

# YVY

## TUTKIMUS 20

### Haja-asutuksen viemäröinti ja jätehuolto

yhdykskuntien vesi- ja ympäristöprojekti

HELSINKI 1976



# YVY

18  
YVY Tutkimus

## TUTKIMUS 20

### Haja-asutuksen viemärointi ja jätehuolto

VESIHALLITUKSEN PROJEKTI N:O 7529

INSINÖÖRITOIMISTO MAA JA VESI OY

JARMO GUMMERUS  
KARI JOHANSSON

### yhdyksuntien vesi- ja ympäristöprojekti

HELSINKI 1976

ISBN 951-9250-69-7  
ISSN 0355-1997

KYRIIRI OY  
Luotsikatu 4, 00160 H:KI 16  
PAINO: 90-630 230  
MYynti: 90-440 211/KIRJAKAUPPA  
RUNEBERGINK. 14—16  
(H:GIN KAUPPAKORKEAKOULU)  
00100 Helsinki 10

## ESIPUHE

Haja-asutuksen viemäröintiä ja jätehuoltoa koskevan tutkimuksen perusteluina olivat haja-asutuksen lisääntyvät ympäristöhaitat ja vaikea valvottavuus sekä keskitettyjen ratkaisujen kalleus. Tutkimuksen tavoitteena oli saada aikaan haja-asutuksen, lomaa-asuntojen, leirintäalueiden yms. asutuksen, lähinnä yksittäistalouksien tai pienten talousryhmien viemäröinnin ja jätehuollon soveltamiskelpoiset esimerkkiratkaisut kustannuksineen ja arviointiperusteineen.

Tutkimus suunniteltiin YVY-projektissa ja se teetettiin toimeksiantona insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy:ssä. Tutkimuksen rahoitti vesihallitus ns. YVY-määrärahasta.

Tutkijoina toimivat DI Kari Johansson ja tekn.yo. Jarmo Gummerus Maa ja Vesi Oy:stä. Työtä valvoi ja ohjasi seuraava ryhmä:

pj. toim.pääll. Mirja Särkkä, vesihallitus  
agr. Markku Holma, Työtehoseura ry  
agr. Esa Ikäheimo, maatilahallitus  
ins. Heimo Mäkinen, asuntohallitus  
DI Aino Tamsi, lääkintöhallitus  
ins. Juhani Tengvall, sisäasiainministeriö / kaavoitus- ja rakennusosasto  
MMK Raija Uski, Työtehoseura ry  
DI Tuomo Ainé, SITRA / YVY-projekti  
ins. Kurt W. Hagman, SITRA / YVY-projekti

Tutkimus aloitettiin 22.9.1975 ja saatiin valmiiksi 29.2.1976.

Tutkimus vastaa sille asetettuja tavoitteita. Siinä on esitetty haja-asutuksen jne. jätehuollon ja viemäröinnin ratkaisumahdollisuudet sekä laadittu niiden perusteella toteuttamiskelpoiset vertailuvaihtoehdot. Kunkin vaihtoehdon osalta on laskettu hankinta-

ja käyttökustannukset sekä arvioitu yleistä soveltuvuutta arvoanalyysin avulla. Koska lähtötiedot ovat keskimääräisiä ja arvotarkastelu jossain määrin subjektiivinen, eivät tulokset päde kaikilta osin yksittäistapauksissa. Tutkimus sisältää myös konkreettisia suosituksia jatkotoimiksi.

Yhdyskuntien vesi- ja ympäristöprojekti

## SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
ESIPUHE	I
SISÄLLYSLUETTELO	III
YHTEENVETO	VI
ENGLISH SUMMARY	X
JOHDANTO	1
1. KONKREETTISET TEKNISET MALLIT	2
1.1 Asutustyyppit ja vedenkäyttöryhmät	2
1.2 Viemäröinnin ja jätehuollon vaihtoehdot	3
1.21 Käymäläjätteet ja talousjätevedet	3
1.22 Kuivajätteet	3
1.23 Kotieläintaloudet	3
1.3 Mitoitusperusteet	6
1.4 Tekniset vaihtoehdot	7
1.41 Talotyyppit	7
1.42 Käymälät	7
1.421 Käymälätyypit	7
1.422 Käymälöiden käyttö eri asutus-	
tyypeissä	11
1.423 Käymälöiden erityisvaatimukset	11
1.43 Jätevesien johtaminen	11
1.44 Jätevesien käsittely	12
1.441 Puhdistusmenetelmät	12
1.442 Puhdistamoiden sijoittaminen ja	
perustaminen	13
1.443 Jätevesien imeytys	14
1.444 Jätevesien käsittely maatilata-	
louksissa	16
1.45 Kuivajätteiden käsittely	16
2. LAITTEIDEN MARKKINOIJILLE OSOITETTU LAITETIEDUSTELU	18
3. KUSTANNUSTEKIJÖIDEN, YKSIKKÖKUSTANNUSTEN JA KOKO-	
NAISKUSTANNUSTEN MÄÄRITYS	19
3.1 Käymälät	19
3.11 Investointikustannukset	19

3.12	Käyttökustannukset	19
3.13	Kokonaiskustannukset	20
3.2	Jätevesien johtaminen	20
3.21	Investointikustannukset	20
3.22	Käyttökustannukset	23
3.23	Kokonaiskustannukset	23
3.3	Jätevesien käsittely	24
3.31	Investointikustannukset	24
3.32	Käyttökustannukset	31
3.33	Kokonaiskustannukset	31
3.4	Kuivajätteet	31
3.41	Investointikustannukset	31
3.42	Käyttökustannukset	37
3.43	Kokonaiskustannukset	37
3.5	Maatilataloudet	37
3.51	Investointikustannukset	37
3.52	Käyttökustannukset	40
3.53	Kokonaiskustannukset	40
4.	VAIHTOEHTOJEN VERTAILU	41
4.1	Vertailumenetelmä	41
4.11	Arvotekijät	41
4.12	Arvotekijöiden painotus	41
4.13	Vertailun suoritus	42
4.2	Kustannusvertailu	44
4.21	Viemäröinti	44
4.211	Kokonaiskustannusten muodostuminen	44
4.212	Kustannusvertailun tarkastelua	44
4.22	Kuivajätehuolto	47
4.3	Arvovertailu	49
4.31	Yleistä	49
4.32	Viemäröinti	49
4.321	Käymälät	49
4.322	Jatkokäsittely	50
4.33	Kuivajätehuolto	52
4.4	Kokonaisvertailu	53



4.41	Viemäröinti	53
4.42	Kuivajätehuolto	57
4.5	Maaperän ja topografian vaikutus viemäröinti- vaihtoehtojen vertailuun	57
4.6	Useiden talouksien viemäröinnin yhdistäminen	58
4.61	Kustannusvertailu	58
4.62	Arvovertailu	62
4.63	Kokonaisvertailu	63
4.7	Useiden talouksien jätehuollon yhdistäminen	63
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET	67
5.1	Yleistä	67
5.2	Yksittäistalous	67
5.3	Maatilatalous	68
5.4	Loma-asutus	69
5.5	Haja-asutuksen yhteisviemäröinti	69
5.6	Haja-asutuksen jätehuollon yhteistoiminta	69
5.7	Leirintäalueet	70
5.8	Tulosten soveltaminen	70
5.9	Laitteet	71
6.	EHDOTUKSET JATKOTUTKIMUKSIKSI	73

LIITTEET 1...6

## YHTEENVETO

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tarkoituksena oli luoda viemäröinnin ja jätehuollon soveltamiskelpoiset esimerkkiratkaisut kustannuksineen ja arviointiperusteineen haja-asutuksen, maatilojen, loma-asuntojen, leirintäalueiden yms. asutuksen tarpeisiin.

Tekniset mallit

Tutkimuksen kohteeksi otetut taloustyypit olivat omakotitalo, maatila ja vapaa-ajan asunto. Lisäksi tarkasteltiin niiden muodostamia 5, 20 ja 50 talouden ryhmiä. Eri taloustyypeille luotiin periaatteelliset viemäröinnin ja jätehuollon ratkaisuvaihtoehdot sekä määriteltiin mitoitusperusteet kustannuslaskentaa varten. Erikseen selvitettiin käymälöiden, jätevesien johtamisen ja käsittelyn sekä kuivajätteiden käsittelyn tekniset ratkaisut. Käymälät jaettiin toimintaperiaatteitten mukaisiin ryhmiin, joita ovat vesihuuhtelukäymälät, kuivakäymälät, kemialliset käymälät ja polttokäymälät. Jätevesien käsittelyn tekniset vaihtoehdot jaettiin mekaanisiin, kemiallisiin, biologisiin, biologis-kemiallisiin ja imeytysratkaisuihin.

Käymälä- ja jätevesien käsittelyratkaisuista muodostettiin viemäröinnin kokonaisratkaisuja, jotka olivat pääryhmittäin:

- huuhtelukäymälä- ja talousjäteveden yhteiskäsittely
- huuhtelukäymälä- ja talousjätevesien erilliskäsittely
- ei-huuhtelevat käymälät ja talousjätevesien erilliskäsittely

Kuivajätteiden kiinteistökohtaiseen käsittelyyn kuului jätteen erottelu, keräys, kuljetus, kompostointi ja maahan hautaaminen.

Kustannukset

Markkinoijille osoitetun kyselyn perusteella laskettiin käymälöi-

den ja jäteveden puhdistamoiden tyyppivaihtoehtojen keskimääräiset hankintakustannukset. Asennus- ja käyttökustannukset arvioitiin laitteiden valmistajien antamien tietojen sekä käytännön kokemusten perusteella. Kustannuksia tarkasteltiin erikseen käymälöiden, jätevesien johtamisen, jätevesien käsittelyn, kuivajätteen ja maatilatalouksien erityisratkaisujen osalta.

### Vaihtoehtojen vertailu

Vaihtoehtoja vertailtiin viemäröinnin ja jätehuollon kokonaisratkaisuina. Vertailumenetelmänä käytettiin arvoanalyysiä. Arvoanalyysissä käytettävät ominaisuuksien painokertoimet määritettiin tapauksissa, jolloin ratkaisuja oletettiin sovellettavan tiheässä ja harvassa haja-asutuksessa sekä vesistöön tai arvokkaaseen pohjavesiesiintymään liittyvässä haja-asutuksessa. Vaihtoehtojen ominaisuudet arvosteltiin pisteillä 0...10.

Ulkokäymälä ja talousjätevesien käsittely sakokaivossa osoittautuivat luonnollisesti kustannuksiltaan halvimmaksi kokonaisratkaisuksi. Sen vertailukustannukset ovat noin 10 000 mk, josta investointikustannukset 7 300 mk ja käyttökustannukset pääomitetuina 2 700 mk (300 mk/v). Sisäasenteisista käymälätyypeistä ja niihin liittyvistä viemäröintijärjestelmistä edullisimmat ja kustannuksiltaan samanarvoiset olivat huuhtelu- ja kompostikäymälät sekä jätevesien käsittely sakokaivossa. Näiden vertailukustannukset ovat 15 000...16 000 mk, josta investointikustannukset 10 000...12 000 mk ja käyttökustannukset pääomitetuina 3 000...6 000 mk.

Kokonaisvertailun mukaan parhaita yksittäistalouksien viemäröinnin kokonaisratkaisuja olivat kompostikäymälät ja talousjätevesien johtaminen sakokaivoon.

Kuivajätteen käsittelyssä todettiin kaatopaikan etäisyydellä olevan suuren merkityksen. Mikäli kaatopaikka oli lähellä (noin 5 km), tuli kokonaisvertailussa edullisimmaksi vaihtoehto, missä

vain paperijäte erotellaan ja muu jäte viedään kaatopaikalle. Jos talossa on kompostikäymälä, niin edullisinta on mätänevän jätteen kompostointi käymälässä, paperijätteen erottelu ja lasi-, metalli-, muovi- yms. jätteen vieminen kaatopaikalle. Kaatopaikan etäisyyden kasvaessa tuli edullisemmaksi käsitellä jätteet tontilla siten, että vain ns. ongelmajätteet (öljyt, lääkkeet, romu) kuljetetaan kunnallisen jätehuollon piiriin.

Useampien talouksien viemäröinnin yhdistäminen havaittiin yksittäisviemäröintiä edullisemmaksi kuivakäymälä-taloissa tiheässä haja-asutuksessa silloin, kun yli 20 taloutta oli liittynyt viemäri-verkkoon. Vesihuuhtelukäymälöin varustettujen talojen yhteisviemäröinti ja jätevesien kemiallinen ja/tai biologinen yhteispuhdistus oli jo yli viiden talouden ryhmissä perusteltua ympäristönsuojellusten ja taloudellisten seikkojen vuoksi, jos taloväli oli alle 100 m.

Useiden talouksien jätteiden kuljetus kaatopaikalle huomattiin kiinteistökohtaista kuljetusta edullisemmaksi silloin, kun yli 20 taloutta käyttää samaa välikeräysasemaa ja kun etäisyys kaatopaikalle on enemmän kuin 5...10 km. Vaihtolavasäiliön todettiin olevan epäedullinen viiden talouden yhteiskuljetusjärjestelmäksi.

### Johtopäätökset

Vertailussa osoittautuivat parhaiksi seuraavat ratkaisut:

- Yksittäistalous  
Kompostikäymälä ja talousjätevesien käsittely sakokaivossa. Kuivajätehuollossa paperi erotellaan ja muu jäte viedään kaatopaikalle tai käsitellään kiinteistössä kompostoimalla ja maahan hautaamalla kaatopaikan etäisyyden mukaan.
- Maatilatalous  
Kuten yksittäistalous. Jos on olemassa oleva niukkavetinen huuhtelukäymälä, niin käymälävedet viemäröidään lietelantalaan tai virtsakaivoon.

- Loma-asutus

Korkeatasoisessa loma-asutuksessa kompostikäymälä ja mikäli mahdollista talousjätevesien imeytys. Myös ulkokäymälä sopii edelleen hyvin hoidettuna loma-asutukseen.

- Yhteisviemäröinti

Yhteisviemäröinti on keskimäärin edullista silloin, kun taloväli on pienempi kuin 50 m ja yli 20 talouden on mahdollista liittyä siihen viettoviemärillä. Vanhastaan huuhtelukäymälöin varustetut taloudet kannattaa yleensä yhteisviemäröidä, kun taloväli on pienempi kuin 100 m ja yli viisi taloutta liittyy järjestelmään viettoviemärillä. Yhteisviemäröinnin mahdollisuudet on kuitenkin tutkittava erikseen.

- Leirintäalueet

Kompostikäymälät ja pesuvesien käsittely kemiallisesti ja/tai imeytys.

## ENGLISH SUMMARY

Goal of the study

The goal of the study was to create applicable standard solutions for sewage and waste treatment, including costs and principles of judgement, for the needs of areas of scattered habitation, farms, recreation quarters, camping sites etc.

Technical models

The types of households taken under consideration were one-family house, farm and recreation quarter. Further, groups formed by 5, 20 or 50 of such units were examined. For the different types of households, basic alternatives for sewerage and waste treatment were created and principles of dimensioning were defined for the needs of cost calculations. Technical solutions were drawn up separately for latrines, for removal and treatment of sewage and for treatment of dry waste. Latrines were divided into groups according to the principle of operation: water closets, dry latrines, chemical latrines and combustion latrines. The technical alternatives for waste water treatment were divided into mechanical, chemical, biological, biochemical and sorptional solutions.

Of the solutions for latrines and waste water treatment, total solutions for sewage were formed of which the main division follows:

- combined treatment of water closet sewage and domestic waste water
- separate treatment of water closet sewage and domestic waste water
- latrines not operated by water with separate treatment of domestic waste water

The treatment of dry waste in each household included the separation, collection, removal, composting and burying into ground

of the waste.

### Costs

Average costs of acquisition for the standard solutions of latrines and treatment units for waste water were determined with the help of an inquiry to those marketing the equipment in question. The costs of installation and use were estimated on the basis of information given by the manufacturers of the equipment and practical experience. Costs were examined separately for the parts of latrines, conduction of sewage, treatment of sewage, dry waste and the specific solutions considered for farming households.

### Comparison of the alternatives

The alternatives were compared as total solutions for sewerage and waste treatment with the help of value analysis. The weight coefficients of the properties that were considered in the analysis were defined in cases of scattered habitation dense and not dense, and scattered habitation in contact with body of water or valuable ground water deposit. The properties of the alternatives were rated by giving them points from 0 to 10.

From the standpoint of costs, the separate dry latrine and the treatment of domestic waste water in septic tank naturally proved the cheapest total solution with comparison costs of about 10 000 mk. Of this the costs of investment amount to 7 300 mk and the capitalized costs of use to 2 700 mk (300 mk a year). Of the latrines installed indoors and the sewerage systems connected, the most profitable and equal in costs were the water closet and the composting latrine connected with the treatment of sewage in septic tank. Their comparison costs amount to 15 000...16 000 mk, of which the costs of investment are 10 000 ...12 000 mk and the capitalized costs of use 3 000...6 000 mk.

According to total comparison, the best total sewerage solutions for separate households were the composting latrines and the treatment of domestic waste water in septic tank.

In the case of treatment solutions for dry waste, the location of, or the distance to, the sanitary landfill appeared to have a great significance. If the sanitary landfill was near (about 5 km), the most profitable in total comparison proved the alternative that includes separation of paper waste only, while other waste is carried to the sanitary landfill. If the household includes a composting latrine, the most profitable solution is the composting of digestible waste in the latrine, separation of paper waste and the carriage to sanitary landfill of the glass, metal, plastics and other similar waste. While the distance to sanitary landfill increased, a more profitable solution appeared to be the treatment of waste on site and the carriage of the so-called problematic waste (oils, medicines, metal scrap) only to the sphere of municipal waste treatment.

The combination of sewerages of several households appeared to be better than separate sewerages in the case of houses equipped with dry latrines and situated in dense scattered habitation, when more than 20 households joined the network. In the case of houses equipped with water closets, combined sewerage proved reasonable, connected with chemical and/or biological purification, already in groups of more than 5 households for the sake of environment protection and economy, provided the distance between houses was less than 100 m.

The carriage of waste to sanitary landfill from several households turned up as more profitable than carriage from each household separately, if more than 20 households use the same intermediate collecting station and when the distance to sanitary landfill is more than 5 to 10 km. For the joint carriage system of 5 households, containers carried by open body trucks proved unreasonable.



## Conclusions

The best solutions according to the comparison are:

- For separate households  
Composting latrine and the treatment of domestic waste water in septic tank. In dry waste treatment paper is separated and other waste is carried to sanitary landfill or treated on site by composting and burying into ground, according to distance to dumping ground.
- For farming households  
As separate households. If a water closet operated by small amounts of water exists, the sewage thus produced is conducted to sludge manure deposit or urine well.
- For recreation quarters  
For high-level recreation dwellings composting latrine and sorption of domestic waste water, if possible. Also separate dry latrine, well treated, still is an appropriate solution as latrine for recreation quarters.
- Combined sewerage is profitable in average when the distances between houses are smaller than 50 m and more than 20 households may join by a gravitation sewer. Households already equipped with water closets generally should be connected to combined sewerage, when the distance between houses is smaller than 100 m and more than 5 households join by a gravitation sewer. However, the feasibility of combined sewerage has to be examined separately.
- For camping sites  
Composting latrines and the chemical treatment and/or sorption of washing waters.



## JOHDANTO

Haja-asutuksen yms. jätehuoltoa ja viemäröintiä on tutkittu runsaasti. Selvitykset ovat olleet kuitenkin tasoltaan yleistäviä. Markkinoilla on lukuisia ongelman osittaisratkaisuja, kuten kuivakäymälöitä ja erilaisia jäteastioita. Luotettavien kustannus- ja käyttötietojen puutteessa näiden yksittäistapausten perusteella on ollut vaikea luoda pientalojen, loma-asuntojen, leirintäalueiden yms. jätehuollon ja viemäröinnin ratkaisumalleja ja niiden suosituksia. Myös yksityiskohtaisia virallisia ohjeita ja määräyksiä on olemassa hyvin niukalti.

Vuoden 1970 väestönlaskentatietojen mukaan koko maan asunnoista noin kolmannes ja pientaloista yli puolet (n. 415 000) sijaitsi taajamien ulkopuolella. Maatiloja, joiden peltopinta-ala on yli 1 ha, oli vuonna 1974 noin 270 000 ja yli 10 ha:n tiloja lähes 90 000. Maatiloista oli karjatiloja runsaat puolet. Leirintäalueita oli vuonna 1972 maassamme noin 400. Vuosittain niillä on yövytty 2,0...2,5 milj. kertaa. Loma-asuntoja on tällä hetkellä yli 200 000, joista arviolta 5 % on suunnitelmallisen rakentamisen, so. rantakaavoituksen piirissä.

Varustetasoa on tutkittu myös tilastollisesti. Taaja-asutuksen ulkopuolisista pientaloista oli vuonna 1970 noin puolet varustettu viemärillä ja vesijohdolla sekä noin viidennes huuhtelukäymälällä. Vesihallituksen leirintäalueita koskevassa selvityksessä on todettu mm., että vuonna 1972 noin kolmanneksella tutkituista leirintäalueista oli perinteellinen kuivakäymälä ja yli puolella huuhtelukäymälä.

## 1. KONKREETTISET TEKNISET MALLIT

### 1.1 Asutustyyppit ja vedenkäyttöryhmät

Tutkimuksen kohteiksi on otettu seuraavat taloustyyppit ja niiden yhdistelmät:

- omakotitalo
- maatila
- vapaa-ajan asunto

Mainittujen talotyyppien lisäksi tarkastellaan niiden muodostamia ryhmiä. Tarkastelu on suoritettu siten, että järjestelmään kuuluu:

- 1 talous
- 5 taloutta
- 20 taloutta
- 50 taloutta

Asukasmääriä, yksikkökuormituksia, alueen maankäyttöä ja olosuhteita koskevia tietoja on esitetty kunkin erillistarkastelun yhteydessä.

Viemäröinnin vaihtoehdoissa on käytetty seuraavia vedenkäyttöryhmiä kuvaamaan talouksien varustetasoa:

Vedenkäyttöryhmä I	-	Painevesi ja normaali huuhtelukäymälä
Vedenkäyttöryhmä II	-	Painevesi ja vähävetinen huuhtelukäymälä (alipaineviemärointi, niukkavetinen WC)
Vedenkäyttöryhmä III	-	Painevesi ja vesihuhtelukäymälä, jätevesien erillisviemärointi
Vedenkäyttöryhmä IV	-	Painevesi ja kuivakäymälä
Vedenkäyttöryhmä V	-	Ei painevettä ja kuivakäymälä

## 1.2 Viemäröinnin ja jätehuollon vaihtoehdot

### 1.21 Käymäläjätteet ja talousjätevedet

Tässä tutkitut käymäläjätteen ja talousjätevesien periaatteelliset käsittelyvaihtoehdot on esitetty kuvassa 1.

Vaihtoehtojen lukuisuutta on havainnollistettu kuvassa 2.

### 1.22 Kuivajätteet

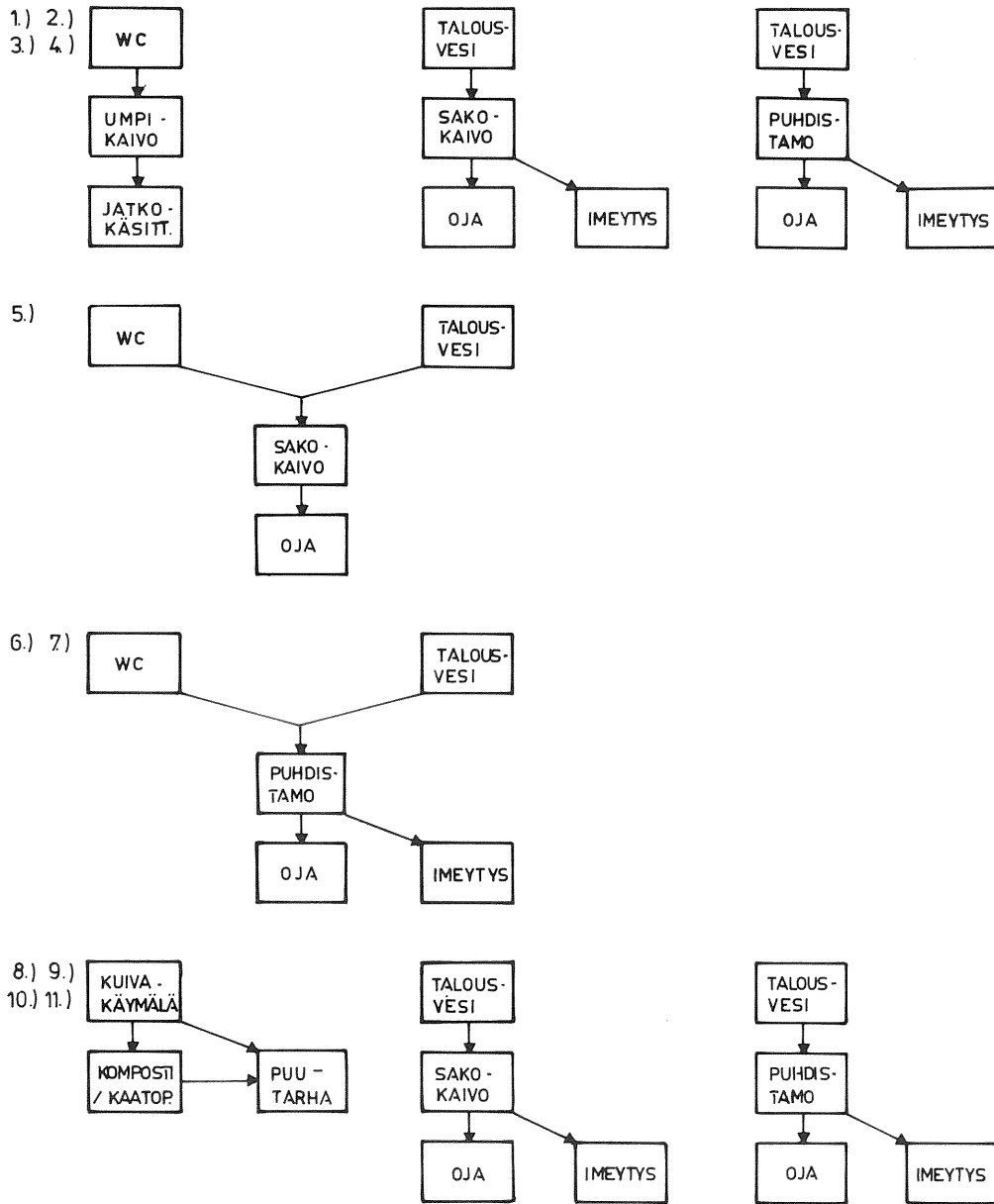
- 1) Kaikki jätteet kerätään yhteen ja kuljetetaan kaatopaikalle.
- 2) Jätteet lajitellaan siten, että paperijätteet poltetaan tai kerätään talteen, orgaaniset jätteet ja lasi-, metalli- yms. jäte kerätään yhteen ja kuljetetaan kaatopaikalle.
- 3) Jätteet lajitellaan siten, että paperijäte poltetaan tai kerätään talteen, orgaaniset jätteet käsitellään kiinteistökohtaisesti käymäläjätteiden kanssa, metalli-, lasi- yms. jäte kerätään yhteen ja kuljetetaan kaatopaikalle.
- 4) Jätteet lajitellaan siten, että paperijäte poltetaan tai kerätään talteen, orgaaninen jäte kompostoidaan kiinteistökohtaisesti, metalli-, lasi- yms. jäte kerätään yhteen ja kuljetetaan kaatopaikalle.
- 5) Jätteet lajitellaan siten, että paperijäte erotetaan, orgaaninen jäte kompostoidaan ja muu jäte haudataan tontille.

