

# **Sedimentaatio Kokemäenjoen suun vesialueella**

**Porin suomalaisen yhteislyseon lukio  
Porin kaupungin tekninen palvelukeskus  
GeoSatakunta-hanke**

**2008**

# Sedimentaatio Kokemäenjoen suun vesialueella

**Porin suomalaisen yhteislysuon lukio, Luonnontieteellinen erikoislukio IIIC 2007-2008**

Hanna Kalliolevo

Heidi Laine

Janne Kajovuori

Jannika Murotie

Jere Mäkinen

Joanna Lempiäinen

Matias Nurmi

Melina Kallio-Könnö

Miika Kiiski

Paula Joutsenlahti

Suvi Salonen

Tuomas Aho

**Porin kaupungin tekninen palvelukeskus**

**GeoSatakunta-hanke**

**Työn ohjaus:** Kari Mäntylä

**Abstract:** Tuomas Aho

**Puhtaaksikirjoitus:** Janne Kajovuori

**Kansi:** Miika Kiiski

2008

## Summary

### **Sedimentation in the water area of the river delta of the river Kokemäenjoki, western Finland.**

This study discusses sedimentation in the delta area of the river Kokemäenjoki. The latest research of this subject is from 2004. Kokemäenjoki is the fourth largest river in Finland, and has a considerable rainfall area of 27100 square kilometres. Its delta stretches about fourteen kilometres northwest from the downtown of the city of Pori.

The sedimentation is any particulate matter which eventually is deposited as a layer of solid particles on the bottom of a body of water. In the process of sedimentation, organic and non-organic materials from land areas surrounding a particular river flow into the river. Many particles find their way to the river among rainwater, which assembles the particles from air. But the action nearby the water affects to the sedimentation. For example, industry and agricultural areas fertilize the water. This material then stratifies on the river bottom.

The amount of sedimentation is proportionate to the speed of the flow. If the current is strong, only a little material sinks, and even then, only the heaviest particles. If again the current is weak, most particles stratify 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 the material, and a styrox-float that kept the bucket and the whole system upright in the water. The gathering bottle was tied tightly to the bottom of the bucket by using plastic string. See drawing for details.

When flowing water passes over the bucket, its current weakens, and particles fall into the bottle. The bottle has a funnel at its mouth with a diameter of 9.0 centimetres.

Gathering units were located 23th of September 2007, and they were in place for 22 days. After collecting the buckets out of the river, we poured the content of the bottles into measuring bottles. After a week we read the volume of sedimentation matter. Results ranged from 0,24 to 1,09 cm/month. The average sedimentation speed in five different locations was 0,46 cm/month.

Sedimentation speed varies due to seasonal cycles. Slowest sedimentation can be observed in winter, when land around the river is frozen, while spring and autumn boast the highest speeds. Based on our measurements, we calculated the average sedimentation speed from the delta area of Kokemäenjoki to be about 2-3 cm/year. When including the effect of land rising, the real growth of the river bottom would be about 3 - 4,5 cm/year. This means a metre in 30 years! We have not included the sea level rising in our study, because its effect is minimal.

The river delta becoming lower and the succession of vegetation are of course natural processes. The river beds flowing slower in the river Kokemäenjoki and the bay of Pihlavanlahti becoming lower will impede for example boating unless the boat routes are dredged and the same areas must be considered in the flood protection of the city of Pori.

## Sisällysluettelo

1. Johdanto	5
2. Tutkimusalue ja menetelmät	6
3. Tulokset	10
4. Tulosten tarkastelu	13
5. Kiitokset	17
6. Kirjallisuusluettelo	18

## 1. Johdanto

Kaikki maa-aines on jatkuvasti ulkoisten kuluttavien voimien vaikutuksen alaisena. Irtaantunut maa-aines kulkeutuu esimerkiksi sadeveden ja lumen sulamisvesien mukana jokiin ja laskeutuu pohjaan paikoissa, joissa virtausnopeus hidastuu. Irtoaineksen laskeutumista vesistöjen pohjalle kutsutaan sedimentaatioksi. Tutkimuksemme kohteena oli juuri tämänlainen sedimentoituminen. Valuma-alue vaikuttaa sedimenttiaineksen koostumukseen. Sedimentti koostuu pääosin humuksesta, savesta, hiesusta ja hiekasta. Tehtaiden päästöt ja maatalouden lannoitepäästöt rehevöittävät vesistöjä ja muokkaavat osaltaan sedimentin laatua. Tuoreissa sedimenteissä mukana voi olla myös kasvien osia.

