

Lisalugemist füüsikaõpetajatele Paksus Margareetas õpilaste juhendamiseks

Ekspositsioon jaguneb neljaks suuremaks saaliks ja väiksemateks teemaruumideks: keskaegse laevavraki (koge) saal + ajutiste näituste ruum, purjelaevade ajastu + balti-saksa maadeavastajate ruum; aurulaevade ajastu + aurumootori ja navigatsiooniinstrumentide ruumid, mootorlaevade ajastu + diiselmootori/laeva juhtimise ruum. Kõigil korrustel on juttu ka laevade jõuseadmetest, olgu neiks siis purjed, aurumootorid või sisepõlemismootorid, samuti leidaub kõigis teemasaalide rohkelt laevamudeleid, sh selliseid, mis näitavad laevade lastimist, interaktiivseid kaarte jms.

Meretransport on kõige energiatõhusam, keskkonnasäästlikum ja soodsam kauba transportimise viis, kuid ekspositsioon ise otseselt teiste transpordiliikidega energiakulu ei võrdle. Küll aga saab selle võrdluse teha koos õpilastega. Ekspositsioon tutvustab pigem meretranspordi muutumist ajas.

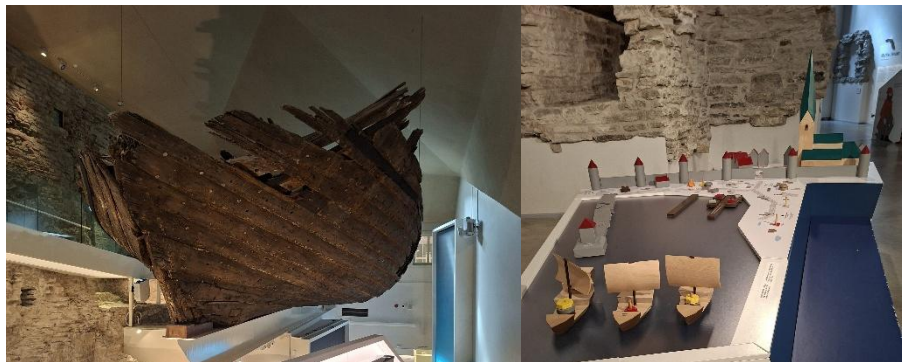
Järgnevalt toon välja teemasaalide kaupa eksponaadid, mida saaks õppetöösse energia teemadel lõimida. Teemasaalid ja seal leiduvad eksponaadid, mis sobivad energia teema illustreerimiseks:

1. **KOGE SAAL** (kahel tasapinnal):

koge vrakk ja keskaegne merekaubandus, Hansa Liit.

Koge saaliga liituv hoovimaja: ajutised näitused.

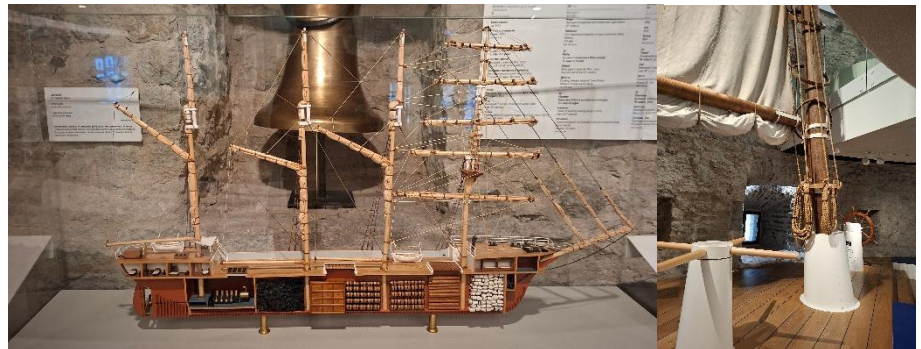
- **keskaegse sadama mudel**
- Läänemere keskaegsete kaubateede kaart
- keskaegselt laevavrakilt leitud esemed, mis kirjeldavad kaubavedu - võimalik võrrelda hilisemate ning kaasaegsete kaubalaevade lasti ja pakkimisega.



2. **SUURTÜKITORNI 2. KORRUS:**

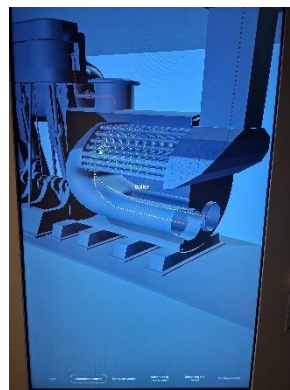
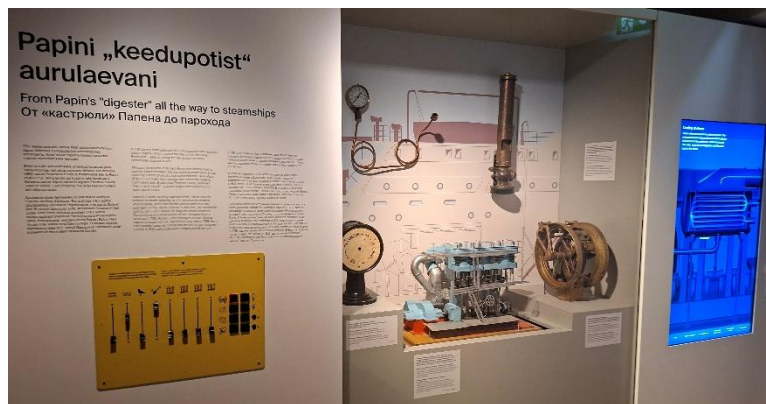
purjelaevad ja merekaubandus 16.–20. sajandil, Eestist pärit maadeavastajad.

