

VESITALOUS

3/1973

SISÄLTÖ:

- Vesitaloudellinen yleissuunnittelu ja vesien käytön kokonaissuunnittelu
- Ilkka Hirsto ja Pertti Vakkilainen: Menetelmä vedenhankinnan ja vesiensuojelun vaihtoehtojen vertailemiseksi
- Pekka Jalkanen: Flotaatio jäteveden puhdistuksessa ja sen soveltuvuus erityisesti kalan- ja lihanjalostusteollisuuden jätevesien käsittelyyn
- Olli Sumari ja K. Matti Lappalainen: Kalanviljelylaitosten vesistöjä kuormittavat vaikutukset
- Lauri Pönkkä ja Seppo Saarelainen: Maa-injektoinnin soveltuvuuskokeilusta kaivon stabilisointiin hienon maa-aineksen kaivoon pääsyn ehkäisemiseksi
- Kaarle Kenttämies: Järvien pintaveden happamuuden muuttumisesta Suomessa
- Kimmo Mannola: Allasläjitys ja lietteen selkeyttäminen imuruoppaustoissa
- Yrsa Hänninen: On the presence of amino acids in the waste waters of Helsinki city

Menetelmä vedenhankinnan ja vesiensuojelun vaihtoehtojen vertailemiseksi

KUSTANNUS-HYÖTYANALYYSIN SOVELLUTUS KYMIJOEN VESISTÖN ALAOSAN VESIEN KÄYTÖN KOKONAISUUNNITELMASSA.

1. Edullisuusvertailuongelma

Vesien käytön suunnittelulle on tyy-
pillistä monien, keskenään ristiriitais-
tenkin tavoitteiden huomioonottaminen.
Kustannus-hyötyanalyysi, vaihtoehtojen
systemaattinen edullisuustarkastelu, jos-
sa pyritään kaikki hankkeesta aiheutu-
vat vaikutukset ottamaan huomioon riip-
pumatta siitä ketä kohtaavat ja saatta-
maan eri aikaiset ja erilaatuiset vaiku-
tukset keskenään vertailukelpoisiksi,
onkin alunperin kehittynyt juuri alueel-

lisen vesien käytön suunnittelun pii-
rissä.

Edullisuusvertailun keskeisten ongel-
mien

- rajaamisen
- mittaamisen
- arvostamisen ja
- allokoinnin

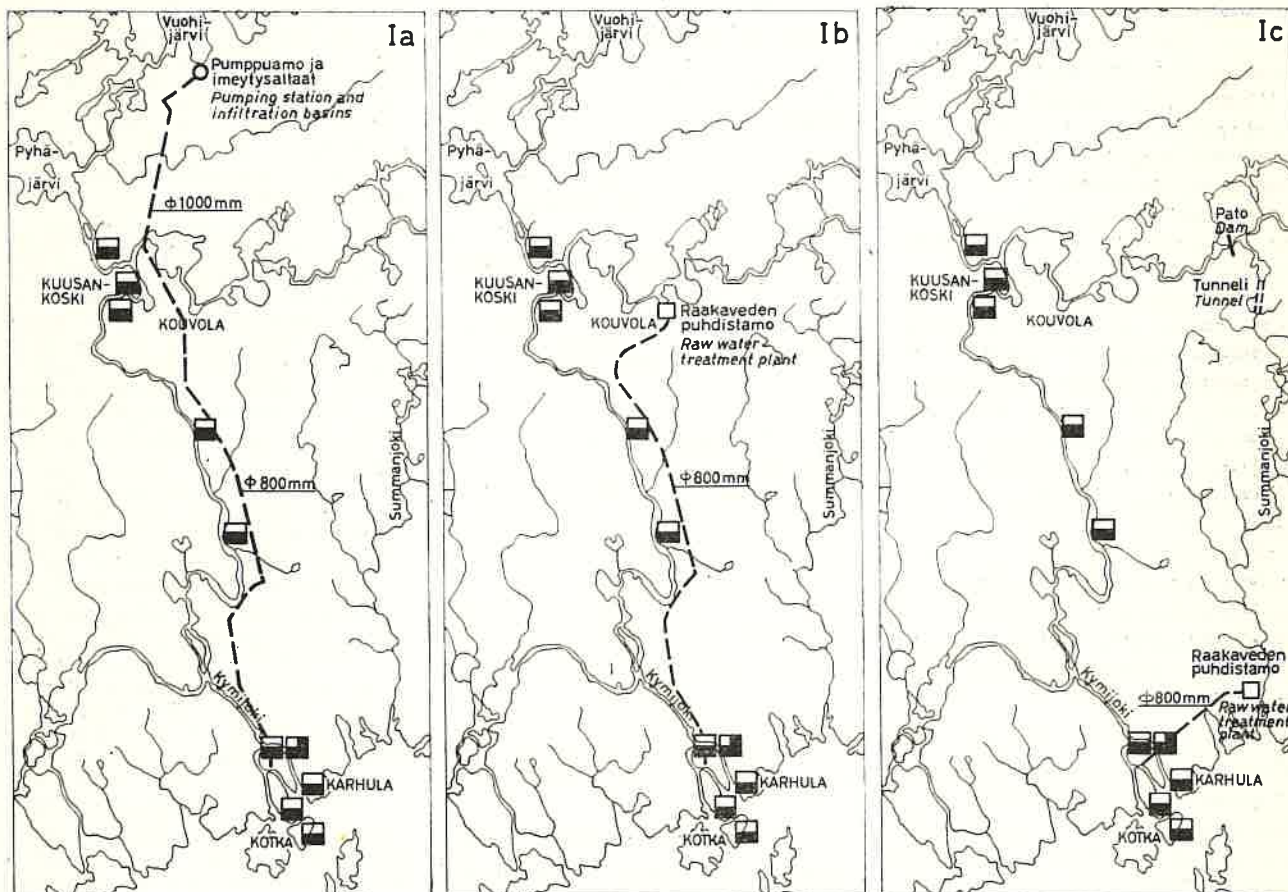
lisäksi on mahdollisimman tyhjentävien
edullisuuskriteerien muodostaminen ja
tulosten esittäminen käytännön suun-
nittelussa tärkeä kysymys. Vesien käy-
tön suunnittelussa rajauskysymys ja osit-
tain myös arvostuskysymys voidaan
usein ratkaista vakiintumassa olevien
periaatteiden pohjalta ja päähuomio
kohdistuu muihin edellä mainittuihin