Rehevissä vesiekosysteemeissä sedimentaatio on yleensä nopeaa ja voimakasta. Karummilla alueilla sedimentin kertyminen voi olla sitä vastoin todella hidasta. Voimakas virta hidastaa myös sedimentaatiota, sillä vesi kuljettaa kiintoainesta pois eikä sitä ehdi kertyä pohjaan paljon. Virtausnopeuden hidastuessa sedimentaatio nopeutuu.

Kokemäenjoki on 121 kilometriä pitkä joki ja siihen liittyvät vesistöt kattavat kymmenen prosenttia koko Suomen pinta-alasta. Se on valumapinta-alaltaan Suomen neljänneksi suurin vesistö. Kokemäenjokeen laskee runsaasti savea ja hiesua tuova Loimijoki Huittisissa, Kouvatsanjoki Kokemäellä ja Harjunpäänjoki Porissa. Myös joitain voimalaitoksia sijaitsee joen varrella. Kokemäenjoen rannat ovat tiheään asuttuja alueita.

Teimme tutkimuksemme Kokemäenjoen suistoalueella syksyllä 2007. Sijoitimme joen pohjaan kolmeksi viikoksi sedimenttikeräimiä. Tavoitteena oli selvittää kuinka paljon sedimenttiä kertyi tuossa ajassa eri puolille suistoaluetta. Vastaavanlainen sedimentaatiotutkimus tehtiin syksyllä 2004 (Porin suomalaisen yhteislyseon luonnontieteellinen erikoislukio 2004).

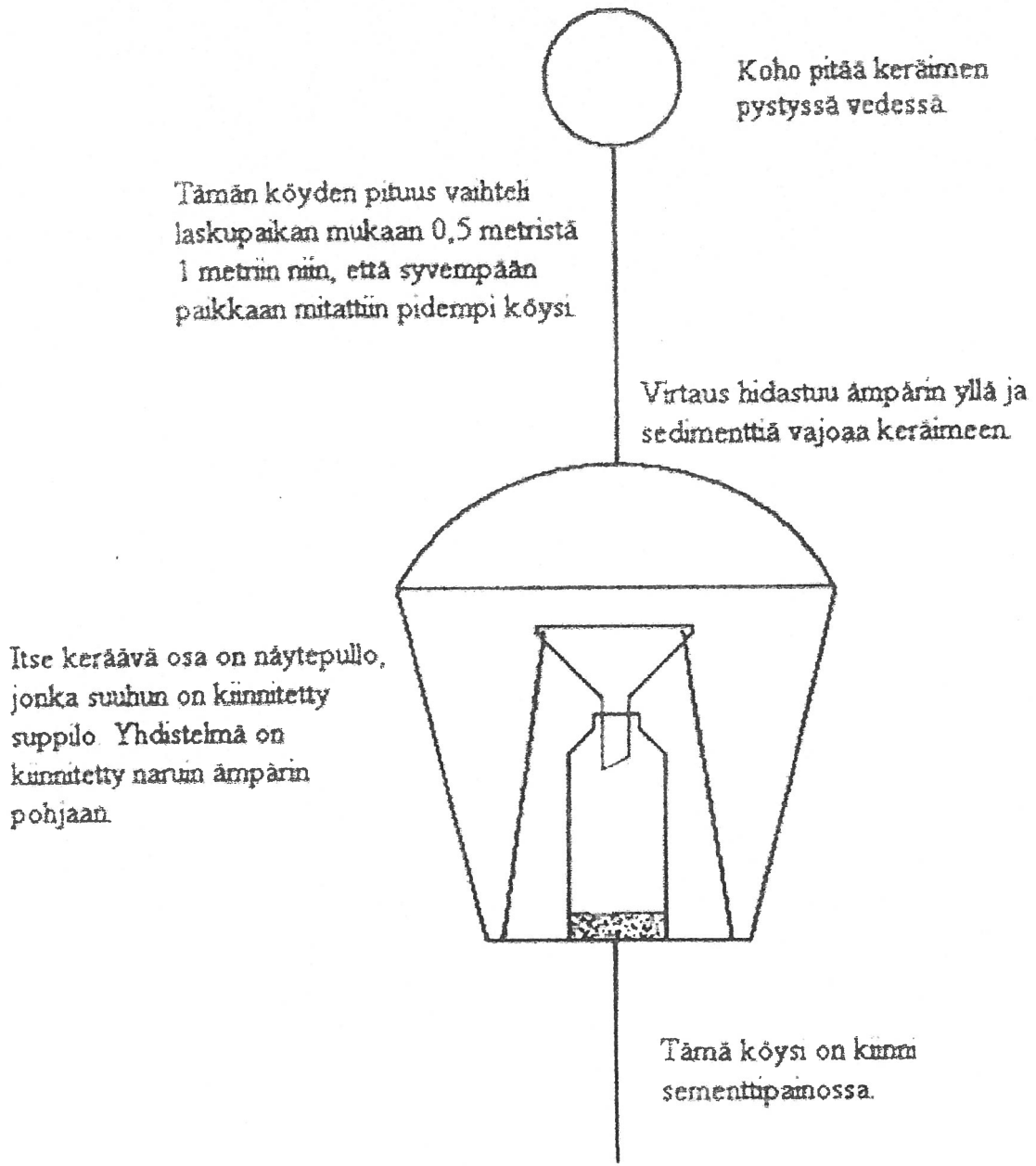
Vuoden 2004 sedimentaatiotutkimus saatiin EU-rahoitteiseen GeoSatakunta-hankkeeseen jälkikäteen mukaan. Tämä tutkimus on GeoSatakunta-hankkeen toisessa vaiheessa mukana alusta asti, samoin kuin Porin Kaupungin teknisen palvelukeskuksen tulevissa hankkeissa.

