettet, således at brug af skyllevand som fækaliebærende medie kan undgås.

Ved et RETURSKYL-SYSTEM menes et toiletsystem, hvor den brugte skyllevæske separeres og recirkuleres for at blive genbrugt. Væsken kan være uopløselig i vand eller vand indeholdende et sanitetspræparat.

Tørklosetter er toiletsystemer, der ikke frembyder nogen form for behandling af ekskrementerne. Ved et TØRKLOSET forstås et afløbsfrit toiletsystem uden permanent vandtilslutning, hvor tømningen foregår manuelt og forholdsvis hyppigt under brug af en opsamlingsbeholder i form af retur- eller engangsemballage.

ET ALMINDELIGT TØRKLOSET består af en stationær toiletstol og en opsamlingsbeholder i form af en spand, en plastpose eller en papkasse.

ET TRANSPORTABELT TOILET er et tørkloset indeholdende en lille opsamlingsbeholder med tætlukkende anordninger, beregnet til transport og tømning i et almindeligt vandkloset. Transportable toiletter kan være opbygget med en lille vandbeholder, som kan aftappes til skyl.

ET PAKKETOILET, er et tørkloset, hvor affaldet fra hvert enkelt toiletbesøg bliver indpakket i tætsluttende plastmateriale.

Til den fjerde gruppe afløbsfri toiletter hører frysetoilettet og det kemiske toilet. Disse KONSERVERENDE TOILETTER er tørklosetter, hvor lugtgenerne, og til en vis grad infektionsrisikoen, forsøges nedsat ved midlertidig hævning af ekskrementernes biologiske processer og evt. delvis drab af patogene mikroorganismer. Som det fremgår af betegnelsen, sker konserveringen i FRYSETOILETTER ved nedfrysning af affaldet samt opbevaring af dette i nedfrosset tilstand, indtil udtømningen finder sted. I det KEMISKE TOILET må man derimod betjene sig af en særlig sanitetsvæske eller -pulver til konservering af affaldet, og her er det i særlig grad kemikalietets art, dosis og blandingsforhold, der betinger, om kemikalietilsætningen medfører en konservering eller en egentlig desinfektion af ekskrementerne.



Den sidste gruppe afløbsfrie toiletter kaldes HYGIEJNISERENDE TOILETTER, fordi disse i princippet kan omdanne ekskrementerne til produkter, som uden videre kan slutdisponeres i egnede omgivelser. Til denne gruppe hører formuldnings- og forbrændingstoilet.

Ved et FORMULDNINGSTOILET forstås et afløbsfrit toiletsystem, hvor ekskrementerne eventuelt tilført køkken- og haveaffald og/eller varme stabiliseres ved naturlige, aerobe mikrobiologiske processer. Under formuldningsprocesserne kan såvel mineralisering som patogeninaktivering foregå i et ikke nærmere defineret omfang. Visse formuldningsstoiletter er forsynet med en pasteuriseringsanordning for at sikre en akseptabel inaktivering af mikroorganismerne, især ormeæg, som formodes at være resistente overfor formuldningsprocesserne.

ET FORBRÆNDINGSTOILET er et afløbsfrit toiletsystem, hvor ekskrementerne ved tilførsel af elektrisk energi forbrændes til aske efter hvert (eller ganske få) toiletbesøg.

### 3. Menneskets ekskrementer

#### 3.1 Mængder og sammensætning.

Mængden og sammensætningen af de humane ekskrementer varierer med sted og tid afhængigt især af kostsammensætning og levevilkår. Hertil kommer individuelle variationer, alder m.v. Der er dog tale om relativ små udsving bl.a. fordi ekskrementerne består, ikke alene af ufordøjeligt materiale fra føden, men også af afstødte celler, tarmbakterier og tarmsekreter.

Under vore himmelstrøg, udskiller et voksent menneske normalt 75-200 g fæces og 1-2.5 l urin dagligt /32/. Gennemsnitligt må man regne med 125 g fæces og 1.4 l urin pr. person pr. døgn /42/, svarende til en total person-døgnækvivalent (PE) på ca. 1.5 kg. Heri indgår kun 80 g tørstof og disse kan, ved total forbrænding omdannes til 20 g aske; jfr. tabel 3.1.

De i tabel 3.1 givne data gælder kun for frisk fæces og urin. Ved henstand vil disses kemiske sammensætning ændre sig forskelligt og med forskellige hastigheder, alt efter art og niveau af ekskrementmassens mikrobiologiske aktivitet. Denne aktivitet ændres automatisk i retning af en forrådnelse med mindre særlige betingelser er opfyldt, jfr. tabel 3.2.

#### 3.2 Gødningsværdien.

Det har i årtusinder været kendt, at ekskrementer er plantevækstfremmende. Det fremgår af tabel 3.1, at en fæces-urin blanding er relativ righoldig på kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K). Disse er de gangse plantenæringsstoffer, en landbrugsjord nutildags tilføres med handelsgødning.

Tabel 3.1 Et voksent menneskes gennemsnitlige daglige udskillelse af fæces og urin, samt disses kemiske sammensætning i grove træk. TM ~ total mængde, TS ~ tørstof, p ~ person, d ~ døgn.

INDHOLD	FÆCES			URIN			Ækvivalent BLANDING			Ref.
	mængde g·p <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup>	%		mængde g·p <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup>	%		mængde g·p <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup>	3		
		af TM	af TS		af TM	af TS		af TM	af TS	
Total	125	100	400	1400	100	2800	1525	100	1880	/42/
Vand	94	75		1350	96.4		1444	94.7		/42/
Tørstof (TS)	31	25		50	3.6		81	5.3		/42/
Organisk TS	25		81	35		70	60		74	/42/
Uorganisk TS	6		19	15		30	21		26	/42/
Let nedbryd. Org Stof										
Fedt	4									/32/
Kulhydrat	7			1.5						/32/
Protein	5									/32/
Urinstof				28						/42/
Aminosyrer				1						/42/
Kreatinin				1.3						/42/
Urinsyre				0.7						/42/
Uorg.stof										
Fosfor-P			1.9			1.7			1.8	/14/
Kalций-Ca			2.5			2.0			2.2	/14/
Kalium-K			1.4			4.4			3.3	/14/
Org-C			43			14	20		25	/14/
Org-N			6			17	10		13	/14/
C/N			7			0.8	2			/14/

Alt kvælstof i urin og fæces findes - i modsætning til i den sædvanlige handelsgødning - som organiske forbindelser. Ved hjælp af mikroorganismene, omdannes langt den største del af disse stoffer dog meget let til uorganiske salte, som kan optages af planterne. I gødningsmæssig henseende er det bedst, om den friske fæces og urin nedbringes i jorden umiddelbart forud for planternes vækst. Under forbrænding af urin og fæces tabes så godt som alt kvælstof til den atmosfæriske luft, medens P og K forbliver i askemængden. Under anaerob nedbrydning vil der også ske betydelige tab af N (ammonificering og denitrifikation). Formuldning og kompostering

Tabel 3.2 Fem mikrobiologiske tilstande, som kan forekomme i afløbsfrie toiletter.

Afløbsfrit toilet	Mikrobiologisk aktivitet	Gældende betingelser og indgreb	Karakteristisk ændring i kemisk sammensætning.
Forbrændings-toilet	Ingen	Stort varmetilskud ved højtemperatur	Omdannelse til aske + gasser, N-tab
Kemisk toilet	Biostase	Konserverings- og desinfektionsmidler	Ingen væsentlig
Frysetoilet	Biostase	Nedfrysning	Ingen væsentlig
Tørkloset	Forrådelse <sup>1-2</sup>	Indgreb ikke nødvendig	Moderat nedbrydning af organisk stof under dannelse af metan-C og de ildelugtende ammoniak-N, svovlbrinte-S, indol, skatol, mercaptaner m.fl.
Formuldnings-toilet	Formuldning <sup>2-3</sup>	Ilttilførsel + vandfordampning + organisk-C og/eller varme	Moderat nedbrydning af organisk stof under dannelse af lugtfrie produkter bl.a. kuldioxid-C, nitrat-N og sulfat-S, foregår ved almindelig temperatur
Formuldnings-toilet	Kompostering <sup>3</sup>	Ilttilførsel + vandfordampning + organisk-C + varme	Relativ hurtig nedbrydning af organisk stof under dannelse af lugtfrie produkter som ved formuldnings foregår ved højere temperatur, e.g. 60°C.

- 1 forrådelse eller anaerobe nedbrydningsprocesser
- 2 forekommer alment i naturen
- 3 aerobe nedbrydningsprocesser.

medfører kun mindre tab af kvælstof, og giver derfor størst mulighed for at bevare og udnytte affaldets gødningsværdi.

### 3.3 C/N-tallet.

Praktiske såvel som æstetiske og infektions-hygieniske forhold kan nødvendiggøre en stabilisering af fæces og urin før eventuelt senere brug på dyrket jord. De aerobe stabiliseringsprocesser har imidlertid et optimalt C/N-tal på ca. 30 og da C/N for fæces-urinblandingen har størrelsesorden 2, må organisk-C tilsættes, hvis et stabiliseret produkt skal opnås inden for rimelig tid /14/.

Under aerob nedbrydning vil et initial C/N-tal på 30 reduceres til ca. 10 for det færdigt formuldede produkt. En del af det organiske kulstof forbruges nemlig af mikroorganismene som energikilde og forsvinder som kuldioksid /34/. Denne reduktion er hensigtsmæssig, fordi C/N-tallet i dyrket jord ikke må overstige ca. 20 /14/.

Tilsætning af kulstofrigt organisk materiale (f.eks. cellulose i haveaffald) har altså en kemisk gunstig virkning på formuldningsprocesserne, og bidrager herved til bevarelse af affaldsproduktets gødningsværdi.

### 3.4 Energetiske betragtninger.

Overlades FÆCES alene i et afløbsfrit toiletsystems beholder, vil mikroorganismene omdanne de mikrobiologisk let nedbrydelige stoffer, fedt, protein og kulhydrat, under energiudvikling. Under tilstrækkelig ilttilførsel kan de energetiske forhold simplificeres som følger:

4 g fedt giver	$38.9 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$	~	$156 \text{ kJ}\cdot\text{p}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$	1)
7 g kulhydrat giver	$17.6 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$	~	$123 \text{ kJ}\cdot\text{p}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$	
5 g protein giver	$22.6 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$	~	$113 \text{ kJ}\cdot\text{p}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$	
			<hr/>	
			$392 \text{ kJ}\cdot\text{p}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$	

Hertil kommer fra  
toiletpapir:

5 g cellulose giver	$17.2 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$	~	$86 \text{ kJ}\cdot\text{p}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$	
			<hr/>	
I alt med fæces			$478 \text{ kJ}\cdot\text{p}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$	

Regnes der med et residual på 30 g indeholdende 60% tørstof, må 85 g af fæcesvandet fordampe under nedbrydningen. Hertil kræves  $85 \cdot 2.43 = 211 \text{ kJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Regnestykket viser altså et varmeoverskud på 267  $\text{kJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

URIN indeholder relativt mindre organisk nedbrydeligt stof og mere vand:

28 g urinstof giver	$10.5 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$	~	$293 \text{ kJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
1 g aminosyrer giver	$22.6 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$	~	$23 \text{ kJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
1.3 g kreatinin giver	$20.9 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$	~	$27 \text{ kJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
0.7 g urinsyre giver	$11.3 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$	~	$8 \text{ kJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
1.5 g pentoser giver	$17.6 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$	~	$26 \text{ kJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$
I alt fra urin			<u><math>377 \text{ kJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}</math></u>

Regnes der på tilsvarende vis med et residual på 50 g og fordampning af 1.33 l urinvand, vil dette kræve  $3232 \text{ kJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Formuldring af urin giver altså et energiunderskud på  $2855 \text{ kJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

Totalt vil en ækvivalent blanding af fæces og urin give et energiunderskud af størrelsesorden  $2.6 \text{ MJ} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

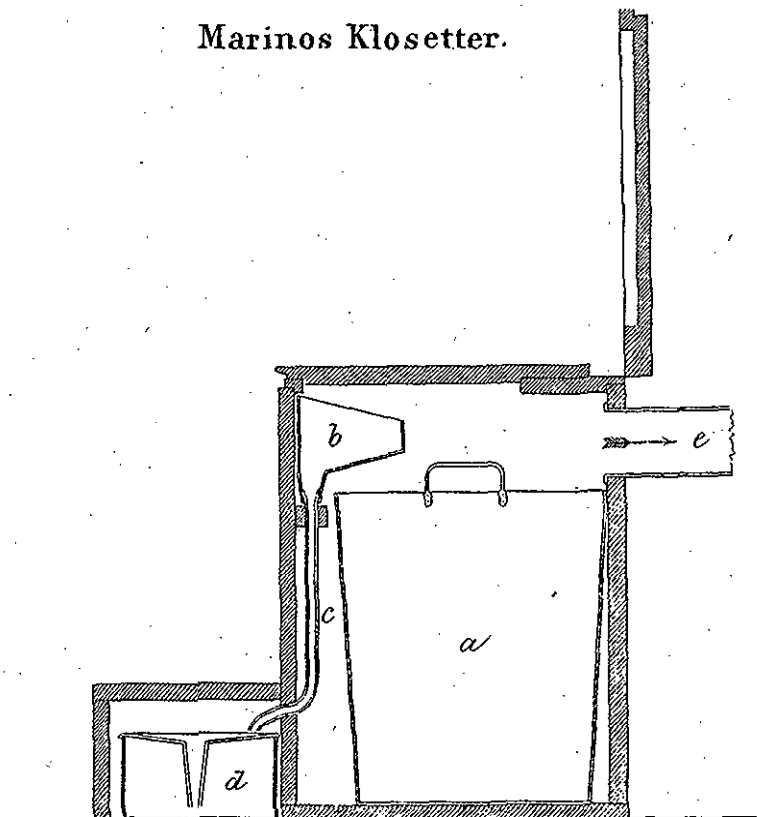
---

1) 1 kilojoule pr. person pr. døgn =  $0.239 \text{ kcal} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$

I tørklosetter kan dette energiunderskud ikke dækkes ind. Fordampningen foregår derfor meget langsomt. Vandet i affaldet danner en barriere mod tilstrækkelig ilttilførsel. De aerobe mikrobiologiske processer vil derfor hurtigt ophøre til fordel for anaerob nedbrydning. Herunder mister systemet kemisk energi i form af gasarter, hvoraf nogle er ildelugtende, og affaldet omdannes til en stinkende grødagtig masse (jfr. tabel 3.2 og figur 3.1).

Det ses umiddelbart, at det vil have gunstig virkning på de energetiske forhold i et formuldringstoilet, om f.eks. de mandlige benyttede af toilettet lader deres vand under direkte naturomstændigheder. (I forbindelse hermed må det erindres, at normal urin er fri for mikroorganismer.)

### Marinos Klosetter.



*På den hygiejniske kongres i København 1858 forevistes Marinos Kloset. Det anbefaledes som det bedste til at adskille de faste og flydende ekskrementer. Den tålmodige læser bedes studere tegningen nøje.*

Figur 3.1. Fra Hilden 1973 /17/.

Energiunderskuddet må i et formuldningstoilet dækkes ind enten ved regulær varmetilførsel og/eller ved tilsætning af andet affald, f.eks. organisk køkken- og haveaffald.

Som tommelfingerregel kan man regne med at disse affaldstyper indeholder nedbrydeligt stof, vand og mineraler i forholdet henholdsvis 75, 20 og 5%. Den mikrobielt nedbrydelige del kan regnes at give  $21 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ . /24/. Ved korrektion for vandfordampningen som ovenfor illustreret, fås, at disse affaldstyper ved formuldning giver et varmeoverskud på  $16 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ . Man kan altså i princippet dække energiunderskuddet i et formuldningstoilet ved at tilsætte omtrent  $160 \text{ g} \cdot \text{p}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  organisk køkken- og haveaffald.

I et forbrændingstoilet må energiunderskuddet og den fornødne opvarmningsenergi dækkes ind ved tilførsel af elektricitet.

I ovennævnte betragtninger er der ikke taget hensyn til den energi, der forsvinder fra systemet dels med ventilationsluften og dels gennem toiletsystemets vægge. Hertil kræves opstilling af en total energibalance for hvert enkelt toilet under givne driftsbetingelser, se f.eks. Lindstrøm /24/.

### 3.5 Mikroorganismene.

Fæces udmærker sig ved, i høj grad at bestå af levende materiale. Størstedelen af fæces udgøres således af bakterier, hvis mængde dog er meget vekslende. Pr. døgn udskiller et menneske normalt  $10^{12}$  bakterier med fæces /8/.

Tabel 3.3 Nogle vigtige ormeæg og mikroorganisme grupper, der henregnes under tarmbakterier og -virus.

Kilde: Davis et al. 1970 /8/, Harremoës et al (1977) /16/.

Mikroorganisme (gruppe)	Tilhørende sygdom
<u>Bakterier:</u> Coliforme bakterier Escherichia coli Aerobacter aerogenes Klebsiella pneumoniae  Proteus gruppen Pseudomonas aeruginosa Alcaligenes faecalis  Salmonella Shigella Vibrio cholerae	Sygdomsfremkaldende under specielle forhold      Tarmfeber Dysenteri Kolera
<u>Virus:</u> Coxsackievirus Echovirus Poliovirus Hepatitisvirus	Bornholmsk syge, diarré Diarré, hjernehindebetændelse Børnelammelse Gulsot
<u>Ormeæg:</u> Ascaris lumbricoides Taenia saginata Enterobius vermicularis	Spolorme (askarider) Oksetintebandelorm Børneorm



Størstedelen af disse bakterier er fakultativ aerobe (d.v.s. kan leve med og uden ilt, se tabel 3.2) og er af godartet natur. Enkelte kan under visse specielle forhold være sygdomsfremkaldende, jfr. tabel 3.3.

De i tabel 3.3 anførte Shigella og Salmonella bakterier regnes derimod blandt de sygdomsfremkaldende bakterier. Man kunne derfor forvente, at disse bakterier kun fandtes i dysenteri- og salmonellose patienters ekskrementer. Det forholder sig imidlertid sådan, at nogle mennesker udskiller disse bakterier konstant med deres fæces, uden selv at være plaget af nogen form for symptomer, (raske smittebærere og latent inficerede). Koleravibrionen optræder ikke her i landet, men kan blandt mange eksotiske patogener let blive indført fra udlandet.

Enterovirus, såvel patogene som apatogene, vides at blive udskilt med fæces. Cocksackie og echo virus er især kendt for at være meget smitsomme, samtidig med at de er særlig resistente overfor ophold i naturen /39/. Ligeledes vides ormeæg at være meget resistente overfor de fleste behandlingsformer bortset fra varme (pasteurisering).

Virus og parasitæg kan, i lighed med de sygdomsfremkaldende bakterier, udskilles med fæces fra raske mennesker.

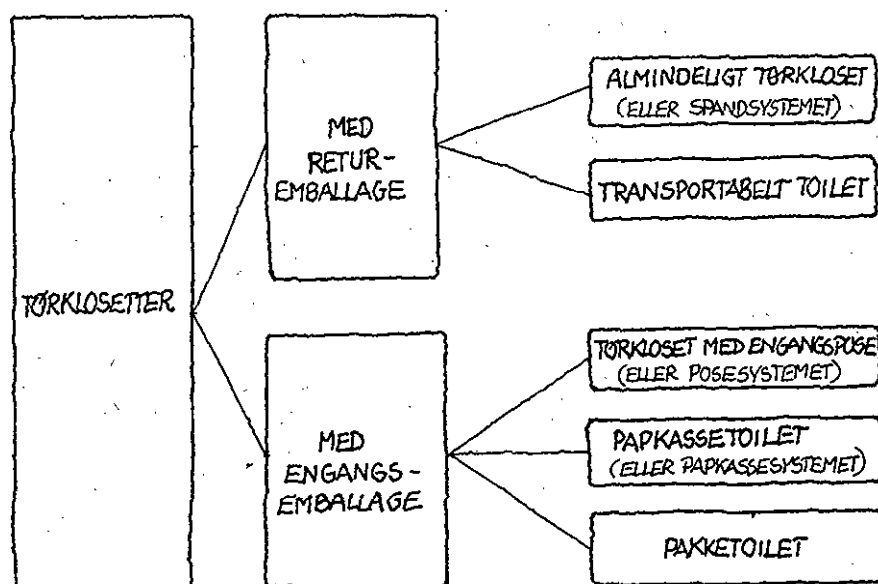
Hvorledes de forskellige patogener forholder sig i de forskellige afløbsfrie toiletsystemer, og især hvor store sygdomsrisici de medfører i forbindelse hermed, må foreløbigt forblive som ubesvarede spørgsmål.

