

"Virumaa maavarade võimaliku kaevandamise keskkonnamõjud põhja- ja pinnaveele ning maastikule keskkonnageoloogiliste mudelitega analüüsituna koos alternatiivsete leevendusmeetmetega"

---

Köide 2. Geoloogilised, maastikulised ja keskkonnatingimused: virtuaalsete kaevandamispaikade valik

---

## Sisukord

1. Sissejuhatus .....	3
2. Maastike rajoneerimise ja kirjeldamise metodoloogia .....	5
3. Maastiküksused ja allüksused .....	10
A. Viru veelahkmeala .....	12
A1a-c. Pandivere kõrgustiku võlv .....	12
A1d-g. Pandivere põhja- ja idanõlv .....	20
A2. Ojamaa nõgu .....	28
A3. Ahtme (Jõhvi) kõrgendik .....	35
B. Viru rannikulava .....	37
B1. Haljala .....	37
B2. Toolse .....	38
B3. Viru-Nigula .....	38
B4. Aseri .....	39
B5. Saka .....	40
B6. Ontika .....	41
B7. Türsamäe .....	41
B8. Sinimäe .....	42
C. Alutaguse lava .....	42
C1. Lohusuu .....	43
C2. Iisaku .....	43
C3. Agusalu .....	44
C4. Puhatu .....	45
C5. Mustajõe .....	45
4. Kaevandamise ja mäetööstuse pärand-, praegused ja tulevikumõjud keskkonnale .....	47
5. Näidisalad, kirjeldus ja virtuaalsete testalade valik .....	50
Näidis- ja testala 1. Põhja-Toolse .....	50
Näidis- ja testala 2. Põhja-Pandivere .....	55
Näidis- ja testala 3a. Rägavere lääneosa .....	62
Näidis- ja testala 3b. Rägavere idaosa .....	67
Näidisala 4. ....	68
Kasutatud ja viidatud kirjandus .....	73

## 1. Sissejuhatus

Käesolevas köites analüüsitakse Virumaa kui põlevkivi- ja fosforiidi-levila (-basseini) keskkonnageoloogilist iseloomu, kirjeldatakse maastiku(all)üksuseid ja rajoneerimise aluseid. Analüüsi alusel eraldatakse sobivaimad näidisalad virtuaalsete kaevanduste rajamise keskkonnamõtjude hindamiseks ja nende mõjude leevendamiseks. Rajoneerimiseks analüüsitakse geoloogilisi, kaevandusgeoloogiliste tingimuste ja maavaravarude jaotumise pindalalisi aspekte. Maastikuallüksuste ning näidisalade puhul analüüsitakse ka keskkonnavalaseid, sotsiaalseid ja majanduslikke aspekte.

Taasiseseisvunud Eesti Vabariigi maapõueuringute ja -kasutuse poliitika ja praktika on aastail 1991-2015 olnud loid ja ebajärjekindel. Riiklik tahe maapõuekasutuse suunal on jäänud süsteemselt formuleerimata ja tööde eesmärgid ja ülesanded institutsionaalselt määratlemata. Finantseerimata ja täitmata on jäänud oluline osa vajalikke rakendusgeoloogia ning kaevandamis- ja töötlemis/kasutamistehnoloogia arendustegevusi. Alles aastail 2016-2017 on uute kaevanduste rajamise võimaluste hindamine tõstetud aktuaalseks riigi majandusliku arendamise kavandamisel. Et maapõuekasutuselt riigile kasu loota, tuleb luua adekvaatne riikliku korralduse ja uuringute süsteem. Mahajäämuse ületamiseks ja järgnevate sammude põhjendamiseks tuleb:

- ümber hinnata olemasolev oluliselt vananenud andmebaas,
- kaasajastada maapõueuringute organisatsiooni ja metodoloogiat ning
- käivitada esmavajalikud uuringud.

Eesti Vabariigi Riigikogu 6. juuni 2017. a otsusega kehtestati riigis esmakordselt riikliku maapõuepoliitika põhialused. Otsus formuleerib maapõuepoliitika visiooni ja eesmärgi: „Maapõue ja seal leiduvaid loodusvarasid uuritakse ning kasutatakse Eesti ühiskonnale võimalikult suurt väärtust looval moel, arvestades keskkonnavalaseid, sotsiaalseid, majanduslikke, geoloogilisi ja julgeoleku aspekte. Eesti pikaajaline eesmärk maapõue valdkonnas on tagada maapõueressursside teaduspõhine, riigi majanduskasvule ja ressursitõhususele suunatud keskkonnahoidlik ning inimeste tervist säilitav haldamine ja kasutus. Samal ajal on oluline vähendada sõltuvust taastumatutest loodusvaradest.“

Maapõueressursside hinnanguid ja nende kasutamise kavasid tuleb uuendada globaalsetes ja üle-euroopalikes arusaamistes. Inimtegevuse ja kliimamuutuste tagajärjel tugevasti ümberkujunenud ja jätkuvalt muutuvate alade taastamine looduslähedaste tingimuste suunas on viimase 10-15 aasta jooksul saanud teadusliku loodushoiu teooria ja praktika teemaks. Inimtegevustest mõjutatud keskkonna lähendamiseks looduskeskkonna tingimustele on jõutud looduspõhiste lahenduste (LPL; ingl. Nature Based Solutions [NBS]), rakendamise põhimõttele kogu looduskasutuses, sealhulgas eriti linnades ja tööstusaladel. LPL süsteemne põhjendus on avaldatud Eggermont et al. poolt aastal 2015.

Tallinna Ülikooli eestvedamisel korraldati oktoobris 2017 konverents „Looduspõhised lahendused“, mille üks põhiteemasid oli formuleeritud kui „Ecological restoration through eco-innovation“ (Ökoloogiline taastamine ökoinnovatsiooni kaudu). LPL suunas toimivaid maastike taastamise lahendusi on Eestis rakendatud väiksematel kaevandatud maardlatel, kuid

Virumaa kui terviku keerukate, mitme maavara koos- ja lähiesinemise ja -kasutamise piirkondade puhul pole ökoinnovatsiooni ideid seni veel analüüsitud ega kavandatud.

Ajas muutunud seisukohad nõuavad maavaravarude kaevandamisväärseks tunnistamiseks mitmekülgsemaid andmeid ja metodoloogiaid, tehnikaid ja meetodeid võrreldes Eesti põlevkivi ja fosforiidi uuringute hiilgeaegadega Nõukogude Liidu okupatsiooni tingimustes. Võrreldes aastakümnete taguste aegadega on täielikult muutunud maavarade turukonjunktuur. Seetõttu on minevikus määratud maavarade varude kategooriad nii uurituse taseme alusel (prognoos-, reserv- ja tarbevarud) kui ka kasutamise otstarbekuse alusel (passiivsed ja aktiivsed varud) vaid ajaloolise, st orienteeriva tähtsusega. Ajaloolised andmed pole piisavad uute kaevandamispaikade maavarade kvantitatiivsete ja usaldusväärsete majanduslike hinnangute koostamiseks. Aastatel 1991-2017 vastu võetud otsustusi algselt aktiivseteks määratud tarbevarude muutmiseks passiivseks või uuringute ja kaevandamise keelamise kohta on sageli tehtud adekvaatsete põhjendusteta aga ka populistlikult.

Järgnevalt on Virumaa põlevkivi ja fosforiidi levikualad vaatluse all selleks, et välja selgitada kaevandamistingimuste muutlikkust maavarabasseini piires ning valida ja kirjeldada enim sobivaid virtuaalsete kaevanduste asukohad. Uute põlevkivikaevanduste rajamiseks on olemas toimiva kaevandamise ja töötlemise kogemus ning minimaalne kogus varude plokke. Täiustamist vajavad meetmed kaasneva looduskasutuse ja üldise loodushoiu huvide kaitsmiseks ning konkreetsete looduskaitsealade/objektide säilitamiseks, samuti vajavad väljatöötamist tehnoloogiad, mis võimaldaksid kaugtulevikus altkaevandamist loodust ja kaasnevat maakasutust säilitada. Uute fosforiidikaevanduste rajamise võimaluste nõuetekohaseks terviklikuks majanduslikuks hindamiseks puudub adekvaatne süsteemne algandmestik. Euroopa mineraaltoorme, sealhulgas fosfaaditoorme nõudlust arvestades on siin võimalik käsitleda kaevandamise ja kasutamise võimalusi üldiselt ja kvalitatiivselt maastikulistes ja geoloogilistes, ressursside, looduslike, looduskasutuse ja sotsiaalsete tingimuste rakurssides.



## 2. Maastike rajoneerimise ja kirjeldamise metodoloogia

Maastike rajoneerimine lähtub maavarade leviku analüüsist. Virumaa kahe põhimaavara – kukersiit-põlevkivi ja fosforiidi – leviala jaguneb paljudeks omadustelt erinevateks segmentideks, millest iga maavara esinemise ja võimaliku kaevandamise või selleks sobimatuse probleeme tuleb vaadelda individuaalselt, lähtudes:

- geoloogilistest kriteeriumitest (geoloogiline ehitus, lasundi rikkus ja omadused, hüdrogeoloogilised ja mäendusgeoloogilised tingimused),
- kaevandamise keskkonnatingimustest (võimalik mõju loodus-, majandus- ja sotsiaalkeskkonnale) ning
- kaevandamis-/tööstusjärgsete maastike ökoinnovaatiline taastamise võimalustest ja maksumusest.

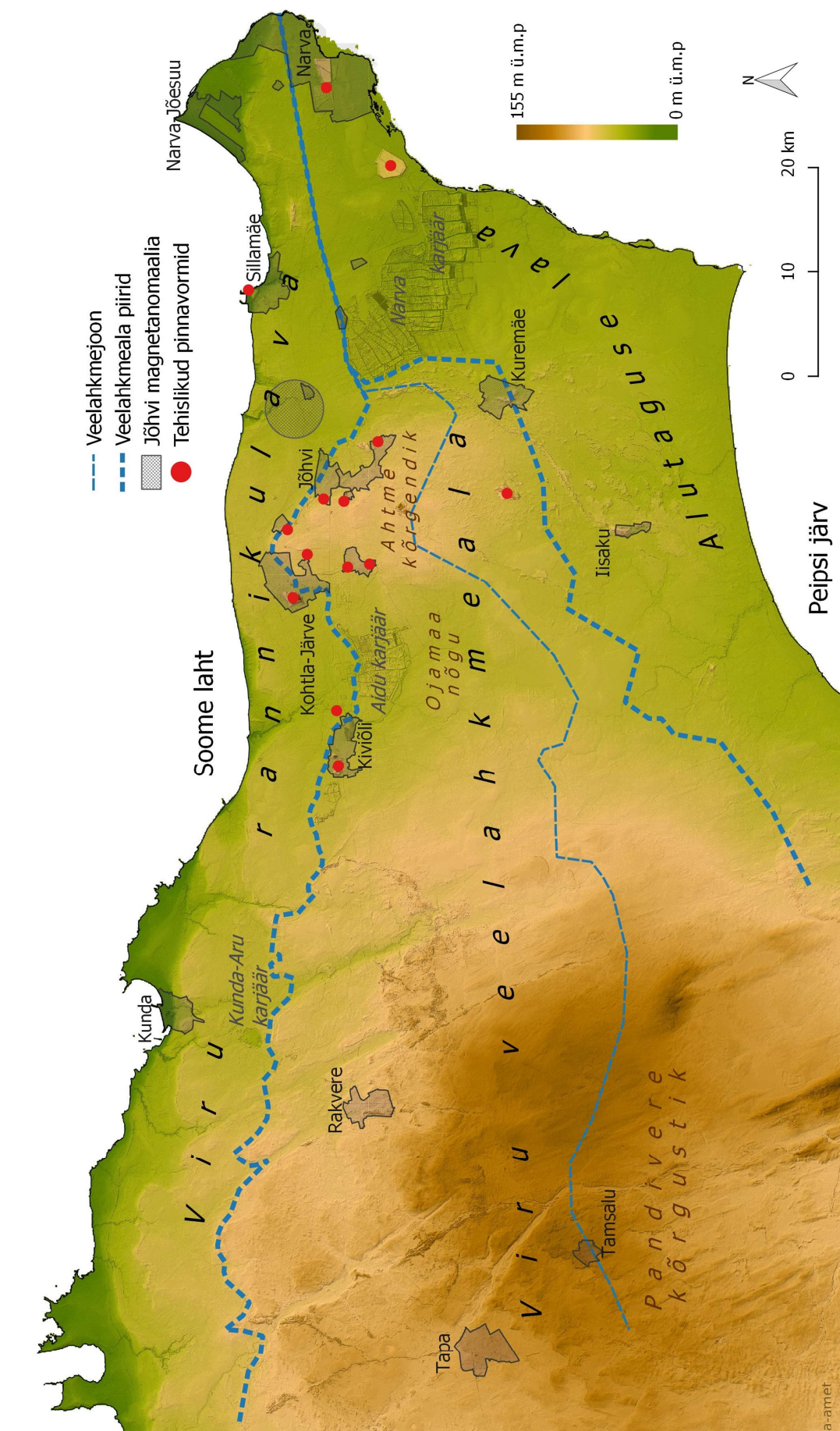
Kaugemas tulevikus võib rakenduslik huvi ulatuda Virumaal laialt levinud graptoliit-argilliidi levilale ja metallimaakide leiukohtadeni. Käesolevas töös eraldatud maastikusegmentide, siin nimetatud *maastikuallüksuste* piires:

- on geoloogilised, hüdrogeoloogilised ja mäendusgeoloogilised tingimused suhteliselt samataolised, lihtsad ja sobivad virtuaalsete katsekaevanduste analüüsiks ning
- maavarakihindite levik ja rikkus on väikseima võimaliku muutlikkusega.

Maastikuallüksuste piirid langevad näidisaladeks sobimatutele geoloogilistele riketele, (maetud) orgudele või pinnakatte kuhjevormidele või on siirdelised. Maastikuallüksuste kirjeldamisel arvestatakse ja tõstetakse esile, milline kaevandamise, tööstuse ja asustuse ning keskkonna taastamise/taastamata jätmise mõju looduskeskkonnale on ilmnenud minevikus, ilmneb praegu ja milline on nende eeldatav tulevikumõju loodus-, majandus- ja sotsiaalkeskkonnale. Samuti arvestatakse, missugune võiks olla allüksuste osatähtsus Virumaa kui terviku ökoinnovaatilisel taastamisel.

**Tabel 1. Kirjelduste aluseks olevate andmete päritolu**

Andmed/kiht	Andmeallikas
Reljeef	Maa-amet
Geoloogilised kaardid	Maa-amet
Veekogud, haritavad alad, lagealad, puistud, turbalad, märgalad, tiheasustus, rööbasteed	ETAK põhikaart, Maa-amet
Kaevandatud alad	Eesti Energia
Maardlad, plokid, mäeeraldised, fosforiidi keemiline koostis, põlevkivi tehnilised näitajad	Keskkonnaregistri maardlate nimistu
Graptoliit-argilliidi levik	
Fosforiidi produktiivsus	Пуура, В. (под редакцией), 1987
Testalad	Sedman ja Talviste, 2017
Vääriselupaik, Natura kaitseala, kaitstavad alad	Keskkonnaregister



Joonis 1. Virumaa reljeef. Looduslikud maastikuüksused on Viru lääne-idasuunaline reljeefis kõrgem veelahkmeala ja seda põhjast ning lõunast piiravad madalamad lavad. Reljeefi liigestavad nii avakaevandused kui ka tehislikud pinnavormid.

Maastikuüksused sarnanevad eelnevalt kirjeldatutega (Raukas ja Rõuk 1995, Kont 1996, Arold 2005, Karukäpp 2008), kuid on siinkohal piiritletud ja määratletud. Peab rõhutama, et aluspõhja reljeef, vesikonnad ja jõgedevõrk on kaevandamistingimuste iseloomustamise fundamentaalsed kriteeriumid. Need kriteeriumid on olulised ka kaevandamise mõju ja sellest johtuvalt reostatud/saastatud vete leviku käsitlemisel ning maastike ökoloogilise taastamise visiooni ja tulevikupraktika kujundamisel.

Pindalalt kõige suurem maastikuüksus, Viru veelahkmeala, on jaotatud omakorda kolmeks alaks (Joonis 1, Joonis 2):

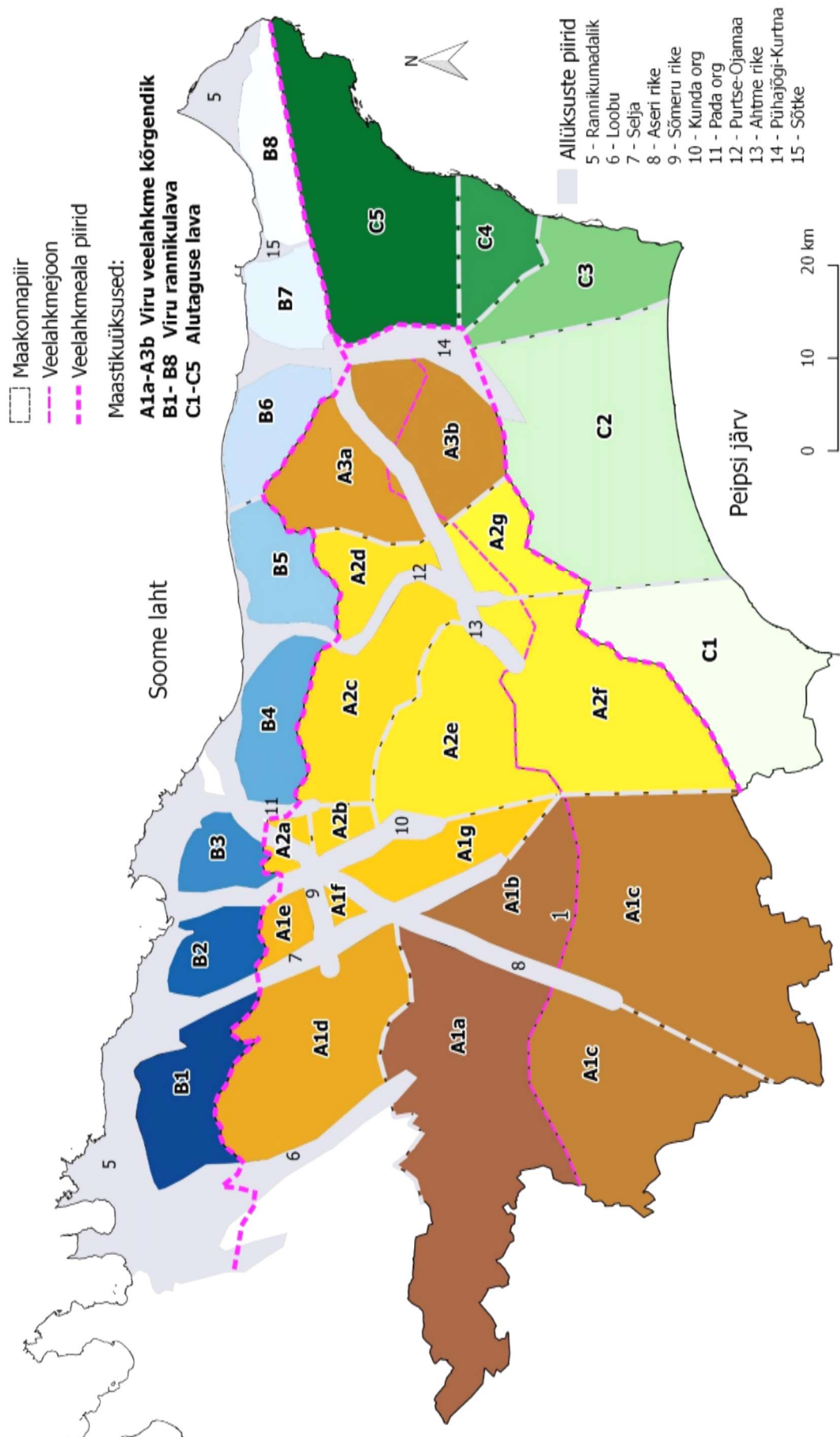
- Pandivere kõrgustik (A1),
- Ojamaa nõgu (A2) ja
- Ahtme kõrgendik (A3).

Maastikuallüksuste määratlemise ja hindamise alusena on kasutatud Virumaa kohta koostatud riiklikes andmebaasides esinevaid vektorformaadis olevaid teemakaarte, milliste väljavõtteid on kasutatud käesolevas köites illustreerival eesmärgil. Tekstis ja tabelites on kasutatud J. Paali ja E. Leibaku (2017) andmeid põlevkivimaardla maastike kaevandus-tundlikkuse kohta. Allüksuste (Joonis 2) piiritlemisel ja iseloomustamisel on kasutatud järgnevaid keskkonda iseloomustavaid nähtuseid:

- asend reljeefis (Joonis 1),
- pinnaveed (Joonis 3) ja pindmise äravoolu suund,
- maakasutus (Joonis 4),
- märgalad, sood (Joonis 4),
- asustustihedust peegeldavad teedevõrk ja kommunikatsioonid (Joonis 5),
- geoloogilised tingimused (Joonis 6 kuni Joonis 10),
- loodushoiualad (Joonis 11) ning,
- kaevandamise varasemate perioodide pärandhäiringud ja pärandsaastus/reostus.

Maastikuallüksuste iseloomu ja võrdluse alusel on käesoleva köite lõpuosas välja eraldatud neli *näidisala* (NA1 kuni NA4), mis sobivad virtuaalsete kaevanduste kirjeldamiseks ja modelleerimiseks. Näidisaladeks on valitud suhteliselt stabiilse geoloogilise ehitusega ning hüdrogeoloogiliste ja mäenduslike tingimustega (paiknevad väljaspool maetud orgude ja tektooniliste rikete vööndeid) segmendid looduslikest maastikuallüksustest. Omavahelises võrdluses on näidisalad erinevad. Neis on piisav varu virtuaalse kaevanduse 30-40 aastaseks aktiivsuseks. Näidisalad on valitud illustreerimaks erinevaid maavaralasundite eksisteerimise näiteid: fosforiit (NA1 ja NA2), põlevkivi ja fosforiidi koosinemine (NA3) ja põlevkivi (NA4). Johtuvalt katendi paksusest ja geoloogilisest ehitusest sobib NA1 avakaevandamiseks ja teised allmaakaevandamiseks. Näidisalade piiresse on paigutatud *testalad* (TA), mis on aluseks järgnevale hüdrogeoloogilisele modelleerimisele.





Joonis 2. Maastikuuüksuste ja –allüüskuste asendiskeem. Allüüskuste nimetused (lühendite selgitused) on toodud tekstis.

Geoloogiliste, hüdrogeoloogiliste ja maavaraliste kriteeriumite alusel on defineeritud allüksuste erinevusi üksteisest ja sisemist muutlikkust maastikutingimuste poolest. Asendi ja iseloomu poolest sarnased maastikuallüksused grupeeruvad aluspõhja reljeefi suurvormide ja maastikuüksuste piiresse, mis on välja eraldatud pindmise äravoolu (jõgede võrgu) jaotumise ja vesikondade piiride alusel. Allpool on vaadeldud kolme maastikuüksust (Joonis 1):

- Viru veelahkmeala (A)
- Viru rannikulava (B) ja
- Alutaguse lava (C).

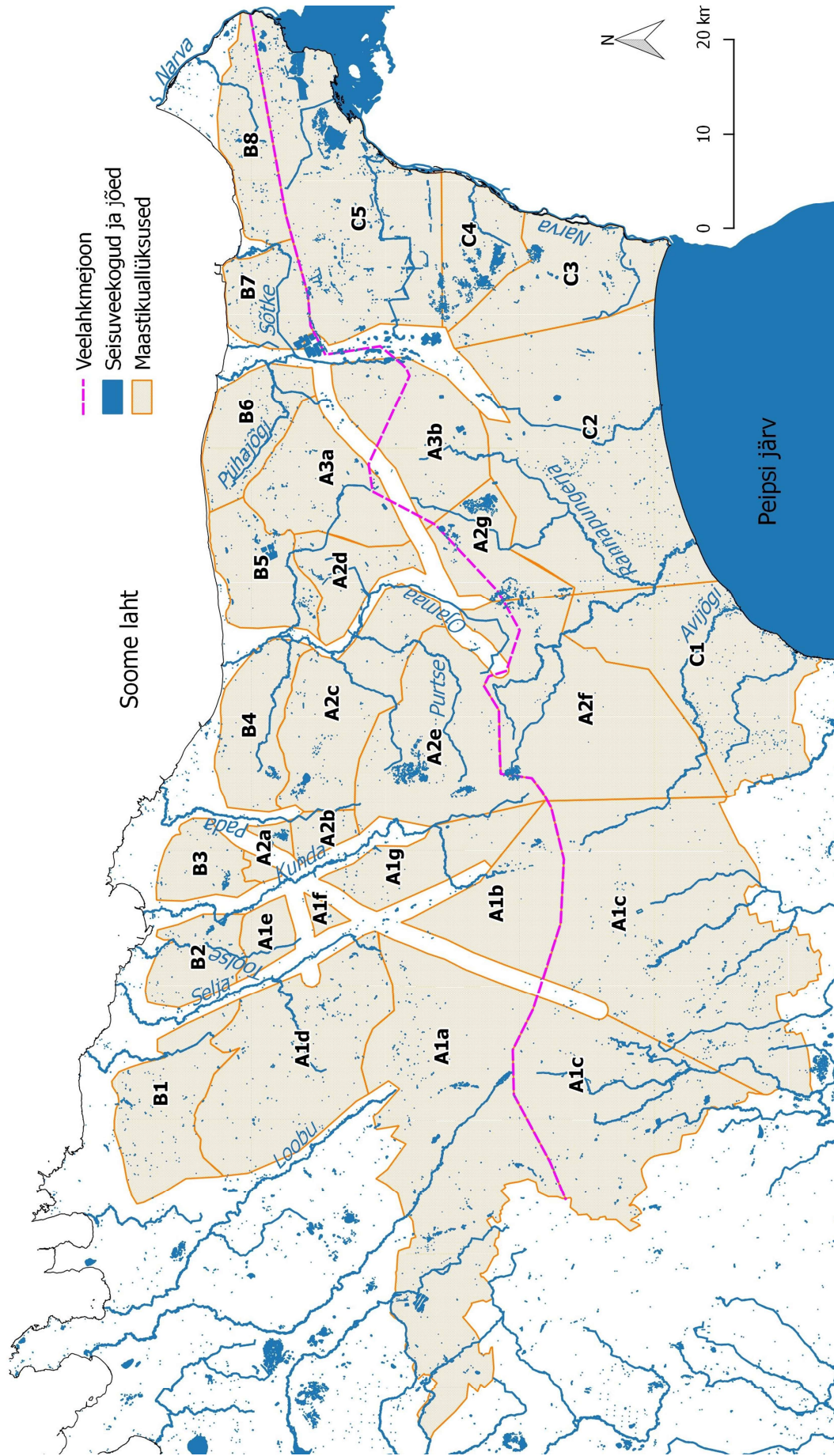
### 3. Maastiküksused ja allüksused

Virumaa maastikuliste erinevuste põhialuseks on ala geoloogiline ajalugu, mis väljendub nüüdisaegses reljeefis (Joonis 1). Selle praegune absoluutne kõrgus on hetkeseis viimase jäätumise järgesest, praegugi jätkuvast glatsioisostaatiliseist maatõusust. Maastiku suurvormid – Viru veelahkmeala (A) Pandivere kõrgustiku, Ojamaa sadula ja Ahtme kõrgendikuga ning seda lõunast ja kagust ümbritsev Alutaguse lava (C) koos mitmete kohalike ebatasasustega – pärivad oma aluspõhja pinna suhtelised kõrgused Kesk-Devoni-eelselt (umbes 390 milj aasta vanuselt) kontinentaalselt pinnalt, millelt Devoni setetest kate on minema uhtud Kainosoikumis (Puura et al. 1999). Viru rannikulava (B) Alam- kuni Kesk-Ordoviitsiumi lubjakivide avamusel on maapind üldiselt põhja suunas kaldu. See on allunud sügavale tunginud erosioonile, mis on seotud praeguse Soome lahe süviku kujunemisega Eel-Neeva ja Eridanose edelasse suunduva jõgede süsteemi tegevusega hilis-Kainosoikumis (Puura et al. 1996, Tuuling 2017). Neogeenis alanud mandrijäätumised murrutasid lava pinda veelgi. Sügavalt sisse lõikunud Soome lahte avanevad liustikusetetega täitunud orud liigendavad lubjakividest rannikulava. Reljeefis väljenduvad ka viimase jäätumise aegsed ning järgsed lokaalsed kuhje- ja kulutusvormid ning kaevandamise poolt kujundatud maastikud oma negatiivsete (kaevandused) ja positiivsete (aherainemäed) pinnavormidega. Erinevatel aegadel ja erinevates erosiooniprotsessides on kujunenud erinevusi reljeefis ja aluspõhja pinnakihtide struktuuris – lõhelisuses ja karstumuses, millel võib olla tähtsus kivimite geotehnilistes omadustes ja kaevandamistingimustes.

Järgnevalt on esitatud maastikuallüksuste detailsed kirjeldused. Kirjeldustes on antud nende asend maastikuüksuste suhtes ning põhimaavarade (kukersiit-põlevkivi ja fosforiit) varude levik nende piires (Joonis 7 ja Joonis 8). Samuti on kirjeldatud maavaravaru lasundi sügavust ja katendi geoloogilist läbilõiget. Viidatud on lubjakivimaardlate asukohad (Joonis 7), graptoliit-argilliidi levila (Joonis 8) ning Jõhvi magnetanomaalia (Joonis 1). Iga allüksuse kirjelduses on iseloomustatud:

- maavarade varude paiknemist maakasutuse (põllumaad, metsamaad, märgalad/sood, asustus ning kaevandatavad/ammendunud alad) suhtes,
- paiknemine looduskaitsealade ja vääriselupaikade esinemise tõttu kaevandamistundlikel aladel ja nende suhtes ning
- nende paiknemist varasemast (pärand-) ja kulgevast kaevandamisest ja tööstusest kahjustatud loodusmõjudega alade suhtes.





Joonis 3. Maastikuallüksuste asendiskem seisuveekogude ja jõgede suhtes. Allüksuste nimetused (lühendite selgitused) on toodud tekstis.

## A. Viru veelahkmeala

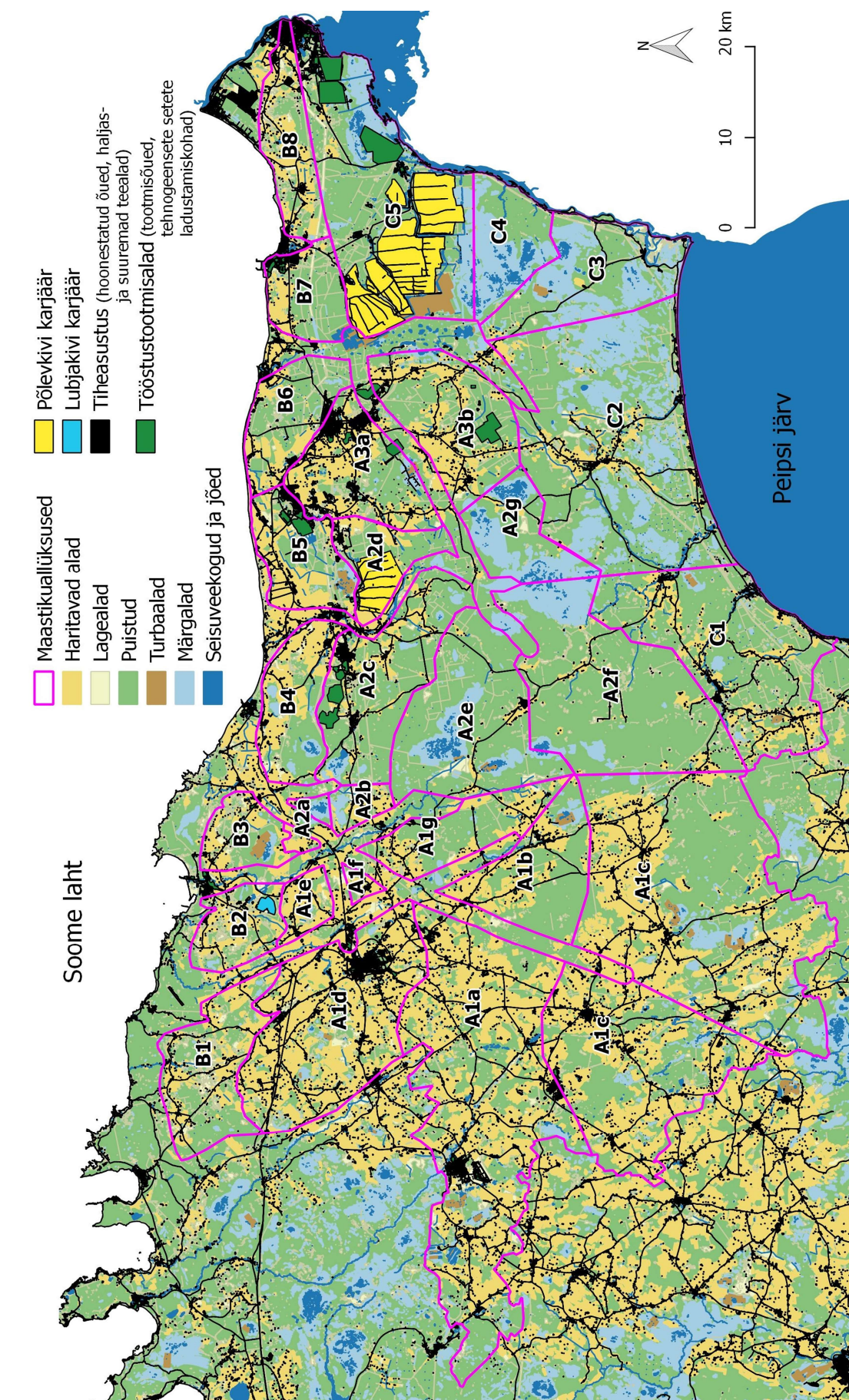
Viru veelahkmealale (Joonis 1) Pandiverest läbi Ojamaa sadula Ahtme kõrgendikuni jääb oluline maht Eesti kukersiidimaardla kesk- ja lääneosast, Tapa kukersiidileiukoha idaosa (Joonis 7) ning suure Rakvere fosforiidimaardla segmendid (Joonis 8), aga ka tehnoloogilise lubjakivi maardlad ja perspektiivalad Edela-Virus (Joonis 7). Viru veelahkmeala piiridelt saavad alguse Viru rannikulava läbivad, Soome lahte suubuvad ning läbi Alutaguse lava Peipsisse ja Narva jõkke suubuvad jõed (Joonis 3). Soome lahte avanevad Viru rannikulavasse sügavalt lõikuvate jõeorgude/mattunud orgude suudmed. Selliste allüksusi eraldavate piiristruktuuride tähtsus on suur rannikulava maavaralasadundite leviala liigendamises (Joonis 2).

- **A1:** Pandivere kõrgustiku võlv (A1a ja A1b - aluspõhja pind 90-130 m ü.m.p.) ja selle nõlvad (A1c-A1f, 60-90 m ü.m.p.),
- **A2:** Ojamaa nõgu (45-75 m ü.m.p., lääneosas kõrgem), mis paikneb positiivsete vormide ning piiravate lavade vahel, on soostunud (Luussaare - Sirtsi – Virunurme-Muraka soostikud) ja sealt algavad soodest toituvad põhja- ja lõuna suunas kulgevate ojade/jõgede lähted ning
- **A3:** Ahtme kõrgendiku (A3a) võlv (55-80 m ü.m.p.) ja (A3b) selle nõlvad (A3b; 50-60 m ü.m.p.), kus mõlemal juhul kõrgustiku/kõrgendiku kesksel võlvil levivad Ülem-Ordoviitsiumi pinnalt karstunud lubjakivide avamused ja kus pindmine äravool on nõrk või puudub, kuid nõlvadel ja jalamil paiknevatest allikatest algavad ümbritsetavatele tasastele lavadele suunduvad jõed.

### A1a-c. Pandivere kõrgustiku võlv

Pandivere kõrgustiku võlvi moodustab aluspõhja reljeefi kõrgendiku hari. Võlvi lääneosa ulatub Järvamaale. Aluspõhja pinnal avanevad karbonaatsed kivimid, mis kuuluvad (põhjast lõunasse) Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse kuni Porkuni ja Llandoveri Juuru lademesse (Joonis 6). Geoloogiliselt oluliseks nähtuseks on kirde-edela-suunaline Aseri rike. See on jooneline, kohati >2 km laiune ja >20 m vertikaalse nihkega, painutatud ja lõhestatud kivimitest koosnev lasumusriike, mis lõikab võlvi idaserva. Rike jagab Pandivere võlvi ja nõlvad kaheks, mäendusgeoloogiliselt eraldatud loode- ja kagupoolmeks. Aluspõhja võlvi (Rakvere kuni Juuru lademe avamus) pind on liigestatud kuni 10 m kõrguste küngastega (erosioonijäänukid) ning mõne meetri sügavuste sulglohkudega. Viimased on tekkinud karstumisel. Pinnalähedast aluspõhja iseloomustavad lokaalsed pindmised karstivormid, aluspõhjasisesed karstikanalid ja kivimite suur poorsus. A1a-c loodenurgas lõikuvad võlvi alale loodest kagusse õhenevad Valgejõe ja Loobu maetud orundid, mis avalduvad lokaalsete negatiivsete pinnavormidena aluspõhja ja maapinna reljeefis. Kirdeosas lõikuvad Pandivere kõrgustikku pikalt sügavad loode-kagu-suunalised Selja ja Kunda maetud orundid, mis kujundavad Pandivere võlvi ja kirde-nõlva piirjooni. Selja ja Kunda orundid komplitseerivad kukersiidi ja fosforiidi kaevandamistingimusi 1 – 3 km laiustes vöötmetes. Mandrijää liikumise suunast tingitult on Pandivere kõviku proksimaalne nõlv järsem. Tavaliselt <10 m paksuse pinnakatte moodustab valdavalt moreen (Joonis 9), millele kohati on kuhjunud jääsulavee setteid, moodustades oose (Neeruti-Rakke-Vägeva oos, Koeravere oos, Mõdriku-Paasvere oos) ja harvem mõhnu.





