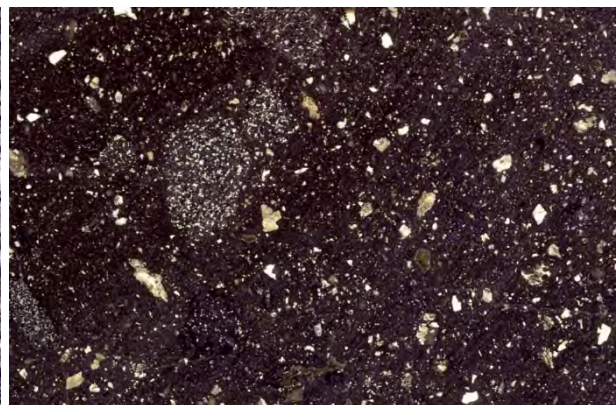
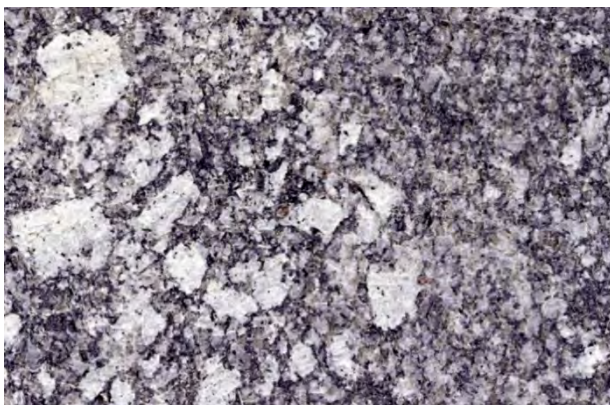


POSKI-päivityshankkeeseen liittyvä Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan kalliokiviainesselvitys

Mika Räisänen, Heidi Laxström, Heikki Nurmi





Geologian tutkimuskeskus
Energia ja rakentaminen
Espoo, Kokkola

25.4.2022

GTK/6/03.02/2022

Kansikuvat:

Vasen: Pohjanmaan maakuntakivi Vaasan graniitti hiottuna pintana. Jari Väätäinen (GTK)

Oikea: Etelä-Pohjanmaan maakuntakivi Kärnäiitti kiillotettuna, Lappajärvi. Jari Väätäinen (GTK)

25.4.2022

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

25.4.2022 / GTK/6/03.02/2022

| | | |
|--|-----------------------|---|
| Tekijät Mika Räisänen Heidi Laxström Heikki Nurmi | | Raportin laji Työraportti |
| | | Toimeksiantaja Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan ELY |
| Raportin nimi POSKI-päivityshankkeeseen liittyvä Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan kalliokiviainesselvitys | | |
| Tiivistelmä Tämän pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittamishankkeen (POSKI) tavoitteena on tukea maakuntakaavoitusta, varmistaa kiviainesten saatavuus eri käyttökohteisiin kuten infran- ja talonrakentamisen, asfaltin ja betonin kiviainesten tarpeisiin sekä vähentää ennaltaehkäisevästi ympäristölle aiheutuvien haittojen muodostumista. Selvityksessä painotettiin kasvukeskusten, tuulivoima-alueiden, tie- ja ratahankkeiden kiviainestarpeita. Tämä Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakunnissa toteutettu selvitys pohjautuu useisiin aineistoihin, joista merkittävä osa on vaikeasti saatavilla tai julkaisemattomia. Selvityksessä koostettiin paikkatietoaineisto, joka käsittää noin 70 potentiaalista kiviaineshuollon aluetta. Selvitysalueella vallitsevana kallioperänä on Pohjanmaan liuskejakso, joka kiertää Keski-Suomen granitoidialuetta. Kallioiden ominaisuudet ja kiviainesten laatu vaihtelevat selvitysalueella erittäin paljon. Tämän seurauksena selvitysalueelta on toisaalta löydettävissä kiviainesresursseja lähes kaikkiin käyttökohteisiin, mutta toisaalta kiviainesalueiden geologinen kartoitus on erityisen tärkeää yhteiskunnan resurssitehokkuuden sekä hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamisen kannalta. | | |
| Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittamishanke (POSKI), kiviainesten saatavuus, käyttökohde, laatu, logistiikka, pitkäaikaiskestävyys, resurssitehokkuus, ympäristö | | |
| Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Pohjanmaa ja Etelä-Pohjanmaa | | |
| Arkistotunnus | | |
| Kokonaissivumäärä 39 | Kieli Suomi | Julkisuus |
| Yksikkö Energia ja rakentamisen ratkaisut (ERR) | | Projektinumero 50401-10642 |
| Allekirjoitus/nimen selvennys | | Allekirjoitus/nimen selvennys |

25.4.2022

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

25.4.2022

Sisällysluettelo**Kuvailulehti**

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Projektin tausta ja sisältö | 1 |
| 1.1 | Työn sisältö | 1 |
| 1.2 | Projektin aikataulu | 2 |
| 1.3 | Aikaisempien POSKI selvitysten inventoidut kallioalueet ja perustetut louhokset | 2 |
| 1.4 | Projektialue | 3 |
| 1.5 | Poissulkeva aineisto | 6 |
| 1.6 | Kalliokiviainesten maa-ainesten ottoluvat ja tarveselvitys | 7 |
| 1.7 | Tie- ja ratahankkeet sekä kasvukeskusten laajeneminen | 9 |
| 1.8 | Kasvukeskusten laajentuminen | 9 |
| 2 | Alueen geologiset piirteet ja kiviainesten mekaanisfysikaaliset ominaisuudet | 11 |
| 2.1 | Kallioperän ominaispiirteet (Kähkönen 1998) | 11 |
| 2.2 | Geologisten ominaisuuksien vaikutus kiviainesten tekniisiin ominaisuuksiin ja kestävyys | 11 |
| 2.3 | Kiviainesten laatu käyttökohteessa | 15 |
| 2.4 | Yleistä selvitysalueen mekaanisfysikaalisista ominaisuuksista | 15 |
| 3 | Esimerkkejä yleisistä Kiviainesten käyttötarkoituksista | 20 |
| 3.1 | Yleinen infra- ja talonrakentamisen kiviaines sekä kantavat rakenteet | 20 |
| 3.2 | Asfaltin kiviaines | 20 |
| 3.3 | Betonin kalliokiviaines | 21 |
| 3.4 | Raidesepeli ja ratarakentamisen kiviainekset | 22 |
| 3.5 | Tuulivoiman kiviainekset ja merituulivoimaloiden louheperustukset | 23 |
| 4 | Selvitysalueen Potentiaaliset kalliokiviainesalueet | 24 |
| 4.1 | Maastotutkimukset ja -tarkistukset | 24 |
| 4.2 | Kohteiden valintaperusteet | 25 |
| 5 | kiviainesten saatavuuden turvaaminen ja ympäristöhaittojen minimointi | 35 |
| 5.1 | Pohjavedenalainen ottotoiminta | 35 |
| 5.2 | Maankäyttömuotojen yhteensovittaminen – esimerkkinä tuulivoima- ja kalliokiviainesten ottotoiminta | 35 |
| 5.3 | Kiviainesten ottoalueiden jälkikäyttö | 36 |
| 5.4 | Kiviainekset kiertotaloudessa ja rakentamisen tukialueet | 37 |
| 6 | Yhteenveto | 38 |

25.4.2022

5.4.2022

1 PROJEKTIN TAUSTA JA SISÄLTÖ

Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittamishanke (POSKI) on valtakunnallinen tutkimus- ja kehittämishankekokonaisuus, jonka avulla pyritään yhteensovittamaan pohjavesien suojelu ja kiviaineshuollon toiminta. POSKI-hankkeessa pyritään turvaamaan hyvälaatuinen pohjavesi, varmistamaan kiviainesten saatavuus sekä osoitetaan pitkällä aikajänteellä vesihuoltoon ja kiviainesten ottoon soveltuvat alueet. Tavoitteena on myös luoda alueellisia vuorovaikutusverkostoja sekä parantaa tietopohjan hyödyntämistä. Tämä Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan alueisiin liittyvä projekti on osa POSKI-projektia, joka alkoi syksyllä 2020.

Suomen kiviainesresurssien ominaispiirteenä on kova vanha kallioperä, jonka päällä on nuorempia jääkauden kerrostamia hiekka- ja soraesiintymiä. Viimeisten vuosikymmenien aikana on siirrytty selvästi enemmän hyödyntämään kalliosta tuotettuja kiviaineksia hiekka- ja sora-ainesten vähenemisen ja ympäristötekijöiden vuoksi (Ympäristöministeriö 2020). Edellä mainitun perusteella on keskeisen tärkeää kyetä arvioimaan nykyistä paremmin ja kattavammin kalliokiviainesresurssit huomioiden niiden laatu eri käyttökohteissa.

Infra ry:n mukaan (Nippala 2020) Suomessa käytetään vuosittain noin 25 tonnia kiviaineksia henkilöä kohden. Tästä määrästä jopa puolet on työmailta peräisin olevaa kalliokiviainesta, näitä kuvaa suuret vuosivaihtelut ja tilastoinnin epäluotettavuus.

Kaavoituksella on tärkeä merkitys kiviaineshuollon resurssitehokkuudessa ja päästöjen minimoimisessa. Kiviainesten ottotoiminta kannattaa suunnitella pitkäjännitteisesti kohdekohtaisen osaoptimoinnin sijaan, tällä varmistetaan rakentamisen kiviainesten saatavuus mahdollisimman pienillä ympäristövaikutuksilla. Tämän toteutuminen edellyttää eri sidosryhmien laaja-alaista avointa yhteistyötä.

Kuljetuksista aiheutuvat kustannukset ja päästöt ovat keskeisiä kiviainesten osalta, koska kuljetuskustannusten osuus on suuruusluokkaa 50 % kiviainesten hinnasta käyttökohteessa. Tämä korostaa käyttökohteiden läheltä saatavien kiviainesten merkitystä, käytettyjen kiviainesten laatua ja pitkäaikaiskestävyyttä sekä kierrätettävyyttä.

1.1 Työn sisältö

Tässä työssä selvitetään Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan potentiaaliset kalliokiviainekohteet kiviainesten tuotannon kannalta. Työ sisältää kartta- ja taulukkotulkinnan GTK:n tietokantojen havaintopisteistä ja lujuusnäytteistä sekä yhteenvedon keskeisimmistä maa-aineslupien alueista. Geologisten ja geofysikaalisten aineistojen karttatulkinta yhdistettynä kiviainestietoihin edesauttaa geologisten muodostumien jatkuvuuden arviointia. Tästä on hyötyä pitkäaikaisten maakunnallisesti merkittävien kiviainesalueiden kohdentamisessa.

5.4.2022

Työssä on hyödynnetty GTK:n ja muita julkisia aineistoja sekä julkaisemattomia GTK:n aineistoja. Tältä pohjalta työssä on arvioitu, miltä alueilta on mahdollisuudet löytää eri käyttökohteisiin soveltuvia kiviaineksia.

Kiinnitämme huomiota eri käyttökohteiden asettamiin laatuvaatimukseen (mm. lujuus ja geologiset ominaisuudet) sekä eri ominaisuuksien kiviainesten optimaaliseen hyödyntämiseen. Oikea laatu oikeaan paikkaan -tukee resurssien riittävyyttä ja päästöjen vähentämistä.

Raportissa on esitetty arvioita kiviainesten soveltuvuudesta eri käyttökohteisiin ilman maastotarkastelua molempien maakuntien alueilta. Raportissa nostetaan esille kohteita, joissa on tärkeää suorittaa maastokartoituksia mm. kiviainesten laadun ja laadunvaihtelun selvittämiseksi, rapautumisalttiuden selvittämiseksi (esimerkiksi mustaliuskeiden esiintyminen) sekä vaativimpiin käyttökohteisiin (esimerkiksi asfaltin kiviaines) saatavien resurssien turvaamiseksi.

Tuomme myös esiin näkemyksiä, joiden avulla voidaan etsiä ratkaisuja kiertotalouden ja yhteiskunnan hiilineutraalisuustavoitteisiin sekä turvata resurssien saatavuus myös tulevaisuudessa.

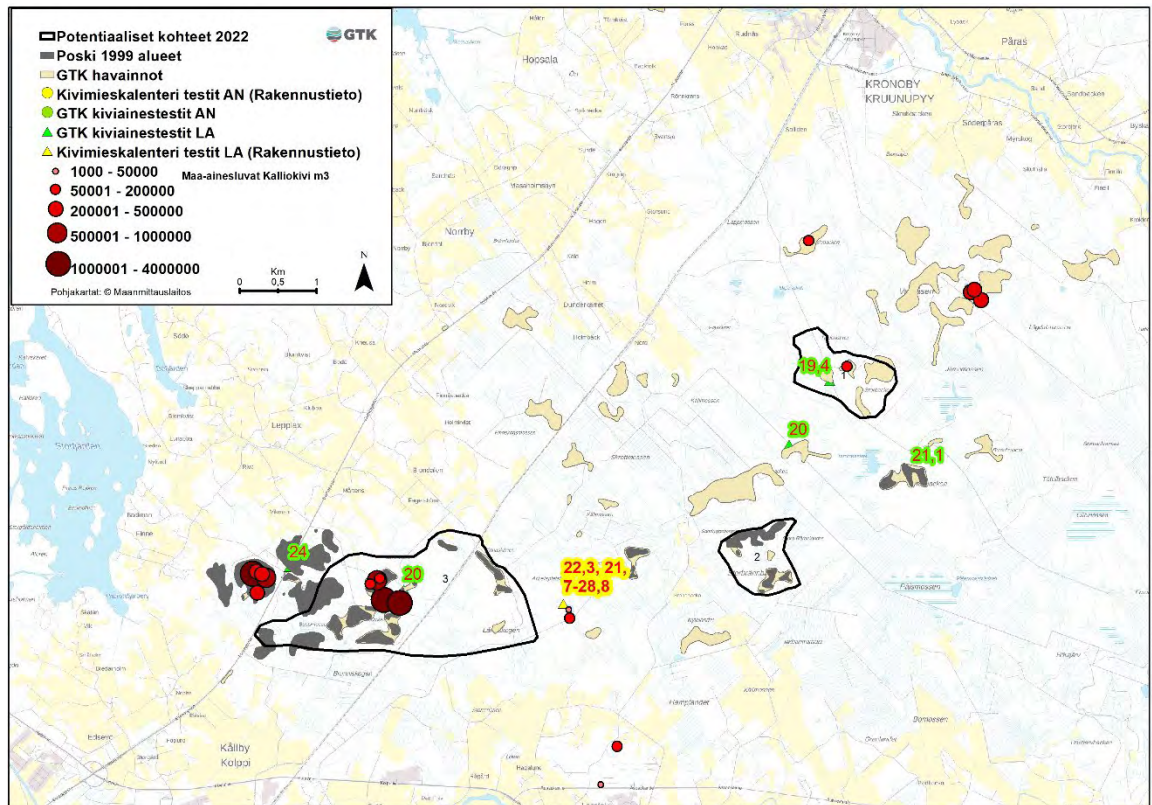
1.2 Projektin aikataulu

Projekti toteutettiin aikavälillä 3.2.2022 – 7.4.2022, jonka aika pidettiin kaksi välikokousta. Aloituskokous pidettiin 16.2.2022, välikokouksia järjestettiin 10.3.2022 ja 30.3.2022 sekä projektin loppukokous 25.4.2022.

1.3 Aikaisempien POSKI selvitysten inventoidut kallioalueet ja perustetut louhokset

GTK:n kalliokiviainesten kallionlaatuinventointeja toteutettiin 928 alueella ajanjaksolla 1991–96, näistä valittiin 166 aluetta vuoden 1999 Poski projektiin potentiaalisiksi kalliokiviainesten tuotantoalueiksi. Tämä selittää osaltaan, miksi näistä 166 alueesta melko monet eivät ole päätyneet louhosalueiksi, sillä selvitysalueelta on ollut paljon muitakin kiviainesten ottotoimintaan soveltuvia alueita saatavilla (kuva 1) ja maa-ainesten ottolupa myönnetään sillä periaatteella, jos toiminnan harjoittamiselle ei ole esteitä. Tällä turvataan resurssien saatavuutta.

5.4.2022



Kuva 1. GTK:n kalliokiviaineshavaintoja, POSKI-1999 selvitykseen valittuja alueita sekä toteutuneita louhosalueita. GTK:n lujuusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin (kiviainesyritysten vuosikalenteri, jossa paljon geologista ja kiviainestietoa) keltaisella (▲ Los Angeles -luku, ● Kuulamylyllyarvo).

