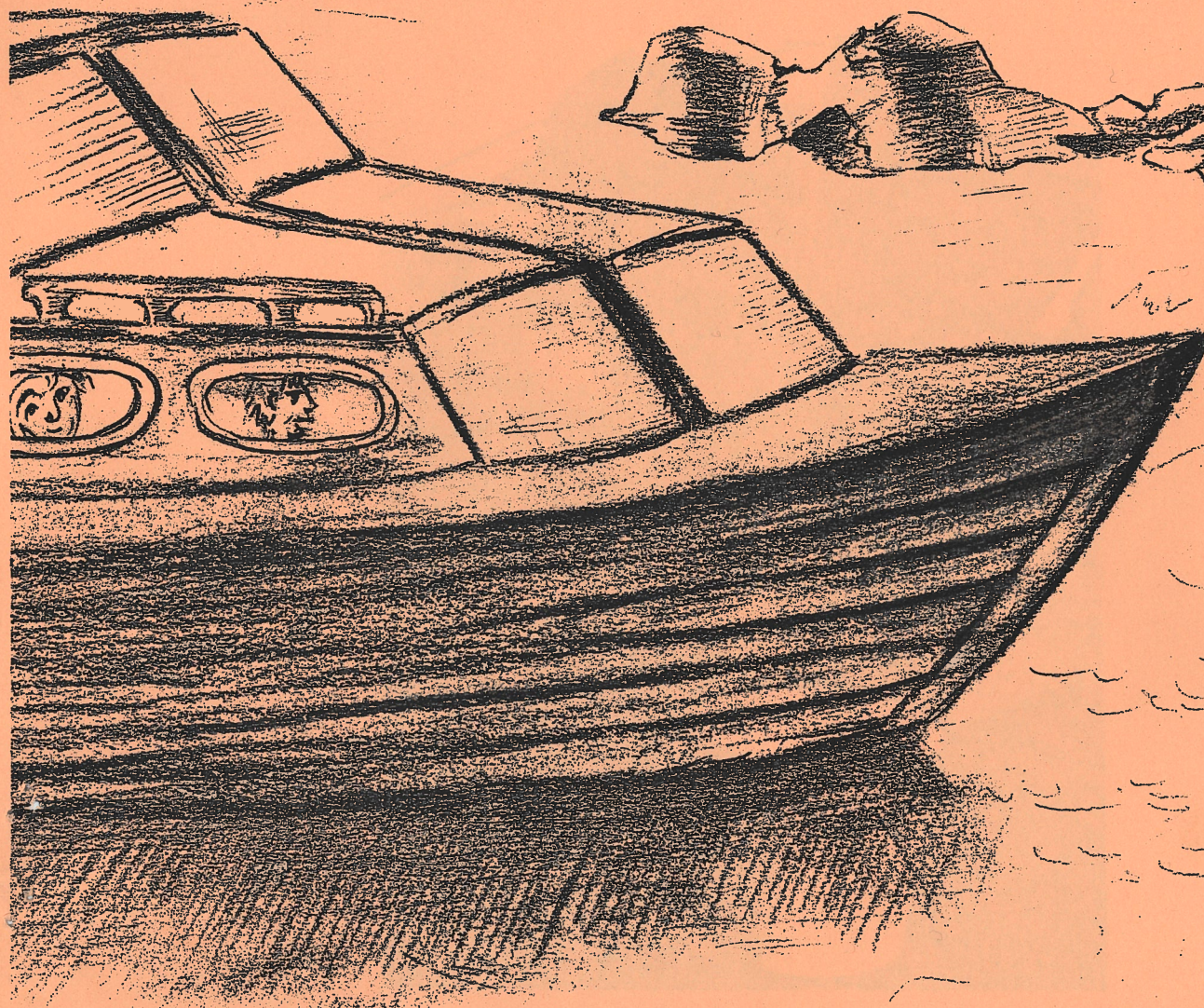


SEDIMENTAATIO
KOKEMÄENJOEN SUUN
VESIALUEELLA



PORIN SUOMALAISEN YHTEISLYSEON LUKIO
LUONNONTIETEELLINEN ERIKOISLUKIO
SYKSY 2004

Sedimentaatio
Kokemäenjoen suun
vesialueella

Sedimentaatio Kokemäenjoen suun vesialueella

Porin suomalaisen yhteislyseon lukio
Luonnontieteellinen erikoislukio III C
Pori 2004

Arto Haimi
Oskari Jaakkola
Risto Judin
Päivi Kivikari
Eero Koskio
Jenniina Laaksonen
Taisto Laato
Saku Nieminen
Jenni Rantasila
Henriikka Rinne
Teemu Saustamo
Sanna Varis
Mikael Virta
Hannu Virtanen
Samuel Widbom

Työn ohjaus: Kari Mäntylä
English summary: Eero Koskio
Kansi: Arto Haimi

Sisällysluettelo

Johdanto	1
Tutkimusalue ja menetelmät	4
Tulokset	9
Tulosten tarkastelu	11
Kiitokset	23
Kirjallisuus	24
English summary	27
Liitteet	1 - 6

Johdanto

Sedimentaatio on prosessi, jossa sadeveden mukana maalta valuvaa epäorgaanista ja orgaanista ainesta kerrostuu vesialueiden pohjaan. Sedimenttiaines kertyy aina kunkin vesiekosysteemin valuma-alueelta. Sedimentiksi kertyy vesistön ja lähiympäristön biologisen tuotannon ja kulutuksen jätteet eli valuma-alue määrää sedimentin koostumuksen. Yleensä sedimentti muodostuu savesta, hiesusta, hiekasta, humuksesta eli osittain hajonneesta kasvijätteestä ja kuolleista kasvinosista. Nykyisin kemialliset jätteet, tehtaiden päästöt ja laskeumat ovat muuttaneet sedimentin koostumusta.

Ympäristöstä ja vesistön ominaisuuksista riippuen sedimentaatio voi olla hidasta tai erittäin nopeaa. Rehevöityneissä ekosysteemeissä sedimenttiä saattaa kertyä senttikaupalla vuosittain. Lapissa karummissa vesistöissä tuotanto on vähäistä ja valuma-alueet epäorgaanisia, esimerkiksi kalliota, jolloin sedimenttiä kertyy vuosittain vain millimetrejä tai jopa vähemmän.

Kova virta kuljettaa sedimenttiainesta, eikä kovaa virtaavan virran pohjaan juuri sedimenttiä kerry. Virran voimakkuuden hidastuessa vesimassassa kulkeneet partikkelit alkavat laskeutua ja kerrostua eli sedimentoitua pohjaan raekokonsa ja tiheydensä mukaisesti. Kaikkein hienoin ja kevein aines kulkeutuu kauimmaksi. Joen saavuttaessa meren tai järven virtausnopeus laskee huomattavasti ja vasta tällöin hienoin aines alkaa laskeutua pohjaan. Veden kiintoainespitoisuuden on todettu kasvavan pohjaa kohti (Virtasalo 2001). Pohjassa myös orgaaninen sedimenttiaines hajotetaan. Hajottajaeliöt ovat yleensä aerobisia eli happea vaativia. Hajottaessaan orgaanista ainesta ne kuluttavat vedessä olevaa happea. Mikäli orgaanisperäisen sedimentin määrä on hyvin runsas, happikadon riski lähellä pohjaa kasvaa. Tämä koskee erityisesti matalia rehevöityneitä järviä talviaikaan. Myös Itämeren syvänteet kärsivät toistuvasti happikadosta.

Sedimenttikerroksessa tapahtuvien biokemiallisten prosessien johdosta osa ravinteista liukenee takaisin veteen. Veteen liuenneet ravinteet voivat kulkeutua virran mukana ja vajota taas takaisin pohjaan. Osa ravinteista siirtyy vesikasvien käyttöön.

Kokemäenjoki on noin 120 km pitkä Kokemäenjoen vesistön laskujoki, joka alkaa Vammalan Liekovedestä ja laskee Porin kohdalla Selkämereen. Kokemäenjoen vesistön sadealue on melko laaja, noin 27 100 neliökilometriä. Joki kuuluu keskivirtaamaltaan

maamme viiden suurimman joen joukkoon. Kokemäenjoki ja sen myötä Kokemäenjoen vesistö alkoi muodostua vuonna 5000 eaa. Jokivarret asutettiin jo esihistoriallisella kaudella ja nykyisin Kokemäenjokilaakso on maamme tiheimmin asutettuja alueita. Suurimmat kosket on valjastettu sähköntuotantoa varten. Voimalaitoksia on mm. Harjavallassa, Kolsissa ja Äetsässä.

Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään, kuinka paljon sedimenttiä kertyy vesistön pohjaan tietyssä aikayksikössä Kokemäenjoen suosan alueella. Tutkimusalueelle sijoitettiin viisi sedimentinkeräintä viikon ajaksi (Ks. kartta 1).

Tutkimusselostuksemme tekstiä on kirjoittanut moni henkilö ja tekstiä on muokattu moneen kertaan, minkä vuoksi viittaukset lähteisiin (mitä joku on aiemmin jossain kirjoittanut), ovat vähän puutteellisia. Kaikki siteeratut lähteet ovat kuitenkin lähdeluettelossa.

Tutkimusalue ja menetelmät

Sedimenttikeräimet sijoitettiin seuraaviin paikkoihin (Kartta 1): Kokemäenjoen pääuoma joen suistossa Kivinin kylän kohdalla, Pihlavanlahti suiston alapuolella, Mäntyluodossa Uniluodon kaakkois- ja itäpuolella sijaitseva merenlahti ja Kallon eteläpuolinen merialue sekä kauimmaisena paikkana pohjoisessa Ahlaisten saaristossa Oodeen sillan eteläpuoli ennen merta.

Keräimet valmistettiin 10 litran muoviämpäreistä. Ämpäriin pohjalle kiinnitettiin muovipullo, jonka suulle pantiin 9 cm:ä halkaisijaltaan oleva suppilo. Suppilopulloyhdistelmän tuli olla kokonaan ämpäriin reunojen sisällä siten, että sen yläreuna ei ylettynyt ämpäriin reunojen yli. Yhdistelmä kiristettiin paikoilleen ämpäriin pohjalle ohuilla muovinaruilla, jotka menivät ämpäriin pohjan läpi. (Kiinnittämisessä olisi voinut käyttää lisäksi jonkinlaista itseliimautuvaa tarranauhaa ämpäriin pohjassa.) Ämpäriin piti vedessä pystyssä koho, joka oli noin metrin mittaisella köydellä kiinni ämpäriin kantokahvassa. Ämpäriin pohjasta lähti köysi ankkuriin siten, että ämpäriin yläreuna oli noin

Sedimentaatio Porin vesialueilla syksyllä 2004

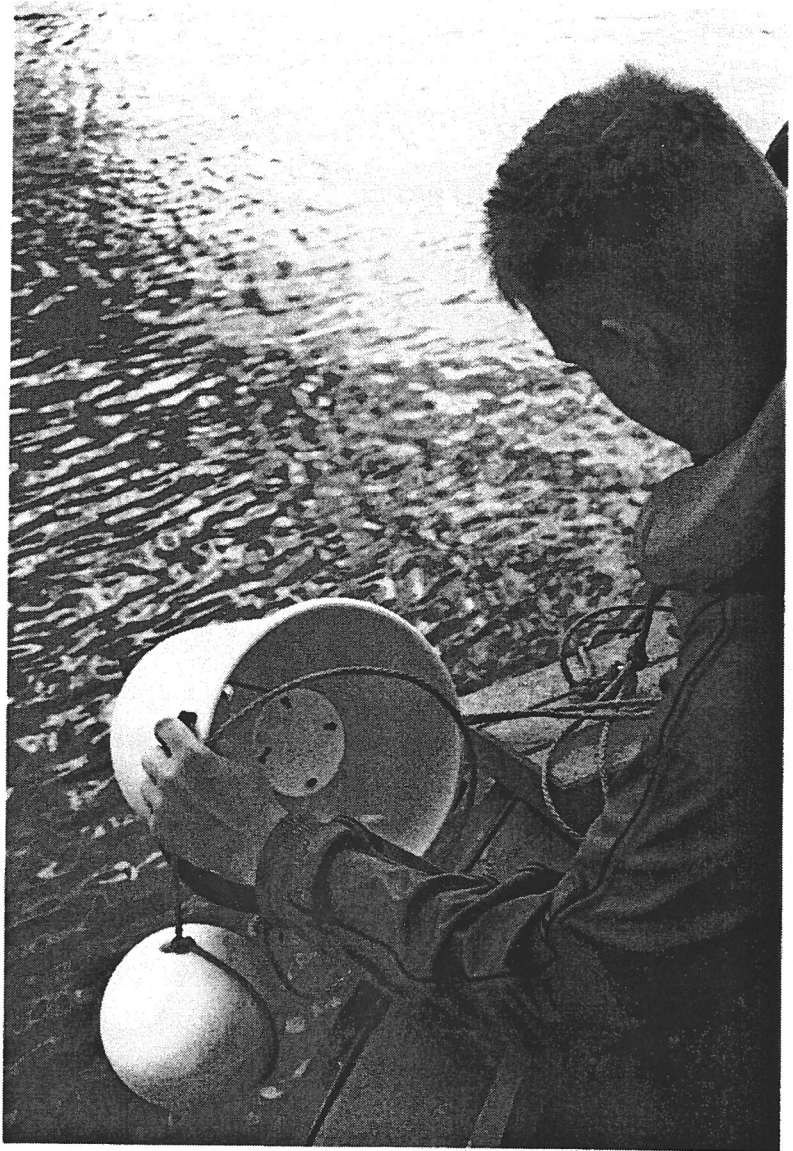
Kartta 1



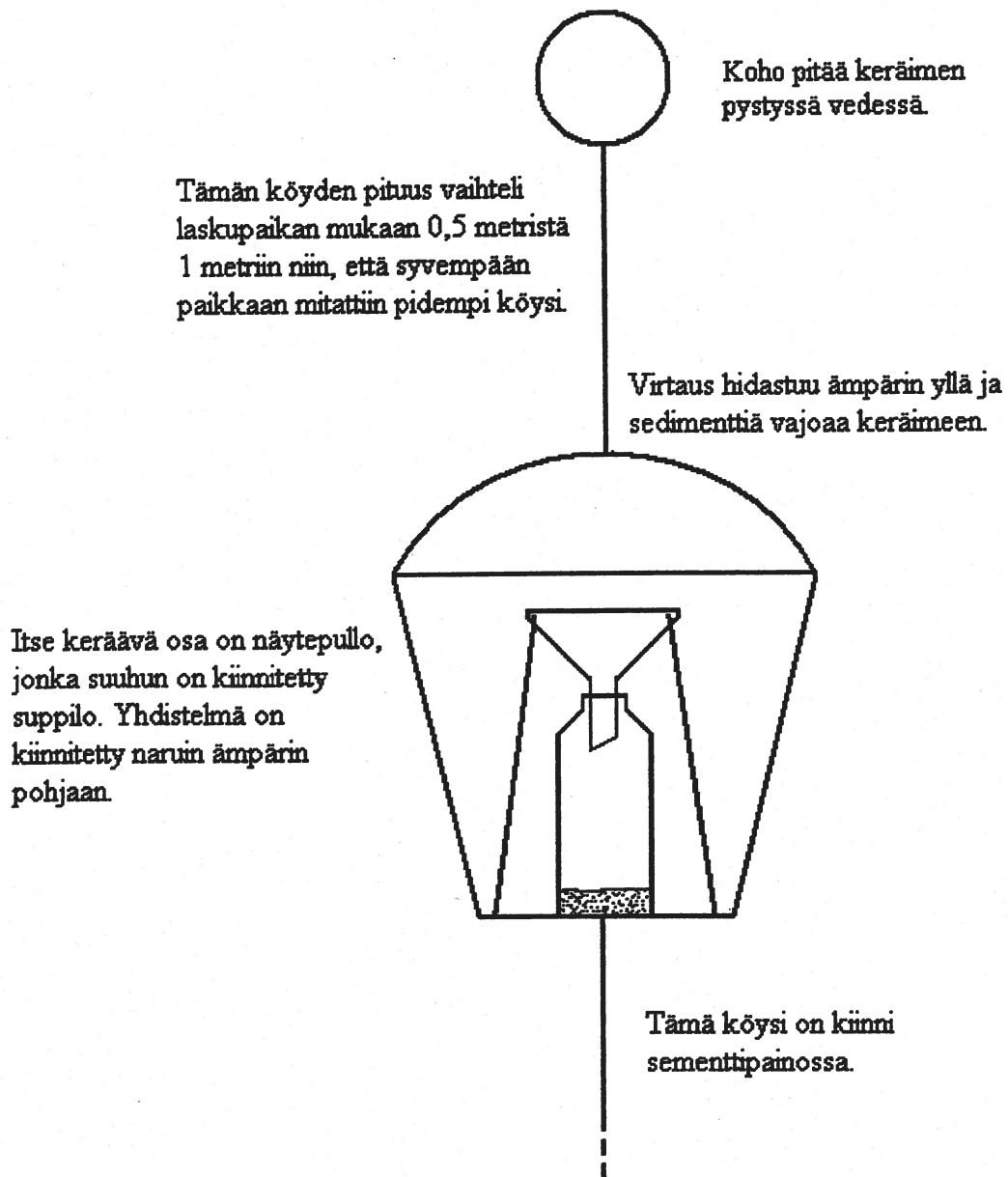
Sedimenttikeräimien sijainnipaikat

1. Kokemäenjoki, pääuoma, Kivini
2. Pihlavanlahti, suiston alap.
3. Uniluoto, kaakkoisranta, merenlahti
4. Kallo, avomeren ranta
5. Ahiaisten saaristo, kauimmainen paikka pohjoisessa ennen merta; Oodeen silta

Kuvat 1 ja 2.
Sedimentti-
keräimen
rakenne



Sedimenttikeräin



metrin korkeudella pohjaliejusta. Ankkurista lähti erillinen köysi pinnassa olevalle merkkipoijulle. Ankkurina toimi betonilaatta (30cm x 30cm) tai tavallinen veneen ankkuri. Sedimenttikeräimen rakenne käy selville kuvista 1, 2 ja 3.