### 1.23 Kotieläintaloudet

- 1) Käymälä- ja talousjätevedet johdetaan lietelantalaan tai virtsakaivoon ja viedään sieltä edelleen pellolle.
- 2) Käymäläjätteet johdetaan lietelantalaan tai virtsakaivoon ja

# KÄYMÄLÄJÄTTEEN JA TALOUSJÄTEVESIEN PERIAATTEELLISET KÄSITTELYVAIHTOEHDOT

KUVA 1





viedään edelleen pellolle. Talousjätevedet käsitellään erikseen.

3) Asunnon ja eläintilojen jätevedet käsitellään erillään.

### 1.3 Mitoitusperusteet

Taulukossa 1 on esitetty tässä tutkimuksessa käytetyt mitoitusparametrit.

Taulukko 1. Mitoitusparametrit.

Vedenkäyttöryhmä	Vedenkulutus/Jättemäärä		
	l/tal.x d	m <sup>3</sup> /tal.x a	kg/tal.x a
I	680	250	
II	520	190	
III	680	250	
IV	480	175	
V	160	60	
Jätelaatu:			
Makkilantaa	)	0,24	
Virtsaa	) 5	1,60	
Paperia	)	1,00	100
Orgaanista jätettä			100
Metalli, lasi, muovi yms.			200
Kiinteää jätettä yht.		4,00	400

Yhteen talouteen lasketaan kuuluvan 4 henkeä kaikissa asutustyypeissä. Loma-asutuksen vuotuinen jättemäärä saadaan taulukon 1 arvioista olettamalla käyttökapasiteetiksi 4 kk/a. Taulukossa 2 esitetään jätevesikuormitukset kuormituspisteittäin eriteltynä. Taulukoissa 1 ja 2 esitetyt arvot perustuvat lähteeseen /45/.

Maatilatalouksissa tarkastellaan asunnon ja eläintilojen jätteidensä yhteiskäsittelyä. Lietelantalan tai virtsakaivon sopivana



kokona on pidetty eläinmäärän mukaan 50 ja 100 m<sup>3</sup>. Edellinen vastaa normaalikäytössä (tyhjennys kahdesti vuodessa) noin 15 ja jälkimmäinen noin 30 nautayksikön virtsakaivon tilantarvetta. Lietelantalan tilantarve on vastaavasti 10 m<sup>3</sup> nautayksikköä, 3 m<sup>3</sup> emakkoa ja 1 m<sup>3</sup> lihotussikaa kohden.

Taulukko 2. Jätevesikuormitukset.

Kuormitus- piste	Kuormituksen laatu ja määrä			
	Jätevesi l/as x d	BHK <sub>7</sub> g/as x d	Typpi g/as x d	Fosfori g/as x d
Keittiö	50	24	0,6	0,3
Kylpyhuone	60	9	0,3	0,6
Pyykinpesu	10	5	0,2	1,3
WC (normaali)	50	35	11,0	1,6
WC (niukkavetinen)	10	35	11,0	1,6
Yhteensä	130/170	73	12,1	3,8

#### 1.4 Tekniset vaihtoehdot

##### 1.41 Talotyyppit

Tutkimuksen mallirakennuksena käytetään kaikissa asutustyypeissä normaalia kellaritonta puutaloa, jossa käymälätila on sijoitettu erilleen muista toiminnoista ja sen sijaintia voidaan jossain määrin vaihdella. Alapohjan rakenteena on betonilaatta normaalein lämpöeristein. Taloon on mahdollista sijoittaa erillinen kellari-tila, jonka sisäänkäynti on suoraan ulkoa.

##### 1.42 Käymälät

##### 1.421 Käymälätyypit

Seuraavassa esitettävät käymälätyypit on tarkemmin kuvattu SKTY:n julkaisussa n:o 4 "Jäteveden pienpuhdistamo".

## Vesihuuhtelukäymälät

Vesihuuhtelukäymälässä huuhtelu tapahtuu runsaalla vedellä (6... 10 l/käyttökerta). Ratkaisuun tarvitaan vesijohto- ja viemäri-liitäntä ja käymälä on sijoitettava lämpimään sisätilaan. Käyttötiheyttä ei ole rajoitettu. Markkinoilla on useita malleja.

Mäntäkäymälässä jätteet puristetaan kantta suljettaessa männän avulla keräyssäiliöön johtavaan putkeen. Huuhteluvesi saadaan painepullosta ja sitä tarvitaan kerralla 1...2 dl. Sähkö- ja vesijohtoliitintä ei tarvita. Jätteet joutuvat keräyssäiliöön, joka tyhjennetään imuautoon.

Vähävetisen huuhtelukäymälän huuhtelu tapahtuu paineella, ja vettä kuluu noin 0,5 l käyttökertaa kohti. Ratkaisu vaatii vesijohtoliitännän. Jätteet kerätään betoniseen, teräksiseen tai lujitemuoviseen, maahan kaivettuun tai kellariin sijoitettuun säiliöön. Säiliöstä johdetaan tuuletusputki katolle. Käyttötiheyttä ei ole rajoitettu.

Säiliökäymälä on varustettu huuhteluvesisäiliöllä ja -pumpulla. Sen yläosa istuimiseen, vesisäiliöineen ja pumppuineen muodostaa toisen osan ja jätesäiliö toisen. Ratkaisu ei välttämättä vaadi vesijohtoliitintä.

## Kuivakäymälät

Tavallisessa ulkokäymälässä jätteet kerätään vedenpitävään jätepönttöön. Riittävä ilmanvaihto saavutetaan yleensä rakenteeseen jätetyillä aukoilla tai jätepöntön läheltä katolle johdetulla ilmanvaihtoputkella. Kuivakäymälä on aiheellista sijoittaa vähintään 15 m:n päähän asuinrakennuksesta haju- ym. haittojen vuoksi.

Jätteet peitetään ohuella kerroksella multaa, turvetta, kalkkia, kuorta tai superfosfaattia. Täysi jätepönttö tyhjennetään kompostiin, kaatopaikalle tai pellolle.

Suorakompostikäymälään kuuluu lujitemuovinen säiliö ja siihen suoraan ylhäältä yhdistetyt käymäläistuvin sekä talousjätekuilu. Käymälä- ja talousjätteet lahoavat mullaksi, jota poistetaan noin kerran vuodessa. Säiliöön järjestetään yleensä painovoimaisen ilmanvaihdon avulla alipaine käymälätilaan verrattuna. Jatkuvässä käytössä säiliö on lämpöeristettävä tai sijoitettava lämmitettyyn tilaan. Käymälä voidaan sijoittaa joko sisä- tai ulkotilaan.

Lämminilmakäymälä (pikakomposti) on periaatteeltaan tehostettu kompostointikäymälä. Normaaliala ulosteen hajoamista tehostetaan antamalla noin 70 °C ilmavirran puhaltaa jatkuvasti ulosteen läpi. Jäte maatuu tällöin nopeasti samalla kun se kuivuu. Maatunut käymäläjäte poistetaan 1...2 kertaa vuodessa. Käymälätila varustetaan ilmanvaihdolla ja itse käymälästä johdetaan ilmanvaihtohormi ulkoilmaan. Ratkaisu vaatii sähköliitännän (220 V). Käymälä voidaan sijoittaa joko sisä- tai ulkotilaan.

Paketoivassa kuivakäymälässä jätteet pakataan jatkuvaan muoviletkuun. Käytön jälkeen käynnistettävät, sähkömoottorin pyörittämät sylinterit siirtävät letkua ja saumaavat sen umpeen. Jätteet muodostavat muovipäällysteisen "helminauhan". Jäte jää istuimen alla olevaan irrotettavaan muoviastiaan, joste se viedään kaatopaikalle. Ratkaisu vaatii sähköliitännän (220 tai 12 V). Käymälä voidaan sijoittaa joko sisä- tai ulkotilaan.

Jäähdytyskäymälän periaatteena on ulosteiden ja virtsan jäädyttäminen, jolloin niistä tulee hajuttomia. Jätteet putoavat säiliöön, johon on asetettu ennen käyttöä paperisäkki. Käymälä vaatii sähköliitännän. Käymälä voidaan sijoittaa joko sisä- tai ulkotilaan, mutta sisätilassa tarvitaan ilmanvaihto. Käymäläjäte voidaan kompostoida tai kuljettaa kaatopaikalle.

#### Kemialliset käymälät

Kemiallinen säiliökäymälä on muovinen tai metallinen astia, jossa ulosteisiin lisätään hajoamisen estävää kemikaalia. Kehittyneem-

mässä mallissa jäteliete sekoitetaan. Käymäläjätteet tyhjennetään maahan kaivettuun kuoppaan tai kuljetetaan kaatopaikalle. Tämä käymälätyyppi vaatii erillisen WC-tilan. Liitäntöjä ei tarvita.

Kemiallinen kiertohuuhtelukäymälä on istuimeen liitettyllä jätesäiliöllä varustettu kemiallinen käymälä. Säiliössä oleva vesi, johon on lisätty kemikaaleja, huuhtelee jätteet keräyssäiliöön, minkä jälkeen vesi suodatetaan uudelleen käyttöä varten. Kiinteissä asennuksissa voidaan käyttää istuimessa olevan lisäksi erillistä keräyssäiliötä. Laitetta on saatavan sekä sähkö-, paineilma- että käsi- ja jalkakäyttöisenä. Sijoituspaikalle ei ole rajoituksia. Ulkotilassa käytetään talvella lisäaineena pakkasnestettä.

#### Polttokäymälät

Polttokäymälöissä käymäläjäte hävitetään polttamalla joko sähkö-, nestekaasun tai öljyn avulla. Lentotuhka ja virtsan haju poistokaasuissa voi olla kiusallista ympäristölle.

Sähköpolttokäymälässä jätteet poltetaan sähköllä. Käymälä vaatii sähkö- ja ilmastointiliitännän. Yhden jäte-erän polttamiseen kuluu 30...40 minuuttia. Lopputuotteeksi saadaan tuhkaa.

Nestekaasupolttokäymälässä jätteet poltetaan nestekaasuliekin avulla noin +800 °C:ssa. Nestekaasukäyttöistä polttokäymälää pidetään tulisijalaitteena ja se on asennettava nestekaasuja koskevan asetuksen (471/1964) mukaisesti. Lisäksi istuin on liitettävä palomääräysten mukaiseen savuhormiin. Käymälää voidaan käyttää noin puolen tunnin välein.

Polttokäymälä on eräässä menetelmässä sijoitettu lämmitysjärjestelmän yhteyteen. Järjestelmään liittyy myös pesuvesien haihdutuspuhdistamo. Järjestelmä soveltuu öljy-, kaasu- ja sähkölämpökeskuksen yhteyteen. Käymälää voidaan käyttää noin 15 minuutin välein. Tuhka poistetaan polttokammioista ajoittain.

## 1.422 Käymälöiden käyttö eri asutustyypeissä

Käymälätyyppien käyttömahdollisuudet on esitetty liitteessä 1. Pientalossa kyseeseen tulevat käymäläratkaisut ovat sisätilassa, maatalossa sekä sisällä että ulkona erillisessä tilassa tai eläintilaan liitettyssä kylmätilassa ja vapaa-ajan asunnossa asuinrakennuksessa tai erillisessä ulkotilassa. Vapaa-ajan asunnon on oletettu olevan käytön väliaikoina kylmillään.

## 1.423 Käymälöiden erityisvaatimukset

## Tilavaatimukset

Tilaa (ks. liite 1) tarvitaan käymäläkalusteille, huuhtelusäiliöille, jätteiden siirrolle, jätteiden säilytykseen sekä mahdollisille apulaitteille. Kaikkien tarkasteltujen sisäkäymälätyyppien kalusteosat sopivat mallitalon käymälätilaan, jonka pinta-ala on 1,8 m<sup>2</sup>. Eräisiin käymälätyyppeihin kuuluvat jätesäiliöt vaativat kellaritilaa tai vastaavaa asennusmahdollisuutta lattian alapuolelta.

## Liitännät

Eri käymälätyyppien vaatimat liitännät on esitetty liitteessä 1.

## 1.43 Jätevesien johtaminen

Jätevesien johtamiseen tarkoitetut viettoviemärit mitoitetaan taulukon 3 mukaisesti.

Taulukko 3. Viettoviemärien mitoitus.

Vedenkäyttöryhmä <sup>x)</sup>	Jätevesimäärä l/as x d	Viemäri Ø mm	Kaltevuus o/oo	Peitesyvyys keskim. m	Kaivoväli max m
I	170	110	15	1,7	40
II	130	110	20	1,8	40
III, IV	120	110	10	1,6	40
V	40	110	20	1,8	40

<sup>x)</sup> vrt. sivu 2

Tarkastuskaivot tehdään betonirenkaista, joiden halkaisija on 600 mm. Mikäli viemäriin on liittynyt useita talouksia, kaivojen halkaisija on 800 mm. Jos jätevesien johtamiseen tarvitaan paineviemäriä, käytetään talokohtaisena viemärinä NP4  $\varnothing$  90 muoviputkea. Kokoojaviemärit mitoitetetaan normaalimitoituksella ja niiden pituus määräytyy lähtöarvojen mukaan. Kiinteistökohtaisena pumpaamona käytetään markkinoilla olevia pienpumppaamoita.

#### 1.44 Jätevesien käsittely

##### 1.441 Puhdistusmenetelmät

Kiinteistökohtaiset jäteveden pienpuhdistamot on esitetty tarkemmin SKTY:n julkaisussa n:o 4 "Jäteveden pienpuhdistamo".

##### Mekaaninen puhdistus

Mekaanisen puhdistuksen tarkoituksena on poistaa jätevedestä kiinteät, vettä kevyemmät ja raskaammat epäpuhtaudet.

Talokohtainen mekaaninen käsittely suoritetaan yleensä sakokaivos- sa. Sakokaivo liittyy etu- tai jälkiselkeytysaltaana useisiin tehdasvalmisteisiin pienpuhdistamoihin. Sakokaivo tehdään yksi- tai kaksikaivoisena yksikkönä betonirenkaista tai valamalla paikalla betonista.

##### Biologinen puhdistus

Jätevesien biologisella puhdistuksella pyritään alentamaan jäteveden BHK-kuormaa. Biologisilla puhdistusmenetelmillä saadaan jätevedestä poistetuksi 60...90 % orgaanisesta aineksesta ja 10...40 % ravinteista sekä 70...95 % bakteereista. Biologiset puhdistusmenetelmät voidaan jakaa biologiseen suodatukseen ja akviitilietemene- telmään.

Tehdasvalmisteisia biologisia suodattimia on markkinoilla yksi

kiertosuodatuspuhdistamo. Puhdistamo voidaan asentaa betoni- tai muovikaivoihin.

Aktiivilietemenetelmän sovelluksia pienpuhdistamoissa ovat pitkäilmastus- ja kontaktistabilointimenetelmät. Pienimmät tehdasvalmisteiset aktiivilietelaitokset toimivat pitkäilmastusmenetelmällä. Markkinoilla on useita eri valmistajien ratkaisuja.

Aktiivilietelaitosten allasrakenteet ovat pienemmissä tehdasvalmisteisissa puhdistamoissa lujitemuovia tai terästä sekä isommassa terästä tai osin betonia. Markkinoilla on myös yksi sakokai-voon asennettava aktiivilietelaitos.

Kemiallinen ja biologis-kemiallinen puhdistus

Jäteveden kemiallisessa puhdistuksessa pyritään pääasiassa saostamaan jäteveden sisältämää fosforia kemikaalien avulla. Suorasaostusmenetelmässä saostus tapahtuu mekaanisen puhdistuksen yhteydessä. Biologis-kemiallisessa käsittelyssä ravinnesuolat saostetaan biologisen puhdistuksen yhteydessä.

#### 1.442 Pienpuhdistamoiden sijoittaminen ja perustaminen

Seuraavassa on lueteltu tutkimuksessa käytetyt pienpuhdistamoiden yleiset tekniset sijoitus- ja perustamismallit:

- Etäisyys asutuksesta. Alle 20 avl 30 m, 20...100 avl 50 m ja yli 100 avl 150.
- Sähköliitännöjen oletetaan olevan saatavissa. Liitäntä lähimmästä asuinrakennuksesta.
- Painevesi oletetaan saatavan lähimmästä asuinrakennuksesta, kun viemäroittävien talouksien varustetasoluokka on I-IV. Vesijohto asennetaan viemärikaivantoon.

- Liityntäviemärit kohdan 1.43 mukaan.
- Perustuksen tekninen ratkaisu pienpuhdistamoissa on taulukon 4 mukainen. Taulukko perustuu markkinoilla olevien puhdistamoiden keskimääräisiin perustusvaatimuksiin kokoluokittain.

Taulukko 4. Puhdistamon perustaminen.

Puhdistamoon liittyneet taloudet	Perus- kaivanto  m <sup>3</sup>	Perustamis- syvyys  m	Peruslaatta	Puhdistamon tar- vitsema maa-ala m <sup>2</sup>
1	11	2,2	Tiiviiksi sullottu sorakerros	5
5	30	4,0	- "-	10
20	65	4,0	betonilaatta 0,3x6x3 m <sup>3</sup>	25
50	110	4,0	betonilaatta 0,3x9x3 m <sup>3</sup>	70

## 1.443 Jätevesien imeytys

Sopivissa maasto- ja maaperäoloissa voidaan päästä hyvään lopputulokseen imeyttämällä jätevedet maaperään. Jätevedet on tällöin kuitenkin esikäsiteltävä imeytysmaan tukkeutumisen estämiseksi.

Yhtä taloutta koskevia imeytysratkaisuja on käsitelty liitteessä 2, jossa esitettyjen imeytysvaihtoehtojen mitoitusperusteet ovat seuraavat:

## Imeytyskuoppa

- etäisyys rakennuksesta 10 m
- kuopan tilavuus 2 m<sup>3</sup>
- syvyys 2,5 m
- ei betonirakenteita
- kivitäyte, peitekerros 1 m



### Imeytyskaivo

- etäisyys rakennuksesta 10 m
- betonirenkaat  $\varnothing$  150 cm
- syvyys 2,8 m
- renkaiden alapuolelle karkeaa soraa 0,5 m
- varustetaan kannella ja tuuletusputkella

### Imeytysojasto

- jakokaivo  $\varnothing$  60 cm betonirenkaista
- jakokaivon syvyys 2,5 m
- yhden ojan enimmäispituus 30 m
- jakelujohto  $\varnothing$  100 mm muovinen salaojaputki
- asennussyvyys taulukon 4 mukaan
- putkikaltevuus 2...4 o/oo
- putki eristetty yläpuolelta muovikalvolla
- kaivannon pohjan leveys 0,8 m ja keskimääräinen poikkileikkauksen pinta-ala  $1,0 \times (h + 0,25)m^2$

### Imeytyskenttä

- jakokaivo  $\varnothing$  60 cm betonirenkaista
- jakokaivon syvyys 1 m
- yhden ojan pituus 10 m
- jakelujohto  $\varnothing$  75 mm muovinen salaojaputki
- jakelujohtoa yhteensä 20 m taloutta kohden vedenkäyttöryhmissä V
- jakelujohtojen asennussyvyys 0,5 m

Imeytysratkaisujen teknisistä yksityiskohdista on tarkempi esitys esimerkiksi SKTY:n julkaisussa n:o 4 "Jäteveden pienpuhdistamo".

Imeytyksen soveltuvuus on tutkittava käytännössä tapauskohtaisesti. Tällöin on otettava huomioon maaston muoto, kaivon tai ojaston sijoitus tontilla rakennuksiin ja naapureihin nähden, pohjavesiolot, etäisyys vesistöistä ja maaperäolot.

## 1.444 Jätevesien käsittely maatilatalouksissa

Asunnon ja eläintilojen jätevesien erilliskäsittelyssä asuinjätevedet käsitellään edellä esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

Asunnon ja eläintilojen jätevesien yhteiskäsittelyä on tarkasteltu vedenkäyttöryhmissä I, II ja III. Yhteiskäsittelyssä asumajätevesien vaatima lisätilavuus lietelantalan tai virtsakaivon tilavuuteen on mitoitusparametrien mukaisesti eri vedenkäyttöryhmissä seuraava:

- vedenkäyttöryhmä I	125 m <sup>3</sup>
- vedenkäyttöryhmä II	95 m <sup>3</sup>
- vedenkäyttöryhmä III	
normaali WC	37 m <sup>3</sup>
niukkavetinen WC	8 m <sup>3</sup>

Lietelantala tai virtsakaivo valetaan paikalla pyöreäksi avosäiliöksi vesitiiviistä betonista K 300. Pohjalaatan paksuus on 15 cm ja säiliötilan korkeus 3 m. Säiliö tyhjennetään kaksi kertaa vuodessa.

## 1.45 Kuivajätteiden käsittely

Poiskuljetettavan jätteen määrä kohdan 1.22 mukaisissa vaihtoehdoissa on seuraava:

1)	4 m <sup>3</sup> /a	330 l/kk	85 l/viikko
2)	3 m <sup>3</sup> /a	800 l/kk	65 l/viikko
3,4)	2,4 m <sup>3</sup> /a	200 l/kk	50 l/viikko
5)	-	-	-

Kiinteistökohtaisten jätesäiliöiden tyhjennysvälinä vaihtoehdoissa 1) ja 2) pidetään yhtä viikkoa orgaanisen jätteen mätänemisen vuoksi. Muissa vaihtoehdoissa ei jätteessä periaatteessa ole pilaantuvia aineksia, joten tyhjennysväli voi olla huomattavasti pitempikin.

Jättemäärät on em. tyhjennysvälein varastoitavissa kiinteistöjen pienjätessäiliöihin. Jätteet kuljetetaan tällöin jatkokäsittelyyn kiinteistökohtaisesti. Kuljetustapa huomioon otettuna kyseeseen tuleva jätessäiliö on paperinen tai muovinen jätessäkki, jonka tilavuus on 100...350 l. Säkki asetetaan kannelliseen telineeseen, joka suojaa säkkiä sateelta, maan kosteudelta ja rotilta.

Eroteltava paperijäte oletetaan pääasiassa poltettavan. Siten varastoitavan paperin määrä on niin pieni, että sille ei tarvita erityistä varastotilaa.

Orgaaninen jäte kompostoidaan vaihtoehtoisissa 3) ja 4) joko käymäläjätteen kanssa tai erikseen. Jäte vietään kompostiin tai kuiva-käymälään päivittäin. Tällöin keräilyastiaksi riittää sanko.

Kompostin tekninen rakenne on esitetty mm. vesihallituksen tiedotuksessa n:o 14.

Useiden kiinteistöjen jätteiden yhteinen välikeräys ja kuljetus suoritetaan 4 m<sup>3</sup>:n vaihtolava-jätessäiliöllä. Jätteet lajitellaan kiinteistökohtaisesti vaihtoehtojen 3 tai 3 mukaisesti.

## 2. LAITTEIDEN MARKKINOIJILLE OSOITETTU LAITETIEDUSTELU

Tiedustelun lähtökohtana oli selvittää tämänhetkinen tilanne käymälöiden ja pienpuhdistamoiden markkinoijien ja kaupan olevien laitteiden osalta. Tavoitteena oli täsmentää tämän tutkimuksen kannalta oleellista tietoa. Käymälöistä haluttiin selvittää seuraavia seikkoja:

- markkinoilla olevat käymälätyypit
- hankinta- ja käyttökustannukset mahdollisimman täydellisinä
- sijoitus- ja asennusnäkökohdat
- käyttörajoitukset
- huoltovaatimukset
- markkinointitilanne
- mahdolliset uudet käymäläratkaisut

Vastaavasti pienpuhdistamoista pyrittiin selvittämään seuraavia asioita:

- markkinoilla olevat pienpuhdistamotyypit
- puhdistamoiden sijoitus- ja asennusvaihtoehdot
- käyttö ja huolto erilaisissa käyttöoloissa
- hankinta- ja käyttökustannukset mahdollisimman täydellisinä
- eri puhdistamotyyppien markkinaosuudet
- mahdolliset uudet pienpuhdistamoratkaisut

Kyselykaavake pyrittiin laatimaan siten, että vastaukset voitaisiin hyödyntää suoraan konkreettisten teknisten mallien luomisessa. Kaavakkeet ovat liitteinä 3 ja 4. Tiedustelu osoitettiin tiedossa oleville sekä kyseisten laitteiden mahdollisille suomalaisille valmistajille tai markkinoijille. Käymäläkysely postitettiin 21 ja pienpuhdistamokysely 20 valmistajalle tai markkinoijalle. Tiedusteluun vastasi 19 pienpuhdistamon ja 19 käymälän markkinoijaa.

Tiedustelun vastauksissa luetelluista käymälöistä ja pienpuhdistamoista on laadittu liitteet 5 ja 6. Taulukoista ilmenevät merkki-kohtaisesti käytön edellyttämät tekniset vaatimukset, mahdollisimman täydellinen hankintahinta, käyttökustannukset sekä näitä selettäviä tietoja.

### 3. KUSTANNUSTEKIJÖIDEN, YKSIKKÖKUSTANNUSTEN JA KOKONAIS- KUSTANNUSTEN MÄÄRITYS

#### 3.1 Käymälät

##### 3.11 Investointikustannukset

Investointikustannukset on laskettu merkkikohtaisesti valmistajilta saatujen tietojen sekä laite-esitteiden ja asennusohjeiden perusteella. Huone- ja kellaritila on otettu huomioon erillisenä kustannustekijänä.

Hankintakustannukset sisältävät varsinaiset laitehankinnat sekä käytön edellyttämät lisävarusteet. Käymälöiden vaatimia lisähankintoja ovat mm. ilmanvaihtorakenteet, erilliset jätesäiliöt sekä erilaiset lämmitys-, jäähdytys- ja painejärjestelmät.

