

TARTU ÜLIKOOL
GEOLOOGIA INSTITUUT

Kristiina Olesk

ORDOVIITSIUMI KARBONAATKIVIMID AHVENAMAAL

bakalaureusetöö
juhendaja: PhD. L. Ainsaar

Kaitsmisele lubatud: TÜ geoloogia instituudi juhataja.....
Kuupäev:.....
Allkiri:.....

TARTU 2007

Sisukord

Sisukord	2
Annotatsioon	3
Sissejuhatus	4
Lumparni laht	5
Materjal ja metoodika	10
Tulemused	11
Puuraukude kirjeldused	11
Rändkivid	14
Õhikute kirjeldus	16
Stratigraafia	20
Kivimtüüpide levik	22
Arutelu	26
Kokkuvõte	30
Kasutatud kirjandus	31
Lisad	34

Annotatsioon

Antud töö käsitleb Ordoviitsiumi karbonaatkivimeid Ahvenamaal Lumparni meteoriidikraatris ja selle ümbruses. Töö eesmärgiks on kirjeldada karbonaatkivimite tüüpe, nende levikut, vanust ja tekketingimusi ning nende võrdlus Põhja-Eestis levivate Ordoviitsiumi lubjakividega.

Uuritud kivimmaterjal (puursüdamike proovid ja rändkivid) on saadud 2002. a. TÜ geoloogia instituudi ekspeditsiooni käigus Ahvenamaale. Puursüdamike proovid on saadud AS Nordkalki puursüdamike hoidlast Pargases, rändkivid on kogutud Överby lähedalt ja Rödhällist. Valitud puursüdamike proovidest ning rändkividest on tehtud õhikud, mille abil kirjeldati lubjakivi struktuuri ja fossiilifragmentide grupilist koostist.

Ahvenamaal esineb kahte tüüpi lubjakivisid: afaniitsed puhtad lubjakivid (Balti lubjakivi) ja peenkristalsed savikad detriitsed lubjakivid (Ortotseras lubjakivi). Lubisetted on settinud Ordoviitsiumi karbonaatses šelfimeres. Rändkivid on kohale toodud Ahvenamaale põhja poolt merest, võimalik, et Botnia lahest, Pleistotseeni liustike poolt. Kirjanduses avaldatud paleontoloogiliste määrangute alusel on Balti lubjakivi Ülem-Ordoviitsiumi vanusega (Keila kuni Nabala lademe intervall). Ortotseras lubjakivi vanuseks on Kesk-Ordoviitsium (Kunda kuni Uhaku lademe intervall).

Ahvenamaa Ortotseras lubjakivi fossiilifragmentide kooslus on sarnasem Põhja-Eesti fatsiaalse vööndi lubjakividele, kui Läti ja Rootsi karbonaatidele ja selle tõttu võiks antud ala kuuluda Ordoviitsiumi Põhja-Eestis fatsiaalsesse vööndisse. Balti lubjakivi nähtavaid fossiile ei sisalda, kuid sellise puhta lubimuda settimine oli iseloomulik just Põhja-Eestile Rakvere ja Nabala eal.

Sissejuhatus

Ahvenamaa on saarestik, mis asub Läänemere põhjaosas. Peaaegu kõik sellel paljanduvad aluspõhjajakivimid on kristalliinsed tardkivimid. Saarestiku omapäraks on see, et erinevalt ülejäänud Soomest, võib üksikutes kohtades leida Kambriumi ja Ordoviitsiumi settekivimeid. Lisaks sellele lasub aluskorra kivimitel ja mõnes kohas esinevatel settekivimitel õhuke pinnakate, mis kohati puudub.

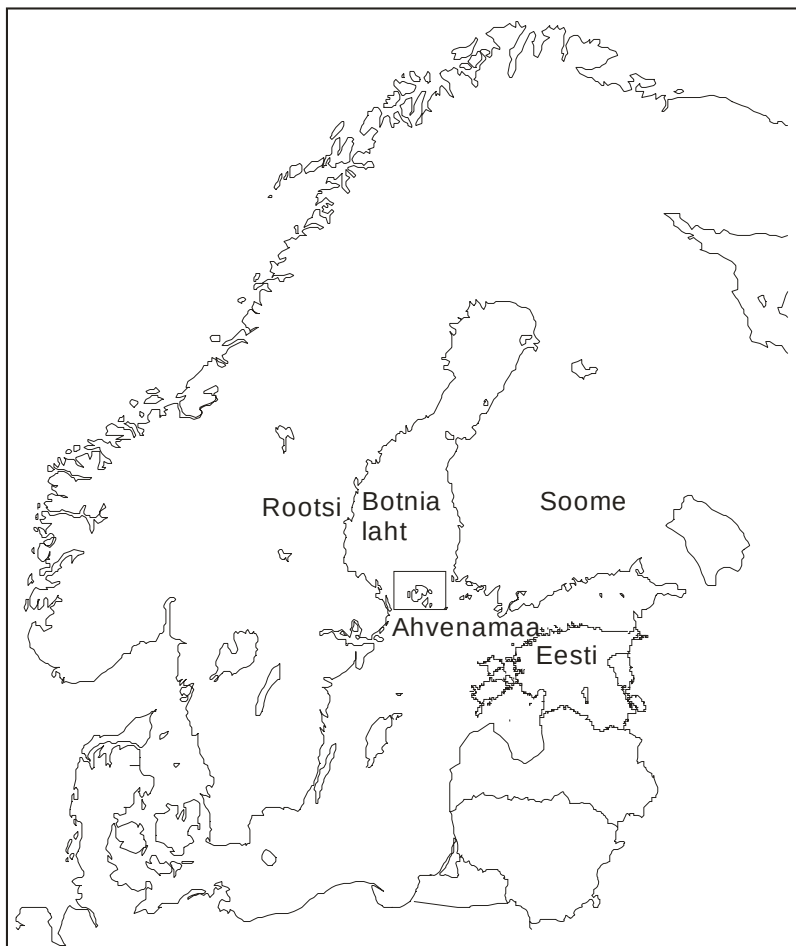
Siinseid settekivimeid on vähe uuritud ja nende lasumuse kohta on mitmeid hüpoteese. Samuti on see ka üks väheseid kohti Soomes, kus leidub fossiile. Ordoviitsiumi karbonaatkivimite fatsiaalne kuuluvus ei ole päris selge, kuna saarestik asub kahe suure fatsiaalse vööndi piirialal.

Töös käsitletakse Ordoviitsiumi karbonaatkivimeid Ahvenamaal Lumparni meteoriidikraatris. Uuritakse ka kraatri ümbruses kogutud Ordoviitsiumi vanusega rändkive. Kirjeldatakse lühidalt Lumparni kraatri geoloogilist ehitust ning piirkonnas esineva lubjakivikompleksi ehitust. Töö eesmärgiks on kivimite litostratigraafiline analüüs, tekketingimuste selgitamine, lubjakivi tüüpide võrdlus Eestiga ja kivimitüüpide leviku kirjeldamine Ahvenamaal.

Lumparni laht

Lumparni laht kujutab endast kausikujulist nõgu Ahvenamaa saarte vahel. Selle tekke kohta on erinevaid arvamusi. Seda on peetud nii tektoonilist päritolu alanguks kui ka impaktkraatriks. Viimasel ajal on see siiski arvatud meteoriidikraatrite hulka.

Lumparni kraater asub Ahvenamaa saarestiku peasaare kõrval, umbes Rootsi ja Soome põhiterritooriumi vahel (joonis 1). Lumparn on peaaegu maismaasisene umbes 85 km² ulatusega laht, mille äärealal on mõned üksikud väiksed saared (joonis 2). Avamerega on see ühenduses kagusse suunatud kitsa väinaga, mis võimaldab vee soolsuse muutumist (Abels, 2003). Kraatri läbimõõt on 9 km².



Joonis 1. Ahvenamaa asukoht. Ristkülikuga tähistatud ala on kujutatud joonisel 2.



Joonis 2. Ahvenamaa kaart ja Lumparni lahe asukoht. Rändkivide leiukohad tähistatud väikeste kollaste ringidega.

Vanemad autorid on arvanud, et Lumparni laht on tektooniline alang. Konodonte uurinud Merrill (1979) väitis, et see on tekkinud meteoriidiga kokkupõrke tulemusel. 1992. a. vaatlesid Henkel ja Pesonen Lumparni kui võimalikku impaktkraatrit ja seejärel kinnitas rootsi geoloog N.-B. Svensson kraatri meteoriitset päritolu, mis oli võimalik löögimetamorfismi tunnuste alusel, mis leiti lahe keskosast puuritud materjalist. Pildilised tõendid planaarsest deformatsioonist kvartsi pinnal esitas esimesena M. Lehtinen (Abels, 2003).