Joonis 4. Maastikuallüksuste asendiskem maakasutuse suhtes. Allüksuste nimetused (lühendite selgitused) on toodud tekstis.

Pandivere kõrgustiku võlvi põhjanõlvale jääb vaesem osa Eesti kukersiidimaardla lääneosa edelaservast, võlvi keskossa Tapa leiukoha idaosa ning võlvi ja nõlvade kirde- ja keskossa põhimaht suure Rakvere maardla nõrgalt uuritud kesk-, lääne- ja lõunasegmentidest (Joonis 7). Pandivere lõuna- ja edelaserval esineb tehnoloogilise lubjakivi maardlaid.

### *A1a. Pandivere võlvi loodeosa*

A1a. Fosforiidi varu on suur, kuid see on nõrgalt uuritud. Fosforiidi reservvaru on uuritud vaid allüksuse kirde-nurgas, kuid rikas kiht levib kogu idaosas. Oluline on uurida maa-aluse kaevandamise võimalust.

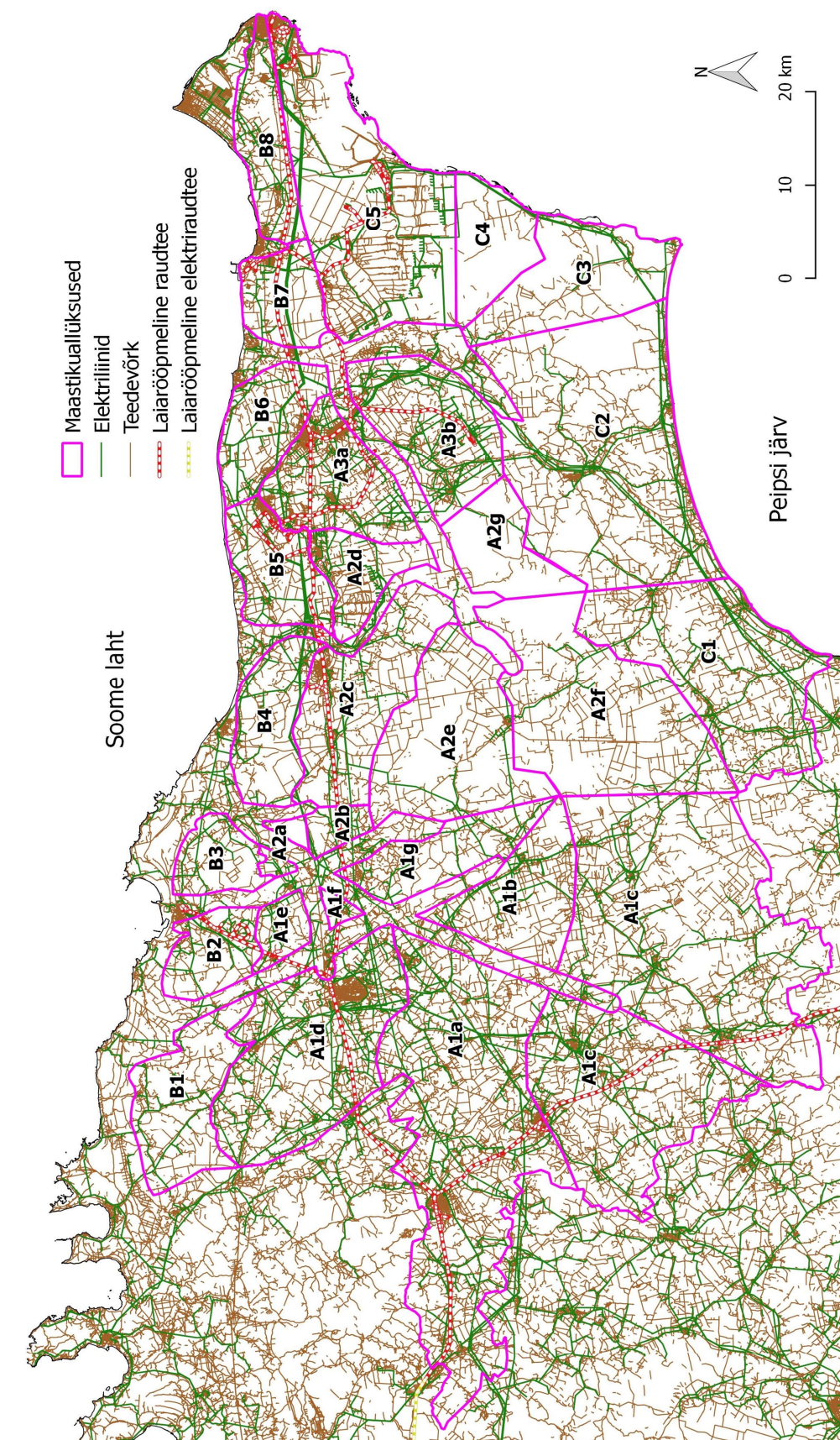
Pandivere võlvi loodeosas (570 km<sup>2</sup>) avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Nabala kuni Llandoverly Juuru lademe lubjakivid (Joonis 6). Pinnakatte paksus on 1 – 15 m. Aluspõhja ja pinnakatte pealispind on laugelt kaldu põhja suunas, esineb karstivorme, ala lääneosas on lõikunud kagust loodesse sügavnev Valgejõe maetud org. Pinnakate koosneb peamiselt moreenist, kuid üsna laialt on levinud ka glatsiofluviaalsed setted, ala lääneosas turvas, vähesel määral leidub glatsiolimnilisi setteid (Joonis 9). Allüksus hõlmab põhiliselt Pandivere võlvi üle 90 m ü.m.p. pindmise äravooluta ala, mis jääb veelahkmejoonest põhja poole. Allüksuse piiresse ulatub idast lääne ja lõunast põhja suunas vaesuv Rakvere leiukoha fosforiidilasund (Joonis 8), kusjuures allüksuse idaosas paikneb Rakvere maardla üks rikkamaid segmente. Eesti maardla kukersiit-põlevkivi kihind on vaene.

Valdav osa (~40 %) maast on kasutusel põldudena või aiandusliku maana, umbes sama palju maast hõlmavad puistud (Joonis 4). Vaid ~2 % pindalast katavad märgalad, mis on koondunud peamiselt allüksuse läänepoolsesse ossa. Piirkonnas on ka linnalähedane arenev hõreasustus ning tihe teedevõrk (Joonis 5), seega eksisteerib tugev olemasoleva maakasutuse ja enamasti asustuse konkureeriv vastumõju.

Allüksuse piires levivad 57,17 km<sup>2</sup>-l looduskaitsealad (10 % A1a kogupindalast, Joonis 11), mis sisaldavad endas Natura kaitsealasid, vääriselupaiku ning muid kaitsealuseid piirkondi. Suuremad neist on Kõrvemaa maastikukaitseala (MKA), Neeruti MKA ja Porkuni MKA. Rohkem leidub kaitsealasid allüksuse kesk- ja idaosas, samuti läänetipus. Allüksus paikneb Pandivere kõrgustiku lael, kus leidub rohkelt karstumisega seotud nähtuseid. Karsti tõttu liigub vesi maapinnas kiiremini ning hõlpsamalt kui karstumata piirkonnas, mistõttu on kõrgustikul suur ala (>90 % A1a pindalast) klassifitseeritud looduslikult tundlikuks alaks (Joonis 11).

Pandivere võlvi loodeosa **fosforiidi** varu on suur, kuid see on nõrgalt uuritud. Fosforiidi reservvaru on uuritud vaid maastikuallüksuse kirde-nurgas, kuid rikas kiht levib kogu ala idaosas (Joonis 8). Fosforiit levib 426 km<sup>2</sup> suurusel alal. Kihindi sügavus on 120 – 200 m. Fosforiidi katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid, Ülem-Ordoviitsiumi põlevkivi ja lubjakivid, Llandoverly lubjakivi ning kvaternaarisetted (kruusliiv, savi, allüksuse lääneosas ka turvas), mille paksus on 1 – 15 m, mõnes üksikus kohas kuni 25 m. Fosforiidi varu on hinnatud (i) perspektiivseks (prognoos-) varuks pindalal 331,9 km<sup>2</sup>,





Joonis 5. Maastikuallüksuste asendiskeem Virumaa teedevõrgu ja elektriliinide suhtes. Teedevõrgus on näidatud kõik liiklemiseks sobivad teed põhimaanteedest kuni tänavate ja radadeni, samuti rööbasteed. Allüksuste nimetused (lühendite selgitused) on toodud tekstis.

mille piires on fosforiidivaru ~3 374 120 tuhat t, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> varu sellest 296 620 tuhat t ja (ii) passiivseks reservvaruks allüksuse kirdeosas 13,5 km<sup>2</sup>-l, mille piires on hinnatav varu 163 140 tuhat t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> moodustab 15 400 tuhat t. Maastikuallüksuse fosforiidivaru on kokku 3 537 250 tuhat t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> moodustab 312 320 tuhat t. Kasuliku kihindi paksus on 3 – 7 m ja kohati rohkem, keskmine paksus on 5,15 m. Keskmine MgO sisaldus plokis on 0,57 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sisaldus 1,08 %, keskmine P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sisaldus 9,44 % (kõik sisaldused mahu%).

**Graptoliit-argilliit** levib maastikuallüksuse lääneosas 390 km<sup>2</sup> suurusel alal (Joonis 8). Kihindi paksus väheneb loodest kagu suunas olles 2,6 m maakonna piiril vähenedes 0,2 meetrini. Üheks võimalikuks maavaraks allüksuses on ka **glaukoniit**. See levib peamiselt Leetse kihistus, mille keskmine paksus allüksuse piires on 1,34 m.

### *A1b. Pandivere võlvi idaosa*

A1b. Fosforiidi varu on suur, kuid see on nõrgalt uuritud. Oluline on uurida maa-aluse kaevandamise võimalust.

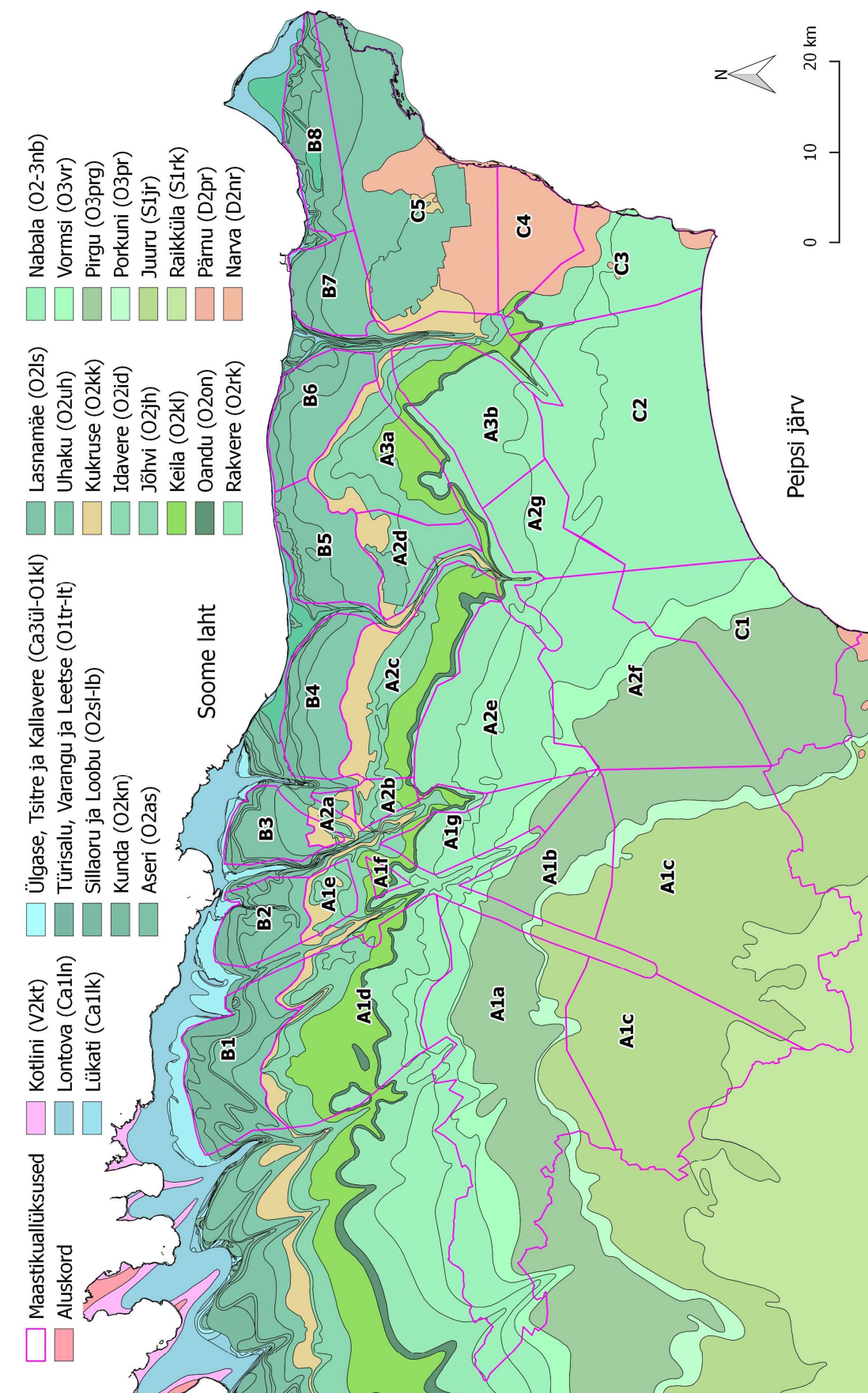
Maastikuallüksuse A1b pindala on 146,6 km<sup>2</sup> kõrgusel >90 m ü.m.p. Üksuse piires avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Nabala kuni Llandoveri Juuru lademe lubjakivid (Joonis 6). Pinnakate on õhuke (1 – 5 m). Aluspõhja ja pinnakatte pealispind on laugelt kaldu kirde ja ida suunas, esineb karstivorme. Allüksust piirab loodest ja läänest Aseri rikkevöönd, kirdest Selja maetud org. Allüksuse piires paikneb Rakvere fosforiidimaardla rikas segment (Joonis 8), mille lõunapiir on uuringuga piiritlemata.

Puistud võtavad enda alla suurema osa allüksusest (~60 %), kusjuures suuremad puistualad on üksuse edela- ja lõunaosas. Haritavad maad katavad umbes kolmandiku allüksusest. Ala kagunurgas paiknevad märgalad vaid ~3 %-l allüksuse kogupindalast. Piirkonnas on hõre asustus ning teedevõrk (Joonis 5).

Allüksuse piires levivad 8,5 km<sup>2</sup>-l looduskaitsealad (~6 % kogupindalast), mis sisaldavad endas Natura kaitsealasid, vääriselupaiku ning muid kaitsealuseid piirkondi. Suuremad neist on Mõdriku-Roela MKA ja Haavakannu hoiuala, esimene ala idapoolses servas, teine lääneservas. Alal esineb palju väikeseid kaitsealuseid vääriselupaiku. Karstumisega seotud nähtuste tõttu on ~80 % allüksuse pindalast määratletud looduslikult tundlikuks alaks (Joonis 11).

**Fosforiidi** reservvaru on suur, kuid samas on see nõrgalt uuritud. Fosforiit levib 143,7 km<sup>2</sup> suurusel alal (Joonis 8). Kihindi ligikaudne sügavus on 120 – 200 m ja paksus 1 – 5 m. Kihind levib praktiliselt kogu allüksuse piires. Perspektiivset varu on 1 460 860 000 t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> moodustab 128 560 000 t. Fosforiidi katendi paksus on allüksuse piires 130 – 160 m, sealhulgas kvaternaarisetete paksus 1 – 5 m. Kihindi aluspõhjalise katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid, Ülem-Ordoviitsiumi põlevkivivahekihtidega lubjakivid ning Llandoveri lubjakivi. Pinnakatte moodustavad moreen, glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised setted, ala kaguosas ka turvas (Joonis 9). Allüksuses leidub **glaukoniiti**, mis levib Leetse kihistus, mille keskmine paksus on 0,93 m.





Joonis 6. Maastikuallüksuste asendiskeem Eesti aluspõhja geoloogilise kaardi (andmed mõõtkavas 1:50 000 ja 1:200 000) suhtes. Allüksuste nimetused (lühendite selgitused) on toodud tekstis.

### *A1c. Pandivere võlvi lõuna ja edelaosa*

A1c. Fosforiidi reservvaru on allüksuses suur, kuid see on nõrgalt uuritud.

Allüksuse pindala on 929,2 km<sup>2</sup> hõlmates veelahkmejoonest lõunasse jääva Juuru lademe avamuse (Joonis 7), millel karstunud lubjakivisid katab tavaliselt <10 m paksune, kuid kohati kuni 40 m paksune pinnakate. Ala lõikab kaheks edela-suunalise Aseri rikke edela-segment (Joonis 2). Allüksuse lõunaosas asub lõunasse suunduvate jõgede lätteid (Joonis 3). Pandivere võlvil levib Tapa kukersiit-põlevkivi Tapa leiukoha idatiib (Joonis 7) ning Rakvere fosforiidimaardla sügavaim, kagu suunas õhenev ja seni piiritlemata osa (Joonis 8). Juuru lademe avamusel ja selle vahetus naabruses paikneb tehnoloogilise lubjakivi maardlaid/leiukohti (Joonis 7), millest Tamsalu ja Rakke maardlate varud on ammendatud, kuid leidub ka kasutamata varusid ja nõrgalt uuritud potentsiaalseid lasundeid.

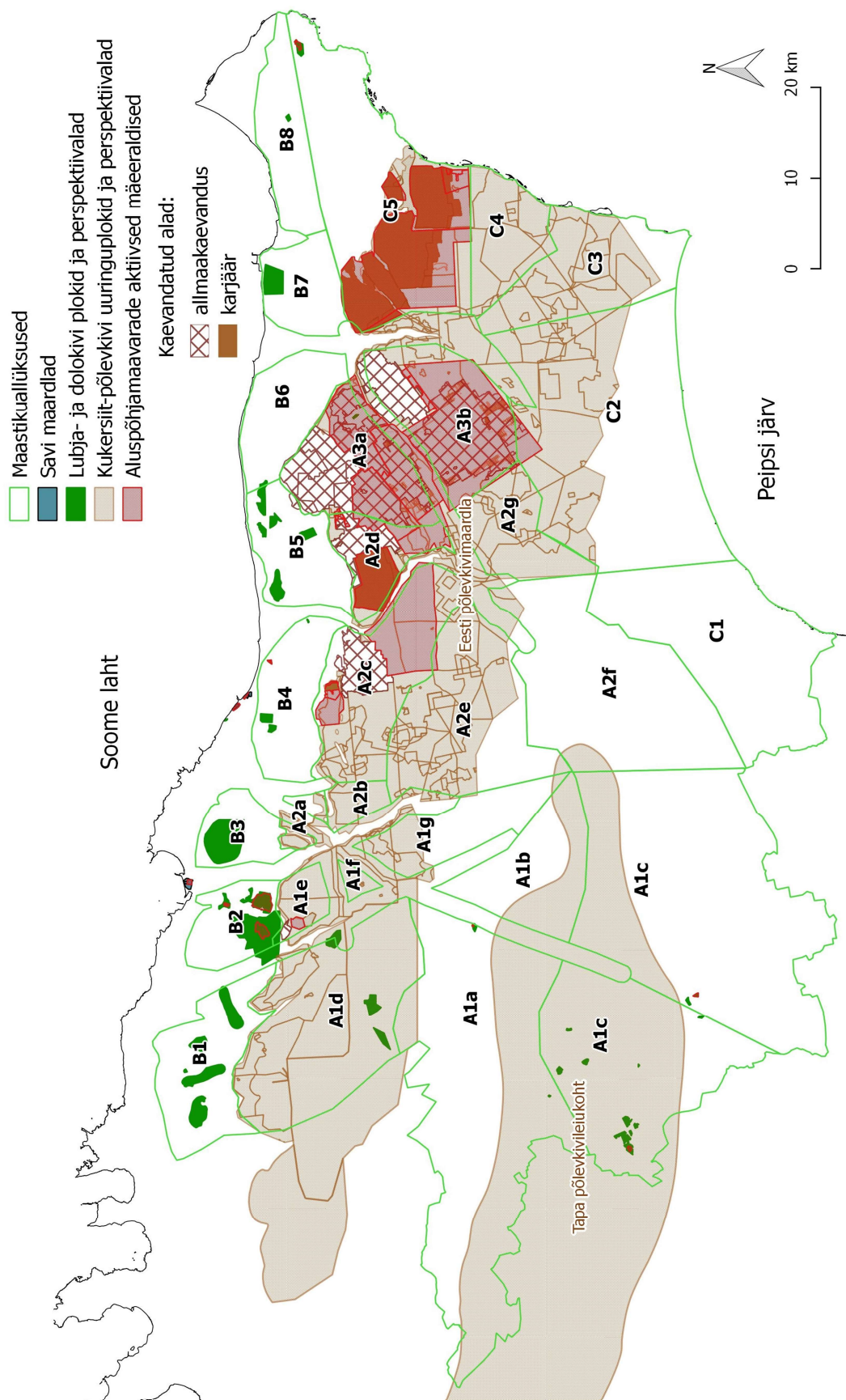
Allüksus asub Pandivere võlvil, kus pindmine äravool toimub lõunasuunas. Puistud võtavad enda alla suurema osa allüksusest, ~50 %, kusjuures silma paistab suurem puistumassiiv allüksuse kagunurgas (Joonis 4). Haritavad maad katavad 35 % allüksusest. Märgalad võtavad enda alla vaid 3 %. Suuremad märgalad levivad allüksuse kesk- ja lõunaosas. Piirkonnas on tihe asustus ning teedevõrk (Joonis 5).

Allüksuse piires levivad 36,7 km<sup>2</sup>-l looduskaitsealad (~4 % allüksuse kogupindalast), mis sisaldavad endas Natura kaitsealasid, vääriselupaiku ning muid kaitsealuseid piirkondi. Kaitstavad alad on Äntu allikajärved, Seljamäe, Ilmandu hoiuala, Salla loodusala, maastikukaitsealadest Ebavere, Emumäe ning Kellavere, looduskaitsealadest Varangu, Luusika ning osa Endlast. Kogu allüksuse piires on laiali vääriselupaikade väikseid kaitsealasid. Looduslikult tundlik on allüksuse põhja- ja lääneosa (Joonis 11).

**Fosforiidi** reservvaru on suur levides 93,4 km<sup>2</sup>-l, kuid on nõrgalt uuritud. Kihindi sügavus on 200 – 220 m ning paksus 1 – 5 m. Allüksuses on prognoosvaru ~949 410 tuhat t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 83 550 tuhat t (varu sisaldab keskmiselt 8,8 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Fosforiidi katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid, Ülem-Ordoviitsiumi põlevkivikihtidega lubjakivid ning Llandovery Juuru ja Raikküla lademete lubjakivid. Pinnakattesetetest levivad moreen, kruusad ja liivad, allüksuse kesk- ja lõunaosas esineb ka savi ning turvast.

**Põlevkivi** Tapa leiukoht 403,1 km<sup>2</sup> suurusel alal. Põlevkivikihindi ligikaudne sügavus on 155 - 165 m. Kihindi paksuse kohta täpsem info puudub. Hinnanguline varu allüksuse piires on 911 tuhat t.

Keskkonnaregistri maardlate nimistus registreeritud tehnoloogiline ja ehitus**lubjakivi** levib allüksuses 3,74 km<sup>2</sup> suurusel alal. Varu ulatub ~16 640 tuhande m<sup>3</sup>-ni (sh prognoosvaru 537 tuhat m<sup>3</sup>). Kasuliku kihindi paksused on 2 kuni 6,6 m, keskmine 4,2 m. Allüksuses on kaks aktiivset mäeeraldist, Rakke ja Võhmuta lubjakivikarjäärid, mis kokku levivad u 0,3 km<sup>2</sup>-l. Üheks võimalikuks maavaraks allüksuses on ka **glaukoniit**. See levib peamiselt Leetse kihistus, mille keskmine paksus allüksuses on 0,66 m.



Joonis 7. Maastikuallüksuste asendiskeem Virumaa aluspõhjamaardlate ja mäeraalide taustal. Allüksuste nimetused (lühendite selgitused) on toodud tekstis.



### **A1d-g. Pandivere põhja- ja idanõlv**

Pandivere kõrgustiku nõlvad vastavad Pandivere aluspõhja kõrgendiku nõlvadele. Pandivere kõrgustiku nõlvade allüksused on eraldatud põhja- ja kirdenõlval hüdrograafiliste kriteeriumide alusel – siin paikneb palju allikaid ja eri vesikondadesse kuuluvate Soome lahte suubuvate jõgede lähteid ning ülemjookse (Joonis 3). Suurimad on Selja ja Kunda maetud orundid ja neis kulgevad praegused jõed, kusjuures Kunda jõe ülemjooks paigutub Pandivere idanõlval ümber Selja mattunud oru suunale. Põhjanõlval avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse kuni Nabala lade, ida(-kirde) nõlval Kukruse kuni Pirgu lade (Joonis 6). Läänenõlv asub Virumaast läänes Järvamaal. Aseri rike jagab kirdenõlva kaheks - vajunud loode- ja kerkinud kagusegmenndiks. Põhjanõlval eristub ida-läänesuunaline Sõmeru rike, mille põhjatiib on kerkinud, ja rida väiksemaid rikkeid. Pinnakate on sarnane võlvialale, kus levivad lainelised/künklikud moreentasandikud (Joonis 9) ning ülalpool viidatud allpool kirjeldatud pinnakattesetetest kuhjevorme, mis komplitseerivad mäendus-geoloogilisi ja -hüdrogeoloogilisi tingimusi. Pandivere nõlvade piiridesse jääb rida väiksemaid segmente Eesti kukersiidimaardla lääneosast (Joonis 7) ning Rakvere fosforiidimaardla kirde-nurgast, aga ka graptoliit-argilliidi lasundist (Joonis 8).

### **A1d. Pandivere põhjanõlv, Haljala allüksus**

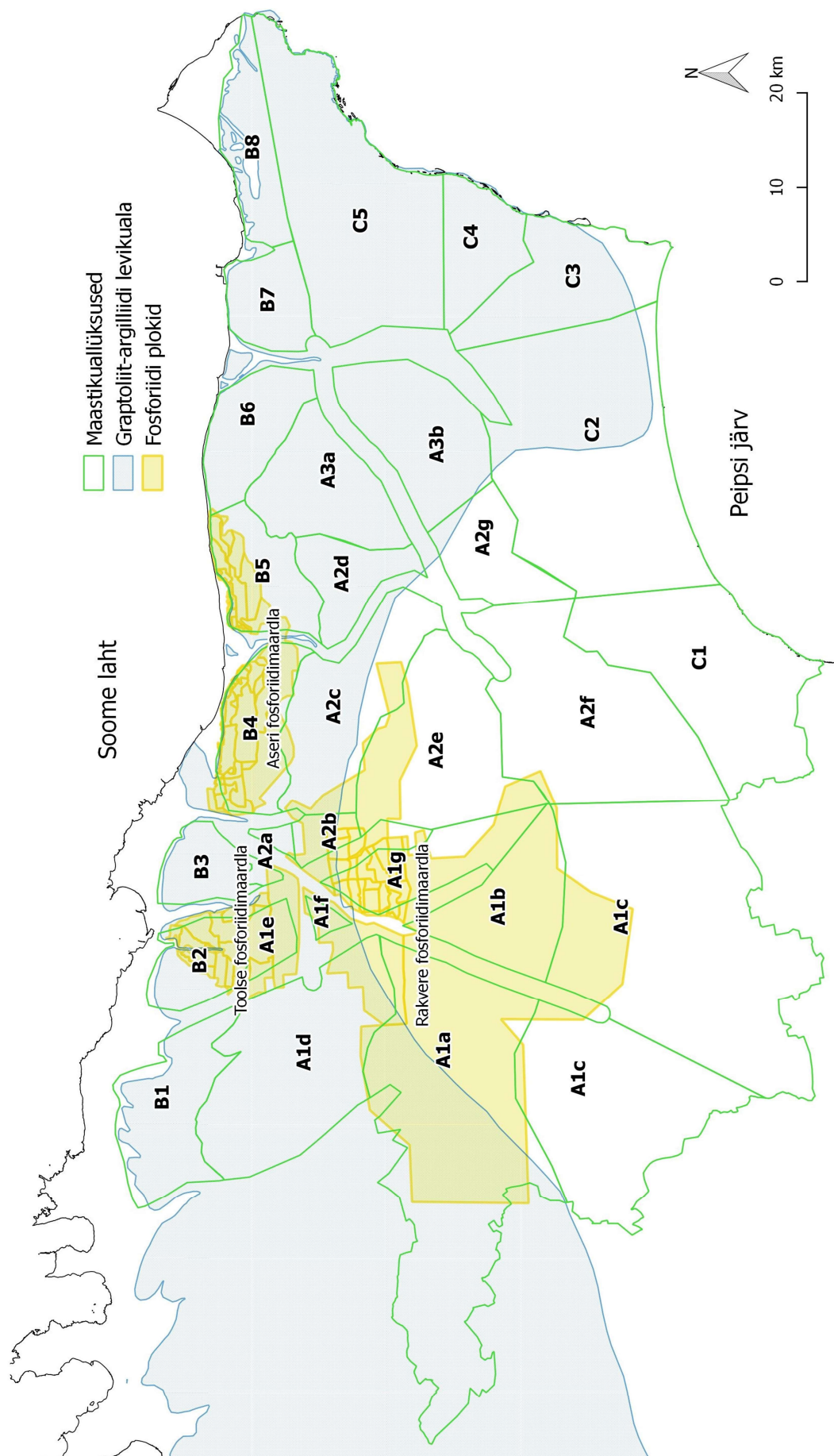
A1d. Fosforiidi varu on suur, kuid see on nõrgalt uuritud. Allüksuses on mõeldav põlevkivi ja fosforiidi koordineeritud kaevandamine, milleks tehnoloogilised arendused puuduvad. Maavarade võimalik kaevandamine on lähiajal küsitav ka Rakvere linna ja linnalähedase tiheda asustuse ja keskkonnamõjude tõttu.

Allüksuse pindala on 312,6 km<sup>2</sup>. Siin avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse kuni Nabala lademe (Joonis 6) lubjakivid laugelt põhja suunas kallutatud pinnal absoluutkõrgusel 70 – 90 m. Allüksust piirab kirdest ja idast Selja maetud org (Joonis 2). Allüksuse piiresse ulatub lõunast Rakvere fosforiidimaardla põhjaserv (Joonis 8). Siia ulatub ka Eesti põlevkivimaardla vaesestunud lääneosa (Joonis 7), ning põhja suunast graptoliit-argilliidi õhuke kihid.

Allüksus on valdavalt haritava maa all (~60 %), vähem levib puistuid (~25 %) ning märgalaid leiab vaid 1,2 % maast üksuse keskosas ning kagunurgas (Joonis 4). Allüksuse kagunurgas asub Rakvere linn ning ka ülejäänud alal on arenev linnalähedane hõreasutus ja tihe teedevõrk (Joonis 5). Kõige tihedama asutusega alal levivad rikkad fosforiidi- ja põlevkivivarud. Piirkonnas on väga tugev olemasoleva maakasutuse ja asustuse konkureeriv vastumõju.

Kaitsealaid on vähe, vaid ~4 km<sup>2</sup>-l, mis on ~1,3 % allüksuse kogupindalast. Osad kaitsealad jäävad allüksuse lõunapiirile, kus levib rikas fosforiidikiht. Kaitstavateks aladeks on osa Mõdriku-Roela ja osa Vinni-Pajusti Maastikukaitsealast, Mädapea tammiku MKA, Rakvere Vallimägi Rakvere linnas, samuti Aaspere, Arkna ja Rakvere mõisa pargid jm. Leidub ka üksikuid vääriselupaiku. Looduslikult tundlik ala on kolmandik allüksusest (Joonis 11), selle lõunaosa ning selle kirdenurk on piiritletud Selja jõega.





Joonis 8. Maastikuallüksuste asendiskeem Virumaa fosforiidimaardlate ning graptoliit-argilliidi levikuala taustal. Allüksuste nimetused (lühendite selgitused) on toodud tekstis.

**Fosforiidi** varu on allüksuses suur, kuid see on nõrgalt uuritud. Kihindi sügavus on 40 – 120 m ning paksus 3 – 7 m (keskmise 5,7 m), maavara levib allüksuse lõunaservas 39,1 ruutkilomeetril (Joonis 8). Kvaternaarisetete paksus on valdavalt <5 m, mõnes üksikus kohas kuni 20 m. Fosforiidi aluspõhjalise katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid ning Ülem-Ordoviitsiumi põlevkivi ja lubjakivid. Pinnakattesetetest levib laialdaselt moreen, vähem turvast, glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised setted (Joonis 9). Rakvere maardla fosforiit levib allüksuse lõunaosas prognoosvaruna ja passiivse reservvaruna (35 km<sup>2</sup>; Joonis 8). Viimases on varuna arvele võetud ~421 860 tuhat t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> on ~39 820 tuhat t (keskmise P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sisaldus plokis on 9,44%). Prognoosvaru on 42 700 tuhat t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 3 760 tuhat t. Ploki keskmine MgO sisaldus on 0,57 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sisaldus 1,08 %.

Fosforiidil lasub 0,2 - 3,4 m paksune **graptoliit-argilliidikiht**, mis levib peaaegu kogu allüksuse ulatuses (302,9 km<sup>2</sup>). Kihindi paksus väheneb loodest kagu suunas ning allüksuse kagupiirkonnas kiildub kiht täiesti välja.

Allüksuse põhja- ja keskosas (307,2 km<sup>2</sup>) paikneb Eesti maardla **põlevkivi** sügavusel 10 – 70 m (Joonis 7). Põlevkivikihindi paksus on 1,34 - 1,8 m (keskmise 1,65 m). Varu suurus on hinnatud ~427 880 tuhandele tonnile, sealhulgas (i) aktiivne tarbevaru 49 400 tuhat t, (ii) aktiivne reservvaru 9 090 tuhat t, (iii) passiivne tarbevaru 265 030 tuhat t ja (iv) passiivne reservvaru 104 370 tuhat t. Põlevkivi põlemissoojus on 9,8 - 11,4 MJ/kg (keskmise 10,65 MJ/kg), õlisaagis 17,5 - 20,3 % (keskmise 18,99 %). Ülejäänud allüksuse ala on hinnatud põlevkivi perspektiivalaks ning allüksuse A1d piiresse jääv prognoosvaru võiks olla u 330 630 tuhat t. Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi karbonaatkivimid Haljala kuni Nabala lademed paksuses 5 – 69 m. Pinnakatte moodustavad savi, liiv, kruus ja turvas.