Sedimenttikeräimet vietiin veneillä kohteisiinsa. Kolmessa tutkimuspisteessä keräimet sijoitettiin sopimuksen mukaisesti kalastajien pyydyksien viereen, jotta ne eivät olisi herättäneet turhaa uteliaisuutta, eivätkä olisi venereiteillä. Keräimet laskettiin varovasti veteen ja ne olivat siellä lähes tunnilleen seitsemän vuorokautta.

Viikon kuluttua kukin keräin nostettiin vedestä ja näytepullo irrotettiin varoen keräimestä ja suljettiin korkilla. Koulussa pullojen sisältämät näytteet kaadettiin mittalaseihin. Sedimenttiaineksen annettiin laskeutua pohjalle parin päivän ajan niin, että se erottui kunnolla vedestä. Mittalasin asteikosta katsottiin suoraan sedimentin tilavuus ($\text{ml} = \text{cm}^3$).

Seuraavaksi mittalasin sisältö kaadettiin kahvisuodatinpaperin läpi takaisin muovipulloon. Suodatin ja siihen jäänyt kiinteä aines kuivattiin lämpökaapissa +80 celsiusasteen lämmössä vuorokauden ajan. Kuivapainomääritykset tehtiin tarkkuusvaa'alla sadasosagramman tarkkuudella.

Tulokset

Eri näytteenottopaikoista saadut sedimentin määrät ja niistä lasketut sedimentaationopeudet on annettu taulukossa 1. Taulukon 1 yhteydessä on myös esimerkkinä annettu laskutoimitus, miten sedimentaationopeus (cm/kk) on laskettu näytteenottopaikalle 1 (Kokemäenjoki).

Eniten sedimenttiä kertyi Kallostä avomeren tuntumasta ja Pihlavanlahdelta.

Tulokset

Katso taulukko 1. Keräimen halkaisija oli 90 mm. Tulokset laskettiin seuraavasti ($x =$ kerrostumisnopeus):

$$A = \pi r^2 = \pi \times (4,5 \text{ cm})^2 \approx 63,6 \text{ cm}^2$$

$$x = \frac{7,5 \text{ ml}}{7 \text{ vrk}} \approx 1,071 \frac{\text{ml}}{\text{vrk}}$$

$$\frac{x}{A} = \frac{1,071 \frac{\text{ml}}{\text{vrk}}}{63,61 \text{ cm}^2} \approx 0,0168 \frac{\text{ml}}{\text{vrk cm}^2} = 1,68 \frac{\text{ml}}{\text{vrk ha}} = 50,4 \frac{\text{kk}}{\text{ha}} = 0,50 \frac{\text{cm}}{\text{kk}}$$

Taulukko 1.

Paikka	Sedimentti		Sedimentaatio nopeus			
	Syvyys (m)	Tilavuus (ml)	Massa (g)	ml/vrk/cm ²	m ³ /kk/ha	cm/kk
Kokemäenjoki (pääuoma, Kivini)	5	7,5	1,73	0,017	50	0,50
Pihlavanlahti (suiston alapää)	2	8,5	2,00	0,019	57	0,57
Uniluoto, SE-ranta (meren lahti)	3	6,5	0,67	0,015	44	0,44
Kallo (avomeren ranta)	8	10	2,53	0,022	67	0,67
Ahlaisten saaristo (kauimmainen paikka pohjoisessa ennen merta; Oodeen silta)	2	8,2	1,27	0,018	55	0,55

Tulosten tarkastelu

Vesien alkuaine-, myrkkyy- ja ravinnepitoisuuksia on Suomessa tutkittu viime vuosikymmeninä paljonkin mutta sitä, kuinka paljon savea, hiesua, levää, humusta ym. sedimenttiainesta joet kuljettavat mukanaan, on Suomessa tutkittu hyvin vähän. Sedimentaatio on kuitenkin oleellinen osa jokisuiston ja joen ekologiaa.

Tässä tutkimuksessa tarkoituksena oli tutkia, kuinka paljon sedimenttiä (cm ja m³/ha) kertyy Kokemäenjoen suupuolella tietyssä aikayksikössä.

Kesä 2004 oli keskimääräistä sateisempi ja esimerkiksi Kokemäenjoen virtaama (m³/s) oli loppukesällä ja alkusyksystä selvästi suurempi kuin normaalisti tuohon aikaan (Liite 1). Suuresta vesimäärästä johtuen joen virtausnopeus oli myös tavallista suurempi. Nopeasti virtaavassa vedessä kulkee myös paljon hienoa, ja lisäksi vähän karkeampaakin ainesta mukana, joka joen suistossa virtausnopeuden hidastuessa laskeutuu pohjaan. Näin ollen nyt mitattu kesän 2004 sedimentaation määrä

on ollut todennäköisesti suurempi kuin sadeoloiltaan normaalina kesänä. Tämä koskee erityisesti Pihlavanlahtea ja Ahlaisten saaristoa, mahdollisesti myös merialuetta.

Kesäkuussa 2004 Satakunnassa sademäärä oli noin 89 % ja heinäkuussa 68 % suurempi kuin normaalisti. Vastaavasti Kokemäenjoen virtaama oli heinäkuussa 98 % ja elokuussa 71 % tavallista suurempi. Sedimenttikeräimet olivat vedessä viikon ajan elokuun jälkipuoliskolla.

Saimme tuloksia viidestä eri paikasta. Otimme näytteitä Kokemäenjoen pääuomasta Kivinin kylän kohdalta, Pihlavanlahdelta suiston alapuolelta, Uniluodon kaakkoisrannan läheisyydestä, Kallosta ja Ahlaisten saaristosta. Tulokset olivat seuraavat (Vrt. taulukko 1):

Paikka	Kertymä sedimentti-keräimessä (kuivapainogr.)	Pohjaan laskeutuvan sedimentin määrä (m ³ / kk / ha)
Kokemäenjoki, pääuoma, Kivini	1,73	50
Pihlavanlahti, suiston alapuoli	2,00	57
Uniluoto, kaakkoisranta, meren lahti	0,67	44
Kallo, avomeren ranta	2,53	67
Ahlainen, saaristo	1,27	55
Keskiarvo:	1,69	55

Keskimääräinen virtaama Kokemäenjoen Harjavallan voimalaitoksella tutkimusviikon aikana oli 289 m³/s, kun se elokuussa normaalisti on 169 m³/s (Liite 1). Päivisin juoksutus oli 300-350 m³/s, kun sähköntarve on suurimmillaan, ja öisin 100-150 m³/s. Viikonvaihteessa juoksutus oli alhaisempaa kuin arkipäivinä (Ks. liite 1).