ongelmiin.

Suunnitelmavaihtoehtoja ei voida ver-
tailla pelkästään rahana mitattavien hyö-
tyjen ja kustannusten perusteella, sillä
etenkin vesiensuojeluinvestoinneilla saa-
vutettavat hyödyt ovat nykyisten arvos-
tus- ja mittausmenetelmien puitteissa
yleensä oleellisesti kustannuksia pie-
nempiä.

Suunnitelman tavoitteista voidaan
johtaa erilaisia valintakriteereitä ja eri
suunnitelmavaihtoehtoja voidaan enem-
män tai vähemmän eksaktisti arvostella
niiden suhteen. Kun näitä kriteereitä on
useita ja ne ovat lisäksi suuressa mää-
rin yhteismitattomia, muodostaa yhteis-
kunnallisesti edullisimman vaihtoehdon

Vaihtoehdot 1 a... c



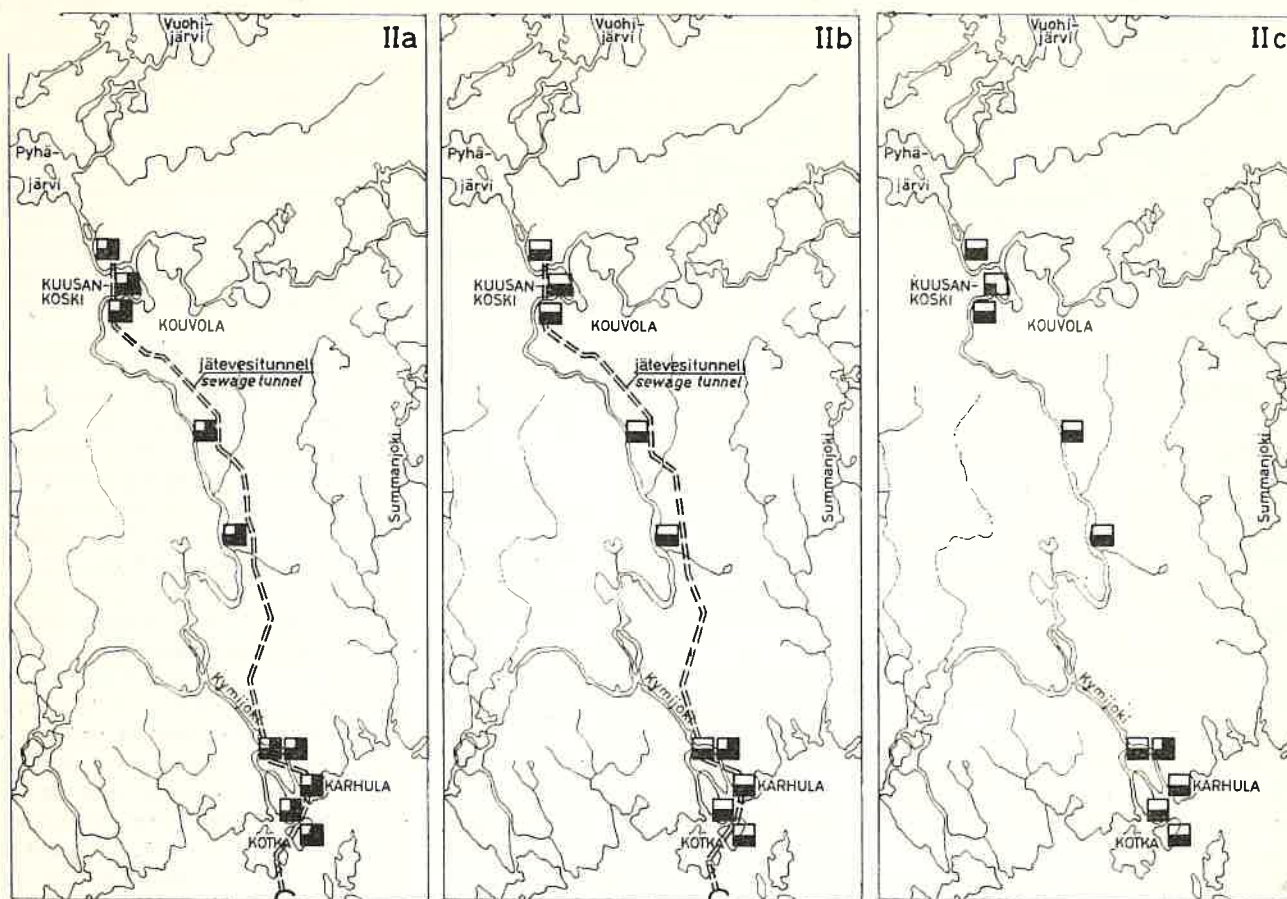
Kuva 1.

PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN JÄTEVESIEN KÄSITTELYTAPA
TREATMENT METHODS OF WASTEWATER FROM WOOD-PROCESSING INDUSTRY

mekaaninen
mechanical

kemiallinen
chemical

ILKKA HIRSTO, DI
PERTTI VAKKILAINEN, DI
Vesihallitus, H:ki



PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN JÄTEVESIEN KÄSITTELYTAPA
TREATMENT METHODS OF WASTEWATER FROM WOOD-PROCESSING INDUSTRY

mekaaninen mekaaninen aktiivihili valkaisimovesille
mechanical chemical treatment with activated carbon for wastewaters from the bleaching unit

Kuva 2.

valinta monimutkaisen ongelman.

Kymijoen vesistön alaosan vesien käytön kokonaissuunnitelmassa on erilaisten vaikutusten saattamiseksi vertailumenetelmä, jota on sovellettu Kymijokivarren vedenhankinta- ja vesiensuojeluvaihtoehtojen arviointiin.

2. Vaihtoehtot

Kymijokivarren Kuusankoski — Kotka vedenhankinta sekä jätevesien johtaminen ja käsittely liittyvät kiinteästi toisiinsa. Vedenhankintatapa vaikuttaa vesiensuojeluratkaisuihin ja päinvastoin. Vaihtoehtoiset suunnitelmat on koottu osasuunnitelmien pohjalta.

Kymijoen tilan suhteen vaativimman käyttötavoitteen perusteella muodostuu kaksi päävaihtoehtoa, I Kymijoki virkistyskäyttövesistönä ja II yhdyskuntien vedenhankintavesistönä. Päävaihtoehto I jakautuu vedenhankinta- ja päävaihtoehto II jätevesien käsittely- ja johtamisvaihtoehtojen perusteella alavaihtoehtoihin seuraavasti:

2.1 Vaihtoehto I, kuva 1

Kymijokivarren taajamien vedenhan-

kinta järjestetään siten, että Kotkassa ja Karhulassa voidaan luopua Kymijoen käytöstä vedenhankintaan. Yhdyskuntien vedentarve voidaan tyydyttää otta-

- la pohja- ja tekopohjavettä Selänpäästä koko Kymijokivarren Kuusankoski—Kotka tarpeisiin,
- lb pintavettä Valkealan reitiltä putki-johdolla Anjalan, Sippolan, Karhulan ja Kotkan tarpeisiin,
- lc pintavettä Summanjoen kautta Valkealan reitiltä Karhulaan ja Kotkaan.

Alavaihtoehtoisissa lb ja lc Kuusankoski käyttäisi pintavettä kuten nykyisin ja Kouvola pohja- ja tekopohjavettä Valkealan reitin varren esiintymistä. Alavaihtoehtoisissa lc Anjalan ja Sippolan taajamat turvautuisivat paikallisiin pohjavesiesiintymiin.

Yhdyskuntien jätevedet käsitellään vähenevän kuormituksen periaatetta soveltaen. Kaikilla taajamilla tulee olla vähintään kemiallista selkeytystä vastaava käsittely jätevesille vuoteen 1980 mennessä. Kuormituksen kasvaessa

nostetaan puhdistustehoa myöhemmin.

Teollisuuden jätekuormaa pienennetään prosessiteknisillä parannuksilla ja kemiallisella jäteveden käsittelyllä, joka aloitetaan vuoteen 1980 mennessä alueen massa-, paperi- ja kuitulevytehtaissa.

Jätevedet johdetaan paikallisesti Kymijokeen ja mereen.

2.2 Vaihtoehto II, kuva 2

Vedenhankinta järjestetään paikallisista vesivaroista nykyisiä vesilaitoksia kehittäen ja laajentaen. Kuusankoski, Kotka ja Karhula käyttävät pintavettä ja Kouvola, Anjala sekä Sippola pohja- ja tekopohjavettä.