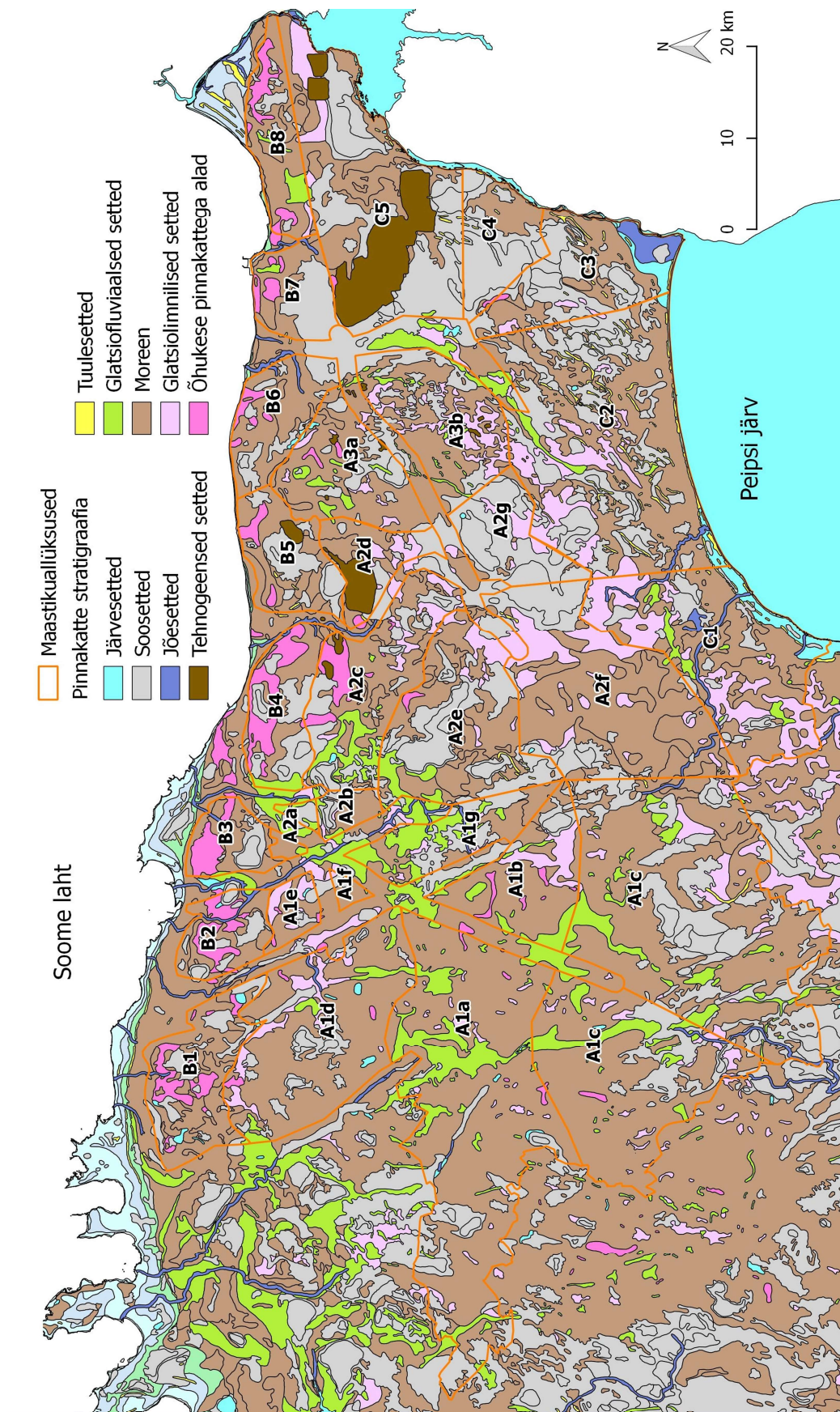
Allüksuses on seni kasutamata **lubjakivimaardla** plokke (Joonis 7). Kaevandatava lubjakivi paksus ulatub 3,8 meetrist 13,5 meetrini. Varusid on hinnatud 50 830 tuhandele m<sup>3</sup>, sellest moodustab (i) aktiivne reservvaru on 8 830 tuhat m<sup>3</sup> ja (ii) passiivne reservvaru 41 990 tuhat m<sup>3</sup>. Perspektiivset lubjakivi on allüksuses 4 380 tuhat m<sup>3</sup>. Üheks võimalikuks maavaraks allüksuses on ka **glaukoniit**. See levib peamiselt Leetse kihistus, mille keskmine paksus allüksuse piires on 1,37 m.

### **A1e. Pandivere kirde-põhjanõlv, Ubja allüksus**

A1e. Fosforiidi varu allüksuse põhjaosas on väga hästi uuritud (tarbevaru), lõunaosa vähem (reservvaru). Allüksuses on mõeldav põlevkivi ja fosforiidi koordineeritud kaevandamine, milleks tehnoloogilised arendused puuduvad. Maavarade võimalik kaevandamine on küsitav ka Rakvere linna ja linnalähedase tiheda asustuse ja keskkonnamõtjude tõttu.

Ubja allüksusel (34,8 km<sup>2</sup>) avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse ja Haljala (Jõhvi alamlade) lademed (Joonis 6). Maapind paikneb kõrgusel 70 – 90 m ü.m.p, on künklik ja laugelt kaldu põhja suunas. Pinnakatte paksus valdavalt 1 – 2 m, ala lõunaosas kuni 5 m. Ala on edelast piiratud Selja ja kirdest Kunda maetud oruga ning sellel kulgeb põhja suunas madal Toolse org (Joonis 2). Lõunapiiriks on Sõmeru rike. Sellel alal levib Toolse fosforiidimaardla





Joonis 9. Maastikuallüksuste asendiskeem pinnakatte geoloogilise kaardi taustal. Allüksuste nimetused (lühendite selgitused) on toodud tekstis.

lõunapoolne osa (Joonis 8), mille katendis levib graptoliit-argilliidi kihind ja Eesti põlevkivimaardla lääneosa segment. Ale põhjaosas paikneb Kunda tsemenditehase Ubja põlevkivikarjääri mäeeraldis (1,53 km<sup>2</sup>), mille varu on kolmandiku ulatuses ammendatud).

Allüksus asub Pandivere kirde-põhjanõlval, kus pindmine äravool toimub Soome lahte (Joonis 3). Allüksus on valdavalt haritava maa all (~60 %), vähem levib puistuid (~30 %) ning märgalaid (1,4 % allüksuse keskosas; Joonis 4). Allüksuses on tihe asutus ning teedevõrk (Joonis 5). Piirkonnas on väga tugev olemasoleva maakasutuse ja asustuse konkureeriv vastumõju. Allüksuses on kaitse all vaid kaks väikest vääriselupaika ja Kohala mõisa park. See on vaid 0,1 % allüksuse pindalast. Allüksuse kesk- ja lõunaosa on määratletud kui looduslikult tundlik ala (Joonis 11).

**Fosforiit** levib kogu allüksuse ulatuses sügavusel 40 – 60 m. Kihindi paksus on 2,4 - 3,4 m. Aluspõhjalise katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid ning Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse lademe põlevkivi ja Haljala lademe (Jõhvi alamlademe) lubjakivid. Passiivset tarbevaru on 105 060 tuhat t (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ~8120 tuhat t). Passiivse reservvaru suurus on ~107 480 tuhat t (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ~8300 tuhat t). P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> keskmine sisaldus on 8,95 %, MgO keskmine sisaldus 0,47 % ja Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> keskmine sisaldus on 1,8 %.

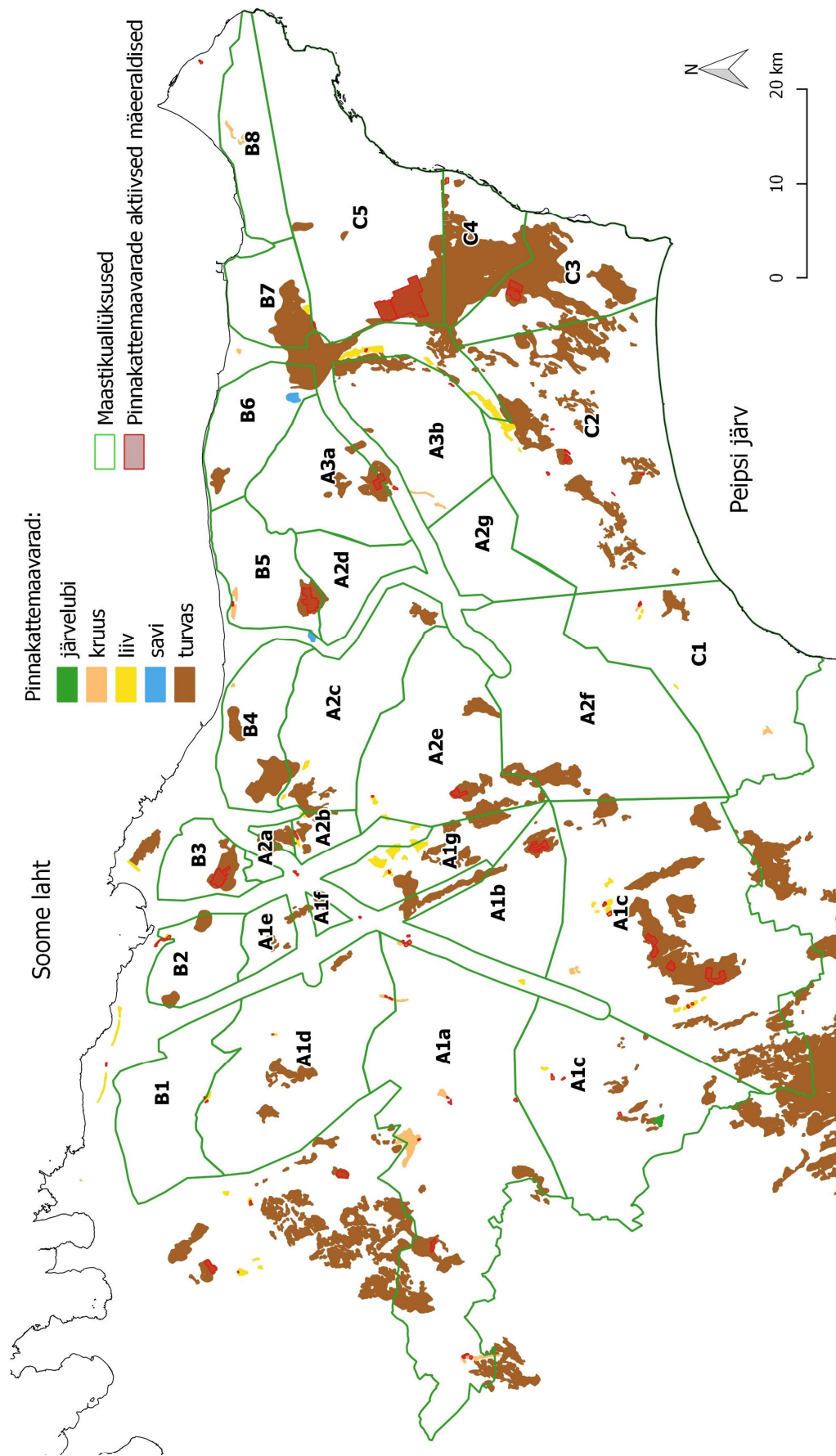
Eesti maardla **põlevkivi** levib 33,9 km<sup>2</sup> ulatuses sügavusel 1 – 15 m, kasuliku kihindi paksus on 0,42 – 2 m. Varu suuruseks on umbes 99 390 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 6 410 tuhat t ja (ii) passiivne reservvaru 92 980 tuhat t. Põlevkivi keskmine põlemissoojus on 9,8 MJ/kg, õlisaagis 17,5 - 17,9 %.

Allüksuse põhjaossa ulatub (0,95 km<sup>2</sup>) Kunda **lubjakivimaardla**, mille koguaru allüksuse piires on 7740 tuhat m<sup>3</sup>, sealhulgas (i) aktiivse reservvaru 7 280 tuhat m<sup>3</sup> ja (ii) passiivne reservvaru 460 tuhat m<sup>3</sup>. **Graptoliit-argilliit** levib kogu allüksuse ulatuses. Kihindi paksus on 0,85 - 1,7 m. **Glaukoniit** levib peamiselt Leetse kihistus, mille keskmine paksus maastikuallüksuses on 1,68 m.

#### ***A1f. Pandivere põhja-kirdenõlv, Rägavere allüksus***

A1f. Fosforiidi varu on allüksuses uuritud keskmisel tasemel (tegemist reservvaruga). Maavara levib peaaegu terves allüksuse ulatuses. Põlevkivikihind levib kogu allüksuse piires. Kuna allüksus on pindalaliselt kui ka varude suuruselt väga väike, ei sobi see põlevkivi ja fosforiidi koordineeritud kaevandamise katsetamiseks.

Rägavere allüksuse alal (9,9 km<sup>2</sup>) avaneb Ülem-Ordoviitsiumi Haljala (Jõhvi alamlade) kuni Rakvere lade (Joonis 6). Pinnakatte paksus 2 – 5 m, ala keskosas kuni 10 m. Künklik maapind kõrgusel 60 – 80 m ü.m.p. on laugelt kaldu kirde-põhja suunas. Maastikuallüksus on edelast piiratud Selja maetud oruga, põhjast Sõmeru ja kagust Aseri tektoonilise rikkevööndiga (Joonis 2). Alal levib ümbritsevate aladega võrreldes õhukesem fosforiidikihind, piiratud varuga segment Eesti põlevkivimaardla lääneosa kihindist, õhem graptoliit-argilliit.



Joonis 10. Maastikuallüksuste asendiskeem pinnakatte maavarade ja mäeeraldiste taustal. Allüksuste nimetused (lühendite selgitused) on toodud tekstis.



Allüksus asub Pandivere põhja-kirdenõlval, kus pindmine äravool toimub Soome lahte (Joonis 3). Allüksuses on valdavalt haritava maa (~45 %), natuke vähem levib puistuid (~35 %). Märgalad esinevad vaid 1 %-l pindalast allüksuse idaserval (Joonis 4). Allüksuses on üks kaitstav ala: Vaeküla mõisa park. See hõlmab 0,12 km<sup>2</sup> suuruse ala allüksuse keskosa. Samas paikneb allüksus looduslikult tundlikul alal (Joonis 11).

**Fosforiit** levib 8,9 km<sup>2</sup>-l sügavusel 55 – 75 m (Joonis 8). Kihindi paksus on 3 – 7 m, mis on arvele võetud passiivset reservvaruna (107 550 tuhat t, millest 10 150 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Fosforiidi katendi paksus on allüksuse piires 75 – 105 m, sealhulgas kvaternaarisetted paksusega 2 – 5 m, ala keskosas kuni 10 m. Aluspõhjalise katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid ning Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse lademe põlevkivikihtidega lubjakivid kuni Rakvere lademe lubjakivideni. Kvaternaarisetetest levivad moreen ja turvas (Joonis 9).

Eesti maardla **põlevkivi** levib kogu alal sügavusel 30 – 50 m umbes 2 m paksuse kihindina (Joonis 7). Allüksuses on ~32 700 tuhat t põlevkivi passiivset reservvaru. Selle keskmine põlemissoojus on 9,9 MJ/kg ja õlisaagis 17,8 %. Põlevkivi katendi moodustavad Kukruse kuni Rakvere lademe karbonaatkivimid paksusega 20 – 48 m.

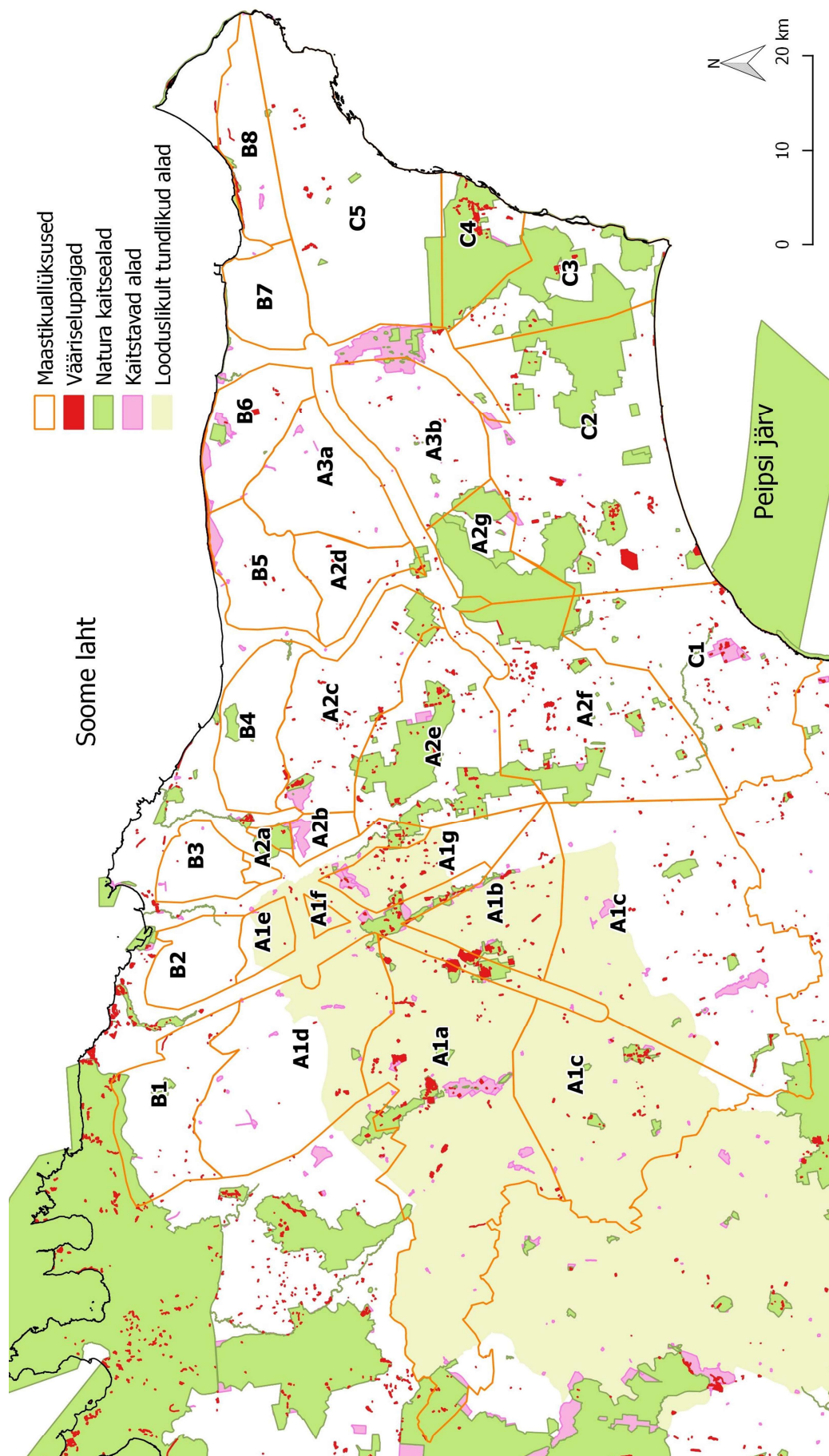
Fosforiidil lasub 0,05-0,4 m paksune **graptoliit-argilliidi** kiht, mis levib kogu allüksuse ulatuses. **Glaukoniit** levib peamiselt Leetse kihistus, mille keskmine paksus allüksuses on 2,05 m.

### *A1g. Pandivere ida-kirdenõlv, Kabala lääes*

Fosforiidi varu on suur ja enamuses tarbevaru kategoorias uuritud. Maavara levib peaaegu kogu allüksuse piires. Maastikallüksuse põhjaosas esineb ka põlevkivi uuritud lasund (Eesti maardla). Kohakuti asuvate fosforiidi ja põlevkivi varude kasutamine vajab mõlema maavara ressursi kooskõlastatud allmaakaevandamist, milleks praegu puuduvad tehnoloogilised lahendused. Seetõttu on lähitulevikus allüksuses kaevandamine ebareaalne.

Maastikuallüksus asub Ojamaa sadula loode-lääneservas, kus pindmine äravool toimub Soome lahte (Joonis 3). Üksuse pindala on 106,3 km<sup>2</sup>. Siin avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Haljala (Jõhvi alamlade) kuni Pirgu lademed (Joonis 6), mis on kaetud 2 – 15 m, kohati kuni 20 m paksuse pinnakattega. Ala piirneb edelas Selja maetud oruga, loodes Aseri rikkega, kirdes Kunda maetud oruga (Joonis 2). Maapind kõrgusel 65 – 90 m ü.m.p. (paksema pinnakattega aladel kuni 105 m) on laugelt kaldu kirde ja ida suunas.

Valdavad puistud (~60 %), mis on koondunud ala keskossa (Joonis 4). Ligikaudu 30 % alast hõlmab haritav maa, eriti allüksuse äärealadel, ka põhjapoolses põlevkivi- ja fosforiidivarudega osas. Märgalad on vaid 1 % maast asudes metsasemas keskosas. Asustus on allüksuses üsna hõre, samuti teedevõrk (Joonis 5). Kaitstavaid alasid on 6,3 km<sup>2</sup>-l, mis moodustab ~6% allüksuse pindalast (Joonis 11). Kaitsealad on Võlumäe-Linnamäe MKA, mis asub suuremas ulatuses allüksuse põhjaosas, samuti ulatub allüksusesse osa Mõdriku-Roela loodusalast. Leidub palju väikseid vääriselupaiku. Kaitstavad alad on koondunud



Joonis 11. Maastikuallüksuste asendiskeem loodushoialade kaardi taustal. Allüksuste nimetused (lühendite selgitused) on toodud tekstis. Laidlased ammendatud alad ei sisalda kaitsealuseid objekte, valdavate haritavate maadega Pandivere kõrgustiku hari (A1) langeb tervikuna Pandivere nitraaditundliku ala piiridesse, Ojamaa sadulal (A2) ja Alutaguse laval (C) soostunud maadel esinevad Natura kaitsealad. Vääriselupaiku esineb enim Pandivere lael (A1), Ojamaa sadulal (A2) ja Alutaguse laval (C).

allüksuse põhjapoolsemasse ossa, Kunda jõest põhjapoole, kus on ka rikas fosforiidivaru. Looduslikult tundlik ala ulatub samuti allüksuse põhjapoolsesse ossa ning on piiritletud Kunda jõega (Joonis 11).

Alg põhjaosas levib üks Rakvere fosforiidilasundi rikkaimaid segmente, lõunaosa on vaesem ja äärmises lõunaosas uurimata (Joonis 8). Eesti maardla põlevkivilasundi väike segment levib ala põhjaosas.

**Fosforiiti** esineb kogu maastikuallüksuse ulatuses sügavusel 50 – 130 m paksusega 5,7 - 8,6 m, kusjuures paksused on suuremad ala põhjaosas. Fosforiidi koguaru on 1 111 190 tuhat t, millest 121 520 tuhat t moodustab  $P_2O_5$ . (keskmise sisaldus 12,6 %). Koguaru moodustub (i) tarbevarudest ~486 660 tuhat t (67 400 tuhat t  $P_2O_5$ ), (ii) reservvarudest ~126 400 tuhat t (10 280 tuhat t  $P_2O_5$ ) ning (iii) prognoosvarudest ~498 140 tuhat t (43 840 tuhat t  $P_2O_5$ ). Keskmise MgO sisaldus on 0,96 %,  $Fe_2O_3$  keskmine sisaldus on 0,93%.

Fosforiidi katendi paksus on 40 – 120 m, sealhulgas kvaternaarisetete paksus 2 – 15 m, mõnes kohas kuni 20 m. Aluspõhjalise katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid ning Ülem- Ordoviitsiumi põlevkivi ja lubjakivid. Pinnakattes esineb rohkelt liiva ja kruusa ja savi, samuti turvast ja moreeni (Joonis 9).

Maastikuallüksusele ulatub Eesti **põlevkivimaardla** lääneosa lõunaserv 30,7 km<sup>2</sup> ulatuses (Joonis 7). Põlevkivi sügavus on 20 – 90 m ja kihindi keskmine paksus ~1,7 m. Varu suurus allüksuses on ~84 820 tuhat t, sealhulgas (i) passiivne tarbevaru 82 470 tuhat t ja (ii) passiivne reservvaru 2350 tuhat t. Põlevkivi keskmine põlemissoojus on 10 MJ/kg, keskmine õlisaagis 21,5 %.

**Graptoliit-argilliit** levib ainult vähesel määral ala põhjaosas (1,9 km<sup>2</sup>). Kihindi paksus on väike, vaid 0,05-0,2 m, lõuna pool on kiht välja kiildunud (Joonis 8). Üheks võimalikuks maavaraks allüksuses on ka **glaukoniit**. See levib Leetse kihistus, mille keskmine paksus allüksuses on 2,05 m.

## A2. Ojamaa nõgu

Ojamaa nõo (sadula) ala jääb valdavalt Purtse-Ojamaa kaugemale lõunasse ulatuvate haruojade ja kraavide valgalasse, soostunud ja metsadega kaetud tasasesse alasse. Nõo piirid Viru rannikulavaga põhjas ja Alutaguse lavaga lõunas on tinglikud. Ojamaa nõos laiuvad Sirtsi, Muraka ja muud sood ja soostikud. Sadulakujulise lauge nõo lõunaosas kulgeb visuaalselt vaevu tajutav Soome lahe ja Peipsi järve vesikondade piir. Kunda ja Purtse jõe vahemikus on aluspõhi suhteliselt püsiva ehituse (Ülem-Ordoviitsiumi Keila kuni Nabala lademetete avamus) ja reljeefiga (45-75 m ü.m.p.). Aluspõhjal lasub suhteliselt õhuke moreeni ja pindmiste järve- ja tuulesetete kate, mis omakorda on sageli kaetud turbakihiga (Joonis 9), kõik kokku kuni 10 m paksuses.

Maastikuüksus on maavararikas ja valdavalt püsivate kaevandus-geoloogiliste tingimustega. Üksus hõlmab segmendi Eesti põlevkivimaardla keskosast (Joonis 7), mille põhjaääres paiknevad ammendatud kaevandusväljad ja kuhu kavandatakse uue põlevkivikaevanduse



rajamist. Nõo lääneossa ulatub Rakvere fosforiidimaardla rikas ida-kirdenurk (Rägavere, Joonis 8).

### *A2a. Ojamaa nõo loodenurk, Sämisoo*

A2a. Fosforiidi varu on väike ning suhteliselt vähe uuritud. Maastikuallüksuses kohakuti asuvate fosforiidi ja põlevkivi varude kooskasutamine vajab mõlema maavararessursi kooskõlastatud maa-alust kaevandamist, milleks praegu puuduvad tehnoloogilised lahendused. Seetõttu on lähitulevikus allüksuses kaevandamine ebareaalne. Samuti on ala katsetöödeks liiga väike ning suurte keskkonnamõjudega.

A2a puhul on tegemist suhteliselt väikese (17 km<sup>2</sup>) maastikuallüksusega (Joonis 2). See on piiratud läänest Kunda, idas Pada maetud oruga, põhjast Viru rannikulavaga. Siin avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse kuni Haljala lademe (Jõhvi alamlademe) kivimid (Joonis 6). Allüksust läbib kirdest edelasse kulgev Aseri rike. Ala paikneb absoluutkõrgusel 65 – 70 m, pinnakatte kogupaksus on Aseri rikkest loodes 1 – 2 m, kagus kuni 10 m. A2a piires levib suhteliselt vaene fosforiidikiht, Eesti põlevkivimaardla keskosa põhjaserv ning lõuna-suunas suiduv graptoliit-argilliit (Joonis 7, Joonis 8).

Allüksuses valdavad puistud (~40 % kogupindalast), kuid palju on ka haritavat maad (~30 %; Joonis 4). Viimast on rohkem allüksuse loodeosas, Aseri rikkest loodes. Rikkevööndist kagusse jääval alal on suur märgala, mis hõlmab allüksuse kogupindalast ~25 % ehk 4 km<sup>2</sup>. Asustus on üsna hõre (Joonis 5). Kaitstavad alad hõlmavad 6,5 km<sup>2</sup>, mis moodustab allüksuse kogupindalast ~40 %. Kõik need on koondunud Aseri rikkest kagusse jäävale alale. Peamiselt moodustab kaitstava ala Sämi-Kuristiku kaitseala/Sämi loodusala, selle sees leiduvad ka mõned vääriselupaigad (Joonis 11).

**Fosforiit** levib 2,3 km<sup>2</sup> suurusel alal sügavusel 35 – 50 m. Kihindi paksus on 3,4 - 4,6 m. Allüksuse piiresse jääv fosforiidivaru on 17 400 tuhat t (1 370 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), millest (i) reservvaru on ~15 070 tuhat t (1160 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ja (ii) prognoosvaru ~2340 tuhat t (210 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Keskmise P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sisaldus on 7,9 %, MgO sisaldus 0,7 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sisaldus 1,62 %. Fosforiidil oleva katendi paksus on 35 – 45 m, pinnakatte paksus sealhulgas. Aluspõhjalise katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid ning Ülem-Ordoviitsiumi põlevkivi ja lubjakivid. Pinnakattes levivad moreen, turvas ning glatsiofluviaalsed setted.

Eesti maardla **põlevkivi** levib 9,2 km<sup>2</sup> suurusel alal sügavusel 10 – 20 m. Kihindi keskmine paksus on 1,82 m. Allüksuse piires on 27 250 tuhat t passiivset reservvaru keskmise põlemissoojusega 10,33 MJ/kg ja õlisaagisega 18,4 %. Põlevkivi katendi paksus on 0 – 19 m, selle moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi lubjakivid ja pinnakattes olevad liivad ja kruusad, allüksuse kaguosas turvas.

**Graptoliit-argilliit** levib kogu allüksuse ulatuses paksusega 0,3 - 1,5 m. **Glaukoniit** levib Leetse kihistus, mille keskmine paksus on 1,8 m.

### *A2b. Ojamaa nõo loodeosa, Kabala ida*

A2b. Allüksuse põhjaosas on fosforiidivaru väike ja vähe uuritud. Ala edelaosas on varu rikas ning uuritud tarbevaru kategoorias. Allüksuses on muutlikud geoloogilised tingimused. Mõeldav on põlevkivi ja fosforiidi kooskaevandamine, milleks praegu puuduvad tehnoloogilised lahendused, seetõttu on lähitulevikus allüksuses kaevandamine ebareaalne.

Allüksus pindalaga (28 km<sup>2</sup>) on piiratud edelas Kunda maetud oruga, põhjas Kukruse lademe avamusega ja idas Pada oruga (Joonis 2). Üksus paikneb Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku kuni Ülem-Ordoviitsiumi Rakvere lademe avamusel (Joonis 6). Pinnakatte paksus on 2 – 10 m, allüksuse põhjaosas kuni 25 m. Maapind on laugelt künklik absoluutkõrgusel 60 – 80 m. A2b hõlmab segmendi Rakvere fosforiidi Rägavere välja kesk- ja põhjaosast, mis vaesustub põhjasuunas (Joonis 8). Siin levib Eesti kukersiidimaardla keskosa kihind (Joonis 7) ja graptoliit-argilliidi servaala (Joonis 8).

Allüksus asub Ojamaa sadula loode-lääneservas, kus pindmine äravool toimub Soome lahte (Joonis 3). Allüksuses levivad puistud (~40 %) ja haritavad alad (~35 %). Allüksuse põhjaosas asub Kabala soo, mis oma 3 km<sup>2</sup> suuruse alaga moodustab ~10 % allüksuse kogupindalast (Joonis 4). Asustus ja teedevõrk on tihedad (Joonis 5). Kaitstavaid alasid on 4,6 km<sup>2</sup>, mis moodustab kogupindalast ~15 %. Selle moodustab allüksuse põhjaosas asuv Sämi-Kuristiku kaitseala lõunaosa. Vääriselupaiku ei ole eraldatud (Joonis 11).

**Fosforiit** levib 24,5 km<sup>2</sup> suurusel alal sügavusel 50 – 90 m. Kihindi paksus on 1 – 7 m. Fosforiit levib peaaegu kogu allüksuse ulatuses, puudub vaid ala põhjaosas. Varu on määratud (i) prognoosvaruna ~185 120 tuhande t ulatuses (16 290 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ja (ii) tarbevaruna ~85 960 tuhande t ulatuses (12 400 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Keskmise MgO sisaldus on 0,55 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sisaldus 0,92 % ning P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sisaldus 14,55 %. Fosforiidil oleva katendi paksus on allüksuse piires 50 – 90 m, pinnakatte paksus sealhulgas. Aluspõhjalise katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid ning Ülem-Ordoviitsiumi põlevkivi ja lubjakivid. Pinnakatte moodustavad moreen, turvas, vähesel määral glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised setted.

Eesti maardla **põlevkivi** levib 26,7 km<sup>2</sup> suurusel alal sügavusel 10 – 40 m paksusega 1,21 - 1,97 m. Põlevkivivaru suurus on hinnatud ~80 880 tuhandele tonnile, mis koosneb (i) aktiivsest reservvarust (9 320 tuhat t), (ii) passiivsest tarbevarust (36 080 tuhat t) ja (iii) passiivsest reservvarust (35 470 tuhat t). Põlevkivi põlemissoojus on 10,2 - 11,6 MJ/kg (keskmise 11,08 MJ/kg) ning õlisaagis 18,2 - 20,5 % (keskmise 19,64 %). Põlevkivi katend on 0 – 38 m paks ja selle moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi karbonaatkivimid Haljala lademest kuni Rakvere lademeni. Pinnakatte moodustavad liivad ja kruusad, ala põhja- ja lääneosas turvas.

**Graptoliit-argilliit** levib 20,2 km<sup>2</sup> suurusel alal, selle paksus on 0,2 - 0,7 m. **Glaukoniiti** kandva Leetse kihistu keskmine paksus on 1,6 m.

### *A2c. Ojamaa nõo kesk-põhjaosa, Sonda*

A2c. Fosforiidi varu on väike ja vähe uuritud. Maavara levib allüksuse ida- ja lõunaosas (Rakvere maardla) ja põhjaosas (Aseri maardla). Eesti maardla põlevkivikihindi sügavus

allüksuses on 5-45 m, keskmine paksus 1,83 m, levib kogu allüksuses, välja arvatud kirdenurgas, kus maavara on juba ammendatud. Allüksuse lääneosas on eelistatud kahe maavara kooskaevandamine, kuid selleks puuduvad tehnoloogilised lahendused. Geoloogilised tingimused on muutlikud.

Sonda maastikuallüksuse pindala on 204,7 km<sup>2</sup>. Ala piir põhjas kulgeb Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku lademe ja Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse lademe piiri mööda. Idas piirab allüksust Purtse-Ojamaa maetud org, läänes Pada org (Joonis 2). Lõunas kattub piir Ülem-Ordoviitsiumi Oandu ja Rakvere lademete avamuste piiriga. Siin avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse kuni Oandu lademed (Joonis 6). Pinnakate paksus on valdavalt 1 – 2 m, ala lääneosas kuni 5 m, kohati kuni 20 m. Maapind (45 – 80 m ü.m.p.) on tasane, kaldu kirde suunas, kohati künklik. Allüksuse põhjaosas on Kiviõli poolkoksimäed, mille suhteline kõrgus on ~80 m, absoluutkõrgus ulatub 135 meetrini (Joonis 1). Ala loodenurgas asub Uljaste soo, kagunurgas Kasiku soo ja Pärnikusoo (Oandu soo). Üksusesse ulatub läänest itta, kirdesse ja lõunasse õhenev ja suiduv Rakvere Rägavere välja fosforiidikiht (Joonis 8). Siin levib lõuna-edelasse õhenev Eesti maardla põlevkivilasund ning lõunasse suiduv graptoliit-argilliidi kihind (Joonis 7, Joonis 8).

Allüksuses valdavad puistud (~70 %), tunduvalt vähem on haritavat maad (~10 %), seda leiab allüksuses paiguti kirde- ja idaosas (Joonis 4). Märgalad katavad kokku 6,9 km<sup>2</sup> suuruse ala. Suur soomassiiv on allüksuse loodenurgas (Uljaste soo, Voorse Kassamäe soo), väiksemad alad jäävad allüksuse kaguosas (Kasiku soo, Pärnikusoo, Aruvälja soo). Asustus on allüksuse kesks- ja kirdeosas väga tihe, seal asuvad Sonda ja Kiviõli linn oma linnalähedase asustusega. Natuke hõredam asustus on allüksuse ida- ja kaguosas. Nendes piirkondades on ka suuremad maanteed ning tihedam teedevõrk (Joonis 5). Samas on suured alad allüksuse põhja-, edela- ja keskosas, kus asustus kas puudub või leidub seal vaid üksikuid majapidamisi. Kaitstavaid alasid on ~20 km<sup>2</sup>, mis moodustab allüksuse kogupindalast ~10 %. Suuremad looduskaitsealad on allüksuse kirdenurgas (Uljaste MKA) ning lõunaservas (Sirtsu looduskaitseala põhjaserv), suur Natura ala on allüksuse kagunurgas (Muraka loodusala). Allüksuses on palju väikseid vääriselupaiku (Joonis 11).

A2c põhjaosas asub väike Põhja-Kiviõli II põlevkivikarjäär Põhja-Kiviõli uuringuväljal, kirdenurgas ammendatud Kiviõli põlevkivikaevandus ja idaosas Uus-Kiviõli kaevanduse mäeeraldis (Joonis 7).

**Fosforiit** levib vaid vähesel määral lääne-edelanurgas (Rakvere maardla) ja põhjapiiril (Aseri maardla) kokku 30,5 ruutkilomeetril sügavusel 40 – 80 m paksusega 1 – 5 m (keskmine 2,8 m). Tegemist on prognoosvarudega kokku ~274 660 tuhat t (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 24 080 tuhat t keskmise sisalduse 8,4 % juures). Fosforiidi katendi paksus on 40 - 70 m. Pinnakatte moodustavad moreen, glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised savid, liivad ja kruusad, ala lääne- ja kaguosas turvas, leidub alvareid. Aluspõhjalise katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid ning Ülem-Ordoviitsiumi põlevkivi ja lubjakivid.

Eesti maardla **põlevkivi** levib 161,6 km<sup>2</sup> suurusel alal sügavusel 5 – 45 m paksusega 1,21 - 2,13 m. Maavaravaru suurus allüksuse piires on ~500 410 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru 313 200 tuhat t, (ii) aktiivne reservvaru 77 740 tuhat t, (iii) passiivne tarbevaru 90 050

tuhat t ja (iv) passiivne reservvaru 19 410 tuhat t. Põlevkivi põlemissoojus on 9,9 - 11,6 MJ/kg (keskmine 11,2 MJ/kg), õlisaagis 17,7 - 20,7 % (keskmine 19,8 %). Maavara on ammendatud 30,4 ruutkilomeetrit, sellest väiksel alal avakaevandamisega (1,3 km<sup>2</sup>), kuid põhiliselt (29,1 km<sup>2</sup>) allmaakaevandamisega. Allüksuse piires on eraldatud 61,7 km<sup>2</sup> suurune aktiivne põlevkivi Uus-Kiviõli mäeeraldis, millest on ammendatud 30,2 km<sup>2</sup>. Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi karbonaatkivimid Haljala lademest kuni Rakvere lademeni, ning pinnakate.