Asennuskustannukset on arvioitu laitteiden valmistajilta, myyjiltä ja asennuksia suorittavista liikkeistä saatujen tietojen perusteella. Saadun aineiston perusteella on saatu keskimääräiset yksikkökustannukset standardivarusteille ja -asennuksille, kuten ilmanvaihtorakenteille, sähkö-, vesijohto- ja viemäri-liitännöille jne.

Tilakustannukset määräytyvät pientalojen keskimääräisen neliöhinnan mukaan, kuitenkin on käymälätilan luonteen aiheuttamat lisäkustannukset otettava huomioon. Käymälätilan tilakustannukset ovat  $2\ 000\ \text{mk}/\text{m}^2$  ja kellaritilan  $1\ 200\ \text{mk}/\text{m}^2$  vuoden 1975 hintatason mukaan.

##### 3.12 Käyttökustannukset

Käyttökustannukset muodostuvat laitteen ja siihen liittyvien varusteiden kunnossapidosta, jätesäiliön tyhjennyksestä ja jätteen siirrosta jatkokäsittelyyn sekä veden-, sähkön-, kaasun- ja kemikaalienkulutuksesta. Laitetta oletetaan käytettävän 20 kertaa vuoro-

kaudessa eli viisi kertaa henkilöä kohti. Laitteen välittömät käyttötoimet on katsottu käyttövaivaksi ja niihin käytetty aika niin pieneksi, että ne on otettu huomioon ainoastaan arvotekijöinä.

Käyttökustannukset on arvioitu laitetoimittajien ilmoittamien kustannusten perusteella sekä laskemalla käytön aiheuttamia kustannuksia kustannustekijöittäin kullekin laitemerkille oletetulla käyttömäärällä. Kustannustekijöihin sisältyvän, käyttäjän itsensä suorittaman hoito- ja huoltotyön hinnaksi on arvioitu 20 mk/h.

### 3.13 Kokonaiskustannukset

Kokonaiskustannukset muodostuvat investointi- ja käyttökustannusten summasta. Ne on määritetty yksikkökustannusten perusteella kunkin käymälätyypin keskimääräisinä kustannuksina. Käyttökustannukset on laskettu 15 vuoden menojen nykyarvona käyttäen 6 %:n korkokantaa. Kokonaiskustannusten nykyarvon summakäyrä on esitetty investointi- ja käyttökustannuksiin jaoteltuna käymälätyypeittäin kuvassa 3.

Käymälätyyppien sisäinen, merkkikohtainen kustannushajonta vaihtelee investoinneissa keskimäärin noin  $\pm 50$  %:n ja käyttökustannuksissa  $\pm 35$  %:n välillä. Eri käymälätyypit ovat sisäisen kustannushajonnan osalta samanarvoisia. Siten taulukossa 5 esitetyt keskimääräiset kustannukset antavat keskenään vertailukelpoisen kuvan käymälätyyppien kustannusrakenteesta.

## 3.2 Jätevesien johtaminen

### 3.21 Investointikustannukset

Investointikustannukset jakautuvat seuraaviin osatekijöihin:

- hankinta
- maatyöt
- asennukset
- yleiskustannukset (suunnittelu ym.) 15 % rakennuskustannuksista

Taulukko 5. Käymäläjärjestelmien kustannustekijät ja yksikkökustannusten jakautuminen käymälätyypeittäin.

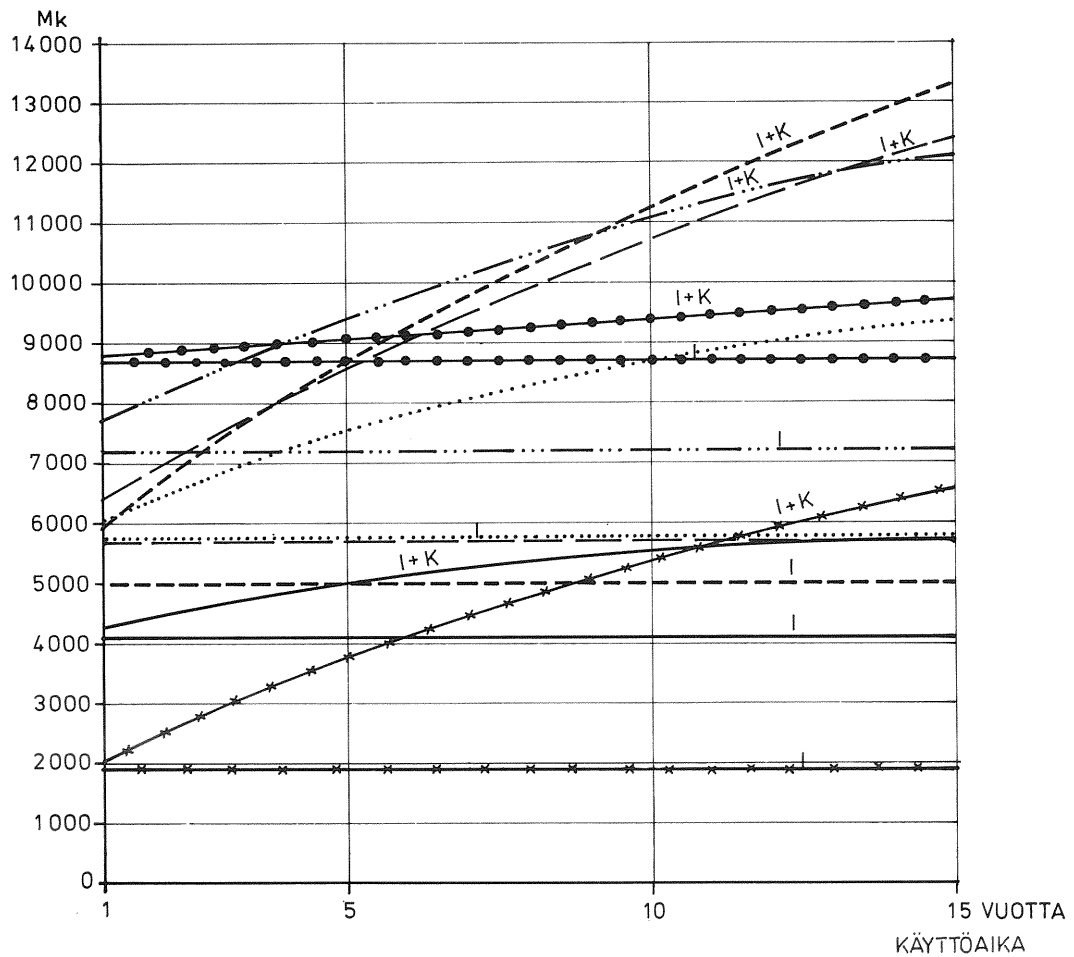
Käymälätyyppi	Norm.vesi- huuhtelu		Niukkaveti- nen huuhte- leva		Suorakom- posti		Pikakom- posti		Paket. jääd., kem.		Poltto		Ulkokäy- määlä (PC)	
	%	mk	%	mk	%	mk	%	mk	%	mk	%	mk	%	mk
Investointikustannukset yht.	100	500	100	3600	100	5100	100	2100	100	2100	100	1400	100 <sup>x</sup>	1900
Hankinta yht.	60	300	75	2700	78	4000	88	1850	98	2050	85	1200	100 <sup>x</sup>	1900
Kaluste	-	-	20	800	10	500	83	1750	67	1400	71	1000		
Jätesäiliö	-	-	55	1900	55	2800	-	-	-	-	-	-		
Ilmanvaihtorak.	-	-	-	-	2	100	5	100	-	-	14	200		
Liut lisävarust.	-	-	-	-	11	600	-	-	31	650	-	-		
Aseennus yht.	40	200	25	900	22	1100	12	250	2	50	14	200		
Liitännäiset														
Vesijohto	20	100	3	100	-	-	-	-	-	-	-	-		
Viemäri	20	100	3	100	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sähkö	-	-	5	180	3	150	7	150	-	-	-	-		
Ilmastointi	-	-	14	520	2	100	5	100	-	-	14	200		
Kaluste ja jätesäiliö	-	-	-	-	17	850	-	-	2	50	-	-		
Käyttökustannukset yht.	100	160	100	500	100	100	100	310	100	710	100	850	100	450
Kunnossapito	6	10	26	130	70	70	-	-	38	270	12	100	25	110
Jätesäiliön tyhjennys	-	-	72	360	-	-	-	-	23	160	-	-	75	340
Vesi	94	150	2	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sähkö	-	-	-	-	30	30	100	310	3	20	-	-	-	-
Kaasu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	750	-	-
Kemikaaliot	-	-	-	-	-	-	-	-	36	260	-	-	-	-

x) Ulkokäymälä kokonaisuudessaan

KUVA 3

### KÄYMÄLÖIDEN KOKONAISKUSTANNUKSET

INVESTOINTI JA  
KÄYTTÖKUST. NYKYARVO



- ..... PIKAKOMPOSTI
- NORM. VESIHUUHTELUKÄYMÄLÄ
- · - · - · - NIUKKAVETINEN, SÄILIÖLLÄ †
- POLTTOKÄYMÄLÄ
- KEMIALLINEN JÄÄDYTYKSEN, PAKETOIVA KÄYMÄLÄ
- ● ● ● ● SUORAKOMPOSTI †
- × × × × × ULKOKÄYMÄLÄ
- I+K INVESTOINTI JA KÄYTTÖKUSTANNUKSET YHTEENSÄ
- I INVESTOINTIKUSTANNUKSET

TILAKUSTANNUS SISÄASENTEISISSA 3 600 mk  
† EI SIS. KELLARITILAKUSTANNUSTA



Kustannustekijöiden laskennan perusteena on ollut normaalistandardin mukainen rakennustapa. Pumppaamoita ei ole jaoteltu pienempiin osiin, koska riittävä kustannustietous saadaan markkinoilla olevista tehdasvalmisteisista pienpumppaamoista. Hankintakustannusten arviointi perustuu ohjehinnastoihin.

Maatöiden yksikköhintoja arvioitaessa otettiin huomioon se, että haja-asutusalueiden olosuhteet laskevat hintoja.

Asennustöiden yksikkökustannukset ovat vuoden 1975 tasoa. Pumppaamoiden kustannustiedot on saatu laitetoimittajilta ja lisäksi niitä on arvioitu kokemusperäisesti.

### 3.22 Käyttökustannukset

Käyttökustannusten kustannustekijät ovat seuraavat:

- huolto ja hoito
- käyttö

Viemärrakenteiden hoito- ja huoltokustannukset ovat osin arvioituja, osin ne perustuvat laitetoimittajien antamiin tietoihin. Käyttäjän itsensä suorittaman työn hintana on ollut 20 mk/h, ammattitaitoa vaativien töiden kustannuksena on käytetty alan laskutushintoihin perustuvana 40 mk/h. Energiakustannuksen yksikköhinta on ollut 0,20 mk/kWh.

### 3.23 Kokonaiskustannukset

Jätevesien johtamisen kokonaiskustannukset muodostuvat edellä luetelluista investointi- ja käyttökustannuksista.

Maatyökustannusten ero eri maalajien välillä on kalliota lukuun ottamatta niin pieni, että tarkastelussa on oletettu maalaji hiekkaksi. Kallio on jätetty tarkastelujen ulkopuolelle, sillä omakoti- ja maatalot sijaitsevat harvoin niin kallioisessa maastossa, että viemäri jouduttaisiin kokonaan louhimaan. Kesäasutuksessa

kalliolle rakentaminen on yleisempää, mutta tällöin on katsottu viemärin louhimisen kallioon aiheuttavan niin suuria kustannuksia, että kallion esiintyminen johtaa sinänsä jo viemärittömään ratkaisuun.

Kustannukset on laskettu 1, 5, 20 ja 50 talouden ryhmissä. On oletettu, että kaikki taloudet kuuluvat tarkasteltavaan vedenkäyttöryhmään ja että kunkin talouden viemäröinti on samanlainen. Yksikkökustannukset on esitetty taulukossa 6 ja kokonaiskustannukset taulukossa 7.

### 3.3 Jätevesien käsittely

#### 3.31 Investointikustannukset

Kustannukset on laskettu silloin, kun jätevedet käsitellään kiinteistökohtaisesti tai useamman talouden ryhmissä. Investointikustannukset jakautuvat seuraaviin osatekijöihin:

- hankinta
- maatyöt
- asennukset
- yleiskustannukset (suunnittelu ym.) 15 % rakennuskustannuksista

Laite- ja tarvikehankintojen kustannukset ovat laitetoimittajien ilmoittamia ohjehintoja, jotka on saatu pienpuhdistamokyselyn aineistosta sekä ohjehinnastoista. Maatöiden ja perustuksen yksikkökustannukset ovat samat kuin jätevesien johtamisessa. Maatöiden eritellyt yksikkökustannukset on esitetty kuvassa 4. Betonisen peruslaatan kustannuksina on käytetty  $400 \text{ mk/B-m}^3$ .

Kustannukset vaihtelevat suuresti eri käsittelymenetelmissä. Kustannusten hajontaa havainnollistavat kuvissa 5 ja 6 esitetyt pienpuhdistamoiden merkkikohtaiset hankintakustannukset. Kuvassa 7 on esitetty pienpuhdistamoiden keskimääräiset investointikustannukset.

Taulukko 6. Jätevesien johtamisen kustannustekijät ja yksikkökustannukset.

Veden- käyttö- ryhmä	Hankinta						Asennus					
	Putket mk/m	Kaiivot mk/kpl	Maatyöt		Pumppaamo		Alipaine- järjes- telmä mk	Putket mk/m	Liitän- nät si- säved. yms. mk/kpl	Kaiivot mk/kpl	Pump- paamo	Alipaine järj.
			Hk mk/m	SiMr mk/m	SaHs mk/m	Talouksia mk/kpl						
I	14,-	530,- 648,-	45,-	50,-	45,-	17.000	18.500	20.000	8,-	5,-	230,- 242,-	sis. hank.
II, V	"-	"-	50,-	55,-	50,-	"-	"-	"-	"-	"-	"-	"-
III, IV	"-	"-	40,-	45,-	40,-	"-	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Paine- viemäri	9,-	kuten viemäri	viemäri	viemäri	viemäri				7,-	kuten viemäri	viemäri	

Taulukko 7. Jätevesien johtamisen kokonaiskustannukset.

26

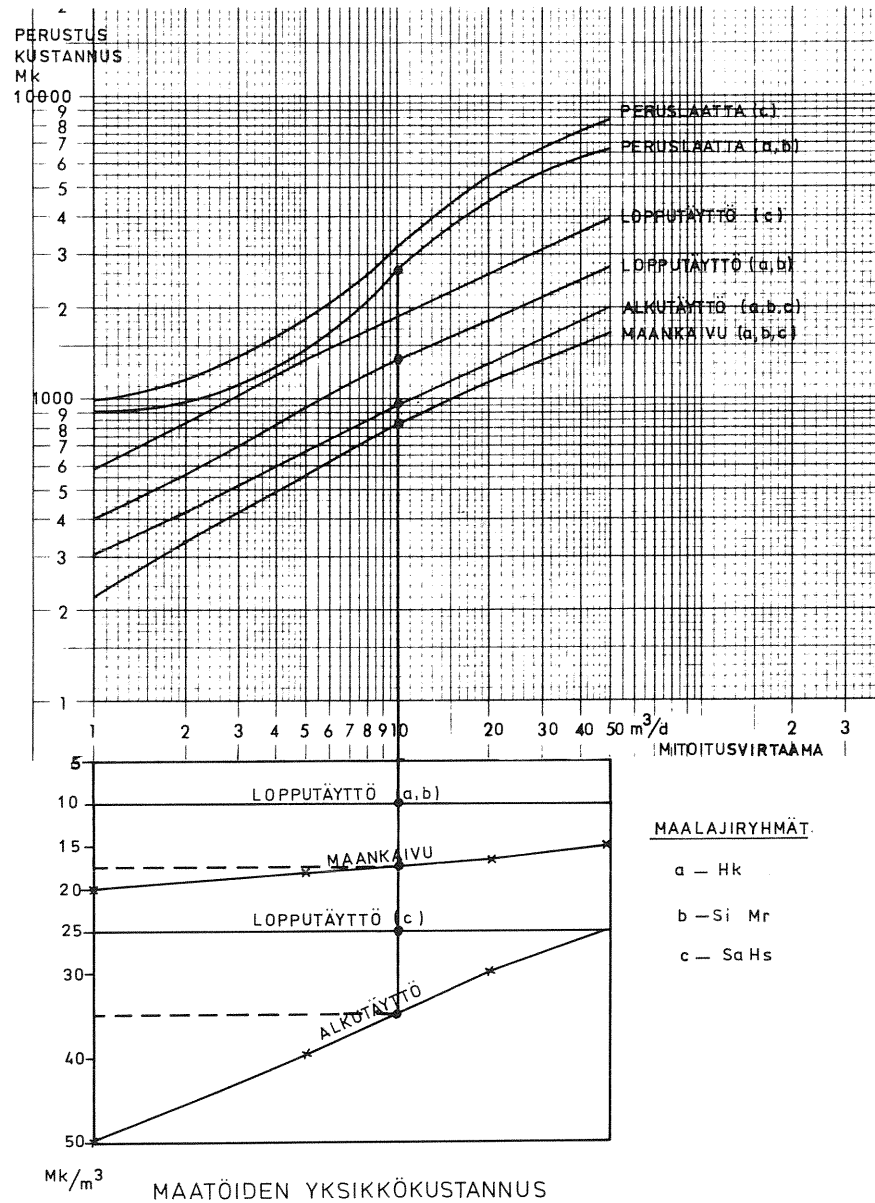
Talouksien lukum.	1			5			20			50		
	Talo- väli m	Rak. kust. mk	Käyttö- kust. nykyarvo mk	Rak. kust. mk	Käyttö- kust. nykyarvo mk	Rak. kust. mk	Käyttö- kust. nykyarvo mk	Rak. kust. mk	Käyttö- kust. nykyarvo mk	Rak. kust. mk	Käyttö- kust. nykyarvo mk	
Viemäröinti- järjestelmä												
Vedenkäyttöryhmä I	50	4.200	1.200	5.900	240	5.900	60	5.900	20	5.900	20	
viettoviemäri	100	4.200	1.200	10.700	240	10.700	60	10.700	20	10.700	20	
	200	4.200	1.200	21.000	240	21.000	60	21.000	20	21.000	20	
Vedenkäyttöryhmä I	50	19.500	6.000	10.000	1.200	6.800	300	6.300	120	6.300	120	
viettoviemäri	100	19.500	6.000	14.600	1.200	11.000	300	11.700	120	11.700	120	
pumppaus + paine- viemäri	200	19.500	6.000	24.800	1.200	22.100	300	21.400	120	21.400	120	
Vedenkäyttöryhmä II	50	11.000	430	6.600	430	5.100	430	4.800	430	4.800	430	
alipainejär- jestelmä	100	11.000	430	10.200	430	8.700	430	8.400	430	8.400	430	
	200	11.000	430	17.400	430	15.900	430	15.600	430	15.600	430	
Vedenkäyttöryhmä III	50											
jätevesien erillis- käsitteily	100											
	200											
Vedenkäyttöryhmä IV	50											
	100											
	200											
Vedenkäyttöryhmä V	50											
	100											
	200											

- Kustannukset taloutta kohden

JG/AT - Nykyarvo ja 15 vuoden käyttöjaksolta 6 %:n korkokannalla

KUVA 4

## PUHDISTAMOIDEN KESKIMÄÄRÄISET PERUSTUSKUSTANNUKSET

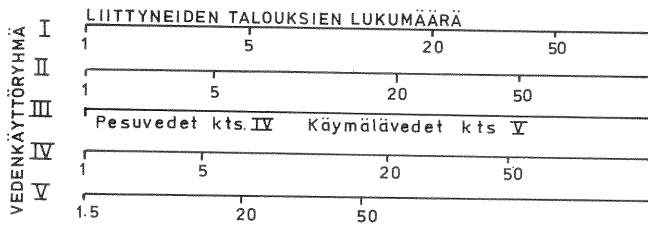
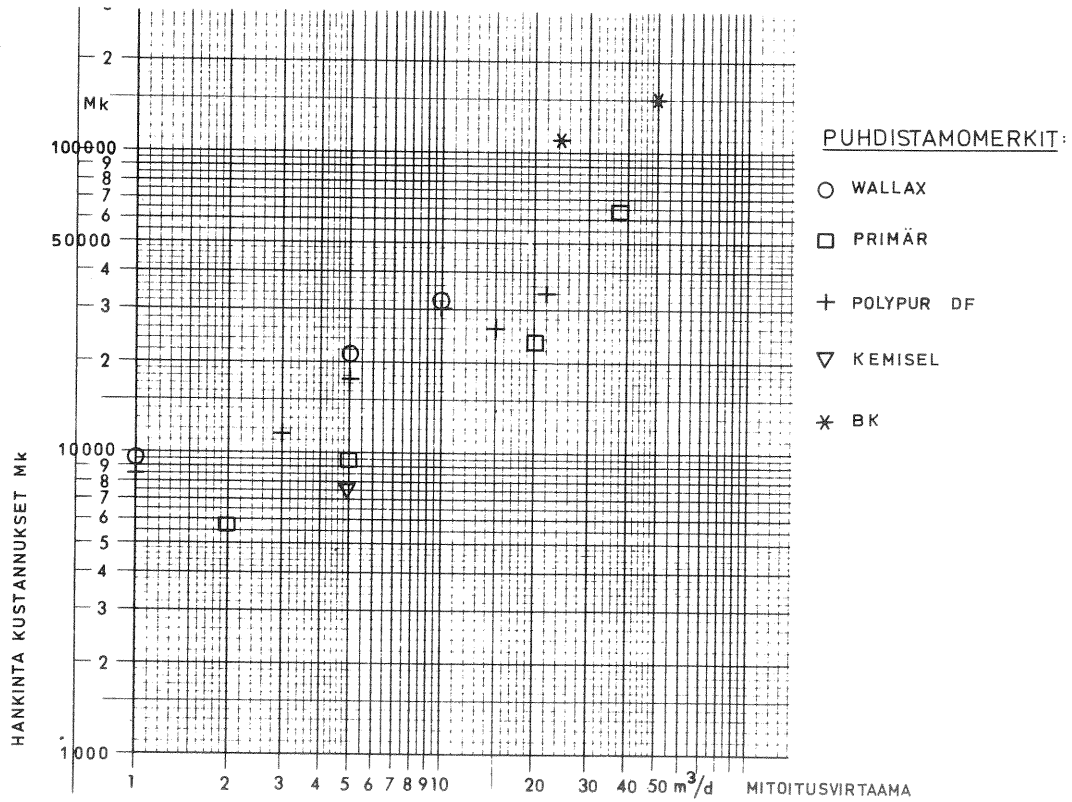


ESIM. PUHDISTAMO, MITOITUSVIRTAAMA  $10 \text{ m}^3/\text{d}$ , MAALAJI a - Hk

MAANKAIVUKUSTANNUS	$17,5 \text{ mk}/\text{m}^3$	YHT.	830 mk
ALKUTÄYTTÖ	$35,0 \text{ --}$	--	120 mk
LOPPUTÄYTTÖ	$10,0 \text{ --}$	--	400 mk
PERUSLAATTA	-	--	<u>1200 mk</u>
PERUSKUSTANNUKSET YHTEENSÄ			2700 mk