Yhdyskuntien jätevedet käsitellään samoin kuin vaihtoehtoisissa I. Alavaihtoehtoisissa IIa teollisuusjätevedet käsitellään vain mekaanisesti ja vaihtoehtoisissa IIb kemiallisesti ja johdetaan Kymijoen ohi tunnelissa mereen. Alavaihtoehtoisissa IIc pyritään lisäksi mahdollisimman korkeaan ligniini-reduktioon lisäämällä Kuusanniemen sulfaattiselu-tehtaalle valkaisimovesien käsittelyyn

aktiivihillivaihe ja käytetään purkupaikkana Kymijokea.

3. Kustannusten laskeminen

Vedenhankinnan, jätevesien käsittelyn ja johtamisen rakennus- ja käyttö-kustannukset on diskontattu samaan vertailuajankohtaan kaavalla

$$K = \sum_{t=0}^n \frac{c_t}{(1+i)^t}$$

jossa

K = kustannusten nykyarvo

n = laskenta-aika vuosina

c_t = vuonna t aiheutuva kustannus perusinvestointi mukaanluettuna

i = laskentakorkokanta

Laskelmissa on käytetty vuoteen 2000 ulottuvaa laskenta-aikaa ja 6 %:n korkokantaa = 0,06.

Yhdistämällä eri vaihtoehtojen kustannukset saadaan taulukossa 1 esitetty yhteenveto kustannusten nykyarvoista.

4. Arvostelukriteerit

Vaihtoehtojen laadun eli hyvyyden mittaamiseksi on asetetuista yleisistä tavoitteista

- ympäristön laadun säilyttäminen tai parantaminen,
- taloudellinen kasvu,
- sosiaalisen hyvinvoinnin lisääminen ja

— alueen kehityksen edistäminen
pyritty johtamaan joukko kriteerejä, jotka ovat toisistaan riippumattomia ja joilla pystytään mahdollisimman hyvin ottamaan huomioon eri vaihtoehtojen edut ja haitat. Näiksi kriteereiksi on valittu:

rahalla arvostettavat

- käyttöveden laatuarvostus,
- kalataloudelle tuleva hyöty,
- virkistyskäyttöille tuleva hyöty ja

rahalla arvostamattomat

- Kymijoen tila,
- merialueen tila,
- ekologisuus,
- riskittömyys
- rahoitettavuus
- elinkeinoelämän kehittymismahdollisuudet,
- vaikutus yhdyskuntarakenteen kehitykseen ja muuhun maankäyttöön.

5. Vaihtoehtojen arvostelu

5.1 Rahalla arvostettavat hyödyt

5.11 Käyttöveden laatuarvostus

Saatavan käyttöveden laatu on Kymijoen suupuolen yhdyskunnilla eri vaihtoehtoisissa erilainen. Raakaveden laadusta riippuva vesijohtoveden nautittavuus on arvostettu olettamalla, että milloin vedenhankinta perustuu korkealuokkaiseen pohjaveteen voidaan las-

kea arvostushyötyä 10 p/m³ (vaihtoehto Ia) ja erittäin hyvän pintaveden ollessa kyseessä 3 p/m³ (vaihtoehto Ib). Jos jätevedet johdetaan Kymijoen ohi, on vastaava määrä 1 p/m³ (Ila ja Ilb).

5.12 Kalataloushyöty

Kalataloushyödyn arviot perustuvat vesien tilan paranemisesta aiheutuviin kohoaviin ja monipuolistuviin saalismääriin. Niihin vaikuttaa myös kalankantojen hoitomahdollisuuksien paraneminen.

5.13 Virkistyskäyttöhyöty

Jätevesien käsittely- ja johtamisvaihtoehtojen aiheuttamasta veden laadun parantamisesta koituu hyötyä paitsi rantojen käyttöille loma-asutustarkoituksiin myös muulla tavalla paikalliselle asutukselle sen virkistystätymismahdollisuuksien ja asumisen viihtyisyyden lisääntyessä. Lisäksi toimenpiteillä voidaan katsoa olevan vaikutusta jokilaakson matkailullisten edellytysten parantajana.

Etenkin muuta hyötyä kuin loma-asutukselle tulevaa on erittäin vaikea arvioida, mutta alueen luonne huomioon ottaen voitaneen olettaa, että se on vähintään yhtä suuri kuin loma-asutuksen ollessa kysymyksessä. Puhtaiden ja jätevesien likaamien vesien äärellä olevien loma-asutotonttien nykyisten hintojen eroista voidaan päätellä, että jätevesien johtaminen Kymijoen ohi nostaa rantamaan yhteiskuntataloudellista

Taulukko 1

Vedenhankinnan ja vesiensuojelun vaihtoehdot
Kustannukset on diskontattu vuoteen 1972