Vuoden 1999 POSKI projektin aluevalinnoissa korostuvat kiviainesten etäisyys valta- ja kantateistä ja kiviainesten lujuusominaisuudet. Kiviainesten laatu käsite on muuttunut paljon viimeisen 20 vuoden aikana. Ennen kiviainesten laatu käsite perustui suurelta osin kiviainesten lujuusominaisuuksiin. Nykyisin laatu ymmärretään siten, että kiviaineksen loppukäyttökohde määrittää materiaalin laatuvaatimukset ja laatuun liittyy myös monia muita tekijöitä kuten jalostus, varastointi, kuljetus ym.

Louhosten sijainnissa on tärkeää logististen kustannusten ohella kiviainesten riittävät ominaisuudet yleisimpiin infra- ja talonrakentamisen kohteisiin, joihin tarvitaan kiviaineshuollossa suurimmat määrät kiviaineksia. Tämän vuoksi ne on pyrittävä säilyttämään loppukäyttökohteiden läheisyydessä kuten kasvukeskusten, valtateiden sekä lähellä risteäviä teitä, mistä avautuvat kiviainesmarkkinat moneen suuntaan.

1.4 Projektialue

Projektin alue (Kuva 2) sisältää Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakunnat. Kaiken kaikkiaan alueella on 32 kuntaa. Pohjanmaan kunnat ovat pohjoisesta: Luoto,

5.4.2022

Kruunupyy, Pietarsaari, Pedersöre, Uusikaarlepyy, Vöyri, Mustasaari, Vaasa, Laihia, Maalahti, Korsnäs, Närpiö, Kaskinen, Kristiinankaupunki. Etelä-Pohjanmaan kunnat: Evijärvi, Kauhava, Lappajärvi, Vimpeli, Alajärvi, Lapua, Isokyrö, Ilmajoki, Seinäjoki, Kuortane, Soini, Ähtäri, Alavus, Kurikka, Teuva, Kauhajoki, Karijoki, Isojoki.

5.4.2022



Kuva 2. Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan tie- ja rataverkkoa sekä suunniteltuja kunnostus- ja kehitystöitä.

5.4.2022

1.5 Poissulkeva aineisto

Alueiden tarkastelussa on huomioitu maankäyttöä rajoittavat tai ohjaavat maankäyttömuodot, kuten luonnonsuojelualueet (taulukko 1). Tarkoituksena on ollut varmistaa, että hahmoteltavat aluerajaukset eivät ole ristiriidassa luonnon-, maiseman- sekä eräiden muiden ympäristöarvojen kanssa (Ympäristöministeriö 2020). Lista sovellettavista poissulkevista aineistoista on toimitettu Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen toimesta.

Taulukko 1. Lista sovellettavista poissulkevista aineistoista

| Käytetty paikkatietoaineisto | Lähde | Suojavyöhykkeen leveys |
|--|---------------------------------------|------------------------|
| Maakuntakaavojen virkistys-, suojelu- ja kulttuuriperintöalueet | Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan liitto | |
| Asuin- ja vapaa-ajan rakennustiedot (RHR) | SYKE & DVV | 500 m* |
| YKR-taajamat | SYKE | |
| Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt (RKY 2009) | Museovirasto | |
| Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet (VAMA) | SYKE | |
| Muinaisjäännösalueet- ja pisteet | Museovirasto | |
| Vesialueet | SYKE | 100 m |
| Valtakunnallisesti arvokkaat kallioalueet | SYKE | |
| Valtakunnallisesti arvokkaat moreenimuodostumat | SYKE | |
| Valtakunnallisesti arvokkaat tuuli- ja rantakerrostumat | SYKE | |
| Valtakunnallisesti arvokkaat kivikot | SYKE | |
| NATURA 2000-alueet | SYKE | |
| Luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet | SYKE | |
| Luonnonsuojeluohjelma-alueet | SYKE | |
| Metsälain arvokkaat elinympäristöt | Metsäkeskus | |
| Pohjavesialueet | SYKE | |

5.4.2022

*Pääasiassa sovellettu POSKI-selvityksissä valtakunnallisesti käytettyä 500 m:n suojavyöhykettä, mutta tapauskohtaisesti käytössä on myös ollut Muraus-asetuksen 300 m:n suojavyöhykevaatimus.

1.6 Kalliokiviainesten maa-ainesten ottoluvat ja tarveselvitys

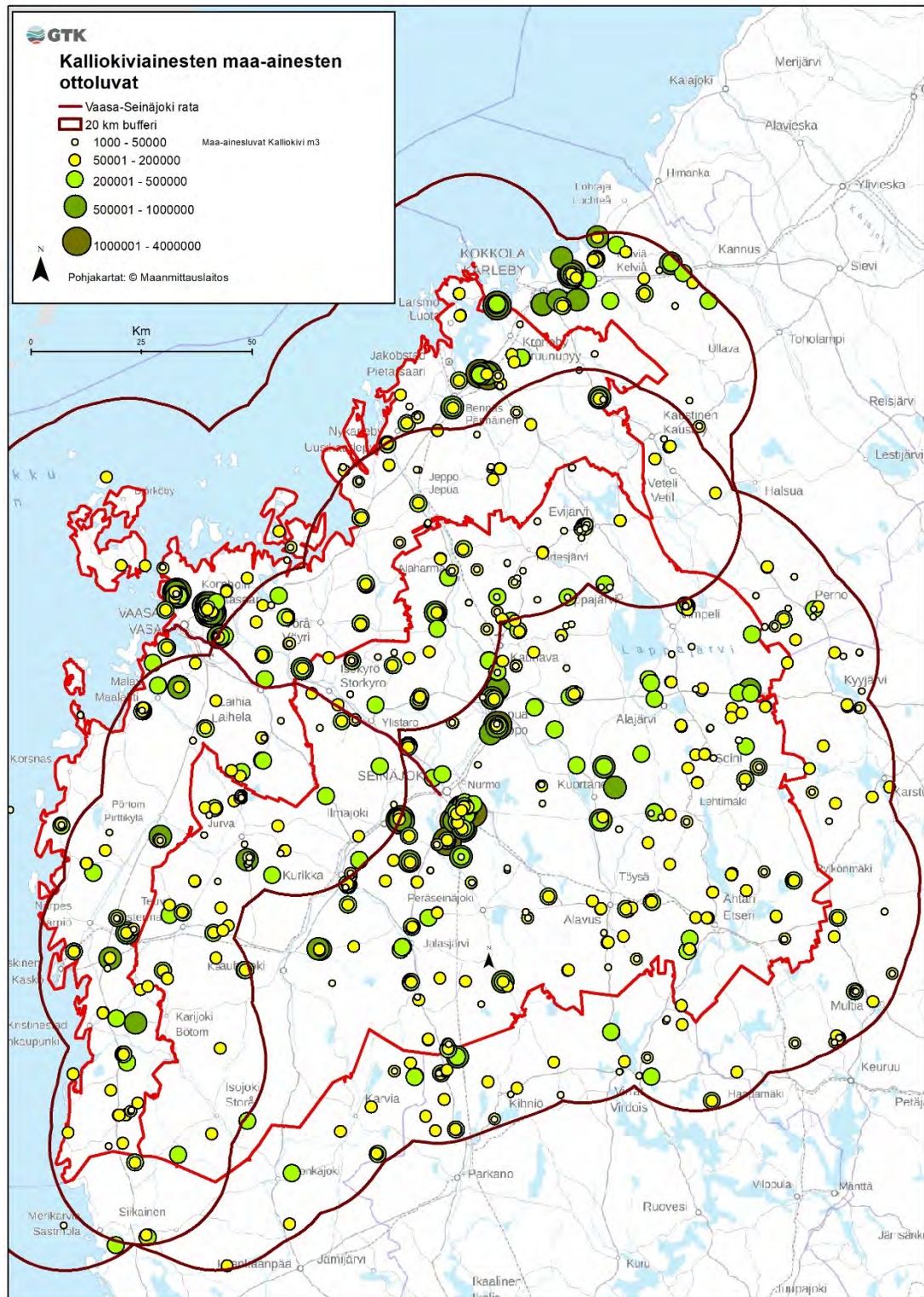
Kuljetukset muodostavat kiviainesten kustannuksista usein yli puolet niiden arvosta loppukäyttökohteessa. Selvitysalueella sijaitsee kalliokiviainesten ottolupia melko tasaisesti koko alueella. Tällä minimoidaan kuljetuksista aiheutuvat päästöt ja kustannukset.

Kalliokiviainesten ottomääriltään suurimmat louhokset sijaitsevat Vaasan ja Seinäjoen kasvukeskuksien alueilla. Muita ottotoiminnan kannata keskeisiä kiviainesalueita sijaitsee lähellä valtatie 8 sekä risteävien teiden alueella sijaitsevilla kunnissa (esimerkiksi Lapua ja Alajärvi).

Edellä mainitut alueet luovat myös jatkossa rungon kalliokiviainesten ottotoiminnalle ja selvitysalueiden kehittämiseksi. Mikäli kiviainesten ottotoiminta ei ole nykyisessä muodossa mahdollista esimerkiksi kilpailevan maankäytön vuoksi, kannattaa näissä tapauksissa selvittää ottotoiminnan ulottamista selvästi alle pohjaveden pinnan, jotta kuljetuskustannukset ja päästöt pysyvät kurissa.

Suunnittelu- ja konsultointiyhtiö AFRY (2022) on laatinut kuntakohtaisen kiviainesten tarveselvityksen, joka pohjautuu asukaslukuun. Selvitys on tehty kulutusennusteella 21 ja 25 tn / henkilö. Selvityksessä ei ole huomioitu kulutusta käyttökohteittain eli huomioiden esimerkiksi asfaltin kiviainesten tai kantavien rakenteiden kiviainestarpeet.

5.4.2022



Kuva 3. Voimassa olevat kalliokiviainesten maa-ainesten ottoluvut (m³). 20 km vyöhyke (bufferi) selvitysalueen ulkopuolella kuvaa ympäröivien alueiden lupatilannetta selvitysalueen ulkopuolella.

5.4.2022

1.7 Tie- ja ratahankkeet sekä kasvukeskusten laajeneminen

Alla listattuna Etelä-Pohjanmaalla toteutumassa tai mahdollisesti toteutumassa olevat teiden ja rautateiden parannus työt vuoteen 2050 mennessä (Lähde Väylävirasto):

- Vaasa - Seinäjoki rata
- Valtatie 19 Lapua - Alahärmä
- Valtatie 19 Seinäjoki - Ilmajoki
- Valtatie 18 Seinäjoki - Myllymäki
- Valtatie 18 Tervajoki - Seinäjoki
- Kantatie 67 Seinäjoki - Ilmajoki
- Kantatie 67 Ilmajoki – Kurikka
- Isojentie 661
- Tie 711 Kuortaneella (välillä Menkijärvi-Mustapää)

Alla listattuna Pohjanmaan toteutumassa tai mahdollisesti toteutumassa olevat teiden ja rautateiden parannus työt (lähde Väylävirasto sekä Pohjanmaan liiton):

- Vaasa - Seinäjoki rata
- Valtatie 3 Vaasa – Tampere
- Valtatie 8 Vaasa – Kokkola
- Valtatie 8 ja mt 724 Vaasan yhdystie, Vaasa
- Kantatie 68 välillä Edsevö - Pietarsaari, vaihe 3
- Valtatie 3 parantaminen Kylänpään, Torstilan, Käyppälän, Suorttilan, Perälän ja Rudon kohdalla, Laihia
- Kt 63 parantaminen välillä Ina-Kaustinen, Kruunupyy
- Valtatie 8 Helsingby – Vassor
- GigaVaasan alueen pistoratde/liikennepaikka
- Vaasan satamatie
- Seinäjoen kolmioraide

1.8 Kasvukeskusten laajentuminen

Vaasa (GigaVaasa)

5.4.2022

Björkenheimin ja Järvelän (2022) mukaan GigaVaasan alueelle rakennetaan satojen hehtaarien alueelle erittäin mittavaa hankekokonaisuutta. Tämä on jo itsessään valtavan suuri hanke, joka vaatii erittäin paljon niin kaivumaiden tutkimista, kuin varautumista neitseellisten kiviainesresurssien tarpeeseen. GigaVaasa luo kasvua ja uutta infrastruktuuria myös alueen ulkopuolelle, minkä vuoksi koko Vaasan seudulla on varauduttava ennakoivasti kiviainesten saatavuuden turvaamiseen (katso luku 5).

Vaasan kaupungin sivulla (2022) kuvataan GigaVaasaa muun muassa seuraavasti: ”Laaja GigaVaasa-hanke on luonut maailmanluokan toimintaympäristön energiateknologia-alan yrityksille. Monipuolinen yrityskanta, ammattitaitoiset asiantuntijat ja arvostettu energiaosaaminen ovat seikkoja, joiden ansiosta GigaVaasa on erityisesti akkutuotannolle paras paikka investoida ja kehittää tulevaisuuden innovaatioita. Yksinomaan akkuteollisuuden tarpeisiin varaamamme GigaVaasa-tehdasalue on ainoa laatuaan Pohjoismaissa ja koko Euroopassa. Tämä yhtenäinen, satoja hehtaareja kattava T/Kem-kaavamerkinän mukainen alue sijaitsee logistisesti keskellä maamme merkittävimpiä akkuteollisuuden raaka-ainevarantoja. GigaVaasan alueelle sijoittuvat yritykset voivat hyödyntää sekä Euroopan halvinta kestäväää energiaa että osaavan paikallisen työvoimamme innovatiivista yhteistyötä energiateknologian suunnittelusta valmistukseen. Tällaisen ekosysteemin etuna on tavallista lyhyemmän kehitys- ja suunnittelutyöhön tarvittavan ajan ohella myös merkittävästi edullisemmat tuotantokustannukset.”

Seinäjoki (Asutuksen leviäminen)

Seinäjoen alueelle ennustetaan selvää asukasluvun kasvua, mikä tarkoittaa käytännössä lisää rakentamista, parannettua infraa, uusia tiehankkeita, nopeampia raideyhteyksiä jne. Alueella on tällä hetkellä useita kalliokiviaineslouhoksia Seinäjoen ympäristössä.

Osa näistä louhoksista jää kasvavan Seinäjoen rakenteiden alle. Tämän vuoksi on keskeisen tärkeää tehdä pitkän aikajänteen suunnitelma, mille alueille kohdennetaan kiviainesten ottotoimintaa ja varmistaa että alueilta saatavien kiviainesten ominaisuudet täyttävät rakennettavien kohteiden vaatimukset.

Nykyisten ja uusien kallioulouhosten jälkikäyttömuodot kannattaa selvittää riittävän aikaisessa vaiheessa, sillä jälkikäytöllä on suuri merkitys alueelta saatavien kiviainesten määrään, mutta myös siihen miten alueen asukkaat suhtautuvat kiviainesten ottotoimintaan. Lisäksi on tärkeää selvittää rakentamisen tukialueiden tarvetta Seinäjoen ympäristössä.

5.4.2022

2 ALUEEN GEOLOGISET PIIRTEET JA KIVIAINESTEN MEKAANISFYSKIAALISET OMINAISUUDET

Tässä selvityksessä annamme kuvan Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakuntien kallioperän geologisista ominaisuuksista ja kiviainesten mekaanisfysikaalisista ominaisuuksista. Tämä muodostaa pohjan selvitysalueen kalliokiviainesresurssien määrittämiseksi ja luo pohjan turvata kiviainesten saatavuus eri käyttökohteisiin.

2.1 Kallioperän ominaispiirteet (Kähkönen 1998)

Selvitysalueen kallioperä on monin paikoin melko homogeenista, mutta toisaalla kallioperän kivilajit ja ominaisuudet vaihtelevat hyvin nopeasti. Kallioperä koostuu Pohjanmaan liuskealueesta, joka ympäröi laajaa syväkivistä (esimerkiksi graniitti, granodioriitti ja tonaliitti) muodostunutta Keski-Suomen granitoidialuetta (kuva 4). Liuskealue on muodostunut sedimentaation ja tulivuoren purkausten seurauksena. Alkuperäiset sedimentaation ja tulivuoritoiminnan rakenteet ovat hävinneet mannerlaattojen törmäyksen ja aineiden uudelleenkiteytymisen seurauksena. Tähän samaan aikaan ovat syntyneet alueen syväkivet, minkä vuoksi niissä näkyy paikoin samoja suuntauksia kuin liuskealueen kivissä.