**Graptoliit-argilliit** levib 132,5 km<sup>2</sup> suurusel alal paksusega 0,05 – 1 m (Joonis 8). **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 1,6 m.

#### *A2d. Ojamaa nõo kirdeosa Ahtme kõrgendiku läänejalamil, Ojamaa*

A2d. Põlevkivikiht levib kogu allüksuses, kuid osa maavara on juba ammendatud (Aidu karjäär, Kohtla kaevandus, osa Sompa kaevandusest). Allüksuse lõunaosas paikneb Ojamaa põlevkivikaevanduse kehtiv aktiivne mäeeraldis, mille tooraine läheb õli tootmiseks.

Allüksus asub Ojamaa nõo kirdeosas Ahtme kõrgendiku läänejalamil, pindmine äravool toimub Soome lahte. Allüksuse (79,1 km<sup>2</sup>) piires avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse kuni Haljala lademe Jõhvi alamlade (Joonis 6). Allüksus on põhjast piiratud Kukruse lademe avamusega, lääne- ja kaguserv Purkse jõe oruga, lõunas Ahtme rikke läänepoolse osaga, idapoolne piir on siirdeline. Pinnakatte paksus on 2 – 5 m, Aidu ammendatud põlevkivikarjääri kohal esineb tehnogeenne kate, karjääripuistang, paksusega kuni 15 m. Maapind paikneb valdavalt absoluutkõrgusel 40 – 60 m, on laugelt lääne suunas kaldu, kohati künklik. Allüksuses levib Eesti põlevkivimaardla keskosa põhjaserv, samuti graptoliit-argilliidi kihind, mis lõuna suunas õheneb.

Allüksuses levivad valdavalt puistud (~55 %), tunduvalt vähem on haritavat maad (~15 %) paiknedes allüksuse loode-, kirde- ja idaosas. Kirdenurgas on Kohtla-Nõmme alev. Asustust ja teedevõrku mõjutab tugevalt põlevkivi kaevandamine – ammendatud aladel puudub asustus, allmaakaevandatud ala lõunaosas esinevad vaid üksikud majapidamised. Ka kaevandamata maa-alal asustus puudub. Kaitstavaid alasid on väga vähe, vaid 2 ruutkilomeetrit, mis moodustab allüksuse kogupindalast ~3 %. Allüksuse lõunatipus on Muraka loodusala, üksikutes kohtades leidub vääriselupaiku (Joonis 11).

Eesti maardla **põlevkivi** levikub 30,6 km<sup>2</sup> suurusel alal, sügavusel 0 – 60 m paksuse 1,18 - 2,29 m juures. Maavaravaru suurus allüksuse piires on ~92 210 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 71 220 tuhat t, (ii) aktiivne reservvaru 3810 tuhat t, (iii) passiivne tarbevaru 11 800 tuhat t ja (iv) passiivne reservvaru 5390 tuhat t. Põlevkivi põlemissoojus on 10,7 - 14,2 MJ/kg (keskmine 11,9 MJ/kg), õlisaagis 19,0 - 25,3 % (keskmine 21,2 %). Maavara on ammendatud 48,5 ruutkilomeetrit (Joonis 7), sellest osa avakaevandamisega (Aidu karjäär 24,3 km<sup>2</sup>), ülejäänud allmaakaevandamisega (Kohtla ja Sompa kaevandused pindalaga 24,2 km<sup>2</sup>). Maastikuallüksuse lõunaosas ja segmendi põhjaserval on põlevkivi säilinud. Aktiivsete mäeeraldise pindala on 43,3 km<sup>2</sup>, sinna hulka on arvatud ka Aidu karjääri ala. Kaevandamata on 19 km<sup>2</sup> suurune ala, peamiselt allüksuse lõunaosa, kus on Ojamaa ja Sompa mäeeraldised. Põlevkivi lasumussügavus selles piirkonnas on 25 – 30 m, kihindi paksus 2,1 - 2,3 m.

Kaevandatud alad allüksuses on selgelt eristatavad – karjääri kohal vaalkaevandamisest maha jäänud triibuline maapind ning allmaakaevandamisel on näha lankkaevandamise tagajärjel varisenud alad.

Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi Haljala lademe karbonaatkivimid. Pinnakatte moodustavad glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised setted, moreen, turvas ning Aidu karjääri kohal tehnogeensed setted.

**Graptoliit-argilliit** paksusega kuni 1 m levib praktiliselt kogu üksuse piires (Joonis 8). **Glaukoniit** levib Leetse kihistus, mille keskmine paksus on 0,77 m.

### *A2e. Ojamaa nõo kesk-lääneosa, Sirts*

A2e. Kuigi fosforiidi varu on suhteliselt suur, on seda vähe uuritud. Allüksuses on eelistatud kaevandavaks maavaraks põlevkivi, kuid muutlike geoloogiliste tingimuste ning keerukate keskkonnatingimuste tõttu on lähitulevikus kaevandamine ebatõenäoline.

Allüksus pindalaga 248,9 km<sup>2</sup> asub Ojamaa nõo kesk-lääneosas, kus pindmine äravool toimub Soome lahte. Avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Rakvere kuni Vormsi lademe kivimid (Joonis 6). Pinnakatte paksus on 2 – 10 m, kohati kuni 15 m. Ala on tasane, absoluutkõrgusel 50 – 90 m., üsna ulatuslikult soostunud/rabastunud, läänest itta laugelt kaldu. Läänest piiravad seda Kunda jõe orund, idast Aseri rike. Põhja-kirde-piir kulgeb piki Oandu avamust ja lõunapiir Soome lahe-Peipsi veelahkmejoont mööda. Sirts allüksusesse ulatub Rakvere-Rägavere fosforiidilasundi lõuna-kagu- ja kirde-idaosa ning Eesti põlevkivimaardla keskosa edela-lõunatiib, mis õheneb kirdest edela suunas (Joonis 8).

Allüksuses valdavad puistud (~75 %), väga vähe on haritavat maad (kokku ~2,5 %) valdavalt ala lääne- ja kaguservas. Allüksuses on üsna suures ulatuses (36,8 km<sup>2</sup>) märgalaid. Sirts soo asub allüksuse keskosas, sellest lõunasse jääb Punasoo, millest omakorda lõunasse jääb osa Tudu Järvesoo. Asustus ja suuremate maanteede võrk on allüksuses väga hõre, kaguservas paikneb Tudu alevik, lisaks on mõned üksikud majapidamised suuremate maanteede ääres.

Allüksuses on suur ala erinevate kaitsealade all (93,9 km<sup>2</sup>, mis moodustab ligi 40 % kogupindalast). Peamiselt on kaitse all märgalad – Muraka loodusala lääneosa, Tudusoo ja Sirts looduskaitsealad. Kaitstavate alade hulka kuulub ka üks pruunkarude reservaat, mis jääb Sirts looduskaitseala idapoolsesse külge. Palju on erinevaid väiksemaid vääriselupaiku (Joonis 11).

**Fosforiit** levib 67,4 km<sup>2</sup> suurusel alal sügavusel 70 – 120 m. Kihindi paksus on kuni 7 m. Prognosvaru on allüksuse piires on ~685 190 tuhat t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> moodustab 60 300 tuhat t. Fosforiidi katendi paksus on allüksuse piires 50 – 120 m. Katendis puudub graptoliit-argilliit. Aluspõhjalise katendi moodustavad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi liiva- ja lubjakivid ning Ülem-Ordoviitsiumi põlevkivi ja lubjakivid. Pinnakatte moodustavad moreen, glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised setted, turvas. Geoloogilised tingimused allüksuses on muutlikud, sellega kaasnevad ka keerukad keskkonnatingimused.

Eesti maardla **põlevkivi** levib 187,4 km<sup>2</sup> suurusel alal sügavusel 45 – 110 m paksusega 1,56 - 2,1 m. Põlevkivi varu allüksuses on ~512 420 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 54 980 tuhat t, (ii) passiivne tarbevaru 309 830 tuhat t ja (iii) passiivne reservvaru 147 610 tuhat t. Varu põlemissoojus on 9,9 - 11,6 MJ/kg (keskmine 10,47 MJ/kg), õlisaagis 17,7 - 20,6 % (keskmine 18,89 %). Allüksusse ulatub Ojamaa kaevanduse aktiivse mäeeraldise väike, 1,44 km<sup>2</sup> suurune osa. Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi karbonaatkivimid Haljala lademest kuni Vormsi lademeni. Pinnakatte moodustavad moreen, glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised liivad ja kruusad, turvas.

**Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 1,14 m.

### *A2f. Ojamaa nõo edelanurk, Oonurme*

A2f. Allüksus on märkimisväärsete maavaradeta.

Oonurme maastikuallüksus (348,2 km<sup>2</sup>) paikneb Ülem-Ordoviitsiumi Nabala ja Vormsi avamusel. Pinnakate on 1-5 m paks, selles levivad moreen, jääjärvelised setted, turvas. Allüksus asub Ojamaa nõo edelanurgas, kus pindmine äravool toimub Peipsi järve. Allüksuses on valdavalt puistud (~80 %), väga vähe on haritavat maad (~3 %). Umbes 10 % alast katavad märgalad. Suurim neist on allüksuse idaserval asuv Muraka raba lääneosa. Allüksuse loodenurgas on Luussaare soo, Tudu Järvesoo ja Anisoo. Asustus ja maanteevõrk on väga hõre, suuremaid asulaid ei ole, vaid hajaasustus suuremate maanteed ümbruses.

Allüksuses on umbes viiendik pindalast erinevate kaitsealade all (77,4 km<sup>2</sup>). Suuremad kaitsealad on loodud märgalade kohale ja ümbrusesse – Muraka ja Tudusoo looduskaitsealad. Allüksuse lõunapoolses osas on veel Paadenurme LKA, põhjaosas Suigu LKA. Leidub palju väikseid vääriselupaiku (Joonis 11).

### *A2g. Ojamaa nõo kagunurk, Muraka*

A2g. Allüksuses on eelistatud kaevandavaks maavaraks põlevkivi, kuid kaevandamine saab prioriteediks siis kui maavarale kergemini juurdepääsetavad piirkonnad on ammendatud.

Allüksus pindalaga 101,2 km<sup>2</sup> paikneb Ahtme kõrgendiku edela-jalamil, Rakvere ja Nabala lademe avamusel. Pinnakatte paksus 2 – 10 m, kohati 15 m. Ala on tasane paiknedes absoluutkõrgusel 50 – 65 m olles kaldu loodest kagusse. Allüksusesse ulatuvad suured soolad (Muraka, Selisoo, Ratva). Pindmine äravool toimub Peipsi järve. Allüksuses on palju puistuid (~45 %) ja märgalaid (~45 %), haritavat maad leidub vaid idaosas (~2,5 %). Allüksuse piiridesse ulatub Muraka raba idapoolne osa, Ratva raba ning Selisoo. Asustus ja suuremate maanteevõrk on väga hõre, ainult kagunurgas on üksikud majapidamised. Looduskaitsealiselt on allüksus suures ulatuses kaetud (~70 %). Suurema osa kaitsealast on seotud Muraka rabaga (Muraka LKA), allüksuse kagunurgas olev Selisoo on samuti kaitse alla võetud. Vääriselupaiku leidub üksikutes kohtades allüksuse idapoolses osas (Joonis 11).

Ojamaa nõo kagunurgas levib Eesti maardla **põlevkivi** 95,4 km<sup>2</sup> suurusel alal sügavusel 60 – 80 m paksusega 1,53 - 1,81 m. Põlevkivi varu allüksuses on ~259 630 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 20 180 tuhat t, (ii) passiivne tarbevaru 142 190 tuhat t ja (iii)



passiivne reservvaru 97 260 tuhat t. Varuplokkide põlemissoojus on 10,2 - 11,4 MJ/kg (keskmine 10,8 MJ/kg), õlisaagis 18,1 - 20,3 % (keskmine 19,2 %). Allüksuse idaserva ulatub väike riba Estonia kaevanduse lääneservast (u 1,3 km<sup>2</sup>), millest u 0,38 km<sup>2</sup> on kaevandatud. Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi Haljala kuni Nabala lademete lubjakivid. Pinnakatte moodustavad glatsiolimnilised setted ja laialt on levinud turvas.

**Graptoliit-argilliit** paksusega 0,05-0,32 m levib 8,1 ruutkilomeetril allüksuse kirdenurgas (Joonis 8). **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 0,77 m.

### A3. Ahtme (Jõhvi) kõrgendik

Ahtme kõrgendik on Pandivere kõrgustiku väiksem geoloogiline ja maastikuline analoog (Joonis 1). Selle võlv ulatub 60 – 75 m ü.m.p. ja seda ümbritsev kitsas nõlvarõngas 55 – 60 m ü.m.p. Kõrgendiku lamedal võlvil ning selle laugel lääne- ja lõunanõlval avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse kuni Nabala lademe lubjakivid. Põhjanõlval avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse lubjakivid (kukersiidikihtidega; Joonis 6). Ahtme rike (Joonis 2) jagab kõrgendiku aluspõhja kihid ja põlevkivilasundi kerkinud loode- (valdavalt Kukruse-Keila avamus) ja vajunud kagupooleks (valdavalt Rakvere avamus), olles kaeväljade looduslikuks piiriks. Kõrgendiku põhja- ja kirdeosa põlevkivivaru on ammendatud, välja arvatud viimane käigus oleva Ojamaa kaevanduse väli kõrgendiku läänenõlval ning Ahtme kaevandusest kagusse jääv segment kõrgendiku idanõlval (Joonis 7). Ahtme rikkest kagus paikneb ammendatud Ahtme kaevanduse väli ja ammendumisele lähenev Estonia kaevanduse väli. Geofüüsikalise (elektromeetrilise) profileerimise ja profiil-puurimise abil on välja eraldatud tihe kirde-edelasuunaliste purustatud ja süvakarstist mõjutatud kivimite vöötmete (rikete) võrk, mis on komplitseerinud kaevandamise tingimusi. Lubjakivide avamustel esineb pindmisi karstivorme (Kalina karstiaala).

Aluspõhja katab enamasti 1 – 2 m, kohati 5 – 10 m paksune künkliku pinnaga moreeni kiht. Levivad glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised setted ning turvas. Kõrgendiku kaevandatud ja neid ümbritsevate alade põhja- ja pinnavete režiim on täielikult muudetud. Võlvialal pindmine äravool puudus, erandiks läänenõlva lõikuv, praegu ajuti veeta lame Kohtla jõe org. Kõrgendiku nõlvadel esines kunagi allikaid. Ahtme kõrgendiku maapõues levisid kunagi Eesti maardla kõige paksemad ja rikkamad kukersiidikihid, mis praeguseks on ammendatud (Joonis 7).

#### A3a. Ahtme kõrgendiku loodeosa, Kohtla

A3a. Allüksuses eelistatud kaevandavaks maavaraks on põlevkivi, millest suurem osa on juba ammendatud. Varude hulka on arvestatud jäänukid ning väiksed segmendid allüksuse ida-kirdenõlval ja edelanurgas.

Allüksuse pindala on 150,5 km<sup>2</sup> paiknedes Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse kuni Keila avamusel. Piirkond paikneb kõrgusel >70 m ü.m.p., võlviala piirab kitsas 50 – 70 m ü.m.p. olev riba. Allüksus asub Ahtme kõrgendiku loodeosas, kus pindmine äravool toimub Soome lahte. Allüksuses on palju puistuid (~35 %) ja haritavat maad (~35 %), viimased levivad allüksuse äärealadel jättes peamised puistumassiivid ala kesk- ja lõunaossa. Märgalaid leidub ~2 % pindalast allüksuse lõunaservas (Kalina soo), väikseid soostunud laiike leidub ala keskosas puistute sees. Asustus ja teedevõrk on allüksuses väga tihedad (Joonis 5). Ala põhjaservas on

Kohtla-Järve linna Järve linnaosa, lääne-keskosas Sompalinnosa, allüksuse idaservas asub Jõhvi linn ja Kohtla-Järve Ahtme linnaosa. Lisaks on piirkonnas tiheda teedevõrgu ääres palju väiksemaid asulaid ja üksikuid majapidamisi. Kaitsealuseid alasid on vähe. Väikseid alasid idaserval ja edelanurgas on kaitse all, peamiselt mõisa pargid ning põlispuud. Ka vääriselupaiku leidub, kuid väga vähe (Joonis 11).

Eesti maardla keskosa **põlevkivi** varu on allmaakaevandustega ammendatud (126,8 km<sup>2</sup>), välja arvatud kitsuke segment kirde-idanõlval ja väike osa ala edelanurgas (Joonis 7). Kaevandamata ala ja kaevandatud ala jäänukite varu on ~61 520 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 26 380 tuhat t, (ii) passiivne tarbevaru 33 670 tuhat t, (iii) aktiivne reservvaru 730 tuhat t ja (iv) passiivne reservvaru 740 tuhat t. Varu paikneb kokku on 22,7 ruutkilomeetrit, kasuliku kihindi lasumussügavus on 10 – 45 m. Kihindi paksused varieeruvad vahemikus 1,09 - 2,25 m (keskmise 2 m). Põlemissoojus on 11,9 - 14,2 MJ/kg (keskmise 12,7 MJ/kg), õlisaagis 20,7 - 25,3 % (keskmise 22,4 %). Allüksuses asub põlevkivi aktiivne mäeeraldis (91,1 km<sup>2</sup>), millest on kaevandamata veel 17,1 km<sup>2</sup>. Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi lubjakivid ja pinnakattes levivad glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised setted, moreen ning turvas, vähesel määral on leida alvareid. Pinnakate on 1 - 2, kohati 5 – 10 m paks. Kagust piirab edela-kirdesuunaline karstunud Ahtme tektooniline rikkevöönd. Selle läheduses kulgeb valgalade piir.

Ala kogu ulatuses levib **graptoliit-argilliit**, mille paksus varieerub vahemikus 0,4 - 1,1 m (Joonis 8). **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 0,78 m.

### **A3b. Ahtme kõrgendiku kaguosa, Mäetaguse**

A3b. Allüksuse eelistatud kaevandatavaks maavaraks on põlevkivi, millest suurem osa on juba ammendatud. Varude hulka on arvestatud jäänukid ning segmendid allüksuse lääneservas ning ida-kagunurgas.

Allüksus (178,3 km<sup>2</sup>) asub Ahtme kõrgendiku kaguosas, kus pindmine äravool toimub valdavalt Peipsi järve. Maapind paikneb absoluutkõrgusel 45 – 70 m, minnes loodes ja lõunas laugelt üle Alutaguse lavaks. Avamuseks on Ülem-Ordoviitsiumi Haljala kuni Nabala lade. Pinnakate on 1 – 2 m, kohati 5 – 10 m paks. Põhjas ja kirdes on üksus piiratud Ahtme tektoonilise rikkega ning idas Pühajõe oruga. Allüksuses on palju puistuid (~60 %), vähem haritavat maad (~30 %), viimased levivad allüksuse ida- ja põhjaosas. Märgalasid leidub ala ida- (Kurtna) ja lääneservas (väiksed kirdepoolsed alad Selisoost ja Ratva rabast), kokku ~3,3 ruutkilomeetrit. Asustus ja teedevõrk on tihedad (Joonis 5). Ala kirdenurka ulatub Kohtla-Järve linna Ahtme linnaosa lõunatipp, mis on küll peamiselt tööstusalade päralt. Ala läbiva tiheda teedevõrgu ääres on palju väiksemaid asulaid ja üksikuid majapidamisi. Kaitsealuseid alasid on allüksuses vähe (~5 km<sup>2</sup>), need kattuvad märgalade allüksuse ida- (Kurtna MKA) ja lääneservas (Muraka ja Selisoo LKA kirdenurgad). Esinevad üksikud vääriselupaigad (Joonis 11).

A3b piires asub suurima Estonia allmaakaevanduse kaeveväli (128,1 km<sup>2</sup>), millest suurem osa (114,6 km<sup>2</sup>) on ammendatud (Joonis 7). A3b piires on väljaspool mäeeraldist ida- ja läänepiiril säilinud põlevkivilevila fragmente pindalaga 65,3 km<sup>2</sup>, sügavusel 20 – 65 m paksusega



1,8 - 2,22 m. Aktiivseid mäeeraldisi on allüksuses 128,1 km<sup>2</sup>, millest kaevandamata 43,5 km<sup>2</sup>. Põlevkivi varusid järelejäänud kaevandamata alal ja kaevandatud ala jäänukites on kokku 182 040 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 102 000 tuhat t, (ii) passiivne tarbevaru 64 080 tuhat t, (iii) aktiivne reservvaru 7 260 tuhat t ja (iv) passiivne reservvaru 8 700 tuhat t. Põlemissoojus varieerub vahemikus 10,8 - 13,5 MJ/kg (keskmise 12 MJ/kg), õlisaagis 19,1 - 24,1 % (keskmise 21,4 %). Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-ordoviitsiumi lubjakivid ning glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised setted, moreen ning turvas pinnakattes.

Allüksuses levib 177 km<sup>2</sup> suurusel alal **graptoliit-argilliit** paksusega 0,05 - 2,1 m (Joonis 8). **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 1,07 m.

## B. Viru rannikulava

Viru rannikulava (Joonis 1) on enamasti tasane, läänes absoluutkõrgusel 65 m, idas 25 m kõrgune pikk ja kitsas lava, mida lõigustavad lõuna-põhja-suunalised jõeorud ja maetud orud. Rannikuplatoo allüksuste põhjapiir kulgeb paekaldas, lõunapiir aga veelahkmeala jalamil, kus kulgeb Kukruse lademe avamus. Kitsa rannikulava pind on lõunaosas kohati nõgus, mis avaldub veelahkmeala jalamiga paralleelsete lääne-idasuunaliste jõgede/ojade näol. Rannikulava pinnal avanevad Kesk-Ordoviitsiumi Kunda kuni Uhaku lademetel lubjakivid (Joonis 6). Pinnakate on enamasti õhuke, esineb alvareid (Joonis 9).

Viru rannikulaval paiknevad Toolse ja Aseri fosforiidimaardlad ja Rakvere fosforiidimaardla kirdeosa (Joonis 8), samuti Eesti kukersiidimaardla lääneosa põhjapoolne segment (Joonis 7). Viru rannikulaval on oluline maht globaalselt problemaatilist musta kilt (diktüoneema-kilt ehk graptoliit-argilliit, Joonis 8). Siin paikneb hüljatud Sillamäe uraanimaagi (graptoliit-argilliit) kaevandus ja uuringuväli. Siin esineb lubjakivileiukohti, sh Kunda tsemendilubjakivi maardla.

## B1. Haljala

B1. Fosforiidi prognoosvarul ei ole oma vähesuse tõttu kaevandamisperspektiivi.

Haljala maastikuallüksusel pindalaga 152,5 km<sup>2</sup> avanevad Kambriumi Tiskre kuni Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku lade (Joonis 6), millel pinnakatet 1 – 5 m, üksikutes kohtades kuni 15 m. Pinnakattesetetest levivad jääjärvelised settes, moreen, turvas, leidub loopealseid (Joonis 9). Maapinna kallakus on lõunast põhja suunas, rannikulava tüüpiline maastik on välja kujunemata. Idapiir kulgeb Selja jõeorgu/maetud orgu mööda. Üle poole pindalast (~55 %) on kaetud puistutega, veerandi alast katab haritav maa ning märgalasid on <1 %. Asustus ja teedevõrk on allüksuses suhteliselt tihedad (Joonis 5). Ala läbib mitu suuremat maanteed, mille läheduses on väiksemaid asulaid ja üksikuid majapidamisi. Ka suurematest teedest eemal leidub elamu. Kaitsealuste alade kogupindala on 18,6 km<sup>2</sup>. Ala põhjaserva ulatub Lahemaa rahvusparki kaguserv. Allüksuse keskosas asub Noonu loodusala. Vääriselupaiku leidub rohkem allüksuse edela- ja lääneosas (Joonis 11).

**Fosforiidi** prognoosvaru 89 150 tuhat t levib 38,6 km<sup>2</sup> suurusel alal. Kihindi sügavus on 10 – 40 m ja paksus <3 m.

**Lubjakivivarusid** on 17,1 ruutkilomeetril arvele võetud kokku 137 780 tuhat m<sup>3</sup>, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 2 590 tuhat m<sup>3</sup>, (ii) aktiivne reservvaru 406 tuhat m<sup>3</sup> ja (iii)

perspektiivvaru 134 780 tuhat m<sup>3</sup>. **Graptoliit-argilliit** leidub 132,3 km<sup>2</sup> suurusel alal (Joonis 8); kihindi paksus on 2,5 - 4,5 m. **Glaukoniit** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 1,65 m.

## B2. Toolse

B2. Allüksuses on tulevikus suureks huviks fosforiidi kaevandamine. Saaks rakendada pealmaakaevandamist.

Maastikuallüksuse pindala on 77,3 km<sup>2</sup>. Üksus paikneb Kambriumi Kallavere kuni Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku lademe avamusel. Pinnakatet on 1 – 5 m, Toolse jõe orus kuni 20 m. Maapinna absoluutkõrgus on 35 – 60 m, nõrgalt kaldu põhjasuunas. Ala on edelast piiratud Selja ja kirdest Kunda maetud oruga ning sellel kulgeb klindi suunas madal, põhjaosas sügavnev Toolse org. Põhjapiiriks on paekallas, lõunapiiriks Pandivere nõlva jalamit tähistav Kukruse avamus. Pool üksuse pindalast on kaetud puistutega, veerandi alast katab haritav maa ning märgalasad on vaid 1 %. Asustus ja teedevõrk on suhteliselt tihedad (Joonis 5). Ala läbib mitu suuremat maanteed, mille läheduses on väiksemaid asulaid ja üksikuid majapidamisi. Ka suurematest teedest eemal leidub elamuid. Allüksuse kirdenurgas paikneb Kunda linna lääneserv. Kaitsealuseid alasid on allüksuses väga vähe, vaid 0,1 % kogupindalast.

Toolse **fosforiidimaardla** levib 40,3 ruutkilomeetril (Joonis 8). Kihindi sügavus on 10 – 40 m ja paksus 1,2 - 3,4 m. Katendis puudub kukersiit-põlevkivi. Fosforiidi tarbevaru on ~220 540 tuhat t, sellest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> on 22 870 tuhat t (sisaldus varieerub vahemikus 8,9 - 11,9 %, keskmine sisaldus 10,5 %). MgO sisaldus on 0,29 - 1,35 % (keskmine 0,5 %), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sisaldus 1,28 - 2,03 % (keskmine 1,62 %). Toolse fosforiidimaardla jätkub katkematult lõuna suunas allüksuse A1e alale (Joonis 8), kus ta lasub 40 – 55 m paksuse katendi, sealhulgas kukersiit-põlevkivi varude all.

Fosforiidi katend algab Leetse kihistust ning katendi paksus kasvab lõuna suunas. Fosforiidi kihindi katendisse kuuluvad Alam-Ordoviitsiumi Pakerordi kuni Billingeni lade ning Kesk-Ordoviitsiumi Volhovi kuni Uhaku lade. Katendi Lasnamäe lademe lubjakivid on kasutusel tsemenditoormena Kunda tsemenditehases. Aluspõhjaline katend koosneb peamiselt liiva- ja lubjakividest, pinnakate moreenist, jääjärvelistest setetest, turbast. Esineb alvareid.

**Lubjakivi** of maastikuallüksuse piires maardlate nimistusse kantud 25 ruutkilomeetril, kihindi paksus on 1,98 - 16,86 m. Kunda maardla ehituslubjakivi varu on ~218 480 tuhat m<sup>3</sup>, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 46 420 tuhat m<sup>3</sup>, (ii) aktiivne reservvaru 104 790 tuhat m<sup>3</sup>, (iii) passiivne tarbevaru 3 800 tuhat m<sup>3</sup> ja (iv) passiivne reservvaru 63 480 tuhat m<sup>3</sup>. Katendi paksus on 1 – 5 m, Toolse jõe orus kuni 20 m. Ammendatud lubjakivimaardla pind on ~2,8 km<sup>2</sup>. Ammendatud ja lähitulevikus ammendatava lubjakivi aladel väheneb fosforiidi katendi paksus 18 – 25 meetrini. **Graptoliit-argilliit** levib 71,2 km<sup>2</sup> ulatuses (Joonis 8), kihindi paksus on 1,4 - 2,5 m. **Glaukoniit** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 0,97 m.

## B3. Viru-Nigula

B3. Perspektiivseid maavarasid ei ole.

Viru-Nigula maastikuallüksuse pindala on 63,7 km<sup>2</sup>. Üksuse piires avanevad Kambriumi Ülgase-Tsitre-Kallavere kuni Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku lade (Joonis 6). Pinnakate pakseneb lõuna suunas olles 1 – 5 m. Ala lõunaosas asub kitsas org, kus pinnakatte paksus ulatub 25 meetrini. Pinnakattesetetest levivad moreen, jääjärvelised setted, vähesel määral glatsiofluviaalsed setted, alvarid (Joonis 9). Piirideks läänes Kunda jõe maetud org, idas Pada jõe maetud org, põhjast on allüksus piiratud klindiga, lõunas ulatub kuni Kukruse lademe avamuseni.

Umbes pool üksuse pindalast on kaetud puistutega (suurem osa sellest levib ala kesk- ja idaosas), veerandi alast katab haritav maa. Suur märgala, Varudi soo säilmed, on allüksuse lõunaosas. Allüksust läbib loodest itta üks suurem maantee, mis ühendab Kunda linna ja Vasta ning Viru-Nigula asulaid. Maanteest põhja poole on asustus suhteliselt tihe, samuti leidub asulaid allüksuse lõunapiiril. Need on piirkonnad, kus maapind on kõrgem. Ala madalamas lõunaosas asustus puudub, sinna jääb Varudi soo ja turbaala ümbritseva piirkonnaga. Kaitsealuseid alasid on väga vähe, vaid 0,2 % kogupindalast.

Õhuke **fosforiidikiht** ei ole varuna arvel. Allüksuses leidub perspektiivset **ehituslubjakivi** ~40 000 tuhat m<sup>3</sup>. **Graptoliit-argilliit** levib 60,5 km<sup>2</sup> ulatuses (Joonis 8), selle paksus on 1,0 - 2,6 m. **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 2,7 m.

#### B4. Aseri

B4. Allüksuses võib tulevikus olla huviks fosforiidi kaevandamine. Saaks rakendada pealmaakaevandamist.

Aseri maastikuallüksus pindalaga 115,2 km<sup>2</sup> paikneb Kambriumi Ülgase-Tsitre-Kallavere kuni Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku avamusel. Pinnakatte paksus on kuni 5 m. Absoluutkõrgusel 30 – 60 m asuv maastik on tasane, kohati laugelt kaldu lõuna suunas. Piirideks läänes Pada jõe maetud org, idas Purtse maetud org, põhjas klint, lõunas Kukruse avamus.

Ligikaudu 40 % üksuse pindalast on kaetud puistutega, natuke vähem, ~35 % katab haritav maa. Suurem puistumassiiv on ala lääne- ja lõunaosas. Märgalad levivad puistumassiivide sees ala lõuna- ja lääneosas (Kuresoo) ja kesk-põhjaosas (Rannu soo). Kuigi suuremaid maanteid on allüksuses vähe (Tallinn-Narva maantee ala põhjaosas ja põhja-kagusuunaline Kõrkküla-Erra kõrvalmaantee ala idapoolses osas), on allüksuse põhja- ja idaosa suhteliselt tihedalt asustatud, ala kagunurgas asub Erra alevik. Asustus puudub metsasemas lääne- ja lõunaosas. Umbes 5 % allüksuse pindalast on kaetud erinevate kaitsealadega. Suurimaks on allüksuse kesk-põhjaosas olev Aseri MKA, väiksemad Arupealse hoiuala Aseri Maastikukaitsealast kagus ning Uhaku MKA allüksuse idaservas Erra jõe orus. Vääriselupaigad asuvad ala lääne-lõunaservas Kuresoo soost lõunas (Joonis 11).

Aseri maastikuallüksuse piiresse mahub Aseri **fosforiidimaardla** pindalaga 109,6 km<sup>2</sup>, sügavusega 10 – 45 m ja paksusega 0,9 - 1,8 m. Allüksus haarab fosforiidi Aseri maardla lääneosa, kus katendis puudub kukersiit-põlevkivi kihind. Fosforiidi kui kivimi varu nende plokkide piires on ~238 110 tuhat t, millest (i) tarbevaru moodustab 170 200 tuhat t (15 350 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ja (ii) prognoosvaru 67 910 tuhat t (5300 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sisaldus varieerub 6,5 - 9,5 % vahel (keskmiselt 7,7 %), MgO sisaldus 0,22 - 1,02 % (keskmine 0,65 %), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

sisaldus 0,64 - 4,95 % (keskmine 2,18 %). Fosforiidi kihindi katendisse kuuluvad Kambriumi liivakivid, Alam-ja Kesk-Ordoviitsiumi lubjakivid ning pinnakattesetted (moreen, turvas, vähesel määral glatsiofluviaalsed- ja glatsiolimnilised setted). Laialt on levinud pinnakatteta loopealsed.

Keskkonnaregistrisse kantud **ehituslubjakivi** levib allüksuses vaid 1,9 ruutkilomeetrit, kihindi paksus on 5,0 - 9,7 m. Ehituslubjakivi varu on ~16 190 tuhat m<sup>3</sup>, sellest moodustab (i) aktiivne tarbevaru 7410 tuhat m<sup>3</sup>, (ii) passiivne tarbevaru 3640 tuhat m<sup>3</sup> ja (iii) aktiivne reservvaru 5140 tuhat m<sup>3</sup>. Allüksuses on paikneb lubjakivi aktiivne mäeeraldis (Suurkõrtsi lubjakivikarjäär) pindalal 0,12 ruutkilomeetrit. **Graptoliit-argilliit** levib 114,1 ruutkilomeetrit (Joonis 8), paksuseks 0,8 - 2,4 m. **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 2,17 m.

## B5. Saka

B5. Allüksuses võib tulevikus olla huviks fosforiidi kaevandamine. Saaks rakendada pealmaakaevandamist.

Ka Saka maastikuallüksus (108,8 km<sup>2</sup>) paikneb Viru rannikulaval Kambriumi Kallavere kuni Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku avamusel. Pinnakatte paksus on kuni 5 m. Maastik on tasane, kohati laugelt kaldu lõuna suunas. Allüksuses on Kohtla-Järve poolkoksimaagi, mille kõrgus on kuni 165 m. Piirideks läänes Purtse jõe maetud org, idas on piir siirdeline, põhjas paikneb klint ning lõunas Kukruse lademe avamus. B5 loodeossa ulatub Aseri fosforiidimaardla (Joonis 8).

Ligikaudu 35 % allüksuse pindalast on kaetud puistutega, sama palju katab haritav maa. Puistuid on rohkem kesk- ja edelaosas, kusjuures edelanurgas asub suur Hiiesoo turba- ja märgala. Väiksemaid märgalaid on veel, kuid nende osatähtsus märgaladega kaetud 2,2 ruutkilomeetrit on väike. Allüksuse kagunurgas asub Kohtla-Järve linna Järve linnaosa koos suurte tööstusaladega. Suurem asustus ja tihedaim teedevõrk (Joonis 5) jääb allüksuse põhjaosa läbiva Tallinn-Narva maantee äärde, kusjuures rohkem maantee ja klindi vahelisele alale. Suur osa allüksuse kesk- ja kaguosast on asustusetu. Umbes 4 % allüksuse pindalast on kaetud kaitsealadega. Suurimaks on allüksuse kirdenurgas olev Ontika MKA, väiksemad kaitsealad sellest läänes on Aa mõisa park ja Aa männik. Vääriselupaigad asuvad allüksuse keskosas (Joonis 11).

**Fosforiit** levib 76 ruutkilomeetrit sügavusel 10 – 45 m paksusega 1 - 1,6 m. Allüksus haarab fosforiidi Aseri maardla idaosa (endise Saka maardla), kus katendis puudub kukersiit-põlevkivi kihind. Fosforiidi varu ~192 030 tuhat t (13 440 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Varu jaguneb (i) tarbevaruks (116 280 tuhat t, millest 7530 tuhat t moodustab P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ja (ii) prognoosvaruks (75 750 tuhat t, millest 5910 tuhat t moodustab P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sisaldus varieerub 6,42 ja 9,52 % vahel (keskmiselt 8,3 %). MgO sisaldus 0,43 - 1,65 %, keskmine 0,86 %. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sisaldus on 0,98 - 2,09 % (keskmine 1,34 %). Fosforiidi katendi moodustavad Alam-ja Kesk-Ordoviitsiumi lubjakivid ning pinnakattes moreen, turvas, jääjärvelised settes, tehnogeensed setted (poolkoksimaagi), laialt on levinud loopealsed.