KUVA 5

KEMIAALLISET PIENPUHDISTAMOT, HANKINTAKUSTANNUKSET

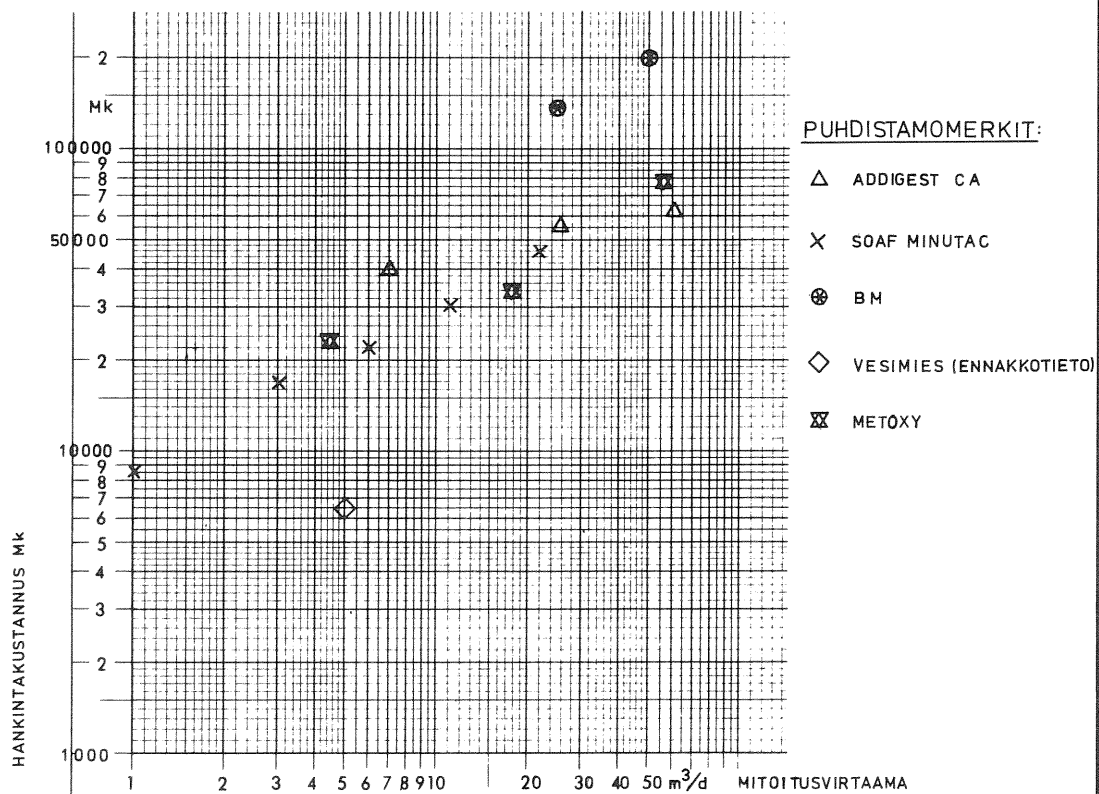


PUHDISTAMOON LIITTYNEIDEN TALOUKSIEN LUKUMÄÄRÄ  
 JA JÄTEVESIMÄÄRÄ VEDENKÄYTTÖRYHMITÄIN

VEDENKÄYTTÖRYHMÄT, KTS. SIVU 2

KUVA 6

## BIOLOGISET JA BIOLOGISKEMIAALLISET PIENPUHDISTAMOT, HANKINTAKUSTANNUKSET



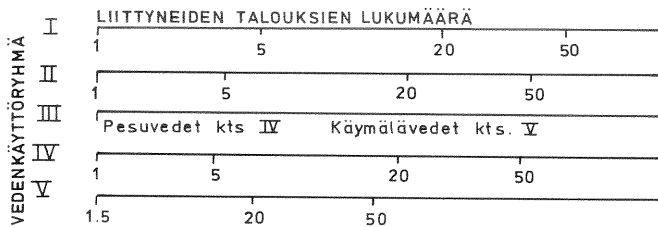
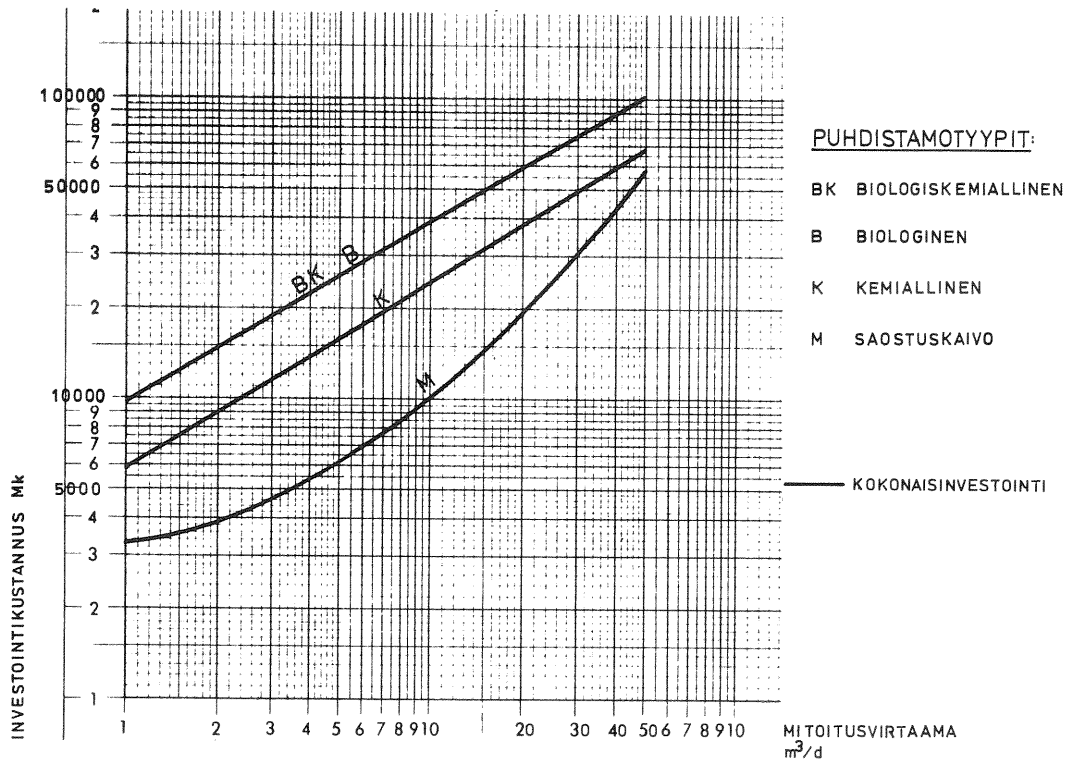
VEDENKÄYTTÖRYHMÄ	LIITTYNEIDEN TALOUKSIEN LUKUMÄÄRÄ	
	I	1
II	1	50
III	Pesuvedet kts. IV Käymälävedet kts. V	
IV	1	50
V	1.5	50

PUHDISTAMOON LIITTYNEIDEN TALOUKSIEN LUKUMÄÄRÄ  
JA JÄTEVESIMÄÄRÄ VEDENKÄYTTÖRYHMITÄIN

VEDENKÄYTTÖRYHMÄT, KTS. SIVU 2

KUVA 7

PIENPUHDISTAMOIDEN KESKIMÄÄRÄISET INVESTOINTI-  
KUSTANNUKSET VUODEN 1975 HINTATASOSSA



PUHDISTAMOON LIITTYNEIDEN TALOUKSIEN LUKUMÄÄRÄ  
JA JÄTEVESIMÄÄRÄ VEDENKÄYTTÖRYHMITÄIN

VEDENKÄYTTÖRYHMÄT, KTS. SIVU 2



### 3.32 Käyttökustannukset

Käyttökustannukset muodostuvat seuraavista tekijöistä:

- huolto
- hoito
- valvonta
- käyttömenot

Käyttökustannukset on saatu laitteiden valmistajien tai markkinoijien ilmoittamien, käytännössä todettujen ja teoreettisesti laskettujen kustannusten perusteella. Sakokaivojen ja imeytysratkaisujen käyttökustannuksiksi on laskettu lietteenpoiston kustannukset (60 mk poistokerralta, enintään 4 m<sup>3</sup>). Pienpuhdistamoiden keskimääräiset käyttökustannukset on esitetty kuvassa 8.

### 3.33 Kokonaiskustannukset

Kokonaiskustannukset on määritetty investointi- ja käyttökustannusten perusteella keskimääräisinä kustannuksina kullekin jätevesien käsittelyratkaisulle. Sakokaivojen sekä pienpuhdistamoiden kokonaiskustannukset on esitetty kuvassa 9. Taulukossa 8 on esitetty imeytysratkaisujen kustannustekijät, yksikkökustannukset sekä kokonaiskustannukset.

## 3.4 Kuivajätteet

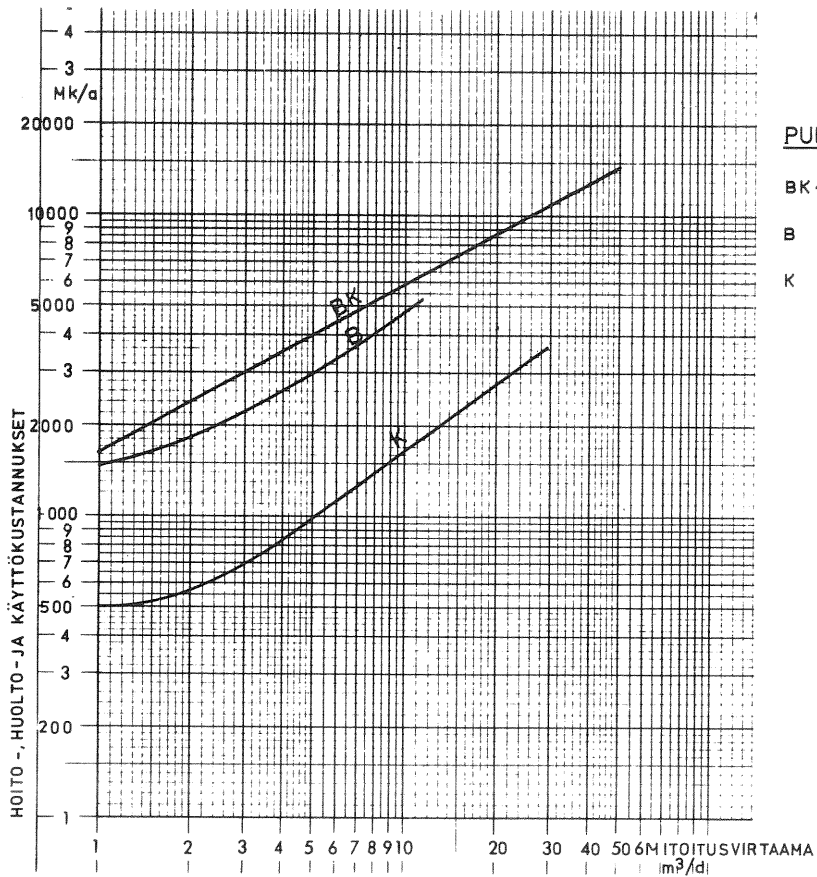
### 3.41 Investointikustannukset

Investointikustannuksia syntyy jätteiden keräily- ja varastointiastioista sekä niiden huone- ja kaappitilantarpeesta, joksi lasketaan 0,25 m<sup>2</sup> keräilyastiaa kohden. Kustannukset on laskettu markkinoilla olevien, teknistä ratkaisumallia vastaavien jäteastioiden hintojen perusteella.

Keittiötilan tilakustannukset ovat 2 000 mk/m<sup>2</sup> ja muun sisätilan 1 500 mk/m<sup>2</sup>. Kustannuslaskelmissa käytetyt keskimääräiset yksikkökustannukset on esitetty taulukossa 9.

KUVA 8

PIENPUHDISTAMOIDEN KESKIMÄÄRÄISET VUOTUISET HOI-  
TO-HUOLTO - JA KÄYTTÖKUSTANNUKSET VUODEN 1975  
HINTATASOSSA



PUHDISTAMOTYYPIT:

BK · BIOLOGISKEMIALLINEN

B · BIOLOGINEN

K · KEMIALLINEN

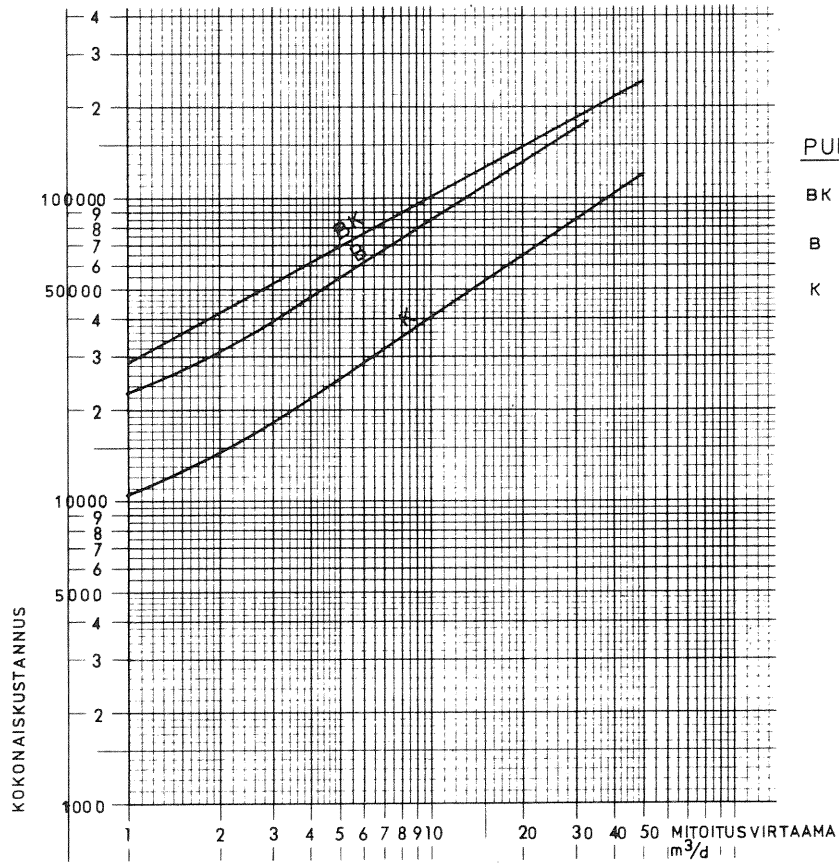
VEDENKÄYTTÖRYHMÄ	I	LIITTYNEIDEN TALOUKSIEN LUKUMÄÄRÄ			
	II	1	5	20	50
	III	1	5	20	50
	IV	Pesuvedet kts. IV		Käymälävedet kts. V	
	V	1.5	5	20	50

PUHDISTAMOON LIITTYNEIDEN TALOUKSIEN LUKUMÄÄRÄ  
JA JÄTEVESIMÄÄRÄ VEDENKÄYTTÖRYHMITÄIN

VEDENKÄYTTÖRYHMÄT, KTS. SIVU 2

KUVA 9

PIENPUHDISTAMOIDEN KESKIMÄÄRÄISET KOKONAISKUS-  
TANNUKSET 15 VUODEN KÄYTTÖJAKSOLTA



PUHDISTAMOTYYPIT

- BK BIOLOGISKEMIALLINEN
- B BIOLOGINEN
- K KEMIALLINEN

VEDENKÄYTTÖRYHMÄ	I	LIITTYNEIDEN TALOUKSIEN LUKUMÄÄRÄ			
		1	5	20	50
	II	1	5	20	50
	III	Pesuvedet kts. IV		Käymälävedet kts. V	
	IV	1	5	20	50
V	1.5	20	50		

PUHDISTAMOON LIITTYNEIDEN TALOUKSIEN LUKUMÄÄRÄ  
JA JÄTEVESIMÄÄRÄ VEDENKÄYTTÖRYHMITÄIN

VEDENKÄYTTÖRYHMÄT, KTS. SIVU 2

Taulukko 8a. Imeytysratkaisujen kustannustekijät ja yksikkökustannukset.

IMEYTYSKUOPPA				
Maankaivu	2 m <sup>3</sup>	á 50,-	yht.	100,-
Täyttö ja viimeistely	2 m <sup>3</sup>	á 45,-	yht.	90,-
Kustannukset yhteensä				190,-

IMEYTYSKAIVO				
Maankaivu	4,5 m <sup>3</sup>	á 40,-		180,-
Kaivo hankinta	1 kpl	á 1.110,-		1.110,-
asennus	1 kpl	á 300,-		300,-
Täyttö ja viimeistely	9 m <sup>3</sup>	á 17,-		150,-
Muut varusteet				100,-
Kustannukset yhteensä				1.840,-

IMEYTYSOJASTO				
Jakokaivo maatyöt	2 m <sup>3</sup>	á 50,-		100,-
hankinta	1 kpl	á 240,-		240,-
asennus	1 kpl	á 300,-		300,-
Ojasto maankaivu	4-48 m	á 25-39 mk/m		
hank.	4-48 m	á 9,10 mk/m		
asennus	4-48 m	á 5,- mk/m		kts.taul. 8b
täyttö	4-48 m	á 30-40 mk/m		
Lisävarusteet yht.	-	-		100,-
Kustannukset yht.				1.000...4.000,-

IMEYTYSKENTTÄ				
Jakokaivo maatyöt	1 m	á 50,-		50,-
hankinta	1 kpl	á 220,-		220,-
asennus	1 kpl	á 200,-		200,-
Ojasto maankaivu	20 m	á 5,-/m		100,-
hankinta	"	á 5,-/m		100,-
asennus	"	á 5,-/m		100,-
täyttö	"	á 10,-/m		200,-
Kustannukset yht.				970,-

Taulukko 8b. Imeytysojaston kustannukset vedenkäyttöryhmittäin.

Vedenkäyttöryhmä	Maaperä	Ojasten pit.	mk/m	yht. mk	Jakokaivo mk	Imeytys yht.
I painevesi, runsas- vetinen WC	Hk,	14	94,-	1.300,-	650,-	1.900,-
	SiMr	40	80,-	3.200,-	650,-	3.800,-
II painevesi, niuk- kavetinen WC	Hk,	10	94,-	940,-	650,-	1.600,-
	SiMr	31	80,-	2.480,-	650,-	3.100,-
III painevesi, WC erillisviemäröinti	Hk	10	94,-	940,-	650,-	1.600,-
	SiMr	29	80,-	2.320,-	650,-	3.000,-
	SaHS	48	70,-	3.360,-	650,-	4.000,-
IV painevesi, kui- vakäymälä	Hk	10	94,-	940,-	650,-	1.600,-
	SiMr	29	80,-	2.320,-	650,-	3.000,-
	SaHS	48	70,-	3.360,-	650,-	4.000,-
V ei painevettä, kuivakäymälä	Hk	4	94,-	380,-	650,-	1.000,-
	SiMr	10	80,-	800,-	650,-	1.500,-
	SaHS	16	70,-	1.120,-	650,-	1.800,-

x)

	Yksikkökustannukset	Yksiköiden lukumäärä eri vaihtoehtoilla				
		1)	2)	3), 4)	5)	
Investointi						
Keräilyastia	10 mk/kpl	1	2	3	3	
Varastointiastia	220 mk/kpl	1	1	1	-	
Tilakustannus	2000 mk/m <sup>2</sup>	0,25	0,50	0,75	0,75	
Käyttö						
Vaihtosäkki tms	150 mk/kpl	52/a	52/a	26/a	-	
Kuljetus	0,40 mk/km					

x) Vaihtoehdot: 1) Kaikki jätteet kaatopaikalle

2) Paperin erotus, muu jäte kaatopaikalle

3) Paperin ja mätänevän jätteen erotus, muu jäte kaatopaikalle

4)

—"

5) Kiinteistökohtainen jätteen käsittely

Vaihtoehtojen tarkemmat kuvaukset kohdassa 1.23

### 3.42 Käyttökustannukset

Käyttökustannustekijöitä ovat jätesäkit tai vastaavat ja kuljetus jätteen jatkokäsittely-yksikköön. Jätteen siirto ja käsittely kiinteistössä otetaan huomioon arvotekijöissä. Kun jäte siirretään omana kuljetuksena jatkokäsittelyyn, kilometrihintana on käytetty 0,40 mk. Vaihtolavasäiliön tyhjennyskustannukset vaihtelevat kuljetusmatkan mukaan 35...60 mk

### 3.43 Kokonaiskustannukset

Kokonaiskustannukset muodostuvat investointi- ja käyttökustannusten summasta. Ne on laskettu kullekin kuivajätteidensä säilytysvaihtoehdolle esitettyjen kustannusten perusteella. Jäteastioiden käyttöikä on pidetty 7,5 vuotta ja vaihtolavasäiliön kuoletusaikana 5 vuotta. Kokonaiskustannukset on laskettu 15 vuoden menojen nykyarvona käyttäen 6 %:n korkokantaa. Kustannukset on esitetty taulukossa 10.

## 3.5 Maatilataloudet

### 3.51 Investointikustannukset

Maatilatalouksien asumajätevesien käsittelyä tarkastellaan tässä niiltä osin kuin se liittyy yhteiskäsittelymahdollisuuteen eläintilojen jätteidensä kanssa. Kustannustekijänä on talousjätevesien vaatima lisätilavuus lietelantalasta tai virtsakaivosta. Karjaa varten rakennettu varastotilavuus on tässä tarkastelussa 50 ja 100 m<sup>3</sup>. Vedenkäyttöryhmän III kustannukset aiheutuvat käymäläjätevesistä.

Lietelantalalan tai virtsakaivon rakentamisen yksikkökustannukset on saatu yhteenvedona suoritettujen vastaavien rakennusteknisten töiden kustannuksista sekä ottamalla huomioon maaseudun rakennuskustannuksia pienentävät erityispiirteet. Virtsakaivon tai lietelantalalan rakennuskustannukset rakennustilavuuden funktiona on esitet-

ty kuvassa 10, missä on lueteltu myös eri vedenkäyttöryhmien jätevesimäärien aiheuttamat rakennuskustannuslisät liettelantalan tai virtsakaivon tilavuuden vaihdellessa.

Taulukko 10a. Kuivajätteen käsittelyn kokonaiskustannukset. Yksittäistalous.

Vaihtoehto <sup>x)</sup>	Investointi		Käyttö mk/a			Nykyarvo mk		
	Hankinta mk/talous	Tila mk/talous	Etäisyys jatkokäsittelyyn			2 km	5 km	10 km
			2 km	5 km	10 km			
1)	460	500	160	290	490	2450	3650	5670
2)	480	1000	160	290	490	2960	4170	6190
3,4)	500	1500	80	140	250	2690	3300	4310
5)	60	1500	-	-	-	1550	1550	1550

<sup>x)</sup> kustannukset mk/talous

Taulukko 10b. Kuivajätteen käsittelyn kokonaiskustannukset. Useiden talouksien jätehuollon yhdistäminen.

Etäisyys kaatopaikalle km	Yhteistoimintaan kuuluvia talouksia kpl								
	5			20			50		
	Keskim. taloväli m			Keskim. taloväli m			Keskim. taloväli m		
	50	100	200	50	100	200	50	100	200
5	3800	3800	3800	2500	2600	2700	2300	2400	2600
10	4200	4200	4200	2600	2700	2800	2400	2500	2700
20	5000	5000	5000	2800	2900	3000	2400	2500	2800

Kokonaiskustannukset nykyarvona mk/talous.

Kiinteistökohtaisen ja välikeräyssäiliön tyhjennys 1 krt/2 vk.

Välikeräyssäiliö 4 m<sup>3</sup> vaihtolava.

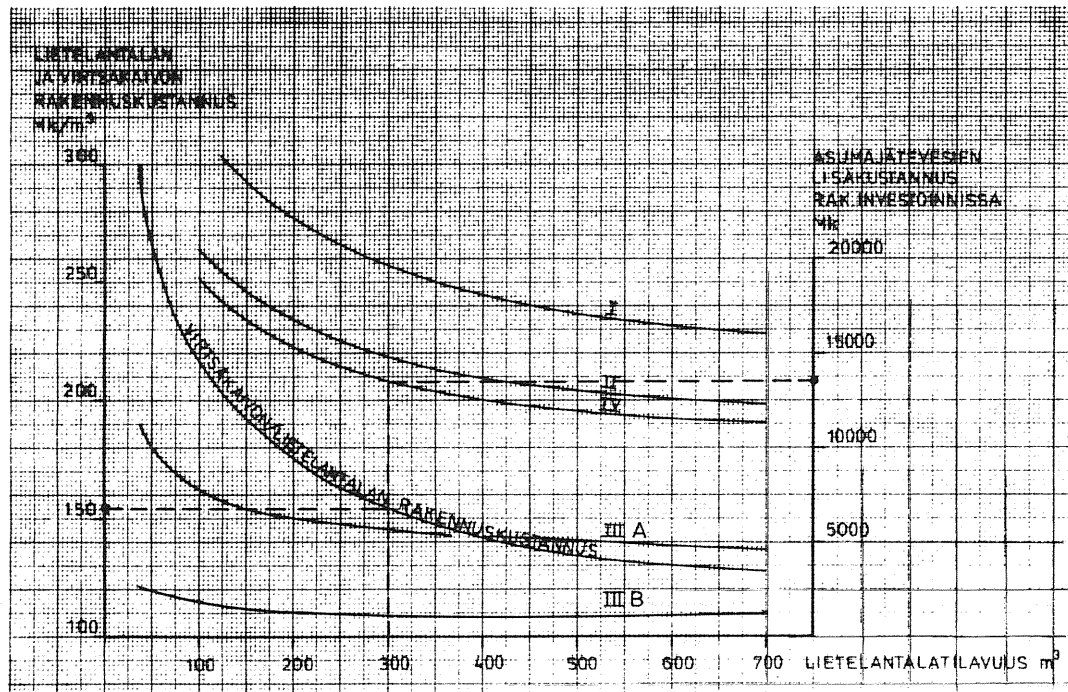
Vaihtolavan kuoletusaika 5 vuotta.

Jätteen kiinteistökohtainen lajittelu vastaa vaihtoehtoja 3 ja 4 (taulukko 10a).



KUVA 10

## LIETELANTALAN YKSIKÖRAKENNUSKUSTANNUS JA ASUMAJÄTEVESIEN LISÄKUSTANNUS



- I - 125m<sup>3</sup> ASUMAJÄTEVESIEN LISÄTILAVUUS ( YHTEISVIEMÄRÖINTI )
- II - 95m<sup>3</sup> ASUMAJÄTEVESIEN LISÄTILAVUUS ( YHTEISVIEMÄRÖINTI )
- III A- 37m<sup>3</sup> ASUMAJÄTEVESIEN LISÄTILAVUUS ( VAIN WC-JÄTEVEDET NORM.WC )
- III B- 8m<sup>3</sup> ASUMAJÄTEVESIEN LISÄTILAVUUS ( VAIN WC-JÄTEVEDET, NIUKKAVETINEN )
- IV - 88m<sup>3</sup> ASUMAJÄTEVESIEN LISÄTILAVUUS ( VAIN TALOUSJÄTTEET )

ESIM. LIETELANTALATILAVUUS 300 m<sup>3</sup>  
 RAKENNUSKUSTANNUS 154 mk / m<sup>3</sup>  
 ASUMAJÄTEVESIEN KUSTANNUSOSUUS VEDENKÄYTTÖRYHMÄSSÄ IV 13500 mk

### 3.52 Käyttökustannukset

Käyttökustannukset muodostuvat asumajätevesien osuudesta lietelantalan tai virtsakaivon tyhjennyksestä ja huollosta.

Käyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi on arvioitu 3 % investointikustannuksista ja tyhjennyskustannuksiksi 5 mk/m<sup>3</sup> käytännön kokemusten mukaan

### 3.53 Kokonaiskustannukset

Kokonaiskustannuksia tarkastellaan kustannuslisänä, minkä talousjätevesien varastoiminen ja käsittely aiheuttaa virtsakaivon tai lietelantalan rakennus- ja käyttökustannuksiin.

Kun lietelantalan tilavuudesta on eläinten osuus 100 m<sup>3</sup>, niin asumajätevesien osuudet kokonaiskustannuksista ovat eri vedenkäyttöryhmissä taulukon 11 mukaiset.

Taulukko 11. Asumajätevesien kustannusosuus lietelantalan tai virtsakaivon kustannuksista.

Vedenkäyttöryhmä	Käyttökust. mk/a/talous	Käyttökust.nykyarvo mk/talous	Kokonaiskust. mk/talous
I	1 700	17 000	33 000
II	1 300	13 000	26 000
III	120...540	1 100...5 200	2 500...11 000
IV	1 200	12 000	24 000

#### 4. VAIHTOEHTOJEN VERTAILU

##### 4.1 Vertailumenetelmä

##### 4.11 Arvotekijät

Jotta vaihtoehtoisten ratkaisujen erilaiset ominaisuudet otettaisiin huomioon, otettiin vertailumenetelmäksi arvoanalyysi. Tutkimuksessa on pyritty määrittämään ne arvotekijät, jotka on katsottu vertailussa merkityksellisiksi. Oletettavasti saman laatutason saavia ominaisuuksia ei ole otettu mukaan. Tällaisia ovat mm. viiranomaisten määräysten edellyttämät ominaisuudet.

Käymälän ja viemäröinnin ominaisuudet on ryhmitelty taulukon 12 mukaisesti 10 ja kuivajätehuollon 5 ryhmään siten, että ryhmien ominaisuudet ovat mahdollisimman vähän toisistaan riippuvaisia.

Käymälöitä, jätevesien johtamista ja jatkokäsittelyä vertaillaan yhtenä kokonaisuutena, mutta kuivajätejärjestelmää tutkitaan erillisesti.

Arvoanalyysissä kustannukset käsitellään yhtenä arvotekijäryhmänä. Kustannusten suuren merkityksen vuoksi arvovertilu suoritetaan kahdessa osassa siten, että kustannuksia ja muita arvotekijöitä tarkastellaan erikseen. Lisäksi tehdään kokonaisvertailu.

