

Loeng 6:

Lained rannikumeres

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Lained rannavetes II:

Lainete transformeerumine rannavetes

- Ühemõõtmelised efektid (laine pikkus, kõrgus) (periood?)
- Kahemõõtmelised efektid (leviku suund, laineharjade muster)

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Lained ja merepõhi

Ühemõõtmelised efektid

- Lainekõrguse kasv vee madalamaks muutumisel (shoaling [teravdumine])
- Energiakadu põhjahõõrde tõttu (seda me otseselt ei näe)
- Laineharjade murdumine

Kahemõõtmelised efektid

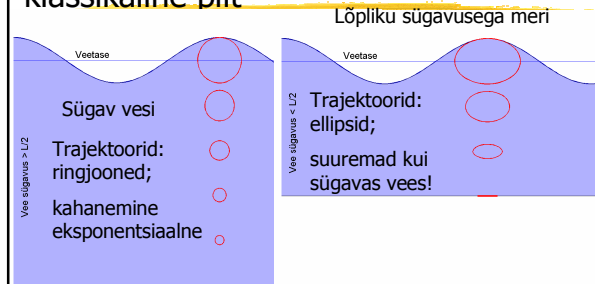
- Difraktsioon
- Refraktsioon (optikas: murdumine)
- Peegeldumine (tavaliselt osaline, täielik peegeldumine suhteliselt haruldane)

Seejuures laine periood / sagedus ei muutu

Soomere 2010

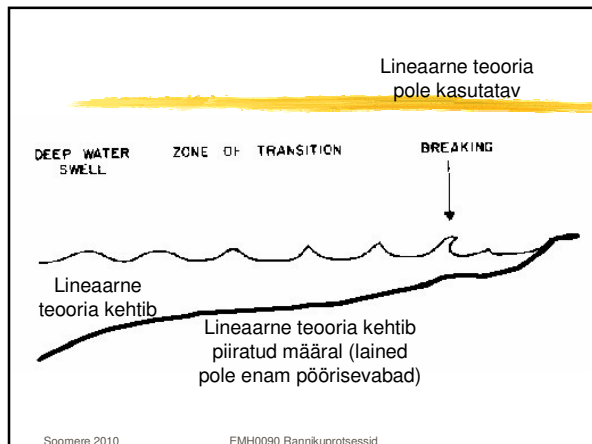
EMH0090 Rannikuprotsessid

Kuidas laine põhja "tunneb": klassikaline pilt



Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid



Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

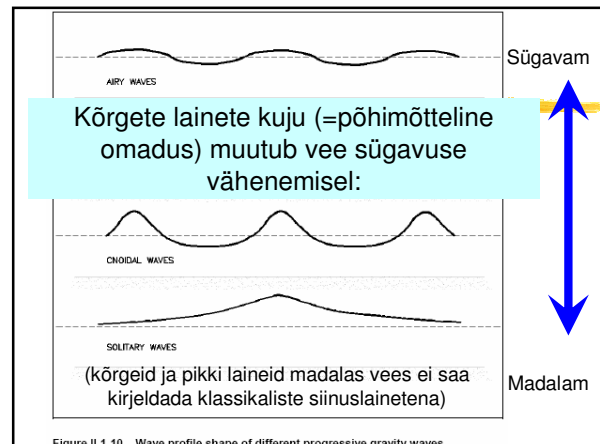
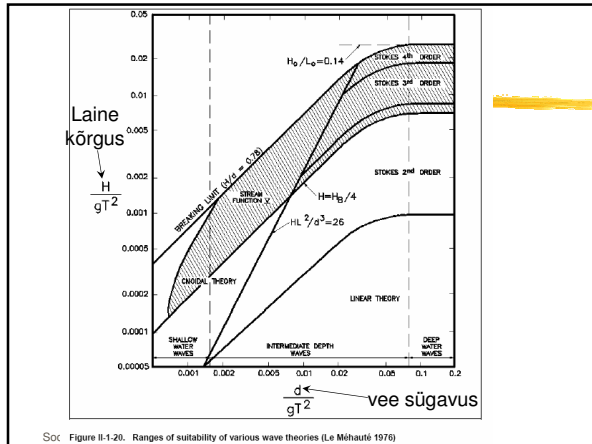


Figure II-1-10. Wave profile shape of different progressive gravity waves



Muutused: määratud dispersiooniseosega

Printsiip: laine sagedus (periood) ei muutu!

$$\omega(k) = \sqrt{gk \tanh(kH)} = \text{const}$$

Sama laine pikkus sügavas meres $L_0 = \frac{g}{2\pi} T^2$

Järelikult $L = L_0 \tanh(kH)$

Vee sügavus väheneb → laine pikkus väheneb

$$c_f = \frac{\omega}{k} \quad c_f = \frac{L_0}{T} \tanh(kH) = c_{f0} \tanh(kH)$$

Järelikult, ka faasikiirus kahaneb
(Tegelikult kahaneb ka rühmakiirus)

Soomere 20

Muutused: määratud dispersiooniseosega

Printsiip: laine sagedus (periood) ei muutu!

$$\omega(\vec{k}) = \sqrt{gk \tanh(kH)} = \text{const}$$

Madal vesi: $kH \ll 1$; $\tanh(kH) \sim kH$ (Sügava vee lähendus ei sobi)

$$\omega(\vec{k}) = k \sqrt{gH}$$

Tõusu-mõõnalained
tsunamid
seišid
üleujutused

$L > 20H$

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Muutused lineaarse teooria raames (laine kuju siinus, amplituud väike ...)