Svekofenniset (noin 1900 miljoonaa vuotta sitten) pintasyntyiset kivet ovat alkuperältään pääasiassa hiekka-, siltti- ja savisedimenttejä, jotka ovat kohonneessa lämpötilassa ja paineessa muuttuneet (metamorfoituneet) fylliiteiksi, kiilleliuskeiksi, kiillegneisseiksi ja migmatiiteiksi (kuvat 14 ja 16). Siltti- ja savisedimentit vaihtuvat paikoin grafiitista ja sulfideista rikkaiksi mustaliuskeiksi (kuva 15), joiden ainekset ovat osaksi saostumisen tulosta.

Metamorfoituneiden sedimenttien joukossa on metavulkaniitteja (intermediääriset ja mafiset vulkaniitit kuvat 12, 13 ja 16), joiden määrät ja koostumukset vaihtelevat suuresti. Välikerroksina esiintyy myös kvartsi-maasälpäliuskeita sekä piidioksidin saostumisen tuloksena syntyneitä sertejä, joista suurin esiintymä on Lapuan Simpsiön alueella.

2.2 Geologisten ominaisuuksien vaikutus kiviainesten teknisiin ominaisuuksiin ja kestävytyteen

Selvitysalueen kallioperä on monin paikoin maapeitteiden alla, mikä vaikeuttaa kallioperän kartoittamista. Tämän vuoksi on tärkeää hyödyntää kaikkea saatavilla olevaa geologista tietoa varsinkin niillä alueilla, missä kallioperän ominaisuudet vaihtelevat enemmän.

Kiviainesten laadun arvioimisessa on tärkeä havainnoida kohdealueella kallioperän ominaisuuksista muun muassa seuraavia tekijöitä: kivilajien vaihtelu, kallioiden

5.4.2022

rikkonaisuus ja heikkousvyöhykkeiden esiintyminen, hiertosaummat, kerroksellisuus, liuskeisuus, pegmatiittijuonien esiintyminen sekä kiven mineralogisista piirteistä mineraalien raekoko, raekokojakauma, mineraalien yhteen liittyminen, suuntaus, rapautuneisuus ja rapautumisalttius, kvartsin kiteytymisaste, pehmeiden ja/tai helposti rapautuvien sulfidimineraalien kuten magneettikiisu määrä ja esiintyminen ym.

Kiviainesten ominaisuudet vaikuttavat lujuusominaisuuksien ohella niiden tuotantoon, käyttöön rakentamisessa ja pitkäaikaiskestävyyteen. Esimerkiksi, jos käytetään sekaisin lujuudeltaan heikompia ja vahvempia kiviaineksia voivat vahvemmat kiviainekset rikkoa tien rakenteissa raskaan liikenteen kuormituksen alla heikomman lujuuden kiviaineksia ja aiheuttaa rakenteen hienoaineksen määrän lisääntymistä ja tien routimista.

Mineralogisen koostumuksen ja mikroskooppisen rakenteen vaikutus kiven ominaisuuksiin

Kivet koostuvat mineraaleista ja kivien ominaisuudet johtuvat paljolti eri mineraalien paljousuhteista, mineraalien raekoosta ja siitä, miten mineraalit ovat liittyneet toisiinsa. Mineraalien raekokoa kuvataan seuraavasti: tiivis/lasinen (kiven mineraalirakeita ei erota paljaalla silmällä), pienirakeinen (< 1 mm), keskirakeinen (1–5 mm) ja karkearakeinen (0,5–5 cm).

Iskunkestävyys

Yleistäen voidaan sanoa, että mitä pienempi on kivien mineraalien raekoko ja mitä mutkikkaampia ovat mineraalien väliset rajapinnat, sitä iskunkestävämpää kivi on. Iskunkestävä kivi kestää paremmin esimerkiksi raskaan liikenteen ja junien kuormaa sekä nastojen iskuja. Iskunkestävyyttä heikentää, jos mineraalien raerajat ovat suoria ja mineraalit esiintyvät tasaisina pintoina.

Tulivuoriperäiset kivet (vulkaniitit) kiteytyvät erittäin nopeasti, minkä vuoksi ne ovat usein hyvin pienirakeisia ja täten omaavat hyvän iskunkestävyyden, mistä on hyötyä kantavissa rakenteissa, raidesepelinä ja asfaltin kiviaineksena. Kiilleliuskeet ja kiillegneissit ovat myös usein pienirakeisia, mutta niiden iskunkestävyyttä heikentää levymäisten kiillemineraalien esiintyminen tasaisina helposti lohkeavina pintoina. Syväkivien kiteytyminen useiden kilometrien syvyydessä kestää miljoonia vuosia, minkä vuoksi niiden raekoko on selvästi karkeampi kuin vulkaniiteilla ja täten iskunkestävyys usein myös alhaisempi verrattuna vulkaniitteihin.

Kyky vastustaa nastarenkaiden raapivaa kulutusta

Parhaimmat asfaltin kiviainekset omaavat sekä hyvän iskunkestävyyden että kyvyn vastustaa kovien nastojen abrasiivista (hiovaa) kulutusta. Hiovan kulutuksen kestävyys vaikuttaa kivien mineraalikoostumus, jonka käytännössä tarkoittaa, että kivessä on oltavat riittävästi kvartssia, joka on kovin yleisistä mineraaleistamme. Osa vulkaniiteista täyttää edellä mainitut vaatimukset.

5.4.2022

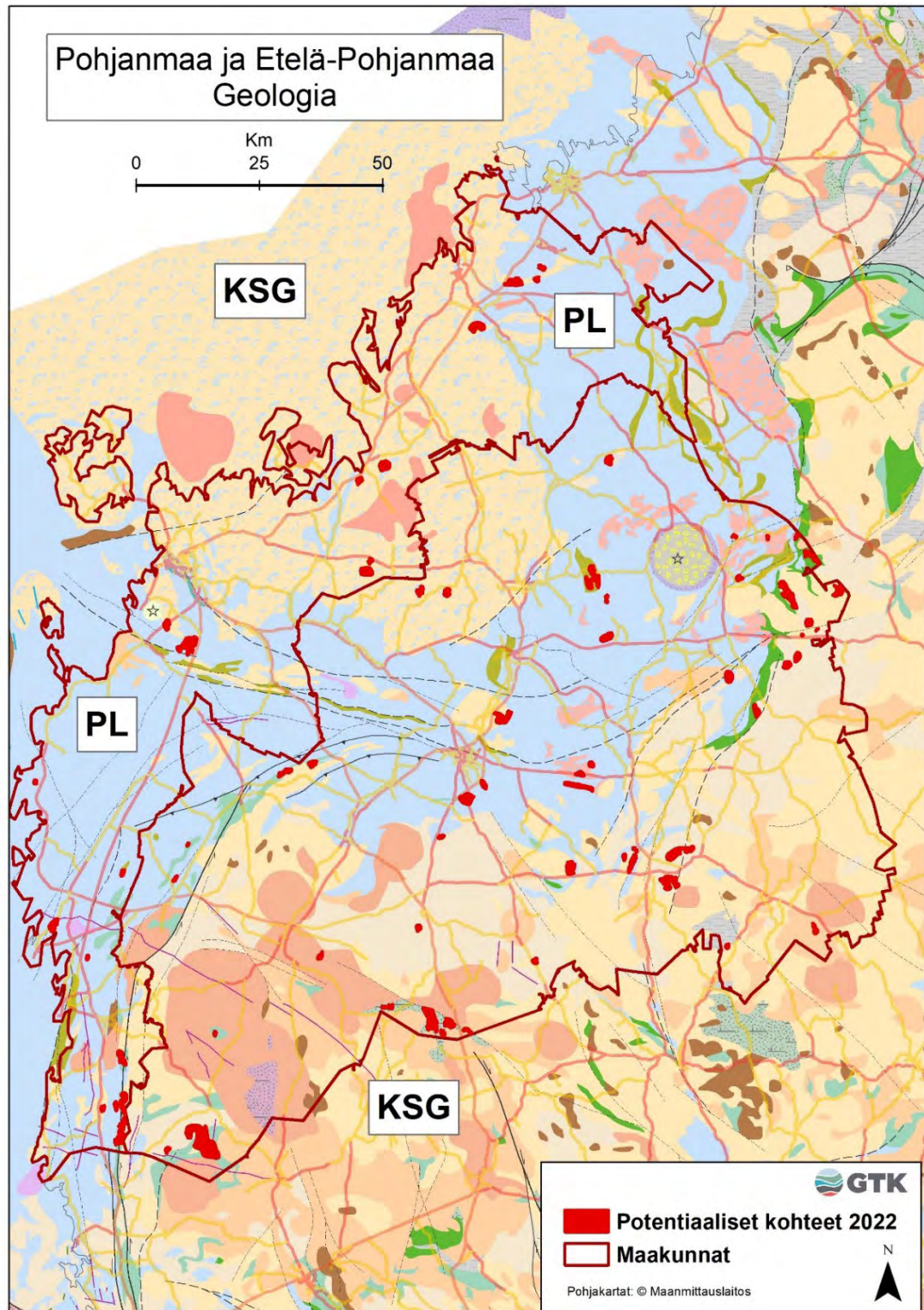
Edellä on yksinkertaistettu Geologiaa asian ymmärtämiseksi. On huomattava, että metamorfoosin yhteydessä (geologinen muodonmuutos korkeassa lämpötilassa ja paineessa) kivet muuttavat rakennetta ja mineraalikoostumusta uudelleen kiteytymisen seurauksena ja muodostuu muun muassa gneissejä ja liuskeita, joiden ominaisuudet vaihtelevat hyvin paljon.

Rapautuneisuus ja rapautumisalttius

Selvitysalueella tulee erityisesti huomioida Pohjanmaan liuskejaksolle yleisten sulfidirikkaiden mustaliuskeiden esiintyminen, koska sulfidimineraalit ovat helposti rapautuvia. Tämän vuoksi mustaliuskeiden päätymistä kiviainestuotteisiin tulee pyrkiä välttämään.

Lisäksi on tärkeää määrittää pehmeiden mineraalien määrä (esimerkiksi kiillemineraalien ja kloriitin), koska pehmeät mineraalit voivat aiheuttaa hienontumisen seurauksena routimista tien rakenteissa, asfaltin kulumista ja vaikutuksia betonin kestävyteen.

5.4.2022



KUVA 4. Yksinkertaistettu kallioperäkartta Pohjanmaan Liuskealueesta PL (kiilleliuskeet ja kiillegneissit sininen, vulkaniitit (vihreä), mustaliuskeet ja grafiittiliuskeet (lila) sekä

5.4.2022

Keski-Suomen Granitoidi KSG (kellertävä ja ruskeaa). Kallioperän detaljit muun muassa vulkaniiteista, serteistä ja mustaliuskeista kuvissa 8–10 ja 12–16.

2.3 Kiviainesten laatu käyttökohteessa

Kiviainesten laatu on kiviainesten ominaisuuksien lisäksi monien osatekijöiden summa. Laatuun vaikuttavat mm. louhinta, tuotantoprosessi, varastointi ja kuljetus. Tässä yhteydessä arvioidaan ainoastaan kiviaineksen lähtöalueen geologiseen syntyhistoriaan liittyvää laatua ja miten se vaikuttaa kiviainesten mekaanisfysikaalisiin ominaisuuksiin.

Kiviainesten laatukriteerit vaihtelevat niiden käyttökohteiden mukaan. Täten kaikkein iskunkestävin ja parhaiten nastojen raapivaa kulutusta vastustava kiviaines ei ole laadultaan parasta kiviainesta esimerkiksi betonin kiviainekseksi. Ei myöskään ole taloudellisesti järkevää käyttää liian lujaa/kulutusketävää kiviainesta esimerkiksi teiden rakennekerroksiin, koska lujien kiviainesten murskausprosessi kuluttaa energian ohella huomattavan paljon murskauslaitoksen kuluvia osia ja pienentää täten taloudellista kannattavuutta ja aiheuttaa päästöjä.

Tässä työssä arvioidaan kiviainesten laatua eri käyttösovelluksiin yksityiskohtaisemmin kuin GTK:n perinteisessä maastoarviointiin tarkoitettu kolmiportaista KITTI-luokittelussa on tehty. KITTI-luokittelu on ollut käytössä myös POSKI-projekteissa. Tämä on mahdollista, koska GTK:lla on nykyisin moninkertaisesti kattavammat kiviainesaineistot käytettävissä. KITTI-luokittelu luokittelee kiviainesten ominaisuuksien ja soveltuvuuden perusteella kiviainekset luokkiin: 1. Luja kiviaines, 2. Keskiluja kiviaines ja 3. Massakiviaines. Hyödynnämme luonnollisesti tässä työssä myös erittäin paljon KITTI-luokitteluiden yksittäisiä havaintoja.

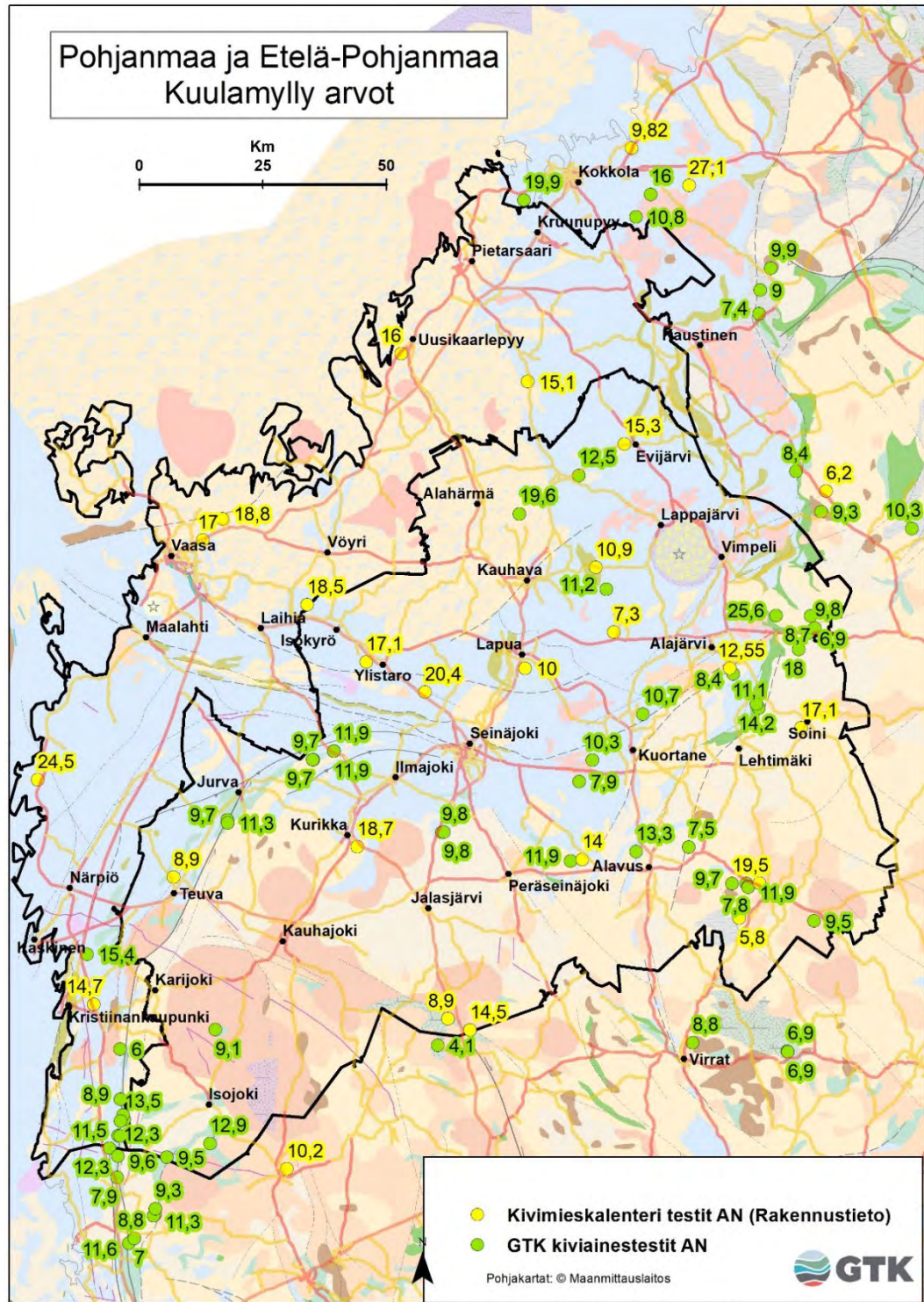
2.4 Yleistä selvitysalueen mekaanisfysikaalisista ominaisuuksista

Selvitysalueen kiviainesten ominaisuudet vaihtelevat hyvin paljon ja tämä johtuu etupäässä niiden geologisesta syntyhistoriasta. Kiviainesten ominaisuuksia arvioidaan mekaanisfysikaalisilla testeillä, joista tässä yhteydessä hyödynnämme Kuulamylykoetta (SFS-EN 1097-9), millä arvioidaan nastarenkaiden hiovaa kulutusta ja soveltuvuutta asfaltin kiviaineksena (kappale 3.2) sekä Los Angeles -testiä (SFS-EN 1097-2), millä mitataan kiviainesten iskunkestävyyttä ja soveltuvuutta kantavan rakenteen kiviaineksena (kappale 3.1) ja potentiaalisena raidesepelin materiaalina (kappale 3.4). Kuvissa 5 ja 6 on esitetty edellä mainittujen testien tuloksia selvitysalueella. Testitulosten perusteella voidaan arvioida, miltä alueilta ja minkä tyyppisistä kivistä on saatavilla kiviaineksia eri käyttötarkoituksiin. Seuraavassa luvussa käydään tarkemmin läpi eri käyttötarkoitusten kiviainesten laatukriteereitä.