## 2. Tutkimusalue ja menetelmät

### Keräinten valmistus

Sedimenttikeräinten valmistuksessa tarvittiin kymmenen litran muoviämpäri, muovipullo ja suppilo sekä muovinarua. Muovipullo asetettiin muoviämpäriin pohjalle ja pullon suulle halkaisijaltaan 9 cm oleva suppilo (kuva 1). Suppilon reunoille oli tehty neljä pientä reikää, joista suppilo kiristettiin tiukasti kiinni ämpäriin pohjassa olevien reikien kautta pujotetulla muovinarulla. Naru kiristettiin ja solmittiin lujasti ämpäriin pohjan kautta kahvan reunoille, jotta pullo pysyisi pystyssä. Kahvaan kiinnitettiin noin yhden metrin pituinen muovinaru, johon oli kiinnitetty kelluke, meidän tapauksessamme styroksipallo. Painona oli joko betonilaatta tai ankkuri. Painon ja keräinämpäriin välisen narun pituus säädettiin siten, että ämpäriin yläreuna oli noin metrin korkeudella pohjasta. Painoon kiinnitettiin vielä pitkä naru, jonka päässä pinnalla kellui merkkikoho.

## Sedimenttikeräin



Kuva 1: Sedimenttikeräin

## Keräinten sijoittaminen ja nouto

Valmistetut viisi keräintä vietiin sunnuntai-iltana 23.9.2007 noin klo 19 veneellä kohteisiinsa (katso kuvan 2 kartta). Keräimet pyrittiin sijoittamaan kalapyydysten lähetyville, jotta ne eivät olisi herättäneet turhaa huomiota.

Maanantaina 15.10.2007 n. klo 14 aikaan, eli 22 vuorokauden kuluttua, keräimet noudettiin kahdella veneellä LNT-ryhmän voimin. Keräimiä nostettaessa niistä katkaistiin narut ja näytepullot irrotettiin. Pullot suljettiin tiiviisti korkeilla ja numeroitiin. Keräinten syvyydet on annettu taulukossa 1.

Keräin	Veden syvyys*	Keräimen syvyys
1	2,3m	0,7m
2	5,3m	4,4m
3	3,3m	2,5m
4	1,5m	0,5m
5	3,0m	2,0m

Taulukko 1: Keräinten sijoitusyvydet

\* Toisen veneen kaikuluotaimella mitattuna

Kultakin tutkimusalueelta kerätty sedimenttiaines taltioitiin muovipulloihin mahdollista myöhempää tutkimusta varten.



### 3. Tulokset

#### Näytteiden tilavuuden määrittäminen

Koulussa sedimenttinäytteet kaadettiin jokainen omaan mittalasiinsa. Sedimentin annettiin laskeutua viikon ajan. Sedimentin todellinen tilavuus (ml) luettiin mittalasin asteikosta.