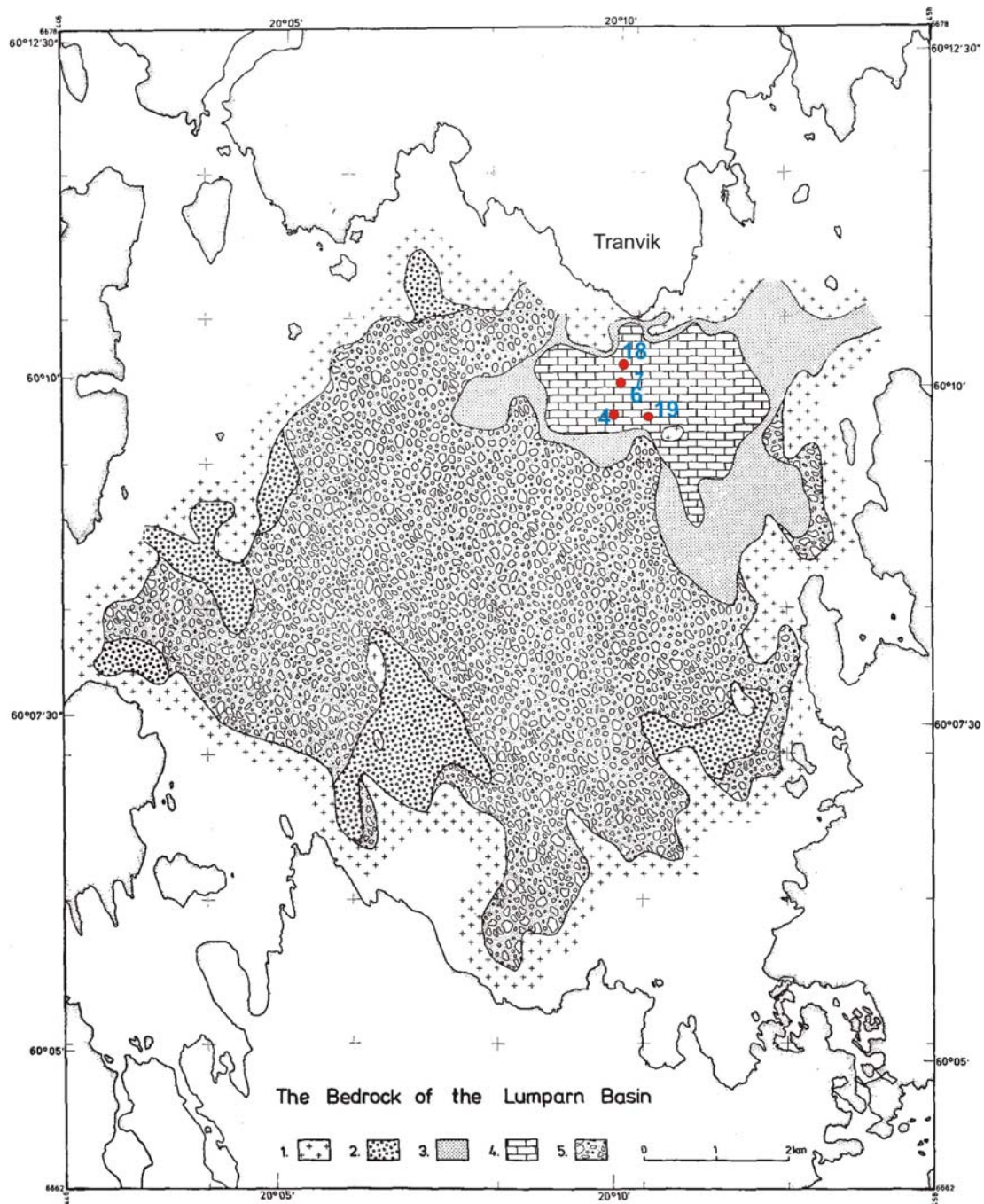
Laht on küllaltki madal (keskmise sügavus 20 m). Põhja morfoloogia on kergelt laineline mõningate pikemate sügavamate aladega, mis toovad esile idapoolse veealuse nõlva.

Tasane lahe põhi võib olla küllaltki paksude hilis- ja pärastjääaegsete aleuriitide ja savide olemasolu tulemus (Winterhalter, 1982).

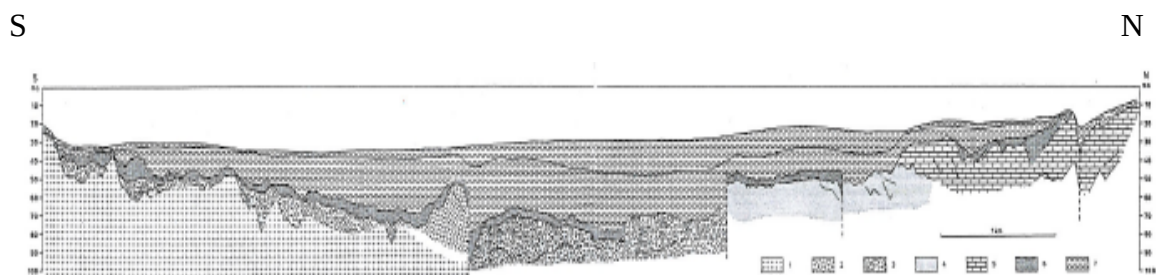
Ahvenamaa aluskorra peamiseks kivimiks on rabakivi graniit. Intrusioonid nendes batoliitides on Mesoproterosoikumi vanusega. Rabakivi peamised happelised mineraalid on kvarts, K- päevakivi ja plagioklass. Kohati on kivimid punaka värvusega, mis tuleneb Al^{3+} asendumisest Fe^{3+} -ga ja hematiidist K-päevakivis. Fluoriit on kõikjal leiduv akseessoorne mineraal. Rabakivi graniidile iseloomulik tunnus on kuni 5 cm suurused munakujulised moodustised, mis koosnevad ortoklassist ja on kaetud oligoklassiga. See on vööndilaadne tulemus kestvast diferentseerumisest kristalliseerumise käigus (Abels, 2003).

Vanimad säilinud settekivimid Ahvenamaa rabakivimassiivis on liivakivi ja aleuoliidi daikid. Akritarhide uurimise tulemusena määras Tynni (1982) nelja daiki vanuseks Vara-Kambriumi, kolme vanuseks Vara-Ordoviitsiumi ja ühe daiki vanus on tema andmetel nende kahe ajastiku vahepeal. Lumparni lahe piirkonnas esineb daike Tranviki poolsaarel, Granboda külast põhja pool ja Långuäs udd poolsaare lääneosas (Abels, 2003).

Settekivimid Lumparni lahe põhjaosas võib jagada kaheks: karbonaatkivimid (lubjakivi, dolomiit, mergel) ja silikaatsed purdsetted (liivakivi, aleuriit ja liiv). Lubjakivi leidub Lumparni lahe põhjaosas 15 km² alal (Abels, 2003). Paleosoikumi setteid katab Kvaternaari pinnakate. Lahe geoloogiline kaart ja läbilõige on esitatud Winterhalteri (1982) järgi joonistel 3-4.



Joonis 3. Lumparni lahe geoloogiline kaart Winterhalter (1982) järgi ja puuraukude asukohad Lumparni lahes. Tingmärgid: 1-rabakivi graniit 2-diferentseerimata settekivim 3-Kambriumi liivakivi 4-Ordoviitsiumi lubjakivi 5-murenenud graniit. Lumparni lahe läbilõige on kujutatud joonisel 4.



Joonis 4. Lumparni lahe põhja-lõunasuunaline läbilõige Tranviki neemest lõunas (Winterhalter, 1982). Vertikaalne skaala 100 m.

Materjal ja metoodika

Uuritud kivimmaterjal on kogutud TÜ geoloogia instituudi 2002. a. ekspeditsiooni käigus Ahvenamaale L. Ainsaare ja T. Meidla poolt. Rändkivid on kogutud Överby küla juurest ja Lumparni lahe lõunarannikult Rödhallist. Puursüdamike materjal on puuritud Tranviki neeme äärsest lahest Parteki kompanii poolt. Puursüdamike proovid ja rändkivide üldine kirjeldus on esitatud tabelina töö lisas. Töös kirjeldatavate Parteki firma poolt puuritud puuraukude asukohad Lumparni lahes on esitatud joonisel 3.

Puursüdamike proovid võeti 2002. a. ekspeditsiooni käigus AS Nordkalki puursüdamike hoidlast Pargases. Rändkivid nummerdati 1-10. Paladest nr. 5, 7, 9 tehti lihvid, mida kirjeldati ja pildistati. Samadest kividest on tehtud ka õhikud. Puursüdamike proovidest Tr. 7-5 ja Tr. 18-4 on samuti valmistatud õhikud. Õhikud kirjeldati, pildistati ja määrati lubjakivi struktuur ja fossiilide liigiline koostis.