## 4. Tørklosetterne

### 4.1 Typeinddeling:

Betegnelsen tørkloset bliver ofte anvendt upræcist, såvel af lægmanden som i litteraturen. Med reference til de i kapitel 2 skrevne definitioner, skal her understreges, at udtrykket tørkloset betegner de toiletsystemer som er uden permanent vandtilslutning og uden kemikalie-tilsætning eller anden form for "behandling" af ekskrementerne. I denne sammenhæng er let fortynding af ekskrementer med skyllevand eller indpakning af affaldet i engangsemballage ikke at betragte som en "behandling".

Tørklosetterne er allerede inddelt i to grupper alt efter brug af engangs- eller returemballage. Returemballagen benyttes i almindelige gammeldags klosetter og i de transportable toiletter, jfr. figur 4.1.



Figur 4.1 Typeinddeling af tørklosetter.

Profil af: Tørklosetter	Spandsystem	Transportabelt toilet	Tørkloset med engangspose	Papkassesystemet	Pakketoilet
<u>Dimensioner bxdxh</u> Over gulv Under gulv	ca. 45x45x45 cm -	ca. 45x45x35 cm -	jfr. spandsystem, -	ca. 35x30x43 cm (45x45x45 cm)	ca. 60x100x80 cm (48x48x48 cm) (70x70x72 cm)
<u>Installeringskrav</u> Elektricitet Opvarmning af lokale Gennembrydning af gulv Vvnrilationsrør over tag	ingen ingen ingen i visse tilfælde	ingen ingen ingen ingen	jfr. spandsystemet jfr. spandsystemet jfr. spandsystemet jfr. spandsystemet	jfv. spandsystemet jfr. spandsystemet jfr. spandsystemet jfr. spandsystemet	220V ~/12V - ingen eventuelt ingen
<u>Energiforbrug</u>	ingen	ingen	jfr. spandsystemet	jfr. spandsystemet	1.2w/pers.dg
<u>Tilsætningsstoffer, herunder emballage</u>	ingen	ingen	engangsemballage	engangsemballage	engangsemballage
<u>Kapacitet</u> Angivet som personøgnækivalent (PE) Angivet som antal personøgnækivalent pr. tømning	- ca. 16-30 PE/ tømning	- ca. 4-11 PE/ tømning	- ca. 23 PE/ tømning	- ca. 28 PE/ tømning	- ca. 10-40 PE/ tømning
<u>Omkostninger</u> Anskaffelse Installering Drift	ca. 100-800 kr ingen ingen	ca. 500-900 kr. ingen ingen	ca. 100-400 kr ingen ca. 0.06 kr./pers. dg	ca. 100-400 kr. i forb. m.spandsystem. ingen ca. 0.30 kr./pers. dg	ca. 3500-4000 kr. ? ca. 1.80 kr./pers. dg

Engangsemballagen benyttes i de såkaldte pakketoiletter, i papkassesystemet samt i forbindelse med almindelige tørklosetter ofte i form af en pose.

#### 4.2 Spandsystemet:

Det almindelige tørkloset var det 19. århundredes modelløsning på storbyens sanitære problemer. Det såkaldte tøndesystem var enerådende i København indtil vandklosettes gennembrud omkring århundredeskiftet, men endnu i 1972 var der omkring 3000 af disse toiletter i brug alene i København og Tårnby kommune /17/.

Det almindelige tørkloset består af en toiletstol i forbindelse med en udtagelig beholder. Ældre beholdere af metal findes stadig, men for det meste er beholderen udført af plast.

En del toiletsæder og -stole bliver nu tildags fremstillet af så tyndt plast, at de ikke overholder tilsyneladende rimelige krav om stabilitet og holdbarhed ved forskellige belastninger /11/.

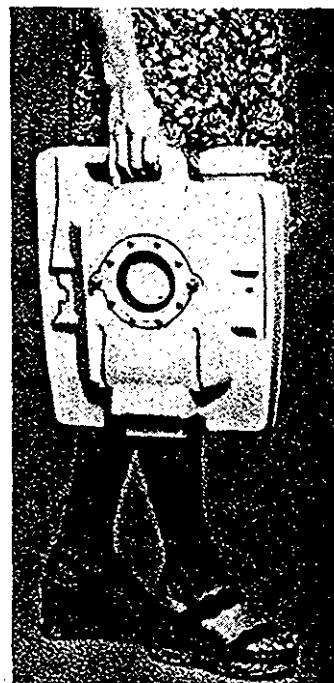
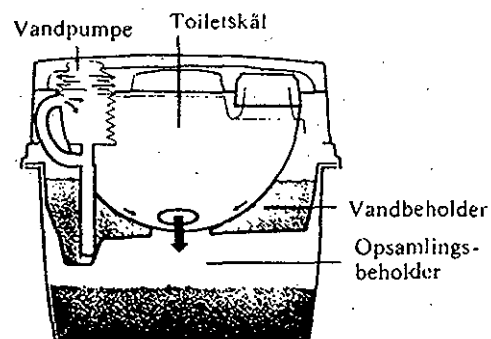
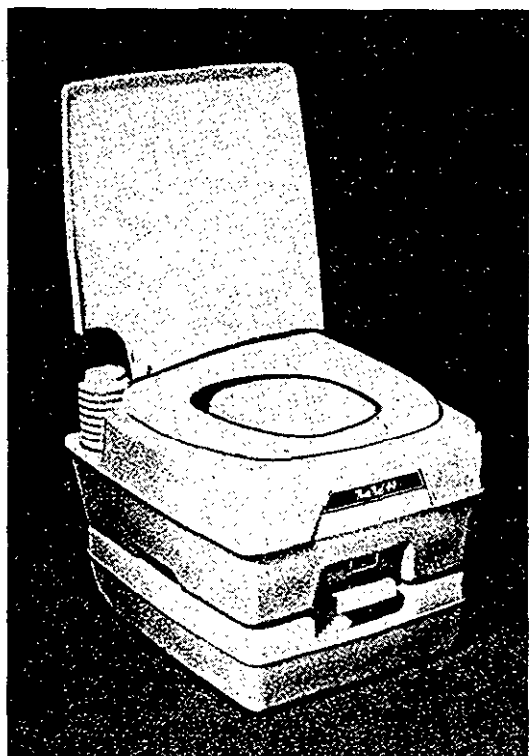
Lugtproblemerne i forbindelse med almindelige tørklosetter kan ikke elimineres, men kan reduceres væsentligt ved effektiv ventilation af lokalet. Især kan konstant sug over beholderen være en rimelig løsning. Det kan opnås ved at føre et ventilationsrør over tag og isolere det i kolde rum for at undgå kondensvand.

Forcering af luftflowet i ventilationsrør kan opnås ved installation af en el-ventilator eller en glødelampe. Sidstnævnte synes dog at være mindre effektiv i forhold til el-forbruget /53/.

Det må bemærkes, at selv en forceret ventilation over beholderen ikke vil være til hinder for at affaldsmassen udvikler sig til en anaerobt stinkende masse efter nogle få dages henstand. Hurtig tømning af beholderne er derfor nødvendig, hvis eskalering af de ildelugtende uddunstninger skal undgås.

#### 4.3 Transportabelt toilet.

Det transportable toilet afviger fra det almindelige tørkloset derved, at opsamlingsbeholderen er lille og kan lukkes tæt, samt at toilettet som helhed fylder lidt og er let håndterbart ved transport. Det er beregnet til brug i forbindelse med camping, sejlsads o.lign.



Figur 4.2 Vandskyllende transportabelt toilet, mærke Porta Potti 44.  
Kilde: Brochuremateriale.

En prototype på et transportabelt toilet fremgår af figur 4.2. Toiletet er opbygget i to dele, som kan kobles til hinanden; en affaldsbeholderdel i form af en dunk (ca. 15 l) og toiletsædedel med låg. Toiletsædedelen er forsynet med en vandbeholder (ca. 10 l) og en håndpumpe til direkte overføring af skyllevand fra vandbeholderen til toiletskålen.

Toilettet kan dække en families brug i nogle få døgn. Dunken er beregnet til tømning i et almindeligt vandkloset.

Det må bemærkes, at dette toilet er kategoriseret under tørkloset-ter til trods for, at det rummer mulighed for skyl med vand. Be- tegnelsen "tør" refererer alene til, at toilettet ikke er perma- nent tilsluttet vandforsyningsnet (jfr. definitionen i kap. 2).

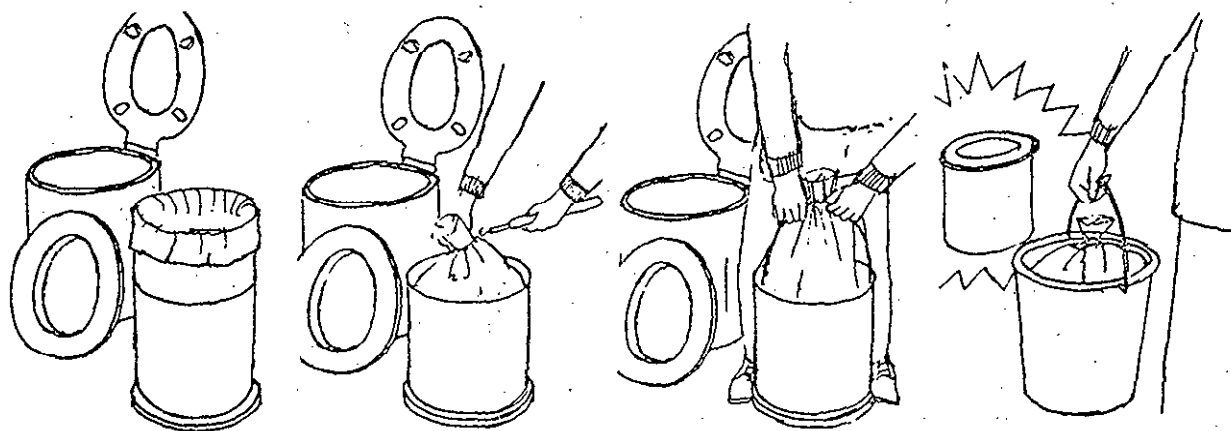
Endvidere må det anføres, at sanitetsvasker ofte bliver taget i brug i forbindelse med dette toilet (jfr. under kemiske toiletter kap. 6).

#### 4.4 Tørkloset med engangspose:

Dette toiletsystem består af: jfr. figur 4.3.

1. Toiletstol med sæde og låg,
2. Indsats, enten spand eller stativ,
3. Engangspose,
4. Metaltråd + værktøj til lukning af posen.

På Grønland har posesystemet i flere byer været i brug i mere end fem år. Poserne er udført i to lag såkaldt vådstærkt papir foret med to polyætylen folier. De fyldte poser transporteres til et renovationsanlæg. Poserne opslides, hvis de er frosne efter en vis opvarmning, og indholdet tømmes uden videre i ha- vet. Poserne forbrændes derefter i en speciel ovn. Erfaringerne med posesystemet på Grønland er gode (i henhold til Grønlands tekniske Organisation).



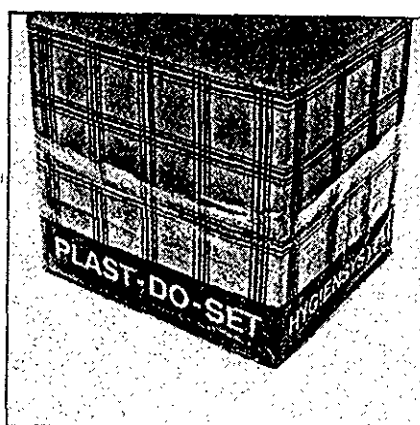
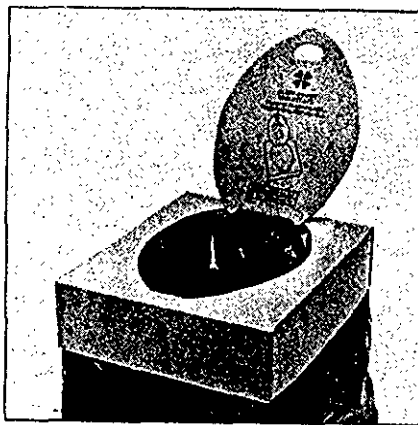
Figur 4.3 Tørkloset med engangspose.

Kilde: BATES papirsække /3/.

I Danmark har posesystemet været afprøvet (oplyser forhandleren) tilsyneladende uden større held. Det skyldes sandsynligvis problemerne med håndtering af poserne.

#### 4.5 Papkassesystemet:

Papkassesystemet er et engangstørkloset f.eks. bestående af: (jfr. figur 4.4):



Figur 4.4 Papkassesystemet, model Plast-do-set.  
Kilde: Brochuremateriale.

1. Toiletsæde og låg af voksbehandlet pap,
2. Papkasse med lukke- og håndtagsanordninger,
3. 3 mm tyk masonitplade til bundforstærkning,
4. Polyætylensæk, dobbelt lag,
5. Eventuelt tynd plastpose ved opstilling på fugtig jord.

Kassetoilettet er særdeles egnet til temporær brug som f.eks. friluftss- og sportsarrangementer, hvor mange mennesker skal benytte toilettet inden for relativ kort tid.

Der er dog ikke noget i vejen for, at papkassen + polyætylensækken tages i brug som engangsemballage i forbindelse med et almindeligt tørkloset i stedet for den tidligere omtalte engangspose. Fremfor engangsposen har kassen den fordel, at den er lettere at transportere, fordi den kan stables.

Umiddelbart kunne man forvente, at papkassesystemet under brugen volder en del stabilitets og holdbarhedsproblemer p.g.a. belastning og fugtgennemtrængen. Leverandøren oplyser, at systemet er prøvebelastet med 200 kg. I henhold til Valdmaa (1973) /56/, er kassesystemet følsomt overfor udvendig befugtning, f. eks. med urin eller regn. Af samme grund må kassens afstand fra eventuel permanent toiletsæde ikke overstige 10 cm.

I en undersøgelse af Plast-Do-Set-kassetypen viser Valdmaa, at de ekskrementfyldte papkasser med fordel kan komposteres sammen med husholdningsaffaldet. To masser komposteres parallelt efter knusning i en hammerkværn.

Masse I er husholdningsaffald + vand således at vandindholdet svarer til masse II.

Masse II er husholdningsaffald + ekskrementer + papkassmateriale.

Der opnås højere komposteringstemperaturer i masse II end i masse I. Ved sammenligning af affaldsprodukterne i de to masser efter en måneds kompostering viser fækaliemassen (masse II) noget større vandindhold men samtidig større mineralisering og (selvsagt) mindre C/N-tal, jfr. tabel 4.1.



Af undersøgelsen fremgår ikke, i hvor høj grad selve kassens materiale (e.g. plast, mazonit, cellulose og voks) kan have hæmmet kompostering i forhold til en masse bestående alene af ekskrementer og husholdningsaffaldet.

#### 4.6 Pakketoilet:

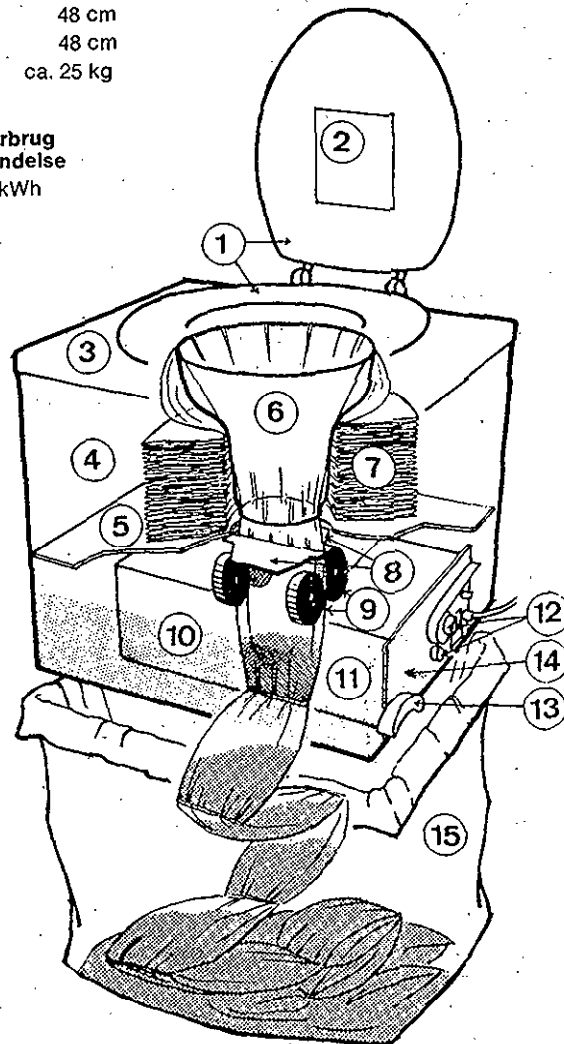
I pakketoiletet indpakkes menneskelige ekskrementer ved hvert toiletbesøg i en plastfolie, som forsegles automatisk ved varmesvejsning, jfr. figur 4.5.

Siddehøjde 48 cm  
Bredde 48 cm  
Dybde 48 cm  
Vægt ca. 25 kg

##### TEKNISK BESKRIVELSE

1. Toiletsæde og låg af glasfiber-materiale.
2. Instruktionsvejledning.
3. Aflåselig overdel af glasfiber-armeret polyester.
4. Yderkabinet af zinkbehandlet og ovnlakeret stålplade.
5. Mellemdel i materiale som kabinnet.
6. Toiletskål.
7. Kassette til 120 anvendelser.
8. Svejsebakker til varmesvejsning.
9. Hjul til nedtrækning.
10. Mekanisk del til nedtrækning og bevægelse af svejsebakker (let udskiftelig ved Plug-in-system).
11. Elektrisk Plug-in-enhed (let udskiftelig) tilslutning til 220 V, 1-faset vekselstrøm eller batteri.
12. Tælleværk med kontrollampe (giver signal når opsamlingssekken skal skiftes).
13. Fodpedal for den automatiske nedtrækning.
14. Kraftig beskyttelsesplade.
15. Opsamlingssek (medfølger altid kassetten).

Energiforbrug  
pr. anvendelse  
0,00029 kWh



Figur 4.5 Principskitse af et pakketoilet; mærke Pacto.

Kilde: Brochuremateriale.

Tabel 4.1 Sammenligning af papkasse- og ekskrementholdigt husholdningsaffald med husholdningsaffald efter 1. måneds kompostering.

Kilde: Valdmaa 1973 /56/.

Parameter	I komposteret affald fra husholdning	II komposteret affald fra papkasse + ekskrementer + husholdning
Tørstof TS i %	53.1	43.2
Aske, % af TS	45.9	55.1
Organisk stof, % af TS	54.1	44.9
C/N-tallet	40.2	23.7

Toiletskålen er til enhver tid foret med 30 µm tyk plastfolie. Efter udskillelse af ekskreter i toiletskålen aktiveres en pedal, der åbner skålens bund, og folien med indholdet trækkes ned. Samtidigt bliver en ny folie trukket i toiletskålen til næste brug, og det forseglede affald fra tidligere benyttelse trækkes ned i en opsamlingssek, også af plast. Forseglingen sættes også igang ved samme pedalaktivering, og et tælleværk viser, når opsamlingssekken skal udskiftes (efter ca. 40 eller ca. 120 toiletbesøg).

Ved brug af sek til 40 pakker kan pakketoiletet anbringes på en særlig forhøjning (podie). Ellers kræves gennembrud af gulv, således at en sek til 120 pakker kan anbringes.

Dets mekaniske og elektriske dele er samlet i moduler, som skulle være let at udskifte i tilfælde af, der opstår fejl.

Tabel 4.2 Skema over plastindholdet i komposteringsproduktet efter 2 måneders kompostering af forskellig blandinger.

Kilde: Schoeps & Valdmaa 1975 /41/.

Husholdningsaffald tilblandet	Blandingsforhold	Vandindhold i %	Plastindhold % af tørstof
Vand	-	70	6.1
Råslam	-	70	6.1
Pacto-Pakketoilet affald	(1:2.5)	70	25
Pacto-Pakketoilet affald	(1:1)	56	9.7

Schoeps & Valdmaa 1975 /41/ viser, at Pacto-pakke-toilettets affald efter sønderrivning kan lade sig kompostere sammen med husholdningsaffald. Hans resultater tyder på, at plastmaterialet stort set vil kunne genfindes i komposteringsproduktet, i hvert fald efter to måneders behandling, jfr. tabel 4.2.

4.7 Summarisk vurdering:

Jfr. tabel 4.3.

