

## Summary

Shipborne geophysical study of sediments and sea floor features near the Apollo shoal, north of Hiiumaa

**Author:** Vladimir Karpin

**Supervisors:** Sten Suuroja, PhD; Atko Heinsalu, PhD

The master thesis is written in English and contains 44 pages, 17 figures, 2 tables and 2 supplements.

The subject of this study, the Apollo shoal, situated on the edge of the Baltic Klint, around 10-15 km north-east of Hiiumaa, was chosen as a potential future offshore wind farm location. High resolution bathymetric and sub-bottom data used in this study was collected by r/v Jakob Prei.

### **Aims of the study:**

1. To evaluate the possibilities of using and interpreting the seismic data recorded by the chirp-type sub-bottom profiler under current EMA working conditions.
2. To identify sediment acoustic units using available high-resolution chirp records.
3. To compile a bathymetric and geomorphological map of studied area as well as maps of spatial extension and thickness of sediment units based on the interpreted data.

### **Results:**

1. The chirp-type sub-bottom profiler produced acceptable results under current EMA working conditions. Disturbances of the reflection data on numerous profiles were more likely caused by intrinsic properties of the sediments rather than high speed of the vessel. Still, the vessel's speed affected horizontal resolution of the profiles.

The profile spacing, however, could be improved. It is suggested to record seismo-acoustic profiles alongside every multibeam sweep to ensure more consistent profile spacing and provide even better resolution.

2. Based on their unique reflection signature, four different acoustic units were identified. The lowermost *AU 1* was interpreted as the top layer of the Weichselian till. The outcropping Ordovician limestone of the Baltic Klint was treated as the same unit.

*AU 2* is resting on top of *AU 1*. The nature of *AU 2* remains questionable. It is unclear if this unit could be interpreted as WGD. Unsorted rock material, covering different acoustic unit (*AU 3*) could effectively scatter most of the seismic impulse, resulting in such reflection signature.

*AU 3* is lying on top of *AU 1* and *AU 2* and is further subdivided into *AU 3a* and *AU 3b*. It was interpreted as varved clays of the BIL. The rhythmic couplets of periodically changing clay and silt of *AU 3a* are noticeably thicker than those of *AU 3b*. Subunits boundary indicates the transition from proximal to distal varves.

*AU 4* occurred mostly in deep northern parts of the survey area and was interpreted as Litorina Sea and Post-Litorina deposits.

3. The spatial distribution of most outcropping units (excluding *AU 4*, which occurrence was very sparse) was successfully mapped.

The sediment thickness map was compiled by treating *AU 1* as a base level. The remaining units were treated as late- and post-glacial sequence.

Several outstanding sea floor features were recognized and mapped, including "reversed" against ice flow drumlin-like objects and ice gouges.

## Kokkuvõte

Setete ja merepõhja iseärasuste geofüüsikaline uuring Apollo madala piirkonnas.

**Autor:** Vladimir Karpin

**Juhendajad:** Sten Suuroja, PhD; Atko Heinsalu, PhD

Magistritöö on kirjutatud inglise keeles ja sisaldab 44 lehekülge, 17 joonist, 2 tabelit ja 2 lisa.

Käesoleva töö uurimisobjektiks oli valitud Hiiumaast 10 km põhjapool asuv Apollo madal, mis on tulevase meretuulepargi üheks võimalikuks asukohaks. Uurimistöös oli kasutatud Veeteede Ameti mõõdistuslaeva Jakob Prei poolt kogutud andmeid, sh. lehviksonari vee sügavuse andmeid ning chirp-tüübi madalasageduskajaloodi seismo-akustilisi põhjasetete profile.

### Töö eesmärgid:

1. Hinnata madalsagedusliku kajaloodi kasutamise võimalusi Veeteede Ameti hüdrograafiaosakonna praeguste töötingimuste juures.
2. Tuvastada omapäraste omadustega akustilisi ühikuid madalsageduskajaloodi profiilides.
3. Koostada uurimisala veesügavuse, setete paksuste ja setete leviku ning pinnavormide kaardid.

### Kokkuvõte:

4. Magistritöö käigus läbi viidud uuringute tulemused on suureks abiks Veeteede Ameti hüdrograafialiste tööde edaspidiseks planeerimiseks ja seismoakustiliste profiilide paremaks interpreteerimiseks. Vaatamata laeva suurele kiirusele (12 sõlme), on madalsageduskajaloodi andmed üldjuhul selged ja hästi interpreteeritavad. Siiski on oluline mainida, et laeva suure kiiruse tõttu madalsageduskajaloodi horisontaalne lahutusvõime märgatavalt langeb. Moonutatud peegeldused osadel profiilidel on tingitud setete ja merepõhja omadustest.

Kuigi siia maani seismo-akustilisi profile salvestati koos iga teise või kolmanda laeva mõõdistusprofiiliga, on edaspidi soovitatav neid salvestada koos iga hallsiga, mis tagab

ühtlasema katvuse ja pakub rohkem võimalusi profiilide korreleerimiseks faktilise materjaliga.

5. Uuritud ala seisreakustilistel profiilidel tuvastati neli erineva akustiliste omadustega kihti. Alumine settekiht (*AU 1*) esineb kõikidel seisreakustilistel profiilidel ja seda võib tõlgendada Weichseli jäätumise moreenina. Samasuguste seisreakustiliste omadustega on ka Balti klindil paljanduv lubjakivi. Moreenikiht paljandub ulatuslikul alal.

Moreenikihil lasuv ja mitmel pool paljanduva homogeenne settekihi (*AU 2*) päritolu on veel ebaselge. Selle kihi puhul võib tegemist olla nn basseini moreeniga.

Settekihi (*AU 3*) puhul on tegemist Balti jääpaisjärve viirsavidena. See settekiht on jagatud veel kaheks alamkihtiks, millest alumine (*AU 3a*) on esindatud paksemate proksimaalsete viirsavidena ja ülemine (*AU 3b*) distaalsete viirsavidena.

Noorim settekiht (*AU 4*) levib uuringuala sügavamas põhjapoolses osas ja esindab Litorinamere ja Limneamere setteid.

6. Koostati hilis- ja pärastjäätumise setete paksuse kaart ning kolmemõõtmelised mudelid nüüdsisaegsest ja Hilis-Pleistotseeni reljefist. Reljefimudel võimaldas tuvastada omalaadseid pinnavorme: "ümberpööratud" voored, mille nüri ots asub liustiku liikumise suunas ning viimase jäätumise jäämägede kraapejäljed merepõhjas.