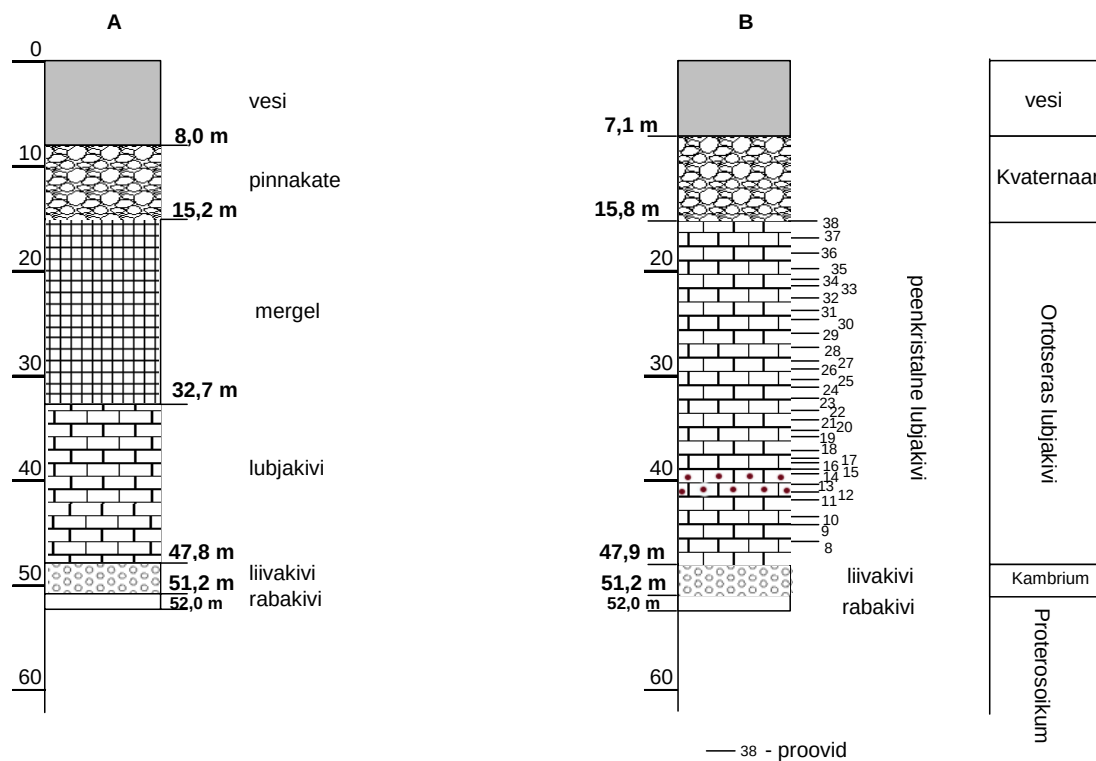
Puuraukudest läbilõigete joonistamisel olid abiks Parteki firma poolt 1963. ja 1964. a. koostatud läbilõigete joonised. Kokku on selle firma poolt Lumparni lahes puuritud 16 aastaga (1963- 1979) 30 puurauku. Jooniste valmistamiseks on kasutatud neist nr. 4, 6, 7, 18 ja 19. Võrdlusena tehtud puuraukude jooniste koostamisel on kasutatud eelpool mainitud ekspeditsiooni käigus Meidla ja Ainsaare koostatud välikirjeldusi.

Tulemused

Puuraukude kirjeldused

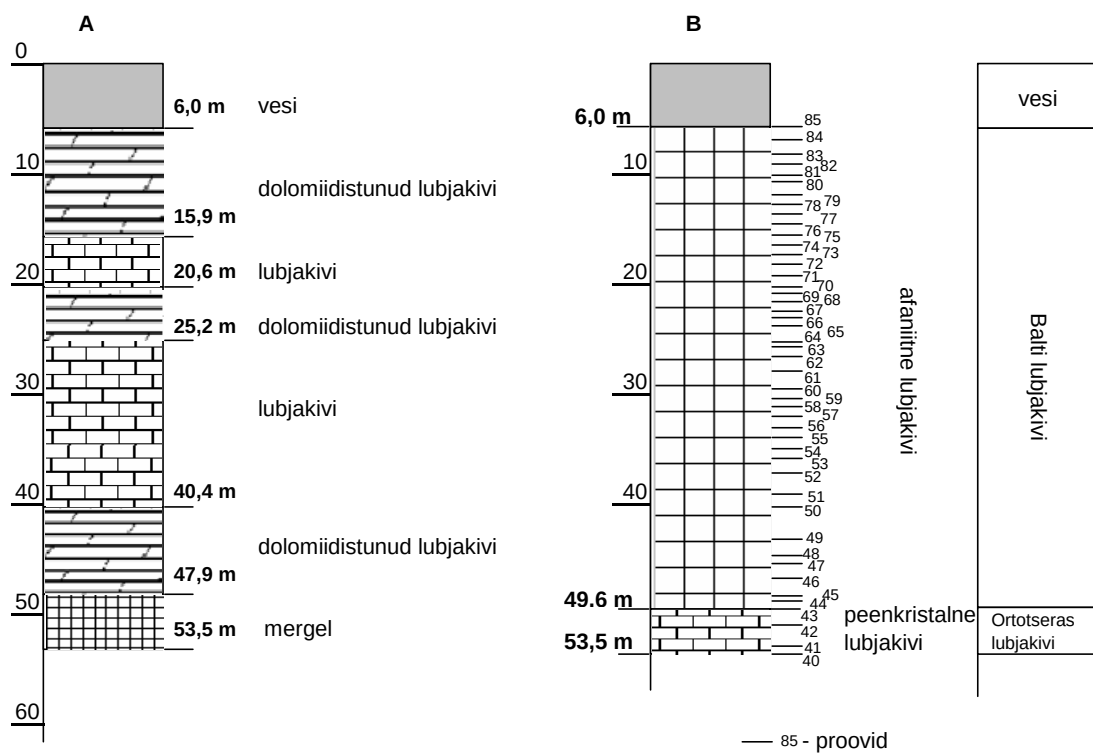
Kõik puuraugud on puuritud Lumparni lahest, mistõttu pinnakatet katab vesi. Kolme läbilõike puhul on alljärgnevalt esitatud nii Parteki (A) kui ka Meidla ja Ainsaare (B) kirjelduste põhjal koostatud puuraugu joonised 5-7. Partek lähtub oma kirjeldustes kivimi mineraloogilisest koostisest. Meidla ja Ainsaare kirjeldused on koostatud kivimi litoloogiliste, sh struktuursete tunnuste järgi.

Puuraugu nr. 18 läbilõige (joonis 5) koosneb pinnakattest, lubjakivist, liivakivist ning kõige alumine osa on rabakivi graniit. Karbonaatne osa koosneb peenkristalsest lubjakivist, mis on peamiselt rohekashall (hallikasroosa), kohati tumedamate punaste laikudega ning kogu puuraugu ulatuses nõrgalt savikas. Sügavusel 39,0-40,5 m esineb götiitseid ooide.



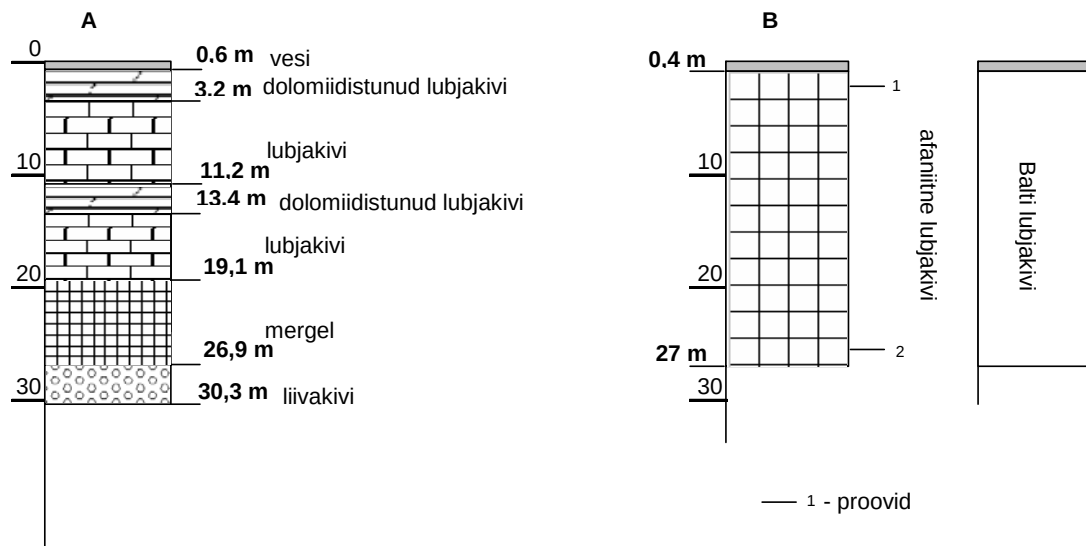
Joonis 5. Puurauk 18. (A) Parteki (1964) kirjelduse järgi, (B) Ainsaare ja Meidla välikirjelduse järgi (2002).

Puursüdamik nr. 19 (joonis 6) on samuti puuritud lahest, kuid juba selle madalama veega osast (vee sügavus 6 m). Kogu puursüdamik koosneb lubjakivist. Ülemises osas (6,0-49,6 m) on afaniitne karpliku murdega kollakashall punaste (roostevärvi) laikudega lubjakivi. Alumine osa (49,6-53,5 m) koosneb roosakashallist (punaste laikudega) peenkrystaldest savikast lubjakivist. Lisaks on võimalik selles näha skeletifragmente. Nii ülemises kui alumises osas on märgata kivimis kerget bretšastumist.