Virheitä saamiimme tuloksiin on voinut aiheuttaa keräimen nostamisen yhteydessä havaittu vähäinen kallistuminen, jolloin

sedimenttiä olisi voinut karata. Myös näytepullojen irrotus oli hankalaa. Noston yhteydessä suppilossa oleva vesi pyrki omalla massallansa valumaan näytepulloon ja työntämään kerättyä sedimenttiä pois pullosta. Nostossa täytyi olla tarkka ja nopea, jotta kaikki sedimentti pysyi tallessa tulevia mittauksia ja punnituksia varten. Kahdessa paikassa, Uniluodossa ja Kokemäenjoessa (Kivini), keräimen todettiin olevan vinossa asennossa sitä nostettaessa. Uniluodossa pullosuppilo-osa, eli varsinainen keräin, oli vinossa asennossa kiinnitysten löystytyä mahdollisesti kovan merenkäynnin takia. Kokemäenjoessa virtaus oli niin voimakas (noin 1 m/s !), että styroksipallo, jonka tehtävänä oli pitää keräinämpäri suorassa asennossa, vetikin keräimen vinoon asentoon. Tällöin sedimenttiä ei ole päässyt kertymään keräimeen niin paljon kuin sitä olisi kertynyt, jos keräin olisi ollut suorassa. Molemmissa paikoissa sekä Uniluodossa että Kokemäenjoessa sedimenttikertymät olivat alhaisimmat (Taulukko 1). Vuonna 2002 alkusyksystä, jolloin Kokemäenjoen virtaama ja virtausnopeus vähäsateisen kesän jälkeen olivat hyvin alhaisia, saatiin keräimillä sedimenttiä eniten Kokemäenjoesta (PSYL, Grönman 2002). - Keräimen ämpäriin tehtävänä on pysäyttää tai ainakin hidastaa virtausta, jotta vedessä oleva kiintoaines pääsisi laskeutumaan. Joen kautta kaikki suistoonkin sedimentoituva kiintoaines luonnollisesti tulee ja

näin ollen käyttämillämme keräimillä kuuluisi juuri jokivedestä saada suurimmat sedimenttimäärät. Luonnonoloissa, virtaavan joen pohjaan sedimenttiä kerrostuu ilmeisesti paljon vähemmän kuin joen suistoon.

Saadun sedimentin määrä riippuu myös keräimen syvyydestä. Kaikissa tutkimuspisteissä keräinämpärin yläreuna oli noin metrin korkeudella pohjasta. Matalassa vedessä sedimenttikeräin on lähellä pintaa. Tällöin sedimenttiä ilmeisesti kertyy suhteellisesti vähemmän kuin syvällä olevaan keräimeen.

Eniten sedimenttiä saatiin Kallosta. Keräin oli saaren eteläpuolella kahdeksan metrin syvyydessä. On myös mahdollista, että suolainen merivesi edesauttaa joen tuoman sedimentti-aineksen saostumista (Oravainen 1995). Kokemäenjoen tuomasta vedestä mereen purkautuu ehkä noin puolet juuri Reposaaressa ja Kallon aallonmurtajien välistä ja toinen puoli Ahlaisten saariston kautta. Elokuussa 2004 Kokemäenjoen suuosassa sedimenttiä kertyi tutkimustemme perusteella keskimäärin 55 m^3 hehtaaria kohden kuukaudessa.

Sedimentaatioprosessin merkitys joen suistolle on suuri. Mitä voimakkaampi veden virtaus on, sitä enemmän irtoainesta ja liuenneita aineita veteen sekoittuu. Alkukevällä lumen sulaessa

tulee valuman mukana mm. savea eroosion takia. Kokemäenjoen valuma-alueella suurimpia saven tuojia on Loimijoki, joka aiheuttaa samennusta myös itse Kokemäenjoen vedessä. Peltojen valumavesistä sekä tehtaiden ja jätevesipuhdistamoiden päästöistä tulee jokeen myös kasviravinteita, jotka rehevöittävät paitsi jokea ja suistoa, myös merialuetta.

Tuulen puhaltaessa suotuisasta suunnasta Kokemäenjoen makea vesi ja sen mukana kulkeva hienoin kiintoaines voi kulkeutua kauas avomerelle asti. Merellä veden virtausnopeus hidastuu, minkä vuoksi hienointa sedimenttiä, savea ja hiesua laskeutuu meren pohjalle. Sama prosessi tapahtuu jo aiemmin voimakkaana Pihlavanlahdella ja joen suistossa. Lisäksi suistossa runsas vesikasvillisuus pidättää veden virtausta ja saa vedessä olevat kiinteät hiukkasen laskeutumaan pohjaan tai tarttumaan vesikasveihin. Joka syksy ja talvi vesikasvit kuolevat ja maatuvat enimmäkseen paikoilleen. Kaikki nämä prosessit saavat aikaan joen ja jokisuiston madaltumisen ja suiston (kelluslehtisten ja ilmaversoisten kasvien) leviämisen aina vain edemmäs. Sedimentaatio ja vesikasvien maatuminen yhdessä maankohoamisen kanssa, joka on 6-7 millimetriä vuodessa, saavat Kokemäenjoen suiston ulkoreunan etenemään merelle päin keskimäärin 30 - 40 metriä vuodessa (Säntti 1951, Aulio 1979).

Kokemäenjoen synty ja kehitys on ollut maankohoamisen määräämä (Esim. Alhonen 1986).

Maa on kohonnut Porin seudulla 1300-luvulta lähtien melkein viisi metriä ja Kokemäenjoen suualue on muuttunut voimakkaasti kuluneina vuosisatoina (Säntti 1951, karttaliitteet 2, 3 ja 4). Tällä hetkellä Kokemäenjoen suisto ulottuu Porin keskustasta (Kirjurinluodosta) noin 13-14 kilometriä luoteeseen. Ulvilasta Pihlavanlahdelle ulottuvalla alueella Kokemäenjoki virtaa sen itsensä tuomien sedimenttien päällä. Pengertiet Kaanaan ja Lampaluodon sekä Lampaluodon ja Ahlaisten välillä estävät virtauksia ja vedenvaihtoa Pihlavanselän ja meren välillä, mikä omalta osaltaan edesauttaa pengerteiden sisäpuolisten alueiden sedimentaatiota ja madaltumista (Vrt. Aulio ym. 1989).

Ennusteena voisi esittää, että nykyisellä madaltumisvauhdilla vajaan sadan vuoden kuluttua suuri osa nykyistä Pihlavanlahtea on kaiken todennäköisyyden mukaan jokisuistoa valtavine kaislikko- ja ruovikkoalueineen.

Mittaustemme perusteella sedimentaationopeudet olivat Kokemäenjoessa, Pihlavanselällä ja Ahlaisten saaristossa keskimäärin 0,54 cm/kk (Taulukko 1). Vuodessa kertyvän sedimentin määrää (yli 6 cm) tuosta luvusta ei voi suoraan laskea, koska Kokemäenjoen virtaama oli mittausaikana poikkeuksellisen suuri.

Toisaalta talvella sedimentaatio on hyvin vähäistä, koska joen valuma-alueen maat ovat roudassa. Vastaavasti keväällä ja syksyllä, jolloin valumavesiä on normaalisti hyvin runsaasti, sedimentaatio on todennäköisesti suurta.

Mikäli vuoden kuukausista neljänä sedimentaatio olisi keskimäärin 0,3 cm/kk, neljänä kuukautena 0,2 cm/kk ja niin ikään neljänä kuukautena 0,1 cm/kk, kertyisi vuodessa sedimenttiä vesialueen pohjaan 2,4 cm:n paksuinen kerros. - Tämä luku saattaa olla lähellä totuutta.

1930-luvun puolella välissä ruopattiin nk. ketjuruoppaajilla Kokemäenjoen suosan laivaväyliä. Ruoppausjätteet läjitettiin pystylankuista rakennettuihin suuriin ”kuralaareihin”. Näistä Kivinin kylän alapuolinen kuralaari rakennettiin 1–1,5 metriä syvään veteen (Onni Söderman, suull. ilm.). Nykyisin tuon Abessiiniaksi kutsutun (kartoissa Poolee) saaren ympärillä on märkää vesijättöniittyä suurin piirtein sillä korkeudella, missä vedenpinta oli 70 vuotta sitten.

2,4 cm:n vuotuisella sedimentaationopeudella tuolle paikalle ”uutta maata” (johon on sekoittunut myös maatuneita vesikasveja) olisi kertynyt 168 cm.

Vuonna 1994 tehtiin Mäntyluodon syväväylän ja Kallonlahden ruoppaustöihin liittyen myös sedimentaatiotutkimus (Oravainen 1995). Yksi tutkimuspiste (Kallo) oli sama kuin meillä ja yksi (Reposaaren itäpuolinen vesialue) vastasi tavallaan meidän tutkimuksessamme Pihlavanlahtea. Tuossa tutkimuksessa käytettiin pohjaan asennettuja putkikeräimiä. Näytteenottoaika oli kaksi viikkoa kesä-, syys- ja marraskuussa. Kokemäenjoen tuon aikaisista virtaamista ei ole tietoa, mutta v. 1994 kesäkuussa sedimentaationopeus oli kaikkein suurinta, marraskuussa toiseksi suurinta ja syyskuussa vähäisintä. Syyskuussa 1994 sedimentaatio oli Kallon edustalla 0,43 cm/kk, Reposaaren kaakkoispuolella 0,21 cm/kk, vuositasolla vastaavasti 5,2 cm/v ja 2,6 cm/v.