Pohjanmaan liuskealueella esiintyy asfaltin kiviainekseksi soveltuvia kallioita enemmän kuin Keski-Suomen granitoidialueella. Tämän vuoksi kuulamylytestejä on tehty enemmän

5.4.2022

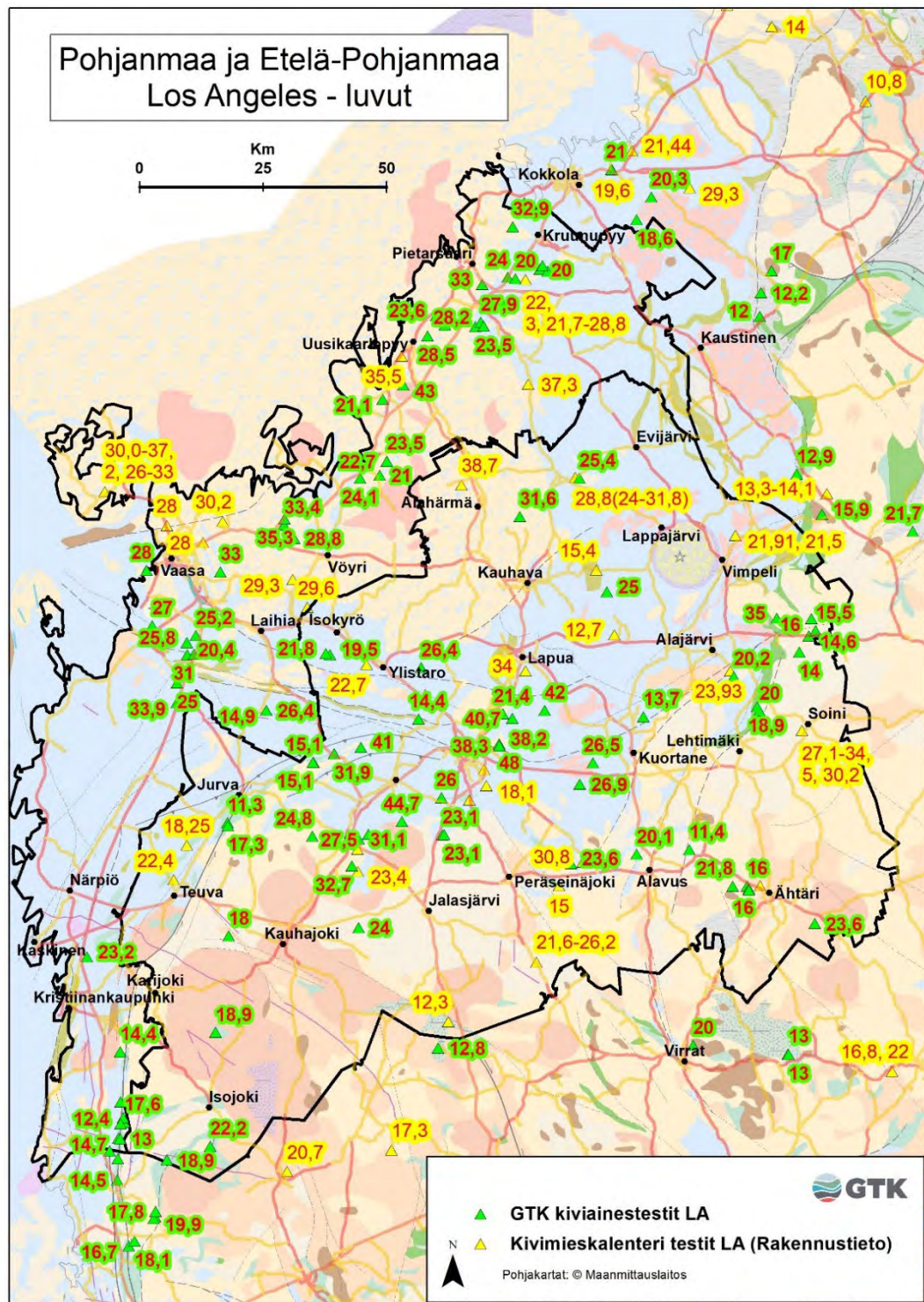
Pohjanmaan liuskealueelta (kuva 5). Los Angeles testejä (kuva 6) on tehty melko tasaisesti koko selvitysalueelta, koska kantavien rakenteiden kiviaineksilla on paljon käyttöä kaikkialla missä rakennetaan.



5.4.2022

Kuva 5. Kiviainesten nastarengaskulutuskestävyyttä kuvaavien kuulamylyarvojen (AN) jakautuminen selvitysalueella. GTK:n lujuusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin keltaisella. (katso luku 3.2 asfaltin kiviainesten luokkarajat 7, 10, 14, 19, 30 ja yleistä testaamisesta kappale 2.4). Kivimieskalenterit (1991–2012) Kivimies-Kustannus Oy, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia.

5.4.2022



Kuva 6. Kiviainesten iskunkestävyyttä kuvaavien Los Angeles -lukujen (LA) jakautuminen selvitysalueella (katso kappaleet 3.1 ja 3.4 laatuvaatimuksista ja yleistä testaamisesta kappale 2.4). GTK:n lujuusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin keltaisella.

5.4.2022

Kivimieskalenterit (1991–2012) Kivimies-Kustannus Oy, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia.

5.4.2022

3 ESIMERKKEJÄ YLEISISTÄ KIVIAINESTEN KÄYTTÖTARKOITUKSISTA

3.1 Yleinen infra- ja talonrakentamisen kiviaines sekä kantavat rakenteet

InfraRYL-laatuvaatimusjärjestelmässä on esitetty infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Kiviaineksen iskunkestävyyttä mitataan Los Angeles -testin avulla, jonka arvon tulee olla teiden kantavissa rakenteissa 30 tai vähemmän (luokka LA30). Kuvassa 6 on esitetty selvitysalueen iskunkestävyyden vaihtelua geologisella pohjakartalla. Kuvasta on nähtävissä, että selvitysalueella on yleisesti saatavilla iskunkestävyydeltään riittävän hyvää kiviainesta teiden kantaviin rakenteisiin.

3.2 Asfaltin kiviaines

Vilkkaimmin liikennöityjen valta- ja kantateiden asfaltin kiviaineksia on saatavilla yleensä pinta-alaltaan pienialaisista geologisista yksiköistä. Asfaltin kiviainesten laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 2. Nämä kivet ovat alkuperältään esimerkkisiä tulivuoriperäisiä kiviä, joista voidaan tuottaa usein hyvän hiovan- ja iskunkestävyyden omaavia kiviaineksia (katso kappale 2.2).

Taulukko 2. Asfalttinormien (2017) kulumisluokat ja litteyslukuvaatimukset. Taulukkoon on merkitty (**bold**) ne asfalttikiviainesten luokat, jotka ovat tärkeä huomioida kalliokiviainesresurssien kannalta, koska nämä luokat täyttävät kiviainekset ovat harvinaisempia.

| Nopeusrajoitus (km/h) | Liikennemäärä | | | | |
|--------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|--|---|
| | KVL (autoa/vrk) | | | | |
| ≥ 80 | <1000 | 1000–2000 | 2000–5000 | 5000–10000 | >10000*) |
| < 80 | <1500 | 1500–3000 | 3000–7500 | 7500–15000 | >15000*) |
| Asfalttityyppi | Kiviaineksen kuulamylyarvon ja litteysluvun luokka | | | | |
| AB | A _N 30/FI ₃₅ | A _N 19/FI ₃₅ | A _N 14/FI ₂₀ | A_N10 /FI ₁₅ ;FI ₂₀ | A_N7 /FI ₁₅ ;FI ₂₀ |
| SMA | - | - | A _N 10/FI ₁₅ | A_N10 /FI ₁₅ | A_N7 /FI ₁₀ |
| ABK, ABS**) | A _N 30/FI ₃₅ | A _N 19/FI ₃₅ | A _N 19/FI ₃₅ | A _N 19/FI ₃₅ | A _N 19/FI ₃₅ |
| PAB | A _N 30/FI ₃₅ | A _N 19/FI ₃₅ | - | - | - |
| SIP | A _N 30/FI ₃₅ | A _N 19/FI ₂₀ | A _N 14/FI ₂₀ | - | - |
| SOP | A _N 30/FI ₃₅ | A _N 19/FI ₂₀ | - | - | - |

*) Kiviaineksen valinnan ratkaisee valittu kulumisluokka; **) Vaiheittain rakennettaessa talven yli liikenteelle jääville päällysteille asetetaan vaatimukset tapauskohtaisesti. AN = kuulamylyluokka ja FI = Litteysluku. AB Asfalttibetoni, SMA Kivimastiksiasfaltti, ABK Kantavan

5.4.2022

kerroksen asfalttibetoni, ABS Sidekerroksen asfalttibetoni, PAB Pehmeä asfalttibetoni, SIP Sirotepintausta, SOP Soratien pintausta.

3.3 Betonin kalliokiviaines

Kalliokiviainesta hyödynnetään yhä enemmän betonin kiviaineksena ja vastaavasti hiekan ja soran käyttö vähenee. Tässä yhteydessä painotamme selvitysalueen yleisiä ominaisuuksia. Betonin kiviaineksen osalta yksityiskohtaisemmat arvioinnit edellyttävät paikalla käyntiä ja näytteenottoa. Alueen syväkivet kuten graniitit, granodioriitit, ja tonaliitit soveltuvat hyvin betonin kiviainekseksi, koska niissä ei yleisesti esiinny liikaa sulfidimineraaleja ja koska niiden mineraalien keski- tai karkearakeinen raekoko ei aiheuta riskiä alkali-kiviainesreaktiolle.

Pohjanmaan liuskejakson kivien soveltuvuus betonin kiviainekseksi vaihtelee, minkä vuoksi betonin kiviaineksen vaatimukset edellyttävät mineralogisia tutkimuksia, jotta kiviaines ei esimerkiksi rapaudu alueella esiintyvien sulfidimineraalien johdosta tai kiven pienirakeinen kvartsi ei saa olla reaktiivista sementin ja kosteuden yhteisvaikutuksesta.

Alkali-kiviainesreaktiivisuus

Lahdensivu ym. mukaan (2018) alkali-kiviainesreaktion rikkomia betonirakenteita on todettu Suomessa esimerkiksi silloissa, rakennuksissa ja uima-altaissa ja rikkoutumiseen kesto aika on Suomessa yleensä yli 30 vuotta. Suomen betoniyhdistys (2021) on laatinut uuden ohjeen alkali-kiviainesreaktion riskin hallitsemiseksi. Alkali-kiviainesreaktio vaatii käynnistykseen kolme osatekijää: reaktiivista piidioksidia (tyypillisesti kvartsi) sisältävää kiviainesta, sementin korkeaa alkalipitoisuutta ja riittävää kosteutta (RH > 80 %).

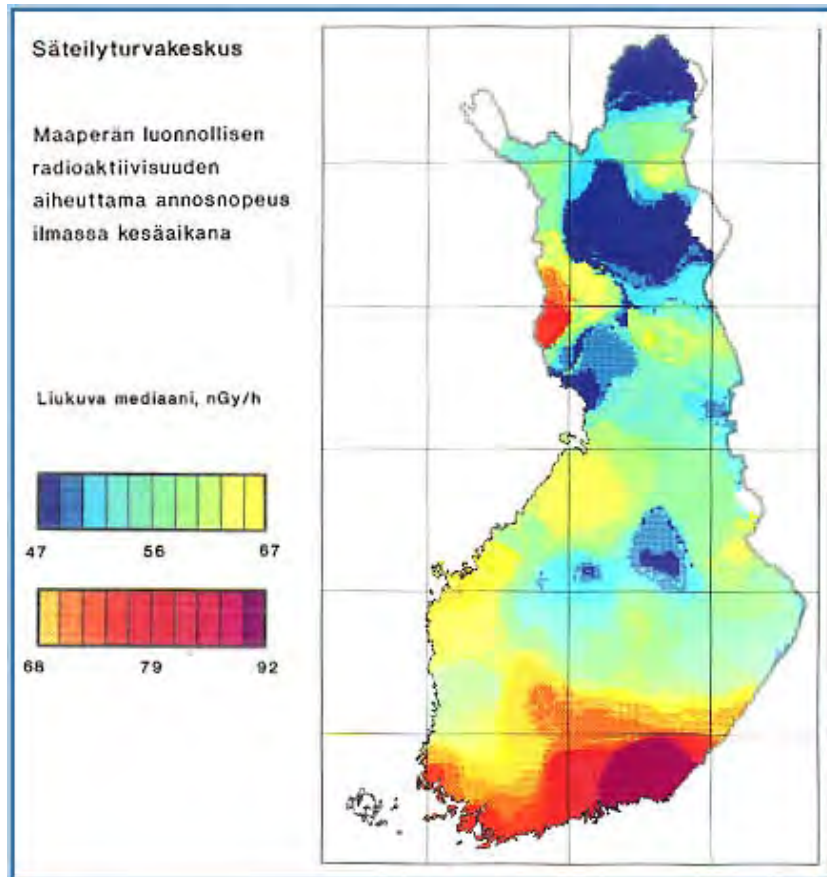
Kiviaineksen reaktiivisuus johtuu kiven sisältämien reaktiivisten ainesosien määrästä ja laadusta. Kivessä esiintyvä kiteinen piidioksidi (tyypillisesti kvartsi) on yleensä pysyvä, mutta mikrokiteisessä ja amorfisessa muodossa piidioksidi voi olla reaktiivista. Selvitysalueella esiintyvät sertit ovat usein alkali-kiviainesreaktiivisia ja niiden käyttöä betonin kiviaineksena tulee välttää tai vähintään selvittää erityisen tarkkaan huomioiden myös käytetäänkö betonia märissä vai kuivissa olosuhteissa.

Useiden kosteudelle alttiiden betonirakenteiden kiviaineksen alkali-kiviainesreaktiivisuus on määritettävä. Mikäli kiviaines on keski- tai karkearakeista tai jos kiviaineksen kvartsipitoisuus on < 15 % luokitellaan kiviaines luokkaan I – alkali-kiviainesreaktiivisuus erittäin epätodennäköinen. Selvitysalueella keski- ja karkearakeiset syväkivet ja kvartsiköyhät kivet kuten gabrot kuuluvat luokkaan I.

Gammasäteily

5.4.2022

STUK 12.2 ohjeesta (Säteilyturvakeskus 2010) saa perustiedot rakentamisessa käytettävistä kiviaineksista vapautuvan gammasäteilyn huomioonottamisesta. Tämä on erityisen tärkeää asuin- ja toimistorakentamisessa käytettävän betonin yhteydessä, koska näissä tiloissa vietetään pitkäkestoisia aikoja. Tämän raportin selvitysalueella luonnon gammasäteilyn arvot eivät ole keskimäärin kovin korkeita, minkä vuoksi selvitysalueella on hyvin saatavilla kiviaineksia, jotka alittavat eri käyttökohteille asetetut toimenpidearvot.