Joonis 6. Puurauk 19. (A) Parteki (1964) kirjelduse järgi, (B) Ainsaare ja Meidla välikirjelduse järgi (2002).

Puursüdamik nr. 7 (joonis 7) koosneb afaniitsest hallikasroosast punasete (hematiit) laikudega lubjakivist, mis on tasemeti bretšastunud.



Joonis 7. Puurauk 7 (puuritud algselt 45° nurga all, sügavused ümber arvutatud 90°-le).
(A) Parteki (1963) kirjelduse järgi, (B) Ainsaare ja Meidla välikirjelduse järgi (2002).

Rändkivid

Rödhällist lahe lõunakaldalt leitud karbonaatkivimid on märgitud numbritega 1-3. Kivi nr. 1 on peenkristalne kollane lubjakivi. Nr. 2 on hall jämekristalne lubjakivi ning nr. 3 on hall katkestuspindadega peenkristalne lubjakivi. Överby küla juurest lääne pool kraatrit leitud karbonaatsed kivimid on tähistatud numbritega 5, 6, 7, 9, 10. Kivi nr. 5 (joonis 8) on afaniitne roosakas lubjakivi, milles on kaltsiidiga täitunud lõhesid ja punaseid laike. Nr. 7 (joonis 10) on kollane peitkristalne lubjakivi üksikute kaltsiidi pesadega. Kivid nr. 6, nr. 9 (joonis 9) ja nr. 10 on hallid jämekristalsed lubjakivid. Kivil nr. 9 on püriitse impregnatsiooniga katkestuspind.



Joonis 8. Rändkivi nr. 5, Överby. Afaniitne roosakas lubjakivi (Balti lubjakivi).



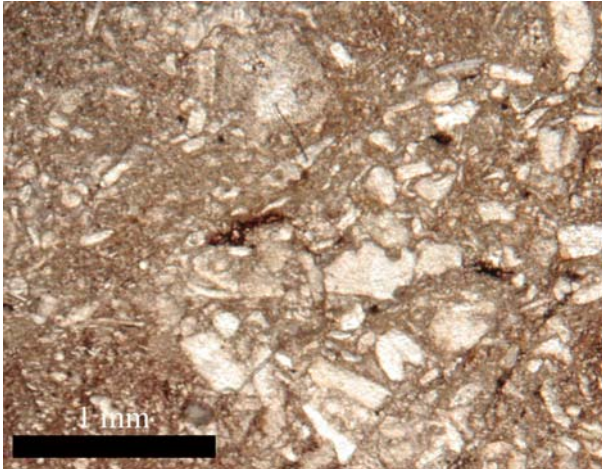
Joonis 9. Rändkivi nr. 9, Överby. Hall jämekristalne lubjakivi püriitse katkestuspinnaga (Ortotseras lubjakivi).



Joonis 10. Rändkivi nr. 7, Överby. Afaniitne kollane lubjakivi (Balti lubjakivi).

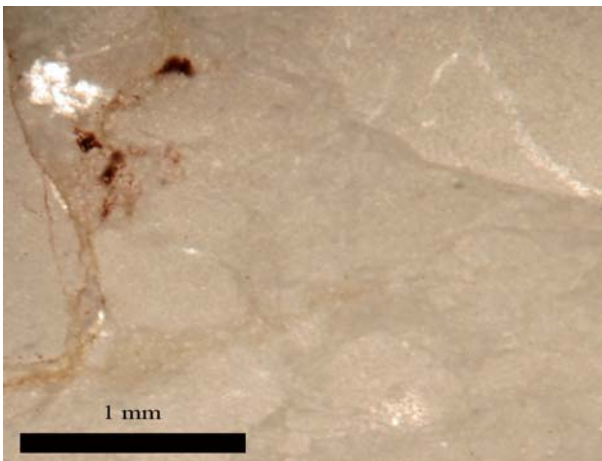
Õhikute kirjeldus

Õhik Tr. 18-4 (joonis 11) sisaldab teralise komponentina bioklastilist materjali (40%). Terad puutuvad üksteisega kokku, seega on kivimi tüübiks mudalis-teraline lubjakivi (*packstone*). Kivimi põhimassi kristallide suurus on alla 0,01 mm. Peamised fossiilsete gruppide esindajad on trilobiidid, okasnahksed ja brahhiopoodid, mis moodustvad enamuse ning ostrakoodid, mida on õhikus mõned üksikud. Skeletifragmentide suurus on 0,02-0,3 mm. Lisaks esinevad kivimis sekundaarsete struktuuridena üksikud hematiidiga täitunud lõhed paksusega 0,01-0,02 mm.



Joonis 11. Õhik Tr. 18- 4

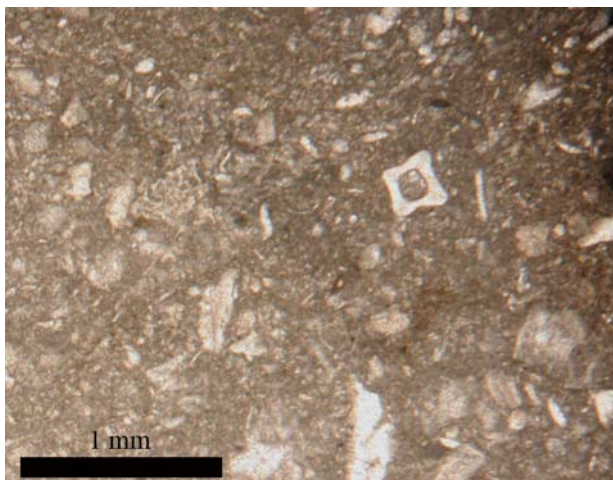
Õhik 7- 5 (joonis 12) esindab mudalise koostisega kivimit, mille põhimassi kristallid on alla 0,01 mm. Kivimi tüübiks on mikriitne mudakivim. Lubjakivi on osaliselt bretšastunud. Bretša tükide suurus on ~ 1 mm ja lõhede paksus ~ 0,02 mm. Fossiilne materjal puudub. Sekundaarsete struktuuridena esinevad kaltsiidi kristallid suurusega 0,1-1 mm ja kuni 0,5 mm suurused hematiidi laigud.



Joonis 12. Õhik 7- 5.

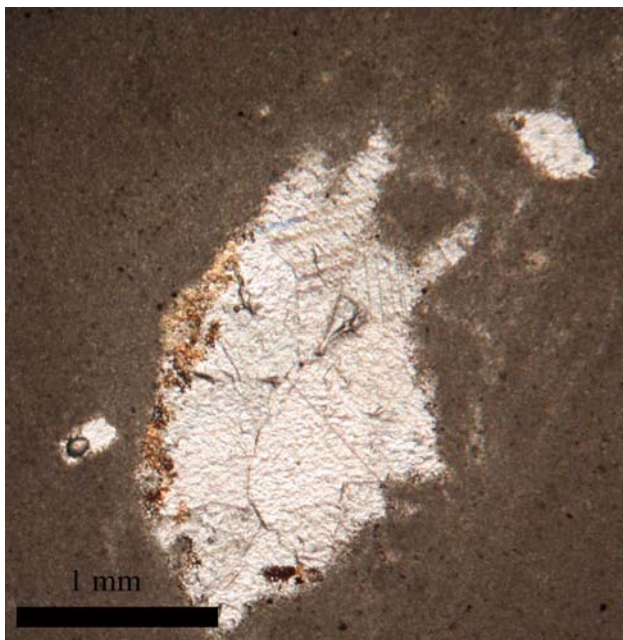
Õhik rändkivist nr. 9 (joonis 13) sisaldab bioklastilist materjali. Teralise komponendi sisaldus on 35%. Kivimi põhimassi kristallid on suurusega alla 0,01 mm. Kivimi tüübiks on mudalis-teraline lubjakivi (*packstone*). Fosiilsetest gruppidest on kõige levinumad

brahhiopoodid ja okasnahksed, sammalloomi ning vetikaid on vaid mõned üksikud. Fossiilsete fragmentide suurus on $\sim 0,3\text{-}1\text{ mm}$.



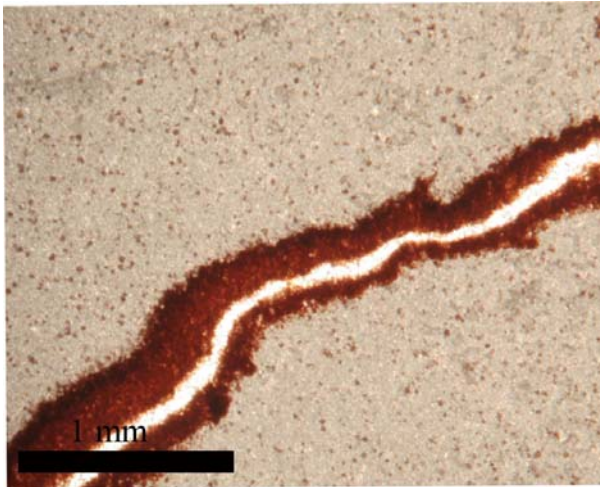
Joonis 13. Õhik rändkivist nr. 9.