- Syyskuun alhaiselle sedimenttikertymälle voisi olla selityksenä se, että alkusyksystä ainakin kasvillisuus vielä sitoo tiukasti joen valuma-alueen maahiukkasia. Sedimentaatio on tietenkin myös silloin vähäistä, jos on satanut vähän.

Säntti (1951) osoitti tutkimuksissaan, että Kokemäenjoki kerrosti sedimenttiä erityisesti pääuoman suuhun sen molemmin puolin, 16 vuodessa (vuosina 1931–1947) jopa 50 - 70 cm eli vuositasolla 3,1 - 4,4 cm/v. Pääuoman suulta sivullepäin mentäessä sedimentaatio oli vähäisempää (Liitteet 5 ja 6). – Pohjan muodosta riippuen virtausolosuhteet jokisuun alapuolella vaihtelevat. Kuitenkin vielä 2,5 kilometrin päässä jokisuusta

Pihlavanlahdella kertyi 16 vuodessa sedimenttiä 10 - 40 cm eli sedimentaationopeus oli 0,6 - 2,5 cm/v. Säntin tutkimus perustui Pihlavanlahdella tehtyihin syvyysmittauksiin, joissa oli aikaeroa 16 vuotta.

Olemassa olevan, kahdella erilaisella menetelmällä saadun tiedon perusteella sedimentaationopeus Kokemäenjoen pääuoman suun alapuolisella alueella vaihtelee 0,5 - 4,4 cm/v välillä. Laskutoimituksissa hyvä, käypä keskiarvo Pihlavanlahden alueelle voisi olla esimerkiksi 1,5-2 cm/v. Tällöin 50 vuodessa sedimenttiä kertyisi 75 - 100 cm. Tähän lukuun pitäisi lisätä vielä maankohoamisen määrä tuona aikana, noin 30 cm.

Maapallon jäätiköiden sulamisesta johtuva valtameren pinnan nousu, isostasia, joka vähentäisi maankohoamisen vaikutusta, on jätetty tässä huomiotta. Valtameren pinnannousun määrää tulevaisuudessa ei varmuudella tiedetä, mutta on mahdollista, että lähimmän sadan vuoden aikana Kokemäenjoen suistossa ja sen alapuolisella alueella (yhtä hyvin kuin koko Selkämeren rannikko-alueella) valtameren pinnannousu "hävittää" joko osaksi tai kokonaan maankohoamisen vaikutuksen. Tällöin esimerkiksi Pihlavanlahden madaltuminen johtuisi yksinomaan sedimentaatiosta ja vesikasvien maatumisesta. Joka tapauksessa

Pihlavanlahden pohja kohoaa nopeammin kuin meren pinta, ja lahti näin ollen madaltuu.

Kaiken todennäköisyyden mukaan Pihlavanlahti madaltuu lähes metrin verran 50 vuodessa (ja 1,5 - 2 metriä sadassa vuodessa).

Vaikka otettaisiin huomioon pohjasedimentin osittainen tiivistyminenkin ajan myötä, mitatut sedimentaationopeudet riittäisivät selittämään jo ihmisiässäkin havaittavan joen suualueen madaltumisen ja suiston vesikasvillisuuden voimakkaan etenemisen merta kohti.

Erään arvion mukaan Pihlavanlahteen kerrostuu vuosittain noin 100 000 kuutiometriä kiintoainetta (Alhonen 1986). $100\,000\text{ m}^3/\text{v}$ on sama kuin jos 5 km^2 :n alueelle kertyisi 2 cm :n kerros sedimenttiä vuodessa (tai 10 km^2 :n alueelle $1\text{ cm}/\text{v}$).

Pihlavanlahdella on tällä hetkellä avovettä yli 20 km^2 . Mikäli keskimääräinen sedimentaation määrä koko lahdella on lähellä kahta senttimetriä vuodessa, pitäisi Kokemäenjoen vuodessa tuoman kiintoaineksen määrän olla huomattavasti suurempi kuin $100\,000\text{ m}^3$. – Kokemäenjoen vuosittain tuoman kiintoaineksen todellisen määrän selvittämisellä luulisi olevan yleistäkin mielenkiintoa.

Aikoinaan täyttyi joen tuomista sedimenteistä Ulvilanlahti (Porin itä- ja kaakkoispuolinen alue), sitten Porinlahti (alue Porista Kiviniin) ja tulevaisuudessa myös nykyinen Pihlavanlahti (Säntti 1951, karttaliitteet 2, 3 ja 4). Sedimentaatio tulee olemaan voimakkainta lähellä pääuoman suuta Pihlavanlahden kaakkoispäässä (Vrt. liitteet 5 ja 6).

Kokemäenjoen vesistön valuma-alue on Suomen pinta-alasta kahdeksan prosenttia ja neljänneksi suurin. Kokemäenjoen suisto on pinta-alaltaan Pohjoismaiden suurin. Eläimistöltään ja kasvistoltaan se on Pohjoismaiden arvokkaimpia jokisuistoja.

Kokemäenjoen suistossa tyypillisiä syvän veden kasveja ovat kaislat ja kapealehtiosmankäämit muodostaen palapelimaisia kasvustoja. Vedenalaisia kasvustoja on lumpeilla, ulpukoilla, ärviöillä ja erilaisilla vidoilla houkutellen pikkueläimiä, jotka ovat tärkeitä vesilinnuille. Ajan kuluessa, suksektion edetessä, ennen meren lahtena ollut paikka muuttuu vähitellen järviruo'on, saran, pajujen sekä leppien värittämäksi alueeksi (Lokki ym. 1994).

Kokemäenjoen suiston monimuotoinen eliömaailma on ilmeisesti aina huomattu. Pieniä alueita on aikoinaan rauhoitettu suojelualueiksi. Nykyisin suisto kuuluu Natura 2000 -ohjelman

piiriin. Suojelussa oleva alue ulottuu Ulasoorista ja Kiviniestä Reposaaren rautatiesillan penkereelle asti.

Kiitokset

Kiitämme Kokemäenjoella kuljettajanamme toiminutta Pertti Kerkoa. Maastotöiden onnistumiseen vaikutti suuresti turvalliset sedimenttikeräinten sijoituspaikat, joista kiitämme Mika Elosen perhettä (Ahlainen) ja kalastajia Kalle Pajamäkeä (Kivini) ja Esko Wallinia (Mäntyluoto). Kiitämme Kokemäenjoen suistoa koskevista vanhoista tiedoista turkistarhaaja Onni Södermania. Paavo Peltosen ja Jarmo Rantasen kautta saimme käyttöömmme juoksutustiedot PVO-POOLista (Harjavallan voimalaitos). Lehtori Tommi Mäkiseltä lainaksi saatu Säntin tutkimus Kokemäenjoen suiston etenemisestä auttoi arvioimaan tämän tutkimuksen merkitystä.

Kirjallisuus

Alhonen, P. 1986: Kokemäenjoen vesistöalueen syntyvaiheet ja tärkeimmät tapahtumat. Vesi ja ihminen. 25 vuotta vesien suojelua. – Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Pori.

Aulio, K. 1979: Mataloitumisen vaikutus kasvillisuuteen Kokemäenjoen suistoalueella. - Turun yliopiston maantieteen laitoksen julkaisuja 90: 1-30. Toim. Juhani Vainio. Turku.

Aulio, Kai., Aulio, Heli & Lampolahti, Janne 1989: Esitutkimus Lampaluodon – Ahlaisten paikallistien ympäristövaikutuksista. - Porin ympäristönsuojelulautakunnan julkaisu 2/89. 66 ss. Pori.

Eronen, Matti; Hakulinen, Kerkko; Heino, Raimo; Kemppainen, Kimmo; Luoto, Heikki; Luukkonen, Marsa; Maijala, Paavo V.; Paasivirta, Anssi; Oja, Heikki; Palmu, Pentti; Rekola, Lasse; Simola, Marja... 1984: Geo – maantiedon suuri tietosanakirja. Osa 8. WSOY, Espoo.

Lokki, Juhani; Miettinen, Kaarina; Halkka, Antti; Kokko, Ulla; Koskimies, Pertti; Lindholm, Tapio; Nummi, Outi; Nummi, Petri; Parkkinen, Seppo; Suominen, Teuvo; Tiainen, Juha; Vuorisalo, Timo 1994: Kaunis kotimaa – Natura Fennica. 1. osa: Itämeri. WSOY, Porvoo.