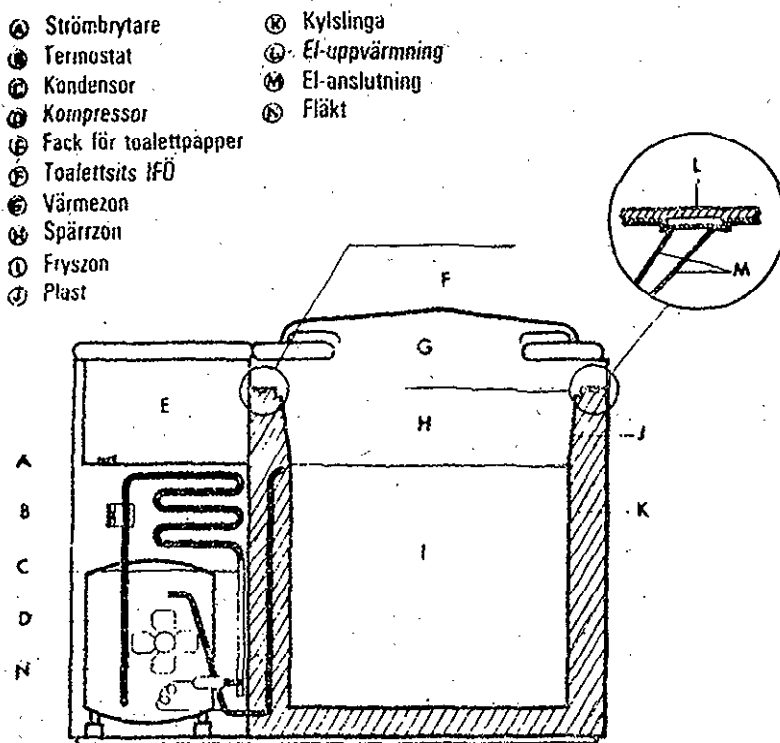
Tabel 4.3 Oversigt over særlige fordele og ulemper ved tørklosetterne.

Spandsystemet	Transportabelt toi.	Posesystemet	Papkesesystemet	Pakke-toilettet	
A. Særlige fordele					
x	x	x	x		Billig at anskaffe
x	x	x	x	x	Let og billig at installere
x	x	(x)			Billig i drift
x	x	x	x		Uafhængig af elektricitet
x	x				Produktet indeholder ikke fremmede stoffer
	(x)			x	Særlig æstetisk og renlig ved brug
		(x)	x	x	Relativ renlig ved tømning og transport
	x				Let håndterbar ved transport e.g. camping
			x		Særlig egnet til temporært brug e.g. fritidssportsarrangement.
B. Særlige ulemper					
-		-	-		Lugtgener og mulighed for stank under brug
-		(-)	(-)	(-)	Problemer med affaldstransport
-		-	-	-	Problemer med affald på modtagerstedet
		-	-	-	Særlig emballageproblemer på modtagerstedet
				-	Relativ kostbar i anskaffelse
		(-)	(-)	-	Relativ kostbar i drift
				-	Kræver podie eller gennembrud af gulv
-	-	-	-		Stabilitets problemer under brug
				-	Relativ sårbar ved strømsvigt og fejl

## 5. Frysetoilet

### 5.1 Beskrivelse:

Frysetoilet er sammenbygget af en toiletstol og en opsamlingsbeholder i form af retur (spand)- eller engangsemballage (plast eller papirsæk). En indbygget kompressor sænker temperaturen i opsamlingsrummet til ca.  $-15^{\circ}\text{C}$ , og den hermed udviklede varme føres, af hensyn til benyttelsesbekvemmelighed, op under sædet, jfr. figur 5.1.



Figur 5.1 En principskitse af et frysetoilet (mærke Osby Minihjärtat).

Kilde: /48/.

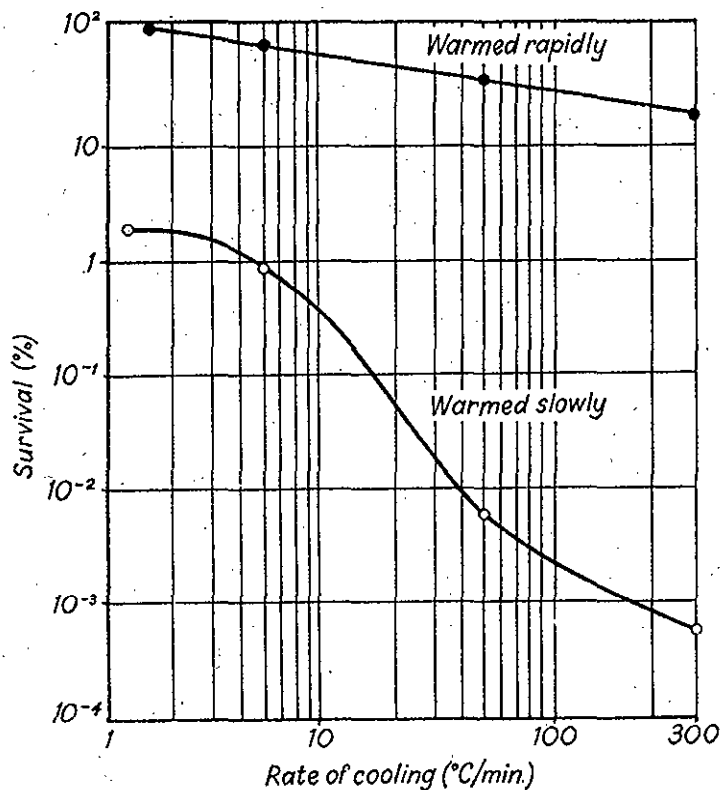
Profil af: Frysetoilet

<u>Dimensioner bxdxh</u>	
Over gulv	ca. 45x65x50 cm eller 65x45x50 cm
Under gulv	-
<u>Installeringskrav</u>	
Elektricitet	220V ~
Opvarmning af lokale	ingen
Gennembrydning af gulv	ingen
Ventilationsrør over tag	Ingen
<u>Energiforbrug</u>	500-600 W/pers·dg
<u>Tilsætningsstoffer, herunder emballage</u>	Evt. engangsemballage
<u>Kapacitet</u>	
Angivet som personøgnækivalent (PE)	-
Angivet som antal personøgnækivalent pr. tømning	13-23 PE/tømning
<u>Omkostninger</u>	
Anskaffelse	Ca. 2.500 kr.
Installering	?
Drift	ca. 0.45 kr./pers·dg

## 5.2 Funktionsprincip:

Totalt ophør af al mikrobiel vækst ved afkøling kræver meget hård nedfrysning, men allerede ved  $-8^{\circ}\text{C}$  vil de fleste bakteriers vækst være minimal. Nedfrysningstilstanden menes ikke i sig selv at være årsag til nogen mikroorganismedrab. Derimod kan afkølings- og op-tøningsprocesserne og især de hastigheder, hvori disse processer foregår, være årsag til et vist mikroorganismedrab, jfr. figur 5.2 /51/.

Nedfrysning kan derfor kun betragtes som en konserverende foranstaltning, der hindrer anaerob udvikling og reducerer lugtgenerne.



Figur 5.2 Overlevelse af *Pasteurella tularensis* (tularæmi bakterier) efter afkøling til  $-75^{\circ}\text{C}$  (med fire forskellige hastigheder) og optøning til normal temperatur (med to forskellige hastigheder).

Kilde: jfr. Sykes 1965 /51/.

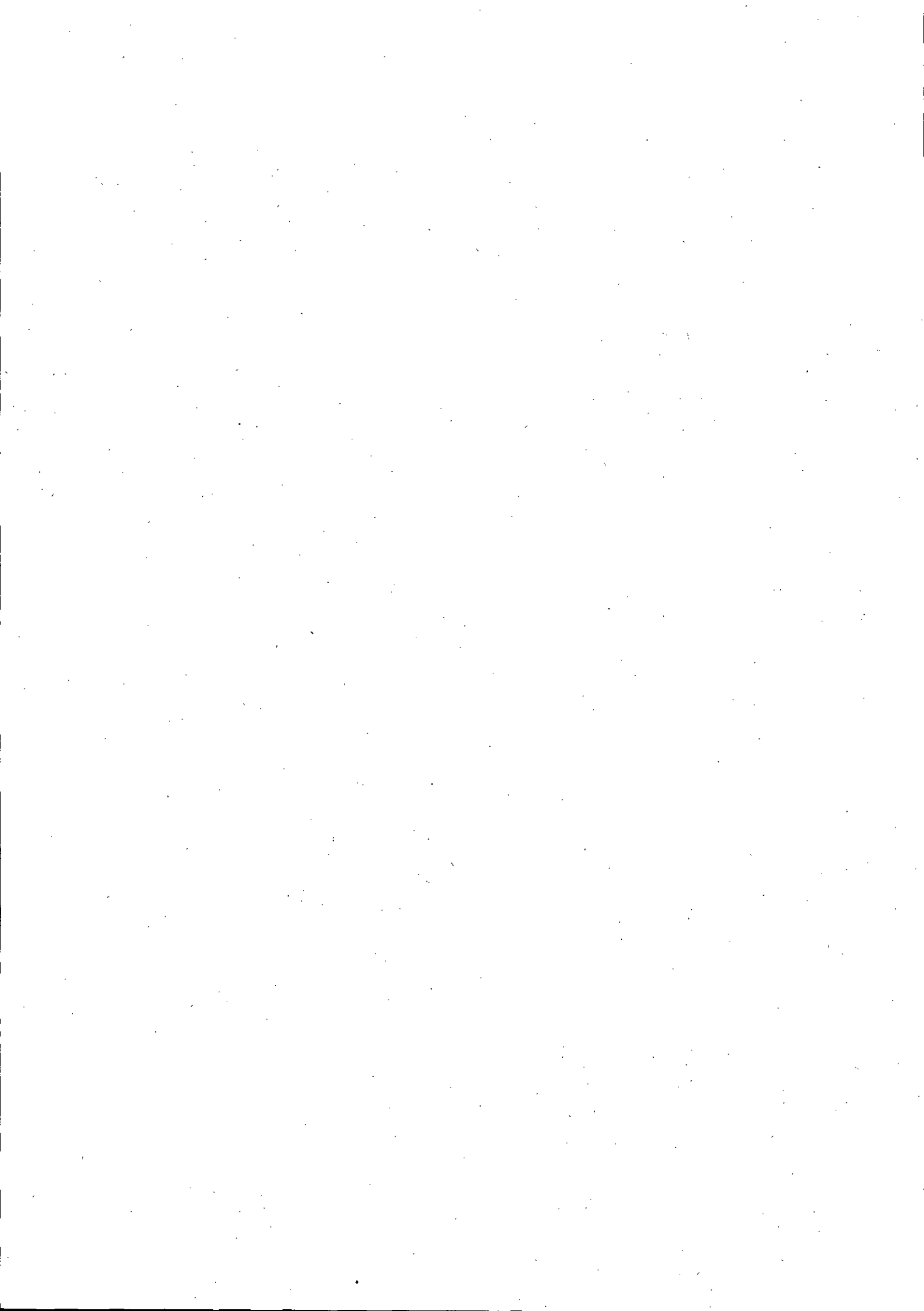
### 5.3 Summarisk vurdering:

#### A. Særlige fordele:

1. Effektiv reducere af lugtgenerne ved frysekonservering,
2. Hygiejnisk indpakning af affaldet i engangsemballage.

#### B. Særlige ulemper:

1. Vanskelig affaldshåndtering under transport f.eks. kan papirsække sprænges og affaldet optøes /21/.
2. Kan opstå problemer med engangsemballagen på behandlingsanlæg eller ved slutdisponering.
3. Afhængig af strøm, men ved strømsvigt kan toilettet fungere som et tørkloset.
4. Relativt kostbart i drift.
5. Kræver let adgang til service.



## 6. Kemiske toiletter

### 6.1 Beskrivelse:

Et kemisk toilet er en betegnelse for et tørkloset, hvor der tilsættes sanitets-kemikalier under normal brug af toilettet. Konstruktionsmæssigt er der altså ingen forskel på, hvad der i denne rapport kaldes tørklosetter og kemiske toiletter. Ved brug af almindelige tørklosetter med engangsemballage og især pakketoiletter, kan brug af kemikalier dog ikke være særlig aktuel, jfr. kap. 4.

Ved mange andre afløbsfrie toiletter kan det også være en fordel at råde over en vis beholdning af sanitetskemikalier til brug efter behov, f.eks. i tilfælde af tarminfektioner og spild eller ved strømafbrydelse for el-toiletternes vedkommende. En sådan undtagelsesvis brug af sanitetsvæsker berettiger ikke at kalde toilettet "kemisk", selv om affaldet i de givne tilfælde vil modsvare affaldet fra et kemisk toilet.

### 6.2 Kemisk toilet med returskyl.

En særlig variant af det kemiske toilet er en type, som er opbygget med en anordning til filtrering af skyllevandet og recirkulationen af ca. 80% heraf til genbrug i selve toilettet. Dette kræver elforsyning.

Ved tømning af affaldet fra disse toiletter udskiftes skyllevandet samtidigt.

Kemiske toiletter med returskyl bliver benyttet i vid udstrækning i flyvemaskiner. Større typer af disse toiletter kan installeres på offentlige steder, f.eks. parker. Tømning af sådanne



Profil af: Kemisk toilet

<u>Dimensioner bxdxh</u>	
Over gulv	Jfr. spandsystemet og transportabelt toilet
Under gulv	-
<u>Installeringskrav</u>	
Elektricitet	evt. 12V/24V -
Opvarmning af lokale	ingen
Gennembrydning af gulv	ingen
Ventilationsrør over tag	ingen
<u>Energiforbrug</u>	ingen
<u>Tilsætning, herunder emballage</u>	Sanitetsvæske eller -pulver
<u>Kapacitet</u>	
Angivet som persondøgnækvivalent (PE)	-
Angivet som antal persondøgnækvivalent pr. tømning	Jfr. spandsystemet og transportabelt toilet
<u>Omkostninger</u>	
Anskaffelse	Jfr. spandsystemet og transportabelt toilet
Installering	?
Drift	ca. 0.05-0.60 kr/pers. dg.

toiletter foretages mekanisk, jfr. afløbsfrie toiletter med samletank, kap. 2.

### 6.3 Sanitetspræparater:

En sanitetsvæske indholder normalt: /22/,

- A. Et antimikrobielt middel, hvis funktion er at hæmme evt. dræbe mikroorganismene eller en del af disse.
- B. Et overfladeaktivt middel til at skabe hurtigere og mere jævn fordeling af det antimikrobielle stof i massen. Hermed opnås bedre kontakt med mikroorganismene. Tømning af beholderen bliver samtidigt lettere.
- C. Duftstof til at maskere en eventuel ubehagelig lugt fra fækaliene eller fra selve desinfektionsstoffet.
- D. Farvestof, der tjener som røbemiddel.

Tabel 6.1 En liste over nogle hyppigt anvendte antimikrobielle midler i sanitetspræparater.  
 Bearbejdet efter /51/, /21/ m.fl.

Navn, formel	Konc. i sanitetspræparaterne	Effektiv konc.	Effektiv kontakttid	Bemærkninger
Formaldehyd, HCHO	ca. 10%	0.5-5%	1-32 timer	Virker bakteriostatisk ved meget lavere koncentrationer e.g. 0.05% Flygtig og biologisk let nedbrydelig Stikkende lugt, hud og slimhinde irriterende, kan give allergier.
Formalin, HCHO	ca. 35%	0.5-5%	6-32 timer	En koncentreret formaldehyd opløsning
Paraformaldehyd HCHO	ca. 95%	-	-	Polymer af formaldehyd i pulverform. Opløses langsomt under frigørelse af formaldehyd
Benzalkoniumklorid	-	0.02	1-9 timer	Overfladeaktiv i sig selv. Dræber ikke bakteriesporer. Ikke toksisk. Bakteriostatisk.
Etyltrimetylammoniumklorid	-	-	-	Kombineres med formaldehyd i flere præparater
Karbolcalc	-	ph 11-12 eller 1% fenol	>time >time	Kalciumhydroxid $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tilsat 10% fenol $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{OH}$ , i pulverform. Fenol kan give allergier.
O-benzyl p.klorfenol	-	1%	>time	Langsamt nedbrydeligt
Zinksulfat, $\text{ZnSO}_4$	-	0.5%	flere timer	Virker ikke dræbende. Nedbrydes ikke.

De overfladeaktive-, duft- og farvestoffer, som normalt anvendes, menes ikke at volde nogen problemer, hverken hvad angår toksicitet eller biologisk nedbrydelighed. Derimod kan det antimikrobielle stof i præparatet gøre det. Det ligger i sagens natur, at disse er "giftstoffer" for levende celler.

Formaldehyd, som er et af de hyppigst anvendte virkestoffer i de moderne sanitetsvæsker, bl.a. fordi den har gode overfladeaktive evner og er biologisk letnedbrydeligt, kan forårsage allergiske tilfælde hos disponerede personer /21/ og /22/. En liste over virkestofferne i 16 sanitetspræparater (markedsførte i Sverige) er angivet i tabel 6.1.

Surhedsgraden i sanitetspræparater kan afvige stærkt fra neutral punktet. Sure præparater med  $\text{pH} < 4$  kan korrodere metalspande og må derfor ikke bruges i forbindelse med sådanne.

#### 6.4 Funktionsprincip:

Sanitetspræparater sættes ofte til tørklosettets opsamlingsbeholder umiddelbart EFTER tømning. Normalt bruges 50-100 ml, men mængden kan variere betydeligt alt efter midlets art og koncentration, toilettets belastning og tømningshyppighed samt alt efter den ønskede virkning.

Der kan skelnes mellem tre virkningsniveauer:

- A. Hæmning af bakteriernes aktivitet (bakteriostase), hvorved affaldets overgang til anaerobt stinkende masse udsættes indtil næste tømning (konservering).
- B. Desinfektion af materialet, hvorved de mest sårbare vegetative bakterieformer dræbes totalt eller delvis.
- C. Massiv desinfektion af materialet, hvorved man tilstræber at dræbe også bakteriesporer, de resistente virus og eventuelt parasitæg.

Det bør fremgå af et præparats brugsanvisning, hvilket niveau en given brug vil kunne sikre. Reducering af lugtgenerne må ikke forveksles med reducere af infektionsrisiko.

At desinfektion (ovennævnte niveau B) kan opnås ved brug af et sanitetspulver, fremgår af fabrikantundersøgelse udført af The

Counties Public Health Laboratories over et kalkpræparat /5/ og /6/. I kapitel 2 betegnes kemiske toiletter dog som konserverende, og det anbefales, med mindre andet er nøje dokumenteret, at betragte et kemisk toilet som et tørkloset med lugtdæmpende foranstaltning. Det må bemærkes, at reducere af lugtgenerne i sig selv kan være et moment af falsk sikkerhed.

#### 6.5 Forstyrrelse af rensningsanlæg:

Tømning af affald fra kemiske toiletter i mindre rensningsanlæg kan forstyrre de biologiske processer /21/ og /30/. I Tyskland er der koncentrationskrav for udlødning af formaldehyd på 800 ppm (0.08%). Normal brug af formaldehyd jfr. tabel 6.1, menes ikke at volde nogen problemer i denne retning, da koncentrationen i affaldet ved tømningen vil være mindre end 800 ppm /38/.