Table 1

Water supply and konservation alternatives
The costs are disconted up to 1972

Vaihtoehto Alternative	Vedenhankinta Water supply		Teollisuuden jätevedet Industrial sewage		Yhdyskuntien jätevedet Municipal sewage		Kustannusten nykyarvo Present value of costs
	Kotka ja Karhula	Koko alue, kust.	Käsittely Treatment	Purku Discharge	Käsittely Treatment	Purku Discharge	
I a	Selänpäästä From Selänpää	42,1 mmk	Kemiallinen käsittely Chemical treatment 64,4 mmk	Paikallinen Local	Kemiallinen käsittely Chemical treatment 75,6 mmk	Paikallinen Local	182,1 mmk
I b	Valkealan reitiltä From Valkeala watercourse	32,5 mmk					172,5 mmk
I c	Summanjoen kautta Via Summanjoki	28,0 mmk					168,0 mmk
II a	Kymijosta From Kymijoki	16,1 mmk	Mekaaninen käsittely Mechanical treatment	Tunneli merelle Tunnel to the sea	Kemiallinen käsittely Chemical treatment	Tunneli merelle Tunnel to the sea	155,4 mmk
II b			Kemiallinen käsittely Chemical treatment 64,4 mmk	63,7 mmk	75,6 mmk	63,7 mmk	219,8 mmk
II c			Kemiallinen käsittely + lisätoimenpiteet Chemical treatment + addit. measures 109,6 mmk	Paikallinen Local	Kemiallinen käsittely Chemical treatment 75,6 mmk	Paikallinen Local	201,3 mmk

arvoa 1,5 mk/m² ja kemiallinen käsittely 1,0 mk/m² vuodeksi 1973 määrättyillä jätekuorman vähentämistoimenpiteillä saavutettavasta tilanteesta.

Tällaisella varjohintamenettelyllä saadaan hyötyjen nykyarvoiksi jätevesituntelin osalta 7,0 mmk ja kemiallisen käsittelyn osalta 4,6 mmk.

Eri vaihtoehtojilla saavutettavat rahassa arvostettavissa olevien hyötyjen nykyarvot ovat:

Vaihtoehto	Käyttöveden laatuarv. mmk	Kalataloushyöty mmk	Virkistys-hyöty mmk	Hyödyt yhteensä mmk
Ia	9,9	0,8	4,6	15,3
Ib	2,3	0,8	4,6	7,7
Ic	0	0,8	4,6	5,4
IIa	0,8	—0,4	7,0	7,4
IIb	0,8	0,0	7,0	7,8
IIc	0	0,8	4,6	5,4

5.2 Rahalla arvostamattomat hyödyt

5.21 Hyötyjen normeeraus

Rahalla arvostamattomien hyötyjen määräämisessä on pyritty löytämään vaihtoehtojille keskenään vertailukelpoiset suhteelliset ns. hyvyysarvot, joiden vaihteluvälinä on käytetty pistelukuja 0...100. Hyvyysarvot on määrätty käyttäen apuna mittalukuja, mm. analyysituloksia, silloin kun tähän on ollut mahdollisuuksia, mutta kolmen kriteerin suhteen on tällaisten suureiden puuttuessa jouduttu tyytymään objektiiviseen harkintaan ja yhden osalta vain verbaaliseen tarkasteluun. Vertailun pohjaksi (huonoin arvo) on pyritty ottamaan tilanne, joka saavutetaan puunjalostusteollisuuden vuoden 1973 loppuun mennessä tapahtuvilla kuormituksen vähentämistoimenpiteillä.

Hyvyysarvot on niissä tapauksissa, joissa ne pohjautuvat mittalukuihin, laskettu kaavalla

$$h_i = 100 \cdot \frac{m_i - m_{\min}}{m_{\max} - m_{\min}}$$

missä

h_i = vaihtoehdon hyvyysarvo,
 m_i = vaihtoehdon mittaluku,
 $m_{\min}$ = mittaluvun huonoin arvo,
 $m_{\max}$ = mittaluvun paras arvo.

Kaavan avulla approksimoidaan lineaarisesti hyvyysarvon ja mittaluvun riippuvuutta, joka on yleensä epälineaarinen ja täsmälliseltä muodoltaan tuntematon. Hyvyysarvoja 0 ja 100 vastaavien mittalukujen valinta on tehtävä harkiten, ettei menettely aiheuta vääristymiä hyvyysarvoihin.

5.22 Kymijoen tila

Kymijoen tilan parantamisen aiheuttama hyöty voidaan vain osittain arvioida rahassa ja jäljelle jää rahalla arvostamattomia arvoja (esim. viihtyvyys, teollinen ja kulttuurihistoriallinen arvo). Joen tilaa kuvaavat hyvyysluvut on laskettua kuormitusarvojen perusteella, jolloin kiintoaine, BHK₇ ja ligniini on katsottu yhtä merkittäviksi. Kuormitusluvut on valittu siksi, että ne ovat ek-

saktimpia kuin niistä johdetut pitoisuusarvot, sillä esim. happitilanteen kehityksen arviointi on epävarmaa. Vertailussa pohja-arvona (0) on käytetty vuoden -73 kuluessa aikaansaattavia kuormitusarvoja: kiintoaine 73 t/vrk ja BHK₇ 174 t/vrk ja ligniini 138 t/vrk. Huippuarvo (100) v. 1980 saavutetaan vaihtoehtojissa IIa ja IIb, jolloin Kymijokea kuormittavat pääasiassa vain Heinolan seudulta tulevat jätteet. Kymijokeen on tässä luettu mukaan myös sen suualue Kotkan välittömässä läheisyydessä.