Kuva 7. STUK ulkoisen gammasäteilyn kartta. Maaperän luonnollisen radioaktiivisuuden aiheuttama annosnopeus ilmassa kesäaikana. Säteily muuttuu heikommasta tummasta sinisestä voimakkaampaan tummaan punaiseen. Annosnopeus ilmaisee, kuinka suuren säteilyannoksen ihminen saa tietyssä ajassa (<https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-ymparistossa/luonnon-taustasateily>).

3.4 Raidesepeli ja ratarakentamisen kiviainekset

Rautateiden rakentaminen ja perusparantaminen lisääntyy jatkuvasti, koska junaliikenteen avulla voidaan vähentää autoilua ja lentomat kustamista ja täten vähentää päästöjä. Tämä kehityssuunta edellyttää kiviainesten osalta paikantamaan nykyistä enemmän mm. raidesepeliksi (Väylävirasto 2021) soveltuvia kiviaineksia. Tässä

5.4.2022

selvityksessä olemme nostaneet esille muutamia alueita, joilta kannattaa selvittää raideseppelin tuotantomahdollisuuksia.

InfraRYL-laatuvaatimusjärjestelmässä (2020) on esitetty infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Ratarakentamisen rakennekerrokseen on saatavilla selvitysalueelta iskun- ja kulutuksen kestäviä kiviaineksia. Raideseppelin osalta liuskejakson vulkaaniset kivet omaavat potentiaalia raideseppelin tuottamiseen (katso kappale 2.2). Näillä alueilla kannattaa tehdä maastotarkistuksia, sillä korkealaatuisista raideseppelin kiviaineksista on pulaa.

Raideseppelin iskunkestävyyttä määritetään kantavien rakenteiden ohella Los Angeles -testin avulla, mutta testi suoritetaan karkeammasta kiviaineksesta (32–50 mm testilajite) kuin kantavan rakenteen testilajite, joka on 10–14 mm. Tämän raportin kaikki iskunkestävyyttä kuvaavat Los Angeles -luvut kuvaavat siis kantavien rakenteiden kiviainesten laatua. Näiden lukujen perusteella voidaan myös arvioida alustavasti kallioainesten soveltuvuutta raideseppelinä, siten että ne kallioalueet, joilta saadut Los Angeles -luvut ovat noin < 14 kannattaa testata raideseppelin testifraktiosta 32–50 mm.

3.5 Tuulivoiman kiviainekset ja merituulivoimaloiden louheperustukset

Maa-alueille rakennettavat tuulivoimalat rakennetaan etäälle asutuksesta - kuten kiviainesalueet - ja tämän vuoksi on tärkeä yhteensovittaa tuulivoima-alueiden ja kiviainesalueiden sijainnit ja perustamisajankohdat (kappale 5.2). Tuulivoima-alueiden kiviainestarpeet liittyvä infra-rakentamisen kiviaineksiin (kappale 3.1) sekä perustuksiin tarvittavaan betonin kiviainekseen (kappale 3.3).

Merialueelle rakennettavien tuulivoimaloiden perustusten eroosiosuojaukseen tarvitaan louhetta, joka on tuotettava kalliokiviaineslouhoksista, joiden sijainti on hyvä olla lähellä rannikon lastausalueita perustuksiin menevän suuren kiviainesmäärän johdosta. Vaihtoehtoisesti louhetta voitaisiin tuottaa esimerkiksi satamien laajennustöiden yhteydessä tai hyödyntämällä rannikonläheisten rakennuskivilouhimoiden sivukiviä.

5.4.2022

4 SELVITYSALUEEN POTENTIAALISET KALLIOKIVIAINESALUEET

Potentiaalisten kalliokiviainesalueiden valinta pohjautuu alueiden etäisyyteen mahdollisista loppukäyttökohteista, alueelta jalostettavan kiviaineksen määrään, aikaisempien selvitysten aineistoihin sekä mm. geologiseen ja geofysikaaliseen paikkatietoon sekä kiviainesten laadunarviointiin eri loppukäyttö kohteissa.

Jatkoselvityksiin valitut alueet on esitetty paikkatietoaineistona shp-tiedostona, joka sisältää myös attribuuttitaulukon alueiden ominaisuuksista ja hyödyntämispotentiaalista eri käyttökohteisiin.

4.1 Maastotutkimukset ja -tarkistukset

Geologinen tausta-aineisto kerätään ennen maastotarkistuksia. Geologinen tausta-aineisto sisältää perinteisen kallioperägeologisen tiedon ohella lähialueilla suoritettujen kalliokiviainesinventointien tulokset. Näiden tietojen perusteella tehdään ennakoarvio kohteen geologiasta ja paikalla esiintyvien kivien ominaisuuksista.

Maastotarkistuksen yhteydessä verrataan ennakkotietoja ja tehdään tarkempi arvio kallioalueen kivien ominaisuuksista kiviaineshuollon tarpeisiin. Esimerkiksi kallioperäkartalle merkitty graniitti voi olla raekooltaan pieni- karkearakeista ja täten sen käytettävyys kiviaineksenä voi vaihdella hyvin paljon aina asfaltin kiviaineksesta pengertäyttöihin soveltuvaksi materiaaliksi.

Rakennusgeologinen maastotutkimus kuuluu keskeisenä osana kiviainesgeologin tehtäviin. Maastotyön yhteydessä luodaan työpöytätyöskentelyä tarkempi arvio alueella sijaitsevien eri kivilajiyksiköiden ominaisuuksista kiviaineksenä ja tarkennetaan arviot kallioainesten soveltuvuudesta eri käyttökohteisiin. Maastotarkistuksen kesto voi vaihdella riippuen alueen geologian homogeenisuudesta ja siitä käydäänkö paikan päällä lähinnä tarkistamassa ennakkotiedot kuten graniittisen kiven lujuuteen vaikuttava mineraalien raekoko.

Heterogeenisellä alueella maastokartoituksissa kuluu enemmän aikaa, kun kartoitetaan esimerkiksi Pohjanmaan liuskealueen vulkaanisia- ja/tai sedimenttikiviä ja niiden ominaisuuksia, kuten eri kivilajiyksiköiden kerrospaksuuksia, kivien liuskeisuutta, kallioalueen rikkonaisuutta ja ruhjeita sekä mineralogaa kuten kiven mineraalikoostumusta, raekokoa ja raekokojakaumaa, haitallisten mineraalien esiintymistä (sulfidit, asbesti mineraalit).

Maastokartoituksen yhteydessä otetaan usein n. 10 cm kokoinen näyte/näytteitä vasaralla ja näistä näytteistä valmistetaan 0.03 mm paksuinen kiillotettu ohuthie, mistä tutkitaan kiven petrografinen analyysi, jonka perustella voidaan arvioida mm. kiven soveltuvuutta asfaltin kiviainekseksi tai rapautumisalttiutta.

5.4.2022

Kiviainesten teknisten ominaisuuksien varmistamiseksi voi olla tarpeen ottaa n. 50–80 kilon kallionäyte räjäyttämällä tai kiilaamalla. Saadut lohkarenäytteet murskataan ja seulotaan testinäytteiksi, joiden perusteella arvioidaan kiviainesten soveltuvuutta eri käyttökohteissa esimerkiksi kuulamyly- ja Los Angeles kokeen avulla.

Maastotarkistuksilla on keskeinen merkitys kestävän kiviaineshuollon kannalta, koska muuten ei ole varmuutta maa- tai kallioperän ominaisuuksista tai alueilta saatavien kiviainesten soveltuvuudesta eri käyttökohteisiin.

Jos maastotarkistuksia ei toteuteta lainkaan, on riski, että:

- Maankäyttöä ei voida kohdentaa toiminnallisesti ja laadullisesti parhaille alueille
- Menetetään korkean lujuuden asfaltin kiviaineksia, kun niitä sisältävien kallioalueiden kiviainekset sekoitetaan heikompilaatuisten kiviainesten kanssa
- Ei kyetä tuottamaan geologisesti heterogeeniselta alueelta kiviaineksia eri käyttökohteisiin, jos geologista suurimittakaavaista laadunvaihtelua ei ole huomioitu
- Ei kyetä ehkäisemään helposti rapautuvien sulfidirikkaiden (esimerkiksi mustaliuskeet) kivien päätymistä lopputuotteisiin ja vähentämään niistä aiheutuvia ympäristöhaittoja
- Haitallisten tai heikkolaatuisten aineiden hyödyntäminen vaikeuttaa resurssitehokkuutta ja aineiden myöhempää kierrättämistä

Maastokartoitusten aikataulu ja vaiheet

- Voidaan toteuttaa sen jälkeen, kun toteutettu muut kenttätyöt selvitysalueella ja valittu tarkempaa selvitystä vaativat kohteet
- Voidaan kohdentaa merkittävimmille ja/tai eniten varmistavaa tietoa vaativille kohteille
- Kiviainesyrityksen kannattaa selvittää POSKI-kalliokiviainesselvitysten (työpöytäselvitykset ja mahdolliset maastokartoitukset) jälkeen ennen maa-aineslupaprosessia suunnitellun lupa-alueen kiviainesten ominaisuudet. Tämä osakokonaisuus voi kuulua osana kiviainesalueen alkutestaukseen sen mukaan mihin käyttötarkoituksiin kiviainesta suunnitellaan käytettävän.

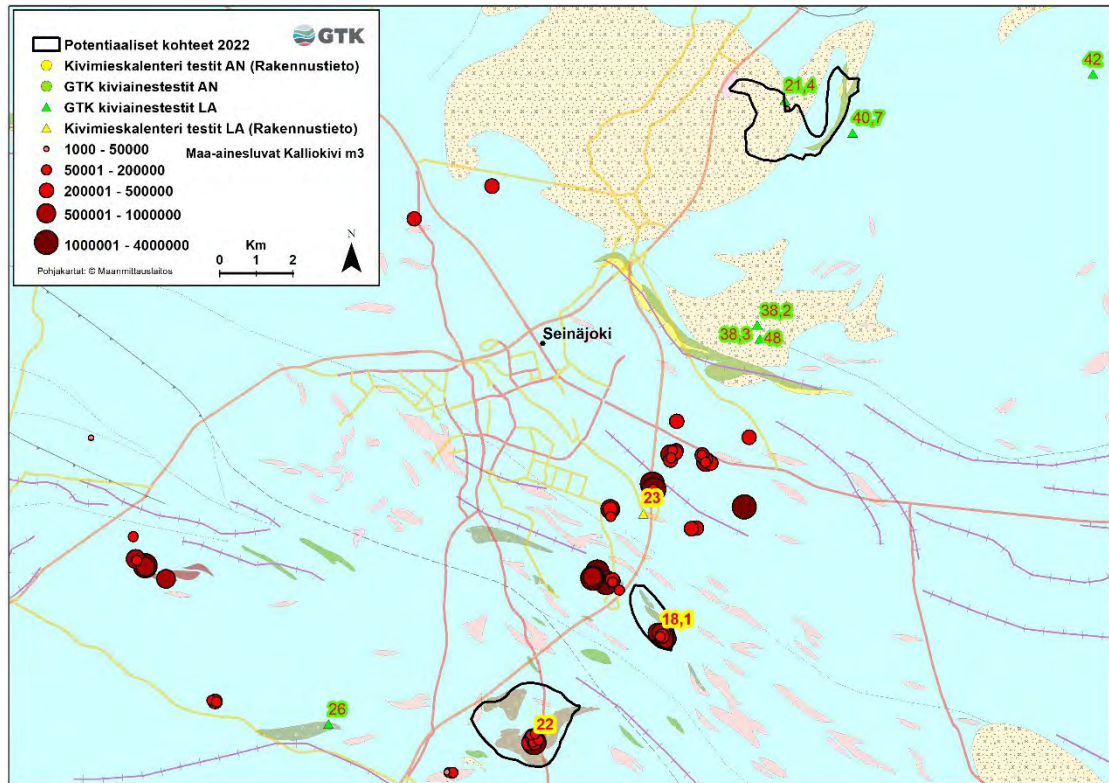
4.2 Kohteiden valintaperusteet

Potentiaalisten kalliokiviainesalueiden valinnassa olemme ensin huomioineet poissulkevien aineistojen rajoitteet kallioainesten hyödyntämiseen. Sen jälkeen olemme priorisoineet seuraavia tekijöitä:

5.4.2022

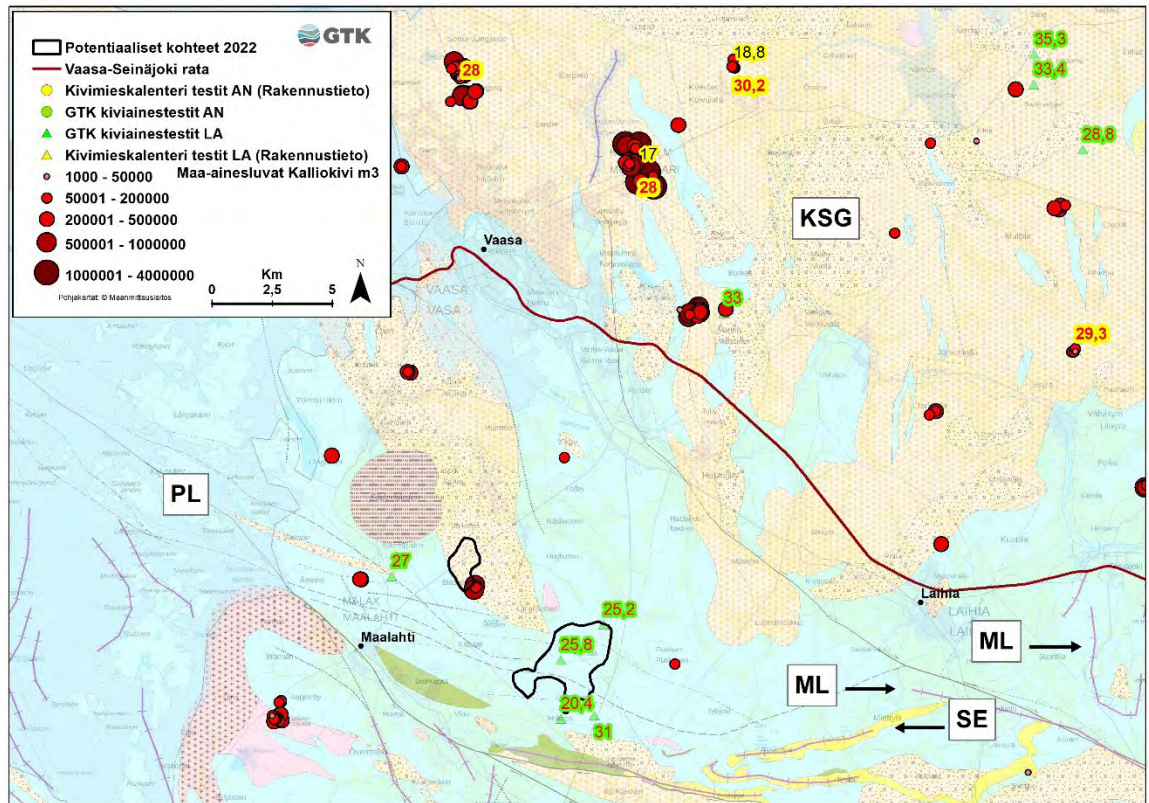
Etäisyys valtateihin, kantateihin, satamiin, kaupunkeihin/kuntien keskuksiin, olemassa oleviin merkittävimpiin kalliokiviaineslouhoksiin

Kuljetusmatkalla ja kuljetuksista aiheutuvilla päästöillä on suuri merkitys rakentamisen kustannuksiin ja ympäristövaikutuksiin. Tämän vuoksi aluevalinnat kohdistuvat niihin kohteisiin, jotka sijaitsevat lähellä loppukäyttökohteita (kuvat 8, 9 ja 10).