#### 6.6 Summarisk vurdering:

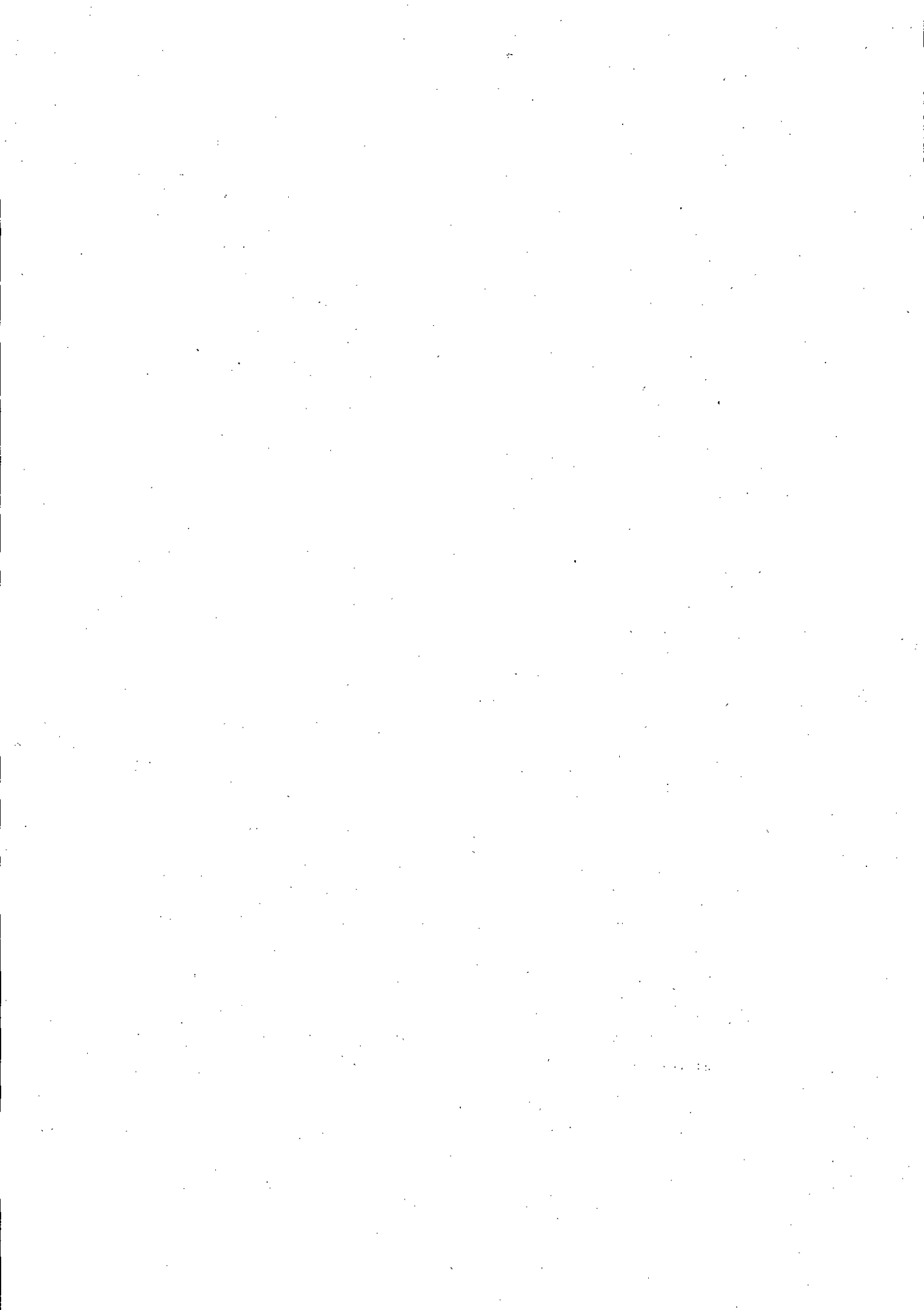
Vedrørende konstruktion jfr. under tørklosetter kap. 4.

##### A. Særlige fordele vedrørende toilettets funktion:

1. Reduktion af de lugtproblemer, som vil opstå under opbevaring af affaldet.
2. Ved egnet dosering kan affaldets sygdomsfremkaldende mikroorganismer dræbes helt eller delvis.
3. Lettere tømning af affaldsbeholderen.
4. Æstetisk og hygiejnisk henstilling af tømte toiletbeholdere i perioder, hvor de ikke benyttes (sommerhus i vinterperioder).

##### B. Særlige ulemper vedrørende toilettets funktion:

1. Visse sanitetspræparater kan forårsage allergier.
2. Ved tømning i små rensningsanlæg og kompostbunker kan kemikaliet sætte de biologiske processer ud af spil.
3. Mulighed for fejldosering og falsk sikkerhed.
4. Forureningsrisiko ved brug af vanskeligt nedbrydelige stoffer.



## 7. Formuldnings toiletter

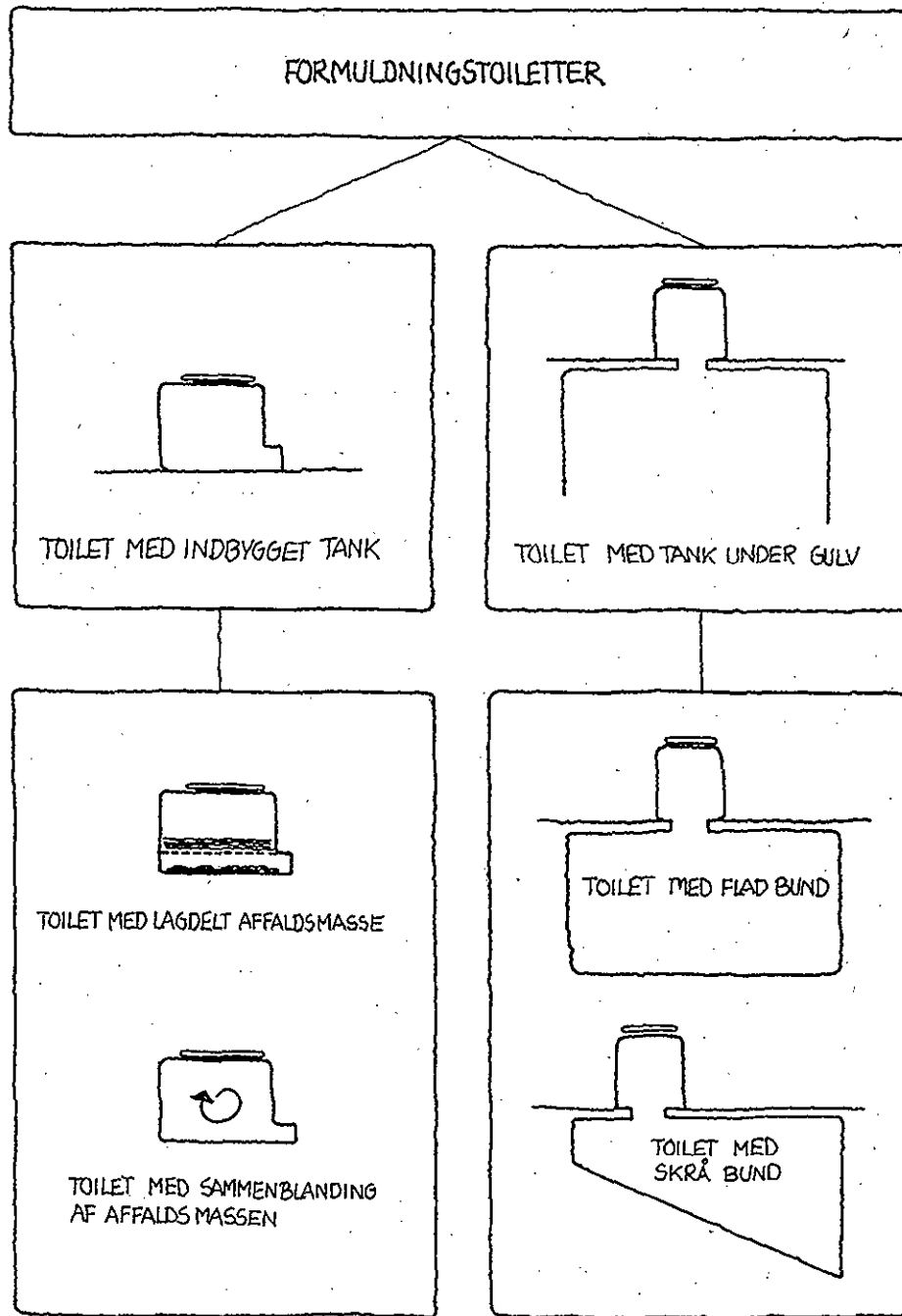
### 7.1 Typeinddeling og beskrivelse:

De formuldnings toiletter, som for tiden er markedsførte i de skandinaviske lande, kan inddeles i to konstruktionsmæssigt forskellige grupper. Den ene gruppe har INDBYGGET FORMULDNINGSTANK af forholdsvis lille størrelse (80-200 l) /35/ og er beregnet til direkte anbringelse i et toiletrum. I den anden gruppe er tanken beregnet til installation under gulv, i en kælder eller delvis nedgravet i jord. Denne tank er betydeligt større end de i førstnævnte gruppe (400-5000 l), jfr. figur 7.1.

Formuldnings toiletter med indbyggede tanke er alle udført af plast, og forsynet med el-ventilation og termostatstyret varmelegeme til forcering af formuldningsprocesserne. De fleste er højere end almindelig siddehøjde og er derfor forsynet med en fodskammel-ordning. Disse toiletter kan yderligere inddeles i to undergrupper, den ene med LAGDELING af toilettets affaldsmasse, den anden med SAMMENBLANDING af affaldet.

Lagdelling af toilet affaldet sker som følge af affaldets udskillelse i formuldningsbeholderen uden videre opblanding. Affaldsbunken bæres af en rist, der adskiller formuldningskammeret og tømningsskammeret.

I modsætning hertil er sammenblandingstypen forsynet med et håndtag til jævnlig opblanding af affaldet, eksempelvis efter hvert besøg. Dette medfører, at affaldet til enhver tid har et vist indhold af friske fækalier. Denne type formuldnings toiletter er forsynet med en særlig varmeplade til pasteurisering af det formuldede affald umiddelbart før tømningen.



Figur 7.1 Inddeling af formuldningstoiletter i to grupper og hver af disse i to undergrupper.

Formuldningstoiletter med tanke under gulv kan ligeledes inddeles i to undergrupper; den ene med SKRÅ bund (vinkel  $12^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ) /35/, den anden med en FLAD (horisontal) bund. Begge undergrupper kan være -

Profil af: Formuldningstoiletter	Indbygget tank		Tank under gulv	
	Lagdeling	Sammenblanding	Skråbund	Fladbund
<u>Dimensioner bxdxh</u>				
Over gulv	ca. 60x90x70 cm	ca. 60x80x65 cm	ca. 40x40x45 cm	40-135x60-170x50 cm
Under gulv	-	-	80-120x160-295x90-280 cm	70-135x70-180x65-170 cm
<u>Installeringskrav:</u>				
Elektricitet	220V ~	220V ~	evt. 220V ~	evt. 220V ~
Opvarmning af lokale	nødvendig	nødvendig	ingen	ingen
Gennembrydning af gulv	ingen	ingen	nødvendig	nødvendig
Ventilationsrør over tag	nødvendig	nødvendig	nødvendig	nødvendig
<u>Energiforbrug</u>	ca. 500-1500 W/ pers·dg	ca. 600W/pers·dg	ingen	ingen
<u>Tilsætningsstoffer, herunder emballage</u>	en vis del organisk køkken- og haveaffald	en vis del organisk køkken- og haveaffald	organisk køkken- og haveaffald	organisk køkken- og haveaffald
<u>Kapacitet</u>				
Angivet som personøgnækivalent (PE)	ca. 2-6 PE	ca. 4 PE	ca. 2-11 PE	ca. 2-3 PE
Angivet som antal personøgnækivalent pr. tømning	ca. 250-1500 PE/ tømning	ca. 250 PE/tømn.	ca. 1500-6000 PE/ tømning	ca. 1500-6000 PE/ tømning
<u>Omkostninger</u>				
Anskaffelse	ca. 3.000 kr.	ca. 4.100 kr.	ca.4.000- ? kr	ca. 4.000- ? kr.
Installering	?	?	?	?
Drift	ca. 0.15-0.40 kr./ pers·dg	ca. 0.20 kr./pers· dg.	ingen	ingen



men ikke nødvendigvis er - forsynet med el til forcering af for-  
muldningsprocesserne.

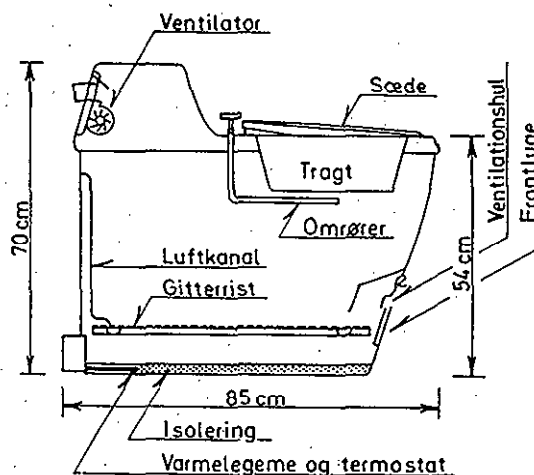
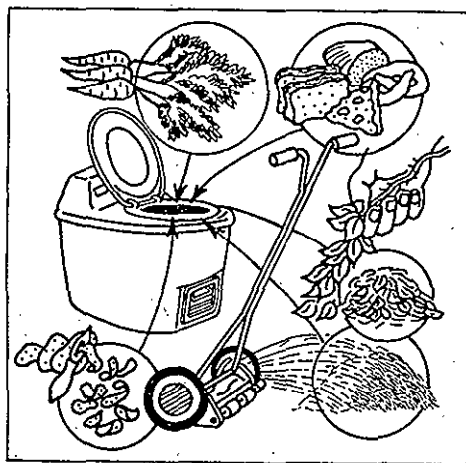
Flere typer af formuldningstoiletter med tanke under gulv er for-  
synede med en særlig køkkenskakt. Formuldningstanken kan iøvrigt  
være helt eller delvis adskilt i op til fire rum.

Alle formuldningstoiletter er forsynede med ventilationsrør, som  
skal føres over tag og isoleres i kolde rum og udendørs.

### 7.2 Indbygget tank/lagdeling:

Ekskrementer såvel som det organiske køkken- eller haveaffald  
tilføres formuldningstanken via en toilettragt. Ved hjælp af en  
fordeler spredes det friske affald over toilettets forhåndenvæ-  
rende affaldsmasse uden at blive opblandet i denne, jfr. figur  
7.2.

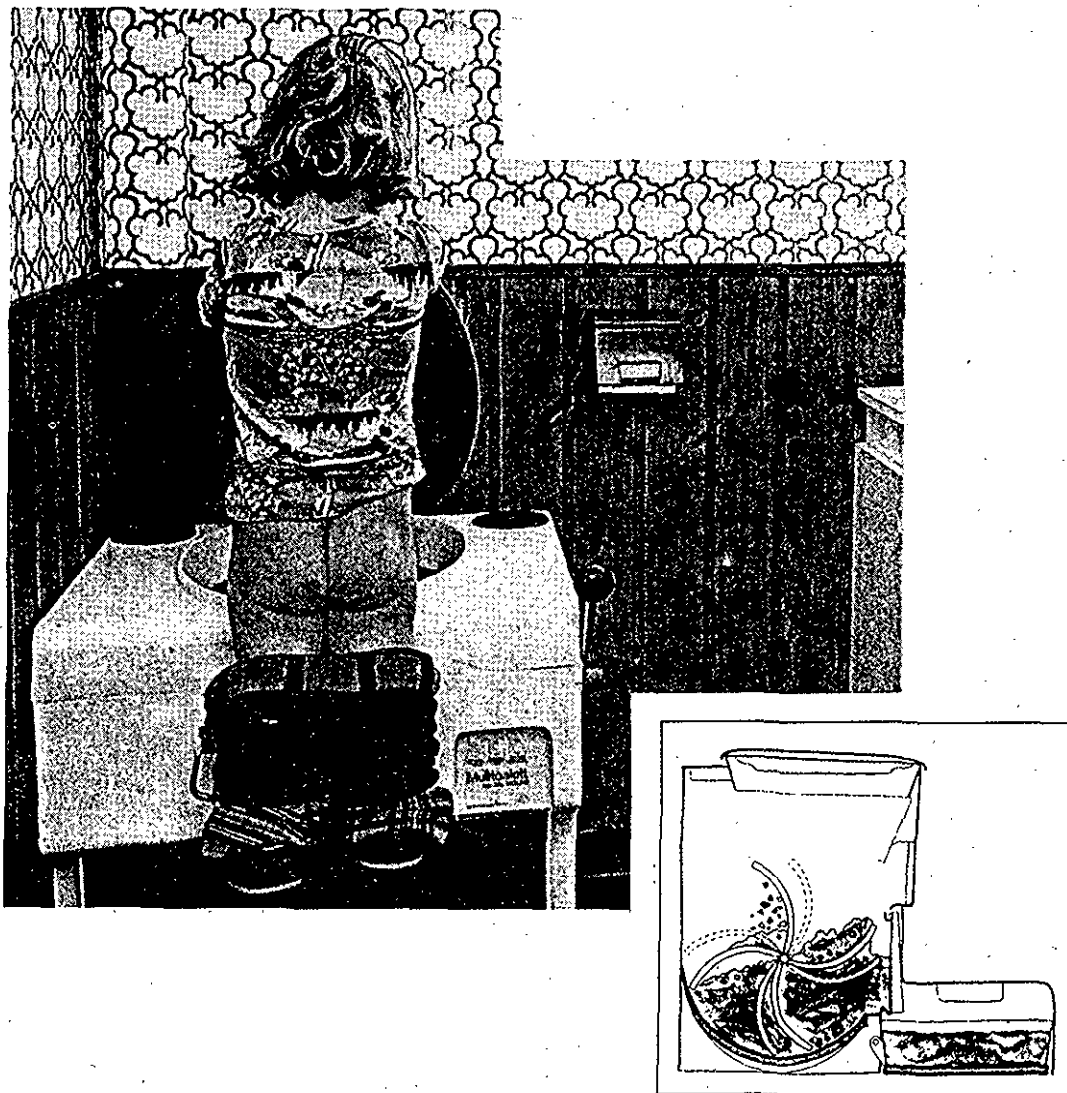
De nederste lag af affaldsmassen har opholdt sig længst i toi-  
lettet og befinder sig nærmest toilettets bund. Disse lag vil  
derfor være mest formuldede og i stand til ved nedskrabning at  
passere gitterristen ned i tømningsskammeret. I et enkelt fabri-  
kat (Mullbänk) er varmelegemet indbygget i gitterristen, der så-  
ledes har en dobbelt funktion. Tømningssrummet er i visse typer  
udført som udtrækkelig skuffe.



Figur 7.2 Tegning og skitse af et formuldningstoilet med ind-  
bygget tank, lagdelingsprincippet (fabrikat Tropic).  
Kilde: Brochuremateriale.

### 7.3 Indbygget tank/sammenblanding:

Af denne type findes for tiden kun et fabrikat, jfr. figur 7.3. Toilettet er forsynet med et håndtag, som er i forbindelse med en harveformet røreanordning i formuldningskammeret. Håndtaget er beregnet til at blive benyttet a la et cisternehåndtag efter hvert besøg. Herved blandes friskt affald med tidligere tilført, delvis formuldet affald.



Figur 7.3 Billede og en principskitse af Gustavsbergs formuldningsstoilet med indbygget tank, opblandingsanordning og en pasteuriseringsbakke under fodskamlen.  
Kilde: Brochuremateriale.

Dette forhold kan have karakter af en chockbehandling for ekskrementerne ved at bringe disse direkte i et miljø, hvor formuldningsbakterier og svampe allerede er i fuld gang med omdannelsesprocesserne og har så at sige overtaget rollen på bekostning af tarmbakterierne. Med en og samme opholdstid og alt andet lige, kan dette forhold frembyde fordele frem for lagdelingsprincippet.

Opblandingen medfører imidlertid, at opholdstiden for affaldsmassens delelementer er fordelt med betydelig større spredning end for opholdstidsfordelingen i lagdelingstoiletter. Det affald, som bringes over i pasteuriseringskammeret, må derfor have et vist indhold af friske ekskrementer og eventuelt unedbrudt papir, til trods for at massen som helhed - gennemsnitligt - har opholdt sig i formuldningskammeret i rimelig lang tid.

Fra infektionshygiejnisk synspunkt synes det berettiget, at netop dette formuldningsstøilet rummer mulighed for pasteurisering, (se afsnit 7.7). I Pasteuriseringskammeret udsættes det fra formuldningskammeret overførte affald for varme ved  $>62^{\circ}\text{C}$  i 4 timer.

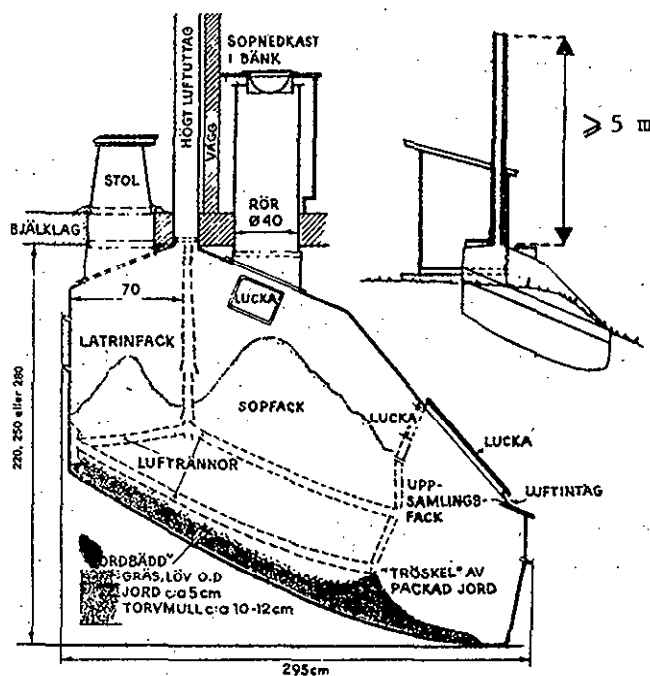
Opvarmet luft fra pasteuriseringsprocessen bortføres via formuldningskammeret og bidrager derfor til forcering af formuldningsprocesserne.