**Ehituslubjakivi** levib allüksuses 5,1 ruutkilomeetrit, kihindi paksus on 5,2 - 17,6 m. Ehituslubjakivi varu on ~53 000 tuhat m<sup>3</sup>, sellest moodustab (i) aktiivne tarbevaru 26 870 tuhat m<sup>3</sup>, (ii) passiivne tarbevaru 15 640 tuhat m<sup>3</sup>, (iii) aktiivne reservvaru 7 420 tuhat m<sup>3</sup> ja (iv)



perspektiivvaru 3 070 tuhat m<sup>3</sup>. **Graptoliit-argilliit** levib praktiliselt kogu üksuse piires (Joonis 8), selle paksus on 0,8 - 2,4 m. **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 1,48 m.

## B6. Ontika

B6. Alal leidub väiksel alal vähesel määral ehituslubjakivi, fosforiidikihind on õhuke või puudub.

Ontika maastikuallüksuses (107 km<sup>2</sup>) avanevad Kesk- Ordoviitsiumi Kunda kuni Uhaku kivimid (Joonis 6). Pinnakate on kuni 5 m paks, allüksuse kagunurgas on väike ala mõjutatud Pühajõe orust, kus kvaternaarisetete paksus ulatub 20 meetrini. Pinnakattes levivad moreen, jääjärvelised setted ja turvas (Joonis 9). Maastik, 35 – 60 m ü.m.p., on tasane, laugelt kaldu itta ja kohati lõuna suunas. Piir läänes on siirdeline, idas läheb piir piki Pühajõe maetud orundit, põhjas on piiriks klint, lõunas Kukruse lademe avamus. Allüksusest ~65 % on kaetud puistutega, mis levivad laialdaselt ala kesk-põhja-, kesk-, ida- ja lõunaosas. Viidendiku maast on haritav, mida on rohkem ala loode- ja idaosas, samuti kirdenurgas. Märgalasid on allüksuses väga vähe (<1 %), suurim asub allüksuse lõunaosas Pühajõe oru ümbruses. Asustus ja teedevõrk on tihedad (Joonis 5). Ala kirdenurka ulatub Toila aleviku lääneosa, allüksuse lääneserva jääb Kohtla-Järve linna Kukruse linnaosa ning allüksuse siirdeline länepiir läbib Jõhvi linna. Põhjapiiril ja suuremate maanteed ääres on asutust rohkem, samas on suur ala kesk- ja lõunaosas asustuseta. Ontika MKA võtab enda alla suurema osa allüksuses levivatest kaitsealadest (kogu kaitstav ala 7,8 ruutkilomeetrit), see jääb ala põhjaossa. Ala kesk- ja lõunaosas on mõned vääriselupaigad (Joonis 11).

**Fosforiidikihind** on õhuke või puudub. Eksisteerib väga väike ala (0,3 km<sup>2</sup>) **ehituslubjakivi** passiivse tarbevaruga 2 350 tuhat m<sup>3</sup>, kihindi keskmine paksus 7,6 m. **Graptoliit-argilliit** levib kogu allüksuse ulatuses (Joonis 8), selle paksus on 0,8 - 1,3 m. **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 1,2 m.

## B7. Türsamäe

B7. Perspektiivsed kaevandatavad maavarad, välja arvatud ehituslubjakivi, puuduvad.

**Türsamäe** (81,7 km<sup>2</sup>) allüksuses avanevad Kesk-Ordoviitsiumi Aseri kuni Uhaku lademed (Joonis 6). Pinnakate pakseneb edela suunas ning on valdavalt <5 m, Pühajõe orus kuni 10 m paks. Pinnakattes levivad moreen, glatsiofluviaalsed ja jääjärvelised setted ning turvas (Joonis 9). Absoluutkõrgusel 20 – 45 m ü.m.p. paiknev maastik on tasane, kaldu loode, kohati laugelt lõuna suunas. Ala piir läänes on Pühajõe maetud orul, idas piki Sõtke orgu, põhjas klint ning lõunas Kukruse lademe avamus. Ligikaudu ~60 % allüksuse pindalast kaetud puistutega, mis levivad laialdaselt ala kesk- ja lõunaosas. Umbes 15 % hõlmab haritav maa, seda on rohkem ala põhjaosas, samuti idaservas. Märgalasid on allüksuses vaid ~1 % kogupindalast. Asustus on allüksuse kirdeosas väga tihe, seal asub Sillamäe linn koos suurte tööstusaladega selle ümbruses. Teine tihedama asustusega koht on allüksuse lõunaserval – Viivikonna küla, mis oli enne käesoleval aastal toimunud omavalitsuste haldusreformi Kohtla-Järve linnaosa. Allüksuse lõunaosa on muidu asustuseta, rohkem on asulaid ja majapidamisi ala kesk-põhjaosa läbiva Tallinn-Narva maantee ümbruses. Päite MKA (0,5 km<sup>2</sup>) allüksuse põhjaserval võtab enda alla <1% ala kogupindalast.

**Fosforiidikihind** õhuke või puudub. Esineb (6,1 km<sup>2</sup>) perspektiivne **ehituslubjakivi** maardla varuga 78 260 tuhat m<sup>3</sup>. **Graptoliit-argilliit** levib praktiliselt kogu allüksuse piires (pindalal 80,5 km<sup>2</sup> paksusega 0,8 - 2,6 m; Joonis 8). Ala kirdenurgas asub hüljatud graptoliit-argilliidi (uraani) kaevandus. **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 1,04 m.

## B8. Sinimäe

B8. Allüksuse idaosas paikneb ebaperspektiivne fosforiidilevila. Vähesel määral esineb ehituslubjakivi.

Sinimägede maastikuallüksuse näol (102,5 km<sup>2</sup>) on tegemist keeruka ehitusega glatsiotektooniliselt dislokiseeritud Viru rannikulava idapoolseima osaga, mille normaalväljade avamus koosneb Kesk-Ordoviitsiumi lademetest, kuid ricketes esineb Kambriumi avamussaari Lontova lademini. Pinnakattes levivad moreen, glatsiofluviaalsed ja jääjärvelised setted ning turvas (Joonis 9). Pinnakatte paksus on kuni 10 m, suuremad paksused ala keskosas. Maapind paikneb absoluutkõrgusel 20 – 50 m, Sinimägedes kuni 80 m ü.m.p. Pindmine äravool on Soome lahte või Narva jõkke. Allüksuse pindalast on ~40% kaetud puistutega, ~30 % moodustab haritav maa. Väike märgalalapp (0,3 km<sup>2</sup>) asub allüksuse lääneservas. Allüksus on asutuse ja teedevõrguga kaetud üsna ühtlaselt. Idanurgas asub Narva linn, tihedam asutus on ka Sinimägede piirkonnas, ala lääneserva ulatub Sillamäe linn ning Vaivara. Ülejäänud alal leidub väiksemaid asulaid ja üksikuid majapidamisi. Kaitstavaid alade kogupindala on 2,6 km<sup>2</sup>. Suure osa sellest hõlmavad Vaivara MKA Sinimägede ümbruses ja Udria MKA ala põhjapiiril. Viimasega kattub ka suurem osa allüksuses leiduvatest vääriselupaikadest (Joonis 11).

Narva linna piirile jääb ebaperspektiivseks hinnatud, Keskkonnaregistrisse kandmata, väike Narva **fosforiidimaardla**. Maastikuallüksuse piires paikneb pisikene (0,3 km<sup>2</sup>) Laagna **ehituslubjakivi** maardla, mille kihindi keskmine paksus on 8,2 m. Ehituslubjakivi varu on u 2 020 tuhat m<sup>3</sup>, mis kõik on määratud aktiivseks tarbevaruks. **Graptoliit-argilliit** levib on 84,6 km<sup>2</sup> ulatuses (Joonis 8); selle paksus on 0,8 - 1,75 m. **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 0,68 m.

## C. Alutaguse lava

Alutaguse lava laiub Pandivere kõrgustiku lõuna-osast ida suunas, Peipsi järve ja Narva jõe lõuna- ja idasuunaliste vooludega vesikonnas (Joonis 1 ja 2). Alal on Ülem-Ordoviitsiumi lubjakivide avamusel tavaliselt kuni 15 m paksune pinnakate, sageli soostunud tasandikud (kirjeldatud osana Peipsi madalikust; Haberman jt. 2008), mis piiravad Viru veelahkmeala kõrgendikke ja nõgusid. Üldjoontes tasane lava langeb 70 m ü.m.p. tasemelt läänes 31 m tasemele Peipsi ääres ja 25 m tasemele kirde-nurgas.

Geoloogilises ehituses on olulisteks erisusteks:

- Viivikonna rike, mis lõikub C5 allüksuse põhjaserva Viivikonna-Kuremäe joonel,
- Pühajõe-Vasavere maetud org Kurtna mõhnastikuga, mis eraldab allüksust C5 Ahtme kõrgendikust (A3) ning
- Kesk-Devoni Narva lademe erosioonijäänuki avamusala põlevkivi katendis Narva jõe läänekaldal.

Alutaguse lava keskossa ulatub Eesti kukersiidimaardla keskosa suhteliselt vaene lõunaserv ja idaossa kogu Eesti põlevkivimaardla idaosa (Joonis 7).

## C1. Lohusuu

C1. Maavaravarud puuduvad, siia ulatuvad Eesti põlevkivimaardla mittetööstuslikud kihitsad.

Lohusuu maastikuallüksuse pindala on 315,3 km<sup>2</sup>. See paikneb Alutaguse lava edelanurgas, Pandivere kaguajalamil. Avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Nabala kuni Pirgu kivimid (Joonis 6). Pinnakattes levivad glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised setted, turvas ning moreen (Joonis 9). Maapind paikneb absoluutkõrgusel 30 – 70 m, olles laugelt kaldu kagu suunas. C1 ja C2 piir on geoloogiliselt siirdeline. Pindmine äravool on Peipsi järve. Ligikaudu 70 % allüksusest on kaetud puistutega, 15 % alast on haritav maa. Märgalasid on allüksuses 5,8 ruutkilomeetrit, kirdenurka ulatub väga väike osa Muraka rabast, ala keskosas on Perusoo ja Maetsma soo. Asustus on allüksuses tihe, samuti on tihe teedevõrk (Joonis 5). Suuremad asulad on ala keskpõhjaosas Avinurme alevik, lääneosas Ulvi küla, Lohusuu alevik kaguosas, idaservas Tudulinna alevik. Lisaks on väiksemaid asulaid ning majapidamisi, peamiselt suuremate teede ääres. Kaitstavaid alasid allüksuses on kokku 16,2 ruutkilomeetrit. Sellest kolm suuremat kaitseala on Kärasi LKA ja Järvevälja MKA allüksuse keskosas ja Muraka LKA ala kirdenurgas. Palju on väikeseid vääriselupaiku (Joonis 11).

Maavaravarud puuduvad, siia ulatuvad Eesti põlevkivimaardla mittetööstuslikud kihitsad. **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 0,36 m.

## C2. Iisaku

C2. Perspektiivseks maavaraks on Eesti maardla põlevkivi. Kaevandamist piirav kihindi suurenev sügavus ja vähenev tootlikkus, kaevandamine on tõenäoline ainult allüksuse põhjaosas.

Iisaku maastikuallüksus moodustab Alutaguse lava avara (517,2 km<sup>2</sup>) lõunaosa. Avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Rakvere ja Nabala lademe karbonaatkivimid (Joonis 6). Pinnakate on kuni 20 m paks. Maapind paikneb kõrgusel 30 – 50 m ü.m.p., kõrgus väheneb laugelt lõuna-kagusse. C2 läbivad põhjast lõunasse Peipsi järve suubuvad jõed madalates orgudes (Joonis 3). Iisaku üksuse piirid on geoloogiliselt siirdelised, vaid kirdenurgas piirab seda Pühajõe org. Suur osa (~70 %) allüksusest on kaetud puistutega. Vaid 6 % alast on haritav maa, valdav osa sellest levib allüksuse keskosas. Väga palju on märgalasid, peaaegu viiendik pindalast, vaid ala kirde- ja põhjaosas levib neid vähem: Muraka raba kaguserv ulatub allüksuse loodenurka, sellest kagusse jäävad Matkasoo, Lemmaku ja Ristikivi sood allüksuse lääneserval, Agusalu sood ja Valgesoo ala idaosas ja paljud teised. Asustus on seotud märgalade paiknemisega, st teedevõrgustik ja asulad paiknevad märgalasid eraldavatel kõrgematel aladel. Suurimaks asulaks allüksuse keskel on Iisaku alevik maastikuallüksuse kirdeosast keskossa ulatuval Iisaku-Iluka oosil. Väiksemaid asulaid paikneb suuremate teede ümbruses ning Peipsi rannikul.

Kaitstavad alad allüksuse kogupindalast moodustavad umbes veerandi, kusjuures peamise osa sellest hõlmavad kaks looduskaitseala – Muraka allüksuse lääneosas ning Agusalu ala idaosas. Väiksemaid kaitsealasid leidub allüksuses veel, sh ka vääriselupaiku (Joonis 11).

Maastikuallüksuse põhjavööndis paikneb Eesti põlevkivimaardla ääreala, mis levib 231 ruutkilomeetril sügavusel 50 – 90 m. Kihindi paksus on 1,53 - 2,17 m. Põlevkivi varud on ~659 740 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 64 680 tuhat t, (ii) passiivne tarbevaru 73 500 tuhat t, (iii) aktiivne reservvaru 67 380 tuhat t ja (iv) passiivne reservvaru 454 180 tuhat t. Varuplokkide põlemissoojus varieerub vahemikus 9,6 - 12,1 MJ/kg (keskmise 10,7 MJ/kg); õlisaagis on 17,1 - 21,6 % (keskmise 19,1 %). Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi Haljala kuni Nabala lademetel lubjakivid. Pinnakatte moodustavad glatsiofluviaalsed ja glatsiolimnilised setted, turvas, vähesel määral moreen.

Allüksuse põhjanurka ulatub Estonia põlevkivikaevanduse aktiivne mäeeraldis 8,2 ruutkilomeetril, millest 6,5 ruutkilomeetril paiknev varu on kaevandamata.

Alal levib **graptoliit-argilliidikihi** õhem lõunaosa (219 km<sup>2</sup>, paksus 0,05 - 0,7 m; Joonis 8). **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 0,44 m.

### C3. Agusalu

C3. Perspektiivne kaevandatav maavara on põlevkivi, kuid kihindi suureneva sügavuse ja väheneva tootlikkuse tõttu on kaevandamine tõenäoline ainult allüksuse põhjaosas.

Agusalu maastikuallüksus (178,1 km<sup>2</sup>) paikneb Alutaguse lava kagunurgas. Allüksuses avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Keila kuni Nabala kivimid, ala kirdeosas ja vähesel määral kagunurgas asub Kesk-Devoni Narva lademe avamus (Joonis 6). Pinnakate on kuni 20 m, edelanurgas kuni 26 m paks. Maapind paikneb absoluutkõrgusel 30 – 55 m, maapind madaldub laugelt kagusse ja itta. Piir allüksuste C3 ja C4 vahel on geoloogiliselt siirdeline. Puistutega on kaetud ~60 % ala kogupindalast, kusjuures suuremad massiivid asuvad ala põhja- ja keskidaosas. Märjalad katavad ~30 % kogupindalast. Ala lääne- ja keskosas paiknevad Agusalu sood, kirdenurgas Laukasoo, lõunaosas Feodorisoo ja paljud teised. Umbes 1 % pindalast moodustavad haritavad maad. Asustus on allüksuses hõre. Leidub vaid üksikuid majapidamisi ala põhjaosas. Suuremad asulad on ala lõunaosas (Jaama küla) ja Narva jõe ääres (Vasknarva, Permisküla). Ka suuremaid maanteid on vähe, ala põhjaosast tuleb vaid Jõhvi-Vasknarva tugimaantee, mis ala lõunaosa asulaid ühendades hargneb. Kaitstavaid alasid on pool kogupindalast. Suurema osa sellest võtavad enda alla Agusalu LKA allüksuse lääneosas ja Puhatu LKA ala kirdenurgas. Ala kagunurgas paikneb Struuga MKA, põhja- ja keskosas leidub vääriselupaiku (Joonis 11).

Allüksuse C3 kesk- ja loodeosa kattub Eesti **põlevkivimaardla** äärealaga 143,3 km<sup>2</sup> ulatuses. Põlevkivi asub 50 – 90 m sügavusel, kusjuures kihindi paksus on 1,58 - 2,03 m. Põlevkivi varu allüksuses on ~487 010 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 79 480 tuhat t, (ii) passiivne tarbevaru 290 480 tuhat t, (iii) aktiivne reservvaru 20 490 tuhat t ja (iv) passiivne reservvaru 96 570 tuhat t. Varuplokkide põlemissoojus varieerub vahemikus 10 - 12,1 MJ/kg (keskmise 10,7 MJ/kg), õlisaagis on 17,9 - 21,6 % (keskmise 19,6 %). Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi Haljala kuni Nabala lademetel lubjakivid. Pinnakatte moodustavad glatsiolimnilised setted, turvas, vähesel määral moreen.

Alal (143,8 km<sup>2</sup> ulatuses) levib **graptoliit-argilliidikihi** lõunaosa (Joonis 8) paksusega 0,1 - 1,4 m. **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 0,55 m.



#### C4. Puhatu

C4. Perspektiivne kaevandatav maavara on põlevkivi. Kihindi suureneva sügavuse ja väheneva tootlikkuse tõttu on kaevandamine tõenäoline ainult allüksuse põhjaosas.

Puhatu maastikuallüksus (101,4 km<sup>2</sup>) paikneb Kesk-Devoni Narva lademe dolomiitmerglite ja aleuroliitide avamusel Narva jõe äärses Alutaguse laval. Narva lade katab Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse kuni Rakvere lademe kulutuspinna, seetõttu on põlevkivi katend sel alal erakordse ehituse ja koostisega. Pinnakate on kuni 30 m paks, suure pindala katavad Puhatu soostiku turbalasadid (Joonis 9). Allüksusel asub Estonia kaevanduse alal oleva kukersiidiga sarnane põlevkivikiht. Allüksuste C4 ja C5 vaheline piir on tõmmatud arvestades geoloogilise uurituse taset. Uurituse tase on kõrgem maastikuallüksuses C5 (Mustajõe), mille põlevkivivaru on lülitatud Narva karjääri mäeeraldise koosseisu. Puistutega on kaetud umbes pool ala kogupindalast, kusjuures suurem massiiv asub idaosas. Teisel poolel levivad märgalad – Puhatu ja Mustalatva, ala lõunaserval Laukasoo jt. Haritavat maad allüksuses praktiliselt ei ole. Asustus ja teedevõrk puuduvad (Joonis 5). Kolmveerandi allüksuse pindalast katab Puhatu LKA. Poruni jõe keskosa ümbruses allüksuse idaosas on registreeritud palju väikeseid vääriselupaiku (Joonis 11).

Eesti maardla **põlevkivi** levib kogu maastikuallüksuse ulatuses sügavusel 30 – 60 m. Kihindi paksus on 1,75 - 2,03 m. Põlevkivi varu allüksuses on ~295 160 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 21 820 tuhat t, (ii) passiivne tarbevaru 133 040 tuhat t ja (iii) passiivne reservvaru 140 300 tuhat t. Varuplokkide põlemissoojus varieerub vahemikus 10,9 - 12,6 MJ/kg (keskmine 12 MJ/kg), õlisaagis 19,4 - 22,5 % (keskmine 21,6 %). Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi Haljala kuni Rakvere lademetest lubjakivid, mida katavad Kesk-Devoni dolomiitmergel ja aleuroliit. Pinnakatte moodustavad laialdase levikuga turvas ning glatsiolimnilised setted.

Alal levib **graptoliit-argilliidikihi** lõunaosa 101,4 km<sup>2</sup> ulatuses (Joonis 8) paksusega 0,1 - 1,4 m. **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 0,46 m.

#### C5. Mustajõe

C5. Perspektiivne kaevandatav maavara on põlevkivi, mis on säilinud mäeeraldise piirides ala lääne- ja lõunaserval.

Mustajõe maastikuallüksus (387 km<sup>2</sup>) paikneb Alutaguse lava kirdenurgas. Allüksuse piires avanevad Kesk-Ordoviitsiumi Lasnamäe ja Uhaku lademe lubjakivid (Joonis 6). Põlevkivi sisaldav Kukruse lade moodustab Ordoviitsiumi ladestu pinnakihi, mida allüksuse kesk- ja lõunaosas katab Kesk-Devoni Narva lade ning põhjaosas pinnakate (üldiselt kuni 5 m, kaevandatud alade kohal 5 – 25 m). Suurem osa allüksuse põlevkivivarust on ammendatud, väiksem osa on säilinud mäeeraldise piirides ala lääne- ja eelkõige lõunaserval (Joonis 7). Kaevandamise tagajärjel on täielikult muudetud ala põhja- ja pinnavesüsteemid. Puistutega on kaetud ~60% ala kogupindalast, suur puistumassiiv on allüksuse ida-, kesk- ja põhjaosas. Allüksuse lõunaserva ulatub Puhatu ja Mustalatva sood, ala idaosas on Kõrgesoo. Märgalad moodustavad kogupindalast umbes veerandi. Haritavat maad on allüksuses alla 1%. Palju on tehnogeenset ala ja asustatud alade hulka on arvatud suured tehnogeensed piirkonnad allüksuse idaosas – SEJ tuhaplatood jms. Asulaid on allüksuse põhjaosas (Mustanina ja Sirgala), ala

idaserva jääb Narva linn oma ümberkaudsete asulatega. Teedevõrk on suhteliselt tihe, seda eriti idaosas (Joonis 5). Kaitstavaid alasid allüksuses on vähe, vaid 4 % kogupindalast. Allüksuse lõunaossa ulatub Puhatu LKA põhjaserv, ülejäänud kaitsealad, sh vääriselupaigad (Joonis 11) on palju väiksemad ning need paiknevad allüksuse kesk- ja põhjaosas.

Allüksuse kirdenurka jääb väike ala ebaperspektiivseks hinnatud Narva **fosforiidimaardlast**. Eesti maardla **põlevkivi** levib 102,3 km<sup>2</sup> suurusel alal sügavusel 0 – 40 m. Kihindi paksus on 0,6 - 2,19 m. Kaevandamata ja kaevandatud alade jäänukite põlevkivivaru allüksuses on ~241 830 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 127 230 tuhat t, (ii) passiivne tarbevaru 57 820 tuhat t, (iii) aktiivne reservvaru 8490 tuhat t ja (iv) passiivne reservvaru 48 300 tuhat t. Varuplokkide keskmine põlemissoojus on 12 – 13 MJ/kg (keskmine 12,5 MJ/kg), õlisaagis 21,4 - 23,1 % (keskmine 22,3 %).

Allüksuses on aktiivseid mäeeraldisei nii aluspõhja kui pinnakatte maavarade kaevandamiseks. Põlevkivi aktiivsed mäeeraldised (Narva ja Sirgala karjäärid) on 162,3 km<sup>2</sup>-l, pinnakattemaavarad (liiva ja turba kaevandamine) võtavad enda alla 13,6 km<sup>2</sup>.

Põlevkivi katendi moodustavad Ülem-Ordoviitsiumi Haljala kuni Uhaku lademetete lubjakivid, viimast katavad Kesk-Devoni dolomiitmergel ja aleuroliit. Pinnakatte moodustavad moreen, glatsiolimnilised setted ning laialdase levikuga turvas. Kuna maapinda on kaevandamisega tugevasti muudetud, on allüksuses palju tehnogeenseid setted.

Alas levib väike ala **ehituslubjakivi** varuga (1 km<sup>2</sup>), kihindi keskmine paksus on 3,6 m, varu 3690 tuhat m<sup>3</sup>, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 800 tuhat m<sup>3</sup> ja (ii) aktiivne reservvaru 2 890 tuhat m<sup>3</sup>. **Graptoliit-argilliit** levib kogu allüksuse ulatuses (Joonis 8), kihi paksus on 0,05 - 1,55 m. **Glaukoniiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 0,51 m.

## 4. Kaevandamise ja mäetööstuse pärand-, praegused ja tulevikumõjud keskkonnale

Virumaa territooriumi kui terviku varasemast päritud, praeguse, järgnevat kaevandamisperioodide ja kaugema tuleviku kaevandamis- ja mäendusjärgse mõju ilmingute, nende vähendamise ning maastike ökoinnovaatilise tervendamise/kujundamise teema on uus, läbi diskuteerimata ja selleks vajalikud uuringud tegemata. Ometi on üldkõnitsused – millised maastikud pärandab kunagi lakkav mäendus tulevastele põlvetele, ja esiteks see, milliseks kujunevad praegu veel kulgevad/kasvavad kaevandamisjärgsed maastikud lähitulevikus, üsnagi reljeefilt jälgitavad ja võivad kujuneda üheks tusedaks kaaluks, kuidas ühiskond suhtub uute kaevanduste rajamisele. Mineviku pärandeostused on hoiatus praeguste ja tulevaste tegevuste korraldajatele.

Suurimate mäendusest tingitud mõjude loetellu kuuluvad:

- Nii ava- kui altkäevandamine on järsult muutnud kaevandatud alade maapõue kui maa toe ja vete filtratsioonikeskkonna omadusi, on hävitanud või kahjustanud varasema elukeskkonna ja elustiku mitmekesisuse. Selle tagajärjel on märkimisväärselt muutunud kaevandatud alade väärtus, sest need on vähesobivad asustamiseks/ehitamiseks ja pole kohandatud väärtuslike poollooduslike maastike arenemiseks. Loodus-, elu- ja majanduskeskkonna säästmise eesmärgil on järjekordsete kaevanduste rajamiseks tarvis otsida väikseimate mõjudega alasid ning keerukamate alade varude kasutamiseks välja arendada adekvaatseid kaevandamistehnoloogiaid.
- Kaevandatud alade põhja- ja pinnavee süsteemi on järsult muudetud, kuid lihtsalt kättesaadavate veeresursside kasutamise võimalustele ja Virumaa kui terviku veesüsteemide teadlikule kujundamisele on pööratud vähe tähelepanu.
- Nii ava- kui altkäevandatud alade pinnamoe, pinnase/mullastiku ja veesüsteemide muutustega kaasnevad elutingimuste muutused, bioloogilise mitmekesisuse vaesumine ja vääriselupaikade kaod. Puuduvad uuringud ja süsteemsed katsetused kaevandatud alade muutmiseks väärtuslikumateks poollooduslikeks aladeks, sh säilitamiseks ja isegi edendamaks bioloogilist mitmekesisust.
- Kaevandustest tingitud kohaliku veevarustuse häired, mida kompenseeritakse kaevude süvendamise keel või keskveevarustusega.
- Loodushoiu, asustuse ja kaevandamise konflikt. Maavarade varude aladele moodustatud looduskaitsealade kaevandamise keeld on muutunud passiivseks olulise osa põlevkivi tarbevarust. Vähe on tehtud uuringuid ja kaevandamistehnoloogilisi arendustöid, mis võimaldaksid altkäevandamisel hoida/laiendada elurikkust maapinnal ja säilitada põllu- ja metsakõlvikuid ning asustust. Linnade lähikümbruste asustuse ja põllu- jm majanduse arengu piiramine maavarade kaevandamise ja/või varude hoiu motiivil, juhul kui selle kasulikkust pole tõestatud majandusliku ja sotsiaalse kasu uuringuga (kaasaegne teostatavus- ja tasuvusuuring = ingl *feasibility study*), on majanduslikult ja sotsiaalselt ebaratsionaalne.

- Mäetööstusest (Virumaa elektrijaamadest ja õlitööstusest, Kunda tsemenditehasest, Tallinna läheduses Maardu fosfaaditehasest) lähtuv õhusaaste on olnud mäetööstuspiirkondade atmosfääri, vete ja pinnase tugeva reostumise põhjuseks. Intensiivse ja järjekindla innovatsiooniga tehnoloogiates ja eriti õhukaitstes on tänaseks saavutatud tervisele ohtlike emanatsioonide vähendamine allapoole rahvusvahelisi norme ning ka CO<sub>2</sub> väljapaiske vähenemine.
- Kattekihtidest kaevandustesse infiltreeruv ning ka aherainete kuhjetest läbi imbuv vesi rikastub sulfiidide jt mineraalide oksüdeerunud ja lahustunud komponentidega. Kaevandusveed on looduslikest allika- ja kaevuvetest kõrgema mineralisatsiooniga, mille mõju suurust ja olulisust looduskeskkonnale ei ole siiani piisavalt uuritud, mõõdetud ega tõestatud.
- Põlevkivi kasutamise/töötlemise produktid – jäätmed – on looduses ohtlikud:
  - Elektrijaamade tuhk on tugevalt leeliseline ning tuhavete lekete vältimiseks tuleb tuhalademed isoleerida.
  - Klassikaliste õlitehaste jäätmed koosnevad poolkoksiist – sisaldavad orgaanilist ainet tahkelt ja õlina. Minevikus on jäätmekuhjeid loodud piisavalt leket vältiva isolatsioonita, mistõttu on reostunud ja veelgi reostuvad pinnaveevoolud ja põhjaveekihiid.
  - Põlevkivi sisaldavad rikastusjäädid kalduvad kõrgetesse lasunditesse kuhjatuna isesüttimisele, mille tulemusel õli sisaldavad ja kõrgelt mineraliseeritud vesilahused tungivad pinna- ja põhjaveesüsteemi.
- Fosforiidikihi katendis esineb graptoliit-argilliidi kihind, mis on rikastunud orgaanilise aine, sulfiidide ja raskmetallidega. Karjääripuistangus oksüdeerivatesse tingimustesse sattudes kaldub argilliit isesüttimisele, eraldades keskkonda gaasi- ja õliprodukte ja raskmetalle nagu aastatel 1950-1990 Maardu fosforiidikarjääris.
- Mäendusvalade keskkonnakahjustuste ja nendest tuleneva kehva maine kujunemisel on olnud mõjuv roll ka tehnoloogilisel hoolimatusel ja hooletusel. Hoolimatuse näideteks kaugemast minevikust on säilinud korrastamata „kuumaastikud“ ning kadunud külad ja põllud avakaevandatud aladel, piisavalt isoleerimata lekkivad poolkoksimäed. Langanud altkaevandatud alad on muutunud maade pinnamoodi, kuid selle tähtsus erinevates maastikutüüpides on hindamata. On välja arendamata keskkonda säästvad altkaevandamise tehnoloogiad.
- Eesti põlevkivi ja fosforiidi kaevandamine on seotud terve hulga erinevate inimeste käitumisest tulenevate ohtudega, mida võib vaadelda kui sellest lähtuvat tehnoloogilist (teadlikku) hoolimatust ja/või (juhuslikku) hooletust. Need on põhjustanud ja võivad edaspidigi põhjustada kahju loodus- ja elukeskkonnale, mis võib muuta maapõuekasutuse ühiskonnale sotsiaalselt ja majanduslikult vastuvõetamatuks. Minevikus riigivõimu poolt sunnitud asustatud ja väärtuslike loodusvalade kaevandamine ja maastike hävitamine ja ebapiisav korrastamine/taaselustamine, praeguseni jätkuv looduslike veesüsteemide hävitamine/kahjustamine ilma nende taastamisele mõtlemata, minevikus mõtlematu kuid tänaseks siiski minimeeritud ja kontrollitud tööstuse emissioonid atmosfääri, jätkuv lekkiv reostus poolkoksihoidlastest (eriti Kohtla-Järvelt Kohtla



jökke ja edasi Purtsesse), isesüttinud põlevkivi rikastusjääkide kuhjetest (Kukruse jt), Maardu fosforiidikarjääride isesüttinud graptoliit-argilliidi puistangutest ja fosforiidi rikastusjääkide hoidlatest, kaevandus—ja tööstusalade pinnaste/muldade saastumine/reostumine, mahajäetud tööstus- ja eluruumide varemed, lihtsalt korrastamata, taimestamata, mitmesuguste jäätmetega alad on tehnoloogilise hoolimatuse ja küündimatuse näiteks. Ammune Kiviõli õlitehase avarii, mis põhjustas eriti laialdase ja ülisuure reostuse Erra jões, Uhaku karstialal ja Purtsse jõe alamjooksul on näide tehnoloogilisest hooletusest/õnnetusest. Hoolimatusest/hooletusest johtuvalt poolkoksihoidlasse segatud muud tootmisjäätmed Kohtla-Järvel on täiendavate ohtude allikaks nendes mägedes jätkuva hõõgumise ja lahuste lekke tõttu.

Kaevandustehnoloogiad on maha jäänud keskkonnahoiu vajadustest. Asustatud ja loodushoiualade varude kaevandamiseks tuleks muuhulgas jõuda loodust, maakasutust ja asustust säästvate altkaevandamise tehnoloogiate väljaarendamiseni. Loodushoiu tingimuste poolest lihtsamatel ja lähiaegseks kaevandamiseks sobivatel aladel säilinud varude bilanss on piisav, et tehnoloogilisteks arendustöödeks anda näiteks 20-30 aastat.

Kaevandamine tulevikus eeldab praeguste tehnoloogiliste küündimatuste ületamist ja tuleviku uusi vajadusi rahuldavate tehnoloogiate eelisarendamist, koos tehnoloogilise kultuuri usaldatavuse taseme tõusuga.

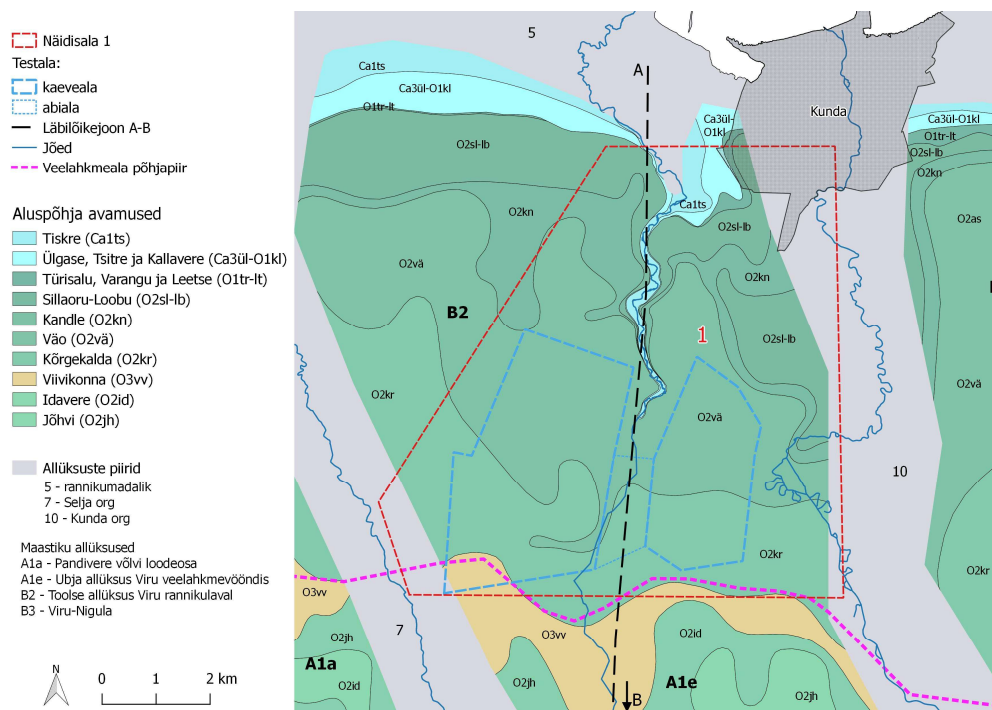
Tulemustele vaatamata on praegusel hetkel veel täielikult või osaliselt lahendamata põlevkivitööstuse keskkonna-/loodushoiu probleemid adekvaatsete looduslike, poollooduslike ja asustatud maastikuelementide kujundamiseks kaevandamisjärgsel Virumaal:

- Pärand-õlireostuse likvideerimine või efektiivne konserveerimine (Kohtla-Järve, Kiviõli keemiatehastes jäätmeheidlate ümbruses ja mõjustatud Erra, Ereda, Purtsse jõgedes ning põlenud rikastusjäätmete kuhjetes Kukrusel, Rutikul jm,)
- Maapinda ja loodust säilitav altkaevandamine,
- Avakaevandamise asendamine altkaevandamisega asustatud (Rakvere linna ümbrus) jt väärtuslikes maastikes,
- Kaevandamisjärgsete maastike reljeefivormide ning põhja- ja pinnavete süsteemide kujundamine
- Ökoinnovaatiline kaevandusjärgsete maastike kujundamine bioloogilise mitmekesisuse ja vääriselupaikade säilitamise/(taas-)loomise ning optimaalse maakasutuse huvides, üldvisioonidena ja sellest lähtuvalt korrastusprojektina iga üksiku lõpetatava kaevanduse tarbeks.