Oravainen, R. 1995: Mäntyluodon syväväylän ja Kallon sataman ruoppaustöiden ympäristövaikutusten tarkkailu. Tutkimusraportti vuodelta 1994. – Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Tampere.

Oravainen, Reijo 2002: Vuosiyhteenveto: Kokemäenjoen ja Porin edustan merialueen yhteistarkkailusta vuodelta 2002. - Julkaisu n:o 484. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

Porin suomalaisen yhteislyseon lukio, Luonnontieteellinen erikoislukio IIC (Katja Grönman): Sedimentaatio Porin vesialueilla syksyllä 2002.

Raunio, Anne 1992: Ympäristötietoa Kokemäenjoesta.
- Satakunnan luonnonsuojelupiiri ry ja Satakuntaliitto, Sarja A: 189.

Säntti, Auvo A. 1951: Die Häfen an der Kokemäenjoki-Mündung. – Turun yliopiston julkaisuja. Sarja A, osa XI,2. Turku.

Virtasalo, Joonas 2001: Laivaliikenteen aiheuttamien ja luonnollisten virtausten vaikutus sedimentaatio-olosuhteisiin Pohjois-Airistolla. – Pro gradu –tutkielma, Geologian laitos, Maaperägeologia, Turun yliopisto, Turku.

Summary

Sedimentation in the water area of the river delta of the river Kokemäenjoki, Western Finland

This study handles sedimentation in the delta area of the river Kokemäenjoki. Very little research has previously been done on the subject. Kokemäenjoki is among the five largest rivers in Finland and has a rather considerable rainfall area of 27100 square kilometres. Its delta stretches about fourteen kilometres northwest from downtown Pori.

In the process of sedimentation, organic and non-organic material from land areas surrounding a particular river flow into the river with rainwater. This material then stratifies on the river bottom.

In areas where the current is strong, only a little of the material sinks, and even then only the heaviest particles. When the current weakens, however, most particles carried in the flow will sink to the river bottom.

We studied stratifying quantities in five different locations along the river delta with self-made gathering units. These consist of a cement weight, a plastic bucket containing the actual bottle that gathers material and a float keeping the

bucket upright in the water. A second float reaching the surface is attached to the weight to mark locations for later recovery. See drawing for details.

When flowing water passes over the bucket, its current weakens, and particles fall into the bottle fixed inside the bucket. The bottle has a funnel at its mouth with a diameter of 9 centimetres.

Gathering units were in place for seven days in the latter half of August 2004. Sedimentation speeds ranged from 44 to 67 m³/month/hectare, which gives us a monthly downfall of material from 0.44 cm to 0.67 cm. Because of the unusually heavy rainfall in the summer 2004, the results are probably slightly higher than normal.

Sedimentation speed varies according to seasonal cycles. Slowest sedimentation can be observed during the winter when land around the river is frozen, while spring and autumn boast the highest speeds. Based on our measurements, we estimate the average sedimentation speed for areas below the mouth of the river Kokemäenjoki to be about 2 cm/year. The maximum rate would be 2,4 cm/year. Compared to what little previous scientific data we have on the subject, this seems like a sound estimate.

In a study similar to ours, conducted by Oravainen in 1994, one research point (Kallo) was the same and another was an equivalent of one of ours. In September, Oravainen got sedimentation speeds of 5,2 cm/year and 2,6 cm/year, respectively, from these points. Although Oravainen used tube gatherers fixed to the river bottom, the results are comparable to ours and show similar sedimentation speeds.

Depth measurements were conducted in the Pihlavanlahti Bay in the years 1931 and 1947. The results show the

average sedimentation speed at the mouth of the river Kokemäenjoki was 3,1 to 4,4 cm/year, and further out in the bay 0,6 to 2,5 cm/year (Säntti 1951). Therefore, sedimentation speeds measured at different times using differing methods have proven to be in the same range. This applies to the area below the mouth of the river Kokemäenjoki.

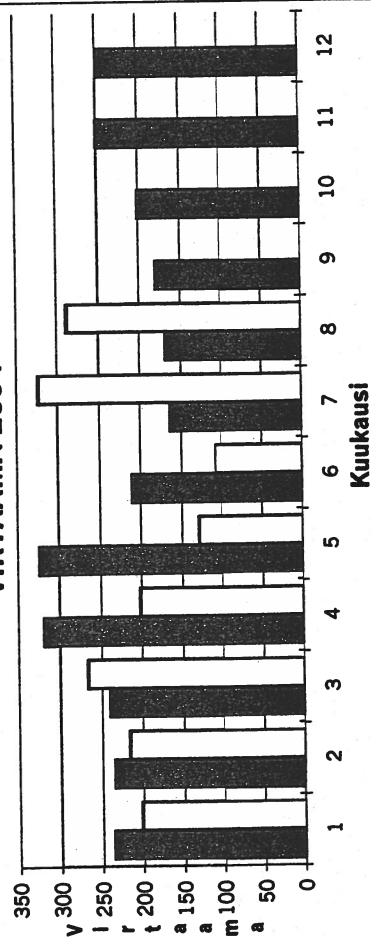
Land masses in the coastal Finland have been rising since the last ice age ended. From the 1300s to the present day, the land in Kokemäenjoki river delta area has risen about 5 meters. Combined with the effects of sedimentation, this process extends the delta further out towards the sea, as illustrated in maps by Säntti. Säntti studied historical coastline progression in Pori-Ulvila area in 1951.

LIITTEET

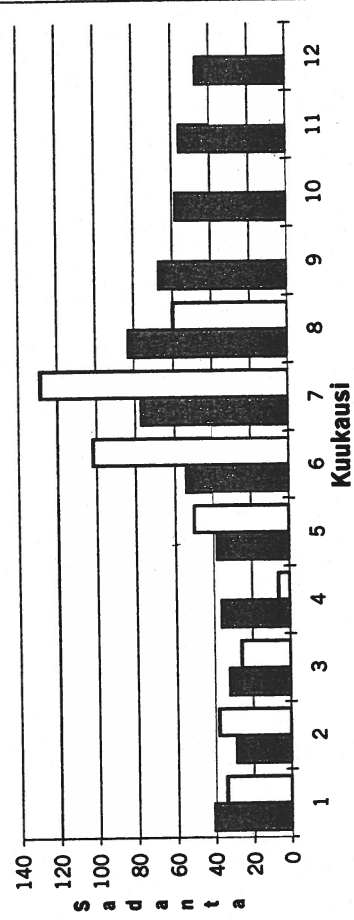
VUODEN 2004 KUUKAUSIARVOJA HARJAVALLASSA

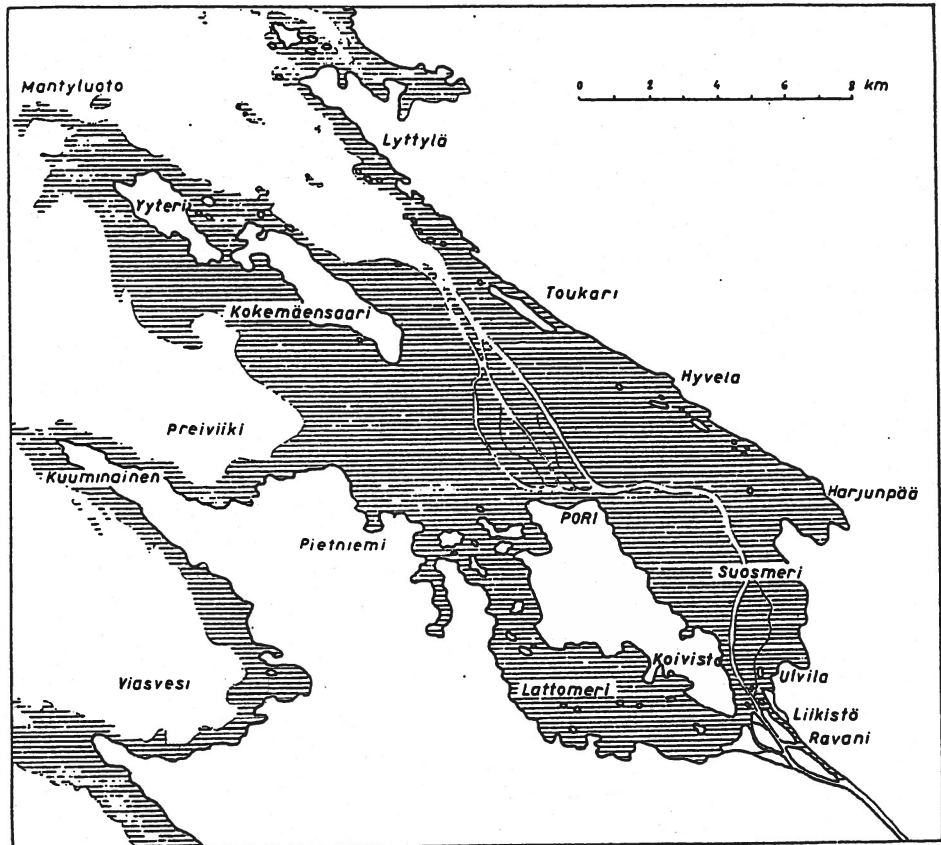
	VESIMÄÄRÄ		2003		SADANTA		2003		LÄMPÖTILA		2003
	KESKIM	TOD	%	TOD	KESKIM	TOD	%	KESKIM	TOD	ERO	
TAMMIKUU	236	202	86	73	41	34	83	48	-7,2	-5,7	1,5
HELMIKUU	235	217	92	94	29	38	131	8	-7,3	-3,6	3,7
MAALISKUU	240	267	111	104	32	26	81	10	-3,4	-0,7	2,7
HUHTIKUU	319	202	63	61	36	6	17	20	2,5	6,9	4,4
TOUKOKUU	324	129	40	174	38	50	132	91	9,5	11,2	1,7
KESÄKUU	211	107	51	185	54	102	189	58	14,4	13,8	-0,6
HEINÄKUU	164	324	198	132	77	129	168	59	15,8	17,4	1,6
ELOKUU	169	289	171	91	83	60	72	67	14,2	17,2	3,0
SYYSKUU	180		0	61	67		0	14	9,6		0,0
LOKAKUU	201		0	67	58		0	87	5,0		0,0
MARRASKUU	250		0	82	56		0	44	-0,2		0,0
JOULUKUU	249		0	160	47		0	64	-4,6		0,0
8 kk	237	217	92	114	390	445	114	361	4,8	7,1	2,3