#### 7.4 Skråbundstank under gulv:

Tankens hældning i bunden tjener to formål. Væsentligst er at affaldet under ophold i tanken glider langsomt fra toppen under toiletstol og køkkenskakt og ned mod tømningslugen. Omvendt strømmer luften ind gennem en rist ved tømningslugen og op gennem ventilationsrøret ved toiletstolen, jfr. figur 7.4.

Dette modstrømsprincip betyder, at affaldet ved tømningslugen er mest formuldet og bedst ventileret. Yderligere angives, at luftstrømmen skaber let vakuum i toiletstolen, således at lugtgenerne reduceres.

Tankens eventuelle opdeling i forbundne rum tjener til udskillelse af affaldet i to bunker, og således at kun formuldet materiale slipper igennem til tømningssrummet /1/, /2/ og /24/. Tanken er forsynet med luftindtag og -kanaler, enten udført af drænrør af plast eller U/V-formede rør med åbningen nedad, for at reducere muligheden for anaerobe aflejringer i bunden.



Figur 7.4 En skitse af et formuldningstoilet med tank under gulv, skråbundstypen (fabrikat Clivus Multrum). Toilettets dele fremgår: toiletstol, formuldningstank på 3-6 m<sup>3</sup> med skillevægge og tømningssluge, køkkenskakt og 5 m's ventilationsrør.

Kilde: /48/.

Skråbundstypen kan i princippet fungere uden elektrisk tilslutning, men det kan i praksis vise sig nødvendigt at installere varmelegemer i tanken. Ligeledes kan det være nødvendigt af forcere skorstenssuget ved installation af el-ventilator.

### 7.5 Fladbundstank under gulv:

Flere af disse toiletters tanke er opdelt i op til fire totalt adskilte rum. Hvert af disse rum er beregnet til at fungere som et selvstændigt formuldningskammer. Ekskrementer og andet affald tilføres kamrene i en bestemt rækkefølge, og det formuldede affald udtømmes med samme rækkefølge med (opholds) tidsforsinkelse på ca. ½ år.

Formuldningsstoiletterne af heromtalte type kan have særlige vanskeligheder med at opretholde aerobe forhold i kamrene /35/. Når den nederstliggende del af affaldet ikke er ventileret, kan anaerobe forhold let opstå som følge af væskenedsivningen.

En variant af fladbundstypen forhandles i Sverige under navnet Biolett. Toiletstolen i denne type er forsynet med en simpel anordning, således at urin kanaliseres separat til opvarmede mineralfiltre. Urinvandet fordamper og urinens indhold af organiske forbindelser bliver mikrobielt omdannet uden om fækaliemassen. Denne formulder herved hurtigere på grund af det mere gunstige vandindhold og C/N forhold. Sandsynligvis vil dette toilets affaldprodukt have en gødningsværdi, der er noget ringere end de øvrige formuldningsstoiletters.

#### 7.6 Processtyring:

Som enhver anden mikrobiologisk proces kan formuldningsen volde vanskeligheder i retning af træghed og eventuel standsning. Det modsatte d.v.s. accelleration af processen kan forekomme, men sandsynlighed herfor er lille. Sker det, kan man med rette tale om en kompostering, og denne er termisk selvbeholdende.

Det, der til syvende og sidst er bestemmende for formuldningshastighed, er:

- A. Mikroorganismernes art og mængde
- B. Næringsstofferne og deres koncentrationer
- C. De inhiberende stoffers art og koncentrationer
- D. Det energetiske niveau i systemet.

A, B og C dækker over et utal af faktorer, som ikke kan lægges til grund for en direkte styring af processen. Her skal derfor opsummeres seks overordnede og operationelle faktorer, som kan have væsentlig indflydelse på formuldningsprocesserne. På forhånd må det understreges, at de er indbyrdes stærkt afhængige:

I. Startpodning: Før et formuldningsstøilet første gang tages i brug, kan man passende anbringe muldjord i beholderen. Der findes også kommercielle præparater for det samme. Om disse er bedre egnede end muldjord, må anses for tvivlsomt. Muldjord er righoldig på de mikroorganismer, som er aktive under formuldnings-

processerne og dertil kommer, at muldjord vil danne en stødpude for affaldets vandindhold (diskontinuert tilførsel af urin og kontinuert vandfordampning).

II. Vandindholdet. Som det fremgår af betegnelsen, må en formuldning indebære, at en fæces/urinblanding omdannes til et jordliggende muldprodukt. Naturligvis kræver selve konsistensændringen en væsentlig reduktion i affaldets vandindhold. Denne reduktion er imidlertid også nødvendig for at sikre tilførsel af ilt til mikroorganismer, som skal formulde affaldet.

Som tommelfingerregel må anføres, at faste partikler gerne må være fugtige, men intet sted i beholderen må "svømme" i vand. Det optimale vandindhold menes at ligge på omtrent 50%, /14/, /19/ og /36/.

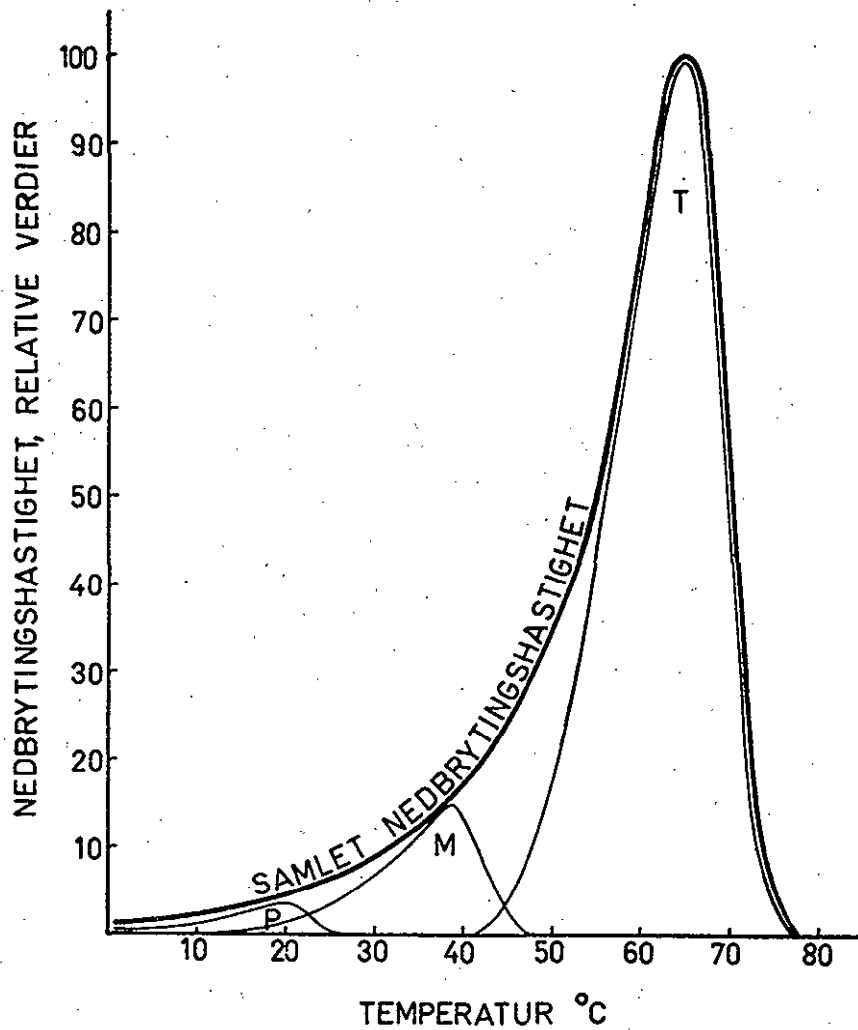
Problemerne med vandindholdet skyldes som regel for langsom fordampning af overskudsvand. Indtørringen kan dog volde vanskeligheder, især i toiletter med el-tilskud og uregelmæssig benyttelse. Indtørring forebygges ved nedsættelse af ventilationen, om nødvendigt befugtning af affaldsmassen med vand og eventuelt ved passende afbrydelse af el-opvarmningen.

III. Varmetilskud. Nedbrydningshastigheden er eksponentielt afhængig af temperaturen, jfr. figur 7.5. Principielt vil temperaturen i affaldsmassen automatisk stige til omtrent 60°C hvis

- I. urintilførslen begrænses,
- II. der tilføres let nedbrydeligt organisk køkken- og haveaffald og/eller
- III. hvis toilettet er velisoleret eller anbragt i opvarmet lokale.

I praksis kan det dog være nødvendigt med et elektrisk varmetilskud, for bare at holde formuldningen gående med en hastighed, der måske er mindre end 15% af det maksimale (se figuren). Målinger på forskellige formuldningstoiletters affaldsmasser viser, at temperaturen ofte ligger på 20-35°C, /24/, /35/, /55/.

Tilskud af varme er nødvendig, såfremt toiletbeholderen er relativ lille, hvis belastningen er relativ svingende, eller hvis formuldningen skal holdes i gang i perioder, hvor tanken er udsat for kulde.



Figur 7.5 Skematisk fremstilling af den samlede nedbrydningshastighed i kompost ved forskellige temperaturer.

P = psykrofile, M = mesofile, T = termofile mikroorganismer.

Kilde: PEDERSEN 1974 /34/.

IV. Ventilation: I et formludningstoilet tjener ventilationen som allerede omtalt tredobbelt formål:

- I. reduktion af lugtgenerne,
- II. udluftning af vanddampe, og
- III. tilførsel af ilt.

Ventilation har en afkølede virkning på affaldsmassen og er desuden afgørende for beholderens luftfugtighed. Formuldningsens optimale luftfugtighed ligger på omtrent 40% mætning /34/.

V. Tils kud af have- og køkkenaffald: Som det fremgår af kapitel 3 vil tilsætning af disse materialer have dels kemisk dels energetisk gunstig effekt på formuldningsen (skyldes fæces/urinblandningens kulstofdeficit og energetiske underskud). Optimale forhold kan ikke angives generelt. Tilsætningen er ofte begrænset af det enkelte toilets størrelse og belastning.

VI. Opholdstiden: Den tid, som affaldet opholder sig i formuldningsbeholderen, er en meget vigtig styringsfaktor. Eksempelvis kan nævnes, at inaktivering af de sygdomsfremkaldende mikroorganismer under en aerob mikrobiel nedbrydning er stærkt afhængig af tid (og temperatur).

Opholdstiden er i praksis begrænset af toilettets størrelse og belastning. Desuden kan opblandingen i systemet have en særdeles uheldig virkning i retning af spredning i opholdstiden (jfr. afsnit 7.3).

### 7.7 Pasteurisering.

Værdien af pasteurisering af affaldsprodukter fra formuldnings toiletter som en infektionshygiejnisk foranstaltning kan ikke fastslås her. Man kender ikke tilstrækkeligt til disse produkters indhold af sygdomsfremkaldende bakterier. Inaktiveringseffekterne ved pasteurisering af produkterne under de givne betingelser er heller ikke tilstrækkeligt kendt. Dertil kommer, at en sådan foranstaltning utvivlsomt vil være overflødig ved en lang række disponeringer af affaldsproduktet, jfr. kapitel 10. (El-forbruget ved pasteurisering synes dog lille i forhold til samme ved opvarmning og ventilation, se profilet).

Pasteurisering kan medvirke til drab af vegetaktive bakterier, virus og ormeæg. Sidstnævnte kan netop være særligt resistente overfor formuldningsprocesserne. Pasteurisering dræber ikke bakteriesporer. Det må bemærkes, at pasteurisering af ikke formuldede affaldsprodukter er at betragte som en hygiejnisering med midlertidig



Tabel 7.1 Uddrag af data vedrørende kemisk sammensætning af affaldsprodukter fra forskellige formlidningstoiletter.

Toilettype	Tørstof TS %	Temperatur °C	Organisk stof % af TS	KIF 1) g·kg <sup>-1</sup>	Total N mg·kg <sup>-1</sup> % af TS	NH <sub>4</sub> -N mg·kg <sup>-1</sup> % af TS	Organisk mg·kg <sup>-1</sup> % af TS	NO <sub>3</sub> -N mg·kg <sup>-1</sup> % af TS	NO <sub>2</sub> -N mg·kg <sup>-1</sup> % af TS	P mg·kg <sup>-1</sup> % af TS	K mg·kg <sup>-1</sup> af TS	Visuelt bedømt nedbrydningsgrad 2)	Referenc
Clivus (skråbundstype)					5986 <sup>3)</sup>	2436 <sup>3)</sup>	420 <sup>3)</sup>	3100 <sup>3)</sup>	30 <sup>3)</sup>				/37/
Clivus (skråbundstype)					6170 <sup>3)</sup>	1160 <sup>3)</sup>	840 <sup>3)</sup>	980 <sup>3)</sup>	3200 <sup>3)</sup>	3700 <sup>3)</sup>	8200 <sup>3)</sup>		/25/
Clivus (skråbundstype)	44.4 28.6		29.6 44.2		8303 1.87 9266 3.24	111 0.025 74 0.026				3730 0.84 6006 2.10	6438 1.45 1089 0.38		/57/ /57/
5 forsk. skråbundstyper 4)		17-22										3 dårlig og 2 tilfredsstillende	/35/
7 forsk. fladbundstyper 5)		17-23 en enk. 34										6 dårlig og 1 tilfredsstillende	/35/
Mullbänk (lagdelingstype) 6)		29.6- 34-2											/55/
7)	69.9- 95.2		47.5		2.6	0.9	1.6	0.1		1.5	3.1		/55/
Mull-toa (lagdelingstype)				150									/52/
7 forsk. lagdelingstyper 8)		21-26										alle 7 god	/35/
Biolo (sammenblandingstype)		55										god	/35/

- 1) Ved KIF forstås iltforbrug ved kaliumpermanganat.
  - 2) Den visuelle bedømmelse af nedbrydningsgraden består af
    - a) god: jordlugt og jordstruktur,
    - b) tilfredsstillende: jordlugt men ikke jordstruktur,
    - c) dårlig: ikke jordlugt og grødagtig struktur.
  - 3) Angivelser i mg/l
  - 4) De 5 skråbundstyper er: Dosenten, Hakado 700, Hakado 1000, Kombio, Toa-Throne.
  - 5) De 7 fladbundstyper er: Bokn Foredlingskammer, Camo Hyttedo, Muldo G1, Muldo G7, Naturdon, NGP Hyttedo, Snurregassen-hyttemodel.
  - 6) Mullbånk dataene I hidrører fra 22 målinger over 1 md. i 6 forskellige målepunkter i affaldet.
  - 7) Mullbånk dataene II er baseret på enkeltmålinger af prøver fra 8 forskellige toiletter, hvor prøvetagningstidspunktet varierer fra 1-54 dg. efter sidste benyttelse, se endvidere tabel 7.2.
  - 8) De 7 lagdelingstyper er: Bio-do, KPS Miljøklosett, Mullbånk, Mull-toa, Mull-toa Jumbo, Multex, Tropic.
-

stabiliserende virkning. Ved henstand kan produktet gå i forrådnelse.

### 7.8 Litteraturens data.

Der findes flere undersøgelser vedrørende affaldsprodukter fra formuldnings toiletter end fra de andre afløbsfrie toiletter tilsammen; og dog må datamængden karakteriseres som uhyre beskedne.

Hertil kommer, at forsøgsbetingelser, prøveudtagnings- og analyseprocedurer for flere undersøgelser vedkommende ikke er beskrevet med den fornødne omhu. Især synes der at være behov for flere undersøgelser, hvor de forskellige toiletter bliver sammenlignet parallelt. En såkaldt fabrikantundersøgelse, hvor en enkelt prøve af affaldsproduktet sendes til analysering på et laboratorium, er særlig lidet sigende.

Et uddrag af litteraturens data er angivet i tabel 7.1, 7.2 og 7.3. Disse data illustrerer tydeligt, at formuldningsprodukterne kan være meget forskellige. Endvidere fremgår, at et formuldningsprodukt kan have en sådan sammensætning, at det på ingen måde kan karakteriseres som latrin, hvis man ved latrin vil forstå et fækaloid produkt, som kan være smittefarligt og/eller frastødende i lugt og udseende. Sammenligningen med udrådnit slam må fortolkes derhen, at formuldet fæces og urin kan være mindst lige så stabiliseret og hygiejniseret som slammet. Det må derfor være uberegtiget, at stille strengere krav til disponering af det formuldede affald, end de man stiller til disponering af stabiliseret slam jfr. kapitel 10 samt /26/.

### 7.9 Summarisk vurdering.

Jfr. Tabel 7.4.

Tabel 7.2 Et eksempel på en detaljeret kemisk undersøgelse af et produkt fra et formuldningstoilet (Mullbänk). Analyseverdierne gælder for 8 forskellige toiletter, som har været udsat for forskellig belastning, og hvor prøveudtagningstidspunktet fra toilettets sidste benyttelse varierer fra 1-54 dg. Prøveudtagning midt i toilettet 15 cm fra bunden. /55/.

Ämne	Mullbänk nr.								Medel-tal	Rötslam	Fast stall-gödsel
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Torrsubstans (Ts)	88,8	69,9	79,0	84,9	86,6	91,0	94,1	95,2			
pH	6,6	8,0	7,0	6,9	6,9	6,6	6,7	6,6	6,9	6,9	8,5
Kj.-N i % av ts	3,16	2,76	3,06	2,13	1,70	3,21	2,22	1,93	2,5	4,9	2,2
NH <sub>4</sub> -N - " -	1,70	1,44	1,80	0,33	0,35	0,73	0,26	0,42	0,9	1,0	0,3
NO <sub>3</sub> -N - " -	0,11	0,33	0,09	0,06	0,05	0,08	0,11	0,10	0,1	0,1	0,1
Tot.-N - " -	3,27	3,09	3,15	2,19	1,75	3,29	2,33	2,03	2,6	5,0	2,3
Org.-N - " -	1,46	1,32	1,26	1,80	1,35	2,48	1,96	1,51	1,6	3,9	1,9
Org. C - " -	16,2	24,7	23,5	28,5	20,7	28,7	21,0	18,1	22,7	34,2	44,1
Org.subst.i % av ts	44,2	51,9	51,2	47,8	40,2	57,9	45,2	41,9	47,5	59,0	76,0
Fosfor (P) - " -	2,88	0,66	2,19	1,33	1,00	1,26	1,49	1,12	1,5	1,5	0,6
Kalium (K) - " -	3,85	1,90	6,80	2,17	2,00	4,40	1,95	1,88	3,1	0,4	2,1
Kalcium (Ca) - " -	0,46	0,79	0,55	2,53	1,36	1,24	3,19	2,95	1,6	2,5	1,5
Magnesium (Mg) " -	0,03	0,09	0,04	0,33	0,22	0,12	0,64	0,59	0,3	0,4 <sup>x)</sup>	0,1
Zink (Zn) mg/kg ts	51	37	18	154	60	96	247	184	106	1700 <sup>xx)</sup>	80
Bly (Pb) - " -	56	14	14	53	37	15	30	22	30	180 <sup>xx)</sup>	10
Kadmium (Cd) - " -	1,1	0,7	0,8	0,6	0,4	0,8	0,9	0,8	0,8	6,0 <sup>xx)</sup>	0,2
Kviksilver (Hg)" -	0,12	0,15	0,07	0,35	0,20	0,31	0,50	0,41	0,3	6,0 <sup>xx)</sup>	0,04
C/N-kvot (org. N)	11,1	18,7	18,7	15,8	15,3	11,6	10,7	12,0	14,2	8,8	23,2

x) medianvärde från 25 svenska reningsverk

xx) medianvärde från 90 svenska reningsverk i samarbete med S. Odén

Kj.-N = Kjeldahlskväve



KPS-kloset (lagdelingstype)								
kontinuert benyttelse:								
	0 mdr.	$12.9 \cdot 10^8$	$2.5 \cdot 10^8$	$2.4 \cdot 10^5$	$9 \cdot 10^4$			/33/
prøvetagning på risten	1 md.	$0.4 \cdot 10^8$	$0.5 \cdot 10^8$	$17 \cdot 10^3$	<23			/33/
	2 mdr.	$3.4 \cdot 10^8$	$3.5 \cdot 10^8$	$24 \cdot 10^3$	23			/33/
nedskrabning af materiale efter 3 mdr.								
prøvetagning på risten	3 mdr.	$2.7 \cdot 10^8$	$1.6 \cdot 10^8$	$5.4 \cdot 10^3$	$1.3 \cdot 10^3$			/33/
	4 3/4 md.	$0.6 \cdot 10^8$	$0.6 \cdot 10^8$	$2.4 \cdot 10^3$	$0.2 \cdot 10^3$			/33/
prøvetagning i skuffen	3 3/4 md.	$3.9 \cdot 10^8$	$0.6 \cdot 10^8$	$9.2 \cdot 10^4$	$16 \cdot 10^2$			/33/
	3 3/4 md.	$0.1 \cdot 10^8$	$0.1 \cdot 10^8$	$0.2 \cdot 10^4$	$4.5 \cdot 10^2$			/33/
7 forsk. lagdelingstyper <sup>4)</sup>					<100- 10.000			/35/
Biolo (sammenblandingstype)					100-1.000			/35/

+ ~ tilstedeværelse

- ~ ingen tilstedeværelse

podning ~ toiletaffaldet er podet med pågældende mikroorganisme.