Tulokset laskettiin seuraavasti (esimerkkinä näytteenottoaika 1):

#### Sedimenttikeräimen suppilon (halkaisija 9,0cm) pinta-ala

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

#### Sedimenttikertymä (ml/vrk)

$$x = \frac{18,9\text{ml}}{22\text{vrk}} \approx 0,859 \frac{\text{ml}}{\text{vrk}}$$

#### Sedimenttikertymä (cm/kk)

$$\frac{x}{A} = \frac{0,859\text{ml/vrk}}{63,61\text{cm}^2} \approx 0,0135 \frac{\text{ml/vrk}}{\text{ha}} = 1,35 \frac{\text{m}^3/\text{vrk}}{\text{ha}} = 40,5 \frac{\text{m}^3/\text{kk}}{\text{ha}} = 0,41 \frac{\text{cm}}{\text{kk}}$$

## Mittaustulokset

Sedimenttikeräinten sijaintipaikat Kokemäenjoen suistossa syksyllä 2007 (ks. kuva 2), veden syvyys ja kuinka syvällä keräimet olivat, sedimentin tilavuus mittalasisissa (ml) ja sedimentaation nopeus (m<sup>3</sup>/kk ja cm/kk). Lisäksi vertailuna jään alta maaliskuussa 2005 mitattu sedimenttimäärä (taulukko 2).

	Paikka	Veden syvyys	Keräimen syvyys	Sedimentin tilavuus	Sedimentaation nopeus	
		[m]	[m]	[ml]	[m <sup>3</sup> /kk/ha]	[cm/ha]
1	Kokemäenjoki	2,3	0,7	18,9	40	0,41
2	Kokemäenjoki	5,3	4,3	50,9	108	1,09
3	Pihlavan kuitulevytehdas	3,3	2,5	11	23	0,24
4	Pihlavan kuitulevytehdas	1,5	0,5	7,6	15	0,16
5	Pihlavan lahti	3	2	21	44	0,45
Keskiarvo					46	0,47
6	Talvi 2005	2	1,5	3	19	0,2

Taulukko 2: Mittaustulokset



#### 4. Tulosten tarkastelu

Veden kuljettaman kiintoaineksen laskeutuminen pohjaan eli sedimentaatio on tärkeä prosessi jokisuiston, deltan, synnyssä. Sitä, kuinka paljon joet kuljettavat kiintoainetta, on tutkittu maassamme huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi vesien ja pohja-lietteiden myrkky- ja ravinnepitoisuuksia.

Sedimentaation vaikutuksesta laiva- ja veneväylät mataloituvat ja niitä täytyy ruopata, jotta vesiliikenne ja satamat pystyisivät toimimaan. Ruoppausten toteuttamista hankaloittaa se, että vesien pohjaliete saattaa sisältää esimerkiksi vanhoja raskasmetallipäästöjä ja muita myrkyjä ja näin ollen ruopattavalle pohjalietteelle on yhä vaikeampi löytää sijoituspaikkaa.

Tässä tutkimuksessamme perehdyimme nimenomaan siihen, paljonko Kokemäenjoen suiston alapuolinen vesialue mataloituu sedimentaation vaikutuksesta tietyssä ajassa.

Sedimenttikeräinten sijoittelulla pyrittiin selvittämään, mitä vaikuttaa sedimentin määrään näytteenottoaikaan 1) sijainti (joki tai muu alue), 2) veden syvyys ja 3) etäisyys pääuomasta.

1) Joessa sijainneet sedimenttikeräimet keräsivät kiintoainetta selvästi enemmän (k.a. 0,75 cm/kk) kuin muualla sijainneet keräimet (k.a. 0.28 cm/mm). Joen kautta suistoon kaikki sedimenttiaines tulee, joten jokivedestä meidän keräimillämme pitäisikin tulla suurimmat kiintoaine-lukemat (taulukko 1).