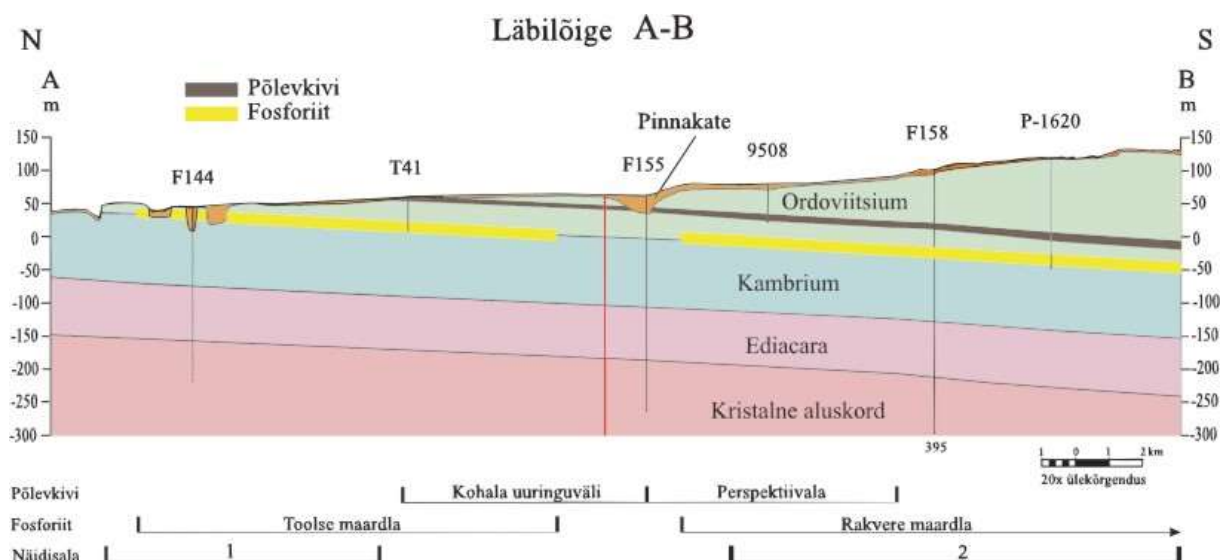
## 5. Näidisalad, kirjeldus ja virtuaalsete testalade valik

### Näidis- ja testala 1. Põhja-Toolse

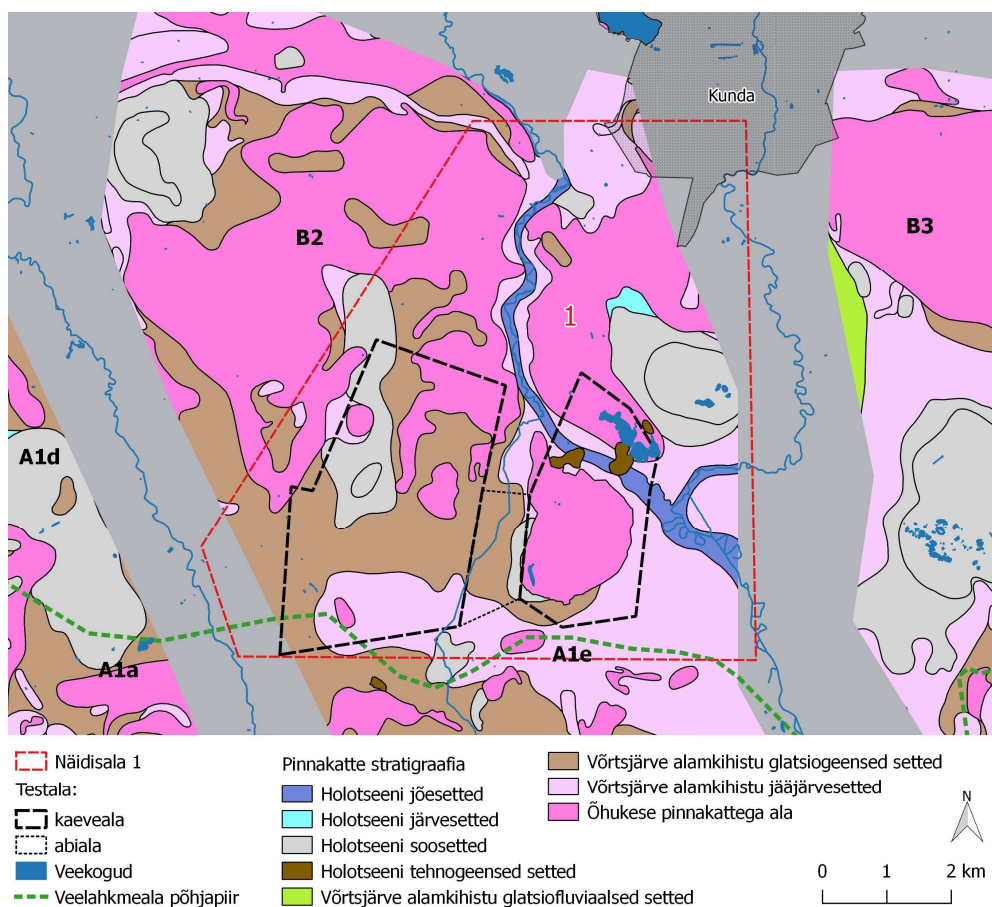
Näidisala NA-1 (56,4 km<sup>2</sup>) paigutub valdavas osas Viru rannikulavale maastikuallüksuse B2 (Toolse) piiresse hõlmates üksuse ida- ja lõunapoolse. NA-1 paikneb Kunda linnast edelas (Joonis 12). Tema põhjapiiriks on Põhja-Eesti klindi astang, loodepiiriks Toolse maardla fosforiidivaru plokkide loodepiir, idapiiriks Kunda jõe maetud org ning lõunapiiriks Pandivere kõrgustiku jalam Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse lademe lamami avamuspiiril. Näidisala piires avanevad Kambriumi liivakivid (Tiskre ning Ülgase, Tsitre ja Kallavere kihistud) ja Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi lubjakivid Volhovi lademest Uhaku lademeni (Joonis 12), millega kaasneb lubjakivide kogupaksuse suurenemine nullist 35 meetrini. Ligikaudu poolel alal on pinnakate õhuke (<1 m), mujal on pinnakatte paksus kuni 5 m, näidisala keskosa läbib Toolse jõe orus ja kirdenurka läbib Kunda jõe orus kohati kuni 20 m. Pinnakate koosneb moreenist, glatsiofluviaalsetest, glatsiolimnilistest setetest ja turbast (Joonis 14). Fosforiidil lasuva katendi kogupaksus kasvab suhteliselt laugelt põhjast lõunasse olles näidisala põhjaosas ~10 m ning lõunaservas ~40 m. Näidisala katab Toolse fosforiidimaardla põhjaosa nendes piirides, kus katendis kukersiit-põlevkivi valdavalt ei esine.



Joonis 12. Näidis- ning testala 1 (Põhja-Toolse) asend aluspõhja geoloogilise taustal.

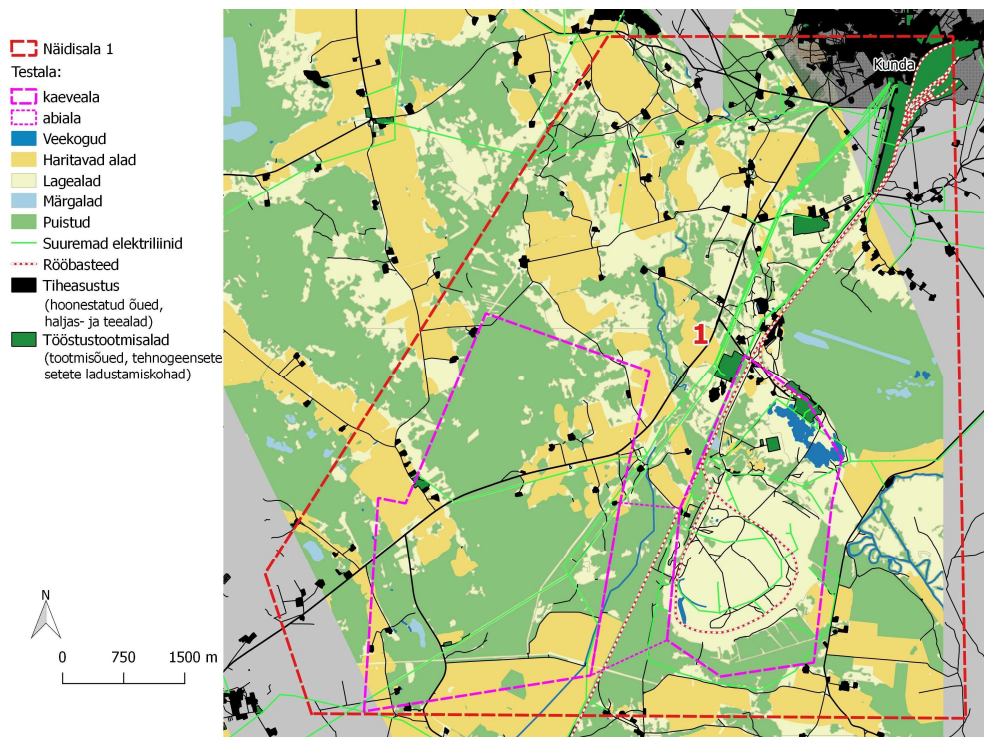


**Joonis 13.** Põhja-lõuna-suunaline geoloogiline läbilõige A-B. Läbilõike all on viidatud Keskkonnaregistri maardlate nimistu andmetel põlevkivi ja fosforiidi plokkidele, samuti näidisalade 1 ja 2 piiridele. Vertikaalsed jooned ja indeksid nende kohal tähistavad puuraukusi, mille andmetel on läbilõige koostatud. Läbilõike asend on toodud aluspõhja geoloogilistel kaartidel (Joonis 12, Joonis 19).

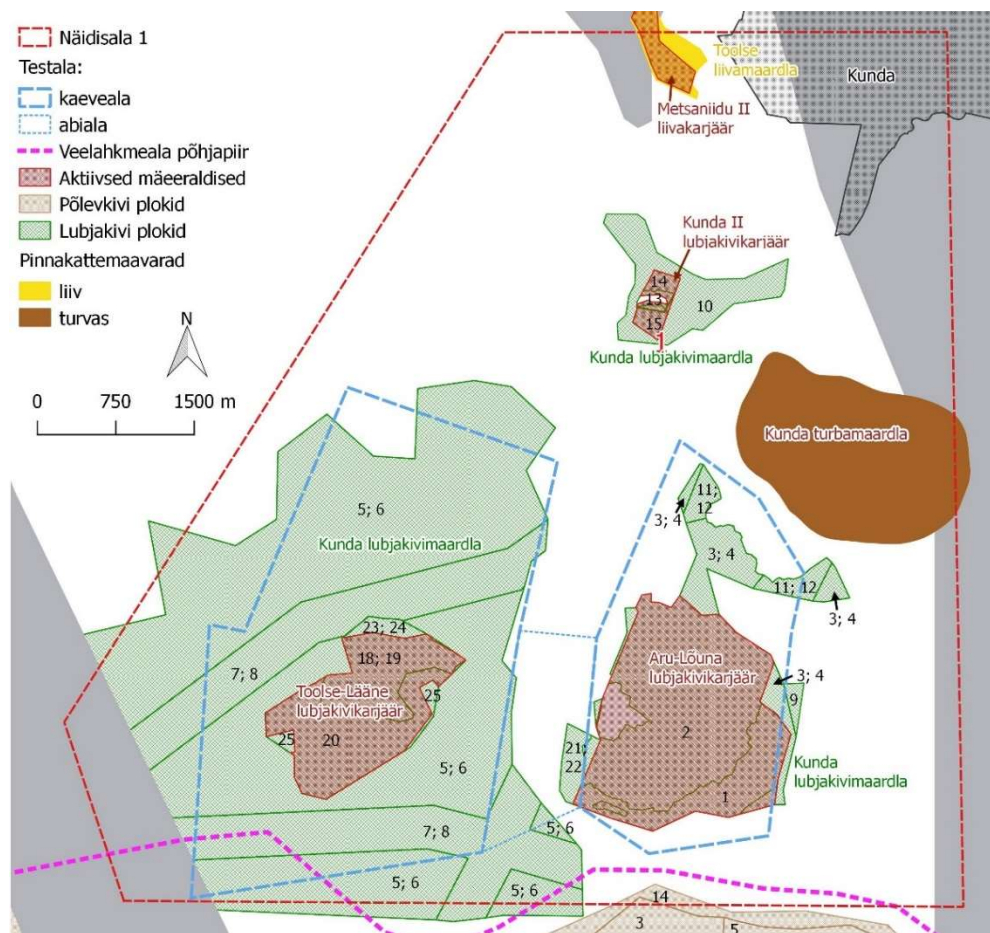


**Joonis 14.** Näidis- ning testala 1 (Põhja-Toole) asend pinnakatte geoloogilise taustal.





Joonis 15. Maakasutus, asustus ja kommunikatsioonid näidisala 1 piires.

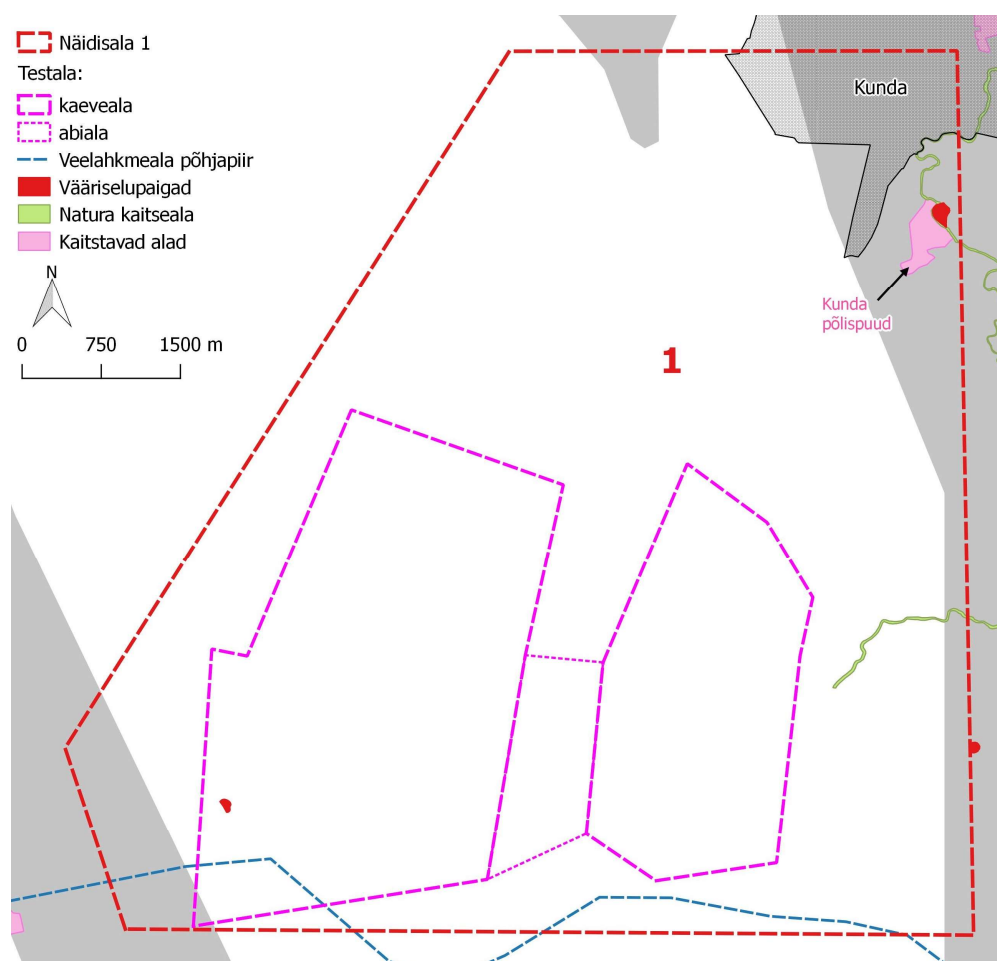


Joonis 16. Maardlad (välja arvatud fosforiit) ja mäeeraldised näidis- ja testala 1 piires.



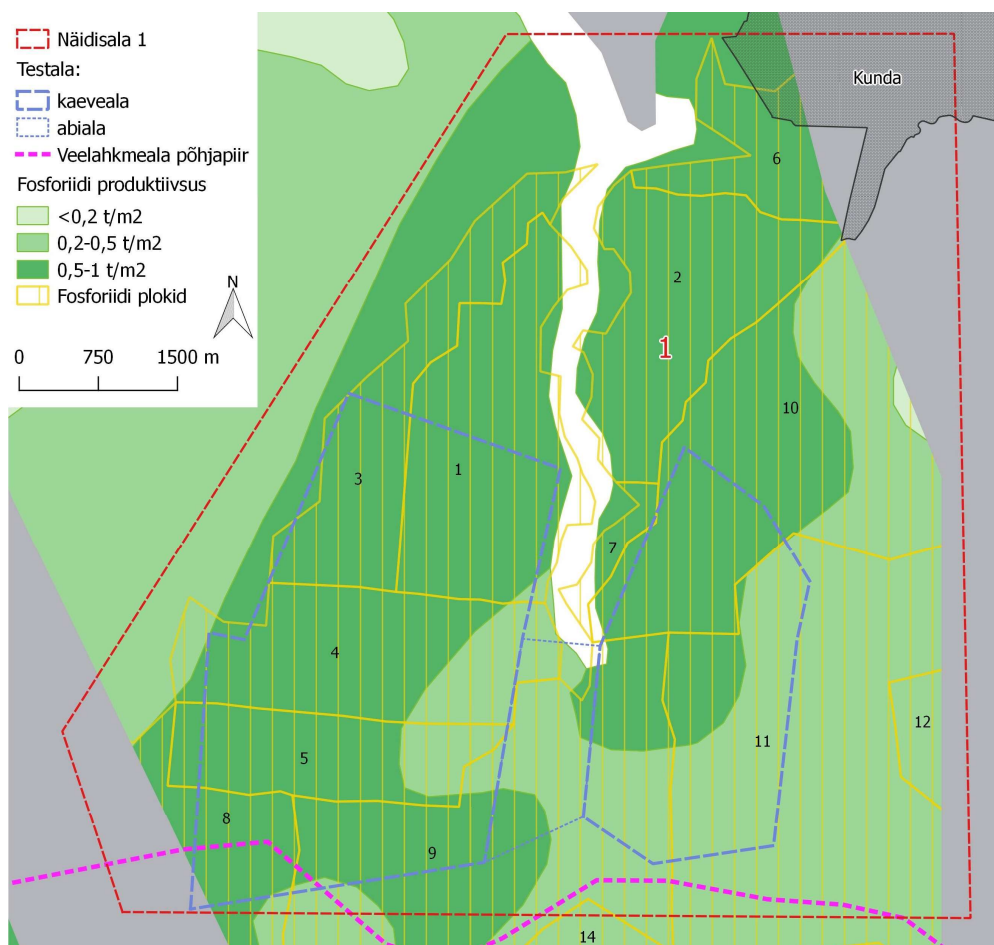
Peaaegu pool näidisala pinnast on kaetud puistutega (Joonis 15), teine pool on haritav maa või lageala. Viimase alla kuuluvad ka Kunda Aru-Lõuna lubjakivikarjääri alad (Joonis 16). Märgalasid on <1% pindalast. Asustus ja teedevõrk on näidisalas suhteliselt tihedad. NA-1 piirkonda jääb mitmeid asulaid ning ala läbib mitu suuremat maanteed ning mitmeid väiksemaid teid, mille läheduses on väiksemaid asulaid ja üksikuid majapidamisi. Märkimisväärsed kaitsealad näidisalas puuduvad (Joonis 17).

**Fosforiidi** varu on näidisala piires suur (240 420 tuhat t) ja see on uuritud tarbevaru tasemel. Kihindi sügavus on 10 – 40 m ning paksus 1,2 - 3,4 m. Näidisalal 1 paikneb Kunda **lubjakivimaardla** 22 ruutkilomeetrit (Joonis 16), plokkide paksusega 1,98 kuni 16,86 m. Ammendatud lubjakivikarjääride pind on ~2,8 km<sup>2</sup>. Ammendatud ja lähitulevikus ammendatava lubjakivi aladel väheneb fosforiidi katendi paksus 18 kuni 25 meetrini. **Graptoliit-argilliit** levib praktiliselt kogu näidisala piires (~53,3 km<sup>2</sup>, kihindi paksus on 1,2 kuni 2,2 m). **Glaukoniiiti** sisaldava Leetse kihistu keskmine paksus on 1 m.



Joonis 17. Looduskaitsete objektide paiknemine näidisala 1 piires.

Näidisala 1 lõunaossa 17,3 km<sup>2</sup> suurusele alale paigutasime testala ehk virtuaalse kaevanduse (Joonis 12 kuni Joonis 18). Testala asukohta valikul arvestasime nii fosforiidi tootlikkust kui ka Kuna Aru-Lõuna lubjakivikarjääri ja olemasolevate mäeeraldiste paiknemist. Samuti jälgiti keskkonnakaitselisi piiranguid (Sedman ja Talviste 2017). Testala koosneb kahest eraldiseisvast osast, mis mõlemad kattuvad osaliselt Kunda lubjakivimaardlaga (Joonis 16). Üks osa asub Toolse jõest idas Kuna Aru lubjakivikarjääri ümbruses, hõlmates ~11,4 km<sup>2</sup> suuruse ala. Teine osa on Toolse jõest läänes ning ümbritseb Toolse-Lääne lubjakivi aktiivset mäeeraldist (~5,9 km<sup>2</sup>). Kahe kaeveala vahele on paigutatud ~1,5 km<sup>2</sup> suurune abiala. Osade geotehniline analüüs (Sedman ja Talviste 2017) on esitatud tervikuna, kuna geoloogilised tingimused on mõlemal osal sarnased. Testala piires katavad maapinda umbes poole ulatuses puistud, palju on lagealasiid. Viimase hulka kuulub ka kaevandamisjärgus olev Aru-Lõuna lubjakivikarjäär (Joonis 16). Asustus ja teedevõrk, sellest lähtuvalt ka haritavad alad, asuvad suuremalt jaolt testala läänepoolses osas. Teealasiid ja majapidamisi on testalas suhteliselt hõredalt. Idapoolne osa testalast kattub suurelt osalt aktiivse mäeeraldisega ja sellest põhjapool juba kaevandatud alaga, mistõttu on selles piirkonnas peamised tööstustootmisalad ja –teed. Märkimisväärsed kaitsealad testalas puuduvad.



Joonis 18. Fosforiidi produktiivsuse kaart näidisala 1 piires.

**Tabel 2. Testala 1 piiresse jäävate fosforiidi uuringuplokkide fosforiidi ja P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> varu ning keskmine sisaldus.**

Plokk ja kategooria	Ploki pindala (km <sup>2</sup> )	Maavaravaru testala piires (tuhat t)	Ploki P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> keskmine sisaldus (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> varu testalas (tuh t)
Toolse 1; pT	2,05	14 810	10,9	1 614
Toolse 3; pT	1,56	11 224	8,9	999
Toolse 4; pT	3,25	21 381	10,1	2 138
Toolse 5; pT	2,07	14 009	9,4	1 317
Toolse 7; pT	<0,01	13	11,3	1
Toolse 8; pT	0,98	7 046	9,6	599
Toolse 9; pT	2,91	15 426	10,1	1 558
Toolse 10; pT	1,69	7 882	10,9	859
Toolse 11; pT	2,72	9 233	10,7	997
<b>KOKKU</b>	<b>17,23</b>	<b>101 025</b>		<b>10 083</b>

**Tabel 3. Testala 1 piiresse jääva Kunda lubjakivimaardla varu.**

Kategooria	Pindala (km <sup>2</sup> )	Maavaravaru (tuhat m <sup>3</sup> )
Aktiivne tarbevaru	4,95	42 645
Aktiivne reservvaru	6,58	63 011
Passiivne tarbevaru	0,52	3 241
Passiivne reservvaru	2,55	27 027
<b>KOKKU</b>	<b>14,60</b>	<b>135 924</b>

Testala piires avanevad Kesk-Ordoviitsiumi Lasnamäe ja Uhaku lademed (Joonis 12). Fosforiidil oleva katendi paksus on 25 – 40 m. Pinnakatte paksus on 1 – 2 m, läänepoolsema osa kagunurgas Toolse jõe orus ulatub kuni 5 meetrini. Peamisteks seteteks, mis maapinda katavad, on moreen, jääjärvelised setted ning turvas (Joonis 14). Fosforiiti on võimalik kaevandada karjääriviisiliselt või teatud kaevandustehnoloogiliste tingimuste korral ka allmaakaevanduses (Sedman ja Talviste 2017). Ligikaudne fosforiidikihi sügavus on 25 – 35 m, plokkide keskmised paksused on vahemikus 1,6 - 3,4 m. Testaala fosforiidivaru on ~101 030 tuhat t, mis sisaldab 10 080 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( Tabel 2). Kogu piirkond on uuritud tarbevaru täpsusega ning määratud suhteliselt rikkana (0,2 - 1 tonni fosforiiti m<sup>2</sup> kohta; Joonis 18). **Kunda lubjakivi** maardla kattub testalaga 14,6 km<sup>2</sup> ulatuses (Joonis 16), kihindi paksus on 2,27-16,86 m. Kunda maardla ehituslubjakivi varu on 135 924 tuhat m<sup>3</sup> (Tabel 3).

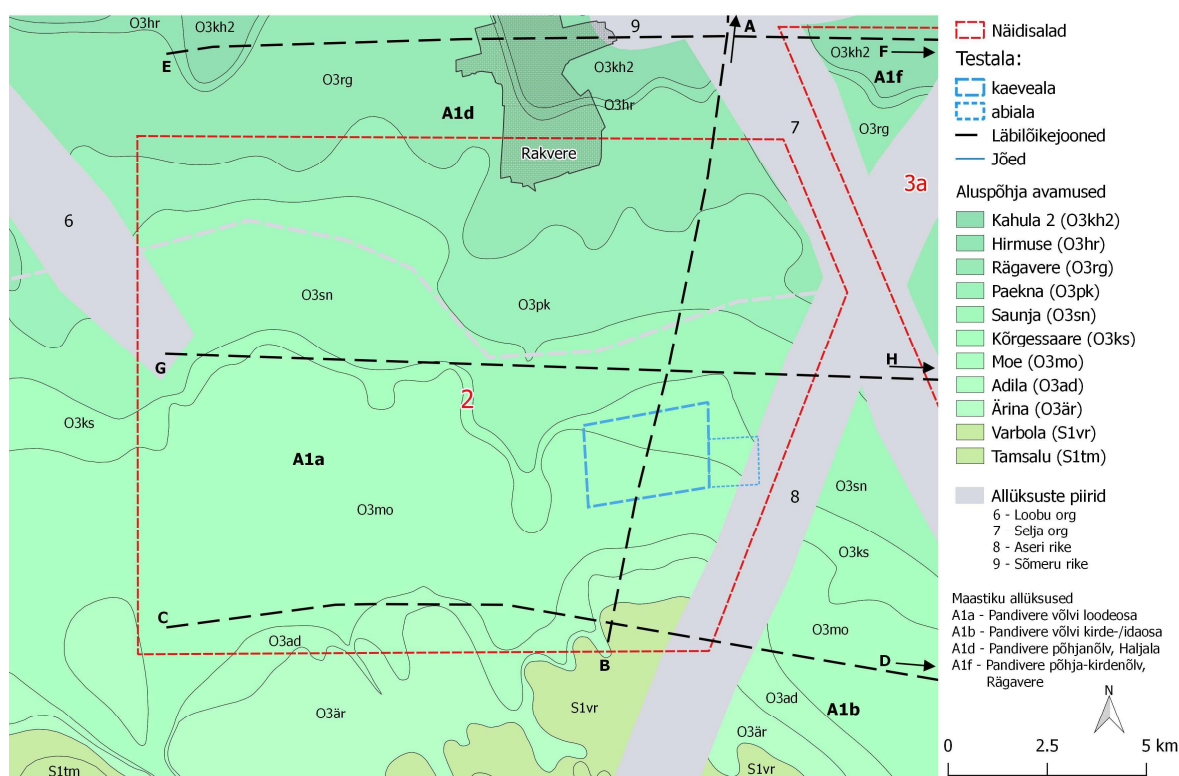
### Näidis- ja testala 2. Põhja-Pandivere

Näidisala NA-2 (212,7 km<sup>2</sup>) paikneb Pandivere kõrgustikul, hõlmates alasid Pandivere võlvi põhjaosas maastikuallüskuse A1a piires (146,9 km<sup>2</sup>) ja Pandivere põhjanõlva lõunaosas A1d piires (65,8 km<sup>2</sup>), Rakvere linnast lõunasuunas (Joonis 19). Kolmes suunas on NA-2 piirid siirdelised nii geoloogilise struktuuri, maastike muutuste kui ka fosforiidilasundi muutlikkuse seisukohalt. Ainult ida-kirdepiir kulgeb piki Selja maetud orgu ja ida-kagupiir piki Aseri riket,

mis katkestavad kaevandatava fosforiidivaru pidevuse. Pindmine äravool on Soome lahte. NA-2 piires avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Rakvere kuni Pirgu lademete lubjakivid, millega kaasneb fosforiidi lasundi katendi paksenemine lõuna suunas 80 meetrist 175 meetrini (Joonis 13, Joonis 20 kuni Joonis 22). Pinnakatte paksus kõigub 1 – 15 m piirides, ulatudes harvades pisivormides 20 meetrini. Pinnakatte moodusavad peamiselt moreen ja glatsifluviaalsed setted, kuid leidub ka jääjärvelisi setteid ning turvast, vähesel määral loopealseid (Joonis 23). Näidisalas on dolomiidi ja liiva aktiivseid mäeeraldisi kokku 0,5 ruutkilomeetrit (Joonis 24).

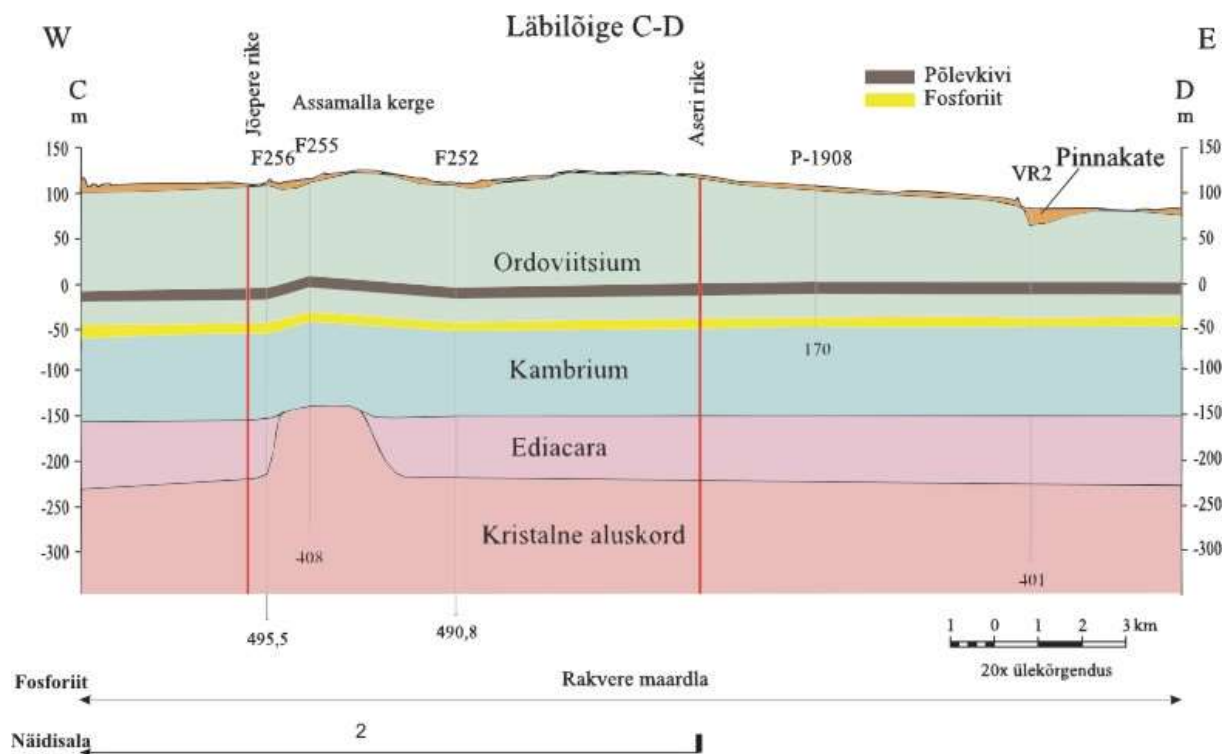
Ligikaudu 30 % näidisala pinnast on kaetud puistutega, mida on mõnevõrra rohkem ala ida- ja läänesosas (Joonis 25). Umbes 60 % katab haritav maa, tunduvalt vähem esineb lagealaid. Väga väikseid märgalaid leidub vaid üksikutes kohtades. Asustus ja teedevõrk on väga tihedad. Näidisala piirkonda jääb mitmeid tiheasulaid ning on väga palju üksikuid majapidamisi tiheda teedevõrgustiku ääres. Ala läbivad ka paljud suuremad maanteed. Näidisala põhjapiirile jääb Rakvere linna lõunaosa.

Kaitsealused alad moodustavad kogu näidisala pindalast ~10 % (Joonis 26). Ala idaosas on Mõdriku-Roela maastikukaitseala (MKA), Kagunurgas Suurekivi looduskaitseala ning edelanurgas Porkuni MKA ja Lasila hoiuala. Lisaks leidub kaitsealuseid mõisa parke ja allikaid. Suuremad vääriselupaigad asuvad näidisala kagu-, edela- ja keskosas.

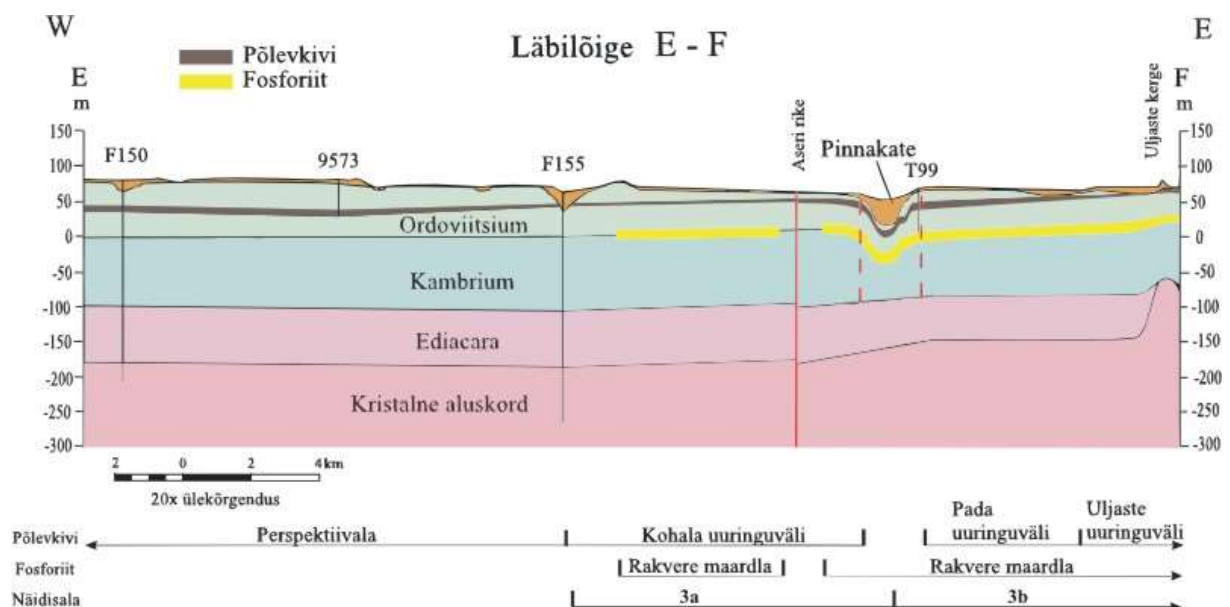


Joonis 19. Näidis- ning testala 2 (Põhja-Pandivere) asend aluspõhja geoloogilise taustal.