Kui laineharjad on paralleelsed põhja samasügavusjoontega, siis:

- ☞ **Period on konstantne**
- ☞ Laine pikkus, faasi- ja rühmakiirus ??????????
- ☞ Laine kõrgus ??????
- ☞ Veeosakeste kiirused ????????
- ☞ Laine vertikaalne struktuur ??????
- ☞ → põhjahõõre ????????????
- ☞ → lineaarne teooria ????????????

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Muutused lineaarse teooria raames (laine kuju siinus, amplituud väike ...)

Kui laineharjad on paralleelsed põhja samasügavusjoontega, siis:

- **Period on konstantne**
- Laine pikkus väheneb
- Laine kõrgus suureneb
- Veeosakeste kiirused suurenevad
- Laine vertikaalne struktuur ühtlustub
- → (põhjahõõre suureneb, tekib energiakadu)
- → (mingil hetkel lineaarne teooria enam ei kehti)

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Miks lainekõrgus suureneb madalas vees (shoaling)

Printsiip: laine sagedus (periood) ei muutu!

Sügavam vesi
Lainekõrgus h_1
laine pikkus L_1
energiatihedus E_1

$P_1 = P_2$

Madalam vesi
Lainekõrgus h_2
laine pikkus L_2
energiatihedus E_2

Laineenergia ei saa kuhjuda ühes punktis; seega peab laine kandma energiat läbi iga punkti täpselt sama kiiresti nii madalas kui sügavas

$$P = Ec_g \left[\frac{W}{m} \right]$$

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Lainekõrguse suurenemine: valem

$P_1 = P_2$

$E = \frac{1}{8} h^2 \rho g$

Sügavam vesi
Lainekõrgus h_1
laine pikkus L_1
energiatihedus E_1

Madalam vesi

$E_1 c_{g1} = E_2 c_{g2} \Leftrightarrow E_2 = E_1 \frac{c_{g1}}{c_{g2}}$

$h_2 = h_1 \sqrt{\frac{c_{g1}}{c_{g2}}}$

Laineenergia ei saa kuhjuda ühes punktis; seega peab laine kandma energiat läbi iga punkti täpselt sama kiiresti

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Shoaling coefficient: lainekõrguse muutumine sõltuvalt vee sügavusest

$K_s = \sqrt{\frac{c_{g0}}{c_{g1}}}$

Rühmakiirus sügavas vees (üldisemalt, punktis "0")

Rühmakiirus madalas vees (üldisemalt, punktis "1")

Lainekõrguse suhteline muutumine laine levikul punktist "0" punkti "1"

(teravuskoeffitsient?)

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Lainete murdumine

Spilling breaker - soon after inception (left) and near death (right)

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Murduv laine: mittelineaarne protsess!

Lainete murdumine: tüübid I

foam and bubbles

spilling breaker

less steep wave

plunging breaker

shallow to intermediate beach slope

Murdumise algus: laine kõrgus 80% vee sügavusest

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Lainete murdumine: tüübid II

collapsing breaker

surging breaker - runs up steep beach slope

intermediate to steep beach slope

low wave of long period (sinusoidal)

steep beach slope

(a) (b)

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Murdmise kvantifitseerimine

Murdmis-sügavuse indeks $\gamma_b = \frac{h_b}{H_b}$ Murduva hakkava laine kõrgus Vee sügavus sellel kohal

$\gamma_b = 0.78$ Tüüpiline väärtus lameda merepõhja puhul

suhteliselt väikeste põhja kallete $\tan \beta \leq 0.1$
ja mõõdukalt järskude lainete jaoks $h_0/L_0 \leq 0.06$

$$\gamma_b = b_b - a_b \frac{h_b}{gT^2} \quad a_b = 43.8(1 - e^{-19.5 \tan \beta})$$

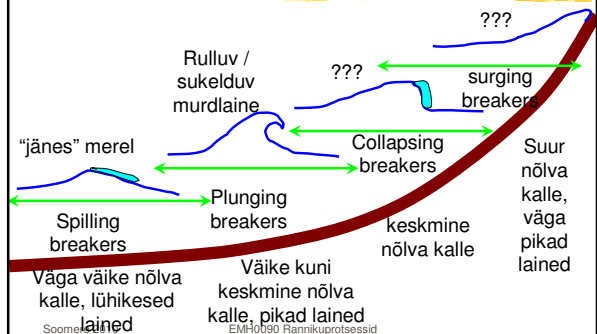
$$b_b = \frac{1.56}{(1 + e^{-19.5 \tan \beta})}$$