Vaihtoehto	Kiintoaine t/vrk	BHK ₇ t/vrk	Ligniini t/vrk	Hyvyysarvo
Ia	22	89	78	58
Ib	22	89	78	58
Ic	22	89	78	58
IIa	5	12	5	100
IIb	5	12	5	100
IIc	22	86	68	61

5.23 Merialueen tila

Merialueella tarkoitetaan Viikarinsaa- ren, Rankin ja Kaunissaaren rajaamaa aluetta. Huonoin tilanne syntyy vaihtoehtojissa IIa, jonka hyvyysarvoksi tulee 0. Parhain tilanne taas saavutetaan vaihtoehtojissa I ja IIc (100). Keskimääräiset pitoisuudet alueella ja hyvyysarvot (BHK₇ ja P yhtä painavina) ovat seuraavat:

Vaihtoehto	BHK ₇ mg/l	P µg/l	Hyvyysarvo
Ia	1,0	10	100
Ib	1,0	10	100
Ic	1,0	10	100
IIa	3,4 ¹⁾	21 ¹⁾	0
IIb	3,0 ¹⁾	18 ¹⁾	22
IIc	1,0	10	100

¹⁾ arvioitu konsentraatio etäisyydellä 2 km purkupuutkesta.

5.24 Ekologisuus

Vaihtoehtojen ekologisen hyvyyden arvioidaan olevan kääntäen verrannollinen luontoon laskettavaan jätemäärään; toisin sanoen lähdetään ajatuksesta, että mahdollisimman suuri määrä jätettä on saatava talteen ja käytettävä tavalla tai toisella joko tuotantoprosesseissa tai luonnon omassa kiertokulussa uudelleen. Jätteiden määrän kasvun ohella on ekologisesti arveluttavaa myös jätteiden siirto paikasta toiseen, vaikka nykyisten arvostusten mukaisia haittoja ehkä vähennettäisiin. Samoin on pidettävä epäedullisena uuden alueen (esim. meri) joutumista jätevesien vaikutuksen piiriin. Edelleen voitaneen myös puhtaan veden siirtoa kauempaa ekologisessa mielessä arvostella. Näistä näkökohdista voidaan johtaa yleinen tavoite, että raakaveden hankinta ja jätteiden käsittely tulisi hoitaa paikallisesti. Ekologiselle hyvyydelle on saatu edelläolevaan perustuen seuraavat tunnusluvut:

Vaihtoehto	Hyvyysarvo
Ia	75
Ib	75
Ic	75
IIa	0
IIb	50
IIc	100

5.25 Riskittömyys

Riskittömyyden avulla on pyritty arvostelemaan vaihtoehtojen käyttövarmuutta ja niissä olevia ennalta arvaamattomia tekijöitä. Riskittömimmäksi on arvostettu vaihtoehto, jossa vesi otetaan muualta kuin Kymijokesta, sillä vedenhankintavesistössä oleva teollisuus muodostaa tietyn jatkuvan onnettomuusvaaran. Tällöin on myös vedenhankinta-

järjestelmän häiriön sattuessa Kymijoki ainakin teoriassa käytettävissä reservivarastona. Em. arvaamattomilla tekijöillä tarkoitetaan mm. jätteissä olevien aineiden (myrkyt, ligniini jne.) mahdollisia vaikutuksia ihmisiin. Vaihtoehdolle IIC, joka on riskitekijällä mitattaessa selvästi heikoin, ei ole annettu hyvyysarvoa 0, koska silläkin saavutetaan selvästi parempi tilanne kuin v. -73 loppuun mennessä. Vaihtoehtojen I arvostelussa on perusteena ollut tekopohjaveden turvallisuus suhteessa pintaveteen esim. kriisiaikana ja putkijohdon turvallisuus suhteessa avouomaan. Edelleen on kiinnitetty huomiota kriisajan minimivedentarpeen (50 l/as. vrk) tyydyttämismahdollisuuteen pohjavedestä sellaisen yhdyskuntien osalta, jotka muuten käyttäisivät pintavettä (Kuusankoski, Kotka, Karhula Ia ja Kotka ja Karhula Ib).