Õhik rändkivist nr. 7 (joonis 14) on mikriitne lubjakivi ja põhimassi kristallide suurus on alla $0,01\text{ mm}$. Sekundaarseks komponendiks on kaltsiidi kristallid suurusega $0,1\text{-}2\text{ mm}$. Näha on ka mõned üksikud hematiidi täpid.



Joonis 14. Kaltsiidi kristall mikriitses lubjakivis õhikus rändkivis nr. 7.

Õhik rändkivist nr.5 (joonis 15) on mudakivim hematiidi täppidega. Põhimassi kristallide mõõtmed on väiksemad kui 0,01 mm. Sekundaarsete struktuuridena on kivimis kaltsiidiga täitunud lõhed. Kaltsiidilõhe on ümbritsetud hematiidist ja paksusega ~0,3 mm. Peenemad kaltsiidisooned on paksusega ~ 0,01- 0,03 mm.



Joonis 15. Hematiidist ümbritsetud kaltsiidilõhe õhikus rändkivis nr. 5.

Stratigraafia

Läänemere, eelkõige Botnia lahe põhjast pärit Ordoviitsiumi rändkive on Soomes klassifitseeritud Balti e. Östersjö lubjakiviks ja Ortotseras lubjakiviks (Nölvak et al., 1995). Balti lubjakivi on peitkristalne roosakashalli värvusega mikriitne lubjakivi ja ei sisalda fossiilifragmente. Ortotseras lubjakivi on peen- või jämekristalne savisisaldusega mudalis-teraline või teralis-mudaline lubjakivi ja sisaldab palju bioklastilist materjali. Need kaks tüüpi on vaatluse põhjal selgesti eristatavad ka Lumparni puuraukudes. Puursüdamikus 18 (joonis 5) on esindatud Kambriumi liivakivi peal ainult Ortotseras lubjakivi paksusega 32,1 m. Puursüdamikus 19 (joonis 6) on läbi puuritud Ortotseras lubjakivini, mida on läbitud 3,9 m paksuselt. Sellel lasub Balti lubjakivi paksusega 43,6 m. Puursüdamikus 7 (joonis 7) on esindatud ainult Balti lubjakivi paksusega 26,6 m, mis Parteki kirjelduste alusel lasub otse Kambriumi liivakivil.

Lubjakivide stratigraafiline vanus on määratud mikrofossiilide põhjal (joonis 16). Merrilli (1979) dateeritud konodondid puursüdamikus nr. 7 (Balti lubjakivi) ja Kalkhälleni madalikul Tranviki neeme juures kuuluvad Ülem-Caradoc'isse (Balti osas Nabala lademesse). See peaks olema Lumparni kraatri noorim lubjakivi. Akritarhide uurimisele tuginedes määras A. Uutela Lumparni läbilõikes Keila, Lasnamäe ja Kunda regionaalsed lademed (Abels, 2003).

Botnia lahest pärit ja Edela-Soomest leitud rändkivide vanust on määranud neis esinevate fossiilide põhjal Nölvak, Meidla ja Uutela (1995). Kolmest Balti lubjakivi veerisest on Pyhämaa rändkivi dateeritud Rakvere lademesse või Nabala lademe nooremasse ossa, Kalanti ränkivi Oandu lademe ülemisse ossa kuni Rakvere lademe alumisse ossa ja Kustavi rändkivi Oandu või Rakvere lademesse. Pyhäranta Ortotseras-tüüpi rändkivi on Lasnamäe-Uhaku vanusega (Nölvak et al, 1995). Edela-Soome rändkivide vanust on akritarhide põhjal uurinud Uutela (1989). Tema andmetel on rohekashallid savikad lubjakivid Kunda-Kukruse vanusega ja hallid savikad lubjakivid Aseri kuni Nabala vanusega (Uutela, 1989). Need rändkivid esindavad tõenäoliselt Ortotseras lubjakivi.

Kollakashallid Balti lubjakivid on akritarhide alusel Kunda kuni Pirgu vanusevahemikus. Punakashall Balti lubjakivi ei sisaldanud orgaanilisest materjalist mikrofossiile (Uutela, 1989).

Ladestik	Lade	Balti lade	Litostratigraafia
Ülem- Ordoviitsium	Katian	lünk	Balti lubjakivi
		Vormsi	
		Nabala	
		Rakvere	
		Oandu	
	Sandbian	Keila	
		Haljala	
		Kukruse	
Kesk- Ordoviitsium	Darriwilian	Uhaku	Ortotseras lubjakivi
		Lasnamäe	
		Aseri	
		Kunda	
		Volhov	
Alam- Kambrium		lünk	

Joonis 16. Lumparni lahe läbilõike stratigraafia (Abels, 2003 järgi, täiendatud).

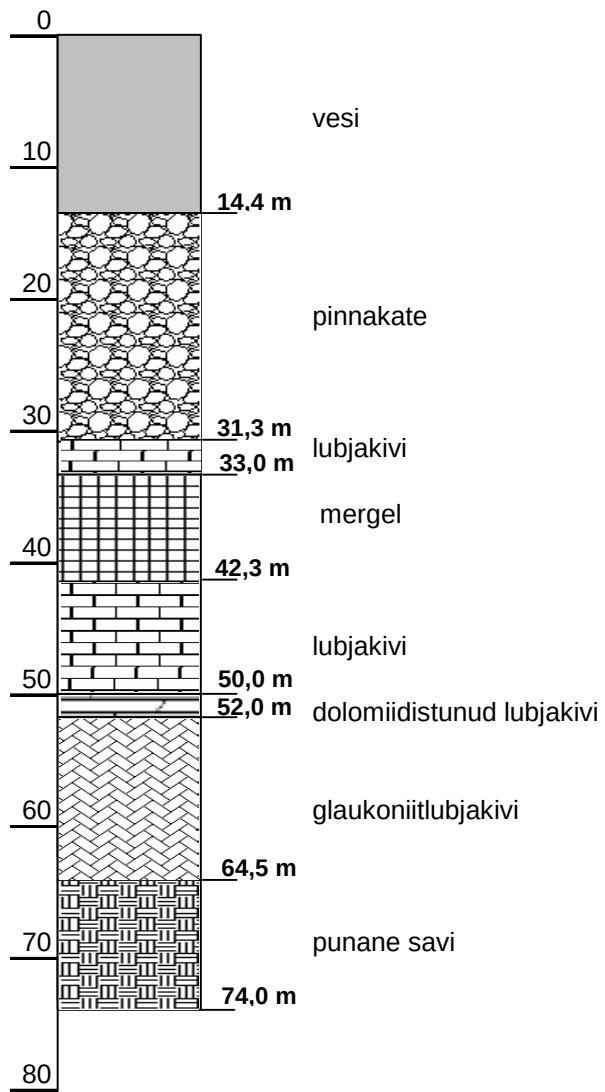
Balti lubjakivi võib seega esindada nii Keila, Oandu, Rakvere kui ka Nabala ladet. Litoloogiliselt sarnaseid mikriitseid (afaniitseid) lubjakive leidub Eesti läbilõikes Rakvere (Rägavere kihistu) ja Nabala lademes (Saunja kihistu; Rõõmusoks, 1983). Ortotseras lubjakivi võib esindada Kunda, Aseri, Lasnamäe ja Uhaku ladet (Abels, 2003). Läbilõikes võib esineda lünki (Abels, 2003). Huvitav on götiitsete ooididega kiht Ortotseras lubjakivis puursüdamikus 18. Eesti läbilõikes leidub sellist kivimit Kunda ja Aseri lademes (Rõõmusoks, 1983).

Kivimtüüpide levik

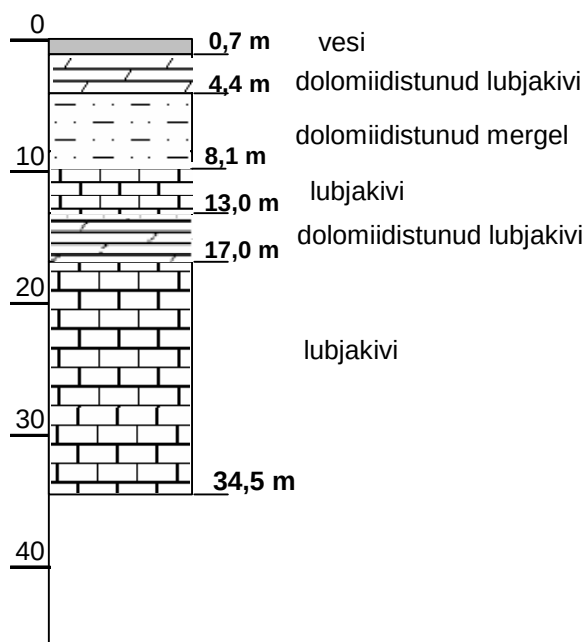
Parteki puurimisaruannete puuraugu kirjeldustes on eraldatud karbonaatkivimid ainult ainelise koostise järgi. Ordoviitsiumi kivimites on põhiliste tüüpidega eristatavad puhas lubjakivi ning savikas lubjakivi. Kuna Parteki kirjeldustes ei ole kivimtüübid kirjeldatud litostratigraafiliselt, siis ei saa neid hästi võrrelda Meidla ja Ainsaare (2002) välikirjelduste põhjal koostatud joonistega (joonised 5-7). Parteki puurimisaruande järgi on Tranviki neemest kõige lõuna pool olevates puuraukudes nr. 4 ja nr. 19 alumises osas puhas lubjakivi, keskel savikas lubjakivi (mergel) ning ülemises osas uuesti puhas lubjakivi (joonis 17). Neist põhja poole jäävates puuraukudes nr. 6 ja nr. 18 on alumises osas puhas lubjakivi ja ülemises osas savikas lubjakivi (joonis 18). Puuraukudes nr. 9, 12, 15 ja 21 esineb ainult puhas lubjakivi (joonis 19).