Weggel (1972)

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Murdmise tüpologia



Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Jänes merel - whitecapping - laineharjade osaline murdmine

Võimalus jämedalt hinnata tuule kiirust

- 5 sõlme (2-3 m/s): valgeid laineharju pole, väikesed lained
- 10 sõlme (5 m/s): üksikud valged harjad
- 15 knots: (7-8 m/s) 1/3 laineharju valged
- 20 sõlme (10 m/s): 2/3 laineharju valged
- 30 sõlme (15 m/s): praktiliselt kõik laineharjad valged

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Lained rannavetes II

Harjutus: tsunami matemaatika

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Harjutus: tsunami omaduste muutumine madalas vees



(pilt on kvalitatiivselt ebatäpne: tsunami koosneb tavaliselt 3-5st laineharjast)

Muutused lineaarse teooria raames (laine kuju siinus, amplituud väike ...)

Kui laineharjad on paralleelsed põhja samasügavusjoontega, siis:

- ⌘ **Periood on konstantne**
- ⌘ Laine pikkus, faasi- ja rühma kiirus vähenevad
- ⌘ Laine kõrgus suureneb
- ⌘ Veeosakeste kiirused suurenevad
- ⌘ Laine vertikaalne struktuur ühtlustub
- ⌘ → (põhjajõõre suureneb, tekib energiakadu)
- ⌘ → (mingil hetkel lineaarne teooria enam ei kehti)

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Liikumised lained

I. Energia ~ signaal: rühmakiirus

$$c_g = \frac{d\omega}{dk}$$

II. Laineharjad faasikiirus

$$c_f = \frac{\omega}{k}$$

III. Veeosakesed (põhjas)

$$v_{\max b} = \frac{a\omega}{\sinh kH}$$

$\omega(\vec{k}) = k\sqrt{gH}$

$c_f = c_g = \sqrt{gH} = \text{const}$

EMH0090 Rannikuprotsessid

Tsunami: pikk laine

$\omega(\vec{k}) = k\sqrt{gH}$ $c_f = c_g = \sqrt{gH} = \text{const}$

L=200 km

→ $k=2\pi/200\ 000=0.00031416$ rad/m

H=6250m →

$\omega=0.00031416*\sqrt{9.81*6250}=0.078$ rad/s

→ T~800 s → ~13 minutit

T=15 min (Hilo tsunami)

$c_f=c_g=\sqrt{9.81*6250}\approx 248$ m/s ≈ 900 km/t

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Vee kiirus merepõhjas: sõltub amplituudist

$$v_{\max b} = \frac{a\omega}{\sinh kH}$$

- L=200 km, H=6250 m
- $\sinh(kh)=0.1976$
- $\omega=0.078$ rad/s
- Amplituud (mõõdetud satelliidilt) a=0.6 m
- **Max(v)=0.0236 m/s**
- **!!!! – põhjahõõre olematu –**
- **Viskoossus praktiliselt ei mõjuta**

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Muutused madalas vees I: lainepikkus

$\omega(k) = k\sqrt{gH}$

$\omega=\text{const}!!!$ – muidu oleks see teine laine

H1=6250m, H2=10 m,

Laine pikkus väheneb

$\sqrt{H_1/H_2}=\sqrt{625}$
=25 korda

200 km → 8 km

$k_1\sqrt{gH_1} = \omega = k_2\sqrt{gH_2}$

$k_2 = k_1\sqrt{\frac{H_1}{H_2}}$ $L_2 = L_1\sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Muutused madalas vees II: faasi- ja rühmakiirus

$c_f = c_g = \sqrt{gH}$

H1=6250m, H2=10 m,

Faasikiirus ja rühmakiirus vähenevad

$\sqrt{H_1/H_2}=\sqrt{625}=25$ korda

250 m/s → 10 m/s

$c_{H2} = c_{H1}\sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Tsunami kõrgus ranna lähistel:

60 cm x 5 → 3m

Energia ei saa kontsentreeruda üheski mereosas ⇒ **energia voog** ranna suunas on konstantne

H1=6250m, H2=10 m

$E_2 = E_1 \frac{c_{H1}}{c_{H2}}$

$a_2^2 = a_1^2 \frac{c_{H1}}{c_{H2}}$

$P = Ec_g \left[\frac{W}{m} \right]$ $c_{H2} = c_{H1}\sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$ $E = \frac{1}{2} a^2 \rho g$ $a_2 = a_1 \sqrt[4]{\frac{H_1}{H_2}}$

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Kuidas vee kiirus muutub ranna lähistel?