##### 4.12 Arvotekijöiden painotus

Arvotekijöille on määritelty painokertoimet tutkimuksen valvontaryhmän ja muiden tutkimukseen kiinteästi osallistuneiden henkilöiden arviointien perusteella. Painotusten määrittelyssä on otettu huomioon jätehuoltojärjestelmän sijoittaminen kolmeen erilaiseen ympäristöön, jotka ovat:

- tiheä haja-asutus (taloväli 50...100 m)
- harva haja-asutus (taloväli 200 m tai enemmän)
- läheisesti vesistöön tai arvokkaaseen pohjavesiesiintymään

liittyvä haja-asutus.

Painotusosuuksien summa on kussakin ryhmässä 100. Painokertoimet on esitetty taulukossa 12.

#### 4.13 Vertailun suoritus

Kukin arvotekijä voi saada pisteitä 0...10, jolloin 10 pistettä edustaa parasta mahdollista tasoa. (Vertailuun on käytetty liitteen 7 mukaisia kaavakkeita.)

Kustannukset muutetaan viemäröintivertailussa pisteiksi siten, että 5 000 mk vastaa 10 pistettä ja 40 000 mk 0 pistettä. Tällä välillä kustannusten ja pisteiden välinen riippuvuus on lineaarinen.

Kun muutetaan kuivajätehuollon kustannuksia arvopisteiksi, 0 mk vastaa 10 pistettä ja 10 000 mk 0 pistettä.

Kustannusten rajojen määrittämisperusteena on ollut se, että yleiset ympäristö- ja käyttövaatimukset täyttävää jätehuollon kokonaisratkaisua ei ole katsottu mahdolliseksi toteuttaa ja ylläpitää alarajaa alittavin tai ylärajaa ylittävin kokonaiskustannuksin.

Ei-mitattaville arvotekijöille ei voida laatia yksiselitteistä arvoasteikkoa. Vaihtoehtojen ominaisuudet on muunnettu pisteiksi 0...10 laatimalla eri pistearvoja vastaavia tyyppiesimerkkejä sekä subjektiivisella ominaisuuksien arvioinnilla. Tällöin paras kuviteltavissa oleva ratkaisu on 10 pisteen arvoinen ja huonoin hyväksyttävissä oleva ratkaisu saa yhden pisteen.

Kun viemäröinnin ja jätehuollon kokonaisratkaisun kustannukset ja arvotekijät on näin muutettu yhteismitallisiksi pistearvoiksi, kerrotaan pisteet vastaavilla painokertoimilla. Painotetut pistemäärät lasketaan yhteen, jolloin saadaan kunkin vaihtoehdon kokonaispistemäärä. Teoreettinen maksimipistemäärä on 1 000 pistettä. Vaihtoehtojen pistemäärät ovat keskenään vertailukelpoisia siten,

Taulukko 12. Haja-asutuksen jätehuolto ja viemäröinti, vaihtoehtojen vertailu.

KUIVAJÄTEHUOLTO

Arvoteki jät	Painokertoimet Ympäristöryhmät 1)		
	a	b	c
Kustannukset	38	43	38
Käymälä			
- hygieenisuus, esteettisyys, hajua käymälätilassa käytön miellyt. istuttavuus, äänitaso yms.	6,8	7,0	7,1
- käyttökokemukset, kestoikä	2,5	2,3	2,2
- käyttövarmuus, käyttötiheyden rajoitukset	2,9	2,3	1,9
- hajua ympäristöön	4,8	2,6	3,1
Jatkokäsittely			
- puhdistusteho	5,6	5,1	8,2
- käymäläjäte			
- talousjätevesi	5,5	5,0	8,0
- lopputuote			
- käymäläjäte	4,5	4,5	4,8
- talousjätevesi	4,2	4,1	4,5
- hajua, melu, maisemavaikutus	7,3	5,4	5,8
- mukautuvaisuus kuormitusvaihteluihin, toimintavarmuus	4,1	4,1	4,5
- hoito-, huolto- ja valvontatyön määrä ja laatu	9,5	9,8	7,6
- kestoikä, käyttökokemukset	4,3	4,8	4,3

Arvoteki jät	Painokertoimet Ympäristöryhmät 1)		
	a	b	c
Kustannukset	38	43	38
Ympäristöteki jät			
- hajua, hygieenisuus, tyhjennysmelu	24	20	23
- maisemavaikutus	8	8	9
Käyttöteki jät			
- hygieenisuus ja yleiset käyttöteki jät: miellyttävyys, vaivattomuus yms.	17	14	15
- lopputuotteen hyötykäyttömahdollisuus	6	7	7
- jatkokäsittelytarve	7	8	8

- 1) Ympäristöryhmät: a - tiheä haja-asutus  
b - harva haja-asutus  
c - vesistöön tai arvokkaaseen pohjaviesiesiintymään  
liittyvä haja-asutus

että eniten pisteitä saanut ratkaisu on paras jne.

## 4.2 Kustannusvertailu

### 4.21 Viemäröinti

#### 4.211 Kokonaiskustannusten muodostuminen

Viemäröinnin kustannuksista verrataan niitä, jotka muodostuvat käymälästä, käymäläjätteiden ja talousjäteveden siirtämisestä jatkokäsittelyyn sekä jatkokäsittelystä.

Yhden talouden viemäröintivaihtoehdot ja niiden kokonaiskustannukset on esitetty taulukossa 13.

#### 4.212 Kustannusvertailun tarkastelua

Halvin kokonaisratkaisu on ulkokäymälä ja talousjätevesien mekaaninen käsittely. Sen kokonaiskustannukset ovat noin 10 000 mk. Vaihdeettavalla jätesäiliöllä varustettuna tämän ratkaisun käyttökustannukset lisääntyvät 350 mk vuodessa.

Kustannuksiltaan edulliseksi osoittautui jätevesien käsittely mekaanisesti sakokaivossa. Mekaaniseen käsittelyyn liittyvät edullisimmat käymäläratkaisut ovat normaali vesihuuhtelukäymälä, niukka-  
vetinen huuhtelukäymälä, suora- ja pikakompostikäymälä. (Tällöin suorakompostikäymälän säiliötilalle ei ole laskettu tilakustannuksia.) Kompostikäymälöihin liittyy vain talousjätevesien mekaaninen käsittely. Kyseisten ratkaisujen kokonaiskustannuserot ovat noin 500 mk.

Puhdistusasteen kohottaminen mekaanisesta nostaa kustannuksia seuraavasti:

- biologiseen tai biologis-kemialliseen 20 000 markkaa
- kemialliseen 6 000 markkaa

Taulukko 13. Yhden talouden viemäröintiratkaisujen kokonaiskustannukset.

Käymälä		Viemäröinti			Käsittelymenet.					Kustannukset			
Tunnus	Yhteis-, vkr I, II Erillis-, vkr III, IV Erillis-, vkr V	Mekaaninen	Pien. puhd.	Imeytys	Kemiallinen	Biologinen	Biol-kem.	Ojasto	kaivo t. kuoppa	Ümpikaivo	Kokonaiskust. nykyarvo mk (sis. tilakustannuksen rymissä A...F)	Investointi kust. mk (ilman tilakustannusta)	Käyttökust. mk/a
Normaali vesihuuhdtelu	A1	x			x						15.200,-	7.900,-	380,-
	A2	x				x		x			23.800,-	12.600,-	780,-
	A3	x				x					21.800,-	10.600,-	780,-
	A4	x					x				34.900,-	14.400,-	1.730,-
	A5	x					x	x			36.800,-	16.400,-	1.730,-
	A6	x						x			36.700,-	14.400,-	1.930,-
	A7	x						x	x		38.700,-	16.400,-	1.930,-
	A8		x			x2				x1	30.500,-	12.600,-	1.480,-
	A9		x			x2			x2	x1	32.300,-	14.400,-	1.480,-
	A10		x				x2			x1	37.200,-	15.300,-	1.880,-
	A11		x				x2		x2	x1	39.000,-	17.100,-	1.880,-
Niukka vetinen huuhdeleva	B1	x			x						15.700,-	8.600,-	360,-
	B2	x				x					35.300,-	15.100,-	1.700,-
	B3	x					x				37.200,-	15.100,-	1.900,-
	B4	x					x	x			36.800,-	16.700,-	1.700,-
	B5	x						x	x		38.800,-	16.700,-	1.900,-
	B6		x			x2				x1	22.800,-	12.200,-	720,-
	B7		x			x2			x2	x1	24.400,-	13.800,-	720,-
	B8		x				x2			x1	29.400,-	14.900,-	1.120,-
	B9		x				x2		x2	x1	31.000,-	16.500,-	1.120,-

jatkuu...

Käymälä	Tunnus	Viemäröinti			Käsittelymenet.				Kustannukset		
		Yhteis-, vkr I, II	Erillis-, vkr III, IV	Erillis-, vkr V	Mekaaninen	Pien. puhd.	Imeytys	Kokonaiskust. nykyarvo mk (sis. tilakustannuksen ryhmissä A...F)	Investointi kust. mk (ilman tilakustannusta)	Käyttökust. mk/a	
Suorakomposti	C1s	x			x2			22.700,-	10.300,-	260,-	
	C2s	x			x2			29.300,-	13.000,-	660,-	
	C3s	x			x2		x2	30.900,-	14.600,-	660,-	
	C4s		x		x2			21.900,-	9.500,-	260,-	
	C5s		x		x2		x2	22.100,-	9.700,-	260,-	
	C6s	x			x2		x2	24.300,-	11.900,-	260,-	
Pikakomposti	D1 . . D6	Kuten suorakomposti						D1...D6 = C1s...C6s - 7.100 mk			
Kem., jäädyttävä,	E1 . . E6	Kuten suorakomposti						E1...E6 = C1s...C6s + 3.500 mk			
Poltto	F1 . . F6	Kuten suorakomposti						F1...F6 = C1s...C6s + 2.600 mk			
Ulkokäymälä kiint.jätösäiliö/maakuoppa	G1k . . G6k	Kuten suorakomposti						G1k...G6k = C1s...C6s - 12.800 mk			
Ulkokäymälä kertak.säiliö	G1i . G6i	Kuten suorakomposti						G1i...G6i = C1s...C6s - 9.300 mk			
Suorakomposti	C1m . . C6m	Kuten edellä						C1m...C6m = C1s...C6s - 6.800 mk			

- Vedenkäyttöryhmät, kts. sivu 1
- Maaperä Hk
- Imeytysratkaisu halvin kyseeseen tuleva
- Käsittely-yksikön etäisyys talosta 30 m kun käymälävesiä, muutoin 10 m
- Käymälätila 1,8 m<sup>2</sup> huomioitu tilakustannuksena 3.600 mk
- x1 = käymälävesi
- x2 = talousjätevesi
- s = kompostikäymälä kellariasenteisena
- m = " maanvaraisasenteisena
- k = ulkokäymälä kiinteällä jätösäiliöllä/maakuopalla
- i = " kertakäyttösäiliöllä



Tutkituista vaihtoehtoista kallein on normaali vesihuuhtelukäymälä ja sen jätevesien kerääminen umpikaivoon sekä talousjätevesien käsittely kemiallisessa pienpuhdistamossa ja imeyttäminen. Ratkaisun kustannukset ovat 39 000 mk.

Muutettaessa kustannukset pisteiksi kohdassa 4.1 esitetyllä menetelmällä saa mainittu halvin ratkaisu 7,7 pistettä ja kallein 0,3 pistettä. Puhdistusmenetelmän vaihtaminen mekaanisesta kemialliseen vähentää noin 1,7 kustannuspistettä ja mekaanisesta biologiseen vaihtaminen noin 5,7 kustannuspistettä.

Maatilatalouksissa tutkittiin vaihtoehtoja, joissa jätevedet johdetaan lietelantalaan tai virtsakaivoon. Taulukossa 14 on esitetty vedenkäyttöryhmittäin jätevesien aiheuttamat lisäkustannukset lietelantalassa tai virtsakaivossa, kun karjalle on varattu 50 ja 100 m<sup>3</sup>, sekä vastaavat viemäröinnin kokonaiskustannukset. Taulukon 14 kokonaiskustannukset ovat vertailukelpoiset taulukon 13 kustannusten kanssa. Asumajätevesien viemäröinti eläintiloihin on kokonaiskustannuksiltaan muiden viemäröintivaihtoehtojen kanssa kilpailukykyinen silloin, kun eläintiloihin viemäröidään vain käymäläjätevedet. Taulukon 14 viemäröintiratkaisut vedenkäyttöryhmissä III A (normaali WC + sakokaivo) ja III B (niukkavetinen WC + sakokaivo) vastaavat jätevesien käsittelyperiaatteiltaan taulukon 13 vaihtoehtoja A 8 ja B 6 (käymälävedet umpikaivoon + talousjätevesille sakokaivo). Käymäläjätevesien johtaminen lietelantalaan osoittautuu näin ollen 2 400...3 300 mk edullisemmaksi normaaliin vesihuuhtelukäymälään liittyvänä ja 3 000...3 300 niukkavetiseen käymälään liittyvänä verrattuna umpikaivojärjestelmään.

#### 4.22 Kuivajätehuolto

Kokonaiskustannuksiltaan edullisimmassa ratkaisussa jätteet käsitellään kiinteistökohtaisesti kompostoimalla ja maahan hautaamalla (vaihtoehto 5, taulukko 15). Mikäli orgaaninen jäte voidaan käsitellä jo kiinteistössä (vaihtoehdot 3 ja 4), jäteastian tyhjennysväliä voidaan lisätä, mikä alentaa käyttökustannuksia. Yk-

Taulukko 14. Maatilataloudet, viemäröinnin kokonaiskustannukset.

Veden- käyttö- ryhmä (kts. 1.2)	V as m <sup>3</sup>	Lisäkustannus lietalalassa t. virtsakaijassa				Käyttökustannus				Viemäröinnin kokonaiskustannukset	
		Kokonaiskustannukset mk		Investointikustannus mk		V <sub>k</sub> =100 m <sup>3</sup>		V <sub>k</sub> =50 m <sup>3</sup>		V <sub>k</sub> =100 m <sup>3</sup>	V <sub>k</sub> =50 m <sup>3</sup>
		Lieteläntä t. virtsakaijo V <sub>k</sub> =100 m <sup>3</sup>	V <sub>k</sub> =50 m <sup>3</sup>	Lieteläntä t. virtsakaijo V <sub>k</sub> =100 m <sup>3</sup>	V <sub>k</sub> =50 m <sup>3</sup>	na mk	mk/a	na mk	mk/a	na mk	Nykyarvo mk
I	125	33200	36700	16300	19000	1.740,-	16.900,-	1.820,-	17.700,-	44.200,-	47.700,-
II	95	26000	28600	13000	15000	1.340,-	13.000,-	1.400,-	13.600,-	39.900,-	42.500,-
III A	37	10700	11600	5500	6200	540,-	5.200,-	560,-	5.400,-	27.200,-	28.100,-
III B	8	2500	2800	1400	1500	115,-	1.100,-	1.30,-	1.200,-	19.500,-	19.800,-
IV	88	24000	26600	12000	14000	1.240,-	12.000,-	1.300,-	12.600,-	35.000,-	37.600,-

- 1) Talousjätevesillä mek. käsittely  
 Käyttö- ja kunnossapitokust. 3 % inv.kust.  
 Tyhjennyskustannus 5 mk/m<sup>3</sup>, tyhjennys 2 krt/a  
 V<sub>as</sub> = asuma-jätevesien vaatima lisätalavuus  
 V<sub>k</sub> = karjan vaatima tilavuus  
 na = nykyarvo; 15 v, 6 %  
 III A - normaali huuhtelukäymälä  
 III B - vähävetinen huuhtelukäymälä

JG/SHP

Taulukko 15. Haja-asutuksen yhden talouden  
kuivajätehuollon vaihtoehtojen vertailu.

Etä. kaatop. x) Vaihtoehto	Kustannuspisteet 1)						Arvo-			Yhteensä					
	2 km		5 km		10 km		pisteet			2 km		5 km		10 km	
	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	1 b	2 b	3 b	4 b	5 b	1 c	2 c	3 c	4 c	5 c
1 a	286	241	164	351	306	324	273	186	309	634	582	495	638	592	516
2 a	267	221	144	420	383	302	250	163	383	685	633	546	687	641	564
3 a	277	254	216	543	497	314	288	244	497	811	785	741	821	798	759
4 a	277	254	216	356	306	314	288	244	330	644	618	574	634	611	572
5 a	321	321	321	306	306	363	363	363	293	656	656	656	627	627	627
1 b	324	273	186	309	306	324	273	186	309	634	582	495	634	582	495
2 b	302	250	163	420	383	302	250	163	383	685	633	546	687	641	564
3 b	314	288	244	543	497	314	288	244	497	811	785	741	821	798	759
4 b	277	254	216	356	306	314	288	244	330	644	618	574	634	611	572
5 b	363	363	363	306	306	363	363	363	293	656	656	656	627	627	627
1 c	286	241	164	343	314	324	273	186	343	630	585	508	630	585	508
2 c	267	221	144	419	383	302	250	163	419	687	641	564	687	641	564
3 c	277	254	216	542	497	314	288	244	542	820	797	759	820	797	759
4 c	277	254	216	361	314	314	288	244	361	639	615	577	639	615	577
5 c	321	321	321	314	314	321	321	321	314	635	635	635	635	635	635

1) Kustannusten vaihteluväli 0...10 000 mk

Ympäristöryhmät: a - tiheä haja-asutus  
 b - harva haja-asutus  
 c - vesistöön tai arvokkaaseen pohjavesiesiintymään  
 liittyvä haja-asutus

Etäisyydet kaatopaikalle 2 km, 5 km, 10 km

x) kts. sivu 3

sinomaan paperin erottaminen (vaihtoehto 2) ei näytä tuovan yksityistaloudellista säästöä jätehuollon kustannuksiin, sillä tyhjennysvälin määräävät terveydenhoitomääräykset.

Kuivajätehuollon kokonaiskustannukset vaihtelevat vaihtoehdon ja kaatopaikan etäisyyden mukaan 1 500...6 200 mk, mikä on viemäröintiratkaisun mukaan keskimäärin 10...30 % jätehuollon ja viemäröinnin kokonaiskustannuksista.

### 4.3 Arvovertailu

#### 4.31 Yleistä

Arvovertailu on suoritettu työryhmän piirissä ja se on perustunut taulukon 12 arvotekijöihin. Vaihtoehtojen ominaisuuksia arvosteltaessa on pyritty luomaan kiinteitä arvoasteikkoja. Esimerkiksi puhdistustehon arvopisteet määritettiin seuraavasti:

- sakokaivo, puhdistusteho 30 % vastaa pistemäärää 3
- kemiallinen puhdistamo, puhdistusteho 50 %, vastaa pistemäärää 5
- biologinen puhdistus, puhdistusteho 60 %, vastaa pistemäärää 6 jne.

Tehtävän luonteen vuoksi tietyt ominaisuudet on jouduttu arvostelemaan subjektiivisesti.

#### 4.32 Viemäröinti

##### 4.321 Käymälät

Käymäläosan painotusarvojen summa on tiheässä haja-asutuksessa (a) 17 %, harvassa (b) ja vesistöön liittyvässä haja-asutuksessa (c) 14 %. Taulukossa 12 käy ilmi yksittäisten arvotekijöiden painotukset eri ympäristöryhmissä.

Eniten pisteitä saa normaali vesihuuhtelukäymälä ja lähes yhtä paljon niukkavetinen huuhtelukäymälä. Kolmantena ja neljäntenä ovat suora- ja pikakompostikäymälät. Niiden pistemääriä huuhtelukäymä-

löihin verrattuna laskevat käytön esteettisyys (näköyhteys jätesäiliön sisään) ja vähäisemmät käyttökokemukset. Kemiallisen, jäädyttävien ja paketoivien käymälätyyppien puutteita on käytön miellyttävyydessä, hygieenisyydessä, käyttökokemuksissa ja käytövarmuudessa. Polttokäymälän arvopisteitä on verottanut ulkotilaan tuleva haju, käyttötiheyden rajoitukset sekä vähäiset käyttökokemukset. Vähiten pisteitä saa ulkokäymälä, jonka suurimmat puutteet ovat käytön miellyttävyydessä (etäisyys asunnosta ja kylmyys talvella).

#### 4.322 Jatkokäsittely

Jatkokäsittelyvertailussa on painotusosuuksien summa tiheässä haja-asutuksessa (a) 45 %, harvassa haja-asutuksessa (b) 43 % ja vesistöön liittyvässä haja-asutuksessa (c) 48 %. Yksittäisten arvotekijöitten painotukset eri ympäristöissä selviävät taulukosta 12.

Paras kokonaisvaikutus saadaan kompostikäymälöillä ja niihin liittyen talousjäteveden kemiallisella puhdistuksella, johon kuuluu imeytys. Kemiallisissa, paketoivissa ja jäädytettävissä käymälätyypeissä lopputuote on kuljetettava asianmukaiseen käsittelyyn tai käsittely voidaan tietyin ympäristöhaitoin suorittaa tontilla. Näiden arvopisteet ovat huomattavasti kompostikäymäläratkaisujen pisteitä pienemmät.

Huuhtelukäymälöiden jatkokäsittelyvaihtoehdoissa jätevedenpuhdistuksen teho voidaan saada korkeaksi biologisella ja biologis-kemiallisella käsittelyllä, johon liittyy imeytys. Lopputuotteeksi jää kuitenkin lietettä, jonka edelleen käsittelemisessä on samat vaikeudet kuin raajan käymäläjätteen käsittelyssä.

Hajun, melun ja maisemavaikutusten pistemäärät vaihtelevat eri vaihtoehdoissa 9...6. Paras pistemäärä on tavallista ulkokäymälälukuun ottamatta kuivakäymälävaihtoehdoilla, joissa talousjätevesien jatkokäsittely sakokaivossa aiheuttaa vain vähäistä hajua ja

maisemahaittaa. Nestemäisen käymäläjätteen on arvosteltu aiheuttavan edellistä suurempaa hajua. Pienpuhdistamoista katsotaan aiheutuvan lisäksi melu- ja maisemahaittaa, jonka määrä riippuu puhdistamotyypistä.

Jatkokäsittelyn mukautuvuus kuormitusvaihteluihin ja toimintavarmuus on arvosteltu parhaimmaksi sakokaivossa, mutta sen puhdistusteho on erittäin huono. Pienpuhdistamoiden puhdistusprosessi ja laitteisto ovat monipuolisemmat kuin sakokaivoissa ja tämän vuoksi ne eivät ole toiminnaltaan yhtä varmoja. Imeytys vaikuttaa toimintavarmuuteen negatiivisesti yhden pisteen verran. Kuivakäymäläratkaisuissa on jäteveden käsittelyyn liittyvien tekijöiden lisäksi otettu huomioon käymälän jätteenkäsittelyosan toimintavarmuus ja mukautuvuus kuormitusvaihteluihin.

Hoito-, huolto- ja valvontatyön määrään ja laatuun on sisällytetty jätevesien ja käymäläjätteiden käsittelyn arvotekijät. Arvostelussa on pyritty erottelemaan ne tekijät, jotka on voitu ottaa huomioon jo kustannuksissa. Tällaisia ovat mm. lietteen poisto loka-autolla, pienpuhdistamoiden huoltosopimukseen sisältyvät toimet jne. Omaan työhön yleensä suoritettavat toimet on myös pyritty arvioimaan kustannuksina. Sen sijaan näiden töiden miellyttävyyden tai epämieluisuuden on otettu huomioon arvotekijöinä. Siten ratkaisut, joissa käymäläjätettä joudutaan siirtämään ja käsittelemään käsityönä, ovat saaneet huonot pistemäärät. Tällaisia ovat normaali ulkokäymälä ja kemialliset yms. vaihtoehdot. Myös pienpuhdistamoihin on katsottu sisältyvän lähinnä hoito- ja valvontatyötä ja -vaivaa, jota ei ole voitu ottaa huomioon kustannuksissa. Vesihuuhtelukäymälä ja mekaanisen käsittelyn vaihtoehdot saavat tässä suhteessa eniten arvopisteitä, joskin myös ne tarvitsevat säännöllistä hoitoa.

Eri vaihtoehtojen kestoikää ja käyttökokemuksia on arvosteltu laitteiden rakenteiden perusteella ja vertailu on siten lähinnä teknistä. Tässä suhteessa parhaiksi on arvosteltu yksinkertaiset ratkaisut eli sakokaivot. Pienpuhdistamotyyppien välille ei tässä

arvotekijäryhmässä ole saatu huomattavia eroja. Imeytysojien ja -kaivojen tukkeutumisriski on otettu huomioon pisteitä vähentävänä tekijänä.

Jatkokäsittelystä saavat parhaat painotetut pistemäärät vaihtoehdot, joissa on komposti- ja polttokäymälät ja talousjätevesien mekaaninen käsittely tai mekaaninen käsittely ja jätevesien imeytys. Hiukan huonommaksi jäävät kompostikäymälä ja talousjätevesien käsittely kemiallisessa pienpuhdistamossa täydennettynä imeytyksellä. Vesihuuhtelukäymälän sisältävistä vaihtoehdoista saivat eniten jatkokäsittelypisteitä erillisviemäröintiratkaisut, joissa käymäläjätevedet kerätään umpikaivoon ja talousjätevedet puhdistetaan mekaanisesti tai kemiallisesti mahdollisesti imeytyksellä tehostettuna.

Käymälä- ja talousjätevesien yhteisviemäröintivaihtoehdot, jotka sisältävät pienpuhdistamon, ovat saaneet melko alhaiset pistemäärät, sillä pienpuhdistamoissa saavutetaan keskimäärin 60...70 % kokonaispuhdistusteho ja lopputuotteena on jatkokäsittelyn vaativaa lietettä.

Ulkokäymälät saivat pienimmät jatkokäsittelypisteet lähinnä lopputuotteen sekä hoito-, huolto- ja valvontatyön laadun arvopisteiden vähäisyyden vuoksi.

Vesistöön liittyvässä haja-asutuksessa painottuu niiden vaihtoehtojen edullisuus, joissa jatkokäsittelyn puhdistusteho ja lopputuote ovat saaneet korkeat arvosanat. Tällaisia ovat komposti- ja polttokäymäläratkaisut jätevesien mekaaniseen käsittelyyn ja imeytykseen yhdistettyinä. Vesihuuhtelukäymälään liittyvistä viemäröintivaihtoehdoista selviytyvät parhaiten tämänkin ympäristöryhmän jatkokäsittelyvertailuissa erillisviemäröintiratkaisut, joissa käymäläjätevedet kerätään umpikaivoon.