Stratigraafiline kirjeldus näitab, et Lumparni lasundi alumise osa moodustab Ortotseras lubjakivi ja ülemise Balti lubjakivi (Abels, 2003). Käesolevas töös uuritud läbilõigetest oli Ortotseras lubjakivi esindatud puursüdamikes 18 ja 19 ning Balti lubjakivi puursüdamikes 7 ja 19. Huvitav on Ortotseras lubjakivi puudumine Balti lubjakivi ja Kambriumi liivakivi vahel puursüdamikus 7, mida on raske seletada. Tynni (1982) töös on toodud tulbad puursüdamikest nr 4 ja 6. Puurauk nr. 4 läbilõike ülemine osa vahemikus 30-40 m esindab selle joonise järgi hematiitset mikriitset lubjakivi (Balti lubjakivi) ja alumine osa (40-60 m) halli savikat lubjakivi (Ortotseras lubjakivi; võrdle joonis 17). Puurauk nr. 6 läbilõike esindab tervikuna Balti lubjakivi (Tynni, 1982; võrdle joonis 18).

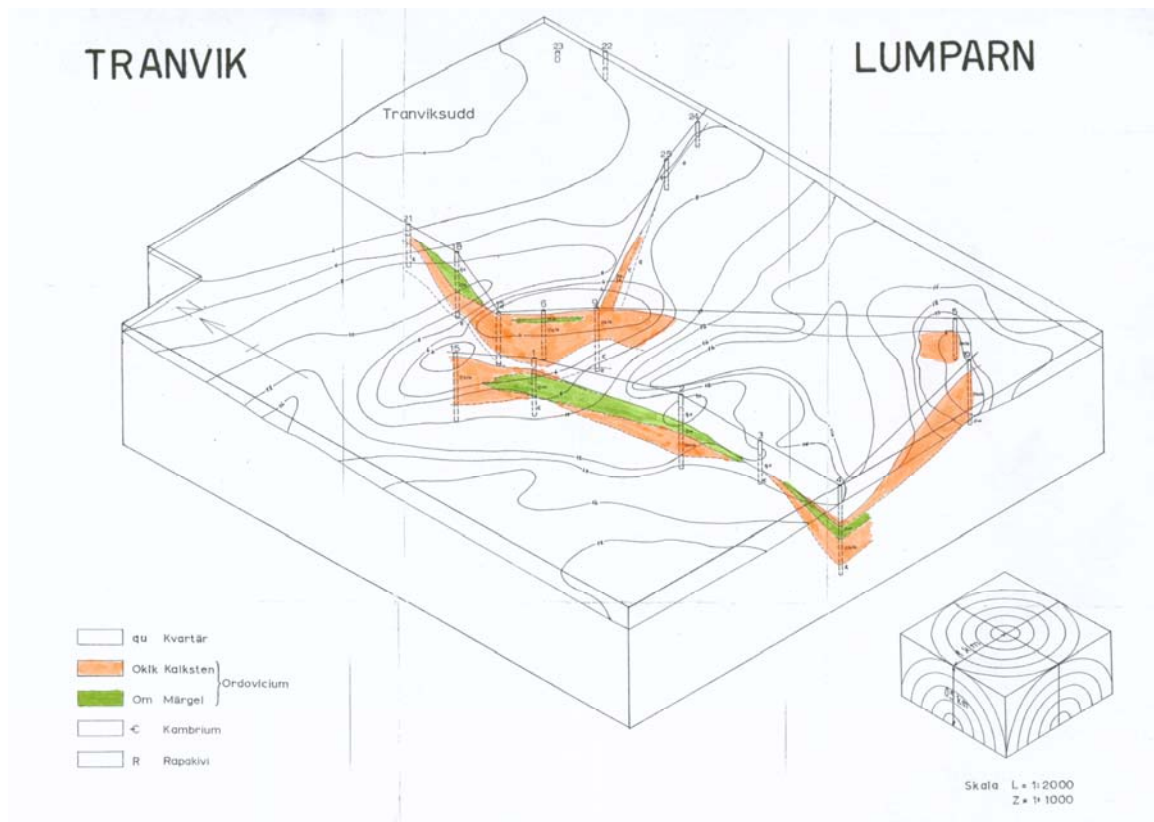
Rödhällist leitud rändkividest on kõik kolm (nr 1, 2 ja 3) Ortotseras lubjakivi. Överby juurest leitud rändkividest on kolm Ortotseras lubjakivi (nr 6, 9 ja 10) ja kaks Balti lubjakivi pala (nr 5 ja 7).



Joonis 17. Puurauk nr. 4. Parteki (1963) kirjelduse järgi.



Joonis 18. Puurauk nr. 6. Parteki (1963) kirjelduse järgi.



Joonis 19. Ordoviitsiumi lubjakivi tüüpide levik Lumparni lahes Parteki puurimisaruande põhjal. Oranž värv tähistab puhast lubjakivi ja roheline värv savikat lubjakivi või merglit. Need kivimtüübid pole otseselt interpreteeritavad litostratigraafiliste üksustena (Ortotseras või Balti lubjakivi).

Arutelu

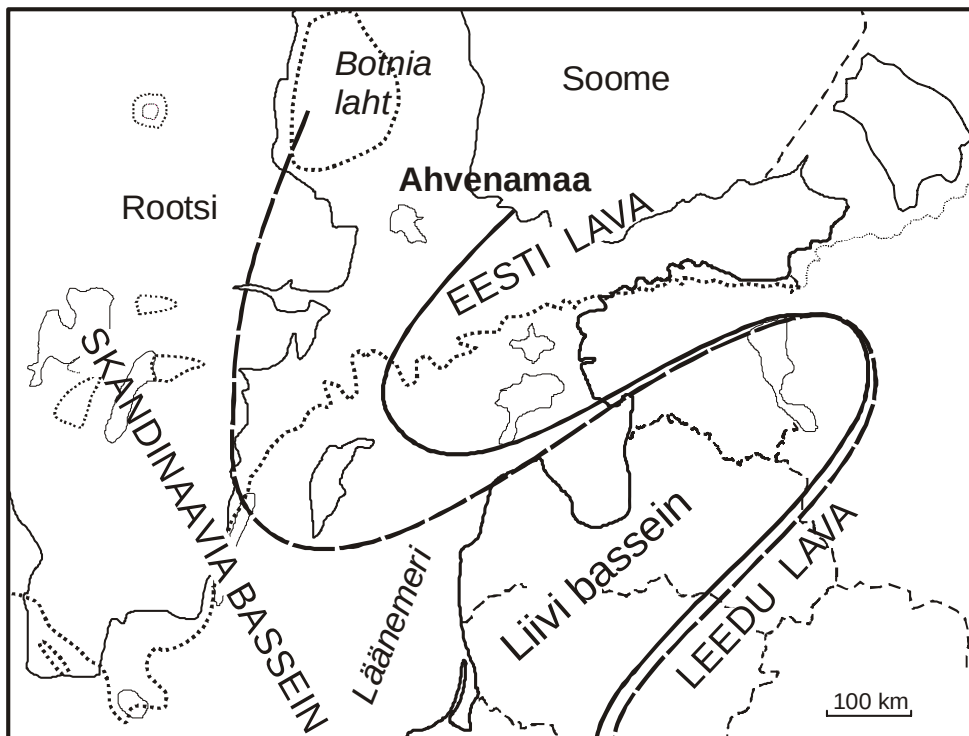
Ordoviitsiumi ja Siluri ajastul muutus kliima kiiresti. Baltika platvorm liikus lõunapoolkera kõrgetelt laiuskraadidelt troopilistele aladele. Selle tõttu kasvas karbonaatsete setete ladestumine ja moodustusid settelademed, mis on iseloomulikud kuivale ja troopilisele kliimale (dolomiidid, ooide sisaldavad setted, korall-stromatoporoidrifid, puhaste lubimudade intensiivne settimine). Kuni Ülem-Ordoviitsiumini seda tüüpi setted puudusid. Esimesed sooja kliima tunnused ilmnesisid Oandu eal. Ordoviitsiumi lõpul muutusid karbonaatsed setted domineerivaks (Nestor ja Einasto, 1997).