VIRTAAMA 2004



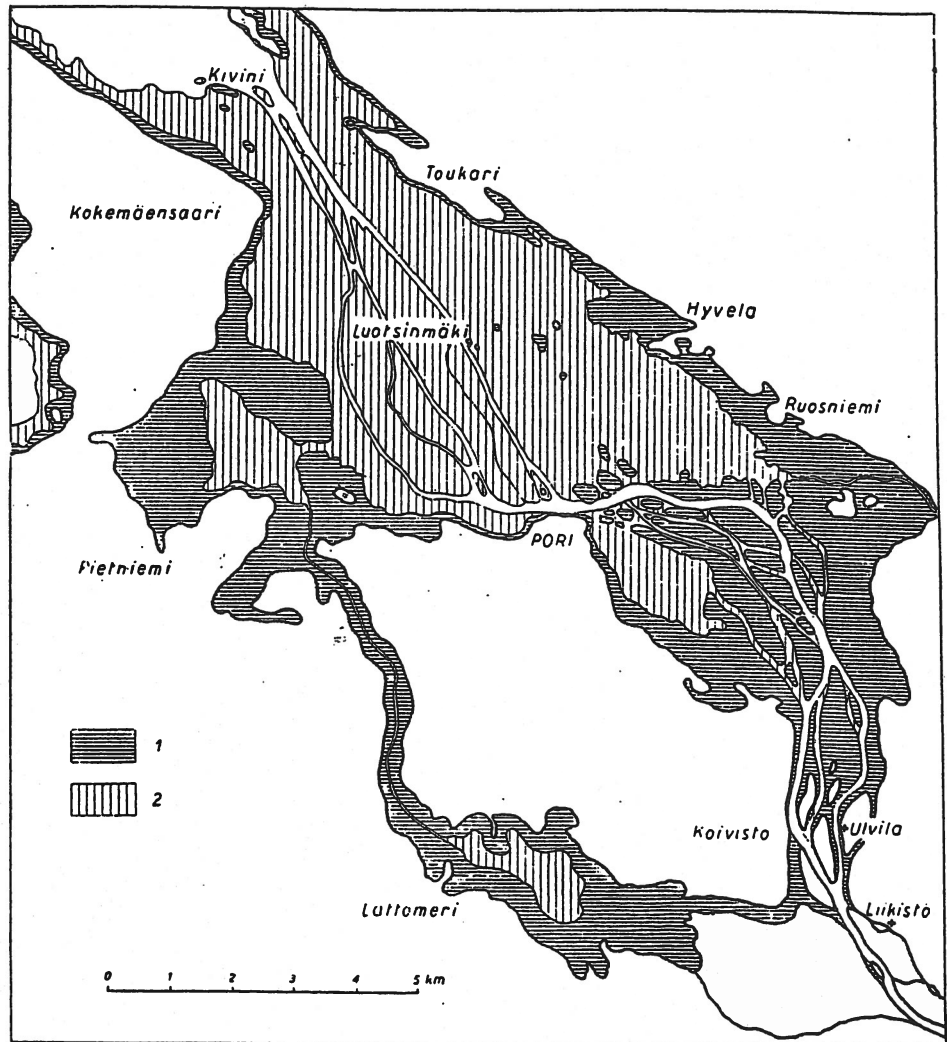
SADANTA 2004





Karte 7. Die Kokemäenjokimündung etwa um das Jahr 1050.
Das schraffierte Gebiet bezeichnet das seit dem genannten Jahr
neuentstandene Land.

Liite 2. Kokemäenjoen suun alue noin vuonna 1050.
Vaakaviivoitettu alue kuvaa sen jälkeen syntynyttä uutta maata.
(Lähde: Säntti 1951)



Karte 9. Die Kokemäenjokimündung etwa um 1330 und 1600.
 1. Die Neulandbildungen von 1330 bis 1600. 2. Die Neulandbildungen seit 1600.

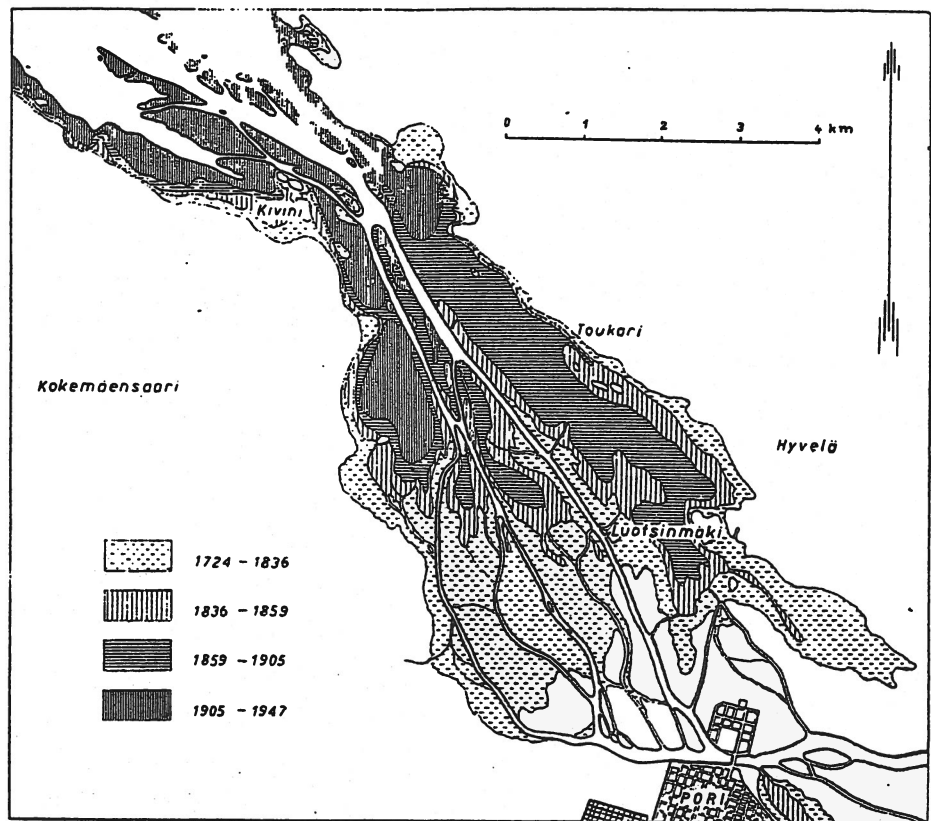
Liite 3. Kokemäenjoen suu noin vuosina 1330 - 1600.