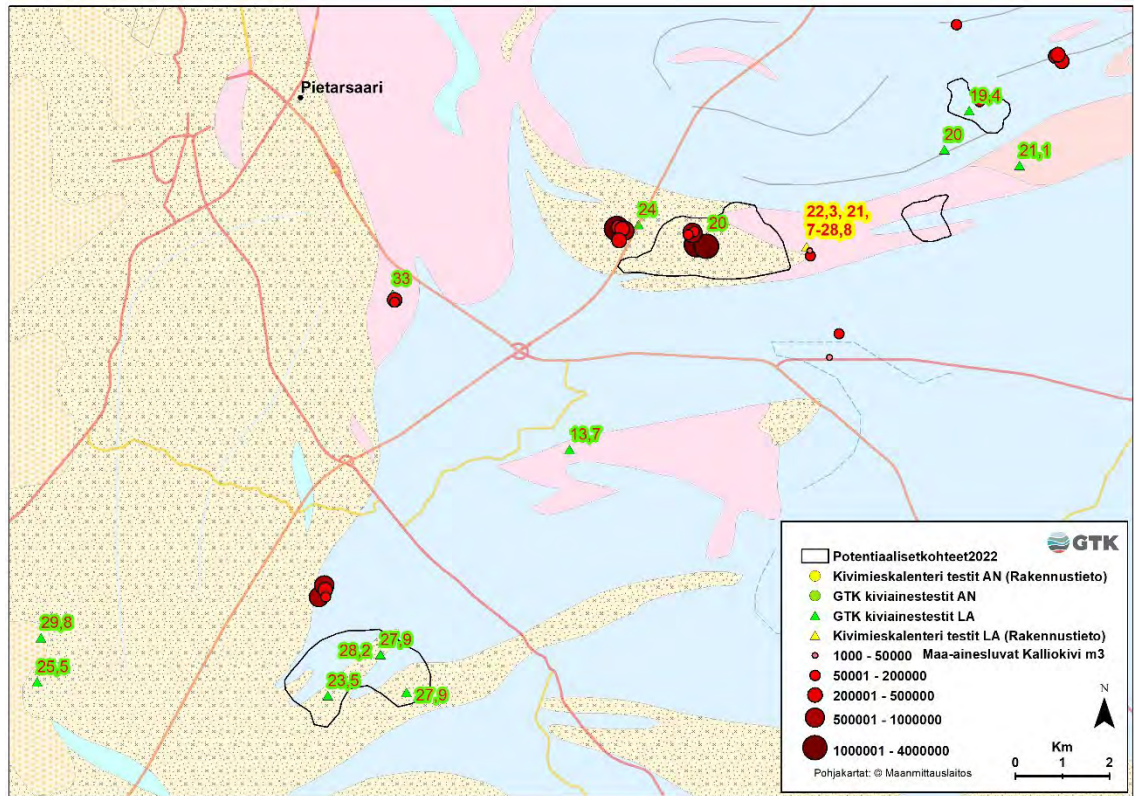
Kuva 8. Seinäjoen alueen kasvu edellyttää uusien louhosten perustamista ja vanhojen louhosten laajentamista. Seinäjoen lähistöllä on useita louhoksia, joiden käyttö vaikeutuu kaupungin kasvun seurauksena. GTK:n lujuusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin keltaisella (▲ Los Angeles -luku, ● Kuulamyllyarvo). Kuvassa 14 on selvennetty alueen geologian erityispiirteitä tarkemmin. Kivimieskalenterit (1991–2012) Kivimies-Kustannus Oy, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia.

5.4.2022



Kuva 9. Vaasan alueen kiviainesten ottotoiminta keskittyy Vaasan ympärille ja valtatie 8 varteen suuriin louhoksiin myös tulevaisuudessa. Vaasan eteläpuolelle esitetty potentiaalinen alue palvelisi GigaVaasan tuomaa kasvua. GTK:n lujuusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin keltaisella (▲ Los Angeles -luku, ● Kuulamylyarvo). Kivimieskalenterit (1991–2012) Kivimies-Kustannus Oy, Suomen Maarakentäjien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia. PL (kiilleliuskeet ja kiilleigneissit sininen, vulkaniitit (vihreä), mustaliuskeet ja grafiittiliuskeet (liila) sekä Keski-Suomen Granitoidi KSG (kellertävä ja ruskeaa).

5.4.2022

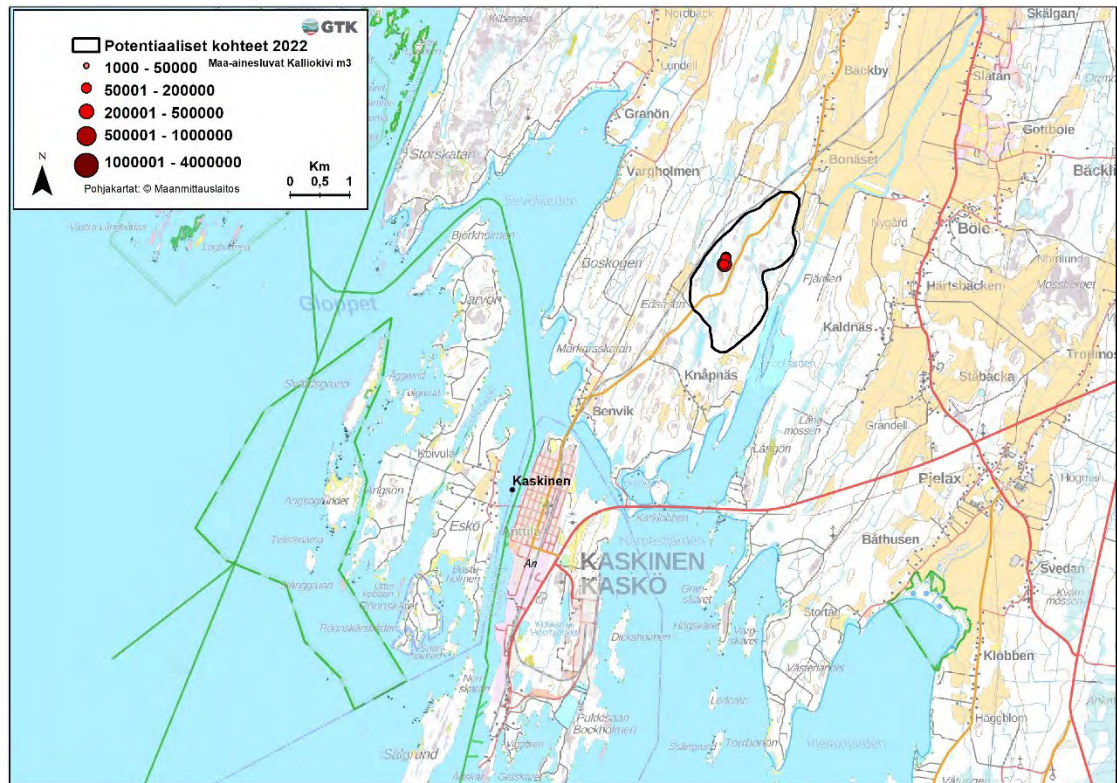


Kuva 10. Suuret kiviaineslouhokset on sijoitettu valtatie 8 läheisyyteen hyvä logistisen saatavuuden ja useisiin yleisiin käyttötarkoituksiin soveltuvan granodioriittisen kiviaineksen vuoksi. GTK:n lujuusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin keltaisella (▲ Los Angeles -luku, ● Kuulamylyarvo). Kivimieskalenterit (1991–2012) Kivimieskustannus Oy, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia.

Tuulivoima-alueet

Selvitysalueelle suunnitellaan runsaasti uutta tuulivoimaa (kuva 11) niin maalle kuin merelle. Tuulivoiman rakentamisella lisätään energian omavaraisuutta ja vähennetään päästöjä. Päästötavoitteiden edistämiseksi on tärkeää pyrkiä tuottamaan tuulivoimaan tarvittavat kiviainekset läheltä, koska tarvittavien kiviainesten määrä on suuri.

5.4.2022

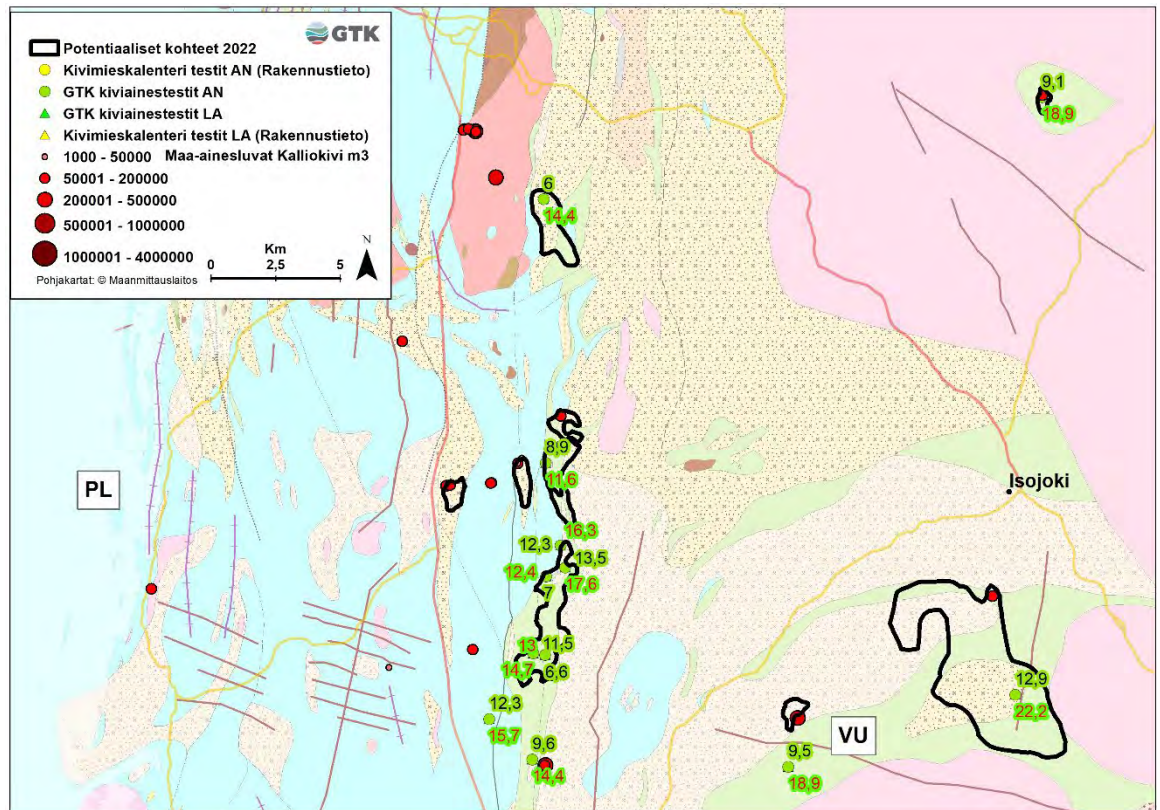


Kuva 11. Merituulivoiman kiviainekset: Kaskisen satamaa on mahdollista hyödyntää merituulivoimaloiden rakentamiseen tarvittavan kiviainesten varastointiin ja kuljetuksiin (Hellman 2022). Kallioalueita sijaitsee sataman läheisyydessä.

Potentiaaliset alueet harvinaisempien korkean lujuuden asfaltin ja raideseppelin kiviaineksille

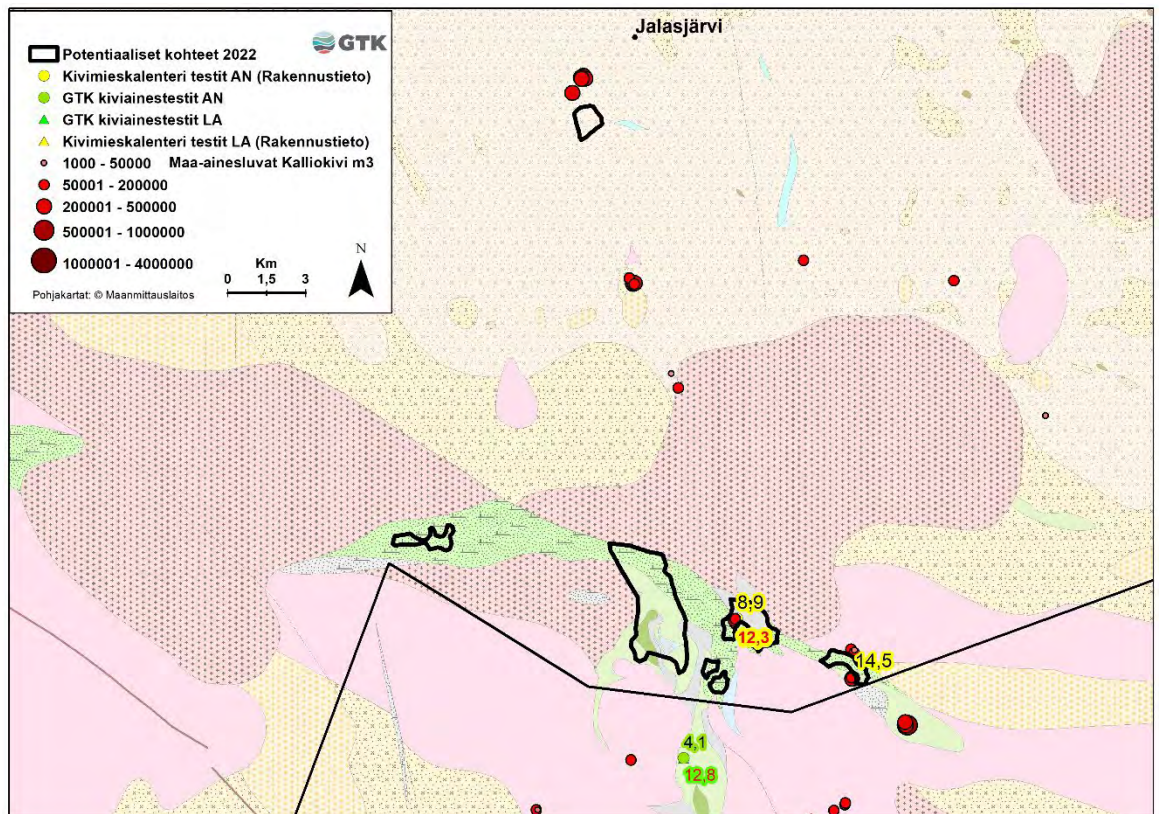
Selvitysalueen vulkaniitit (kuvat 12 ja 13) soveltuvat mahdollisesti lujimpien ja harvinaisempien asfaltin kiviainesten valmistukseen. Näillä alueilla on geologista laadunvaihtelua, minkä vuoksi on tärkeää tehdä alueilla maastokartoitukset ja tehdä avointa yhteistyötä muiden maankäyttömuotojen kuten tuulivoima-alueiden kanssa.

5.4.2022



Kuva 12. Pohjanmaan vulkaniitit (VU) esiintyvät Pohjanmaan liuskejaksolla (PL) ja paikoin Keski-Suomen granitoidin syväkivien sisällä. Vulkaniiitit soveltuvat asfaltin kiviainekseksi ja ovat harvinaisia selvitysalueella (kappale 2.1). GTK:n lujuusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin keltaisella (▲ Los Angeles -luku, ● Kuulamylyllyarvo). Kivimieskalenterit (1991–2012) Kivimies-Kustannus Oy, Suomen Maarakentäjien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia.

5.4.2022

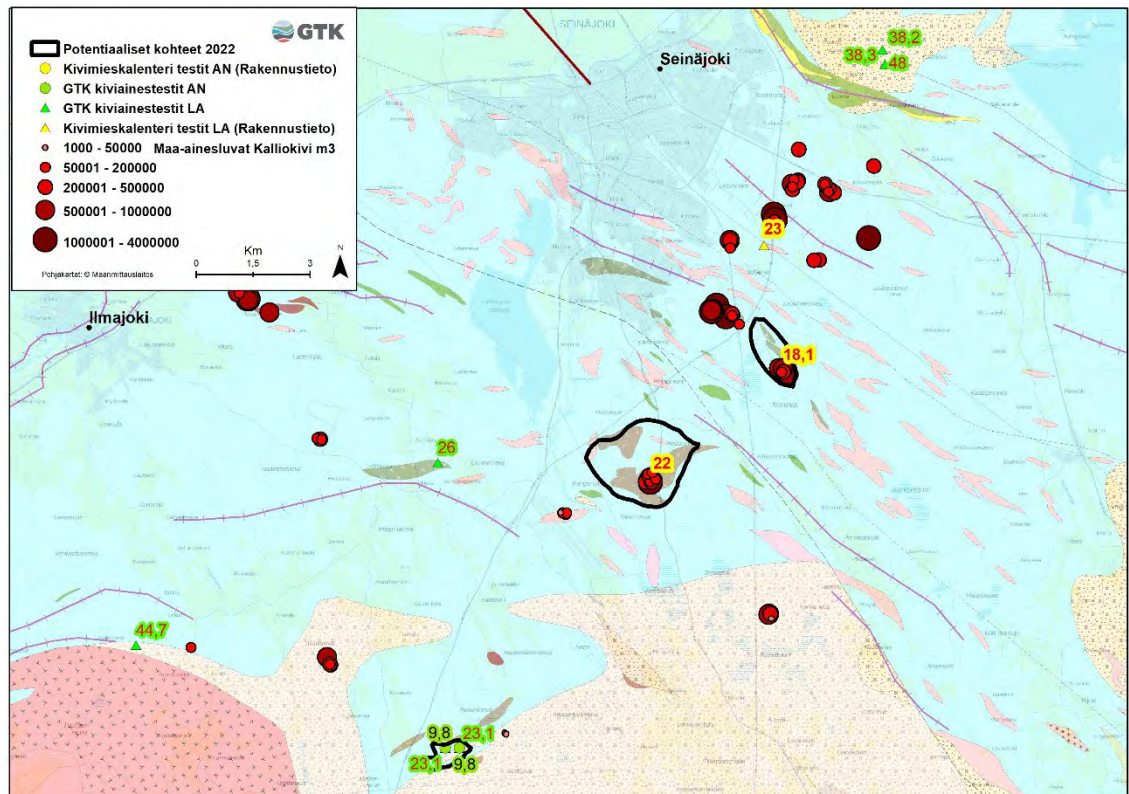


Kuva 13. Etelä-Pohjanmaan vulkaniitit (kappale 2.1) soveltuvat asfaltin kiviainekseksi sekä mahdollisesti myös raidesepeliksi ja ovat harvinaisia Etelä-Pohjanmaalla. GTK:n lujusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin keltaisella (▲ Los Angeles -luku, ● Kuulamyllyarvo). Kivimieskalenterit (1991–2012) Kivimies-Kustannus Oy, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia.