1) de 5 skråbundstyper er: Dosenten, Makado 700, Makado 1000, Kombio, Toa-Throne

2) de 7 fladbundstyper er: Bokn Foredlingskammer, Camo Hyttedo, Muldo G1, Muldo G7, Naturdo'n, NGP Hyttedo, Snurredassen-hyttemode

3) angivelser er antal bakterier/g lufttørret prøve. Inkuberet ved 22°C.

4) de 7 lagdelingstyper er: Bio-do, KPS Miljøklosett, Mullbänk, Mull-toa, Mull toa Jumbo, Mulltex, Tropic.

5) henstand refererer til tiden siden sidste benyttelse af toiletet; prøvetagning 15 cm fra bunden.

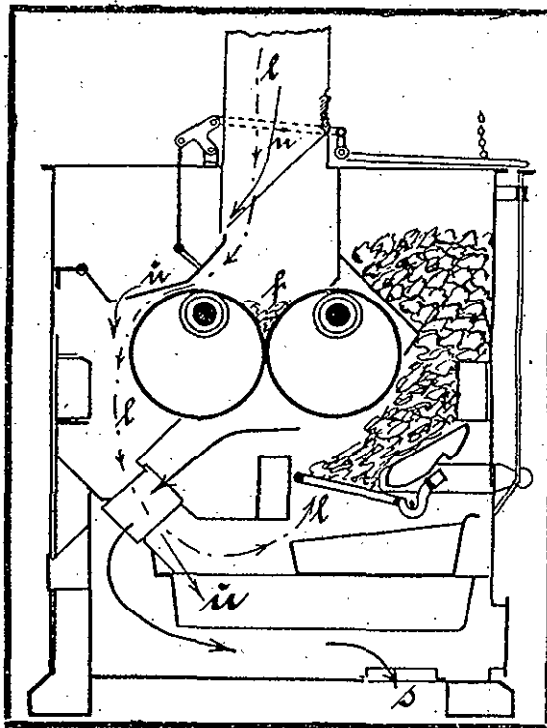
Tabel 7.4. Samarisk gengivelse af formuldningstoilettypernes fordele og ulemper.

Indbygget tank		Tank under gulv		Vurdering
m. lægdeling	m. sammenblanding	skråbund	fladbund	
<b>A. Særlige fordele</b>				
x	x	x	x	Affaldsproduktet er æstetisk og har en gødningsværdi (ved korrekt brug)
		x	x	Væsentlig reduktion af dagrenovationen
(x)	(x)	x	x	Økologisk og ressourcebesparende løsning
(x)	(x)	x	x	Transportbesparende
x	x			Let at installere
x	x	x	x	Uafhængig af midlertidig strømsvigt
x	x	x	x	Relativ billig i drift
	x			Særlig infektionshygiejnisk (pasteurisering)
<b>B. Særlige ulemper</b>				
-	-	-	-	Relativ kostbar i anskaffelse
-	-	(-)	(-)	Kræver el-tilslutning
-	-	-	-	Kræver gulvgennembrud (dyr i installation)
-	-	-	-	Kræver taggennembrud
-	-	-	-	Kræver en vis pasning og tilsyn
-	-	-	-	Kræver tilførsel af andet affald
-	-	(-)	(-)	Særlig risiko for anaerobe forhold
-	-	(-)	(-)	Problemer ved spidsbelastninger (især urin)

## 8. Forbrændingstoiletet

### 8.1 Historisk indledning:

Egentlig er forbrændingstoiletet en meget gammel opfindelse. Allerede i 1890'erne hvor debatten omkring vandklosettets indførelse nåede sit højdepunkt, var forbrændingstoiletterne under søgelyset, jfr. figur 8.1.



Forbrændingsklosettet var et af alternativerne til Vandklosettet: De forskellige Klosetkummer forbindes med et Faldrør (1). Fra dette følder Fækali-erne (f) ned på to i Ovnen værende hule og indvendig riflede Støbejerns-valsler, som bevæges rundt og Ovnens Rist rystes ved Hjælp af et System af Vægtstænger, som sættes i Bevægelse hver gang man går med en Klosetdor. Ved denne Drejning af Valserne tværes Fækalierne ud på disse og ville frembyde en stor Overflade for Ilden og Varmen og efterhånden ville Fækalierne forbrændes og falde af Valserne. Kun en ringere Del af Urinen følder på Valserne. Hovedparten ledes langs den ene Side af Faldrøret gennem en Slidse ved dets nederste Ende til en gennemhullet Plade, gennem hvilken den flyder til en Beholder under Ildstedet (u), hvor Urinen fordamper. (Fra Ingeniøren, 2. februar 1895).

Figur 8.1 Skitse til et forbrændingstoilet fra det forrige århundrede. Gengivet i "Ingeniørens Ugeblad nr. 51, 1974 /18/.



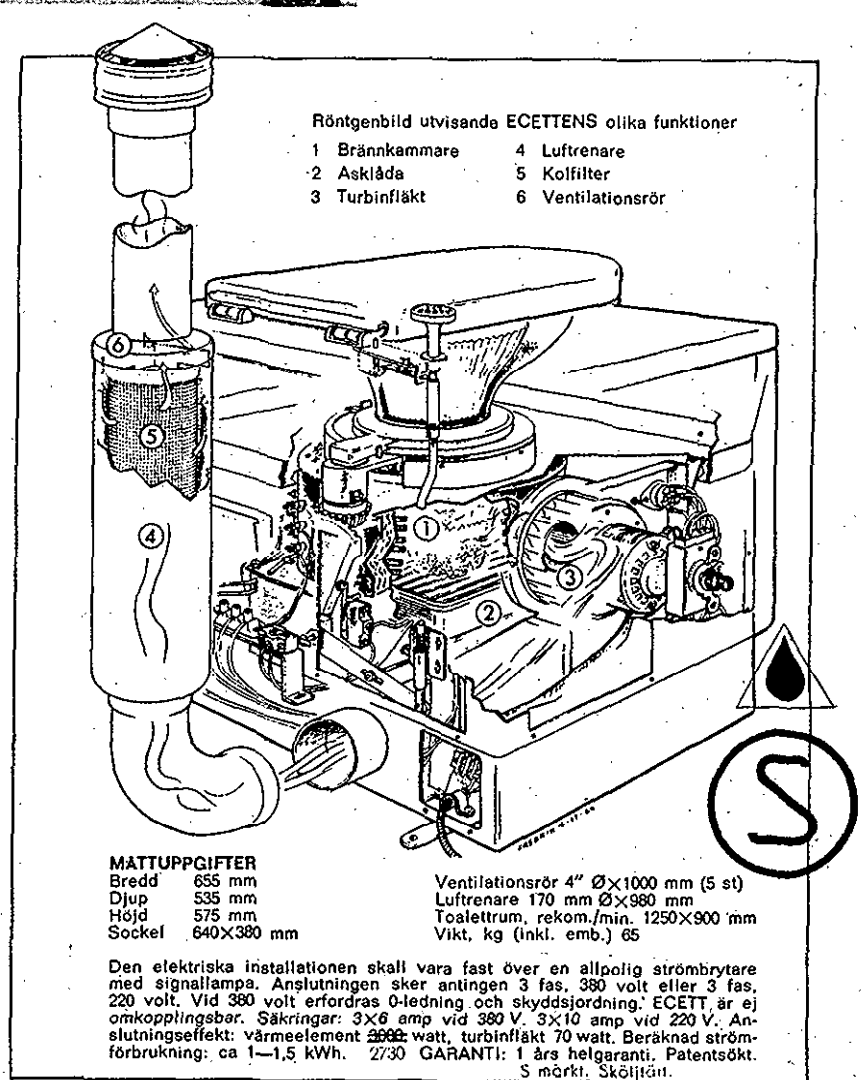
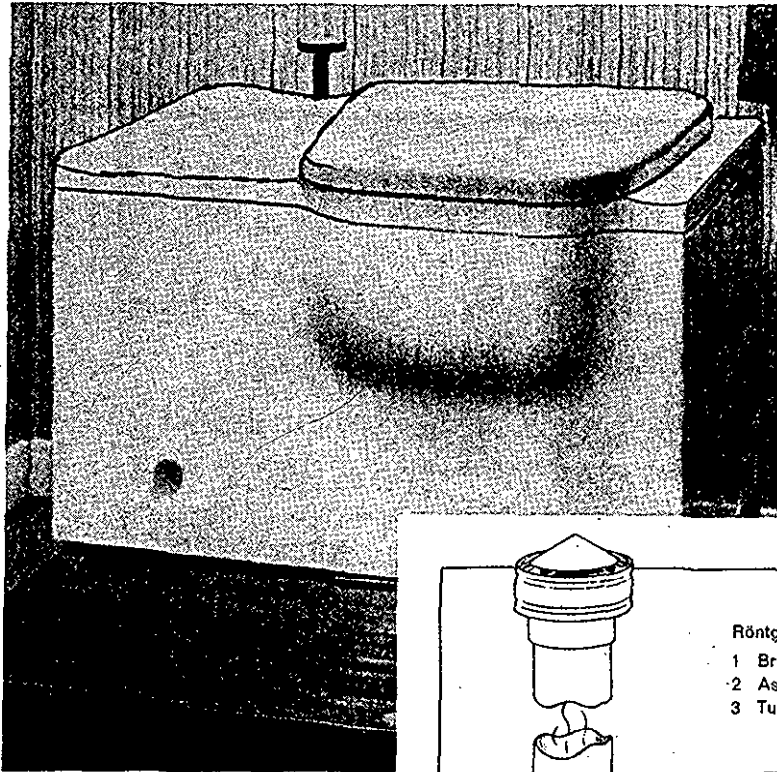
Profil af: Forbrændingstoilet

<u>Dimensioner bxdxh</u>	
Over gulv	ca. 60x60x60 cm
Under gulv	-
<u>Installeringskrav</u>	
Elektricitet	380V/220V 3 faset -
Opvarmning af lokale	ingen
Gennembrydning af gulv	ingen
Ventilationsrør over tag	nødvendig
<u>Energiforbrug</u>	1800-7200 W/pers·dg
<u>Tilsætningsstoffer, herunder emballage</u>	indsatspose
<u>Kapacitet</u>	
Angivet som personøgnækvivalent (PE)	-
Angivet som antal personøgnækvivalent pr. tømning	ca. 50 PE/tømning
<u>Omkostninger</u>	
Anskaffelse	ca. 12.000 kr.
Installation	?
Drift	ca. 2.30-3.75 kr./ pers·dg

I slutningen af 60'erne dukkede adskillige typer forbrændingstoiletter op på markedet, og nogle var baseret på olie eller gas som brændsel. I dag er udbuddet i Norden begrænset til ganske få typer, alle baseret på el.

## 8.2 Beskrivelse:

Toiletsystemet er konstrueret i én enhed omfattende toiletstol, forbrændingskammer og askeskuffe. Et ventilationsrør er tilsluttet og føres over tag, jfr. figur 8.2.



Figur 8.2 Et elektrisk forbrændingstoilet af mærket ECETT. Dimensionerne er angivet ved skitsen.

Kilde: Brochuremateriale.

### 8.3 Funktionsprincip:

For at forebygge tilsmudsning af toiletskålen, anbringes før hvert benyttelse en papirsindsatspose eventuelt tilsat lidt savsmuld eller -spåner. Disse medvirker til forebyggelse af tilsmudsningen ved at opsuge en del urin, samt til reducere af lugtgenerne, idet de inden forbrændingen danner røgpårtikler indeholdende aktivt kul, der absorberer en del af de dannede ildelugtende gasser /63/.

Ved aktivering af en pedal eller et håndtag nedbringes posen med indholdet på forbrændingskammerets rist. Af sikkerhedsmæssige hensyn kan forbrændingen ikke sættes igang, hvis toiletlåget står åbent, eller, for visse toiletter, hvis sædet er belastet /61, /60/ og /64/. Forbrændingen varer 30-40 minutter, hvorefter toilettet må afkøles i op til 40 minutter. I den tid sørger en el-dreven ventilator for bortdrivning af gasserne gennem et kulfilter installeret i ventilationsrøret. Toilettet kan forbrænde op til 4 indsatsposer på een gang.

Temperaturen i forbrændingskammeret når op på ca. 600°C. Af samme grund henhører toilettet til "små ildsteder", der skal opfylde byggereglementets krav bl.a. om afstand til brandbart materiale og ventilationsrørets udformning, kap. 10 /4/, /49/.

Under fejlfri brug af toilettet vil affaldet fylde minimalt og have karakter af lugtfri steril aske.

### 8.4 Lugtproblemerne:

Forbrændingstoilettet vil uvægerligt afgive en del ildelugtende gasser under forbrændingen, afhængigt især af temperatur- og ventilationsforholdene /21/ og /48/. Ved forbrænding af staldgødning tilblandet vand svarende til en blanding af fæces og urin, har man målt, at gasserne i ventilationsluften forekommer i koncentrationer op til 1100 gange lugttærsklen /22/. Brug af kulfiltre i ventilationsrøret reducerer lugtgenerne og kan eventuelt stilles som krav til toilettet. Desuden synes det rimeligt at stille krav om mindste afstand til nabo, f.eks. på 200 m som i Sverige. Indendørs er lugtgenerne ubetydelige, men dette kræver brug af en effektiv ventilationsmotor, som så vil kunne høres når forbrænding og afkølingen er i gang (a la en opvaskemaskine).

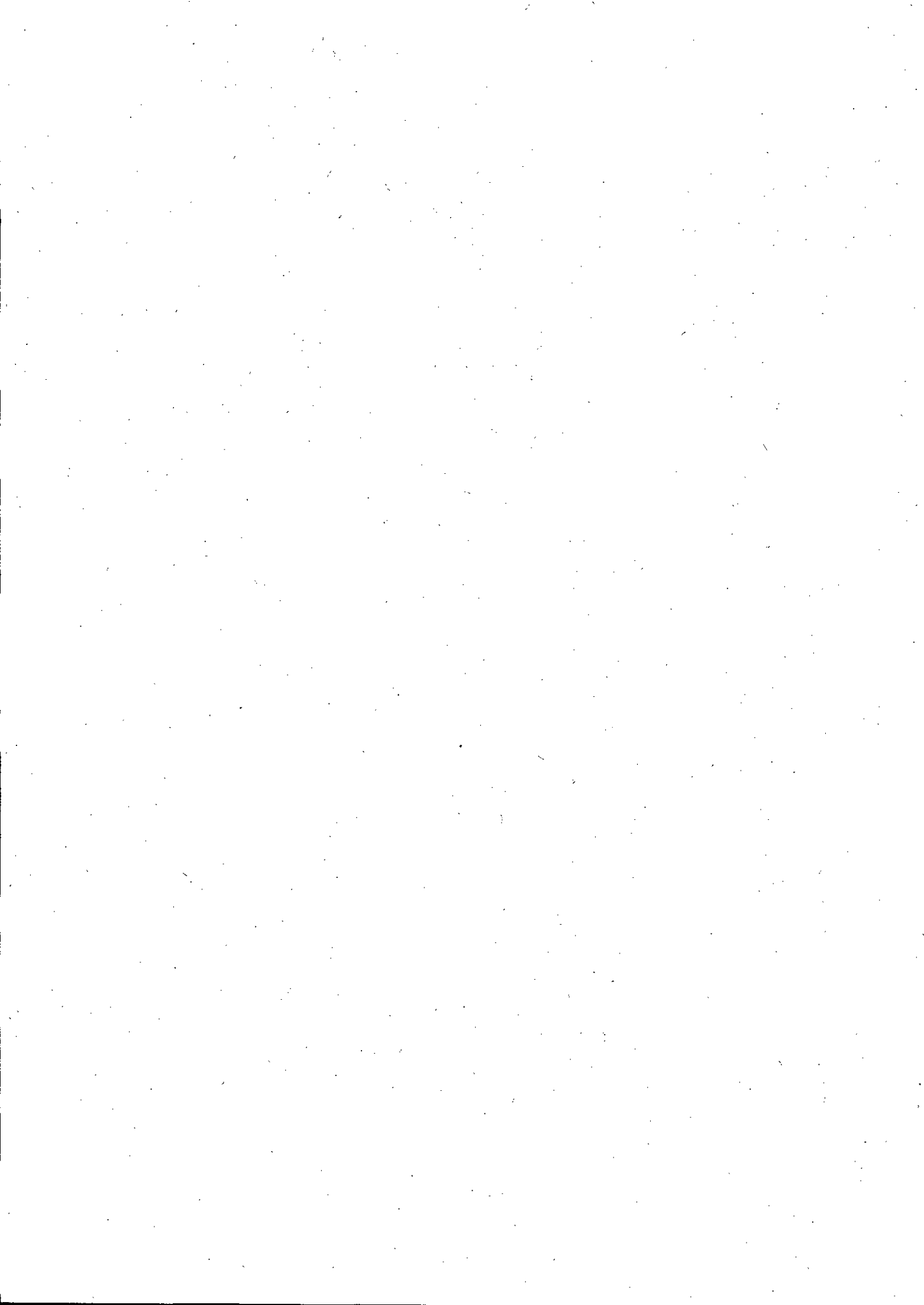
### 8.5 Sammarisk vurdering:

#### A. Særlige fordele:

1. Toiletaffaldets effektive hygiejnisering og stabilisering.
2. Toiletaffaldets ringe rumfang og vægt.
3. Meget hurtig behandling af affald.
4. Hygiejnisk under benyttelse og udtømning.

#### B. Særlige ulemper:

1. Lugtgener udendørs, dog begrænset til forbrænding og afkølingstiderne.
2. Lugt og lydgener, dog begrænset til forbrænding og afkølingstiderne.
3. Stærkt afhængig af el, dog begrænset til forbrænding og afkølingstiderne.
4. Kostbar i drift.
5. Kræver instruktion før benyttelse.
6. Kræver udskiftning af kulfiltre og forsyning med indsatsposer.
7. Kræver adgang til servicefirma.



## 9. Bedømmelsesparametre

### 9.1 Toilettets funktioner:

I modsætning til de almindelige vandklosetter, som jo er beregnede til at modtage og viderebefordre fæces og urin under forholdsvis æstetiske og hygiejniske omstændigheder, kan et afløbsfrit toilet tillægges en række funktioner:

- I. At modtage fæces og urin.
- II. At opbevare affaldet til et senere passende tidspunkt, hvor tømning af det ophobede affald kan foretages.
- III. At reducere lugtgenerne under brug af toilettet.
- IV. At stabilisere affaldet således at tømningen + eventuelt transport eller anbringelse på jord kan foregå under relativt æstetiske forhold.
- V. At hygiejniser affaldet ved at nedbryde en væsentlig del, eventuelt alle sygdomsfremkaldende mikroorganismer.
- VI. At bevare affaldets gødningsværdi f.eks. til senere havebrug.
- VII. At forebygge forurening e.g. ved at undgå udledning til vandige recipienter eller til atmosfærisk luft (forbrænding)

Af gennemgangen af de afløbsfrie toiletter fremgår, at langt fra alle toiletter er i stand til at udføre samtlige syv funktioner.