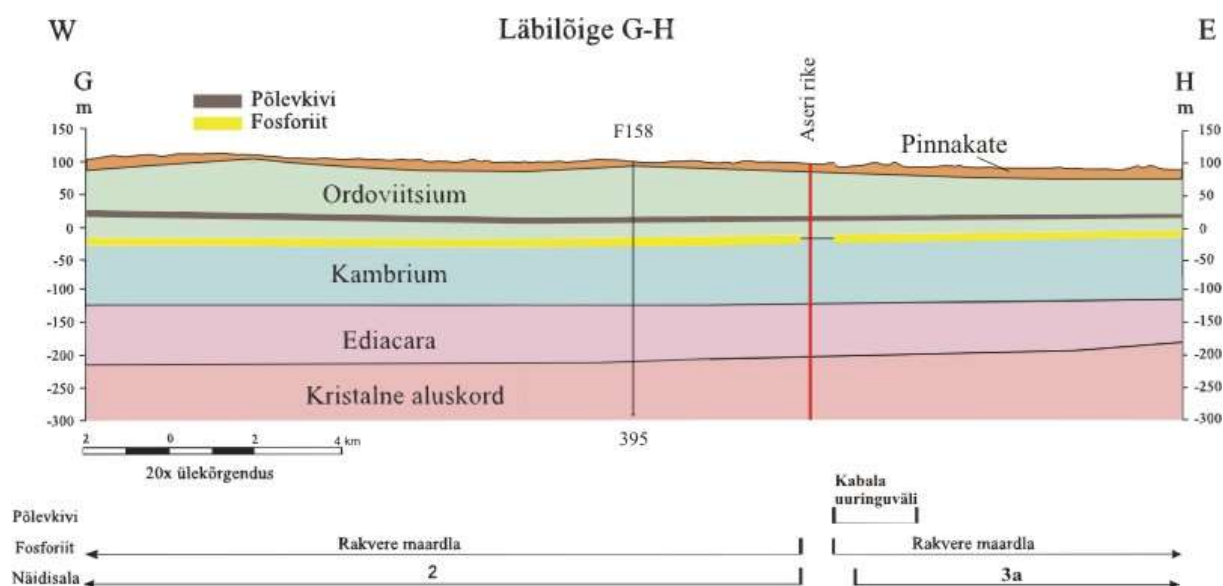




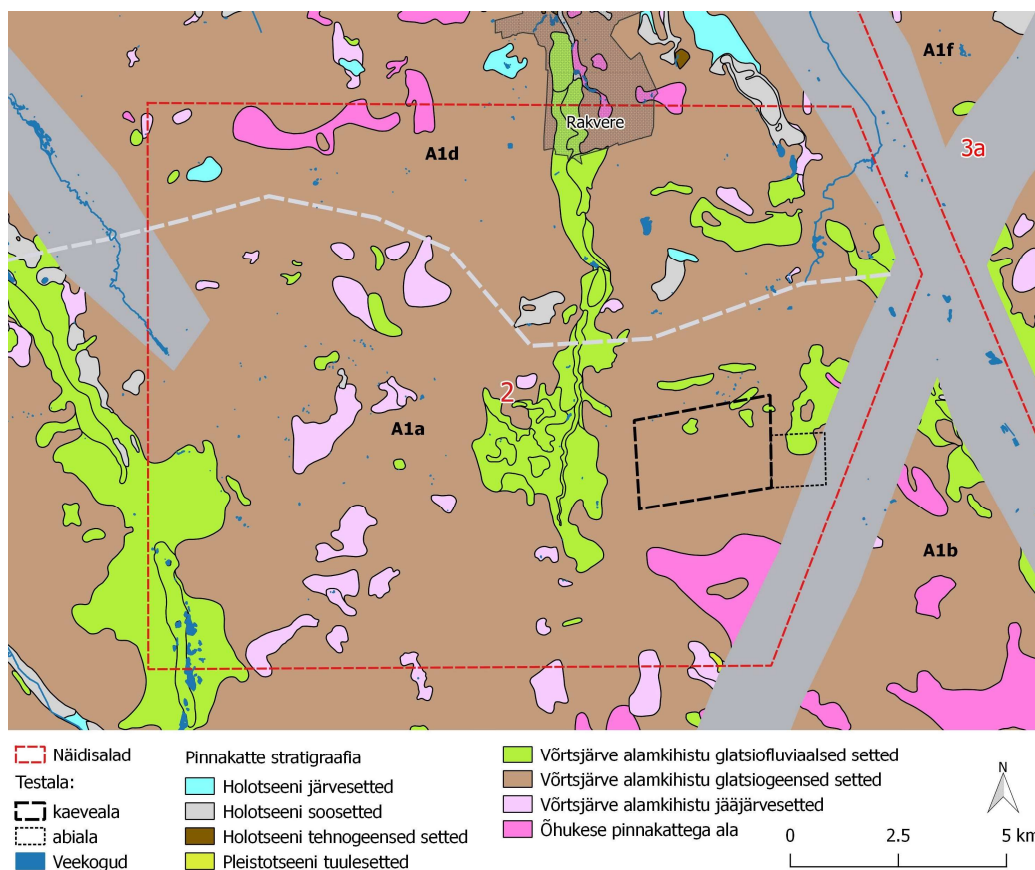
Joonis 20. Lääne-ida-suunaline geoloogiline läbilõige C-D. Läbilõike all on viidatud Keskkonnaregistri maardlate nimistu andmetel fosforiidi Rakvere maardla asendile, samuti näidisala 2 idapiirile. Vertikaalsed jooned ja indeksid nende kohal tähistavad puuraukusid, mille andmetel on läbilõige koostatud. Läbilõike asend on toodud aluspõhja geoloogilisel kaardil (Joonis 19).



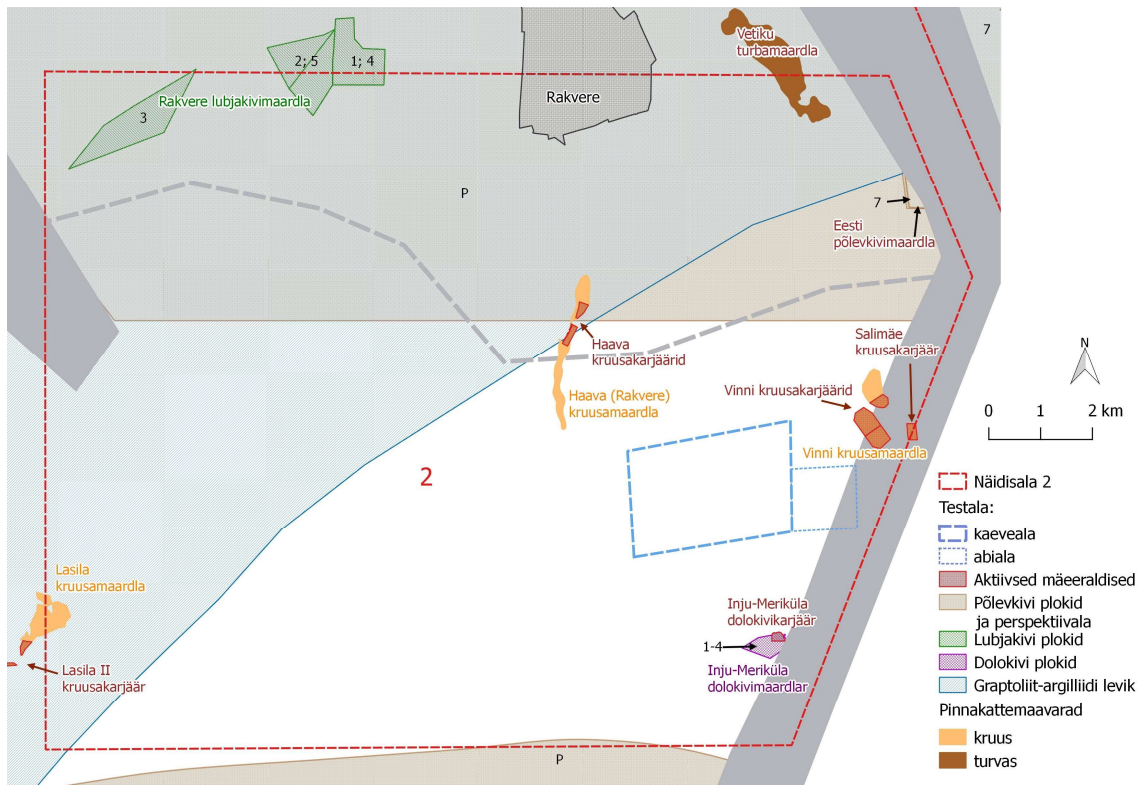
Joonis 21. Lääne-ida-suunaline geoloogiline läbilõige E-F. Läbilõike all on viidatud Keskkonnaregistri maardlate nimistu andmetel põlevkivi ja fosforiidi plakkide asendile, samuti näidisala 3a ja 3b piiridele. Vertikaalsed jooned ja indeksid nende kohal tähistavad puuraukusid, mille andmetel on läbilõige koostatud. Läbilõike asend on toodud aluspõhja geoloogilisel kaardil (Joonis 19, Joonis 28).



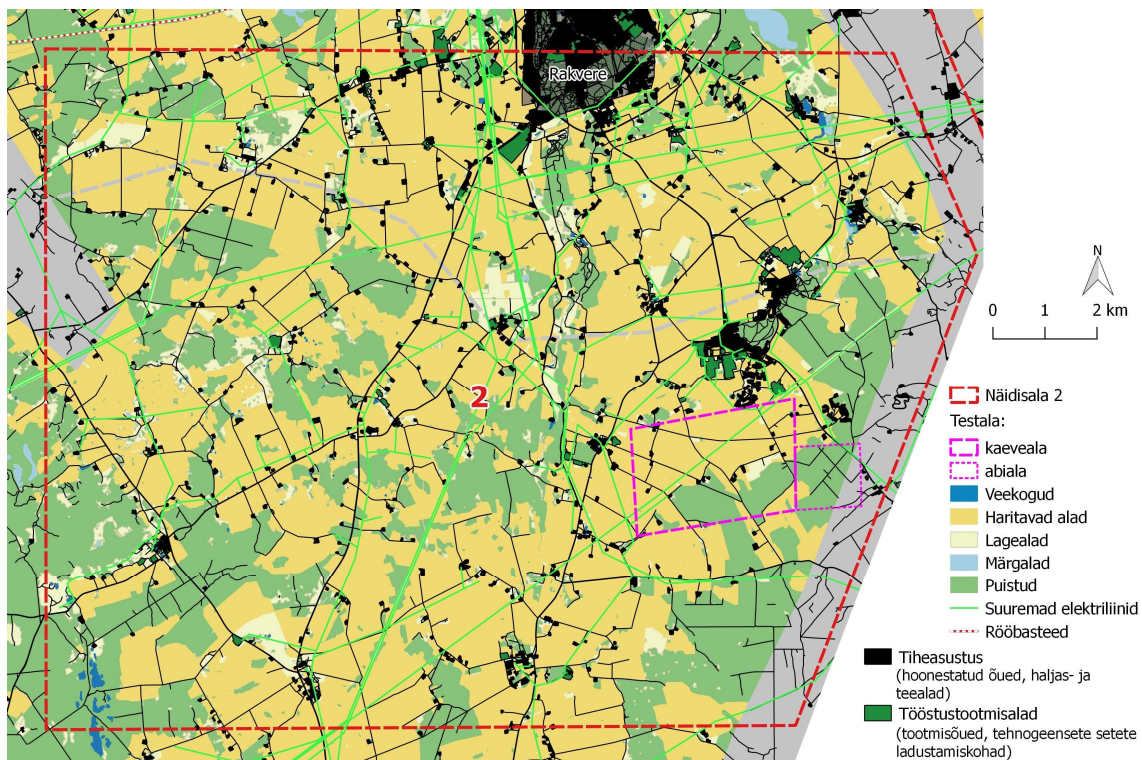
Joonis 22. Lääne-ida-suunaline geoloogiline läbilõige G-H. Läbilõike all on viidatud Keskkonnaregistri maardlate nimistu andmetel põlevkivi ja fosforiidi plokkide asendile, samuti näidisala 2 ja 3a piiridele. Vertikaalsed joon ja indeks selle kohal tähistab puurauku, mille andmetel on läbilõige koostatud. Läbilõike asend on toodud aluspõhja geoloogilisel kaardil (Joonis 19, Joonis 28).



Joonis 23. Näidis- ning testala 2 (Põhja-Pandivere) asend pinnakatte geoloogilise taustal.

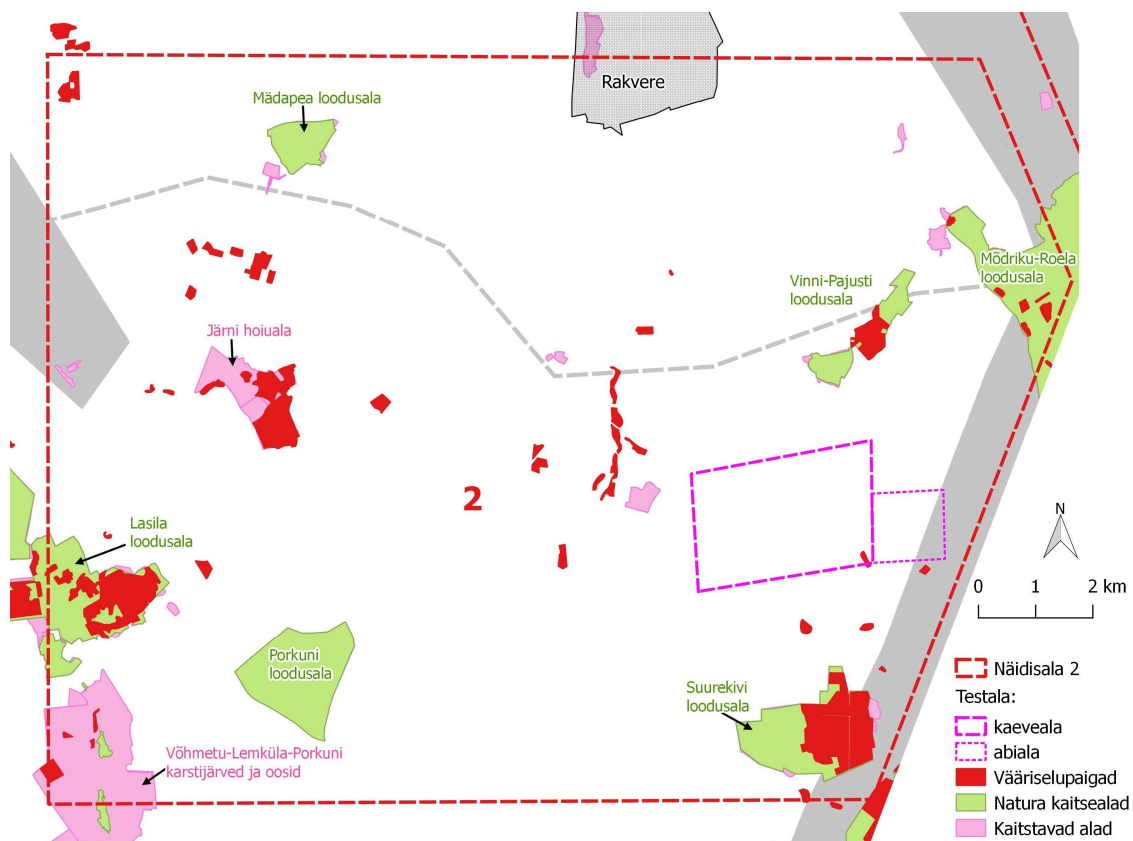


Joonis 24. Maardlad (välja arvatud fosforiit) ja mäeeraldised näidis- ja testala 2 piires.

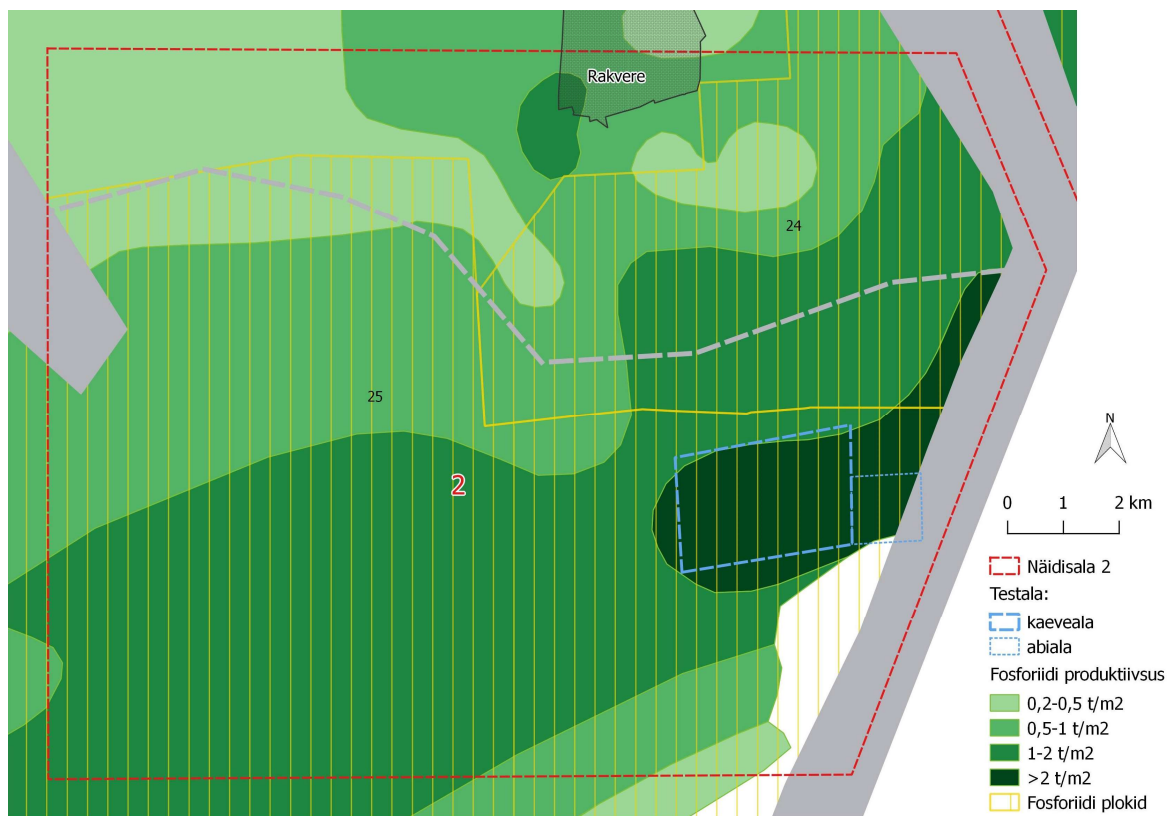


Joonis 25. Maakasutus, asustus ja kommunikatsioonid näidisala 2 piires.





Joonis 26. Looduskaitsete objektide paiknemine nädisala 2 piires.



Joonis 27. Fosforiidi plokid ja produktiivsus nädisala 2 piires.



**Tabel 4. Näidisala 2 piiresse jäävate fosforiidi uuringuplokkide fosforiidi ja P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> varu ning keskmine sisaldus.**

Plokk ja kategooria	Ploki pindala (km <sup>2</sup> )	Maavaravaru näidisala piires (tuhat t)	Ploki P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> keskmine sisaldus (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> varu näidisalas (tuh t)
Rakvere; pR	49,70	600 537	9,44	56 690
Perspektiivala; P	135,50	1 377 503	-	121 220
<b>KOKKU</b>	<b>185,20</b>	<b>1 978 040</b>	<b>9,44</b>	<b>177 910</b>

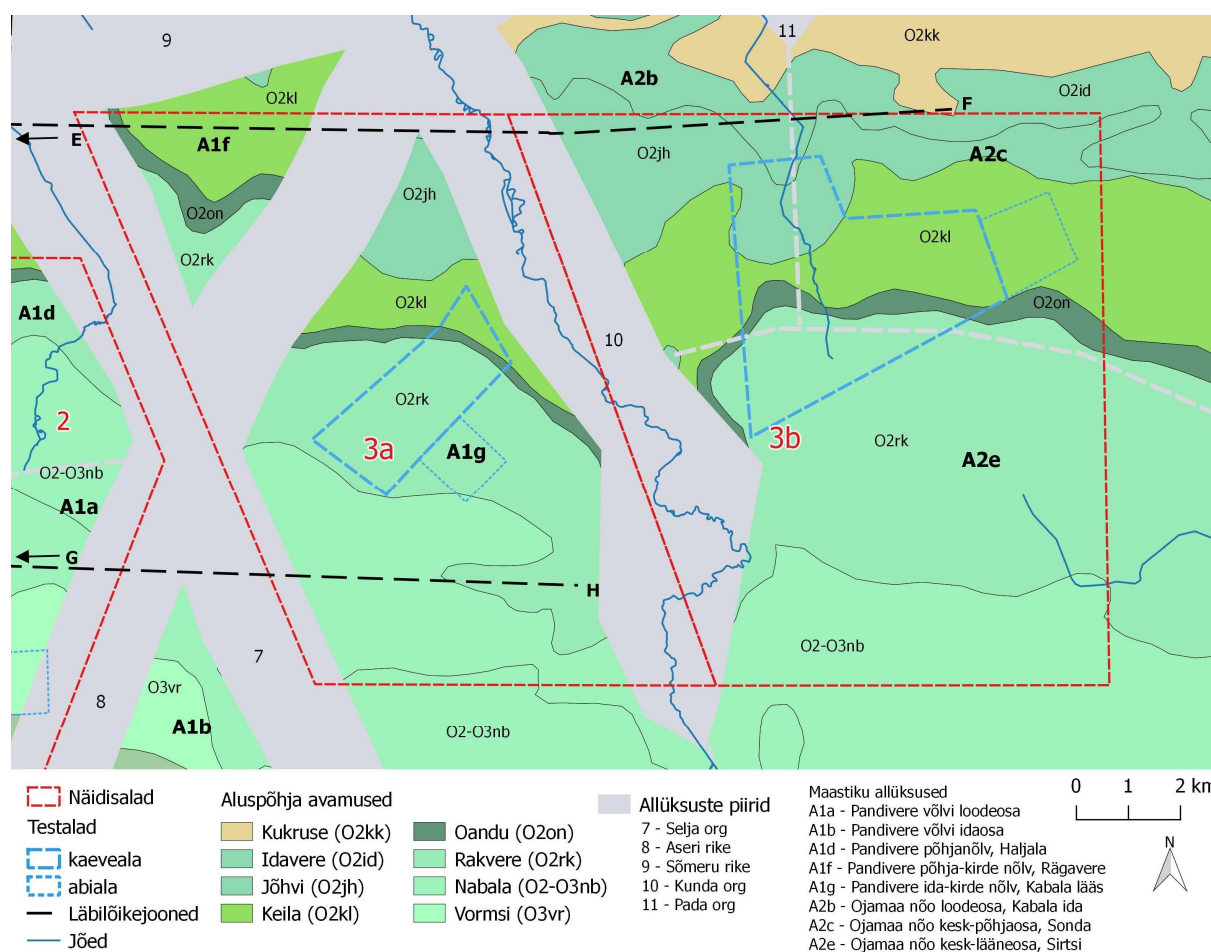
Näidisala 2 haarab osa Rakvere maardla paksemast ja rikkaimast **fosforiidilasundist** ala kaguosas ja selle vaesemat põhjatiiba (näitajad kahanevad loodesuunas; Joonis 27). Piirkonda on küll vähe uuritud, kuid perspektiivseid varusid on hinnatud u 1 978 040 tuhandele tonnile, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> moodustab 177 910 tuhat t (Tabel 4). Kihindi sügavus on 80 – 175 m ning keskmine paksus 5,15 m. Näidisalas on tulevikus huviks fosforiidi kaevandamine allmaakaevanduses. Fosforiidilasundi rikkamas osas ei esine katendis graptoliit-argilliiti, kukersiit-põlevkivi ega lubjakivi registreeritud varusid (Joonis 24). Näidisala 2 põhjaosas levib Eesti **kukersiit-põlevkivi** maardla läänetiiva vaene, uurimata lõunaserv (Joonis 24). Selle fosforiidi katendisse jääva põlevkivikihi kasutamise võimalused kaugemas tulevikus vajavad eraldi kaalutlemist, kuid hetkel on need perspektiivsed. Perspektiivseid varusid on NA-2 piires registreeritud umbes 80 ruutkilomeetrit. **Ehituslubjakivi** on registreeritud ~2 ruutkilomeetrit. Kihindi paksus on 3,77 - 13,5 m. Maavara varu on ~28 520 tuh m<sup>3</sup>, millest (i) aktiivne reservvaru moodustab 3 120 tuh m<sup>3</sup> ja (ii) passiivne reservvaru 25 400 tuh m<sup>3</sup>. Ala loodeosas 109,6 ruutkilomeetrit levib **graptoliit-argilliit** paksusega 0,2 - 0,9 m. **Glaukoniit** levib Leetse kihistus, mille keskmine paksus näidisalal on 1,58 m.

Testala 2 pindalaga 8 km<sup>2</sup> on paigutatud näidisala 2 kesk-idaosasse (Joonis 19 kuni Joonis 27). Siin paikneb Rakvere fosforiidimaardla kõige rikkam ja paksem osa, mis on küll uuritud vaid perspektiivvaru tasandil. Virtuaalse kaevanduse ehk testala paiknemisel on arvestatud ka keskkonnakaitselisi piiranguid (Joonis 26). Testala kaeveala pindala on ~6,5 km<sup>2</sup>; testala juurde kuulub idaservas 1,5 km<sup>2</sup> suurune abiala. Abiala paigutus on valitud maastiku rajoneerimise analüüsi järgselt – see asub osaliselt piirkonnas, kus fosforiidikihi pidevuse katkestab Aseri rike ning kus seetõttu fosforiidi kaevandamine on komplitseeritud. Testalas avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Vormi ja Pirgu lademe karbonaatkivimid (Joonis 19). Fosforiidil oleva katendi paksus piirkonnas on 140 – 160 m, pinnakatte paksus 2 – 5 m. Kvaternaarisetetest levib testalas peamiselt moreen, kuid mõnes piirkonnas leidub ka glatsiofluviaalseid setteid (Joonis 23). Tootsaks kihiks on fosforiidilasund, mida on võimalik paksu katendi tõttu kätte saada vaid allmaakaevandamist kasutades. Katendisse kuulub ka Leetse kihistus leviv glaukoniit, kuid perspektiivseid maavarasid testalas ei leidu. Suurem osa virtuaalsest kaevealast on kaetud haritava maaga, kuid palju on ka puistuid. Asustus ja teedevõrk on tihe. Peamiselt esinevad üksikmajapidamised, mida ühendavad kohaliku tähtsusega teed. Lähim suurem asula on Pajusti, mis jääb testala piiridest põhjapoole. Kaitsealused alad testalas puuduvad. Samas on kogu piirkond looduslikult tundlikul alal, kuna piirkonnas on palju karstinähtusi.

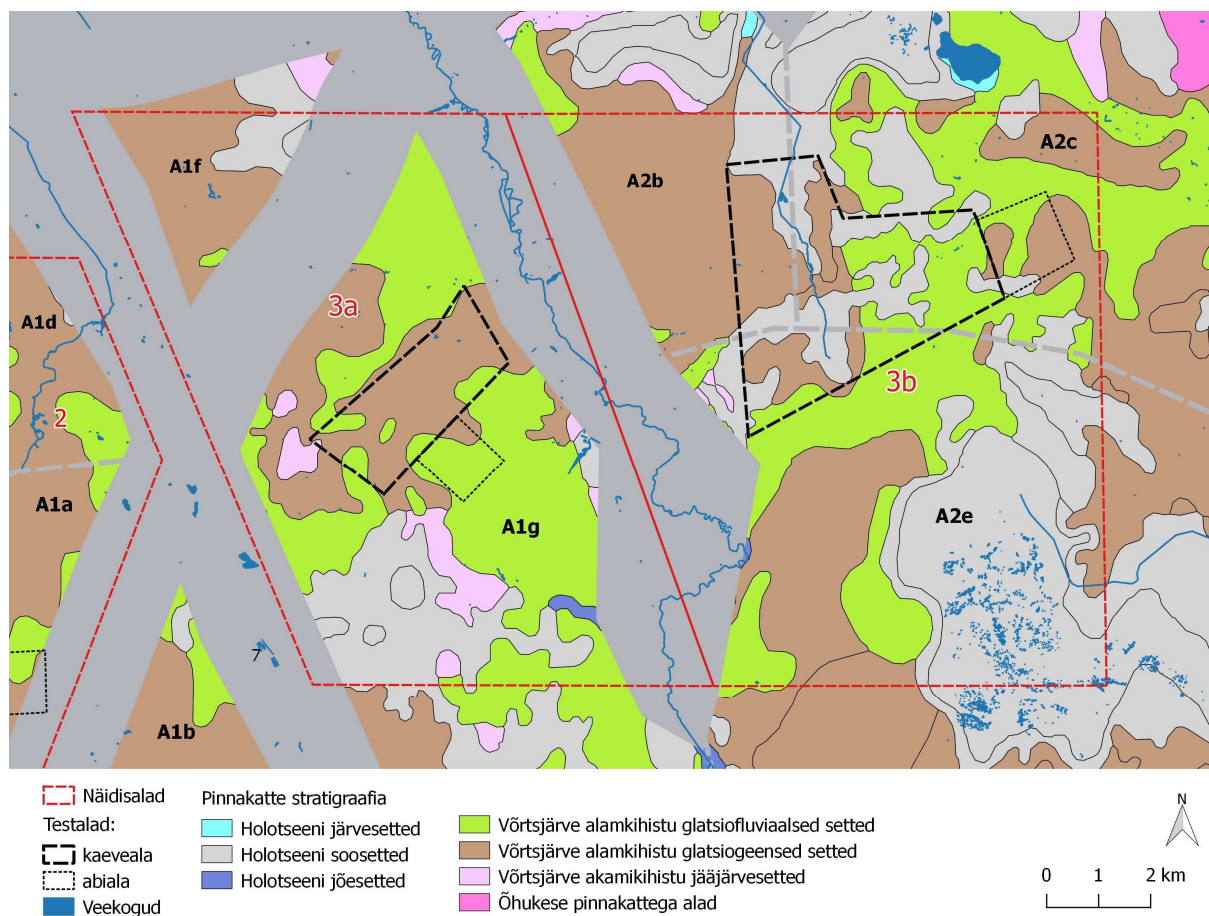
Testalas leviv **fosforiit** on uuritud vaid perspektiivvaru tasemel, mille hinnanguline kogus alas on ~65 990 tuhat t (5 810 tuhat t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Testala paikneb kõige rikkamas Rakvere fosforiidimaardla edelaosas, kus keskmine tootlikkus on >2 t/m<sup>2</sup> (Joonis 27). Kihindi keskmine paksus on ~4,6 m.

### Näidis- ja testala 3a. Rägavere lääneosa

Näidisala 3a pindalaga 87,5 km<sup>2</sup> paikneb Pandivere kõrgustiku kirdenõlval. Suurema osa näidisalast moodustab maastikuallüksus A1g põhjaosa, loodeosas hõlmab näidisala maastikuallüksust A1f (Joonis 28). NA-3a on edelas piiratud Selja maetud oruga, loodes Aseri rikkega ning kirdes Kunda maetud oruga, mis kõik katkestavad fosforiidilasundi pidevuse. Näidisala piires avanevad Ülem-Ordoviitsiumi karbonaatkivimid Jõhvi alamlademest kuni Nabala lademeni. Fosforiidil oleva katendi paksus ulatub 75 meetrist 110 meetrini (Joonis 21 ja Joonis 22), pinnakatte paksus on valdavalt 2–15 m, üksikutes kohtades kuni 20 m. Pinnakatte moodustavad peamiselt glatsifluviaalsed setted, moreen ning ala lõunaosas turvas, vähemal määral leidub ka jääjärvelisi setteid (Joonis 29). Näidisala 3a piires levib suures osas kukersiit-põlevkivi (välja arvatud lõpunapoolne osa umbes veerandi ulatuses allüksuse pindalast), loodeosas levib õhuke graptoliit-argilliidikiht. Piirkonnas leidub liiva kaevandamiseks aktiivseid mäeeraldisi 0,08 ruutkilomeetril (Joonis 30).



**Joonis 28. Näidis- ning testala 3a (Rägavere lääneosa) ja 3b (Rägavere idaosa) asend aluspõhja geoloogilise taustal.**

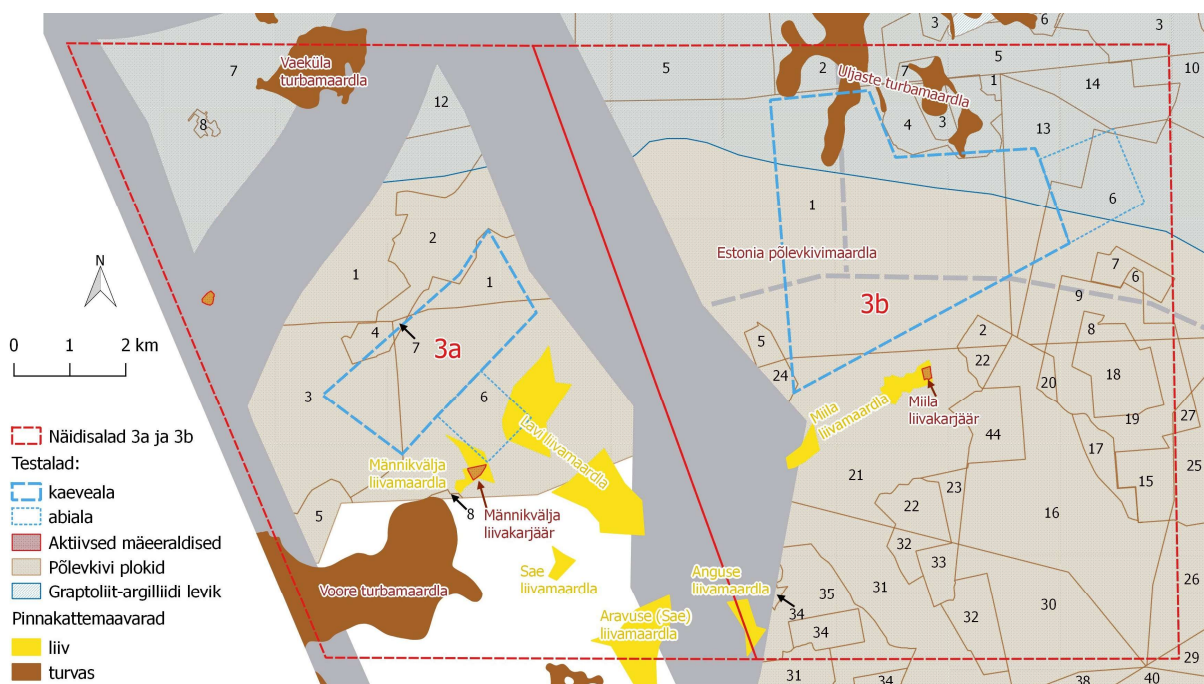


**Joonis 29. Näidis- ning testala 3a (Rägavere lääneosa) ja 3b (Rägavere idaosa) asend pinnakatte geoloogilise taustal.**

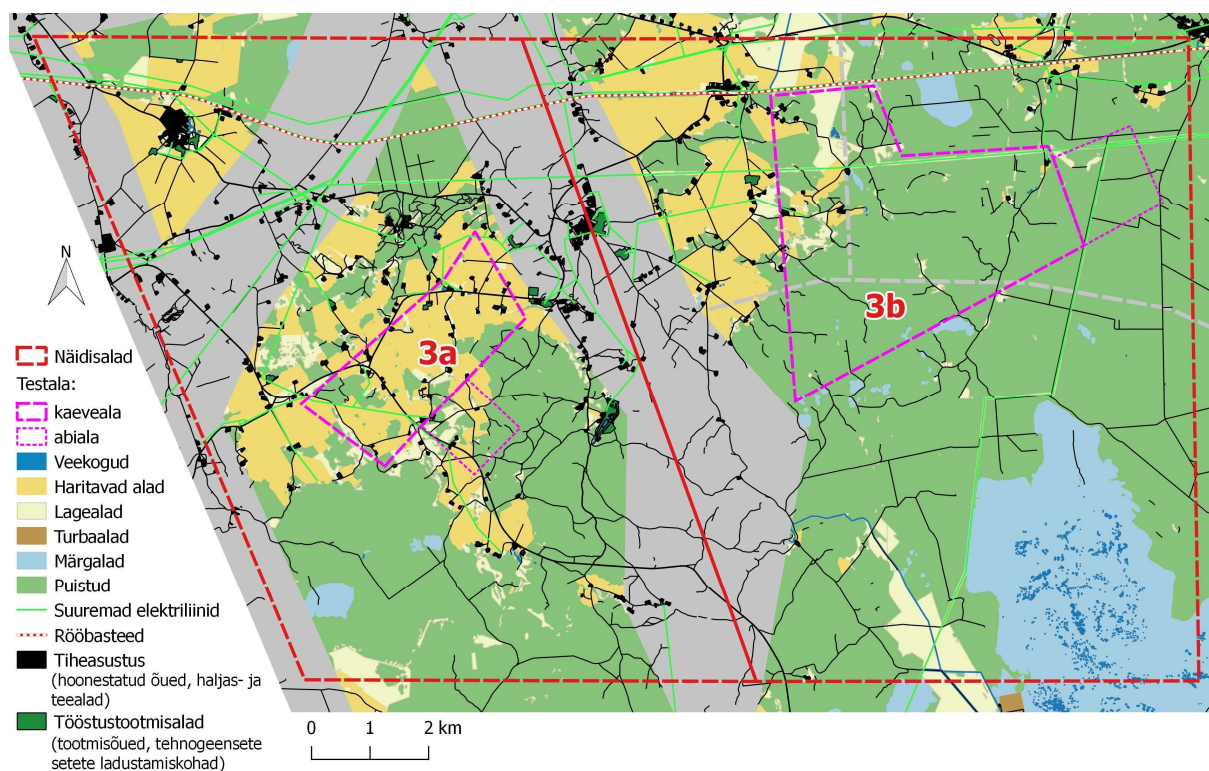
Nädisala pinnast on 55 % kaetud puistutega, millest suuremad massiivid levivad nädisala põhja- ja lõunaosas (Joonis 31). U 30% katab haritav maa ning u 10% nädisala pinnast katavad lagealad. Väikseid märgalasid leidub nädisalas vaid üksikutes kohtades. Asustus ja teedevõrk on nädisalas väga tihedad. Ala läbib mitu suuremat maanteed, siia jäävad Vaeküla, Ulvi, Põlula, Lavi jt külad, palju on üksikuid majapidamisi suuremate maanteede ääres ja vahel. Ainult ala kaguosas puudub inimasustus ning puuduvad suuremad teed (Joonis 31). Kaitsealused alad moodustavad kogu nädisala pindalast ~15% lisaks looduslikult tundlikule alale, mis on põhjustatud rohketest karstinähtustest tingitud vee kiiremast liikumisest kogu Pandivere kõrgustikul. Suuremad kaitsealad on Võlumäe-Linnamäe MKA nädisala keskosas, lääneosas Mõdriku-Roela MKA, kagunurgas Sirtsu LKA (Joonis 32). Lisaks leidub kaitsealuseid parke. Väiksemaid vääriselupaiku leidub kogu nädisala piires.