Kiviainesten laadunvaihtelun hyödyntäminen

Niillä alueilla, joilla esiintyy selväpiirteistä geologista laadunvaihtelua (kuvat 14 ja 16), kannattaa selvittää mahdollisuuksia tuottaa samalta alueelta kiviaineksia eri käyttökohteisiin mieluummin kuin sekoittaa erilaatuiset kiviainekset keskenään. Geologinen vaihtelu voi täten lisätä alueen kiviainestuotannon kilpailukykyä kattavamman tuotevalikoiman ansiosta. Tällä on luonnollisesti vaikutus prosessin ylläpitoon, tehokkuuteen ja päästöihin.

5.4.2022

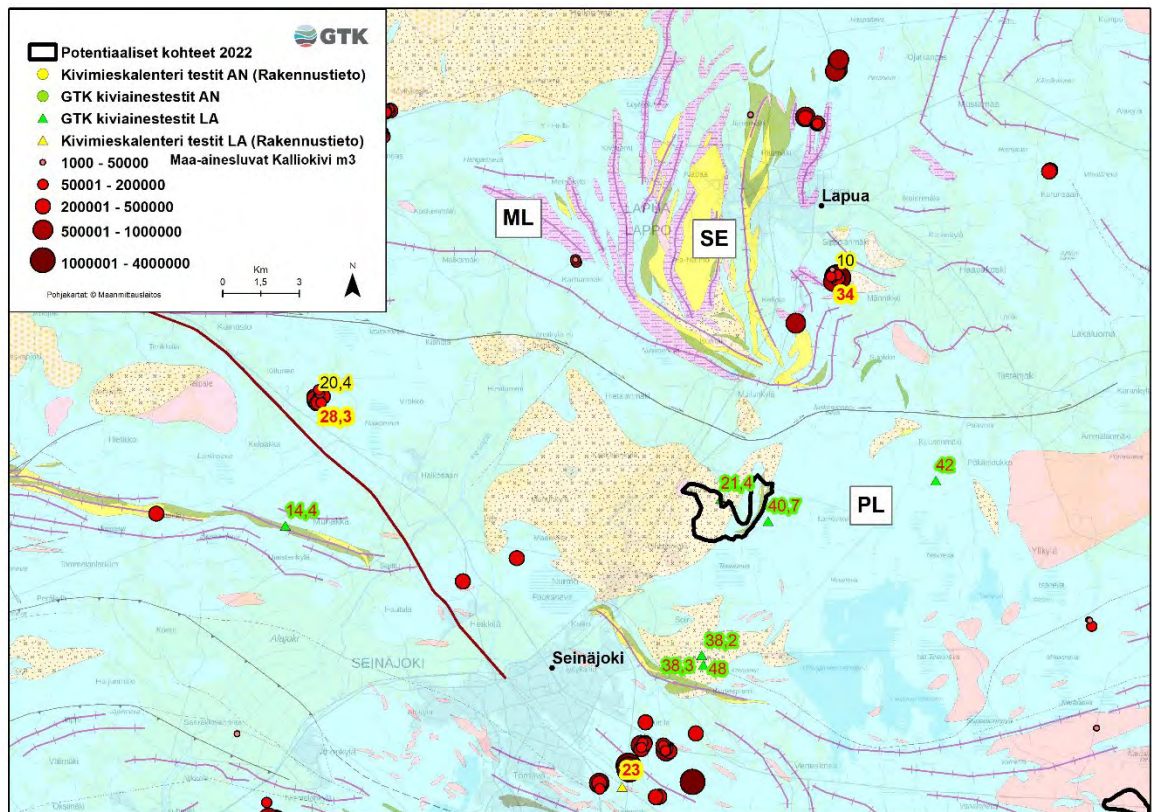


Kuva 14. Seinäjoen lentokentän läheisyydessä on pienialaisia palgioklaasi-uraliitti porfyriitti kiviä (kartalla ruskea). Näiden kiven ominaisuudet ovat selvästi paremmat verrattuna ympäröiviin killegneiseihin (kappale 2.1). Tämän vuoksi näitä porfyriittejä ei kannata käyttää juurikaan toisarvoisiin kohteisiin, koska niiden määrät ovat rajalliset. GTK:n lujuusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin keltaisella (▲ Los Angeles -luku, ● Kuulamylyllyarvo). Kivimieskalenterit (1991–2012) Kivimies-Kustannus Oy, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia.

Rapautumisalttiit ja vaurioitumisherkät kiviainekset kuten mustaliuskeet ja sertit

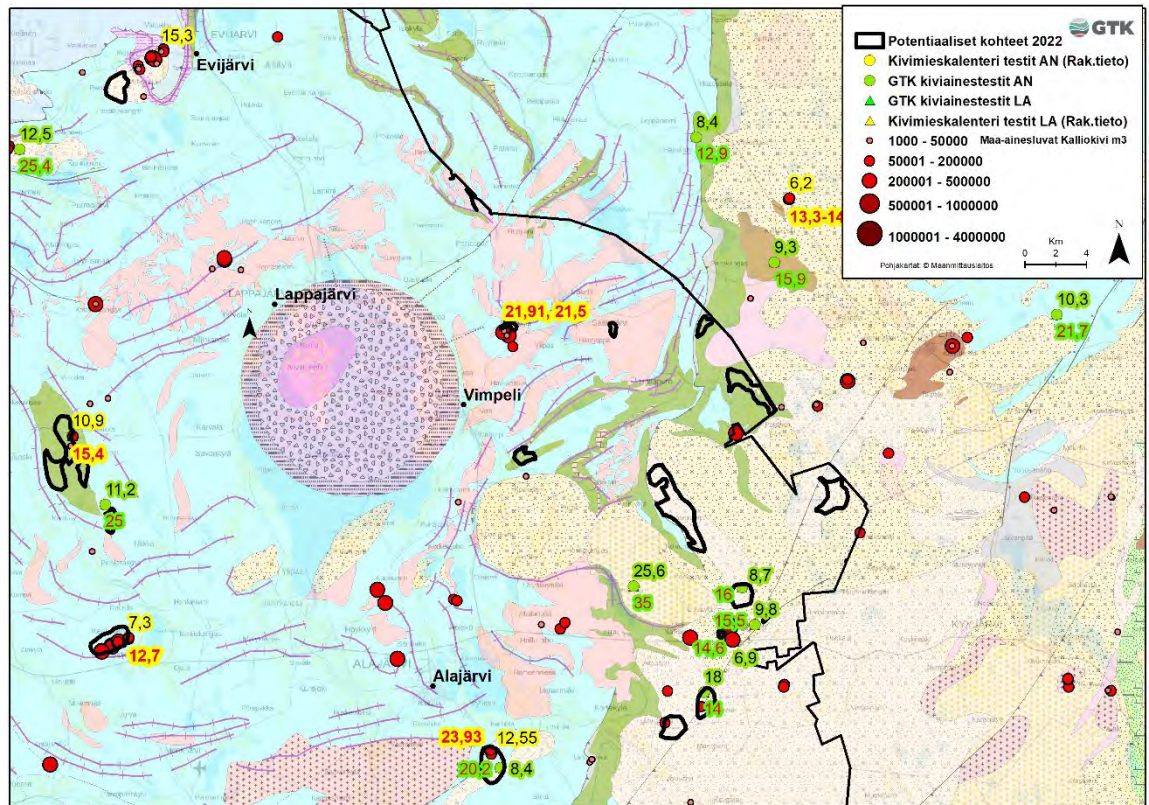
Kiviainesten tulee olla rapautumattomia ja ne eivät saa olla rapautumisalttiita. Tämä asia on erityisen tärkeä huomioida selvitysalueella, jotta ei hyödynnetä esimerkiksi mustaliuskeita sisältäviä kiviaineksia (kuva 15).

5.4.2022



Kuva 15. Pohjanmaalla liuskealueella (PL) (kappale 2.1) esiintyy mustaliuskeita (ML) ja grafiittiliuskeita, jotka ovat helposti rapautuvia kiviä (lila). Näiden kivien yhteydessä esiintyy sertejä (SE, keltainen), jotka eivät lähtökohtaisesti sovellu esimerkiksi betonin kiviainekseksi niiden mahdollisen Alkali-Kiviainesreaktiivisuuden vuoksi (kappale 3.3). GTK:n lujuusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin keltaisella (▲ Los Angeles -luku, ● Kuulamylläry). Kivimieskalenterit (1991–2012) Kivimies-Kustannus Oy, Suomen Maarakentäjien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia.

5.4.2022



Kuva 16. Moniulotteinen kallioperägeologia (kappale 2.1) Keski-Suomen Granitoidin ja Pohjanmaan liuskealueen rajalla antaa hyvän mahdollisuuden löytää paikallisia kiviainesvarantoja eri käyttökohteisiin, mutta muodostaa myös riskin vääristä aluevalinnoista, koska erilaatuiset kivilajit esiintyvät samoilla alueilla. Vulkaniitit (vihreä), kiillegneissit (sininen), mustaliuskeet (liat juovat ja graniitit (punainen) ovat muodostuneet samaan aikaan ja muuttaneet muotoaan mannerlaattojen törmäyksissä. Kuvassa pyöreä muodostuma on Lappajärven meteoriittikraatteri, joka on mahdollisesti parantanut shokkimetamorfoosin seurauksena ympäröivän kallioperän kiviainesten ominaisuuksia. GTK:n lujuusnäytteet vihreällä ja kivimieskalenterin keltaisella (▲ Los Angeles -luku, ● Kuulamylyllyarvo). Kivimieskalenterit (1991–2012) Kivimies-Kustannus Oy, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia.

5.4.2022

5 KIVIAINESTEN SAATAVUUDEN TURVAAMINEN JA YMPÄRISTÖHAITTOJEN MINIMOINTI

Kiviainesten saatavuuden turvaaminen eri käyttökohteisiin on yksi keskeisistä tekijöistä, millä voidaan vaikuttaa ympäristöhaittojen ja päästöjen muodostumiseen. Eri käyttökohteiden kiviainekset kannattaa siis pyrkiä tuottamaan mahdollisimman läheltä loppukäyttökohteita, millä on positiivien vaikutus kuntien hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamiseen.

Kiviainesten laadunarviointi ja resurssitehokkuus tukee kestävästä maankäytön suunnittelua ja toteuttamista pitkäjännitteisesti. Eri maankäyttömuotojen hyvä ja informatiivinen yhteistyö edistää yhteiskunnan kehittämistä ja mahdollistaa ennen kaikkea eri toimintojen yhteensovittamisen.

5.1 Pohjavedenalainen ottotoiminta

Ympäristöministeriön maa-ainesten kestävästä käytön ottamisen oppaan (2020) mukaan pohjaveden pinnan alapuolinen ottotoiminta on mahdollista lähinnä pohjavesialueiden ulkopuolella kuten kallioalueilla. Ottotoiminta kannattaa näissä tapauksissa ulottaa vähintään 3 m pohjaveden pinnan alapuolelle, koska nämä alueet täyttyvät vedellä ja veden laatu muodostuu paremmaksi, kun altaissa on riittävästi vettä. Muodostuvien tekolampien jälkikäyttö voi avata uusia mahdollisuuksia kiinteistöjen hyödyntämiseen.

Selvitysalueella vallitsee yleisesti matala topografia, jonka vuoksi kalliokiviainesresurssien tulevaisuuden varannot sijaitsevat suuressa määrin vallitsevan maanpinnan alapuolella. Täten kannattaa selvittää ympäröivää maastoa selkeästi syvempää kiviainesten ottoa pohjaveden pinnan alapuolelta, jotta yksittäisiltä ottoalueilta saadaan hyödynnettyä suurempia kiviainesmääriä ja vältetään ympäristöhaittojen syntymistä laajemmilla alueilla.

5.2 Maankäyttömuotojen yhteensovittaminen – esimerkkinä tuulivoima- ja kalliokiviainestenottotoiminta

Kiviainesalueiden ja eri maankäyttömuotojen yhteensovittamistarve korostuu nykyisin varsinkin kasvukeskuksien alueilla, jonka seurauksena esimerkiksi asutuksen levittäytyminen merkittävien kiviainesvarantoalueiden lähetyville rajoittaa kiviainesten hyödyntämistä. Yhteensovittamisen tueksi pitää selvittää kiviainesresurssit (määrä ja laatu) sekä eri käyttökohteiden kulutustarve (Ympäristöministeriö 2020). Tässä selvityksessä erityishuomion saa myös tuulivoima- ja kiviainesalueiden yhteensovittamisen tärkeys.

Maa-alueille rakennettavat tuulivoimalat rakennetaan etäälle asutuksesta - kuten kiviainesalueet - ja tämän vuoksi on tärkeä yhteensovittaa tuulivoima-alueiden ja kiviainesalueiden sijainnit ja perustamisajankohdat (Mikkonen 2022).

5.4.2022

Selvitysalue soveltuu hyvin tuulivoimaloiden rakentamiseen ja alueella on myös erittäin paljon alustavia tuulivoimalasuunnitelmia. Tuulivoimaloiden sijoittamisessa kannattaa huomioida a) paikalta saatavien kiviainesten merkitys maakunnan kehittämisessä, b) tuulivoima-alueilta saatavien kiviainesten hyödyntäminen tuulivoima-alueiden rakentamiseen ja c) asfaltin lujimpien kiviainesten priorisoiminen tietyillä alueilla.

Asfaltin lujimpia kiviaineksia (luokat AN7-AN10) esiintyy selvitysalueella vain rajoitetuilla alueilla, minkä vuoksi olemme nostaneet tässä selvityksessä nämä alueet erityisesti esille, jos ne sijaitsevat tuulivoimaloiden suunnittelualueilla. Näillä alueilla kannattaa selvittää eri toimintojen aikataulutusta, siten, että tietyissä kohteissa kiviainestuotanto olisi alkuvaiheessa pääroolissa, jonka jälkeen vasta rakennettaisiin tuulivoimaa. Näiden kivien harvinaisuuden vuoksi tämä ei ole vaikeasti hallittava kysymys.

5.3 Kiviainesten ottoalueiden jälkikäyttö

Ottoalueiden jälkikäytöllä on suuri vaikutus, kuinka paljon kiviaineksia voidaan hyödyntää eri alueilta ja kuinka pitkäkestoista toimintaa voidaan harjoittaa. Jälkikäyttömuotoja ovat muun muassa perinteiset maa- ja metsätalous sekä teollisuusalueiden perustaminen sekä matkailu- ja virkistysalueiden perustaminen. Syvältä pohjavedenpinnan alapuolelta ottaminen voi mahdollistaa esimerkiksi kalanviljelyä ja satama-alueiden laajentamista tai kehittämistä.

Kiviainesalueiden jälkikäyttömahdollisuudet ovat erittäin moninaiset. Kansallisia ja kansainvälisiä kohteita kannattaa hyödyntää esimerkkeinä ja uusien ideoiden aikaansaajina. Hyvän ympäristöön sopivan jälkikäyttömallin avulla voidaan mm. luoda työpaikkoja, edistää paikallisten sekä turistien hyvinvointia sekä elävöittää ympäristöä monimuotoisemmaksi ja viihtyisämmäksi kuva 17.