Maksimaalne vee kiirus pinnal

$$V = \frac{agk}{\omega} = \frac{agk}{k\sqrt{gH}} = a\sqrt{\frac{g}{H}}$$

$$a_2 = a_1 \sqrt[4]{\frac{H_1}{H_2}}$$

$$V_2 = V_1 \sqrt[4]{\left(\frac{H_1}{H_2}\right)^3}$$

muutub:
 (1) Amplituudi muutumise tõttu
 (2) sügavuse muutumise tõttu

2,3 cm/s x 125 → 3m/s

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Parameetrite muutumine

6.25 km → 10 m

- Pikkus, faasi- ja rühmakiirus: **vähenevad** $\left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{0.5} = \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{1/2}$ 25 x 900 km/t → 36 km/t
- Laine kõrgus / amplituud: **suurenevad** $\left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{0.25} = \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{1/4}$ 5 x 60 cm x 5 → 3m
- Vee kiirus: **suureneb** $\left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{0.75} = \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{3/4}$ 125 x

2.3 cm/s x 125 → 3m/s

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Tsunami avamerel:

pikkus ~200 km, kõrgus < 1m, faasi&rühmakiirus ~250 m/s, veeosakeste kiirus ~3 cm/s

Tsunami ranna lähistel:

pikkus ~8 km, kõrgus >3m, faasikiirus ~10 m/s, Vesi liigub ~3 m/s

(tammi murdumine?)

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Moraal:

Tsunami roll katastroofis: vee liikumise korrastamine!

Järeldus:
 Ka väga väikesed liikumised, kui nad on sünkroniseeritud sobival moel, võivad tekitada usumatuid asju

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Lained rannavetes III

Kahemõõtmelised efektid

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Refraktsioon difraktsioon peegeldumine

refraction

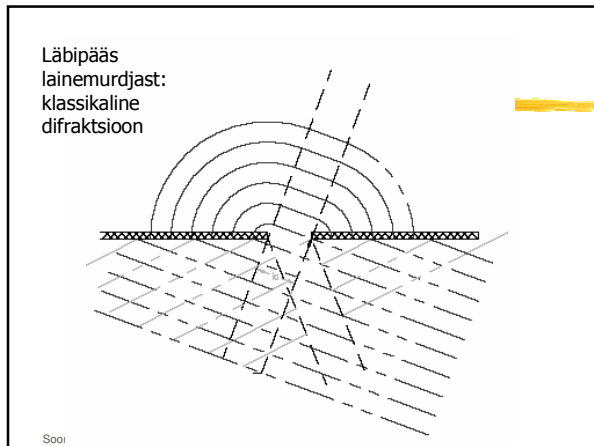
peegeldumine

Ühine kõigile kolmele: laine leviku suund muutub

Difraktsioon = laineharja pikenedamine

peegeldunud lained

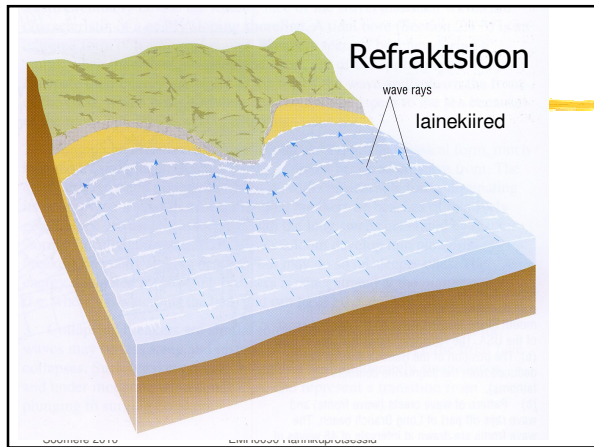
Sox



Lainete refraktsioon

- Lainete faasikiirus (laineharja kiirus) sõltub vee sügavusest
- Kui laine saabub kalduse põhjaga alale nii, et lainehari ei ole paralleelne samasügavusjoontega → madalamas vees paiknev laine osa levib aeglasemalt
- Tulemusena püüavad lained pöörduda nii, et laineharjad oleksid paralleelsed samasügavusjoontega (~rannajoonega)

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid



Refraktsioon arvudes I: suund

Snelliuse seadus:

$$\frac{c_f}{\sin \theta} = \text{const}$$

Lainekiirte vahe suureneb → refraktsioon vähendab lainekõrgust sirgel rannal!