#### 4.33 Kuivajätehuolto

Kuivajätehuollon arvotekijät on jaettu ympäristötekijöihin ja

käyttötekijöihin taulukon 12 mukaisesti. Taulukosta käy myös ilmi yksittäisten arvotekijöitten painotukset eri ympäristöryhmissä.

Paras ratkaisu ympäristön ja käytön kannalta on vaihtoehto, missä orgaaninen jäte poistetaan kompostikäymälään, paperijäte erotellaan ja ainoastaan lasi-, muovi- ja metallijäte viedään kaatopaikalle. Ympäristön kannalta seuraavaksi parhaat ovat ratkaisut, joissa kaikki jäte tai jätepaperi eroteltuna viedään kaatopaikalle. Vaihtoehdot, joissa jätteitä pyritään käsittelemään kiinteistökohtaisesti kompostoimalla ja/tai maahan hautaamalla on arvoasteltu ympäristötekijöiltään edellisiä huonommaksi.

Kiinteistökohtaisten jätteenkäsittelyvaihtoehtojen lopputuotteen hyötykäyttömahdollisuus on hyvä, mutta hygieenisuus ja yleiset käyttötekijät huonot. Käyttötekijöiltään huonoimmaksi on arvoasteltu ratkaisu, jossa kaikki jäte kuljetetaan kaatopaikalle.

#### 4.4 Kokonaisvertailu

##### 4.41 Viemäröinti

Taulukossa 16 on havainnollistettu eräiden tyyppivaihtoehtojen arvovertailua. Arvopisteet on esitetty +:lla.

Arvo- ja kustannusvertailun perusteella saatiin 10 parhaan vaihtoehdon keskinäiseksi paremmuusjärjestykseksi ja pistemääräksi eri ympäristöryhmissä taulukon 17 mukainen tulos. Taulukon 17 tulosta on havainnollistettu kuvassa 11.

Taulukossa 16 on esitetty myös maatilatalouden viemäröinti (vaihtoehto III B), jossa käymäläjätevedet johdetaan niukkavetisestä käymälästä lietelantalaan ja muut talousjätevedet sakokaivoon. Vaihtoehdot III B ja B 6 ovat teknisesti keskenään vertailukelpoiset. Arvoanalyysin mukaan III B on edullisempi sekä kustannusten että jatkokäsittelyn kannalta.

Taulukko 16. Tyypivaihtoehtojen vertailu.

Vaihtoehto	Kustannukset	Ominaisuudet													
		Käymälä					Jatkokäsittely								
		hyvähaikut. mellity.	käyttökokem. kestolka	käyttövarm. rajot	haju ympäristöön		käymälä- läjäte	talousjä- tevesi	käymälä- läjäte	lopputuote	talousjä- tevesi	haju, melu maisemaalk.	mukautuvais. toimintav.	hoito, huolto valvontatyö	kestolka käyttökokem.
Suorakomp. + sakokaivo (C1)	++	+++	+++	++++	++++	+++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Pikakomp. + sakokaivo (D1)	+++	+++	+++	++++	++++	+++	+++	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Huhteluk. - sakokaivo (A1)	++++	++++	++++	++++	++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Niukkavetinen-sakokaivo (B1)	+++	++++	++++	++++	++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kemial. jääd. yms.+sakokaivo (E1)	+++	+++	+++	++++	++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Polttok.+sakokaivo (F1)	+++	+++	+++	++++	++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ulkokäymälä+sakokaivo (G1)	++++	++++	++++	++++	++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Huhteluk.+biologinenpuhd. (A4)	-	+++	+++	++++	++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pikakomp.-kemiallinenpuhd. (D2)	++	+++	+++	++++	++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maatilatalous	++	+++	+++	++++	++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Niukkavetinen-umpik. + sakokaivo (B6)	++	+++	+++	++++	++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ käymälä ja talousvesi erillään  
- " " yhteisviemäriöity  
Arvovertailun selitykset: - erittäin huono  
+ huono  
++ välttävä  
+++ tyydyttävä  
++++ hyvä  
+++++ erittäin hyvä

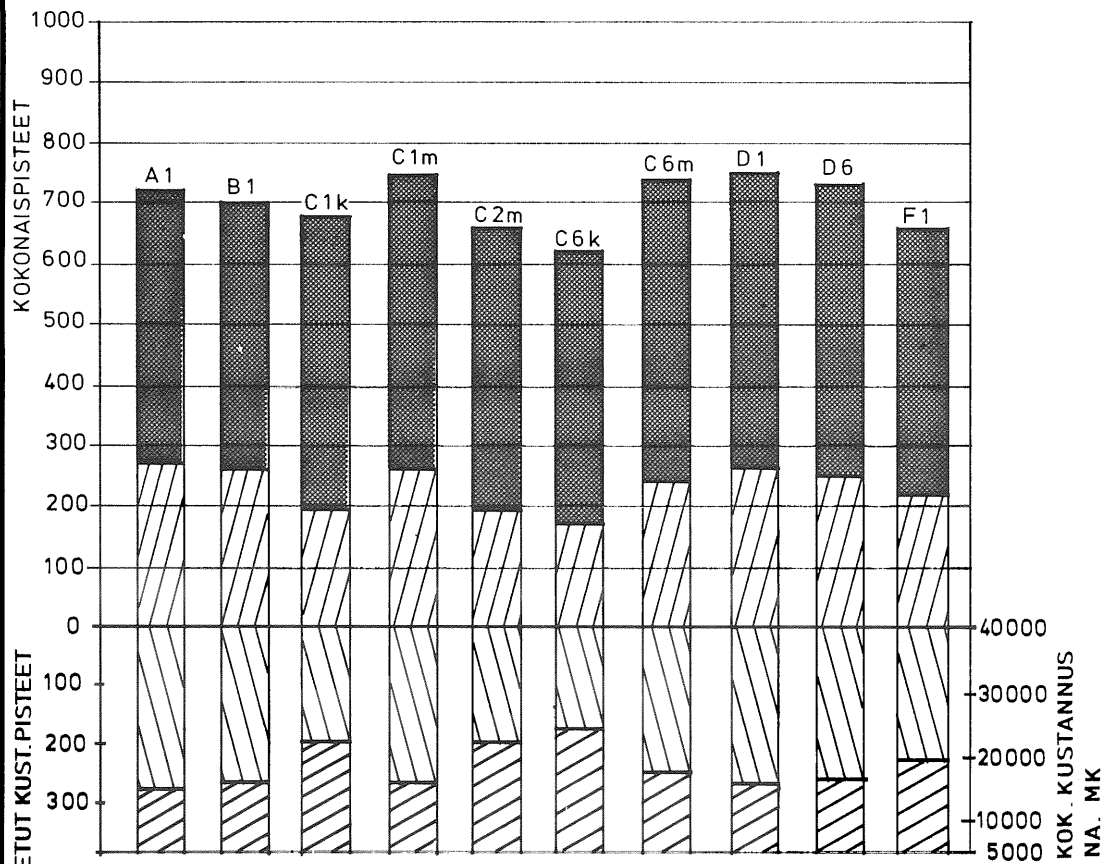


Taulukko 17. Viemäröintivaihtoehtojen vertailu.

Vaihtoehto	Ympäristöryhmä			
	Tiheä haja- asutus sijoitus/ kok.pisteet	Harva haja- asutus sijoitus/ kok.pisteet	Vesistöön liit- tyvä haja- asutus sijoitus/ kok.pisteet	Vesistöön liit- tyvä haja- asutus sijoitus/ kok.pisteet
Suorakompostikäymälä maanvaraisasennuksella (m) talousjätevesillä sakokaivo	1./754	1./747	1./743	1./743
Pikakompostikäymälä, sakokaivo	2./752	2./746	3./743	3./743
Suorakompostikäymälä (m), sakokaivo + imeytys	3./736	3./724	2./743	2./743
Pikakompostikäymälä, sakokaivo + imeytys	4./734	4./723	4./742	4./742
Vesihuuhdelukäymälä, sakokaivo	5./715	5./711	5./681	5./681
Niukkavetinen huuhdelukäymälä, sakokaivo	6./703	6./699	6./670	6./670
Suorakompostikäymälä kellariasennuksella (k) sakokaivo	7./680	7./663	7./669	7./669
Suorakompostikäymälä (k), sakokaivo + imeytys	8./662	10./641	8./669	8./669
Polttokäymälä, sakokaivo	9./657	8./658	9./663	9./663
Suorakompostikäymälä (m), kemiallinen puhd.	10./656	12.638	11./657	11./657
Ulkokäymälä kiinteällä jäteastialla, sakokaivo	15./633	9./645	17./628	17./628
Pikakompostikäymälä, kemiallinen puhdistamo	11./654	13./636	12./656	12./656

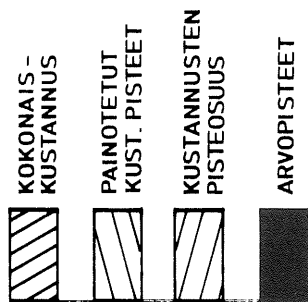
Alkuarvojen tarkkuudesta ja vertailumenetelmästä johtuen neljän ensimmäisen vaihtoehtojen keskinäisellä järjestyksellä ei ole merkitystä niiden välisen vähäisen pisteeron vuoksi.

YHDEN TALOUDEN VIEMÄRÖINTIVAIHTOEHTOJEN VERTAILU ;  
10 PARASTA VAIHTOEHTOA YMPÄRISTÖSSÄ  $\alpha$



## VAIHTOEHDOT :

- A1 - NORM. WC, SAKOKAIVO
- B1 - NIUKKAV. WC, SAKOKAIVO
- C1<sup>k</sup>m - SUORAKOM., SAKOKAIVO
- C1<sup>k</sup>k - SUORAKOM., SAKOKAIVO
- C2<sup>k</sup>m - SUORAKOM., KEM. PUHDISTAMO
- C6<sup>k</sup>k - SUORAKOM., SAKOKAIVO + IMEYTYS
- C6<sup>k</sup>m - SUORAKOM., SAKOKAIVO + IMEYTYS
- D1 - PIKAKOM., SAKOKAIVO
- D6 - PIKAKOM., SAKOKAIVO + IMEYTYS
- F1 - POLTOKÄYMÄLÄ, SAKOKAIVO



k - KELLARIASENNUS KÄYMÄLÄLLÄ  
<sup>k</sup>m - MAANVARAISASENNUS KÄYMÄLÄLLÄ

#### 4.42 Kuivajätehuolto

Kuivajätehuollon arvovertailussa vaihtoehtojen keskinäinen järjestys pysyy samana kaikissa ympäristöryhmissä. Taulukossa 15 on esitetty kunkin ympäristöryhmän arvovertailun ja kustannusvertailun tulokset, kun kaatopaikan etäisyys on 2, 5 ja 10 km.

Kuivajätehuollon vaihtoehdot ovat riippumattomia viemäröintimenetelmistä lukuun ottamatta suorakompostikäymälää (viemäröintivaihtoehto C) edellyttävää vaihtoehtoa. Vertailussa edullisimmaksi kuivajätehuollon menetelmäksi osoittautuikin tämä poikkeus, kun otetaan huomioon vaihtoehto, jossa vain paperijäte erotellaan ja kaikki muu jäte viedään kaatopaikalle.

#### 4.5 Maaperän ja topografian vaikutus viemäröintivaihtoehtojen vertailuun

Selostetussa yhden talouden tutkimuksessa maaperän on oletettu olevan hiekkaa. Muiden maalajien ja kallion kaivu- ja pohjanvahvistuskustannukset ovat yhtä suuret tai suuremmat kuin hiekan. Nämä tekijät lisäävät enemmän käymälä- ja talousjätevesien yhteisviemäröintien kuin kuivakäymälään perustuvien viemäröintien kustannuksia. Siten kohdassa 4.4 todettujen kuivakäymälöiden edullisuus vastaaviin vesihuuhtelukäymälöihin nähden korostuu vaikeammassa maaperäoloissa.

Rakennuspaikan topografian vuoksi saattaa tulla harkittavaksi jätevesien talokohtainen paineviemäröinti. Se aiheuttaa noin 20 000 mk kokonaiskustannuslisän viettoviemäröintiin verrattuna. Tällöin korostuu kuivakäymälöiden edullisuus, mikäli talousjätevedet voidaan imeyttää maaperään.

#### 4.6 Useiden talouksien viemäröinnin yhdistäminen

##### 4.61 Kustannusvertailu

Kustannusvertailu suoritettiin viiden perusvaihtoehdon välillä, jotka olivat:

- A1: normaali vesihuhtelukäymälä, sakokaivo  
 A3: " " , kemiallinen pienpuhdistamo  
 A4: " " , biologinen pienpuhdistamo  
 D1: kompostikäymälä, talousjätevesillä sakokaivo  
 D2: " , talousjätevesillä kemiallinen pienpuhdistamo

Vaihtoehtojen kustannukset laskettiin 5, 20 ja 50 talouden ryhmis- sä, jolloin viemäriä oli 50, 100 ja 200 m taloutta kohti. Viemäri- vesien johtaminen puhdistamoon ja edelleen vesistöön oletetaan ta- pahtuvan joko ilman pumppausta tai yhdellä välipumppauksella. Maa- perä on tarkastelussa hiekkaa.

Taulukoissa 18...19 on esitetty kustannusvertailun tulokset sekä vastaavat yhden talouden erillisviemäröinnin kustannukset. Vertai- lun tuloksia on havainnollistettu kustannuskäyrillä kuvassa 12.

Maaperän kustannusvaikutusten selvittämiseksi on laskettu yhteis- viemäröintivaihtoehtojen kustannuslisä, kun hiekan sijasta maaperä on keskimäärin seuraava: 40 % Sa, 30 % SiMr, 20 % Hk ja 10 % Ka. Kyseisissä olosuhteissa maatyö- ja asennuskustannukset nousevat 30 % hiekkamaahan verrattuna. Eri vaihtoehtojen kustannuslisät ovat siis taloutta kohti seuraavat:

- talokohtainen viemäröinti: 450 mk
- yhteisviemäröinti: taloväli 50 m: 750 mk  
                                   taloväli 100 m: 1 500 mk  
                                   taloväli 200 m: 3 000 mk

Edellä olevien kustannuslisien huomioon ottaminen ei muuta merkit- tävästi kuvan 12 vaihtoehtojen keskinäisiä kustannussuhteita.

Kuvasta 12 voidaan todeta mekaanisen yhteiskäsittelyn olevan talou-

Taulukko 18. Useiden talouksien viemäröinnin yhdistäminen,  
kustannusvertailu.

Taloväli m	Tal. lukum. kpl	Erillisviemäröinti				Yhteisviemäröinti				
		Johta- minen na.mk	Käsittely			Johtaminen		Jätevesien käsittely		
			A 1 na.mk	A 3 na.mk	A 4 na.mk	viettov. na.mk	painev. na.mk	A 1 na.mk	A 3 na.mk	A 4 na.mk
50	5	5300	4300	10900	23800	6100	11200	2500	4000	8600
100	5	↓	↓	↓	↓	11000	15800	2500	4000	8600
200	5	↓	↓	↓	↓	21200	26000	2500	4000	8600
50	20	5300	4300	10900	23800	5900	7100	1700	2500	5000
100	20	↓	↓	↓	↓	10800	12200	1700	2500	5000
200	20	↓	↓	↓	↓	21000	22400	1700	2500	5000
50	50	5300	4300	10900	23800	5900	6400	1700	1900	3700
100	50	↓	↓	↓	↓	10700	11300	1700	1900	3700
200	50	↓	↓	↓	↓	21000	21500	1700	1900	3700

Vaihtoehdot: A1 - Huuhtelukäymälä, sakokaivo  
 A3 - " , kemiallinen puhdistamo  
 A4 - " , biologinen puhdistamo  
 Kustannukset nykyarvojen mk/talous

USEAMPIEN TALOUKSIEN TALOUSJÄTEVESIEN  
YHTEISVIEMÄRÖINNIN KUSTANNUSVERTAILU

Talo- väli	Lukum.	Erillisviemäröinti			Yhteisviemäröinti			
		Joht.	Käsittely		Johtaminen		Käsittely	
			D1	D2	v.	p.	D1	D2
50	5	2.650	3.500	10.900	6.100	11.200	1.400	3.200
100	↓	↓	↓	↓	11.000	15.800	↓	↓
200	↓	↓	↓	↓	21.200	26.000	↓	↓
50	20	↓	↓	↓	5.500	7.100	1.100	2.000
100	↓	↓	↓	↓	9.100	12.200	↓	↓
200	↓	↓	↓	↓	16.300	22.400	↓	↓
50	50	↓	↓	↓	5.200	6.400	1.100	1.500
100	↓	↓	↓	↓	8.800	11.300	↓	↓
200	↓	↓	↓	↓	16.000	21.500	↓	↓

Vaihtoehdot: D1 - kompostikäymälä, sakokaivo  
 D2 - " kemiallinen puhdistamo  
 Kustannukset nykyarvoja mk/talous  
 v = viettoviemäri  
 p = vietto + paineviemäri (1 pumppaamo)

Taulukko 19. Useiden talouksien viemäröinnin yhdistäminen, kokonaiskustannukset.

Taloväli m	Lukum. kpl	Jatkokäsittelyn kokonaiskustannukset								
		Erillisviemäröinti			Yhteisviemäröinti					
		A 1 na.mk	A 3 na.mk	A 4 na.mk	Viettoviemäröinti			Paineviemäröinti		
					A 1 na.mk	A 3 na.mk	A 4 na.mk	A 1 na.mk	A 3 na.mk	A 4 na.mk
50	5	9600	16200	29100	8600	10100	14700	13700	15200	19800
100	5	↓	↓	↓	13500	15000	19600	18300	19800	24400
200	5	↓	↓	↓	23700	25200	29800	28500	30000	34600
50	20	↓	↓	↓	7600	8400	10900	8800	9600	12100
100	20	↓	↓	↓	12500	13300	15800	13900	14700	17700
200	20	↓	↓	↓	22700	23500	26000	24100	24900	27400
50	50	↓	↓	↓	7600	7800	9600	8100	8300	10100
100	50	↓	↓	↓	12400	12600	14400	13000	13200	15000
200	50	↓	↓	↓	22700	22900	24700	23200	23400	25200

Vaihtoehdot: A1 - Huuhtelukäymälä, sakokaivo

A3 - "-", kemiallinen puhdistamo

A4 - "-", biologinen puhdistamo

Kustannukset kokonaiskustannusten nykyarvoja mk/talous

Em. kustannusten lisäksi käymälätilasta ja laitteista kustannukset 5.700 mk

TALOUSJÄTEVESIEN VIEMÄRÖINNIN  
KOKONAISKUSTANNUKSET

Talo- väli	Lukum.	Erillisviemäröinti		Yhteisviemäröinti		
		D1	D2	D1 (v)	D2 (v)	D2 (p)
50	5	6.150	13.550	7.500	9.300	14.400
100	↓	↓	↓	12.400	14.200	19.000
200	↓	↓	↓	22.600	24.400	29.200
50	20	↓	↓	6.600	7.500	9.100
100	↓	↓	↓	10.200	11.100	14.200
200	↓	↓	↓	17.400	18.300	24.400
50	50	↓	↓	6.300	6.700	7.900
100	↓	↓	↓	9.900	10.300	12.800
200	↓	↓	↓	17.100	17.500	23.000

Kustannukset kokonaiskustannusten nykyarvoja mk/talous

v = viettoviemäri p = vietto + paineviemäri (1 pumppaamo)

Vaihtoehdot: D1 - Kompostikäymälä, sakokaivo

D2 - "-", kemiallinen puhdistamo

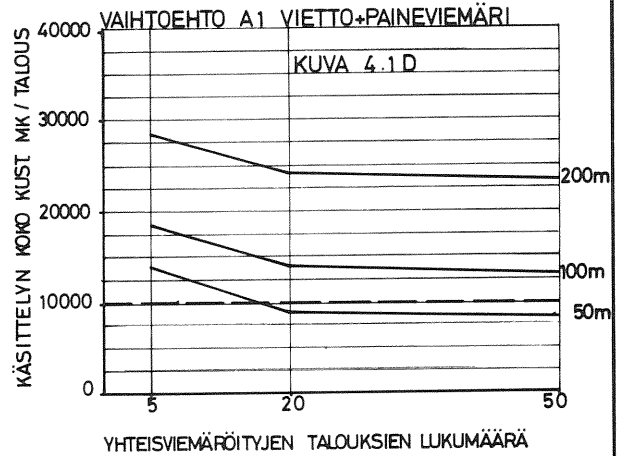
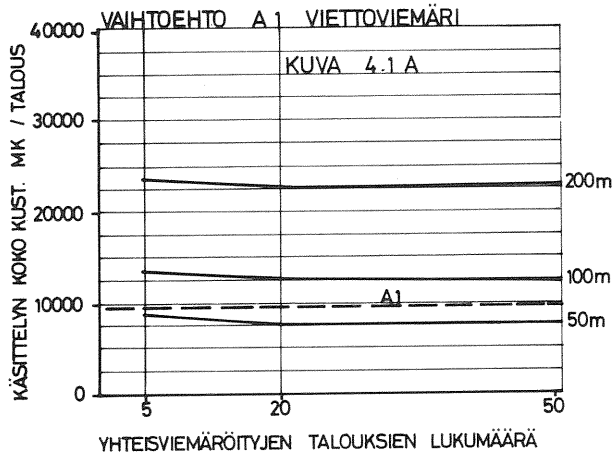
Em. kustannusten lisäksi käymälätilasta ja laitteista kustannukset

8.700 mk

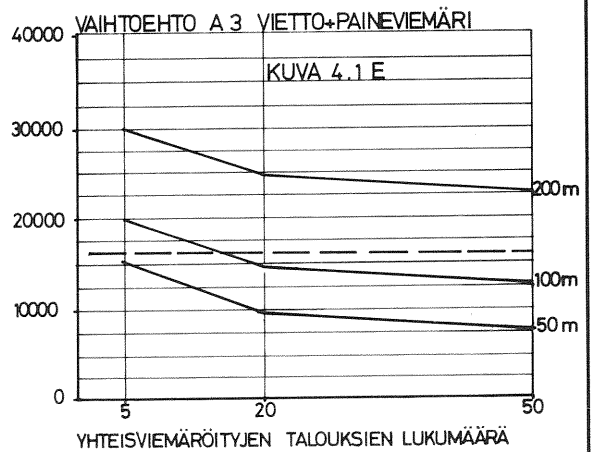
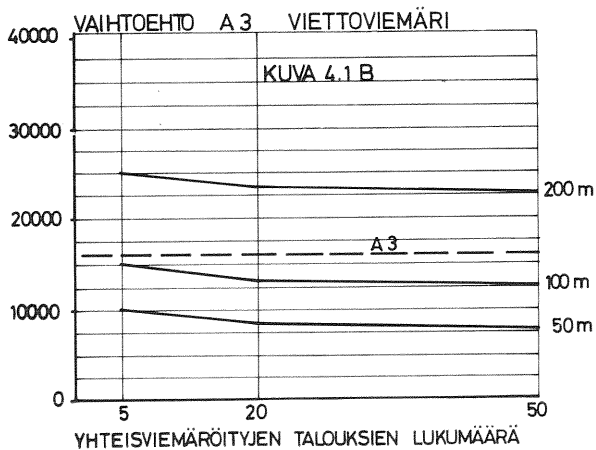
# HAJA-ASUTUKSEN YHTEISVIEMÄRÖINTIVAIHTOEHTOJEN- KUSTANNUSVERTAILU

KUVA 12

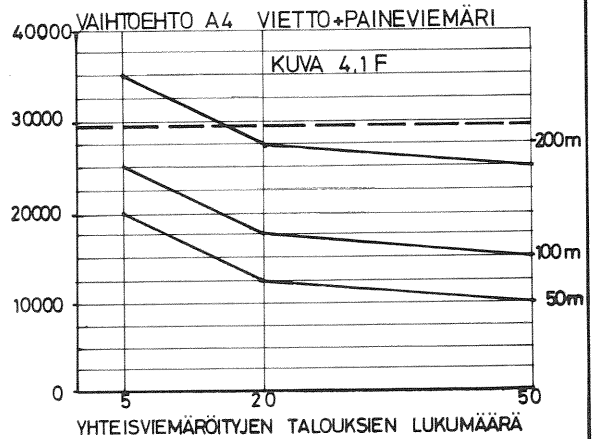
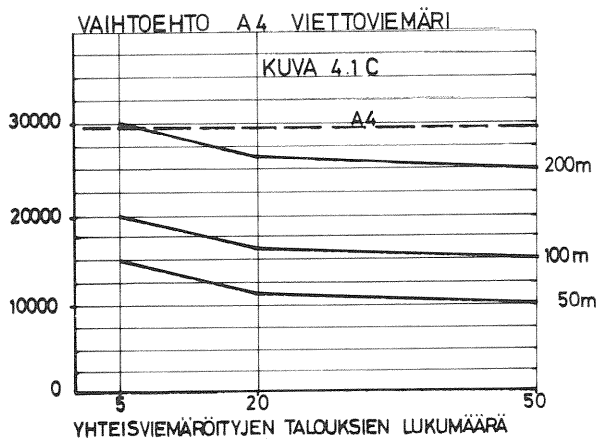
## A 1 - VESIHUUHTELUKÄYMÄLÄ, SAKOKAIVO



## A 3 - VESIHUUHTELUKÄYMÄLÄ, KEMIALLINEN PUHDISTAMO



## A 4 - VESIHUUHTELUKÄYMÄLÄ, BIOLOGINEN PUHDISTAMO



— YHTEISVIEMÄRÖINNIN KUSTANNUSKÄYRÄ JA KO. TALOVAALI  
- - - VASTAAVA YKSITTÄISTALOUDEN VIEMÄRÖINNIN KUSTANNUS

- VIEMÄRIPITUUS / TALO = TALOVAALI

dellisesti erilliskäsittelyä edullisempaa, kun talokohtainen viemäripituus on alle 50 m ja yli 20 taloudella on yhteisviemäröinti.

Kemiallinen yhteispuhdistamo on edullisempi kuin talokohtainen pienpuhdistamo, kun 20 ja sitä useampia talouksia on yhteisviemäröity ja viemäripituus on alle 100 m tai, kun viidellä tai useammalla taloudella on yhteisviemäröinti ja viemäripituus on 50 m.

Biologinen yhteispuhdistamo on edullisempi vastaavasti 100 m:n viemäröintipituuteen taloutta kohti yli 5 talouden liittymässä ja 200:n viemäripituuteen asti, kun yhteisviemäröityjä talouksia on yli 20.