2) Kokemäenjoen pääuomassa vierekkäin sijainneista keräimistä toinen (nro 1) oli matalassa vedessä ja toinen (nro 2) vähän keskemällä jokea syvässä vedessä. Syvällä sijainnut keräin keräsi kiintoainetta 2,6 kertaa enemmän kuin matalassa sijainnut. Virtasalo (2001) on todennut veden kiintoainespitoisuuden kasvavan pohjaa kohti merialueella (Airistolla). Meidän tulostemme mukaan myös virtaavassa vedessä kiintoainetta kulkee syvemmillä enemmän kuin lähellä pintaa. Joen keskellä syvemmillä alueella virtausnopeus on myös suurin.

3) Suomen Kuitulevy -tehtaan kohdalla Pihlavassa keräimet oli sijoitettu kohtaan, missä Kokemäenjoen pääuoma loppuu ja levenee vähitellen Pihlavanlahdeksi. Keräimistä toinen (nro 3) oli sijoitettu lähelle rantaa 3,3 metriä syvään veteen, ja keräsi laskujemme mukaan sedimenttiä 0,24 cm/kk. Toinen keräin (nro 4) oli sijoitettu 1,5 metriä syvään veteen aivan pääuoman tuntumaan. Tämä keräin oli liian matalassa vedessä: keräintä nostettaessa se oli vinossa asennossa ja keräimen suorassa pitävän kohon naru oli löysällä, koska veden pinta oli laskenut. Tämä keräin oli myös Pihlavanlahdelta puhaltaville voimakkaille luoteenpuoleisille tuulille alttiina. Täten keräimen nro 4 tuloksiin ei voi luottaa.

Hypotesimme mukaan keräimen, joka sijaitsee lähellä pääuoman suuta, pitäisi kerätä jokiveden mukanaan tuomaa kiintoainetta enemmän kuin pääuomasta kauempana sijaitsevan keräimen.

Kuitulevytehtaan kohdalla joki loppuu ja siinä sijaitsee myös Yyterinniemen puoleisen suiston alapää (ks. kuva 2, kartta). Kun joki yhtyy suiston alapuoliseen laajahkoon vesialueeseen, joen virtausnopeus hidastuu, ja joen mukanaan tuoma kiintoainetta alkaa laskeutua pohjaan. Sedimentaation pitäisi olla voimakasta välittömästi heti jokisuun molemmin puolin (ks. Sänntti 1951). Nyt tätä ei pystytty osoittamaan, koska keräin oli vinossa liian matalassa vedessä ja lisäksi aallokelle alttiina. Nyt pystyimme vain osoittamaan, että välittömästi pääuoman sivussa on matalampaa kuin uomasta sivusuunnassa kauempana.

Jokisuusta kolmen kilometrin päässä keskellä Pihlavanlahtea sedimentaationopeudeksi saatiin 0,45 cm/kk (taulukko 1). Vuonna 2004 se oli 0,57 cm/kk (PSYL 2004). Kokemäenjoen tuoman veden sameusarvot on todettu suurimmiksi juuri Pihlavanlahdella, jokisuistossa ja aivan meren pintakerroksessa (Kiirikki ym. 2004).

Syksyllä 2007 sedimentaationopeus oli viidessä näytteenottopaikassa keskimäärin 46 m<sup>3</sup>/kk/ha eli 0,46 cm/kk (taulukko 1). Vuonna 2004 vastaava arvo oli 0,54 cm/kk (PSYL 2004). Kokemäenjoen päivävirtaamat Harjavallan voimalaitoksella olivat mittausajankohtina eri suuruiset:

v. 2007 100-200 m<sup>3</sup>/s (kuva 3) ja v. 2004 289 m<sup>3</sup>/s (PSYL 2004). Tämä riittää selittämään eron keskimääräisissä sedimenttimäärissä. Kuitenkin, voitaneen sanoa, että saadut sedimenttimäärät ovat suuruusluokaltaan samanlaisia kumpanakin vuotena.

Pihlavanlahdella kevättalvella maaliskuussa 2005 jääkannen alta mitattu sedimenttimäärä on hyvin alhainen (0,2 cm/kk, taulukko 1, K. Mäntylä). Talvella sedimentaatio on hyvin vähäistä, koska joen valuma-alueen maat ovat roudassa.

Pihlavanlahden (nro 5) sedimentaation määrää (0,45 cm/kk) voi pitää erityisen luotettavana, sillä keräin sijaitsi näytteenoton kannalta edustavassa paikassa ja tarpeeksi syvällä. Paikan sedimentaation määrä on myös saman suuruinen kuin mittauspaikkojen keskiarvo (0,47 cm/kk).