Nädisala 3a hõlmab osa Rakvere maardla rikkaimast **fosforiidilasundist** maastikuallüksuse A1g põhjaosas. Hinnangulised fosforiidivarud allüksuses on väga suured: 1 116 070 tuhat t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> moodustab ~133 320 tuhat t.





**Joonis 30. Maardlad (välja arvatud fosforiit) ja mäeeraldised näidis- ja testala 3a (Rägavere lääneosa) ja 3b (Rägavere idaosa) piires.**

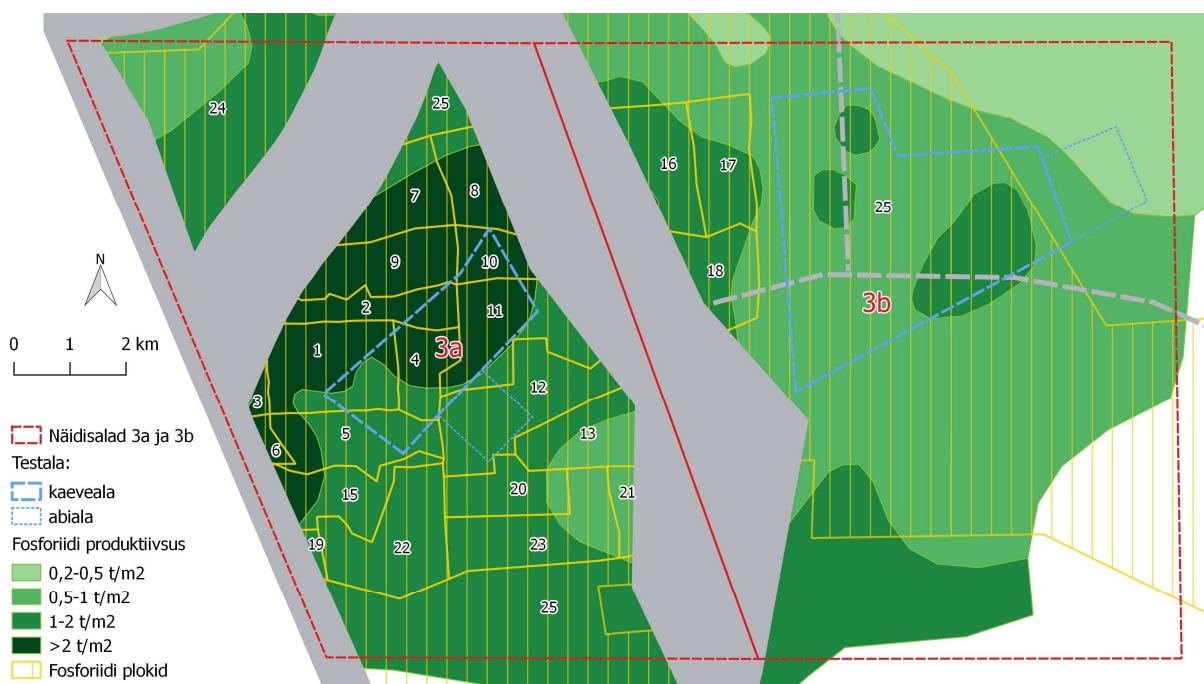


**Joonis 31. Maakasutus, asustus ja kommunikatsioonid näidis- ja testala 3a (Rägavere lääneosa) ja 3b (Rägavere idaosa) piires.**





**Joonis 32.** Looduskaitsete objektide paiknemine nädis- ja testala 3a (Rägavere lääneosa) ja 3b (Rägavere idaosa) piires.



**Joonis 33.** Fosforiidi plokid ja produktiivsus nädis- ja testala 3a (Rägavere lääneosa) ja 3b (Rägavere idaosa) piires.

Nädisala 3a haarab osa Eesti põlevkivimaardla lääneosa lõunaservast (Joonis 30). Ala põlevkivivaru on u 179 140 tuhat t, millest (i) passiivne tarbevaru moodustab 105 180 tuhat t ja (ii) passiivne reservvaru 73 960 tuhat t. Põlevkivikihi paksus nädisalal on 1,59 - 2,01 m.

Fosforiidi katendisse kuuluvate kukersiit-põlevkivi varude ärakasutamine vajab mõlema maavara ressursi kooskõlastatud altkaevandamist, milleks praegu tehnoloogilised lahendused puuduvad. Ala loodeosas 23,5 ruutkilomeetril levib **graptoliit-argilliidi** levila õhuke lõunaserv kihindi paksusega 0,05 - 0,3 m. **Glaukoniit**kandva Leetse kihistu keskmine paksus on 1,14 m.

Testala 3a on paigutatud näidisala 3a keskossa lähtudes fosforiidikihi tootlikkusest ning piirangutest (Sedman ja Talviste 2017). Testala pindalaga 7,5 km<sup>2</sup> koosneb kaevealast (6,1 km<sup>2</sup>) ja sellest kagusse jäävast abialast (1,5 km<sup>2</sup>). Testalas avanevad Ülem-Ordoviitsiumi Keila, Oandu ja Rakvere lademete karbonaatkivimid. Fosforiidi katendi moodustavad lisaks karbonaatkivimitele ka kukersiit-põlevkivi, Leetse kihistus leviv glaukoniitliivakivi ja pinnakate. Katendi kogupaksus testalas on 75 – 100 m. Kukersiit-põlevkivi (16 510 tuhat t; passiivne tarbevaru; paksus 1,61 - 1,77 m) katab 35 – 65 m paksune kiht. Pinnakatte paksusega mõned meetrid moodustavad moreen ja glatsiofluviaalsed setted. Paksu katendi tõttu on võimalik fosforiidi allmaakaevandamine.

Testala 3a paikneb Rakvere **fosforiidimaardla** rikkaima piirkonna kirdeosas mille produktiivsus on >2 t/m<sup>2</sup>. Piirkond on uuritud tarbevaru täpsusega ning hinnanguliselt on kaevealasse jääva varu suurus 105 300 tuhat t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> moodustab 15 540 tuhat t (Tabel 5). Kihindi keskmine paksus on 7,5 m. Kohakuti asuvate fosforiidi ja põlevkivi varude ärakasutamine vajab mõlema maavara ressursi kooskõlastatud altkaevandamist, milleks praegu puuduvad tehnoloogilised lahendused. Seetõttu on lähitulevikus allüksuses kaevandamine ebareaalne.

Testala 3a kaevealale jäävad peamiselt haritavad alad, mis näitavad ka, et asustus ja teedevõrk piirkonnas on suhteliselt tihedad (Joonis 31). Puistud katavad ~25 % ja lagealad ~10 %. Suurematest asulatest asuvad testala idaserva läheduses Põlula, Ulvi ja Lavi. Testala põhjapiiril on Võlumäe-Linnamäe MKA edelaserv (Joonis 32). Kuna testala paikneb Pandivere kõrgustiku serval, kus leidub palju karstiga seonduvaid nähtusi, on piirkond looduslikult tundlik.

**Tabel 5. Näidisala 3a piiresse jäävate fosforiidi uuringuplokkide fosforiidi ja P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> varu ning P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> keskmine sisaldus.**

Plokk ja kategooria	Ploki pindala (km <sup>2</sup> )	Maavaravaru näidisala piires (tuhat t)	Ploki P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> keskmine sisaldus (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> varu näidisalas (tuh t)
Rakvere 1; pT	1,09	19 378	13,97	2 707
Rakvere 2; pT	0,48	8 575	15,35	1 316
Rakvere 4; pT	1,44	24 553	13,89	3 411
Rakvere 5; pT	0,58	10 368	13,14	1 362
Rakvere 9; pT	0,01	145	16,26	24
Rakvere 10; pT	0,52	8 500	17,66	1 501
Rakvere 11; pT	1,87	32 733	15,59	5 103
Rakvere 12; pT	0,06	1 045	11,1	116
<b>Kõik varud KOKKU</b>	<b>6,06</b>	<b>105 296</b>		<b>77 528</b>

pT = passiivne tarbevaru

### Näidis- ja testala 3b. Rägavere idaosa

Näidisala 3b pindalaga 103,5 km<sup>2</sup> paikneb Ojamaa nõo loodeosas. Näidisala hõlmab endas maastikuallüksuse A2b lõunaosa (~21,0 km<sup>2</sup>), A2c edelanurga (~25,0 km<sup>2</sup>) ning A2e loodeosa (~57,5 km<sup>2</sup>; Joonis 28). Pindmine äravool toimub Soome lahte. NA-3b läänepiir kattub Kunda mattunud oruga, teiste piiride joonestamisel on lähtunud peamiselt fosforiidilasundi uuritusest ja muutlikkusest. Näidisala piires avanevad Ülem-Ordoviitsiumi karbonaatkivimid Idavere alamlademest kuni Nabala lademeni (Joonis 21, Joonis 28). Pinnakatte moodusavad glatsifluviaalsed setted, moreen, jääjärvelised setted ning turvas (Joonis 29). Piirkonnas esinevad liiva mäeeraldised kokku 0,03 ruutkilomeetrit (Joonis 30).

Suure osa näidisala pinnast moodustavad puistud (~70%, Joonis 31). Sirtsu soo ala kagunurgas on näidisalas levivatest märgaladest suurim, kuid väiksemaid märgalaid asub ka metsasemas kesk- kui põhjaosas. Kokku moodustavad märgalad ~12 % kogu näidisala pindalast. Ala loodeosas asuvad Ulvi ja Kabala külad ning paljud üksikmajapidamised nende läheduses koos neid ühendava teedevõrgustikuga. Asulatest ja teedest sõltuvalt on ka haritavad alad (~10 %) näidisala loodeosas. Hõredama asustusega on ala kirdenurk, ülejäänud piirkonnas asustus küll puudub, kuid metsasemat ala läbivad siiski väiksemad teed. Näidisala kagu- ja edelaosas on Sirtsu LKA, mis moodustab suurema osa kaitstavatest aladest (Joonis 32). Vääriselupaiku leiab peamiselt näidisala lõunaosas ning kirdenurgas. Umbes 30 % näidisala pinnast on kaitse all.

NA-3b hõlmab osa Rakvere maardla rikkast **fosforiidilasundist** (Joonis 33). Hinnangulised fosforiidi varud allüksuses on 769 900 tuhat t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> moodustab ~77 530 tuhat t. Kihindi keskmine paksus on 5,9 m. Fosforiidi katendi paksus ulatub 60 meetrist 90 meetrini, pinnakatte paksus on alla 25 m. Näidisalasse 3b ulatub Eesti **põlevkivimaardla** lääne-keskosa (Joonis 30) kihindi paksusega 1,59 – 2,13 m. Ala põlevkivivaru on u 289 000 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 32 940 tuhat t, (ii) aktiivne reservvaru 18 600 tuhat t, (iii) passiivne tarbevaru 222 120 tuhat t ja (iv) passiivne reservvaru 15 340 tuhat t. Põlevkivikihi paksus näidisalas on 1,59 - 2,13 m. **Graptoliit-argilliidikihi** õhuke lõunaserv levib näidisala põhjaosas 26,4 ruutkilomeetrit, kihindi paksus on 0,05 - 0,8 m. Leetse kihistu keskmine paksus allüksuses on 1,86 m.

Testala 3b asub näidisala põhjapoolses osas. Testala kaeveala on 16,8 km<sup>2</sup> suurune, sellest idasse jääva abiala pindala on 2,2 km<sup>2</sup> (Joonis 28 kuni Joonis 33). Testala piires avanevad Ülem-Ordoviitsiumi karbonaatkivimid Idavere alamlademest kuni Rakvere lademeni. Fosforiidil oleva katendi paksus ulatub 60 meetrist 90 meetrini, pinnakatte paksus on 5 – 6 m. Pinnakatte moodusavad glatsifluviaalsed setted, moreen, jääjärvelised setted ning turvas. Kogu testala ulatuses levib kukersiit-põlevkivi, ala põhjaosas levib õhuke graptoliit-argilliidikihi lõunaserv. **Fosforiidilasund** on uuritud perspektiivvaru tasemel. Hinnangulised varud on 161 700 tuhat t, millest P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> moodustab on ~14 230 tuhat t. Fosforiidikihi paksus on 4,6 m ning produktiivsus kaevealal 0,5 – 2 t/m<sup>2</sup> (Joonis 33). Eesti **põlevkivimaardla** varu testalas on ~50 290 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 5250 tuhat t ja (ii) passiivne tarbevaru 45 040 tuhat t. Põlevkivikihi paksus testalas on 1,73 - 1,89 m. Kohakuti asuvate fosforiidi ja põlevkivi varude ärakasutamine vajab mõlema maavara ressursi kooskõlastatud altkaevandamist, milleks praegu puuduvad tehnoloogilised lahendused. Seetõttu on lähitulevikus allüksuses kaevandamine ebareaalne. **Graptoliit-argilliidikihi** õhuke

(0,05 – 0,7 m) lõunaserv levib testala põhjaosas 4,7 ruutkilomeetrit. Leetse kihistu keskmine paksus on 1,97 m.

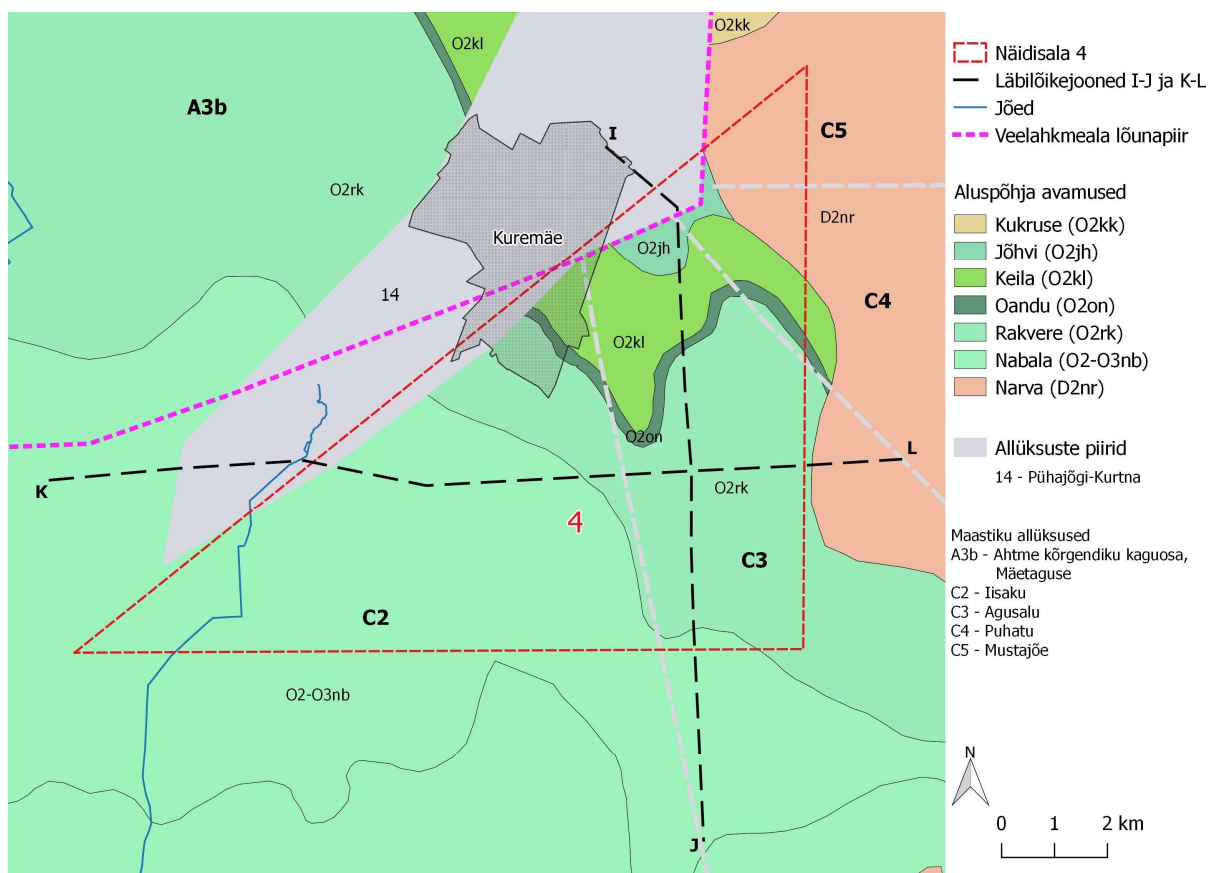
Peamiselt levivad testala piires puistud (peaaegu 90% kogupindalast), ala loodeosas on lage- ja haritavaid alasid üksikute majapidamiste ümbruses. Teedevõrgu moodustavad peamiselt kohaliku tähtsusega ja metsavaheteed. Testalas leidub üksikuid vääriselupaiku, mis paiknevad ala lõunaservas ning idapoolses osas.

#### Näidisala 4.

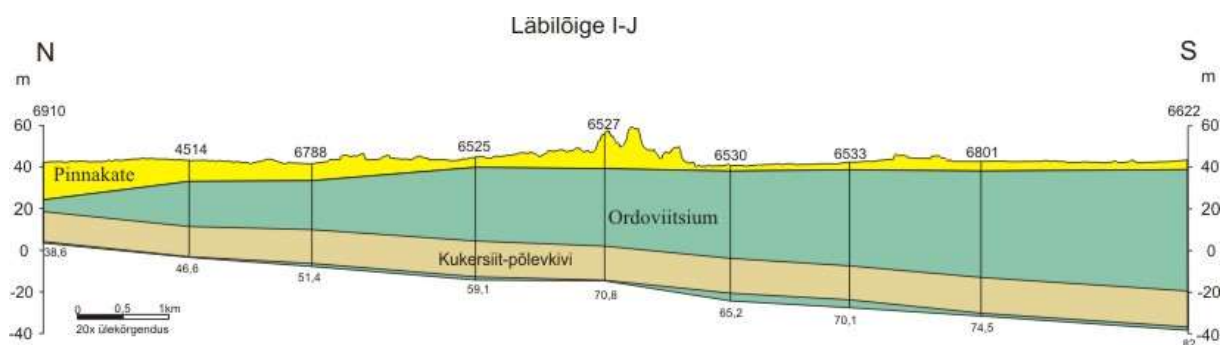
Kolmnurkne näidisala 4 (Joonis 34) pindalaga 75,3 km<sup>2</sup> paikneb Alutaguse laval asudes valdavalt maastikuallüksuste C2 (41,6 km<sup>2</sup>) ja C3 (25,5 km<sup>2</sup>) piires. Näidisala kirdenurk ulatub vähesel määral maastikuallüksustele C4 (kattuvus 5,1 km<sup>2</sup>) ja C5 (3,1 km<sup>2</sup>). NA-4 ida- ja lõunapiir on siirdelised, loodepiir on suures osas piiratud Pühajõe oru ja Kurtna mõhnastikuga. NA-4 kirdetipus on katavad Ülem-Ordoviitiumi karbonaatkivimite kulutuspinna Kesk-Devoni Narva lademe dolomiitmerglid ja aleuroliidid. Ülejäänud näidisalal avaneb Ülem-Ordoviitiumi Jõhvi alamlade kuni Nabala lade. Pinnakatte paksus on <20 m. Pinnakatte moodustab peamiselt moreenist, turvas ning jääjärvelised setted, üksikutes kohtades võib leida glatsiofluviaalseid setteid, tuulesetteid ning alvareid (Joonis 37).

Suurem osa (~80 %) näidisala pinnast on kaetud puistutega (Joonis 38). Märjalad ja haritav maa moodustavad kokku ~15 % näidisalast. Suuremad märjalad asuvad näidisala kirdeosas, kuhu ulatub Puhatu soo loodeosa, ning lõunaserval, kus on Riiska soo ning Kamarna soo osad. Asustus ja teedevõrk on näidisalal suhteliselt hõredad. Suurematest teedest läbib ala vaid loodekagu suunas Jõhvi-Vasknarva tugimaantee, mille loodepoolses otsas asub Illuka vald suurema asutustihedusega ning mille ümber on koondunud ka näidisalasse jäävad haritavad alad. Ülejäänud alas leidub üksikuid majapidamisi, mis asuvad Illuka valla ümbruses ala loodepoolse piiri lähedal. Ala metsasemas osas on väikemaid teid. Kaitsealused alad (Joonis 39) moodustavad kogu näidisala pindalast umbes veerandi. Need paiknevad ala ida- ja lõunapiiri ääres – Puhatu LKA ala kirdenurgas ning Agusalu LKA ala lõunaservas. Väikseid vääriselupaiku leidub edela- ja idaosas, üksikud enist kattuvad suuremate kaitsealadega.

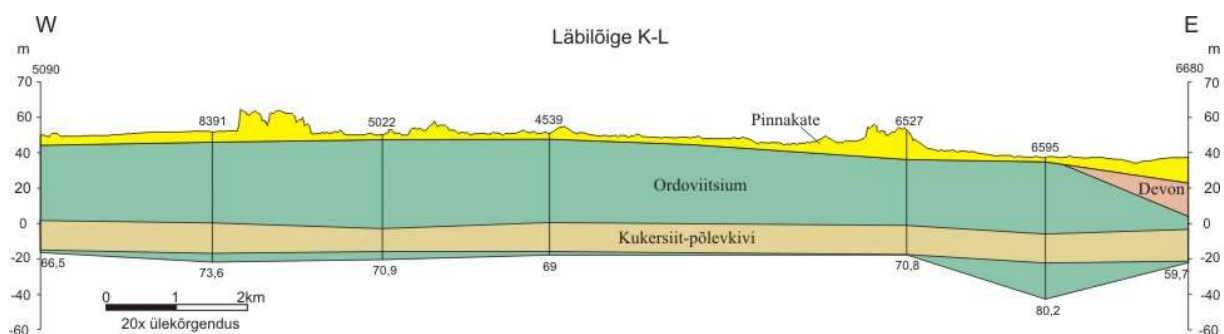




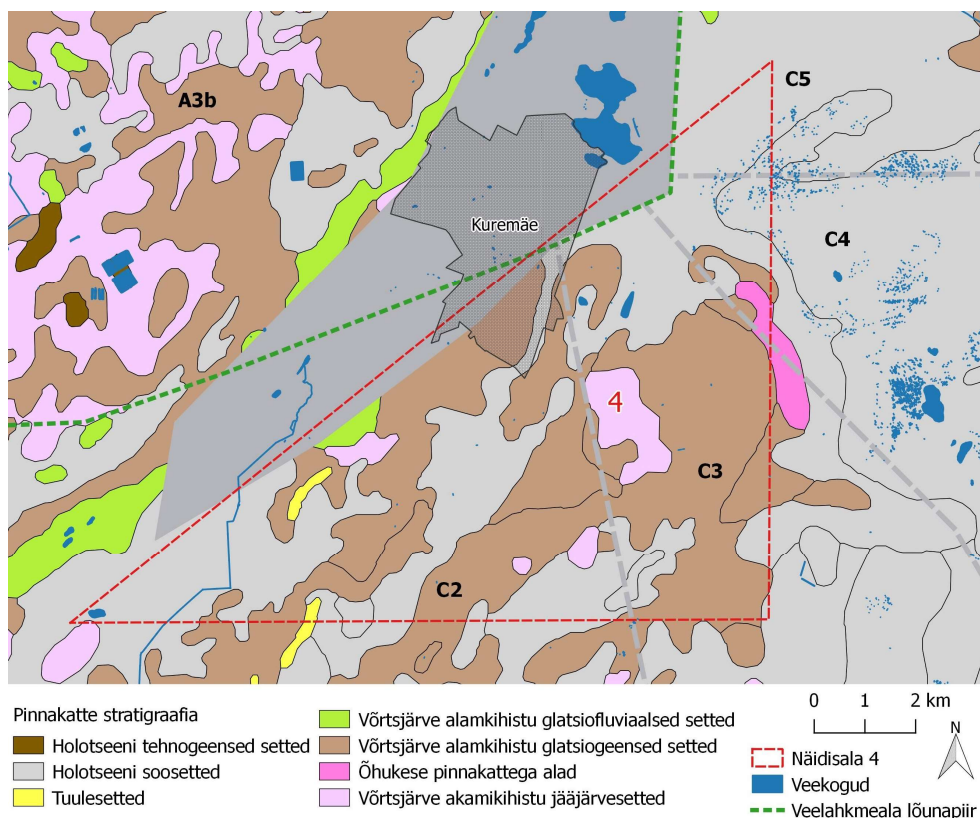
Joonis 34. Nädisala 4 asend aluspõhja geoloogilise kaardi taustal.



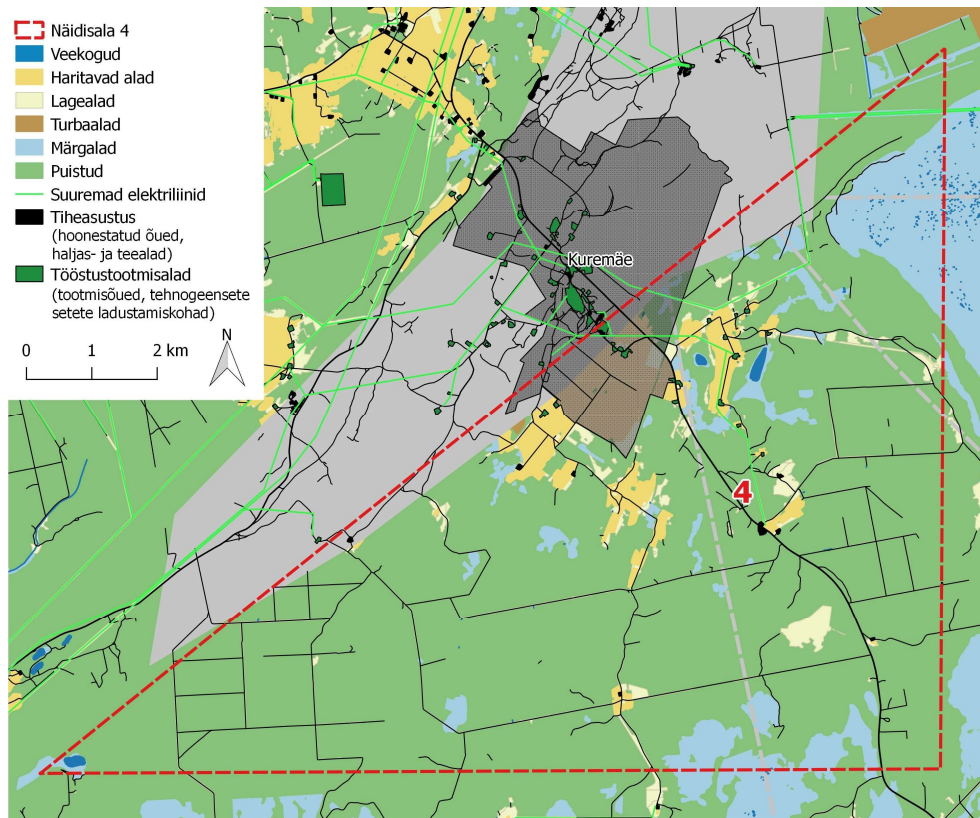
Joonis 35. Põhja-lõuna-suunaline geoloogiline läbilõige I-J. Vertikaalsed jooned ja numbrid nende kohal tähistavad puuraukusi, mille andmetel on läbilõige koostatud. Läbilõike asend on toodud aluspõhja geoloogilisel kaardil (Joonis 34).



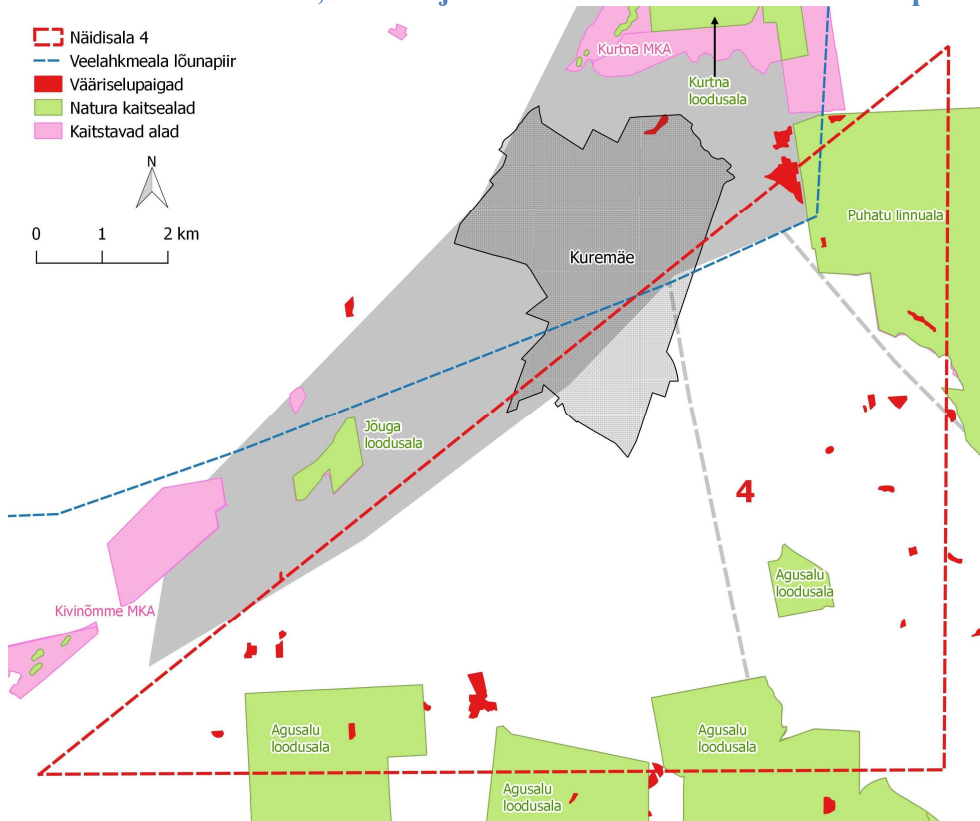
**Joonis 36.** Lääne-ida-suunaline geoloogiline läbilõige K-L. Vertikaalsed jooned ja numbrid nende kohal tähistavad puuraukusid, mille andmetel on läbilõige koostatud. Läbilõike asend on toodud aluspõhja geoloogilisel kaardil (Joonis 34).



**Joonis 37.** Näidisala 4 asend pinnakatte geoloogilise kaardi taustal.

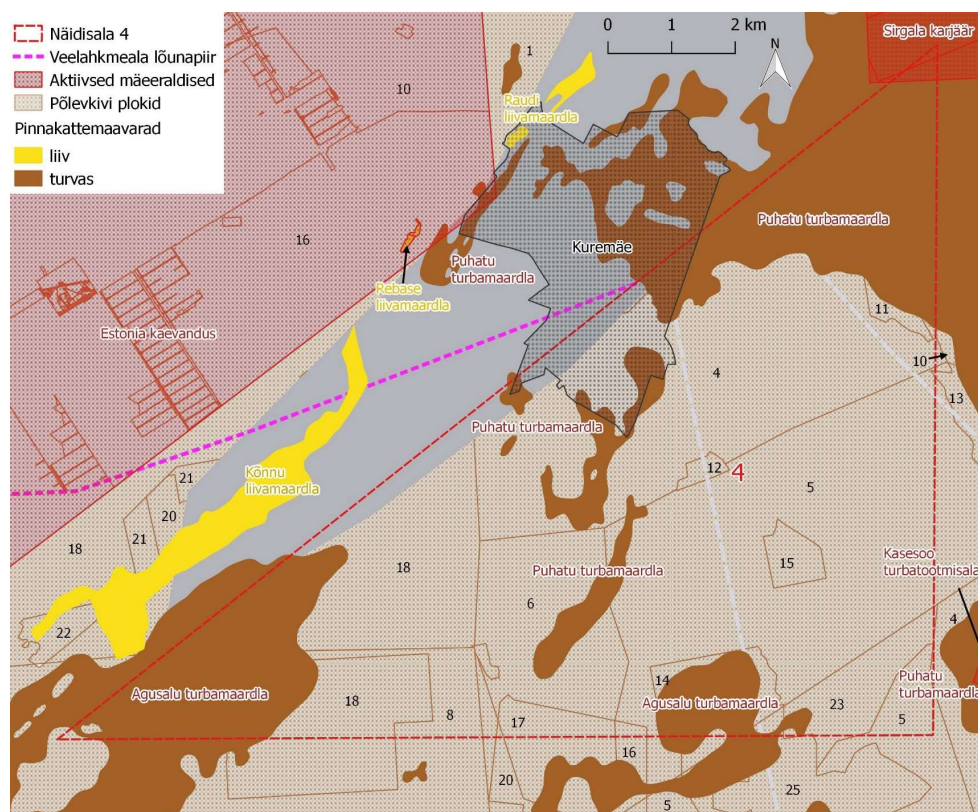


Joonis 38. Maakasutus, asustus ja kommunikatsioonid näidisala 4 piires.



Joonis 39. Looduskaitseliste objektide paiknemine näidisala 4 piires.





Joonis 40. Maardlad näidisala 4 piires.

Näidisalas 4 on huviobjektiks allmaa-kaevandatav **kukersiit-põlevkivi**, kuid leidub ka graptoliit-argilliiti ning Leetse kihistu glaukoniiiti (Joonis 40). Näidisala haarab tüki Eesti põlevkivimaardla idaosast ning kattub osaliselt planeeritava Estonia II põlevkivikaevandusega. Ala põlevkivivaru on u 234 720 tuhat t, millest (i) aktiivne tarbevaru moodustab 126 090 tuhat t, (ii) aktiivne reservvaru 49 850 tuhat t, (iii) passiivne tarbevaru 20 190 tuhat t ja (iv) passiivne reservvaru 38 590 tuhat t. Kasuliku kihindi paksus on vahemikus 1,73 kuni 2,19 m. **Graptoliit-argilliit** levib näidisala kogu ulatuses, kihindi paksus on 0,05 - 0,7 m. Leetse kihistu keskmine paksus on 0,83 m.



## Kasutatud ja viidatud kirjandus

- Arold I., 2005. *Eesti maastikud*. Tartu, Tartu Ülikooli Kirjastus, 453.
- Eggermont H., Balian E., Azevedo J.M.N., Beumer V., Brodin T., Claudet J., Fady B., Grube, M., Keune H., Lamarque P., Reuter K., Smith M., van Ham C., Weisser W.W. & Le Roux X., 2015. Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. *GAIA*, **24**, 243 – 248.<sup>1</sup>
- Haberman J., Timm T. ja Raukas, A. (toim.), 2008. *Peipsi*. Eesti Loodusfoto, Tartu, 472 lk.
- Karukäpp R., 2008. Peipsi nõo pinnamood ja maastikud. Haberman J., Timm T. ja Raukas A. (toim.) *Peipsi*. Eesti Loodusfoto, Tartu, 63-72.
- Keskkonnaregistri kodulehekül. [register.keskkonnainfo.ee](http://register.keskkonnainfo.ee)
- Kont A., 1996. Aluspõhi. Maastikud. Inimtegevus. Saaber K. (toim.) *Koguteos Virumaa*. Lääne-Viru Maavalitsus, Ida-Viru Maavalitsus, 33-50.
- Maa-ameti kodulehekül. <https://www.maaamet.ee/et>
- Keskkonnaministeeriumi kodulehekül. Maapõuepoliitika põhialused aastani 2050. [www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/maapou/maapoue-strategia](http://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/maapou/maapoue-strategia)
- Riigi Teataja. Maapõueseadus. <https://www.riigiteataja.ee/akt/MaaPS>
- NBS2017 konverents: Nature-based Solutions. Tallinn, 24-26 October 2017 <https://nbs2017.eu/>
- Paal J. ja Leibak E., 2017. Põlevkivi kaevandamine ja elusloodus. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, 275.
- Пуура, В. (под редакцией), 1987. Геология и полезные ископаемые Раквереского фосфоритоносного района. Академия наук Эстонской ССР, Институт геологии, Управление геологии Эстонской ССР. Таллинн, “Валгус”, 212 ст.
- Puura V., Amantov A., Tikhomirov V. and Laitakari I., 1996. Latest events affecting the Precambrian basement, Gulf of Finland and surrounding areas. *Geological Survey of Finland, Special Paper*, **21**, 115–125.
- Puura V., Vaher R. and Tuuling I., 1999. Pre-Devonian landscape of the Baltic Oil Shale Basin, NW of the Russian platform. In: Smith B.J., Whalley W.B. and Warke, P.A. (eds.). *Uplift, Erosion and Stability: Perspectives on Long-term Landscape Development*. Geological Society Special Publication, **162**, 75-84.
- Raukas A. ja Rõuk A.-M., 1995. Pinnamood ja selle kujunemine. Raukas A. (toim.) *Eesti Loodus*. Valgus & Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 120–175.
- Sedman P. ja Talviste P., 2017. Projekt: Virumaa maavarade võimaliku kaevandamise keskkonnamõjud põhja- ja pinnaveele ning maastikule keskkonnageoloogiliste

---

<sup>1</sup> <http://www.ingentaconnect.com/content/oekom/gaia/2015/00000024/00000004/art00010>

mudelitega analüüsituna koos alternatiivsete leevendusmeetmetega. Virtuaalse kaevanduse ruumiline ja ajaline planeerimine. IPT Projektijuhtimine OÜ, Tallinn, 72 lk.

Tuuling I., 2017. Paleozoic rocks structure *versus* Cenozoic cuesta relief along the Baltic Shield – East European Platform transect. *Geological Quarterly*, **61**, 396–412.