#### 4.62 Arvovertailu

Yhteisviemäröintivaihtoehtojen arvovertailu suoritettiin taulukon 12 mukaisin arvotekijöin. Jätevesien käsittely suuremmissa yksiköissä parantaa jatkokäsittelyn ominaisuuksia yksittäiskäsittelyyn verrattuna eri vaihtoehtoissa seuraavien tekijöiden osalta:

- A1 - haju, melu, maisemavaikutus, hoito-, huolto- ja valvontatyön määrä ja laatu
- A3 - puhdistusteho, haju, melu, maisemavaikutus, hoito- ym. työn määrä ja laatu
- A4 - puhdistusteho, haju, melu, maisemavaikutus, mukautuvaisuus kuormitusvaihteluihin, toimintavarmuus, hoito- ym. työn määrä ja laatu
- D1 - mukautuvaisuus kuormitusvaihteluihin, hoito- ym. työn määrä ja laatu
- D2 - puhdistusteho, haju, melu, maisemavaikutus, hoito- ym. työn määrä ja laatu

Yhteiskäsittelyvaihtoehtoista sai eniten arvopisteitä kompostikäymälä yhdistettynä talousjätevesien kemialliseen pienpuhdistamoon. Taulukossa 20 on esitetty tutkittujen viiden vaihtoehdon kiinteistökohtaiset jatkokäsittelyn arvopisteet yhteisviemäröinti- ja erillisviemäröintiratkaisuissa tiheässä haja-asutuksessa (a), har-



vassa haja-asutuksessa (b) ja vesistöön liittyvässä haja-asutuksessa.

Taulukko 20. Yhteisviemäröinnin jatkokäsittelyn arvovertailu.

Vaihtoehto	A1			A3			A4			D1			D2		
Ympäristö	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Yhteiskäsittely	296	284	287	308	290	311	323	305	332	370	353	380	371	351	390
Erilliskäsittely	288	276	280	269	255	275	279	264	288	352	334	364	325	306	350

#### 4.63 Kokonaisvertailu

Yhteisviemäröintivaihtoehtojen keskinäinen kokonaisvertailu ja vertailu erilliskäsittelyvaihtoehtoihin on suoritettu laskemalla kustannus- ja arvopisteet yhteen. Kustannuspisteet on laskettu tapauksista, joissa viemäröintijärjestelmään kuuluu yksi pumppaamo. Kokonaispisteet on esitetty kuvassa 13, jossa vaihtoehto on sitä parempi, mitä enemmän sillä on pisteitä. Vertailun helpottamiseksi kuviin on merkitty myös vastaavien erillisviemäröintiratkaisujen pistetaso.

Voidaan todeta, että yhteisviemäröinti (kompostikäymälät, talousjätevesien mekaaninen käsittely) on edullisin vaihtoehto tiheässä ja vesistöön liittyvässä haja-asutuksessa, kun viemäripituus taloutta kohti on alle 50 m ja yli 20 taloutta on liittynyt viemäriverkkoon. Muissa tapauksissa on edullisin talokohtaiseen kompostikäymälään ja talousjätevesien mekaaniseen käsittelyyn perustuva viemäröintiratkaisu.

#### 4.7 Useiden talouksien jätehuollon yhdistäminen

Kustannusvertailu on suoritettu vaihtoehdossa, jossa välikeräysase-



mana oli  $4 \text{ m}^3$ :n vaihtolavasäiliö. Välikeräykseen tuotavan jätteen oletetaan olevan pääasiassa lasi-, metalli-, muovi- tms. jätettä. Vaihtolavan tyhjennysvälinä pidetään 2 viikkoa.

Vaihtoehdon kustannukset on laskettu 5, 20 ja 50 talouden ryhmissä keskimääräisen talovälin ollessa 50, 100 ja 200 m sekä välikeräysaseman ja kaatopaikan välisen etäisyyden ollessa 5, 10 ja 20 km. Jätteen kuljetus kiinteistöistä välikeräysasemalle oletetaan suoritettavan omatoimisesti kahden viikon välein sopivissa jätesäkeissä. Kiinteistöjen ja välikeräysaseman keskimääräinen etäisyys viiden talouden ryhmissä on 1 x taloväli, 20 talouden ryhmässä 4 x taloväli ja 50 talouden ryhmässä 10 x taloväli.

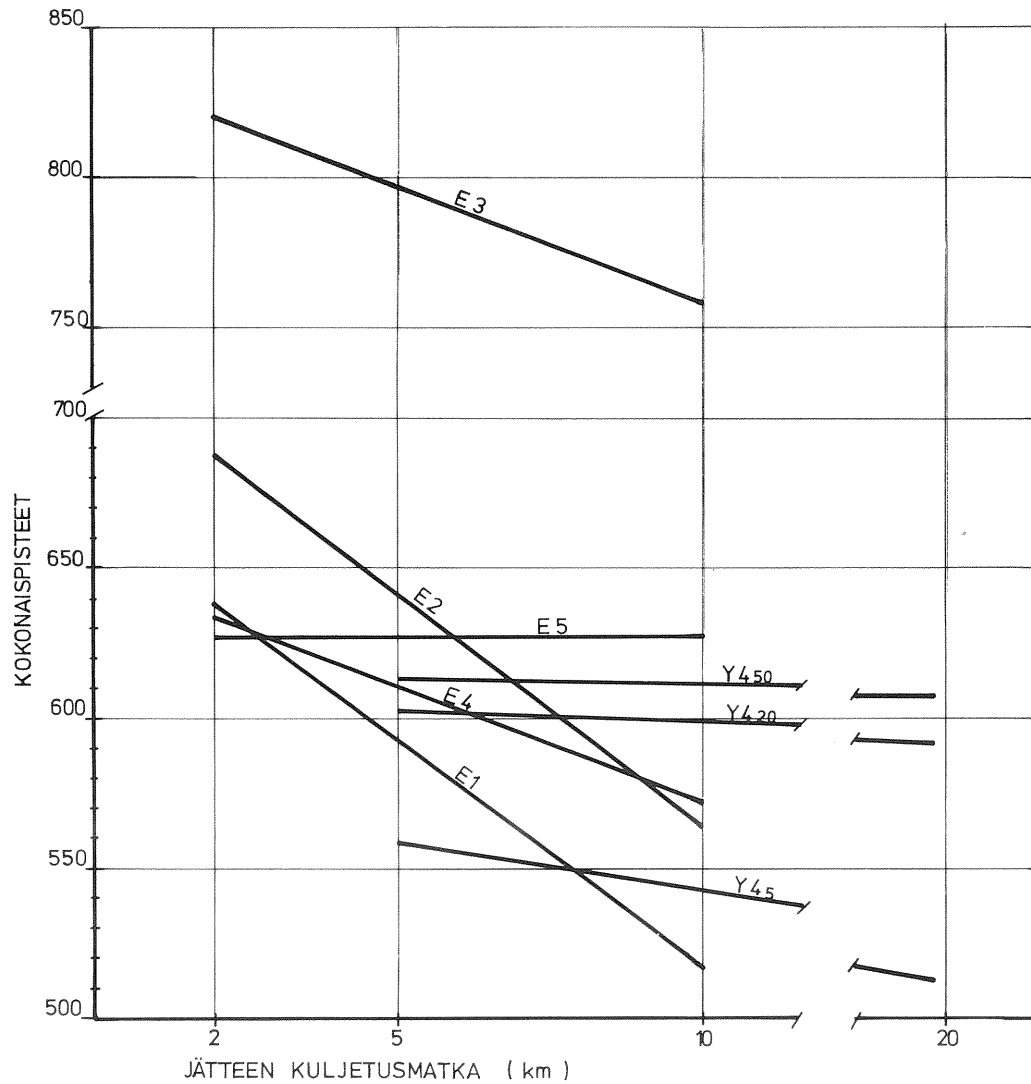
Taulukossa 10b on esitetty kustannusvertailun tulokset jätehuollon kokonaiskustannuksina, jotka ovat vertailukelpoiset taulukon 10a kokonaiskustannusten kanssa. Jätehuollon yhdistämisen voidaan todeta olevan taloudellisesti edullista, mikäli yli 20 taloutta voi kerätä jätteet yhdelle välikeräysasemalle. Myös viiden talouden yhteiskeräysjärjestelmä tulee edulliseksi, mikäli kaatopaikka sijaitsee yli 10 kilometrin etäisyydellä.

Kokonaisvertailun pisteet on esitetty kuvassa 14 vaihtoehdolle, missä paperi- ja orgaaniset jätteet erotellaan ja käsitellään kiinteistössä, mutta lasi-, metalli-, muovi- yms. jäte kuljetetaan kiinteistökohtaisesti välikeräysasemalle yhteiskäsittelyvaihtoehdon mukaisesti.

Vertailun perusteella kaatopaikalle vietävien jätteiden välikeräys ja yhteiskuljetus 20...50 talouden ryhmissä on edullista, mikäli kaatopaikan etäisyys on enemmän kuin 5...10 km. Viiden talouden yhteistoiminta ei ole kannattavaa vaihtolavajärjestelmässä, koska jätesäiliön kapasiteetin käyttöaste jää alhaiseksi.

## KIINTEISTÖKOHTAISTEN JA YHTEISEN JÄTEHUOLTO - VAIHTOEHTOJEN KOKONAISVERTAILU

KUVA 14



### KIINTEISTÖKOHTAISET KÄSITTELYVAIHTOEHDOT :

- E 1 - KAIKKI JÄTTEET KAATOPAIKALLE
- E 2 - PAPERIN EROTUS, MUU JÄTE KAATOPAIKALLE
- E 3 - PAPERIN JA MÄTÄNEVÄN JÄTTEEN EROTUS, MUU JÄTE KAATOPAIKALLE
- E 4 - PAPERIN JA MÄTÄNEVÄN JÄTTEEN EROTUS, MUU JÄTE KAATOPAIKALLE
- E 5 - KAIKEN JÄTTEEN KIINTEISTÖKOHTAINEN KÄSITTELY

### YHTEISKÄSITTELYVAIHTOEHDOT :

- Y 4<sub>5</sub> - PAPERIN JA MÄTÄNEVÄN JÄTTEEN EROTUS, MUU JÄTE YHTEISKULJETUKSEEN, 5 TALOUTTA YHDESSÄ
- Y 4<sub>20</sub> - PAPERIN JA MÄTÄNEVÄN JÄTTEEN EROTUS, MUU JÄTE YHTEISKULJETUKSEEN, 20 TALOUTTA YHDESSÄ
- Y 4<sub>50</sub> - PAPERIN JA MÄTÄNEVÄN JÄTTEEN EROTUS, MUU JÄTE YHTEISKULJETUKSEEN, 50 TALOUTTA YHDESSÄ

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Yleistä

Tutkimuksen tavoitteeksi asetettiin viemäröinnin ja jätehuollon soveltamiskelpoisten esimerkkiratkaisujen luominen mukaan luettuna niiden kustannukset ja arviointiperusteet haja-asutuksen, maatilojen, loma-asuntojen, leirintäalueiden yms. asutuksen tarpeisiin.

Osissa 1...4 on kartoitettu olemassa olevia teknisiä mahdollisuuksia kustannuksineen, luotu niiden pohjalta viemäröinnin ja jätehuollon kokonaisratkaisuvaihtoehtoja sekä vertailtu vaihtoehtojen kustannuksia ja ominaisuuksia. Seuraavassa selostetaan johtopäätöksiä suoritetusta tutkimuksesta ja selvitetään rajoituksia, jotka on otettava huomioon tutkimuksen tuloksia sovellettaessa.

### 5.2 Yksittäistalous

Tämän selvityksen mukaan on yksittäistalouksissa sopivin ratkaisu kompostikäymälä ja talousjätevesien käsittely sakokaivoissa. Tulokseen vaikuttivat eniten kompostikäymälöiden hyvät ympäristöominaisuudet ja jatkokäsittelyn yksinkertaisuus. Kokonaisvertailussa ei saatu merkittävää eroa kompostikäymälätyyppien välille, kun oletettiin suorakompostikäymälän säiliöosa asennettavaksi rakennuksen alle siten, että varsinaista kellaria ei tarvittu. Tämä asennustapa edellyttää kuitenkin rakennuspaikan sijaitsemista loivassa rinteessä.

Sekä pika- että suorakompostikäymälöiden käyttökokemukset ovat vielä suhteellisen lyhytaikaisia, joten laitteiden kestoikästä ja toimintavarmuudesta ei ole varmaa näyttöä. Laitteiden käytön miellyttävyyttä saattaa haitata toistaiseksi tottumuksesta aiheutuva ennakkoasenne.

Kompostikäymälöihin liittyvänä talousvesien käsittely sakokaivossa täyttää yleensä normaalin haja-asutuksen jätevesien puhdistukselle

asetettavat vaatimukset. Vesien välittömässä läheisyydessä ja muussa ympäristössä, missä puhdistusvaatimukset esim. pilaantumiselle alttiin vesistön vuoksi ovat normaalia korkeammat, on suositeltava käsittelyratkaisu sakokaivo imeytyksellä tehostettuna, jos maaperäolot sen sallivat, tai kemiallinen pienpuhdistamo.

Yksittäistalouden kuivajätehuollossa edullisimmaksi arvioitiin ratkaisu, missä paperijäte erotellaan, hajoamaton jäte kuljetetaan keskitettyyn käsittelyyn ja ruoka- yms. mätänevä jäte käsitellään suorakompostikäymälässä. Mikäli suorakompostikäymälää ei ole käytettävissä esim. yhteisviemäröinnin vuoksi, erotellaan ainoastaan paperi keräykseen tai polttoon kiinteistöllä, ja muu jäte kuljetetaan kaatopaikalle.

Mikäli kiinteistökohtainen jätteenkuljetusmatka ylittää viisi kilometriä, on taloudellisesti edullisempaa käsitellä kaikki jäte kiinteistökohtaisesti kompostoimalla ja maahan hautaamalla, ellei jätteen yhteiskeräily tai muut erityisratkaisut ole järjestettävissä. Kaikissa olosuhteissa on kuitenkin isokokoinen romujäte vietävä kaatopaikalle samoin kuin lääkkeet, jäteöljyt yms. ongelmajätteet kunnallisen jätehuollon piiriin.

### 5.3 Maatilatalous

Kohdassa 5.2 kuvatut jätehuollon ja viemäröinnin ratkaisut soveltuvat parhaiten myös maatilatalouteen. Maatilojen asuntojen viemäröinnin yhdistämistä lietelantalaan tutkittiin yhtenä ratkaisumallina. Toiseksi edullisimmaksi ratkaisuksi osoittautuikin kompostikäymälöiden jälkeen niukkavetisen huuhtelukäymälän yhdistäminen lietelantalaan. Kompostikäymälävaihtoehtojen ja asuin- ja eläintilojen yhteisviemäröintivaihtoehtojen keskinäinen järjestys pysyy samana, kun lietelantalan tilavuudet ovat tutkittuja suuremmat. Asuin- ja eläintilojen jätevesien yhteiskäsittelystä ei ole toistaiseksi kokemuksia eikä menetelmän hygieenisestä olla täysin vakuuttuneita.

#### 5.4 Loma-asutus

Loma-asutuksen viemäröinnin ratkaisumalleja luotaessa on lähtökoh- tana ollut, että käymälä- ja viemärlaitteet ovat vain ajoittai- sessa käytössä ja että painevettä eikä sähköä ole käytettävissä. Tällöin sopiva ratkaisu on suorakompostikäymälä ja talousjäteve- sien imeytys. Loma-asutuksessa ulkokäymälä on edelleen käyttökel- poinen ratkaisu mm. sen vuoksi, että pääasiallinen käyttö on läm- pimänä vuodenaikana, jolloin miellyttävyystekijällä ei ole samaa painoa kuin pysyvän asutuksen ollessa kyseessä. Se on myös kustan- nuksiltaan edullisin. Tiheässä loma-asutuksessa on kuitenkin ulko- käymälä hoidettava huolellisesti ja sijoitettava harkitusti veden- hankinnan kannalta. Mikäli sähköä on käytettävissä, tulee kysymyk- seen myös pikakompostikäymälä.

Loma-asutuksen talousjätevesien käsittely imeyttämällä esim. imey- tyskuopissa on suositeltavaa, mikäli se on helposti järjestettävissä eikä aiheuta pohjavesien saastumisvaaraa.

#### 5.5 Haja-asutuksen yhteisviemäröinti

Haja-asutuksen yhteisviemäröinnin vertailu 5, 20 ja 50 talouden ryhmissä ja 50, 100 ja 200 metrin taloväleillä johti arvioon, että talouskohtainen kompostikäymälä ja sakokaivo ovat edullisimpia muul- loin paitsi silloin, kun talouksia on enemmän kuin 20 ja taloväli on alle 50 metriä. Tällöinkin on vielä edullista käyttää talouskoh- taisia kompostikäymälöitä, mutta talousjätevedet käsitellään keski- tetysti ympäristöolojen edellyttämällä puhdistusteholla. Olemassa olevien vesihuuhtelukäymälällä varustettujen talojen yhteisviemä- röinti ja jätevesien kemiallinen tai biologinen käsittely yhteises- sä puhdistamossa on perusteltua jo yli 5 talouden ryhmissä, jos taloväli on alle 100 m ja jos mekaaninen jätevesien käsittely ei riitä puhdistusteholtaan ao. ympäristöön.

#### 5.6 Haja-asutuksen jätehuollon yhteistoiminta

Haja-asutuksen jätehuollon yhteistoimintavertailu jätteiden kaato-

paikalle kuljettamisessa suoritettiin 5, 20 ja 50 talouden ryhmissä ja 50, 100 ja 200 metrin taloväleillä. Vertailu viittasi siihen, että jätteiden kuljettaminen yhteistoiminnassa on perusteltua 20 ja 50 talouden ryhmissä, mikäli etäisyys kaatopaikalle on enemmän kuin 5...10 km. Talovälin kasvaessa eri talouksien asema välikeräyspisteeseen nähden tulee hyvin eriarvoiseksi, mikä haittaa teoreettisen tarkastelun luotettavaa suorittamista. Jätteiden yhteiskuljetus vaihtolavajärjestelmällä ei ole sopiva ratkaisu vain muutaman talouden ryhmissä.

Edellä on tutkittu vain vaihtolavajärjestelmän soveltuvuutta haja-asutuksen jätteiden keräilyyn. Muita vaihtoehtoja olisivat mm. pakkaavat jäteautot. Näiden hankinta ja käyttö edellyttää kuitenkin keräilyalueella olevan riittävästi taaja-asutusta, jotta niiden koko kapasiteetti tulisi hyväksi käytetyksi.

#### 5.7 Leirintäalueet

Suoritetut vertailut eivät ole sellaisenaan sovellettavissa leirintäalueiden viemäröintiin ja jätehuoltoon. Kuitenkin niiden perusteella voidaan päätellä, että myös leirintäalueilla on mahdollista käyttää kompostikäymälöitä ja muiden jätevesien imeytystä tai kemiallista käsittelyä. Kompostikäymälöiden kapasiteetin rajallisuuden vuoksi niitä olisi oltava enemmän kuin suositukset käymälöiden määrästä edellyttävät. Myös vähävetisiä huuhtelukäymälöitä voidaan käyttää edellyttäen, että jatkokäsittely saadaan järjestetyksi. Biologiset ja biologis-kemialliset jäteveden käsittelymenetelmät tulevat kysymykseen lähinnä silloin, jos leirintäalueella on ympärivuotista toimintaa. Jätevesien johtaminen kunnan viemäriverkostoon olisi kuitenkin aina ensin selvitettävä.

#### 5.8 Tulosten soveltaminen

Tutkimuksen suorittajien käsityksen mukaan voidaan edellä esitetyt tulokset soveltaa suunniteltaessa uusia erillisiä asuinrakennuksia haja-asutusalueelle. Kompostikäymälä ja pesuvesien sakokai-



vokäsittely täydennettynä imeytyksellä tai kemiallisella puhdistuksella on periaatteellisena ratkaisuna siinä määrin luotettava, että haja-asutuksen sijoittaminen arkoihinkin ympäristöoloihin on mahdollista. Umpikaivot tulevat kysymykseen vain erityistapauksissa korkeiden käyttö-kustannusten vuoksi. Umpi- ja sakokaivolietteen jatkokäsittely ei ole kuulunut tutkimuksen piiriin, mutta sen voidaan todeta muodostavan tällä hetkellä vaikean ongelman. Jätevedenpuhdistamoilla ei ole yleensä varauduttu muualta tuotavien lietteiden vastaanottoon ja kaatopaikoille lietettä tulee usein kuivajäteteeseen nähden liian suuria määriä, jotta luontevin käsittely - imeytys kuivajäteteeseen - onnistuisi.

Tiheän haja-asutuksen yhteisviemäröinti olisi tutkittava kussakin tapauksessa erikseen. Tässä suhteessa tutkimuksen tulosta on pidettävä vain suuntaa osoittavana. Samoin jo olemassa olevan haja-asutuksen viemäröintitavan muuttaminen olisi harkittava tapaus kerrallaan. Tässä yhteydessä on kiinnitettävä myös erityistä huomiota vedenhankinnan turvaamiseen ja paikallisiin hygieenisiin olosuhteisiin.

## 5.9 Laitteet

Laiteratkaisuja on käsitelty tyypeittäin, joten käytetyt kustannukset ja ominaisuudet edustavat markkinoilla olevien merkkien keskiarvoja. Merkkien välillä on osin runsaastikin hinta- ja laatueroja. Laitteita kehitettäessä ja valittaessa käyttöön tulisi kiinnittää huomiota seuraaviin seikkoihin:

### Käymälät

- Yksinkertaisuus tuo yleensä mukanaan käyttövarmuuden parantumisen.
- Isokokoisten laitteiden tulisi olla jaettavissa osiin, jotta ne saataisiin asennetuiksi paikalleen tai mahdollisesti vaihdetuiksi.
- Mikäli laite tarvitsee erityistä kemikaalia tai paketointimateriaalia, saattaa tavaran loppuminen aiheuttaa ongelmia.

### Pienpuhdistamot

- Yksinkertaisuus lisää tässäkin tapauksessa käyttövarmuutta.
- Korroosiosuojaus on hyvin tärkeä laitteen kestävyden kannalta.
- Biologisissa puhdistamoissa on kompressorin ääneneristys usein laiminlyöty.
- Hoito- ja huoltotyön määrä ja laatu saattaa vaihdella. Erityisesti ahtaat maanalaiset kohteet jäävät usein hoitoa vaille.
- Jätevedessä olevien kiinteiden jätteiden (välpeet) erottamiseen ja käsittelyyn tulee kiinnittää erityistä huomiota.
- Huollon järjestely on vaihtelevaa. Olisi pyrittävä mahdollisimman täydelliseen pakettiin ja laitetakuuseen.

## 6. EHDOTUKSET JATKOTUTKIMUKSIKSI

Tutkimuksen kuluessa todettiin seuraavien kysymysten tarvitsevan lisätutkimuksia:

- Yksikerroksiseen kellarittomaan taloon soveltuvan riittävän kapasiteetin omaavan suorakompostikäymälän laitekehitys.

Ainoa tällä hetkellä markkinoilla oleva suorakompostikäymälä tarvitsee yleensä ympärivuotiseen käyttöön tarkoitettussa asennuksessa kellaritilaa ja suhteellisen korkean ilmahormin. Kun pientalot ovat nykyisin usein matalia ja kellarittomia, tulisi kehittää tällaiseen rakennustapaan soveltuva ratkaisu, jossa kompostointiin ja haihduttamiseen tarvittava ilma otettaisiin sisätiloista.

- Sakokaivo-, umpikaivo-, kuivakäymälä- ja pienpuhdistamolietteidien jatkokäsittely ja hyväksikäyttö.

Märät lietteet muodostavat tällä hetkellä kaatopaikkojen suurimman ongelman. Lietettä tulee kaatopaikoille enemmän kuin kuivajätteeseen pystytään imeyttämään. Myöskään keskisuurissa ja suurissa jätevedenpuhdistamoissa, joissa puhdistamon oma liete kuivataan, ei ole yleensä varauduttu muiden lietteiden käsittelyyn.

- Jäte- ja vesihuollon omavaraisuuteen perustuvan tonttikoon määrittely erilaisissa olosuhteissa.

Haja-asutusalueella tapahtuvan rakentamisen ohjaamisessa tarvittaisiin tietoa siitä, minkälainen tonttikoko on eri ympäristö- ja maaperäoloissa riittävä täysin omavaraisen jäte- ja vesihuollon turvalliseen ja haitattomaan järjestämiseen.

- Yksinkertaisen kemiallisen pienpuhdistamon käyttö yhden yksikön talousjätevesien käsittelyssä.

Pilaantumiselle herkkien vesistöjen välittömässä läheisyydessä sijaitsevassa haja- tai loma-asutuksessa maahanimeytys saattaa olla mahdotonta. Tällöin suora- tai pikakompostikäymälä ja talousjätevesien kemiallinen puhdistus on suhteellisen tehokas ratkaisu. Tästä syystä olisi tutkittava käytännön oloissa saavutettavaa puhdistustulosta ja laadittava riittävän yksityiskohtaisia hoito-ohjeita.

- Maatilatalouksien asuin- ja eläintilojen yhteisviemäröinnin terveydellinen soveltuvuus.

Käymäläjätteen käsittelyä virtsakaivo- tai liotelantalajärjestelmässä ei ole selvitetty terveydelliseltä kannalta.

- Leirintäalueiden, uimarantojen yms. tarpeisiin soveltuvan suurkompostikäymälän laitekehitys.

Kehittämällä useaistuisia kompostikäymälöitä saavutettaisiin ilmeisesti nykyistä huokeampi ratkaisu leirintäalueiden yms. käyttöön.

## LÄHDEVIITTEET

1. Ahl, T., Karlgren, L. ym., Hushållsavloppsvattnet. Vatten 3, 1967.
2. Alestalo, A., Kuoren käyttö biologisessa käymälässä. Tekniikka 11, 1974.
3. Holma, M., Lannan käsittely ja hyväksikäyttö. Kirjallisuustutkimus. Työtehoseuran julkaisuja n:o 180.
4. Prof. Dr. Heinz Flamm ja Dr. Manfred Rother, Wien, Hygiene Institut der Universität Wien, Peltisten jätetynnyreiden ja paperisten jättesäkkien vertaileva kokeellinen tutkimus.
5. Institut för bygg, Rapport 1572:2, "Avloppsreningsverk i paket".
6. Janhonen, H.- Uski, R., Kotitalouden erilaisten jätteiden alkuvarastointi, määrä ja koostumus. Työtehoseuran julkaisuja n:o 69, 1973.
7. Jokela, A., Loma-asutuksen vesihuollosta ja kiinteiden jätteiden käsittelystä. Rakennustekniikka 4, 1973.
8. Jensen, J., Dimensjonering av mindre, prefabrikerte kloakkrenseanlegg. Tekn. Ukebl. 12, 1970.
9. Jätehuoltokomitean mietintö 1970: B 14.
10. Kanninen, S., Omakotiasukkaan ympäristöongelmia. Ympäristö ja Terveys 4-5, 1973.
11. Kero, J., Kunnallisten lautakuntien osuus vesiensuojelussa. Vesitalous 4, 1973.
12. Kesämökkien ja haja-asutuksen jätevesiratkaisuille asetettavat vaatimukset. Kymen vesipiirin vesitoimisto.
13. Konsumentverket, Klosetter för fritid.
14. KVR-kehitystyöryhmä, Tarjousten vertaileminen kokonaisvastuurakentamisessa.
15. Lehtiö, T., Terveys- ja vesilautakuntien välinen yhteistyö. Vesitalous 5, 1973.
16. Lääkintöhallituksen yleiskirje n:o 1546, Leirintäalueiden hygieeniset järjestelyt.
17. Lääkintöhallituksen yleiskirje n:o 1547 koskien jätehuollon ohjeita ja suosituksia.