- **uusaegse sadama mudel**
- purjekas Triina mast



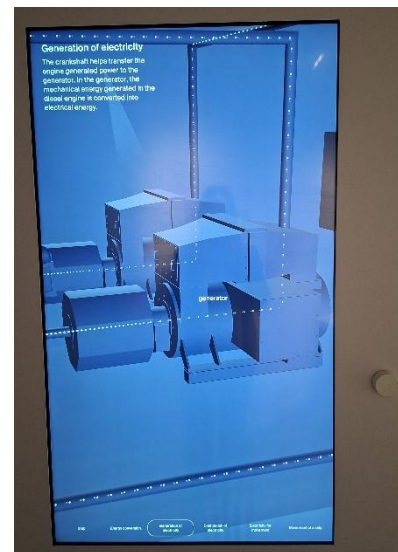
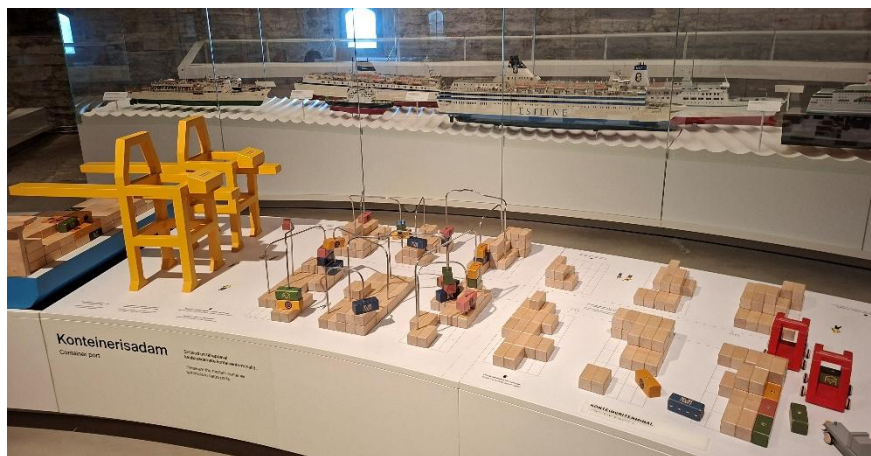
3. **SUURTÜKITORNI 3. KORRUS:** aurulaevad ja merekaubandus 19.–20. sajandil, navigatsiooniinstrumendid ja tuletornid.

- **20. sajandi kaubasadama mudel**
- **Aurumootori mudel ja interaktiivne aurumootori mudel** (see on küllaltki kitsas ruumis)
- Navigatsiooniinstrumendid ja tuletornide mudelid



4. **SUURTÜKITORNI 4. KORRUS:** mootorlaevad ja merekaubandus 20. sajandil, kaptenisilla simulaator ja karaoke.

- **kaasaegse konteinerlaevade sadama mudel**
- interaktiivne **diiselmootori mudel**
- kaasaegse mootorlaeva juhtimispaneeli mudel



Mis on aurumootor ja kuidas see töötab?

Aurumasin on oma olemuselt soojusmootor, kus muundatakse rõhu all olev auru potentsiaalne energia mehaaniliseks energiaks. Aurumasin koosneb silindrist, ülekandemehhanismist ja völliast. Masina silindris paikneb kolb, mille paneb liikuma silindrisse lastud auru paisumine. Auru sisalduva energia

paremaks ära kasutamiseks on masinal mitu silindrit. Kateldest tulev värske aur suunatakse esmalt kõrgsurvesilindrisse ja seejärel kesksurve- või madalsurvesilindrisse.

Aurumasin on suletud süsteem. Masinast väljuv töötanud aur suunatakse edasi kondensaatorisse, kus ta jahutatakse ja uuesti veeks muudetakse ning sealt pumbatakse vesi uuesti kateldesse.

Katla kütmisel tekib katlas olevast veest veeaur. Kütmisel tekkinud nn värske aur suunatakse läbi jaotussiibri silindrisse, kus see surub alla või tõstab üles silindris paikneva kolvi. Jaotussiiber kinnitub masina vāntvōllile, mis on omakorda ühendatud Stephensoni lingiga. Stephensoni link juhib masina käivitamist, sellega saab masinale anda edasikäigu, tagasikäigu ja peatada. Silindris surutakse auru surve mõjul kolb uuesti üles või alla ja aur liigub edasi järgmisse silindrisse. Silindris toimub aurururvel järjekordne kolvi liikumine ning aur liigub viimasesse silindrisse, pannes liikuma sealse kolvi. Viimasest silindrist väljunud auru nimetatakse töötanud auruks.