## 9.2 Benyttelsesformer:

Ved vurdering og især ved valg af en toilettype, skal der tages hensyn til den form eller de forhold, som toilettet skal benyttes under. Der kan skelnes imellem:

- I. Hyppig daglig benyttelse f.eks. i en park.
- II. Jævn heltidsbenyttelse med gode pladsforhold f.eks. af en familie på landet.
- III. Jævn heltidsbenyttelse med små pladsforhold f.eks. i en lejlighed.
- IV. Sporadisk benyttelse med gode pladsforhold f.eks. i et fritidshus.
- V. Sporadisk benyttelse under små pladsforhold f.eks. i en campingvogn eller båd.
- VI. Temporært hyppig benyttelse f.eks. under naturkatastrofer, friluftsarangementer eller ved byggepladser.

Under gennemgangen af de afløbsfrie toiletter er det nævnt, hvorledes visse toilettyper netop er beregnet til visse benyttelsesformer, f.eks. transportabelt toilet (form V), papkassesystemet (form VI) og returskylstoiletter (form I).

Ligeledes er der under gennemgangen angivet en gruppevis profil af toiletterne. Disse data er baseret på umiddelbart tilgængelige materialer og må tages med forbehold. En nøjere vurdering af de enkelte toilettyper synes nødvendig, f.eks. under brug af de i tabel 9.1 angivne bedømmelsesparametre. En sådan vurdering kræver undersøgelser, som ligger uden for denne rapports rammer.

## 9.3 Bedømmelsesaspekter:

Den kommunale administrator, såvel som forbrugeren og fabrikan-ten, har behov for at karakterisere, sammenligne og vurdere de forskellige toilettyper og disses affaldsprodukter. En alsidig vurdering må i følge sagens natur berøre følgende:

- I. Omgivelseshygiejniske aspekter, herunder
  - A. Infektionshygiejniske
  - B. Forureningsmæssige
  - C. Æstetiske
- II. Ressourcemæssige aspekter.
- III. Praktiske/tekniske aspekter.
- IV. Økonomiske aspekter.

#### 9.4. Valg af parametre:

Til belysning af ovennævnte aspekter for de enkelte toiletter, må der først vælges en række BEDØMMELSESPARAMETRE. Disse lægges til grund for en nærmere analyse, og resultatet heraf må vurderes således, at de enkelte aspekter belyses bedst muligt.

Bedømmelsesparametre falder naturligt i to kategorier, nemlig.

- I. parametre vedrørende selve toilettets konstruktion og funktion, og
- II. parametre vedrørende selve affaldsproduktet.

Nogle bedømmelsesparametre kan desuden anvendes f.eks. af myndigheder, hvor man ønsker at forebygge visse uheldige forhold eller nedsætte visse risici. I så fald må foretages yderligere valg af KRAVPARAMETRE, samt fastlæggelse af tilhørende KRAVVÆRDIER. Disse sidste forudsætter, at parameteren er kvantitativ målelig i henhold til en standard analyseprocedure eller test.

Mange af de parametre, som må siges at kunne belyse det givne aspekt direkte, er ikke målelige. Eksempelvis er man til belysning af de infektionshygiejniske forhold interesseret i at angive infektionsrisikoen for toilettet dels under brug, renholdelse, tømning og reparation, dels under transport og eventuelt viderebehandling og slutdeponering af affaldsprodukt.

For dog at skønne over en målelig parameter, kan man vælge målelige bedømmelsesparametre som indirekte kan, eller formodes at kunne, korreleres til denne PRINCIPIELLE PARAMETER. Denne "indirekthed" kan forekomme i flere niveauer. Således har man for mange toiletter målt antal E.coli i affaldsproduktet. Deri ligger, at colitallet, indirekte angiver muligheden for forekomst af sygdomsfremkaldende mikroorganismer. Forekomst af disse angiver, igen indirekte, at mulighed for infektionssygdom foreligger.

I mangel af bedre må man desuden i mange tilfælde vælge bedømmelsesparametre, som ikke kan måles kvantitativt, men hvor resultatet af "målingen" kun kan angives kvalitativt, f.eks. som ved bedømmelse af affaldsproduktets lugt og udseende.

De parametre, som synes relevante for en detaljeret beskrivelse af afløbsfrie toiletter og deres affaldsprodukter, er opstillet i tabel 9.1.



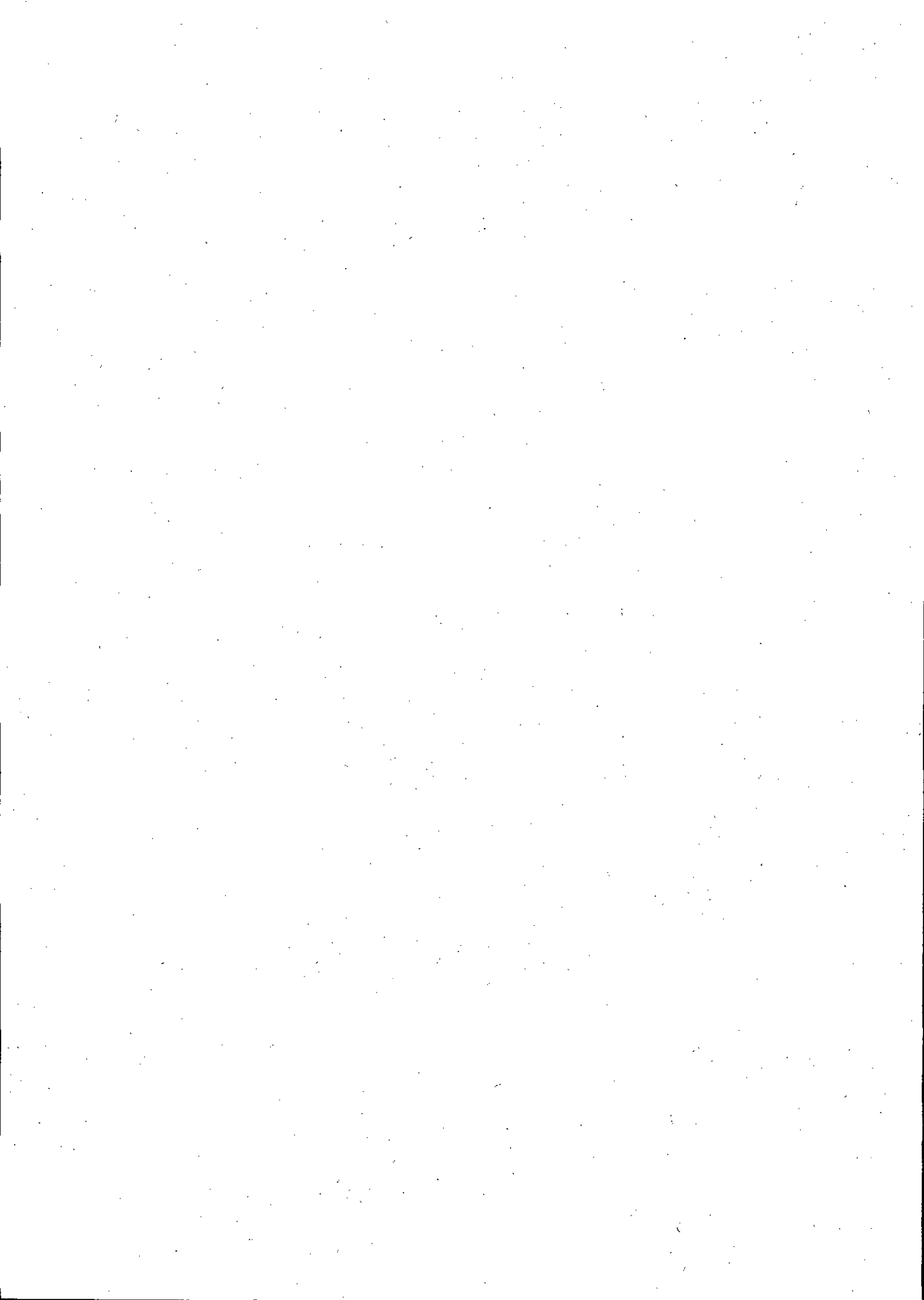
Figur 9.1 Et udvalg bedømmelsesparametre for afløbsfrie toiletter og de aspekter som kan belyses ved brug af disse parametre.

Parameter	Forklaring	Infektionshygiejniske aspekter	Forureningsmæssige aspekter	Æstetiske aspekter	Ressourcemæssige aspekter	Praktiske/tekniske aspekter	Økonomiske aspekter
<p>Smittefare</p> <p>Fluer og skadedyr's tilgængelighed</p> <p>Lugtproblemer</p> <p>Energi- og ressourceforbrug</p> <p>Tilslutning af andre typer affald</p> <p>Dimensioner</p> <p>Belastningskrav</p> <p>Holdbarhed</p> <p>Rengøring</p> <p>Benyttelsesbekvemmelighed</p> <p>Service</p>	<p>Under brug (stank), under tømning, under reparation</p> <p>Både i toilettrummet og i omgivelserne</p> <p>El, gas, olie, vand, indirekte forbrug gr. opvarmning, bortkørsel af affald, videre affaldsbehandling</p> <p>Køkken- og haveaffald (mulighed for nedsættelse af dagrenovationen)</p> <p>Ydre mål: Over gulv/under gulv</p> <p>Energi, vand, opvarmning, gennemfyrdning af gulv/loft, kældér</p> <p>Overfor fysiske og kemiske påvirkninger</p> <p>Sværhedsgrad</p> <p>Sædehøjde, toilethulstørrelse, om sæde og låg kan stå oprejst, kulde, varme</p> <p>Indhold af mekaniske og elektriske komponenter og disses forventede levetid, sværhedsgrad ved reparation, kan toiletet benyttes ved f.eks. strømsvigt.</p>	x	x	x	x	x	x

Fejlbrug	Kraves følgende af forbrugeren: tilsætning af stoffer (mulighed for fejldosering), pasning, styring af processer, vurderinger af f.eks. behandlingsgrad											
Anskaffelsesomkostninger											x	
Installeringsomkostninger												x
Driftsomkostninger												x

Parametre vedrørende affaldsproduktet.

Enterovirus	Flere typer	x					
Salmonella	En slægt omfattende mange serologiske typer	x					
Parasitæg	Flere typer	x					
Plate count 37°/20°C	Temperatur differential test	x					
Organisk stofindhold	Glødetab ved 550°C, angivelse i % af tørstof, COD, BOD	(x)	x	x			
Tørstofindhold	Tørring ved 105°C	(x)	(x)	x			
Udseende		(x)	(x)	x			
Lugt		(x)	(x)	x			
Toxiske stoffer	F.eks. desinfektionsmiddel			x			
Gødningens værdi	Indhold af kvælstof N, fosfor P og kalium K					x	



## 10. Affaldshåndtering

### 10.1 Tømning:

Et afløbsfrit toilet skal nu eller senere tømmes helt eller delvis for det ophobede affald. Den maskinelle tømning er, dels af kommunale myndigheder, dels af renovationselskaber m.v., sat i relativ faste rammer og skal som tidligere nævnt ikke omtales her.

Manuel tømning og håndtering af toiletaffald er særpræget derved, at den foretages ikke alene af fagfolk, men også af lægmanden selv. Tømning især af et tørkloset, hvor affaldsmassen er gået i forrådnelse, er i bogstaveligste forstand en uforglemmelig oplevelse for enhver uerfaren person. Den naturgivne afsky for udseende og lugt af menneskelige fækalier tjener her et værdifuldt epidemiologisk formål. Det skal dog her advares imod at slække på hygiejniske forholdsregler, uanset affaldets lugt og udseende. Et tilsyneladende helt formuldet produkt kan med lethed indeholde sygdomsfremkaldende mikroorganismer.

### 10.2 Transport:

Transport af affald bør så vidt muligt begrænses til et minimum, se bedømmelsesaspekterne afsnit 9.3. Transport er ressourcekrævende og kan medføre omgivelseshygiejniske ulemper og eventuelt volde praktiske problemer.

For de i herværende rapport omtalte toiletter kan der skelnes mellem fire forskellige måder at transportere affaldet på:

- I. Transport i eget køretøj.
- II. Transport med natrenovation, d.v.s. særskilt bortkørsel

af ekskrementer.

III. Transport i forbindelse med dagrenovation a la haveaffald i særlig emballage.

IV. Almindelig dagrenovation, d.v.s. sammen med husholdningsaffald.

De sidste to metoder til transport kræver særlige forholdsregler og aftaler med renovationsselskaberne. Det må her bemærkes, at smittefarligt eller uæstetisk affald under ingen omstændigheder må "smugles" med i dagrenovation. Selv når affaldet er tæt emballeret kan det i renovationsvogne eller -anlæg være til stor ulempe, f.eks. under en eventuel komprimering.

Under alle omstændigheder må enhver transport foregå under brug af forsvarlig stærk, tætsluttende og klart mærket emballage.

### 10.3 Bortskaffelse:

Når affaldet fra et afløbsfrit toilet skal bortskaffes, må der skelnes mellem syv principielt forskellige muligheder. Tre af disse bortskaffelsesmuligheder indebærer at affaldet slutdeponeres uden videre behandling. Det gælder

1. deponering på kontrolleret losseplads,
2. spredning på jord, og
3. nedgravning eller udlægning på egen jord.

De fire øvrige muligheder er ensbetydende med at affaldet (videre-) behandles før en slutdeponering kan foregå. Det gælder

1. aflevering på rensningsanlæg,
2. aflevering på et forbrændings- eller pyrolyseanlæg,
3. aflevering på komposteringsanlæg, og
4. kompostering på egen grund,

### 10.4 Administration.

Nu kunne det være ønskeligt, om man havde tilstrækkelig viden til at opstille de kravparametre og -værdier, der skal overholdes for hver enkelt af de syv bortskaffelsesmuligheder og de fire i afsnit 10.2 angivne transportmuligheder. En sådan viden er endnu ikke til

rådighed, og dertil kommer, at administration af analyse- og kontrolforanstaltningerne i forbindelse med en sådan fremgangsmåde synes uoverskuelige.

Alternativt kunne man tænke sig at typegodkende toiletterne i forbindelse med hertil nærmere specificerede bortskaffelsesmetoder. Dette kan dog også volde vanskeligheder bl.a. fordi vi endnu ikke kender tilstrækkeligt til de enkelte toilettyper, og fordi affaldsproduktens sammensætning er stærkt afhængig af toilettets drift.

For dog at skabe bedst mulig grundlag for at træffe rationelle beslutninger om bortskaffelse af affald fra afløbsfrie toiletter er tabel 10.1 udarbejdet.

I tabel 10.1 opstilles ovennævnte bortskaffelsesmetoder, samt de hertil hørende restriktioner for det affald, der kan modtages. I praksis vil benyttelse af en given bortskaffelsesmetode desuden være begrænset af de transportmuligheder og anlægsfaciliteter, som er til rådighed i den pågældende kommune.

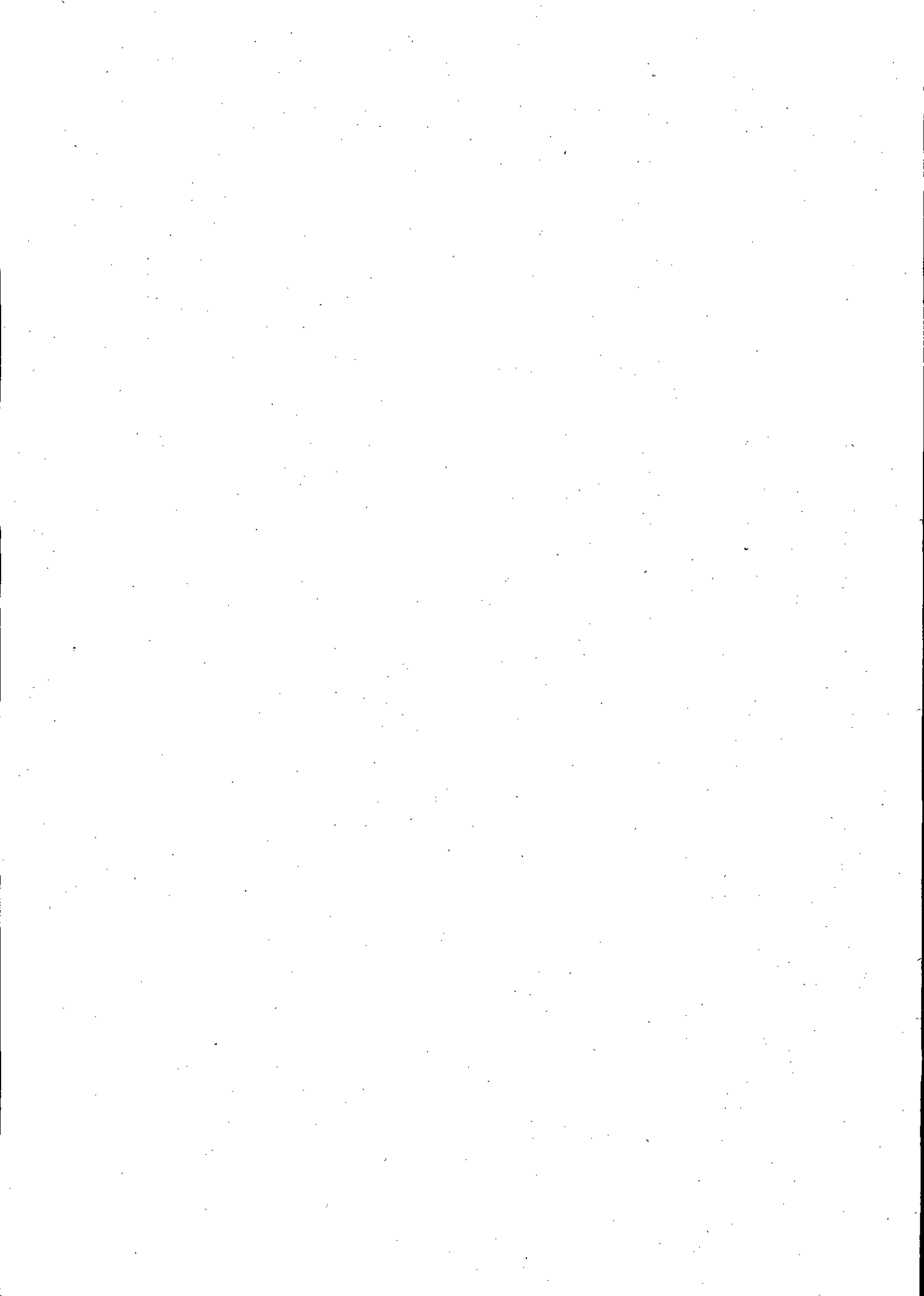
Tabel 10.1 Forenklede retningslinier for valg af bortskaffelsesmetode for affald fra afløbsfrie toiletter.

Affaldsbortskaffelse.	Kræves transport	Kan engangsballage benyttes	Krav vedr. toiletaffald		Særlige bemærkninger
			Sammensætning	Håndteringsmæssige krav	
I. Behandling					
Rensningsanlæg	ja	ja, men kræver mulighed for let tømning og bortskaffelse af emballage	Ingen tilledning af stoffer, som vil skade drift (førstyrrelse i de biologiske processer) eller som vil medføre overskridelse af udledningstilladelser eller ændringer i slamdisponeringsplaner jfr. /27/		Uhensigtsmæssigt at tilføre stabiliseret og hygiejniseret affald
Forbrænding-/Pyrolyseanlæg	ja	ja		Modtagningsfaciliteter. Let og hygiejnisk håndtering af affaldet på selve anlægget.	Uhensigtsmæssigt at tilføre stabiliseret og hygiejniseret affald. Mest velegnet for affald med højt tørstofindhold.
Komposteringsanlæg (Samkompostering)	ja	Ja, men kræver at den findeles inden kompostering og er biologisk nedbrydelig.	Ingen tilledning af stoffer som vil skade anlæggets drift.	Modtagningsfaciliteter. Let og hygiejnisk håndtering af affaldet på selve anlægget	Uhensigtsmæssigt at tilføre stabiliseret og hygiejniseret affald. Samkompostering med husholdningsaffald optimerer komposteringen.
Kompostering på egen grund	nej	nej	Ingen tilledning af stoffer som vil skade anlæggets drift.	Relativt højt tørstofindhold.	Kræver pasning af toiletbruger.