Männili (1966) järgi võib Balti Ordoviitsiumi basseinis eristada kaks struktuurset üksust: 1) äärmine e. Eesti-Leedu fatsiaalne vöönd (hõlmab Põhja-Eesti vööndi ehk Eesti lava) 2) keskmine e. Rootsi-Läti fatsiaalne vöönd (keskvöönd, Skandinaavia basseini). Üleminekuvöönd nende kahe vööndi vahel on samuti eristatud. Esimene vöönd vastab Fennoskandia lõunanõlvale ja Valgevene-Masuuri antekliisi loode nõlvale. Teine vöönd vastab Balti sünekliisile. Äärmises vööndis olid domineerivaks madalaveelised karbonaatsed setted paljude katkestuspindadega. Keskmises vööndis seevastu settisid süvaveelised savikad setted (Nestor ja Einasto, 1997).

Ordoviitsiumi lõpul kaasnes Iapetuse ookeani sulgumisega platvormi loodeosa kerkimine ja samal ajal Paleo-Tethyse mõjusfääris oleva platvormi kagupoolse ääre vajumine Erinevate tektooniliste liikumiste tõttu moodustus suhteliselt madal aeglase settimisega kraatonisisene alang. Samal ajal meri jätkuvalt taganes Ida- Euroopa platvormi loode- ja keskosalt ning epikontinentaalsest merest sai lahe sarnane perikontinentaalne meri. Siluris kasvas peenpurdsetete sissevool Skandinaavia Kaleoniididest, mis täitsid setetevaese alangu (Nestor ja Einasto, 1997).

Põlma (1982) on uurinud Põhja-Eesti vööndi ja Liivi basseini (keskvööndi) karbonaatkivimite struktuuri ja bioklastilise materjali grupilist koostist. Tema järgi

sisaldab Põhja-Eesti fatsiaalsesse vööndisse kuuluv lubjakivi 30% okasnahkseid, 25% trilobiite ning brahhiopode on 10%. Keskvööndisse kuuluv kivimis on 75% trilobiite, 13% okasnahkseid ja väike osa ostrakoode. Martna (1955) uuritud Kesk-Rootsi Dalarna lubjakivi läbilõigetes moodustavad enamuse lüljalgsed (trilobiidid) ja okasnahksed. Kuna antud töös uuritud Ortotseras lubjakivi õhikutes moodustavad peaaegu võrdse osa trilobiidid, okasnahksed ja brahhiopoodid, siis ei sarnane need kivimid Põlma (1982) fatsiaalse keskvööndi kivimitega, sest Liivi basseini läbilõigetes on peamiseks fossiilide grupiks trilobiidid (väike osa ka okasnahkseid). Uuritud kivimid ei sarnane samade tunnuste alusel ka Martna (1955) Rootsi lubjakividega, sest seal on fossiilidest esindatud rohkem lüljalgsed kui okasnahksed. Seega ei sarnane Ahvenamaa lubjakivid päriselt ei Liivi basseini ega Rootsi kivimitega vaid rohkem Põhja-Eesti fatsiaalse vööndi lubjakividega. Selle tunnuse alusel võib arvata, et kahe suure fatsiaalse vööndi piir ei lähe Ahvenamaast idas, nagu joonistas Jaanusson (1995), vaid läänes, nagu on näidanud Männil (1966; joonis 20). Sama arvamust on avaldanud Ahvenamaa lubjakivide kohta nende üldise litoloogilise ilme järgi ka Tynni (1982).



Joonis 20. Ordoviitsiumi fatsiaalsed vööndid Baltoskandias. Kriipsjoon Männili (1966) järgi, pidev joon Jaanussoni (1995) järgi.

Karbonaatkivimid, mis on leitud rändkividenä Överby ja Rödhälli lähedalt, on sarnased nii Ahvenamaa kui ka Botnia lahest pärit olevate lubjakividega. Botnia lahe põhjas esinevad Alam- Paleosoikumi settekivimid (Winterhalter, 1982) ja mitmed liustike poolt transporditud rändkivid paiknevad mööda Soome edela rannikut (Uutela, 1989). Edela- Soome Balti lubjakivid on punase kuni pruuni värvusega kaltsiiti ja dolomiiti sisaldavad lubjakivid (Nõlvak et al, 1995). Kivimite ebaühtlaselt jaotunud punane värvus on põhjustatud hematiidist. Samas leiduv Ortotseras lubjakivi koosneb kalkareniidist, on savikas ja sisaldab fossiilide fragmente (Nõlvak et al, 1995).

Siit järeldub, et Botnia lahe karbonaatkivimid ja Lumparni ümbrusest leitud lubjakivid on sarnase välimuse ja koostisega. Kuna Botnia laht asub Ahvenamaast põhja pool, siis võib oletada, et Överby külast leitud rändkivid on sinna toodud liustike poolt, võimalik, et Botnia lahest. Överby leiukoha asend lääne pool Lumparni kraatrit teeb ebatõenäoliseks nende pärinemise sellelt alalt. Rödhälli rändkivid aga paiknevad Lumparni lahe lõunakaldal ja võivad pärineda nii sellest lahest kui Botnia piirkonnast.

Puursüdamikes olevate settekihtide lasumuse põhjal võib arvata, et lubjakivid on settinud juba olemasolevasse kraatrisse. Kui see on nii, siis on kraater vanem kui Ordoviitsium. Kuna puuraugus nr. 7 puudub Balti lubjakivide ja Kambriumi kivimite vahel Ortotseras lubjakivi, siis toetaks see Abelsi (2003) teooriat, et lubjakivid on kraatrist koos teiste setetega välja paisatud ning hiljem libises lubjakiviplokk kraatrisse tagasi.

Puuraukudest saadud kivimi proovid on nõrgalt bretšastunud, mida Abels (2003) on tõlgendanud tõendina kogu kompleksi allohtoonsest asendist. Lisaks läbivad bretšat punased lõhed. Sideaineks bretšaosakeste vahel on punane, kohati hele punane ja pehme, savi. Nendele tunnustele tuginedes eeldab Asklund kahte eriaegset bretšastumist. Kivistunud hallikasvalge lubjakivi bretšastus teist korda, mille käigus lisandus punane värvus nii bretšaosistele kui ka seda koos hoidvale savile. Teist faasi on võrreldud rõhu suurenemisel esineva bretšastumisega, mille põhjustasid arvatavasti Pleistotseeni

liustikud. Lumparni kraatri bretšastumine võib olla siiski tõenäoliselt diagenetiline protsess, mis toimus kraatri põhja pehmete kivimite vajumise ajal või liustiku survest tingitud setete tihenemise tulemus.

Kokkuvõte

Lumparni meteoriidikraatris Ahvenamaal ning selle ümbruses Överbys ja Rödhällis levib kahte tüüpi lubjakivi: afaniitne Balti lubjakivi ja peenkristalne savikas fossiile sisaldav Ortotseras lubjakivi. Lubisetted on kuhjunud Ordoviitsiumi karbonaatses šelfimeres. Balti lubjakivid on Ülem-Ordoviitsiumi vanusega (kuuluvad Keila, Oandu, Rakvere ja Nabala lademetesse). Ortotseras lubjakivid on Kesk-Ordoviitsiumi vanusega, kuuludes Kunda, Aseri, Lasnamäe ja Uhaku lademetesse. Ahvenamaa lubjakivid sisaldavad fosiilide gruppe, mille hulgaline vahekord sarnaneb rohkem Põhja-Eesti fatsiaalse vööndi lubjakividele, ja selle tõttu võiks antud ala kuuluda Ordoviitsiumi Põhja-Eesti fatsiaalsese vööndisse.

Kasutatud kirjandus

Abels, A. 2003. Investigation of impact structures in Finland (Söderfjärden, Lumparn, Lappajärvi) by digital integration of multidisciplinary geodata. Inaugural- dissertation for attaining the doctoral degree. Lünen, 269 lk.

Jaanusson, V. 1995. Confacies differentiation and upper Middle Ordovician correlations in Baltoscandian basin. Eesti Teaduste Akadeemia Toimetised. Geoloogia, 44, 73-86.

Martna, J. 1955. Studies on the Macrourus and Slandrom formations I. Shell fragments frequencies of the Macrourus formation and Adjacent strata at Fjäckå, Gräsgård and File Haidar. GFF, 77, 229- 256.

Merrill, G. K. 1979. Ordovician conodonts from the Åland Islands, Finland. GFF, 101, 329- 341.

Männil, R. 1966. Balti basseini areng ordoviitsiumis. Tallinn, Valgus, 200 lk. (vene keeles).

Nestor, H., Einasto, R., 1997. Ordovician and Silurian carbonate sedimentation basin. In: Raukas, A., Teedumäe, A. Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 192- 204.

Nõlvak, J., Meidla, T., Uutela, A. 1995. Microfossils in the Ordovician erratic boulders from South- western Finland. Bull. Geol. Soc. Finland, 67, Part II, 3- 26.