Kolvide külge kinnituvad kolvipõhjast väljaulatuvad kolvivardad, mis on kepsu abil ühendatud masina vāntvōlliga. Kepsu abil muudetakse kolvi ja kolvivarda üles-alla liikumine vāntvōlli ringjooneliseks liikumiseks. Kolvide liikumine paneb läbi ülekande mehhanismi pōörlema laeva sõuvōlli. Masina vāntvōllile kinnituvad ka jaotussiibrite liikumist kontrollivad ekstsentririkud, millest üks on edasi, teine tagasikäiguks. Masinast väljuv töötanud aur suunatakse kondensaatorisse, kus ta jahutatakse ja aur muutub uuesti veeks. Kondensaatoris tekkinud vee ja auru segu suunatakse toitepaaki või soojaveekasti, kust ta liigub puhastamiseks umbfiltrisse ja sealt omakorda toitevee soojendajasse. Edasi suunatakse vesi uuesti kateldesse, kus sellest saab jälle aur.

Vaata, kuidas aurumasin töötab ja kuula aurumagina hāält:

<https://www.youtube.com/watch?v=x5cvRE4l0c0&t=147s>



Diiselmootorid

Maailma kaubanduslikus meresõidus kasutatavatest laevadest on tänaseks päevaks ligi 99% mootorlaevad. Diiselmootor on sisepõlemismootor, mille iseloomulikud tunnused on küttesegu

moodustumine vahetult silindris ning selle isesüttimine. Diiselmootori tööprotsessi peamiseks eripäraks on silindri täitmine õhuga, mis lubab kasutada bensiinimootoriga võrreldes kõrgemaid surveastmeid ja tööparameetreid (need on põlemisprotsessi maksimaalne rõhk ja temperatuur). See suurendab ökonoomsust 20–30% võimaldades samaaegselt kasutada bensiinidega võrreldes ohutumaid ja odavamaid kütuseid. Samas nõuab see tugevamat ja raskemat konstruktsiooni. Laevadel, kus mootorite ökonoomsus pole esmane prioriteet, vaid olulisemad on nende mõõtmed, massid ja laeva manööverdusomadused – nagu näiteks reisilaevad – kasutatakse tänapäeval valdavalt keskmiste (300–750 pööret minutis) või kiirete pööretega (>750 pööret minutis) neljataktilisi diiselmootoreid koos reguleeritava sammuga sõukruvidega.

Lisaks kasutatakse tänapäeval mõnedel laevatüüpidel elektrilisi peaülekandeid, kus mootorid on ühendatud generaatoritega, mis toodavad sõuajami käitamiseks elektrit. Selline võimsuse ülekandesüsteem on oluliselt raskem, kallim ja 5–10% madalama kasuteguriga võrreldes mehaanilise reduktorülekandega, kuid parandab radikaalselt laeva manööverdusvõimekust ja võimaldab süsteemi komponente paigutada üksteisest sõltumatult, nt pidades silmas laeva püstuvust.

Seoses merekeskkonna kaitse jätkuvalt karmistuvate nõuetega on kasvanud huvi keskkonda vähem saastavate kütuseliikide, eeskätt veeldatud maagaasi ehk LNG (Liquified Natural Gas), kasutamise vastu laevakütusena. Kõige rohkem kasutatakse LNG-d kütusena kasutavatel laevadel praegu neljataktilisi kahekütuselisi mootoreid, mis võivad gaasi kõrval töötada ka traditsiooniliste vedelkütustega. Eesti laevadest oli esimeseks kahekütuseliste masinatega laevaks Tallinki Megastar.

Laeva jõusüsteemi peamised osad:

- Vedelkütuse ja/või gaasimahutid – mahutid laeva masina käitamiseks mõeldud kütusele 170 Paksu Margareeta üldine sisumaterjal
- 4-taktiline diiselmootor – soojusjõumasin, mille abil muundatakse kütuste põletamisel vabanev energia mehaaniliseks tööks neljataktilise (2 vääntvõlli pööret) töötsükli järgi
- Generaator – masin, mille abil muundatakse mehaaniline töö elektrienergiaks
- Elektrienergia juhtsüsteem – süsteem toodetud energia jaotamiseks laeva erinevatele süsteemidele
- Elektrimootorid – masinad, kus elektrienergia muundatakse mehaaniliseks tööks
- Peaülekanne – süsteem, mis kannab mehaanilise töö üle sõukruvile
- Sõukruvi – kruvipinnaliste radiaalsete labadega tiivik, mille liikumisel tekitatud tõukejõud paneb laeva liikuma

Tekstid on koostatud Helene Uppin tuginedes Mihkel Karu ja Priit Lätti peatükkidele Margareeta sisumaterjalis.