II. Disponering

Kontrolleret losseplads	ja	ja		Affaldet skal være stabiliseret (gr. lugtgener). Håndterbart affald (tørstofindhold over ca. 15%), jfr. /26/.	
Nedgravning/nedpløjning/udlægning i landbrug, skovbrug og gartneri	ja	ja, men kræver at den findeles inden spredning og er biologisk nedbrydelig.	Affaldet skal være hygiejniseret ved udbringning på græs eller arealer, hvor der dyrkes grøntsager eller bær, jfr. /26/	Affaldet skal være stabiliseret (gr. lugtgener). Opbevaringsfacilitet (gr. problemer med udbringning på frosen jord), jfr. /26/	Fordelagtigt, hvis affaldet har en høj godningsværdi.
Nedgravning/udlægning på egen jord	nej	nej	Affaldet skal være hygiejniseret ved udbringning på arealer, hvor der dyrkes grøntsager, rodfrugter og bær, jfr. /26/	Affaldet skal være stabiliseret (gr. lugtgener). Opbevaringsfacilitet (gr. problemer med udbringning på frosen jord), jfr. /26/	Fordelagtigt, hvis affaldet har en høj godningsværdi.





## 11. Behov for viden

Dette litteraturstudium viser, at fundamental viden om en væsentlig del af de afløbsfrie toiletter mangler.

Det gælder viden om de enkelte toiletfabrikaters konstruktion og funktion, med henblik på sammenligning og vurdering af disse. Erfaringerne fra norske undersøgelser af formuldnings toiletter viser, at sådanne undersøgelser let kan medføre, at de dårligste toilettyper automatisk glider ud af markedet.

En undersøgelse, der skal skaffe ovennævnte viden, må nødvendigvis dække de toiletter, som kan købes i de skandinaviske lande. Desuden må den foretages under hensyntagen til, hvorledes toiletterne fungerer i praksis, helst hos almindelige forbrugere. Undersøgelsen må kunne give en samlet vurdering af de enkelte toiletters egnethed ved givne benyttelsesformer (se afsnit 9.2). Også de engangsemballager og sanitetsvæsker og -pulvere, som er til rådighed på markedet, bør lægges til grund for kritiske vurderinger.

Desuden er der behov for at vurdere de affaldstyper, som produceres i visse toiletsystemer. Undersøgelse af affaldsprodukterne i tørklosetter kan ikke have interesse i denne sammenhæng. Der må lægges vægt på de toiletter, hvori der tilstræbes en affaldsbehandling og som eventuelt kan berettige en godkendelse af ultraditionelle metoder til deponering af affaldet (først og fremmest fra formuldnings toiletterne).

En sådan undersøgelse må nødvendigvis være udpræget eksperimentel og rumme målinger af såvel fysiske-kemiske som bakteriologiske, virologiske og parasitologiske parametre. Der bør foretages podninger under kontrollerede og veldefinerede forhold. I stedet for at tage et "øjeblikks billede" af toiletaffaldets sammensætning, bør der lægges vægt på estimering af reduktionsfaktorernes temperatur/tids afhængighed.

Det er vigtigt at undersøge, om formuldning i toiletter uden mulighed for pasteurisering inden for aktuelle opholdstider kan foranledige så store reduktioner af sygdomsfremkaldende mikroorganismer, at affaldet;

1. kan anbringes på egen jord, eventuelt i gødningsøjemed,
2. kan medtages i dagrenovationen.

## 12. Referencer

### Litteraturmateriale.

- 1 Arrhenius, S., (1965) Multrums funktion, Hygienisk Revy nr. 2, s. 70-76.
- 2 Arrhenius, S., (1963) Oskadliggörandet av hushållsavfall, Hygienisk Revy nr. 5, s. 207-212.
- 3 Bates, (1966) Brugsanvisning tørkloset dansk/grønlandsk.
- 4 Boligministeriet, (1977) Bygningsreglement.
- 5 Counties Public Health Laboratories, The, (1966) Undersøgelse for Perdisan, Ltd. London vedr. sanitetsvæske x. 80.
- 6 Counties Public Health Laboratories, The, (1971) Undersøgelse for Perdisan, Ltd., Watford vedr. sanitetsvæske New. x. 80.
- 7 Danielsson, K., (1973) Kan vi lita på förmultningsklosetterna? Hygienisk Revy nr. 6, s. 279-280.
- 8 Davis, B.D. et.al (1967) Microbiology, 1464 pp., Harper & Row, New York.
9. Finsrud, R., (1972) Sanitære forhold i fritidsområder, Norsk VVS, nr. 9, s. 711-769.
10. Finstein, M.S. & Morris, M.L., (1975) Microbiology of Municipal Solid Waste Composting, Advances in applied Microbiology vol. 19, s. 113-151.
- 11 Forbruker-Rapporten, (1966) Viktige hull i vår tilværelse, Forbruker-Rapporten nr. 8, s. 36-46.
- 12 Forbrukerrådet, (1975) Undersøgelse for John A. Nyhre A/S, Norge vedr. Tropic.
- 13 Fysisk Institut, (1974) Undersøgelse for Teknisk Fiberplast A/S, Norge vedr. Snurr-toa, Fysisk Institut, Biofysikavdelningen, Oslo's Universitet.

- 14 Gotoas, H.B., (1956) Composting World Health Organization Monograph Series no. 31, 1956.
- 15 Hansen, J.Aa. & Therkelsen, H., (1977) Alternative Sanitary Waste Removal Systems for Low-income Urban Areas in Developing Countries, Polyteknisk Forlag, København.
- 16 Harremoës, P. et.al, (1977) Teoretisk vandbygiejne, Polyteknisk Forlag, København.
- 17 Hilden, H.P., (1973), Skrald, Storby og Miljø, Renholdningsselskabet af 1898.
- 18 Ingeniørens Ugeblad, (1974) Miljødebat anno 1894, Ingeniørens Ugeblad nr. 51, s. 12-13.
- 19 Johsson, E. & Valdmaa, K., (1971) Avfallsbehandling genom kompostering, en litteraturgranskning, Rapporter från avdelningen för växtnäringslära nr. 36, Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- 20 Joungé, L. de, (1976) The Toa-Throne - A New Compost Toilet, Compost Science 17 (4) sept.-okt. p. 16-17.
- 21 Konsumentverket, (1976) Klosetter för fritid.
- 22 Konsumentverket, (1973) Klosetter för fritidshus.
- 23 Kumpf, Maas & Straub, (1964) Müll- und Abfallbeseitigung Band III, Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- 24 Lindström, C.R., (1969) Multrum, Examensarbete utfört vid Institutionen för Uppvärmnings- och ventilationsteknik, Kgl. Tekniska Högskolan, Stockholm.
- 25 Markkarte Ringstjanst, ( ? ) Undersøgelse vedr. Clivus, Helsinki.
- 26 Miljøstyrelsen, (1975) Slam fra spildevandsanlæg.
- 27 Miljøstyrelsen, (1974) Spildevand. Vejledende bestemmelser for udledning af spildevand. Vejledning nr. 6/1974.
- 28 Ministerie Van Volksgezondheid en Milieuhygiene, (1973) Undersøgelse for Thetford Produkten B.V., Holland vedr. sanitetsvæske Aquakem.
- 29 Nielsen, V., (1976) Toiletter i fritidshuse, Råd og Resultater 3, s. 13-18.
- 30 Norlin, A., (1970) Alternativ för kemtoalett, Ny Teknik 20.
- 31 Ortega, A. m.fl. (1973) Stop the Five Gallon Flush! McGill University, Montreal.

- 32 Passmore, R. & Robson, J.S. (eds 1968) A companion to medical studies Vol. I 2nd ed., Blackwell, Oxford.
- 33 Pedersen, T.A., (1973) Bakterier i fekalier under nedbrytning i KPS-klosett. Mikrobiologisk Institutt, Norges Landbrukshøgskole.
- 34 Pedersen, T.A., (1974) Biologiske klosetter - virkemåte og muligheter, Vann nr. 4, s. 1-28.
- 35 Pedersen, T.A. m.fl. (1975) 21 biologiske klosetter. Særtryk af Forbruger-Rapporten nr. 10.
- 36 Poincelot, R.P., (1974) A Scientific Examination of the Principles and Practice of Composting, Compost Science Vol 15, no 3, s. 24-31.
- 37 Process Research Incorporated, (1974) Undersøgelse for Clivus Multrum, Inc. USA vedr. Clivus. Cambridge, Mass.
- 38 Qvist's Laboratorium, (1976) Undersøgelse for cbh Søby A/S, Herning vedr. RF 100 Neutraliseringsvædske, Århus.
- 39 Rhodes, A.J. & Rooyen, C.E. van (1968) Textbook of virology 5th edition, 966 pp. The Williams & Wilkins Co. Baltimore.
- 40 Sanitation AG, (1973) PM om skötsel av MT (Mull-Toa).
- 41 Schoeps, U. & Valdmaa, K., (1975) Omsättning av Pacto-latrin och rötslam i olika blandningar med hushållssopor. Rapporter från avdelningen för växtnäringslära nr. 98, Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- 42 Schönheyder, F. & Nørby, J., (1965) Biokemi, 4.udg., Universitetsforlaget, Århus.
- 43 Socialstyrelsen 1974, Enskilt omhändertagande av avfall från vissa klosettyper. Råd och anvisningar från Socialstyrelsen nr. 36.
- 44 Statens Bakteriologiske Laboratorium, (1972) Undersøgelse for Clivus, Tyresö vedr. Clivus. SBL, Stockholm.
- 45 Statens Bakteriologiske Laboratorium, (1972) Undersøgelse for firma H.K. Nielsen, Oslo vedr. Mull-toa, SBL, Stavanger.
- 46 Statens Bakteriologiska Laboratorium, (1974) Undersøgelse for Jydsk Camping Industri, Vejle vedr. Mull-toa., SBL, Stockholm.
- 47 Statens Forurensningstilsyn og Norges Automobil-Forbund. Retningslinjer for rensing av avløpsvann og privetløsninger for campingpladser.

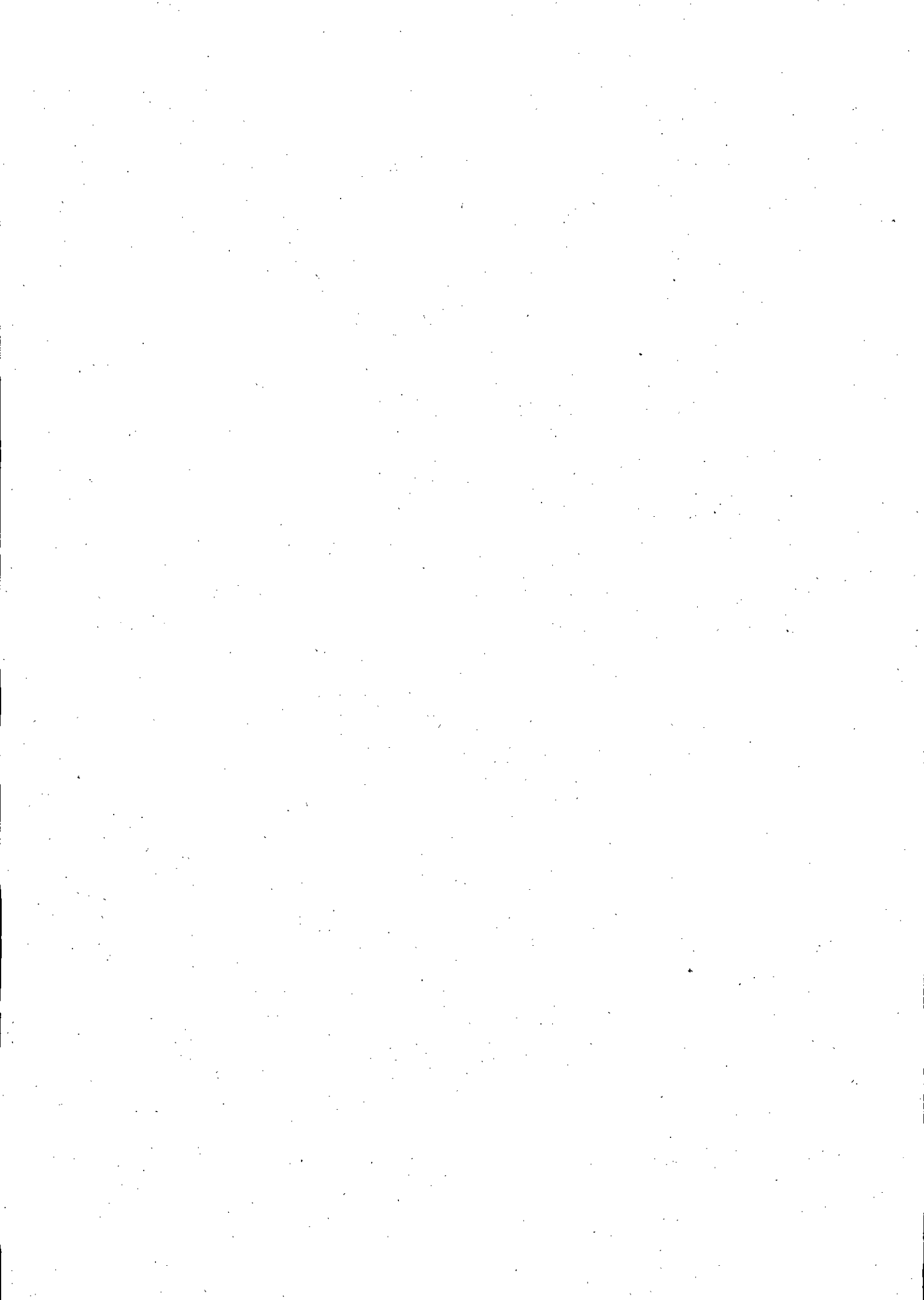
- 48 Statens Naturvårdsverk, (1974) Sanitära lösningar vid anläggningar för det rörliga friluftslivet. Publikation 1974:22.
- 49 Sundhedsstyrelsen, (1969) Vejledning vedrørende hygiejniske krav til forbrændingstoiletter.
- 50 Swedish Centre of Technical Terminology, (1977) TNC 62 Avfallsordlista, 2.korrektur 1977-01-18.
- 51 Sykes, G., (1965) Desinfektion and sterilization. Spon, London.
- 52 Teknologisk Institut, (1974) Undersøgelse for Jydsk Camping Industri, Vejle vedr. Mull-toa, T.I., Afdelingen for kemiteknik, Tåstrup.
- 53 Ubisch, H.von, (1968) Torrklosettens bostadshygien, Hygienisk Revy nr. 4, s. 169-170.
- 54 Valdmaa, K., (1976) Funktionen i förmultningsklosett Toga, Rapporter från avdelningen för växtnäringslära nr. 103, Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- 55 Valdmaa, K., (1974) Funktionen i förmultningstoiletten - en "Mullbänken". Rapporter från avdelningen för växtnäringslära nr. 80, Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- 56 Valdmaa, K., (1973) Hantering och behandling av engångsembalage för latrin "PLAST-DO-SET-Hygienkartong". Rapporter från avdelningen för växtnäringslära nr. 70, Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- 57 Valdmaa, K., (1965) Slutprodukten från Multrum, dess växtnäringsvärde och användning, Hygienisk Revy nr. 2, s. 77-81.
- 58 Wagner, E.G. & Lanoix, J.N., (1958) Excreta Disposal for Rural Areas and Small Communities. World Health Organization Monograph Series, no. 39.
- 59 Winblad, U., (1972) Evaluation of Waste Disposal Systems for Urban Low Income Communities in Africa. Scan Plan Coordinator, Copenhagen.

Patentmateriale.

- 60 Patent nr. 125212 (1973)  
Lagström, G.E., Elektrisk toilet.
- 61 Patent nr. 125767 (1973)  
Håkansson's Industrier AB, Elektrisk kloset.

- 62 Patent nr. 125768 (1973)  
Håkansson's Industrier AB, Elektrisk toilet.
- 63 Patent nr. 125810 (1973)  
Lagström, G.E., Indsatspose til forbrændingstoiletter.
- 64 Patent nr. 126274 (1973)  
Edholm, S.O., Eltoilet.
- 65 Patent nr. 126444 (1973)  
Sundberg, H.M., Forbrændingskloset.
- 66 Patent nr. 126874 (1974)  
Lagström, G.E., Varmekedel som er opdelt i en nedre del, der danner kedlens forbrændingskammer, og en øvre del, der danner en toiletstol.
- 67 Patent nr. 127078 (1974)  
Sundberg, H.M., Forbrændingskloset.
- 68 Patent nr. 132317 (1975)  
Stenseth, T.G., Anlæg til biologisk nedbrydning af ekskrementer, køkkenaffald og lignende materiale.
- 69 Patent nr. 132699 (1976)  
Gustavbergs fabrikker AB, Toilet, som arbejder ved biologisk nedbrydning af menneskelige ekskrementer.
- 70 Patent nr. 133595 (1976)  
Romell, D., Fremgangsmåde til formuldning af organisk affald og anlæg til brug ved udøvelse af fremgangsmåden.
- 71 Patent nr. 134480 (1976)  
Gustavsbergs fabrikker AB, Anordning ved toiletter til biologisk nedbrydning af menneskelige ekskrementer.
- 72 Patent nr. 135036 (1977)  
Toa-Throne AB, Apparat til fremstilling af jordforbedringsmiddel af organisk affald.
- 73 Patentansøgning 4207/72 (1972)  
Electrolux AB, Toiletindretning.
- 74 Patentansøgning 1746/72 (1972)  
Inventor AB, Tørkloset, hvis beholder er indrettet til formuldning af organisk affald.
- 75 Patentansøgning 2554/76 (1976)  
Lindström, R.E., Anlæg til formuldning af organisk affald.





## 13. Appendiks

Appendix. Et uddrag af de afløbsfrie toiletter som p.t. er markedsførte i Danmark.

Type	Navn	Fabrikant/import./forhandl.	Pris ca. incl. moms	Tekniske krav	Bemærkninger
Tørkloset m. spand (ikke komplet)	Cipax	Cipax Plastik A/S, Måløv	290 kr.	-	
	Perdison, Cadet	Sven Rambow, Helsingør	605 kr.	-	
	Perdison, Minor	Sven Rambow, Helsingør	770 kr.	-	
	Sanitär	Sven Rambow, Helsingør	360 kr.	-	
Transportabelt toilet	Monogram Tota II, modl. 152	Sven Rambow, Helsingør	790 kr.	-	
	Monogram Weekender, model 163	Sven Rambow, Helsingør	790 kr.	-	
	Porta Potti 33	Swedanco A/S, Hvidovre	575 kr.	-	
	Porta Potti 44	Swedanco A/S, Hvidovre	760 kr.	-	
	Porta Potti 50	Swedanco A/S, Hvidovre	780 kr.	-	
	Porta Potti 50, Marine	Swedanco A/S, Hvidovre	920 kr.	-	
Pakketoilet	Porta Potti 66	Swedanco A/S, Hvidovre	1035 kr.	-	
	Pacto 202	Sven Rambow, Helsingør	3430 kr.	220V	Kun med en ekstra udgift på ca. 550 kr., leveres til 12V.
Pacto 203	Sven Rambow, Helsingør	4255 kr.	220V		
Frysetoilet	Osby Minihjertet	Sven Rambow, Helsingør	2495 kr.	220V	
Kemisk toilet m. recirkulering	Perdison	Sven Rambow, Helsingør	890 kr.	12V	
	Perdison, Minor	Sven Rambow, Helsingør	1045 kr.	12V	
Formuldrningstoilet Tank under gulv Indbygget tank	Mulltrum (Mulltrumman)	Sven Rambow, Helsingør	4130 kr.	ventilation	Pris uden ventilationsanordn.
	Gustavsberg Bioloo	Gustavsberg, Rødovre	4140 kr.	220V, ventil.	Pris uden ventilationsanordn.
	Tropic	Valforet Trading A/S, Vanløse	3245 kr.	220V, ventil.	Pris uden ventilationsanordn. Tidligere eksisteret, men nu udgået af markedet.
	Milto (Mull-toå)	Kählers Teglværk, Korsør	?	220V, ventil.	
	Mullbank	Brugsen	?	220V, ventil.	
Forbrænding	Hindus Ecett	Kai Skov, København	12.155 kr.	380V, ventil.	
Engangsemballage i forbindelse med tørkloset	Pose Bates	Bates, Måløv	1,50 kr./stk.	-	
	Papkasse Plast-do-set	Sven Rambow, Helsingør	8,65 kr./stk.	-	

Naar Opholdet på et Kloset ikke skal være ubehageligt, maa Rummet, hvori det staar, være rigelig stort, lyst og luftigt. Det bør derfor have et Vindue direkte til fri Luft, og kan dette ikke naas, bør det paa særlig Maade være ventileret. Skal derimod Opholdet paa et Kloset netop være ubehageligt, saaledes at det ikke trækkes ufor nødvendent længe ud, kan man med korte Mellemlum lade en Dampstrøm stryge hen under Sædet.

Citat af Fr.V.M. (1915), Salomonsens konversationsleksikon.