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

Refraktsioon arvudes II: refraktsioonikoefitsient

kohtumisnurk

Avamerealinetus

Merepõhja samasügavusjooned

$$\int P = \int E c_g = \text{const}$$

$$E_0 c_{g0} b_0 = E_1 c_{g1} b_1$$

$$E = \frac{1}{8} \rho g h^2$$

$$\frac{1}{8} \rho g h_0^2 c_{g0} b_0 = \frac{1}{8} \rho g h_1^2 c_{g1} b_1$$

$$h_1 = h_0 \sqrt{\frac{c_{g0}}{c_{g1}}} \sqrt{\frac{b_0}{b_1}}$$

Shoaling coefficient

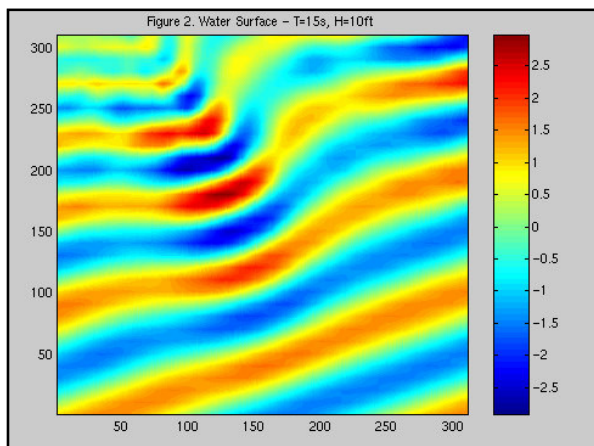
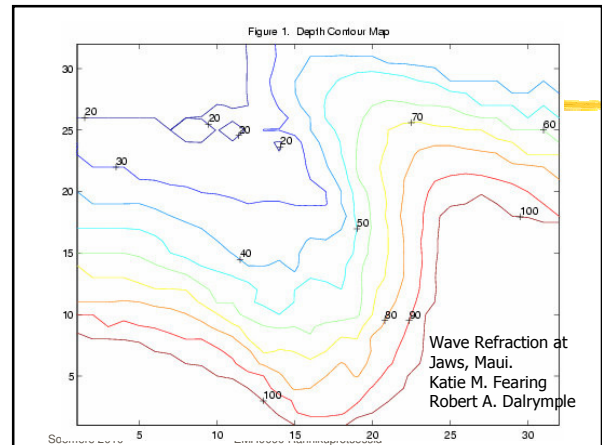
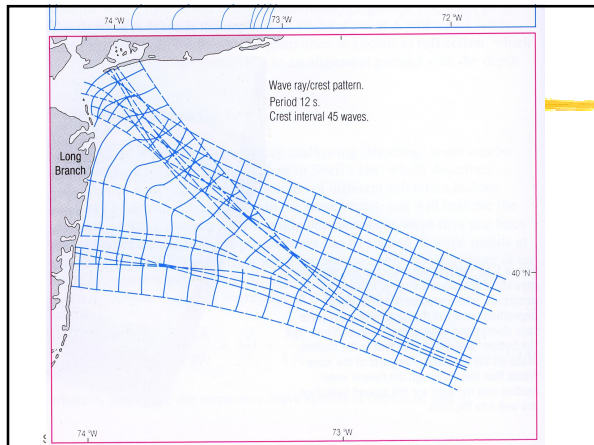
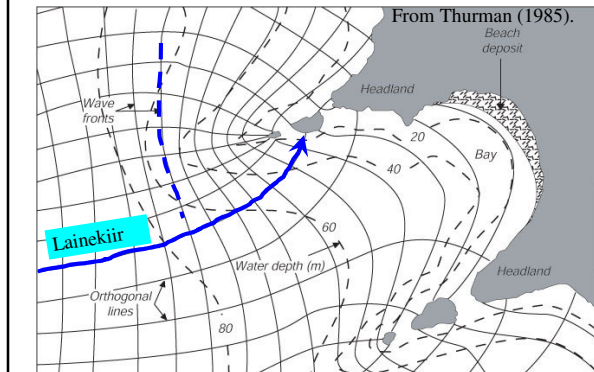
refraktsioonikoefitsient (<1)

$$K_r = \sqrt{\frac{b_0}{b_1}} = \sqrt{\frac{l_0 \cos \theta_0}{l_1 \cos \theta_1}} = \sqrt{\frac{\cos \theta_0}{\cos \theta_1}} = \left(\frac{1 - \sin^2 \theta_0}{1 - \sin^2 \theta_1} \right)^{1/4}$$

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

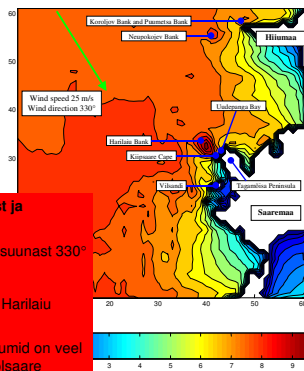


Lainekõrgus võib kohati suureneka



Harilaiu peenar: tormidega väga ohtlik

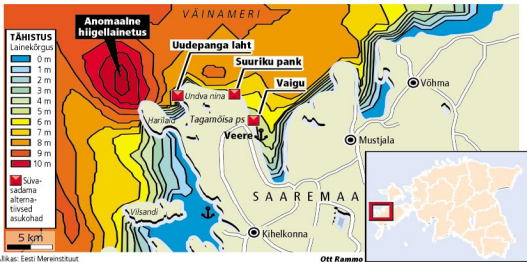
- Oluline lainekõrgus Saaremaast ja Hiiumaast loodes
- Tuul 25 m/s on 9 puhunud tundi suunast 330°
- Isojoonte vahe 0.5 m.
- Lainekõrguse maksimum: 9.6 m Harilaiu peenra piirkonnas.
- Lainekõrguse lokaalsed maksimumid on veel Kolgakuiva piirkonnas Ristna poolsaare lähistel ning Suuriku panga ees



Väike ajakirjanduslik liialdus

Hügelained Undva sadamakoha juures

Saaremaa Undva süvasadama projektille keskkonnapertisi teinud Eesti Mereinstituudi teadlased avastasid haruldase anomaalia, mis muudab üle 20 m/sek puhuva tuulega tekkinud kuni 5 meetri kõrgused lained tulevasele laevatele kuni 10 meetri kõrgusteks.