Vaihtoehto	Hyvyysarvo
Ia	100
Ib	80
Ic	60
Ila	50
Ilb	50
Ilc	20

5.26 Rahoitettavuus

Rahoitettavuuden arvioinnissa ovat keskeisiä rahoituksen aikataulu ja suuruus sekä hankkeen rahoittajat ja heidän lukumääränsä. Arvostelussa on lähdetty siitä, että vaihtoehtot I sekä Ila ja Ib ovat yhteishankkeita ja että käyttökustannukset ovat sekundäärisessä asemassa investointeihin nähden, sillä lyhyessä ajassa suoritettavat rakennusinvestoinnit saattavat muodostua toteuttamisen pullonkaulaksi käytettävissä olevien rahoitusresurssien ollessa rajallisia. Vaihtoehtojen vertailu on suoritettu diskontattujen rakennuskustannusten suhteessa ottamalla hyvyysarvoksi 100 tilanne, jossa ainoana vesihuolto-toimenpiteinä ovat paikallisten vedenottamojen laajennukset yhteisiltä investoinneiltaan 4,5 milj. mk. Vaihtoehto, jonka rakennuskustannukset ovat suurimmat (Ilb), saa puolestaan hyvyysarvon 0.

Vaihtoehto	Investoinnit	Hyvyysarvo
Ia	94,3	22
Ib	81,0	34
Ic	75,8	38
Ila	99,7	18
Ilb	120,3	0
Ilc	63,3	49

Taulukko 2

Table 2

Nettokustannukset ja rahalla arvostamattomat hyödyt
Net costs and intangible benefits

Vaihtoehto Alternativ	Nettokustannus, Net cost mmk	Kymijoen tila State of the Kymijoki	Merialueen tila State of the sea area	Ekologisuus Ecological quantity	Riskittömyys Risk aversion	Rahoitet- tavuus Financed feasibility	Elinkeinoeläm. kehitt.mahd. Poss. of econ. growth
Ia	166,8	58	100	75	100	22	100
Ib	164,8	58	100	75	80	34	100
Ic	162,6	58	100	75	60	38	90
Ila	148,0	100	0	0	50	18	60
Ilb	212,0	100	22	50	50	0	60
Ilc	195,9	61	100	100	20	49	20

5.27 Elinkeinoelämän kehittymismahdollisuudet

Eri vaihtoehtot vaikuttavat myös siihen millaiset mahdollisuudet teollisuudella ja elinkeinoelämällä yleensä on kasvaa ja kehittyä alueella. Vesistön käyttö vedenhankintaan tai -johtamiseen asettaa luonnollisesti rajat vesistön muulle käytölle ja vaatimustason jatkuvasti kohotessa vedenhankintavesistöön yhä vähemmän sallitaan laskettavan jätevesiä. Tästä syystä vaihtoehto IIC on arvosteltu selvästi heikoimmaksi ja vaihtoehto Ic huonommaksi kuin Ia ja Ib. Jätevesitunnelin rajoitettu koko asettaa esteitä uusien teollisuuslaitosten perustamiselle ja vaihtoehtot Ila ja Ilb vaihtoehtoja I heikompaan asemaan.

Vaihtoehto	Hyvyysarvo
Ia	100
Ib	100
Ic	90
Ila	60
Ilb	60
Ilc	20

5.28 Vaikutus yhdyskuntarakenteen kehitykseen ja muuhun maankäyttöön

Vaihtoehtoissa Ia ja Ib on vedenhankintajärjestelmä Kymijokivarressa, minne ovat keskittyneet Kymenlaakson asutus, teollisuus ja liikenneväylät. Ne samoin kuin jätevesipuolella vastaavasti vaihtoehtot Ila ja Ilb tukevat siis Kuusankoski-Kotka akselin yhdyskuntien kehittymistä päinvastoin kuin vaihtoehto Ic, joka saattaisi olla Haminan ja sen teollisuuden kehityksen kannalta edullinen. Alemman tason keskuksat Kausala ja Elimäki ovat vaihtoehtojen vaikutuspiirin ulkopuolella.

Vaihtoehdoille ei katsota mahdolliseksi antaa hyvyysarvoja tämän kriteerin osalta.

6. Valintamenetelmä

Vähentämällä kustannusten nykyarvosta rahalla arvostettavien hyötyjen nykyarvot saadaan ns. nettokustannukset, joita käytetään yhdessä rahalla arvostamattomien hyötyjen kanssa vaihtoehtojen paremmuuden arvioimiseen. Taulukossa 2 on esitetty nettokustannukset ja yhteenlyeto rahalla arvostamattomista hyödyistä.

6.1 Valinta ilman painoja

Kutakin rahalla arvostamatonta kriteeriä pidetään yhtä tärkeänä, eikä niille anneta erilaisia painoja, koska ne ovat keskenään vaikeasti vertailtavia ja kaikki vesien tarkoituksenmukaisen käytön kannalta merkittäviä. Kunkin vaihtoehtojen hyötypisteet saadaan laskemalla hyvyysarvot sellaisinaan yhteen. Vaihtoehtojen kokonaishyvyys määrätään hyötykustannussuhteena, joka saadaan jakamalla hyötypistesumma nettokustannuksella:

Vaihtoehto	Hyöty yhteensä	Hyöty Kustannus	Järjestys- sija
Ia	455	2,72	1
Ib	447	2,71	2
Ic	421	2,59	3
Ila	228	1,54	5
Ilb	282	1,33	6
Ilc	350	1,78	4