Pihlavanlahden sedimentaatioluvulla laskettuna vuoden keskiarvo olisi 5,4 cm/v. Tätä lukua pienentää talvikauden, ”jääkansikauden”, vähäinen sedimentaatio. Mikäli talvikuukausia lasketaan neljä ja keskimääräiseksi sedimentaatioksi 0,2 cm/kk ja kahdeksana muuna kuukautena keskimäärin 0,45 cm/kk, koko vuoden keskimääräiseksi sedimentaation määräksi Kokemäenjoen suun alapuolisella vesialueella tulisi 4,4 cm vuodessa.

Vuonna 2004 vastaavaksi arvoksi saatiin varovaisesti arvioiden 2,4 cm/v – suuren virtaaman merkitystä sedimentaation määrään oli vaikea arvioida (PSYL 2004, s. 18).

Todellinen vuosittainen sedimentaation määrä on todennäköisesti 3,0 ja 4,5 cm:n välillä. 3,0 cm:n vuotuisella sedimentaationopeudella 30 vuodessa pohjaan kertyy sedimenttiä 90 cm, 4,4 cm:n sedimentaationopeudella 132 cm. Tähän pitää vielä lisätä maankohoamisen vaikutus (0,7 cm/v = 21 cm/30 vuotta). – Jos yhden sukupolven aikana Kokemäenjoen suun vesialueen pohjaan kertyy joen tuomaa sedimenttiainesta jo metrin verran, ei ole ihme, että veneilijät valittavat veneväylien madaltumisesta.

Pohjan muodosta ja virtausolosuhteista johtuen sedimentin kertyminen voi vaihdella huomattavastikin jokisuun alapuolisissa osissa (vrt. Sääntti 1951).

Maankohoaminen ja sedimentaatio muuttavat Kokemäenjoen suistossa tietyn alueen yleisilmettä radikaalisti. Esimerkiksi Kivinin kylän kohdalla lainehti vielä 1930- ja 1940-luvuilla

avoin vesialue, pääuomaa reunusti vain muutama hiekkasärkkä (Onni Söderman, suull. ilm.). 2000-luvulla samalla paikalla näkee vesijättöniittyä, ruovikkoa, pajukkoa ja koivikkoa sekä kolme jokiuomaa. Luonnollisen sukcession myötä Kivinin alueen yleisilme on muuttunut totaalisesti.

Maapallon jäätiköiden sulamisesta johtuva valtameren pinnan nousu, 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 rannikkoalueella) valtameren pinnannousu kompensoi joko kokonaan tai osaksi maankohoamisen vaikutuksen. Tällöin esimerkiksi Pihlavanlahden madaltuminen johtuisi yksinomaan sedimentaatiosta ja vesikasvien maatumisesta. Joka tapauksessa sedimentaation takia Pihlavanlahden pohja kohoaa nopeammin kuin mitä meren pinta nousee samassa ajassa. Pihlavanlahti madaltuu metrin verran jo muutamassa vuosikymmenessä.

Vaikka otettaisiin huomioon pohjasedimentin osittainen tiivistyminenkin ajan myötä, mitatut sedimentaationopeudet riittäisivät selittämään jo ihmisiässäkin havaittavan joen sualueen madaltumisen ja suiston vesikasvillisuuden voimakkaan etenemisen merta kohti (vrt. Aulio 1979, Aulio ym. 1989, PSYL 2004).