Allikas: Eesti Mereinstituut

Ott Ranno

Lained rannavetes IV

Kahemõõtmelised efektid II: katastroofide geomeetria

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Katastroofide geomeetria: mitmete omaduste kombinatsioon: Kagu-Aasia tsunami 2004

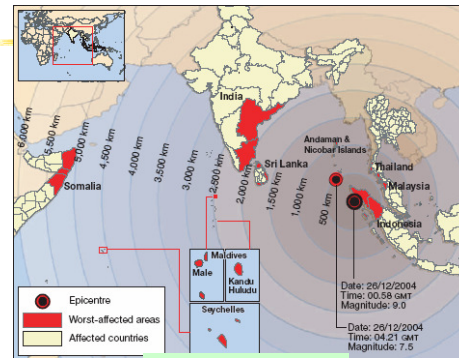


Sofwathulla Mohamed
The tsunami that struck Malé in the Maldives on December 26, 2004.
(Wikipedia)

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Tsunami – laineharjad ringikujulised?



Nature, 433, 6 January 2005

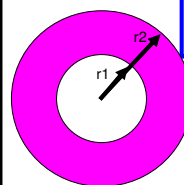
Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid



Punktallikas → ringikujulised lained

Punktallika poolt tekitatud lainete energia homogeenises meres



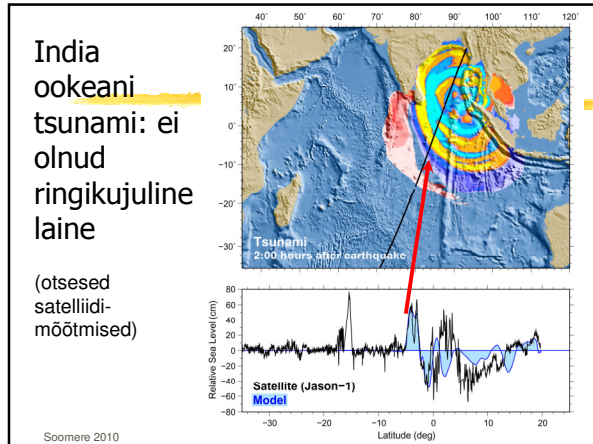
$$\tilde{E}_{r_1} = \int_{d_1} \frac{1}{2} a_1^2 \rho g \cdot dr_1 = \tilde{E}_{r_2} = \int_{d_2} \frac{1}{2} a_2^2 \rho g \cdot dr_2$$

$$a_2 = a_1 \sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$$

$$a \sim 1/\sqrt{R}$$

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid



Pinnalainete energia hajumine = lainekõrguse vähenemine: kaks põhilist mehhanismi

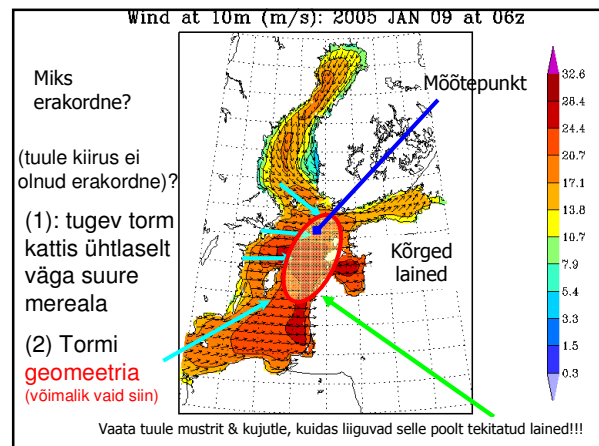
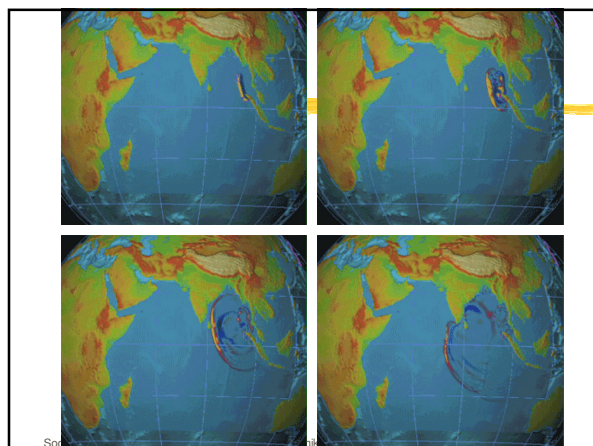
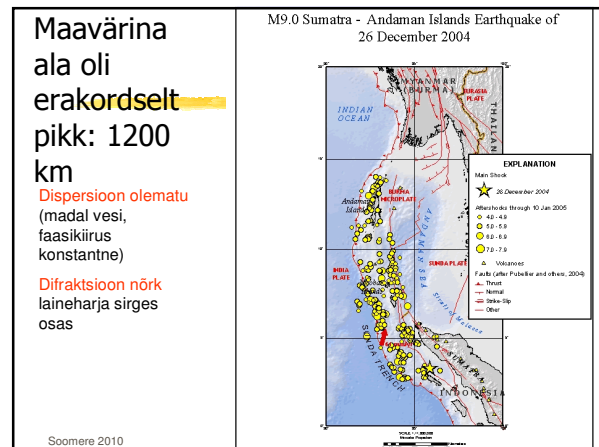
➢ **Difraktsioon**
➢ (2-mõõtmeline efekt)