Kuva 17. Vasen kuva: Butchart Gardens; kulttuuriperintökohde Kanadassa on perustettu vanhaan kivilouhokseen ja vetää nykyisin puoleensa miljoona kävijää vuodessa. Lähde: (<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1599635>)

Oikea kuva: Ruotsin Dalhallan louhokseen on perustettu jälkikäyttömuotona teatteri. Lähde: (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dalhalla_overview.JPG)

5.4.2022

5.4 Kiviainekset kiertotaloudessa ja rakentamisen tukialueet

Suunnittelu- ja konsulttitoimisto AFRY:n (2022) raportissa on käyty läpi muun muassa Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan kiertotalouden materiaaleja. Tässä raportissa nostamme lyhyesti esille rakentamisen tukialueiden tärkeyden kiertotaloudessa ja kalliokiviainesten hyödyntämisessä.

Rakentamisen tukialueet ovat varsinkin isoihin aluerakentamiskohteisiin liittyviä rakentamisen aikaisia alueita, joilla hoidetaan rakentamisen tukitoimintoja kuten murskausta, seulontaa ja maa-ainesten välivarastointia. Myös täydennysrakentamista varten tarvitaan tukialueita, vaikka niiden osoittaminen on hankalampaa kuin isoissa aluerakentamiskohteissa. Rakentamisen tukialueiden ansiosta kuljetukset vähenevät, kaivumaiden hyötykäyttö lisääntyy, maankaatopaikkojen tarve vähenee (Huhtinen ym. 2018).

GigaVaasa on erinomainen esimerkki kaivuumaiden jalostamisesta ja hyödyntämisestä muodostumispaikalla ja todennäköisesti myös ympäristössä (Järvelä ja Björkenheim, 2022). Alueelta kaivetaan useiden kymmenien hehtaarien alueelta satoja tuhansia tonneja murskauskelpoista moreenimaata sekä hienoainesmoreenia. Näiden kaivumaiden hyödyntämisen seurauksena voidaan säästää neitseellisiä kiviainesvaroja. Alueelle tarvitaan kuitenkin myös kalliokiviaineksia mm. tieinfran rakentamiseen. Järvelä korostaa materiaalien hyödyntämisessä paikan päällä tehtyä laadunarviointia.

Vaasan sataman taustakentän laajennus merialueelle ja väylien syventäminen on toinen erittäin merkittävä hankekokonaisuus, jonka onnistuminen tuo viennistä elävälle Vaasalle paljon kehitysmahdollisuuksia. Taustakentän laajennukseen tarvitaan noin 2 milj. m³ ktr täyttömassoja noin 23 ha laajennusalueelle (Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2020) sekä kentän ympärille kalliolouheesta louhepenkereen. Aikaisempiin meritäyttöihin on hyödynnetty louheita rannikon läheisestä louhoksesta Öjenintien ja Laajasuon tien risteyksestä, joka toimii nykyisin myös uimapaikkana (Järvelä 2022).

Kalliolouheiden jalostaminen vaativimpiin käyttökohteisiin helpottuu, kun kallioainesten laadun määrittäminen suoritetaan suunnitelluilla louhintaluheilla riittävän aikaisessa vaiheessa, jos louhittavien kallioainesten määrä on suuri. Esimerkiksi Vaasan ohitustien ja Vaasan satamatien rakentamisessa on tärkeä optimoida tielinjoilta louhittavia kallioaineksia logististen vaikutusten minimoimiseksi.

Kiertotalouden materiaalitehokkuutta voidaan myös edistää rekisteröimällä rakenteissa käytettyjen kiviainesten alkuperä ja ominaisuudet. Esimerkiksi asfaltissa tai betonissa käytettyjen kiviainesten rekisteröiminen helpottaa niiden elinkaaren loppuvaiheen kierrättämistä. Esimerkiksi asfalttia, jonka mahdolliset käytön aikaiset ongelmat ovat johtuneet käytettyjen kiviainesten ominaisuuksista, ei kannata käyttää samankaltaisissa kohteissa, mistä se on purettu.

5.4.2022

Kiertotalouden tehokkuuden ja ympäristöhaittojen minimoimisen kannalta on keskeistä huomioida jatkuvan infra- ja talorakentamisen sekä perusrakennustöiden edellyttämä kiviainesten käyttö. Tämän vuoksi on tärkeä suunnitella kokonaisuus, missä huomioidaan alueen normaalit kiviainesresurssit suhteessa muodostuviin kaivumaihin (Järvelä 2022). Tehtävän menestyksellinen hoitaminen edellyttää alueellista tietoa eri laatuisten kiviainesten saatavuudesta ja tietoa suurempien käyttökohteiden kiviainestarpeista. Tässä toimintamallissa kannattaa huomioida maantieteellisten alueiden geologiset reunaehdot ja niiden vaikutus erilaatuisten eri käyttökohteisiin soveltuvien kiviainesten saatavuuteen pitkällä aikajänteellä (Räisänen ym. 2020).

6 YHTEENVETO

Tämä selvitys toteutettiin Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakunnissa, missä vallitsevana kallioperänä on Pohjanmaan liuskejakso, joka kiertää Keski-Suomen granitoidialuetta.

Selvityksessä nostettiin esille noin 70 potentiaalista kiviaineshuollon aluetta, joiden koko ja alueilta saatavien kiviainesten ominaisuudet vaihtelevat huomattavasti. Suurien alueiden tärkeys on helppo hahmottaa, mutta myös pienillä alueilla on suuri merkitys kokonaisuudessa. Alueilta voidaan esimerkiksi tuottaa lujia harvinaisempia kiviaineita tai turvata kiviainesten saatavuutta koko selvitysalueella ja pienentää täten kuljetuksia ja päästöjä.

Edellisten alueiden lisäksi korostamme suurempien kiviainesalueiden tärkeyttä, koska on ympäristön kannalta parempi, että toiminta kohdentuu pääsääntöisesti suuremmille ottoalueille, joiden sijainti on lähellä hyviä tieyhteyksiä ja käyttökohteita.

Jatkotöiksi suosittelemme maastotutkimuksia ja -tarkistuksia, joilla tarkennetaan alueella sijaitsevien eri kivilajiyksiköiden ominaisuuksista kiviaineeksi ja tarkennetaan arviot kallioiden soveltuvuudesta eri käyttökohteisiin. Kallionäytteitä otetaan tarvittaessa laadun määrittämiseksi ja epäkohtien poissulkemiseksi. Tämä tehtävä on keskeisen tärkeä kiviainesten optimaalisen käytön, resurssitehokkuuden sekä kiertotalouden kannalta.

Kiviaineshuollon resurssitehokkuus, hiilineutraalisuus, kiviainesten saatavuuden edistäminen:

- Rakentamisen tukialueiden merkitys selvitysalueella on erittäin tärkeä kehittämiskohde muun muassa GigaVaasa:n ja Seinäjoen kasvualueilla. Näillä alueilla voidaan jalostaa ja välivarastoida kaivumaita ja yhteensovittaa kiertotalouden materiaalien ja neitseellisten kiviainesten hyötykäyttöä.
- Selvitysalueella vallitsee yleisesti matala topografia, jonka vuoksi kalliokiviainesresurssien tulevaisuuden varannot sijaitsevat suuressa määrin vallitsevan maanpinnan alapuolella. Kiviainesten otto pohjavedenpinnan alapuolelta mahdollistaa

5.4.2022

kansainvälisesti merkittävää louhosten jälkikäyttöä, jota voivat olla esimerkiksi GigaVaasan alueen lämpövarastoina toimivat vesialtaat tai Vaasan vientivetoisen sataman laajennustyöt.

- Niillä alueilla, joilla esiintyy selväpiirteistä geologista laadunvaihtelua, kannattaa selvittää mahdollisuuksia tuottaa ominaisuuksiltaan poikkeavista kivilajeista erilaatuisia kiviaineksia eri käyttökohteisiin. Geologinen vaihtelu voi täten lisätä sekä yrityksen kilpailukykyä että vähentää päästöjä ja edesauttaa kuntien hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamisessa.
- Ilmastonmuutoksen johdosta sään ääri-ilmiöt lisääntyvät, mikä lisää tarvetta kiinnittää huomiota rakenteiden pitkäaikaiskestävyyteen sekä käytettyjen materiaalien kierrätettävyyteen. Tämän vuoksi on erityisen tärkeää käyttää sellaisia kiviaineksia, jotka eivät ole rapautuneita tai edes rapautumisalttiita. Selvitysalueella erityishuomio kiinnittyy muun muassa mustaliuskeiden ja serttien (kemiallisesti saastunut kvartsirikas sedimentti kivi) esiintymiseen niiden rapautumisalttiuden ja muiden huonojen ominaisuuksien johdosta.
- Samalle alueelle kohdentuvien päällekkäiset maankäyttötarpeet yhteensovittaminen onnistuu osapuolten avoimen vuoropuhelun avulla. Yhteensovittaminen on erityisen tärkeää niillä alueilla, missä esiintyy asfaltin kiviainekseksi soveltuvia vulkaniitteja.
- Tuulivoima-alueiden rakentaminen lisää selvitysalueiden energiaomavaraisuutta, mutta edellyttää huomattavasti maanrakennustöitä ja kiviainesten hyötykäyttöä. Kokonaispäästöjen minimoimiseksi kiviainekset kannattaa tuottaa samoilta alueilta tai hyvin läheltä perustettavia tuulivoimapuistoja. Lisäksi melua tuottavat toiminnot voidaan sijoittaa samoille alueille.
- Merituulivoiman osalta on erityisen tärkeä kyetä perustamaan kalliokiviaineslouhoksia, mistä voidaan tuottaa kiviaineksia joko satama-alueilta tai hyvin läheltä satamia. Kaskisen sataman vieressä on esimerkiksi potentiaalisia alueita. Jos näistä louhoksista tehdään syviä, niiden jälkikäyttönä voi myös olla satamatoimintoihin liittyvien teollisuuslaitosten energiavarastot tai jopa kalanviljelyaltaat. Muita mahdollisia merivoimaloiden tarvitsemia kiviaineslähteitä voivat olla rannikon läheiset rakennuskivilouhimoiden sivukivet esimerkiksi Eurajoella ja Taivassalossa.

5.4.2022

7 LÄHDELUETTELO

AFRY 2022. Luonnonkiviainesten ja sitä korvaavien uusiomateriaalien käyttö ja tarve-ennuste. Etelä-Pohjanmaan liitto & Pohjanmaan liitto. 43 s.

Asfalttinormit 2017. Päällystealan neuvottelukunta PANK ry, ISBN: 978-952-99985-2-4, 122 s.

Björkenheim, R. Vaasan seudun Kehitys Oy VASEK:n Kehitysjohtaja. Puhelu 5.4.2022.

Hellman, P. Kaskisten sataman toimitusjohtaja. Puhelu 15.3.2022.

Huhtinen, T., Palolahti, A., Räisänen, M., Torppa, A. 2018. Kiviaineshuollon kehittäminen. Ympäristöministeriön raportteja 13/2018. 148 s. Osoitteessa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4791-3>

Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2020. Päätös ympäristövaikutusten arviointimenettelyn soveltamisesta, Vaasan sataman vesiliikennealueen syventäminen, Vaasa. Päätös 7.2.2020. EPOELY/1619/2019.

GTK kallioperähavinnot paikkatietoaineisto, lähde GTK geodata.

InfraRYL (2020). Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet 2020, Helsinki Rakennustieto Oy

InfraRYL (2020). Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Päälly- ja pintarakenteet 2020, Helsinki Rakennustieto Oy

InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset -Maa-, pohja- ja kalliorakenteet. 2018. Rakennustietosäätiö RTS sr, Rakennustieto Oy, ISBN: 978-952-267-222-3, 424 s.

Järvelä, M. Vaasan kaupunki. Toimialajohtaja. Puhelu 5.4.2022 ja 7.4.2022 sekä sähköposti 7.4.2022.

Pohjanmaan liitto, Maakuntakaavoitus.

<https://www.obotnia.fi/fi/aluesuunnittelu/maakuntakaavoitus>

Kiviainesten ominaisuuksien testausmenetelmät:

SFS-EN 1097-9. Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 9: Nastarengaskulutuskestävyyden määrittäminen. Pohjoismainen testi (kuulamyllymenetelmä)

Osoitteessa: <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/400476.html.stx>

SFS-EN 1097-2. Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation

5.4.2022

Osoitteessa: <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/882912.html.stx>

Kivimieskalenterit (1991-2012). Julkaisijat aikajärjestyksessä: Kivimies-Kustannus Oy, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry, Infra ry, Suomen Rakennusmedia.

Kähkönen, Y. Teoksessa Lehtinen, M., Nurmi, P., Rämö, T. (toim.) 1998. Suomen kallioperä: 3000 vuosimiljoonaa. Helsinki, Suomen Geologinen Seura ry., 375 s.

Osoitteessa: <https://www.geologinenseura.fi/fi/seura/julkaisut/suomen-kalliopera>

Lahdensivu, J., Kekäläinen, P., Lahdensivu, A. 2018. Alkali-silica reaction in Finnish concrete structures. Nordic Concrete Research. Publication no. 59. S 31-44.

Mikkonen, A. 2022. Suomen tuulivoimayhdistys ry. Toimitusjohtaja. Sähköposti: 16.3.2022.

Nippala, E. 2020. Inframarkkina ja kiviaineskäyttö Suomessa 2020-2021, INFRA ry. Raportti n:o 7. Julkaisematon. 11s.

Räisänen, Mika., Nurmi, Heikki., Sallasmaa, Olli., Torppa, Akseli., Ruotoistenmäki, Tapio. 2020. Varsinais-Suomen alueen kalliolinekset kierotaloudessa GTK:n työraportti 53/2020. 31 s. Osoitteessa:

https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/53_2020.pdf

Räisänen, M. ja Härmä, P. 2019. Yhteenvedo rakennuskivilouhimoiden sivukivi- ja jälkikäyttöselvityksistä. GTK:n työraportti 96/2019. 21 s. Osoitteessa:

https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/96_2019.pdf

Suomen betoniyhdistys 2018. by 43 Betonin kiviainekset. BY-Koulutus Oy, ISBN: 978-952-68619-7-5, 68 s.

Suomen betoniyhdistys 2021. Päivittyvä ohje betonin alkali-kiviainesreaktion hallitsemiseksi. BY-Koulutus Oy 1. painos (e-kirja) 23.6.2021, ISBN: 978-952-7314-04-3, 55 s. Osoitteessa:

https://issuu.com/betoniyhdistys/docs/akr_pa_ivittyva_ohje_24.6.2021

Säteilyturvakeskus 2010. Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus. Tyyppi: ohje. Määräyskokoelman numero: ST 12.2. Osoitteessa:

<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST12-1>

Ympäristöministeriö 2020. Maa-ainesten ottaminen: Opas ainesten kestävään käyttöön. Ympäristöministeriön julkaisuja 2020:24, 186 s. Osoitteessa:

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162506/YM_2020_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vaasan kaupunki 2022. GigaVaasa. Osoitteessa:

<https://www.vaasa.fi/vaasan-seutu-yrityksille/sijoitu-vaasan-seudulle/gigavaasa/>

5.4.2022

Väylävirasto (2020). Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 11 Radan päällysrakenne. Väyläviraston ohjeita 29/2021, 60 s. Osoitteessa:

https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2021-29_rato11_web.pdf

Suomen Kallioperäkartta https://kaiva.fi/wp-content/uploads/2018/04/Suomen_kalliopera.jpg

Liite 1 Paikkatietoaineisto**Liite 2 Suomen kallioperäkartta**

5.4.2022

Liite 2

5.4.2022

SUOMEN KALLIOPERÄ

Fanerotsooisia kiviä

Alle 540 milj. vuotta



Mesoproterotsooisia kiviä

1600–1000 milj. vuotta

Diabaasi

Hiekkakivi ja lietekivi

Rapakivigraniitti

Paleoproterotsooisia kiviä

2500–1600 milj. vuotta

Intrusiivisiä kiviä

Pintasyntyisiä kiviä

Granuliittisiä kiviä

Arkeisia kiviä

Yli 2500 milj. vuotta

Intrusiivisiä kiviä, gneissejä

Pintasyntyisiä kiviä



Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 3/2013 aineistoa © MML ja HALTIK