1. Uuden maan muodostuminen (joen tuomasta kiintoaineesta) 1330 – 1600.

2. Uuden maan muodostuminen vuoden 1600 jälkeen.

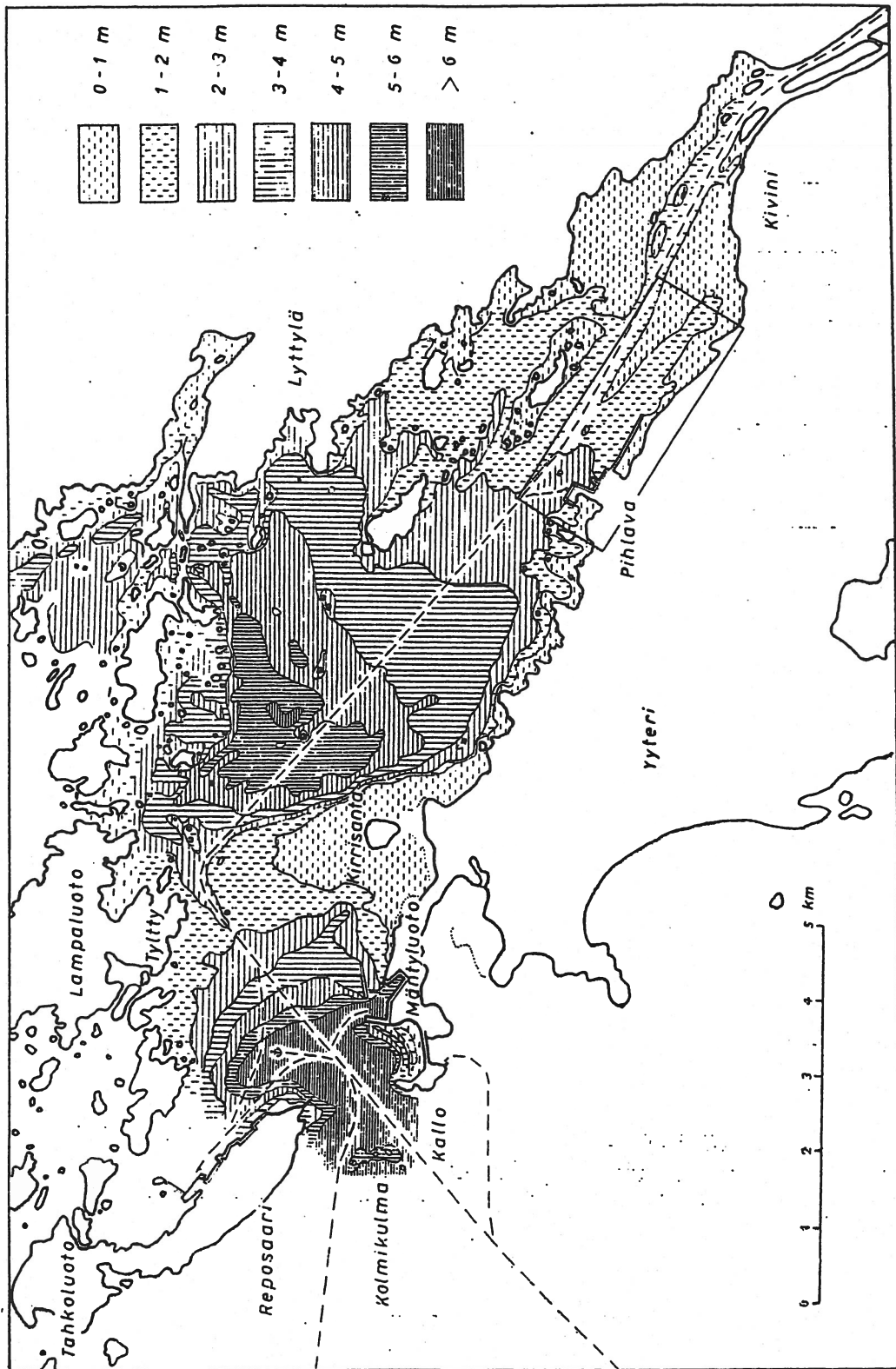
(Lähde: Sääntti 1951)

Die Häfen an der Kokemäenjoki-Mündung



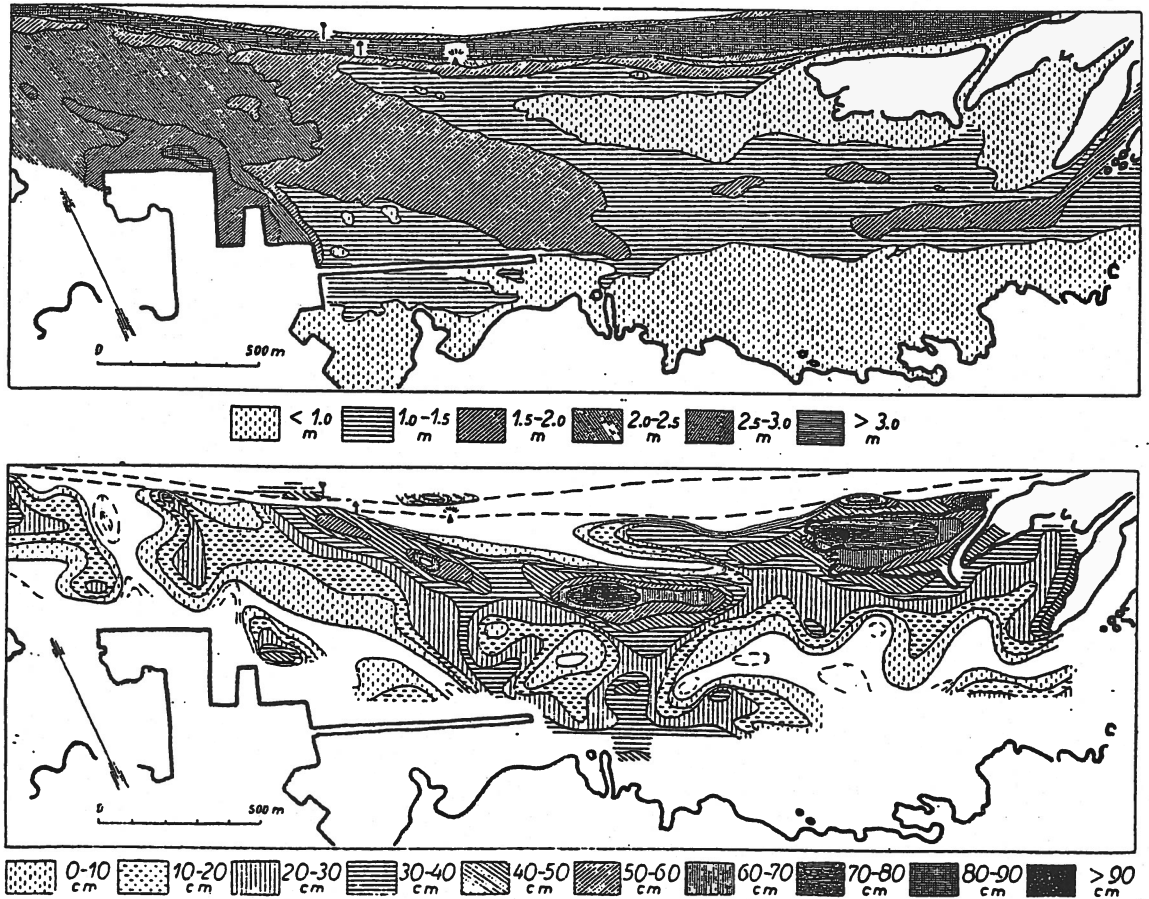
Karte 10. Die Neulandbildungen an der Kokemäenjokimündung in der Zeit von 1724 bis 1947.

Liite 4. Uuden maan muodostuminen Kokemäenjoen suussa vuosina 1724 – 1947. (Lähde: Säntti 1951)



Karte 2. Tiefenkarte der Pihlavanlahti-Bucht (1937).
Gestrichelte Linie: Fahrwasser. Das Rechteck bei Pihlava bezeichnet das Gebiet der Karte 11.

Liite 5. Pihlavanlahden syvyyskartta (1937).
Katkoviiva = laivaväylä. Suorakaide Pihlavan edustalla osoittaa karttaliitteen 6 aluetta.



Karte 11. Sedimentation der Pihlavanlahti-Bucht im Rechteck vor Pihlava (siehe Karte 2, s. 27). Oben: Die Wassertiefen i.J. 1947. Unten: Das Ausmass der Sedimentation in der Zeit von 1931—47.

Liite 6. Pihlavanlahden sedimentaatio kartan 5 suorakaiteen alueella Pihlavan edustalla (Ks. karttaliite 5).

Yllä: Vesialueen syvyys v. 1947.

Alla: Sedimentaation määrä ajanjaksona 1931 – 1947.