Energia ümberjaotumine **piki laineharju:** laineharjade pikenedamine

➢ **Dispersioon**
➢ (pinnalainete üldine omadus)

Energia ümberjaotumine **lainelevi suunas:** pikemad lained kiiremad

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid



Lainete mõõtmine & analüüs

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Lainete mõõtmine ja analüüs



Laineid vee pinnal tekitavad

- Tuul / õhurõhu muutused veepinnal → tuulelained, kapillaarlained, ummiklained, seišid, pikad solitonilaadsed laine (squall line waves)
- Inimtegevus (laevad → laevalained)
- Taevakehad gravitatsioonijõu kaudu (tõusu-mõõnalained)
- Muud tegurid: maavärinad, maalihked, vulkaaniplahvatused, meteoriidid → tsunamid

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Kuidas tekivad tuulelained

- Täiesti ühtlane tuul ei tekita laineid
- Lained tekivad õhurõhu väikeste ebaühtluste tõttu!! (Phillips 1957)
- (Jeffreys, 1925): juhuslikult arenenud laineharjad varjavad laine fronti → õhurõhu erinevus laineharja eri külgedel kasvatab laineid – ebaõige selgitus mitmetes raamatutes
- Miles (1957): kahekihiline voolamine (õhk/vesi) on teataval tingimustel (õhuvoolu kiirus kõrgemal suurem kui otse vee kohal) ebastabiilne → energia ülekande lainetele (nagu S.Keevalliku loengus: õhuvoolu stabiilsuse kadu → tsüklon)

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Kuidas lainetus tekib - ehk mis juhtub, kui peegelsileda vee kohal hakkab puhuma tuul

Üksteise järel käivituvad kolm protsessi:

1. Tuule väikesed ebaühtlused veepinna lähistel tekitavad lühikesi laineid (lainepikkusega mõni sentimeeter, nn. Phillipsi (1957) mehhanism).
2. Kui tuul puhub väikeste lainetega kaetud veepinna kohal, kasvab juba tekkinud lainete kõrgus kiiresti – lineaarselt või eksponentsiaalselt (Miles, 1957). Tegemist on teatava positiivse tagasisidemega: mida kõrgemaks laine kasvab, seda suuremaid häiritusi tuules ta põhjustab ning seda tugevamini tuul laine mõjutab. Kiire kasv kestab õnneks vaid teatava aja.
3. Kui lained on kasvanud teatava kõrguseni, hakkab olulist osa mängima lainetevaheline energiavahetus, mis tekitab ühe pikemaid laineid (Hasselmann et al., 1973). Selle protsessi käigus tekitavad Milesi mehhanismi kaudu tekkinud lained aina pikemaid laineid, sh. laineid, mis levivad veepinnal tuulest kiiremini
4. Kogu protsessi piirab lainete murdumine ning mererand

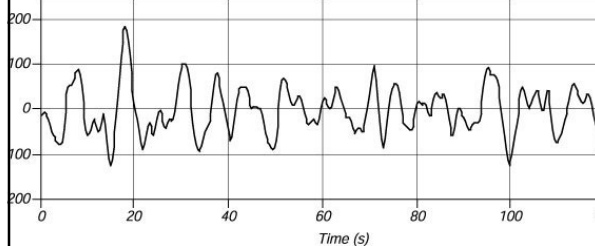
Lainete mõõtmine & analüüs

Üksiklainete analüüs

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

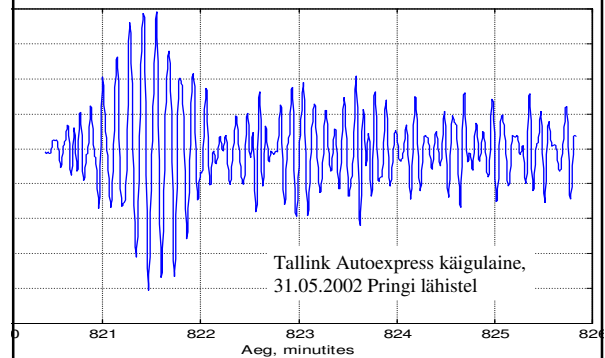
Tüüpiline veepinna kuju salvestus:



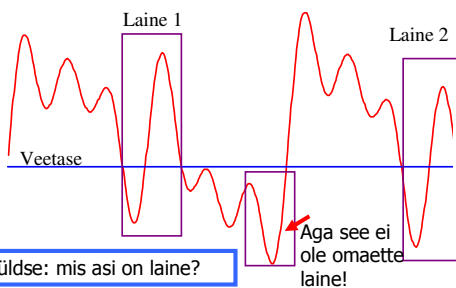
(Atlandi ookean)

EMH0090 Rannikuprotsessid

Lainete eristamine ja mõõtmine



Lainete eristamine ja mõõtmine: keerukas ülesanne



5

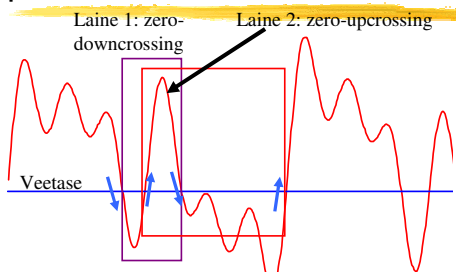
Merelainete analüüs: kaks võimalust

- Üksikute lainete kaupa
- Lainete spekter
- Laine kõrgus, pikkus jne. (kirjutatakse lahku)
- Lainepikkus, -kõrgus jne. (kirjutatakse kokku)

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid

Lainete eristamine ja mõõtmine lainete kaupa: kasutusel erinevad lahendused



Üheks laineks loetakse veepinna häiritused kahe teineteisele järgneva samasuunalise keskmise veetasemega lõikumise vahel

Lainete omadused reaalses meres: sõltuvad interpretatsioonist?

Seetõttu vaadeldakse teataval ajavahemikul esinenud lainete hulga omadusi

Sageli kasutatavad suurused:

keskmise lainekõrgus

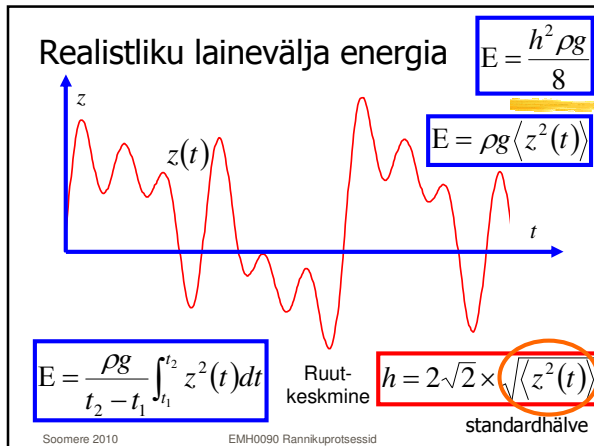
oluline lainekõrgus = 1/3 kõrgeimate lainete keskmine kõrgus (nt. 1 tunni jooksul)

kõrgeim üksiklaine (nt. 1 tunni jooksul)

Need suurused praktiliselt ei sõltu ei interpreteerimisest ega mõõtmise viisist.

Soomere 2010

EMH0090 Rannikuprotsessid



Heal lapsel mitu nime (aga liiga palju nimesid pole ka hea)

LAINEKÖRGUSE ISELOOMUSTAJA		$\frac{H}{H_{rms}}$	$\frac{H}{\sqrt{m_0}}$	$\frac{H}{H_s}$
Nimi	Tähistus			
Veepinna standardhälve	$\sigma = \sqrt{m_0}$	$1/\sqrt{2\sqrt{2}}$	1	0,250
Ruutkeskmine lainekõrgus	H_{rms}	1,0	$2\sqrt{2}$	0,706
Mood (kõige sagedamini esinevate lainete kõrgus)	$\mu(H)$	$1/\sqrt{2}$	2	0,499
Mediaan (kõrgus, millest 50% laineid on kõrgemad ja 50% madalamad)	$H(P = 1/2)$	$\sqrt{\ln 2}$	$2\sqrt{2 \ln 2}$	0,588
Keskmine lainekõrgus	\bar{H} või H_1	$\sqrt{\pi}/2$	$\sqrt{2\pi}$	0,626
Oluline lainekõrgus	H_s või $H_{1/3}$	1,416	4,005	1
10% kõrgeimate lainete keskmine kõrgus	$H_{1/10}$	1,80	5,091	1,271
1% kõrgeimate lainete keskmine kõrgus	$H_{1/100}$	2,359	6,672	1,666
Hiidlained				>2

Soomere 2010 EMH0090 Rannikuprotsessid