18. Maa ja Vesi Oy, Materiaalitoimintojen tuotekehitysprojekti. Kunnallisen jätehuollon suunnittelu. Tuotekehitysraportti 1.12.1975.
19. Mattila, Juha, Tehdasvalmisteisten jätevedenpuhdistamoiden käytöstä pienten yksiköiden jätevesien käsittelyssä, HTKK diplomityö 1975.
20. Montonen, I., Flotaation käyttö asuma- ja teollisuusjätevesien puhdistuksessa. Ympäristö ja Terveys 7, 1973.
21. Nyman, K., Olofsson, J., Studium av prefabricerat avloppsreningsverk. Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg 1973.
22. Persson, J., Avloppsanläggningar för 1 - 5 hushåll, Byggnadsforskningen, Rapport R 3, 1975.
23. Peräkylä, O., Virkistyskäyttöalueiden vesihuolto. Vesitalous 4, 1973.
24. Ramen, V. and Chalclades Journal WPCF Aug. 1972 Vol. UU n:o 8, Upflow filters for septic tank effluents.
25. Sandsten, S., Vatten- och avloppsfrågor i fritidsbebyggelse. Väg- och vattenbyggnaden 2, 1972.
26. Saneier, J.W., The application of package wastewater treatment plants to suburban areas. Water and wastes engineering, Dec., 1969.
27. Santala, E., Leirintäalueiden vesi- ja jätehuollosta. Vesi-hallitus, tiedotus n:o 52, Helsinki 1973.
28. Seppänen, P., Käytännön vesiensuojelu. Ympäristö ja Terveys 2, 1970.
29. Sikaloita koskevat vesiensuojeluohjeet (275/500 VH 1971).
30. SKTYn julkaisuja 1969, Rakennusten vesijohdot ja viemärit.
31. SKTYn julkaisuja n:o 14, 1969, Väestökeskusten jätehuolto.
32. SKTYn julkaisuja n:o 4, 1975, Jäteveden pienpuhdistamot.
33. Statens Naturvårdsverk 1971-2, Vattenskyddsfrågor vid fritidsbebyggelse.
34. Statens Naturvårdsverk 1974-15, Små avloppsanläggningar.
35. Statens Naturvårdsverk 1974-22, Sanitära lösningar vid anläggningar för det rörliga fritidslivet.
36. Suomen Teknillinen Seura, Uusi tekniikka kiinteiden jätteidensä keräyksessä, kuljetuksessa ja käsittelyssä. Loppuraportti, projektiryhmä, Helsinki 1975.

37. Thomas, H., Coulter, J. etc., Technology and economics of household sewage disposal systems. Journal of the Water pollution control federation, Vol. 32 No. 2, 1960.
38. Tikka, M., Lomakyläen ja leirintäalueiden vesihuolto. Vesitalous 4, 1969.
39. Turunen, J., Huvilarakentaminen ja rantakaavoitus. Ympäristö ja Terveys 4-5, 1973.
40. Ulmgren, L., Kritisk granskning av mindre reningsverk. Hygien och miljö 10, 1974.
41. Ulmgren, L., Reningsresultat från provning av små paketreningsverk vid Åkeshov reningsverk. Vatten 3, 1971.
42. Ulmgren, L., Separat behandling av BDT-vatten för enstaka hus. Hygien och miljö 1, 1975.
43. Ulmgren, L., Tekniska lösningar för vatten och avlopp inom fritidsbebyggelse. VVS 12, 1971.
44. Varis, M., Tyhjiöviemäröinti - eräs ratkaisu viemäriöngelmiin. Tekniikka 4, 1975.
45. Vesihallitus, tiedotus 14, Selvitys loma-asutuksen ja ympärivuotisen haja-asutuksen vesihuollosta ja kiinteiden jätöiden käsittelystä, 1971.
46. Weström, A., Vakuumavloppssystem i byggnader. Väg- och vattenbyggnaden 6, 1969.
47. YVY-projekti, SITRA, Jätehuollon kuljetustalous, 1975.
48. Öqvist, T., Hämtning av hushållsavfall i glesbygd.

Liite 1. KÄYMÄLÄTYYPPIEN TEKNISET TIEDOT

Käymälätyyppi	Liitännät				Sijointus			Loppu- tuote	Muuta teknisiä vaatimuksia			
	Sähkö	Vesijohdo	Viemärintti	Ilmastointi	Kaasu	Pientalo				Hygienistä		
						Brillinen	Muun toiminnan yht.				Maatalo	Päytöväli min.
					Vapaa- ajan- asunto							
Alipaineviemärintti	x	x	x			x		x	Jätesäiliö			
VesihuuhTELUKÄYMÄLÄ		x	x			x		x	HuuhTELUVETTÄ 10 l/krt			
MÄNTÄKÄYMÄLÄ						x		x	Jätesäiliö			
Vähävetinen huuhTELUKÄYMÄLÄ		x	x			x		x	Jätesäiliö. HuuhTELUVETTÄ 0,5 l/krt			
SÄILIÖKÄYMÄLÄ		x	x			x		x	Vesisäiliö jätesäiliö			
KUIVAKÄYMÄLÄ							x	x				
Suorakompostik.				x		x	x	x	Kellaritilaa istuimen alla			
LÄMMINILMÄK.	x			x		x		x				
Paketoiva kuivak.	x					x	x	x				
JÄÄDYTYSK.	x			x		x	x	x				
Kemiallinen säiliök.						x	x	x	Jätesäiliö			
Kemiallinen kiertohuuhTELUK.	x					x	x	x				
SÄHKÖPOLTTOK.	x			x		x	x	x				
Nestekaasupolttok.				x		x	x	x	Savuhormi, nestekaasupullot			
LÄMMITYSJÄRJ.K.						x	x	x	Lämmitysjärjestelmä			

JG/ST



JÄTEVEDEN TEKNISET IMEYTYSVAIHTOEHDOT

Varustetaso- luokka	k- arvo	Imeytysmenetelmä			Imeytys- kenttä			Imeytys- ojoisto		Imeytys- pituus		Imeytys- syvyys ase- ma m		Esikäsitteily	
		imeytys- kuoppa	imeytys- kaivo	imeytys- ojoisto	imeytys- kenttä	imeytys- ojoisto	imeytys- kenttä	m/taalous	ma	m	sako- kaivo	pienpun- distamo			
I	a	-	+	+	-	+	14	2,2		-				+	
	b	-	-	+	-	-	40	1,8		-				+	
	c	-	-	-	+2	-	-	-	1,5		-			+	
II	a	-	+	+	-	+	10	2,2		-				+	
	b	-	-	+	-	-	31	1,8		-				+	
	c	-	-	-	+2	-	-	1,5		-				+	
III	a	-	+1	+1	-	+1	10	2,2		+1				+1	
	b	-	+1	+1	-	+1	29	1,8		+1				+1	
	c	-	-	+1	+1,2	-	48	1,5		+1				+1	
IV	a	-	+	+	-	+	10	2,2		+				+	
	b	-	+	+	-	+	29	1,8		+				+	
	c	-	-	-	+2	-	48	1,5		+				+	
V	a	+	+	+	-	+	4	2,2		+				+	
	b	-	+	+	-	+	10	1,8		+				+	
	c	-	-	-	+2	-	16	1,5		+				+	

+ = soveltuu 1 = soveltuu vain pesuvesille  
 - = ei sovellu 2 = soveltuu vain kesäkäyttöön  
 a = maaperän vedenläpäisykyky  $k = 10^{-1} \dots 10^{-2}$  Hk  
 b = " "  $k = 10^{-3} \dots 10^{-6}$  SiMr  
 c = " "  $k = 10^{-6} \dots 10^{-9}$  SaHs

JG/ST

1. Yleistiedot

1.1 Käymälän nimi, valmistaja tai maahantuoja

1.2 Toimintaperiaate:

- kuivakäymälä
  - kemiallinen käymälä
  - vesikäymälä
  - muu, mikä?
- selitys.....

1.3 Yhdyshenkilö mahdollisten lisätietojen saamiseksi.

puh:

2. Kustannukset

2.1 Hankintahinta.....mk täydellisenä joka syntyy seuraavista osista:

- .....laitteet
- .....asennukset
- .....liitännät ym.

2.2 Käyttötiheydestä riippumattomat peruskäyttökustannukset

- kemikaalit .....mk/v
- sähkö .....mk/v
- kaasu .....mk/v
- huoltotyöt .....h/kk
- muuta .....

2.3 Käyttökustannukset seuraavista (sis. peruskäyttökust.)

- kemikaalit ....penniä/kerta/mk/v
- sähkö
- kaasu
- huoltotyöt .....h/kk
- muuta .....

3. Asennus

3.1 Valmistajan suosittama tyyppiasennustapa

- liitteenä

3.2 Tarvittavat liitännät

- sähkö
- kaasu
- vesijohto
- ilmastointi
- viemäri

3.3 Käymälän sijoitus:

- erillinen WC
- sisällä
- ulkona
- WC+kylpyhuone

4. Käyttö

4.1 Sopiiko ajoittaiskäyttöön esim. vain kesällä/viikonloppuisin

- kyllä
- ei

- 4.2 Onko aina käyttövalmis (vert. kohta 4.1) - kyllä   
 - ei   
 Jos ei, syy ja käyttökesk. pituus
- 4.3 Tarvittavat toimenpiteet käyttöönotet-  
 taessa (vrt. 4.1 ja 4.2)
- 4.4 Tarvitaanko kuivikkeita? - kyllä   
 - ei   
 Mitä?.....  
 Kuinka paljon?.....  
 Voidaanko keittiöjätettä käyttää kuivikkeina - kyllä   
 - ei
- 4.5 Onko rajoituksia pyyhepaperin laadulle - kyllä   
 - ei   
 Millaisia?.....
- 4.6 Lopputuotteen hygieenisuus - täysin hygieenistä   
 - ei hygieenistä
- 4.7 Lopputuotteen hävitys tai käyttö  
 .....
- 4.8 Alin toimintalämpötila.....°C - ei rajoitusta
- 4.9 Mikäli lämpötila alimman toimintalämpö-  
 tilan alapuolella; - käymälä ei toimi   
 - toimii vajavaisesti

5. Huolto
- 5.1 Selvitys normaalikäytön huoltotoiminnoista  
(tyhjennys, korjaus yms.)
- 5.2 Huoltotoimintojen tiheys .....krt/v/.....käyttökertaa/huoltotoim.  
Tyhjennys .....krt/v/.....käyttökertaa/tyhj.  
Korjaus .....krt/v/.....  
Muuta: .....
- 5.3 Huoltotoimintojen suorittaja - käyttäjä   
- amm. huoltaja
6. Markkinointi
- 6.1 Toimitettujen käymälöiden lukumäärä .....kpl
- 6.2 Onko toiminimellänne tulossa markki-  
noille lähiaikoina uusia malleja, jos on  
toivomme saavamme tietoa myös niistä.
- 6.3 Referenssejä

Yhdyshenkilö mahdollisten lisätietojen saamiseksi.  
puh.

Päiväys.....

Allekirjoitus.....

1. Yleistä
- 1.1 Pienpuhdistamon nimi, valmistaja/maahantuoja
- Henkilö, jolta saa lisätietoja
- 1.2 Toimintaperiaate
- mekaaninen
  - biologinen
  - kemiallinen
  - biologis-kemiallinen
- selitys.....
- 1.3 Yhdyshenkilö mahdollisten lisätietojen saamiseksi  
puh:
- 1.4 Jäteveden desinfiointi
- on
  - ei
- 1.5 Puhdistamo mitoitettu
- jätevesimäärälle.....m<sup>3</sup>/d  
asukasmäärälle.....as
- 1.6 Puhdistamon toiminta-alue  
min.....% - max.....% mitoitusarvoista
- 1.7 Puhdistamon valmistusmateriaali
- 1.8 Rajoitukset jätevesille
- kiintoaine
  - BHK
  - muu
- 1.9 Arvioitu puhdistusteho
- BHK
  - fosfori
- 1.10 Puhdistamossa käytettävät kemikaalit
- ..... määrä kg/d  
..... g/m<sup>3</sup>
- 1.11 Kemikaali
- ferrosulfaatti
  - ferrikloridi
  - finnferri
  - alumiinisulfaatti
  - kalkki
  - muuta
- mitä?.....
2. Asennus
- 2.1 Puhdistamon asennus
- saostuskaivoon
  - omat altaat
- Valmistajan suosittelema asennustapa (liitteenä)

- |     |   |                             |                          |                  |
|-----|---|-----------------------------|--------------------------|------------------|
| 2.2 | Tarvittavat liitännät   | - sähkö                     | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - kaasu                     | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - vesijohto                 | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - ilmastointi               | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - viemäri                   | <input type="checkbox"/> |                  |
| 2.3 | Puhdistamon etäisyys muista toiminnoista  | - ei rajoitusta             | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - alle 5 m                  | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - 5...20 m                  | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - 20...50 m                 | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - yli 50 m                  | <input type="checkbox"/> |                  |
|     | Syy:  |                             |                          |                  |
|     | Puhdistamon äänitaso  |                             | <input type="checkbox"/> |                  |
|     | Hajuhaittojen esiintyminen  |                             | <input type="checkbox"/> |                  |
|     | Muu, mikä?  |                             | <input type="checkbox"/> |                  |
| 2.4 | Puhdistamo katettu  | - kyllä                     | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - ei                        | <input type="checkbox"/> |                  |
| 2.5 | Puhdistamon vaatima maapinta-ala noin.....m <sup>2</sup>                                      |                             |                          |                  |
| 3.  | Käyttö ja huolto  |                             |                          |                  |
| 3.1 | Puhdistamoa voidaan käyttää keskeytyksettä jatkuvasti   | - kyllä                     | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - ei                        | <input type="checkbox"/> |                  |
| 3.2 | Jos ei, keskeytykset johtuvat   | - lietteen poisto           | <input type="checkbox"/> | aika.....h/kerta |
|     |   | - pintalietteen yms. poisto | <input type="checkbox"/> | aika.....h/kerta |
|     |   | - pumppujen huolto          | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - kemikalion lisäys         | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - väljän puhdistus          | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - muuta                     | <input type="checkbox"/> |                  |
| 3.3 | Puhdistamo soveltuu käytettäväksi jaksottain (esim. viikonloppuisin)                          | - kyllä                     | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - ei                        | <input type="checkbox"/> |                  |
| 3.4 | Puhdistamon toimintakuntoon saattaminen (esim. venttiilien avaaminen, pumpun käynnistys yms.) | - kestää alle 15 min        | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - kestää 15 min-1 h         | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - kestää yli 1 h            | <input type="checkbox"/> |                  |
| 3.5 | Puhdistamo saavuttaa ilmoitetun puhdistustehon käynnistettäessä                               | - välittömästi              | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - alle 1 vrk:ssa            | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - 1-7 vrk:ssa               | <input type="checkbox"/> |                  |
|     |   | - yli 7 vrk:ssa             | <input type="checkbox"/> |                  |

## 3.6 Suoritettavat huoltotoiminnot ja huoltovälit

- |  |                          |                     |
|--|--------------------------|---------------------|
| - väljän puhdistus                     | <input type="checkbox"/> | ....kertaa vuodessa |
| - ilmastuksen säätö ja tarkkailu       | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - pumppujen säätö ja tarkkailu         | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - lietteen laadun tarkkailu            | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - kloorin annostelu                    | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - saostuskemikaalin annostelu          | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - lietteen huuhtelu altaiden reunoista | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - vesimäärän mittaus                   | <input type="checkbox"/> | ....kertaa vuodessa |
| - lietteen poisto                      | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - kemikaaliliuosten teko               | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - kemikaaliliuosten tilaaminen         | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - pumppujen voitelu                    | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - kompressorien huolto                 | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| - muut                                 | <input type="checkbox"/> | .... " "            |
| mitä?.....                             |                          | .... " "            |

## 3.7 Huoltotoimintojen suorittaja

- |                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| - käyttäjä      | <input type="checkbox"/> |
| - amm. huoltaja | <input type="checkbox"/> |

## 3.8 Onko jäätymisvaaraa vähäisessä käytössä

- |         |                          |
|---------|--------------------------|
| - kyllä | <input type="checkbox"/> |
| - ei    | <input type="checkbox"/> |

Miten jäätymisvaara elimoidaan?

Jäätyminen aiheuttamat rajoitukset puhdistamon toiminnalle

## 3.9 Liete

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| - määrä l/as.....           |  |
| - % KA .....                |  |
| - soveltuu maanparannukseen |  |

- |         |                          |
|---------|--------------------------|
| - kyllä | <input type="checkbox"/> |
| - ei    | <input type="checkbox"/> |

## 4. Kustannukset

## 4.1 Hankintahinta täydellisenä.....mk joka jakaantuu seuraavasti:

- |                   |  |
|-------------------|--|
| - puhdistamo..... |  |
| - asennus.....    |  |
| - liitännät.....  |  |

- 4.2 Hoito- ja käyttökustannukset mitoitus-  
virtaamalla
- huoltosopimus.....mk/v
  - sähkökustannus.....mk/v
  - kemikaaliokustannus.....mk/v
  - huoltoaika (jos ei  
huoltosopimusta).....h/kk
- 4.3 Kuormituksesta riippumattomat perus-  
käyttö- ja hoitokustannukset (sis.  
4.2:een)
- huoltosopimus.....mk/v
  - sähkökustannus.....mk/v
  - kemikaaliokustannus.....mk/v
  - huoltoaika(jos ei  
huoltosopimusta).....h/kk
5. Markkinointi
- 5.1 Onko toiminimellänne tulossa markkinoille  
lähiaikoina uusia pienpuhdistamalleja;  
jos on, toivomme saavamme tietoa myös niistä.
- 5.2 Referenssejä

Yhdyshenkilö mahdollisten lisätietojen saamiseksi.  
puh.

Päiväys .....

Allekirjoitus.....



## MARKKINOILLA OLEVAT KÄYMÄLÄMERKIT

Käymälän nimi	Valmistaja/ Maahantuojaja	Tekniset vaatimukset	Hinta asennettuna	Käyttökust./d (20 käyttökert. /d x talous)mk	Huom.
Kuivakäymälät					
- Pacto 202	Kauko-Import Oy	sähkö 220 V tai akku 12-24 V	2690,-	6,- (kasetti 40,- 20 kert.)	paketoiva
- OSBY	Tmi K.L.Petrell	sähkö 220 V	1450,-	1,-	jäädytys
- BACI	Oy Maritim Ab				kemiallinen
- Perdisan	Ins.tsto Kaiko Oy	-	650,-	2,20	kemiallinen
- New Matic 55000-02	Oy Finnecall Ab	sähkö	4850,-	1,20	paineilmakompressorilla
- Electrolux	Suomen Atlas				
- Porta-Potti 50	Tmi Finn-Centra	-	580,-	1,-	huuhteluvesisäiliö 7 l
- Makki-Pakki	Säkkiväline Oy	-	20,-	-	kertakäyttösäiliön hinta
- Esteri WC	Lohi Oy	-	2622,-	0,6 p	ulkokäymälä täydellinen
Kompostointikäymälät					
- Clivus Multrum	Oy Suomen Clivus	(sähkö 220 V)	4140,-	-	malli M-210 kaikkine lisä- varusteineen
- Mullbänk	SOK	sähkö 220 V	1520,-	-30	lämminilmakäymälä
- Sähkötuoli	UPO-osakeyhtiö	sähkö 220 V	2250,-	-80	lämminilmakäymälä
Huuhtelukäymälät					
- Cipax-Saituri 7500	Ins.tsto Kaiko Oy	vesijohto	3275,-	0,15	
- Agua-Magic	Finn-Centra	vesijohto	3065,-	0,15	2,5 m <sup>3</sup> lasikuitusäiliö
- Electrolux-WC	Hankkija	vesijohto, sähkö			
- Alipainekäymälä	Oy Wärtsilä Ab	sähkö, vesijohto	1800,-	0,12	+ keskusyksikkö 10000,- mk
- Norm.huuhdeluk.	Oy Wärtsilä Ab	vesijohto	n. 500,-	0,60	
Polttokäymälät					
- Toarett	Oy Tekno-Montan	nestekaasu	1000,-	2,20	3,4 kg nestekaasua/d

## MARKKINOILLA OLEVAT PIENFUHDISTAMOT

Puhdistamon nimi Markkinoija	Mitoitus		Tekniset vaatimukset	Hinta täydellisenä (Laitteet) mk	Käyttökustannukset mk/a	Huom.
	m <sup>3</sup> /d	avl				
Addigest CA	7	25-35	sähkö, vesijohto	40.000	1.500	
GW Berg & Co	25	80-120	sähkö, vesijohto	50.000-55.000	...2.500	kemikaali ja sähkökustannus biologis-kemiallinen
	60	200	sähkö, vesijohto	55.000-60.000		
EX	1	4		8.180		biologis-kemiallinen
Soat Minutac	3		sähkö, vesijohto	17.840		
Kaiko Oy	6			22.865		autom.kem.syöttölaitteet 6000...
	11			31.200		7000 mk
	22			46.240		
				67.410		
Wallax, anticimex 2	1	4	sähkö (vain yli 10 m <sup>3</sup> /d)	9.995	500-1100	kemiallinen yli 10 m <sup>3</sup> /d biologis-kemiallinen
	5			21.130		
Kaiko Oy	10			31.255		etuseikeytys betonikaivossa, joka ei mukana hinnassa
	10			20.280		kemiallinen ei altaita
Primär 2/8	2	8	sähkö, vesijohto	2.550	280	
Oy Keppo Ab						
Primär 5/20	5	20	sähkö, vesijohto	4.150	710	kemiallinen ei altaita
Oy Keppo Ab	18	72	sähkö, vesijohto	8.500	2150	kemiallinen ei altaita
Primär 18/72	38	150	sähkö, vesijohto	15.500	4180	kemiallinen ei altaita
Oy Keppo Ab						
Primär 38/150						
Oy Keppo Ab						
Polypur DF 15,25,50	15		sähkö, vesijohto	11.500		kemiallinen hintaan ei sisälly betonialtaita
Oy Slamex Ab	25			13.000		
	1			8.800		
Polypur DF 1,3,5,10	3			11.800		kemiallinen

Puhdistamon nimi Markkinoija	Mitoitus m <sup>3</sup> /d	Mitotitus avl	Tekniset vaatimukset	Hinta täydellisenä (laitteet) mk	Käyttökustannukset mk/d	Huom.
Oy Slamex Ab	5 10			17.800 30.800		
Sukelluskiekkopuhd. Metalliura Oy	50	200	sähkö		1500 mk/a	biologis-kemiallinen
Valmet Valmet Oy	30-300	100-1000	sähkö, vesijohto	200-500 mk/as	3200-12000	huolto ei mukana käyttökustannuksissa biologinen, kemiallinen biologis-kemiallinen
Enso-Eimco	0-30000	0-80000				
Kemisel Oy VKM-Trade Ab	5	20	-	1.945	300 mk/a	kemiallinen, ei altaita
MWB Oy Kaleb Ab	1,5-2	n. 10	sähkö	n. 10.000	n. 700 mk/a	biologinen, sähkökustannus sijoitus maahan tai kellariin
PRV Oy Kaleb Ab	n. 50	200	sähkö, vesijohto	n. 70.000	n. 7000 mk/a	kemiallinen, kemikallio ja sähkö- kustannukset
BK Oy Enbom Ab	25 50	100 200	sähkö, vesijohto sähkö, vesijohto	110.000 150.000	4600 mk/a 6400 mk/a	mek. kemiallinen kemikallio ja sähkö- kustannukset
BM Oy Enbom Ab	25 50	100 200	sähkö, vesijohto sähkö, vesijohto	135.000 200.000	4600 mk/a 6400 mk/a	mek. biologis-kemiallinen, kemikallio ja sähkökustannukset
Vesimies Upo Osakeyhtiö	10	30	sähkö	6.000	590 mk/a	biologinen, korvaa Vesipoika-puhdis- tamon
Metoxy Upo Osakeyhtiö	4,3 17,5 53	17 70 210	sähkö sähkö, vesijohto sähkö, vesijohto	24.000 41.400 75.800	5100 mk/a	biologiskemiallinen





## YVY-julkaisusarja

1. Vesihuollon taloudellisuus
2. Vedenkulutuksen vaihtelut
3. Vesijohtoverkon toiminnan luotettavuus
4. Jätevedenpuhdistamojen allastilojen kattaminen
5. Ammoniakin poisto pohjavedestä
6. Teurastamojen ja lihanjalostuslaitosten jätevesikuormitus ja jätevesien käsittelymahdollisuudet
7. Maidonjalostusteollisuuden jätevesikuormitus ja jätevesien käsittelymahdollisuudet
8. Vesi- ja jätehuollon laitteiden julkinen testaus
9. Jätehuollon esimerkkisuunnitelman laatiminen keskisuurille kunnille
10. Yhdyskuntien jätehuollon nykytilanne ja tulevaisuuden näkymät
11. Menetelmä taajamien vesihuollon toteuttamisasteen ja kehityksen arvioimiseksi
12. Kaatopaikat 1974
13. Viemärlaitoksen systeemianalyysi
14. Vesihuollon edellyttämä vesistö tutkimus
15. Jäteveden puhdistamojen hydraulikan ja dynamiikan tutkiminen merkkialan tekniikalla
16. Vedenjakelujärjestelmän toiminnallinen suunnittelu
17. Vedenjakelujärjestelmän simulointimalli
18. Bandsedimentator
19. Sekaviemärintiverkoston tehonlisäys ja simulointimalli suunnittelumenetelmänä
20. Haja-asutuksen viemärinti ja jätehuolto

ISBN 951-9250-69-7  
ISSN 0355-1997

KYRIIRI OY 4061  
Helsinki 1976