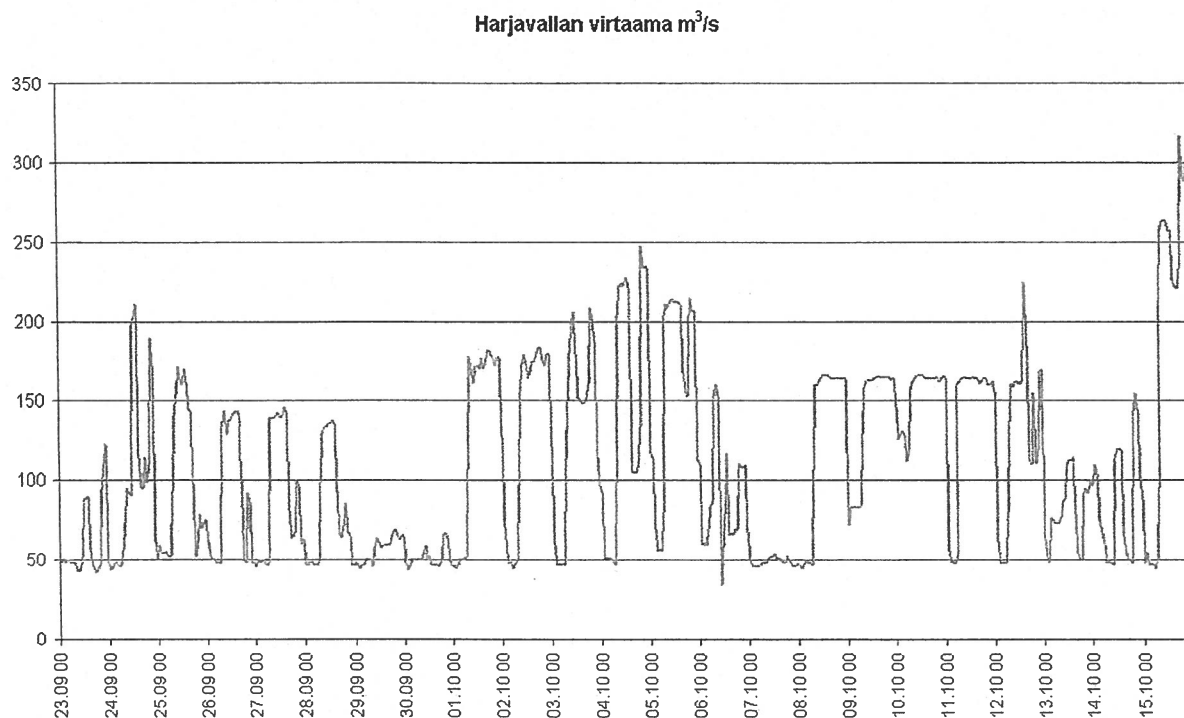
Maapallon ilmaston lämmitessä pohjoisilla alueilla ennusteiden mukaan sateet lisääntyvät, ja jokien virtaamat kasvavat. Tämä puolestaan lisää jokien kuljettaman kiintoaineksen määrää.

Erään arvion mukaan Pihlavanlahteen kerrostuu vuosittain noin 100000 kuutiometriä kiintoainetta (Alhonen 1986). 100000 m<sup>3</sup>/vuosi on sama kuin jos 5 km<sup>2</sup> alueelle kertyisi 2 cm:n kerros sedimenttiä vuodessa (tai 10 km<sup>2</sup>:n alueella 1 cm/v).

Pihlavanlahdella on tällä hetkellä avovesialuetta yli 20 km<sup>2</sup>. Mikäli keskimääräinen sedimentaation määrä koko lahdella on 2 - 3 senttimetriä vuodessa, pitäisi Kokemäenjoen vuodessa tuoman kiintoaineksen määrän olla huomattavasti suurempi kuin 100000 m<sup>3</sup>.

– Kokemäenjoen vuosittain tuoman kiintoaineksen todellisen määrän selvittämisellä luulisi

olevan yleistäkin mielenkiintoa. Samoin on mietittävä, millä tavoin Pihlavanlahden ja suiston jokiuomien madaltuminen on otettava huomioon esimerkiksi Porin kaupungin tulvasuojelussa.



Kuva 3: Harjavallan voimalaitoksen virtaama(m<sup>3</sup>/s) sedimenttikeräinten näytteenottoaikana

## 5. Kiitokset

Kiitämme kaupungin apulaisgeodeetti Kalle Salosta Porin kaupungin teknisestä palvelukeskuksesta yhteistyöstä ja ideoinnista tutkimuksen suunnittelussa. Olli-Pekka Ihalaiselle ja lehtori Markku Ratilaiselle kiitokset venekuljetuksista sedimenttikeräinten viennissä ja haussa.



## 6. Kirjallisuusluettelo

**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 julkaisu 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.

**Kiirikki Mikko, Lindfors Antti & Huttunen Olli 2004:** Pihlavanlahden ja Kokemäenjoen vedenlaatu- ja hienosedimentaatiokartoitus marras-joulukuussa 2003. - Luode Consulting Oy.

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

**Porin suomalaisen yhteislyseon lukio, Luonnontieteellinen erikoislukio IIIC:** Sedimentaatio Kokemäenjoen suun vesialueella. Syksy 2004.

**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 julkaisu. 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.