Põlma, L. 1982. Põhja- ja Kesk-Baltikumi Ordoviitsiumi karbonaatkivimite võrdlev litoloogia. Tallinn, Valgus, 164 lk. (vene keeles).

Rõõmusoks, A. 1983. Eest aluspõhja geoloogia. Tallinn, Valgus, 224 lk.

Tynni, R. 1982. On Paleozoic microfossils in clastic dykes in the Åland Islands and in core samples of Lumparn. Geological Survey of Finland, Bulletin 317, 35- 114.

Uutela, A. 1989. Age and dispersal of sedimentary erratics on the coast of southwestern Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 349, 1-101.

Winterhalter, B. 1982. The bedrock geology of Lumparn Bay, Åland. Geological survey of Finland, Bulletin 317, 115- 129.

Ordovician limestones in Åland

Kristiina Olesk

Summary

This work is about Ordovician carbonate rocks in Lumparn impact crater and around it in Åland. The aim of this work is to describe the lithology of the limestones, their distribution, age and origin and also to compare these rocks with the ones distributed in northern Estonia and Sweden.

The material (drillcore samples and erratic boulders) has been collected during the expedition to Åland in 2002. Samples of the drillcores have been received from the storage of the Nordkalk company in Pargas, erratic boulders have been collected near the Överby and Rödhäll villages. From the selected samples of boreholes and erratic boulders thin sections have made. The texture of the carbonate rocks and relative abundance of the fossil fragments of different faunal groups has been described.

There are two lithologically different types of limestone in Lumparn impact crater in Åland: pure micritic limestone (Baltic Limestone) and fine-grained argillaceous limestone rich in fossil fragments (Orthoceratite Limestone). Carbonate deposits accumulated in shallow epicontinental Ordovician Sea. Erratic boulders in Överby are most likely transported by the Pleistocene glaciers from Bothnian Gulf. The Baltic limestones belong to Upper Ordovician (to Keila, Oandu, Rakvere and Nabala stages). Orthoceratite limestone is representing the Middle Ordovician stages (Kunda, Aseri, Lasnamäe and Uhaku).

Ordovician limestones in Åland are more similar by the texture and fossil groups of bioclasts to the North Estonian facies belt than to Central Baltoscandian belt and therefore this area belongs to the North Estonian belt.

Lisad

Tabel 1.

Puurauk	Proovi nr.	Sügavus (m)	Kaal (g)	Kirjeldus
Tr. 18	8	45,7	14	roosakaspunane peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	9	44,1	12,21	roosakashall kollaste laikudega peenkristalne lubjakivi, savikas
Tr. 18	10	43,1	10,48	hallikaspunane peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	11	42	11,34	hallikasroosa peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	12	40,9	11,37	hallikasroosa punaste laikudega peenkristalne lubjakivi, savikas
Tr. 18	13	40,5	15,14	roosakaspunane peenkristalne lubjakivi raudooididega, savikas
Tr. 18	14	39,7	11,28	punakasroosa peenkristalne lubjakivi ooididega, savikas
Tr. 18	15	39,2	9,11	roosakaspunane peenkristalne lubjakivi raudooididega
Tr. 18	16	38,7	11,94	roosakashall peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	17	37,9	6,9	hall punaste laikudega peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	18	37,2	10,72	hallikasroosa peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	19	36,3	15,65	hallikasroosa peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	20	35,3	12,38	roosakashall peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	21	34,2	9,41	hallikasroosa peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	22	33,2	10,48	roosakashall peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	23	32,4	8,38	roosakashall peenkristalne lubjakivi, nõrgalt savikas
Tr. 18	24	31,5	11,37	hallikasroosa peenkristalne lubjakivi, savikas
Tr. 18	25	30,6	14,07	roosakashall punaste laikudega peenkristalne lubjakivi, savikas
Tr. 18	26	29,6	9,18	hallikasroosa peenkristalne lubjakivi, savikas
Tr. 18	27	28,6	7,34	roosakashall peenkristalne lubjakivi, savikas
Tr. 18	28	27,4	7,78	hallikaspunane peenkristalne lubjakivi
Tr. 18	29	26,6	10,03	hallikaspunane peenkristalne lubjakivi
Tr. 18	30	24,9	13,04	roosakashall peenkristalne lubjakivi
Tr. 18	31	23,7	12,59	punaste laikudega hall peenkristalne lubjakivi
Tr. 18	32	22,5	7,54	hallikasroosa peenkristalne lubjakivi
Tr. 18	33	21,7	8,53	hallikasroosa peenkristalne lubjakivi
Tr. 18	34	20,9	9,74	hallikasroosa punakasliillade laikudega peenkristalne lubjakivi
Tr. 18	35	19,8	6,33	hallikasroosa peenkristalne lubjakivi
Tr. 18	36	18,4	11,65	hallikasroosa peenkristalne lubjakivi
Tr. 18	37	16,8	6,67	hallikasroosa punakasliillade laikudega peenkristalne lubjakivi
Tr. 18	38	15,8	6,91	hallikasroosa punaste laikudega peenkristalne lubjakivi
Tr. 19	39	53,5	11,63	roosakashall peenkristalne lubjakivi, detriitne
Tr. 19	40	53,1	9,91	roosakashall, kohati rohekas peenkristalne lubjakivi, detriitne
Tr. 19	41	52,5	10,25	roosakashall peenkristalne lubjakivi, detriitne
Tr. 19	42	51,1	8,13	roosakashall punaste täppidega peenkristalne, detriitne
Tr. 19	43	49,6	18,24	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi, detriitne

Tr. 19	44	48,7	5,8	roosakashall punaste täppidega (üksikud) peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	45	47,8	15,34	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	46	46,7	9,04	roosakashall peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	47	45,7	9,92	väga hele roosakashall peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	48	44,8	10,54	roosakashall peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	49	43,3	14,21	hallikasroosa peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	50	~ 40,5	10,21	roosakashall peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	51	38,8	12,69	hallikas beež, roosad laigud peitkristalne
Tr. 19	52	37,3	9,39	hallikasroosa peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	53	36,2	6,67	punakas peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	54	35,2	8,11	hallikaspunane peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	55	34	17,46	hallikasroosa lillakaspunaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	56	33,1	7,84	hallikaspunane peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	57	32,3	8,88	hallikaroosa tihe peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	58	31,5	12,18	hallikasroosa punaste täppidega tihe peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	59	30,7	16,16	roosakashall punaste täppidega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	60	29,7	7,16	hallikasroosa kollaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	61	28,7	15,81	hallikasroosa hele peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	62	27,8	14,29	beež hall punane peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	63	26,7	10,46	tume roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	64	25,8	8,97	hall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	65	24,2	12,75	hallikasroosa punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	66	23,9	8,77	roosakashall peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	67	22,9	9,66	punakashall peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	68	22	14,15	roosakashall peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	69	21,1	7,68	punakaspruun peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	70	20,1	24,13	hallikasroosa punaste täppidega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	71	19,1	9,93	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	72	18,4	6,53	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	73	17,4	10,7	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	74	16,4	19,87	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	75	15,6	12,79	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	76	14,7	9,73	roosakashall peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	77	13,7	6,22	roosakaspunane peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	78	12,8	8,78	punakaspruun peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	79	12	16,69	roosakashall peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	80	11,1	8,84	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	81	10,3	9,23	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	82	9	10,73	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	83	8,1	5,74	hallikasroosa punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	84	6,9	19,56	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19	85	6	10,42	roosakashall punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr.18 *	3	42,4- 43,25	46,25	hallikasroosa punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19 *	5	49,0- 52,5	52,21	roosakaspunane peitkristalne lubjakivi
Tr. 19 *	6	47,2- 47,8	71,79	hallikasroosa punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr. 19 *	7	6,4-6,8	84,87	roosa punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
Tr.18 *	4	28,1- 28,8	61,55	roosakaspunane peitkristalne lubjakivi
Tr.7 *	2	25,7- 26,2**	79,34	hallikasroosa punakasilillade laikudega peitkristalne lubjakivi

Tr.7 *	1	1,9-2,4**	113,74	hallikasroosa punaste laikudega peitkristalne lubjakivi
--------	---	-----------	--------	---

*- nende provide kohta olemas fraktsioneeritud ostrakoodide proovid

** - sügavused ümber arvutatud 90° - le

Tabel 2. Ahvenamaa rändkivid.

Leiukoht	Nr.	Kirjeldus
Rödhäll	1	peenkristalne kollane lubjakivi
Rödhäll	2	hall jämekristalne lubjakivi
Rödhäll	3	katkestuspindadega hall lubjakivi
Rödhäll	4	kollane liivakivi
Överby	5	afaniitne roosakas lubjakivi
Överby	6	hall jämekristalne lubjakivi
Överby	7	kollane peitkristalne lubjakivi
Överby	8	Jotnia punane kvartsiit
Överby	9	hall jämekristalne lubjakivi
Överby	10	hall jämekristalne lubjakivi