Hyvyyden tunnusluvun dimensio on siis hyötyarvo/milj. mk. Tunnusluku mitataan eri tyyppisiä ja eri suuria hyötyjä niiden saavuttamiseksi tarvittavilla uhrauksilla. Näin määritellyn hyötykustannussuhteen absoluuttinen arvo ei luonnollisesti ilmaise mitään eikä suhteen arvolla 1 ole mitään erityistä merkitystä. Sensijaan tunnuslukujen suuruusjärjestys ja niiden keskinäiset suhteet ovat merkitseviä. Todetaan, että vaihtoehtot I näyttävät olevan vaihtoehtoja II selvästi parempia. Sensijaan vaihtoehdoil-

la la, b ja c ja varsinkin kahdella ensiksi mainitulla ovat hyöty-kustannussuhteet siksi lähellä toisiaan, ettei niistä yhtä voitane asettaa selvästi muitten yläpuolelle. Jätevesi-tunneliratkaisut, Ila ja b, näyttävät vaihtoehtoista epäedullisimmilta.

6.11 Menetelmän herkkyyks

Ero päävaihtoehtojen I ja II välillä on niin selvä, ettei edellä kohdassa 5.2 esitettyjen harkintaan perustuvien hyvyysarvojen muuttuminen subjektiivisten arvostuserojen vuoksi voi vaikuttaa niiden edullisuusjärjestykseen. Kriteerit on pyritty valitsemaan siten, että kaikki vaihtoehtojen hyvyttä ilmentävät merkittävät tekijät on saatu mukaan. Saatu tulos on lisäksi varsin stabiili kriteerien valinnalle: yhden tai kahdenkaan mielivaltaisesti valitun kriteerin jättäminen pois tai minkä tahansa kriteerin lisääminen ei muuta esim. jätevesitunneliin perustuvia vaihtoehtoja Ila tai Iib edullisimmiksi.

Kustannuksia laskettaessa ja diskontattaessa on käytetty 6 %:n korkokantaa, jota mm. valitvarainministeriö kustannuslaskennan yleisohjeissaan suosittelee valtion investointeja tarkasteltaessa käytettäväksi. 6 % edustaa käyvän koron alarajaa, mutta korkeampaakaan korkokantaa ei ole valittu, sillä sen vaikutuksesta kauempana tulevaisuudessa olevat kustannukset näyttäisivät pienemmiltä. Korkeammalla kor-

kokannalla olisi siis tässä tapauksessa mm. taipumusta ohjata suuret käyttökustannukset omaavaan ratkaisuun. Ts. valitsemalla korkokannaksi 8 % tai 10 % pienenisivät eniten vaihtoehtojen Iic kustannukset ja vähiten vaihtoehtojen Ila. Päävaihtoehtojen järjestystä se ei kuitenkaan muuttaisi.

6.2. Valinta painojen avulla

Tarkastelukulmasta riippuen nähdään vaihtoehtojen hyvyyden eri arvostelukriteerit eri arvoisina. Painottamalla kriteerejä erilailla saadaan tämä arvostusero näkyviin myös valintamenetelmässä. Kun painojen valinnassa on subjektiivisilla näkemyksillä aina vaikutuksensa, on tämä tahaton ohjausmahdollisuus vältetty siten, että alueen vesien eri käyttömuotoja edustavan neuvottelukunnan vedenhankinta- ja vesiensuojelujäosto on asettanut painot. Kriteerien 0...1,5 välille normeeratut painot ovat:

Kriteeri	Paino
Kymijoen tila	0,84
Merialueen tila	0,84
Ekologisuus	0,50
Riskittömyys	1,13
Rahoitettavuus	1,34
Elinkeinoelämän kehitysmahdollisuudet	1,34
	6,00

Painotettujen hyötyjen summa ja hyöty-kustannussuhde muodostuvat seuraaviksi:

Vaihtoehto	Hyöty	Kustannus	Järjestys-sija
Ia	448	2,69	1
Ib	441	2,68	2
Ic	411	2,53	3
Ila	245	1,66	4
Iib	264	1,25	6
Iic	301	1,54	5

Tuloksista havaitaan, että tulos on päävaihtoehtojen ja parhaan vaihtoehtojen osalta sama kuin valinnassa ilman painoja. Pienten hyöty-kustannussuhteen erojen merkityksettömyys tulee esille alavaihtoehtojen Ila ja Iic järjestyksen vaihtumisena.

Kirjallisuutta

- Pitkänen, E.** 1970. Kustannus-hyötyanalyysi. Helsinki.
- Seppälä, Y.** 1971. Valinta käyttäen useita kriteereitä. Yhteiskuntasuunnitelu 1—2/71.
- Vesihallitus** 1972. Vesistösuunnitelmien kannattavuuslaskelmat. Tiedotus 19.
- Vesihallitus** 1972. Kymijoen vesistön alaosan vesien käytön kokonais suunnitelma. Tiedotus 29, I—III.