



**PAEKIVI –
EESTI RAHVUSKIVI**

Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia Instituut
Turu Ülikooli geoloogiaosakond

PAEKIVI – EESTI RAHVUSKIVI

Tallinn 2007

**PAEKIVI – EESTI RAHVUSKIVI.
MTÜ GEOGuide Baltoscandia.
Tallinn, 2007.**

ISBN 978-9985-9763-8-8

Koostajad: Helle Perens
Elmar Kala

Täname: Eesti Geoloogiakeskus OÜ
Eesti Vabaõhumuuseum

Kujundus: Helle Perens
Andres Abe

Fotod ja joonised: Helle Perens

Esikaas: Rebala küla vaade, Harjumaa

Tagakaas: paekiviaed Kahala küla Pulga talust, 19. sajandi II pool.
Asub Eesti Vabaõhumuuseumis

© MTÜ GEOGuide Baltoscandia, 2007



Raamatu väljaandmist kaasfinantseerisid: Euroopa Regionaalarengu Fond, SA Keskkonnainvesteeringute Keskus, Eesti Vabariigi Siseministeerium ja TTÜ Geoloogia Instituut INTERREG IIIA Lõuna-Soome ja Eesti programmi raames.

PAEKIVI KUI SÜMBOL

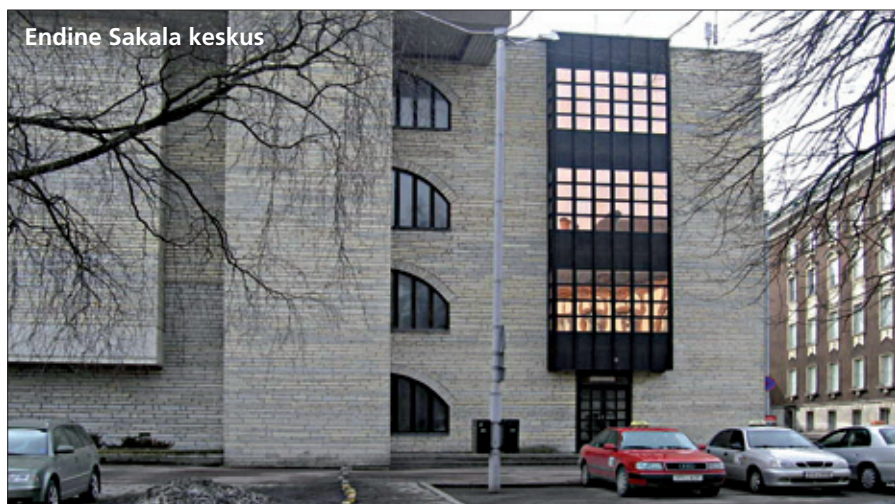
Rahvusteadvuse hoidmiseks vajame sümbol- leid. Rukkiilil on meie leivavilja, suitsupää- suke – maakodu sümbol. Paas on meie alus- põhi, eestlase olemise ja püsimise sümbol.

1990. aastal kutsuti kokku paekivile pühendatud teaduskonverents, kus alus- tati diskussiooni paekivi kui maavara ots- tarbekast kasutamisest. 23. aprillil 1992. aastal asutati Kuressaare lossis Eesti Paeliit. 4. mail 1992 kuulutati paekivi meie rahvuskiviks. Vastava üleskutse tegid geoloogid-teadlased Rein Einasto ja Anto Raukas ning tänaseks meie hul- gast lahkunud ajaloolased Villem Raam ja Vello Lõugas, ehitusinsener Hubert Matve ja loodusteadlane Jaan Eilart.

4. mai on muutunud paepäevaks. Sellel päeval on Eesti Paeliidu algatusel peetud paekonverentse, tehtud paekäike ning levitatud paealast teavet.

Paekivi on üks osa Eestimaa loodus- ja kultuuriloost. Paekivi süvitsi tundmine annab lisaväärtuse nii paest pinnavor- mide imetlemisele kui ka ehitiste arhitek- tuuriväärtuse hoomamisele. Paljandisein ja seinakivi kannavad endas ürglooduse märke, mida tundma õppides on või- malik teada saada, kuidas omaaegne settimiskeskond ja elustik on paekivisse talletunud ja kuidas see mõjutab kivimi omadusi. Paetundmist vajavad koolilap- sed, õpetajad, arhitektid, ehitajad, res- tauraatorid ja kõik kodanikud, kes hinda- vad paekivi kui meie püsimise aadet.

Käesoleva raamatu kirjutamine on sat- tunud ajale, mil on võimalikuks saanud ajastutruu ehitise – Sakala keskuse (1985) barbaarne lammutamine. Ometi on 1960. aastatel alanud ehituspae murdmise ja töötlemise allakäigu taustal räägitud Raine Karbi 1980.–90. aastate paeehitistest kui paekivi renessansist Eesti arhitektuuris.



PAEKIVI – OSA MEIE ÜRGLOODUSEST

Eluta loodust peetakse meie planeedi mäluks. Kivimites olevad jäljed juhatavad meid Maa eluloo saladuste juurde. Eesti geoloogiliste loodumälestiste kohta on koostatud mahukas andmebaas – Eesti Ürglooduse Raamat. Raamatus registreeriti kõik olulisemad geoloogilised objektid üle Eesti: aluspõhja paljandid, rändrahnud, koopad, karstialad, allikad, joad, meteoriidikraatrid.

Raamatu loomist alustati geoloogiakandidaadi Herbert Viidingu eestvedamisel 1980. aastail. H. Viidingu töö jätkaja, TTÜ Mäeinstituudi emeritprofessori Enn Pirruse sõnul on tegemist ühe maailma unikaalsema nähtusega, kus riigi kogu eluta loodus on sellisel viisil kaardistatud. Raamatu käsikirja koostamine võttis aega 17 aastat. Selles raamatus on kõige põnevamad just paekihid.

Paekivi tekkest

Paekivi on tekkinud läbi aegade mere madalas, rannalähedases osas. Sügavamas meres moodustusid mergel ja domeeriit, veelgi sügavamas avameres savi ja kiltsavi. Tekkelt kuulub paekivi biokeemiliste setendite hulka: on kujunenud siinsetes meredes elanud organismide elutegevuse kaasabil.

Eesti paekivi moodustavad setendid on ladestunud Baltika ürgmandrit katnud laugepõhjalises Paleobalti meres 472–417 miljonit aastat tagasi ning on seotud peamiselt Ordoviitsiumi ja Siluri ajastuga.

Paekivi teke Eesti alal algas Kesk-Ordoviitsiumis. Põhja-Eestis moodustusid esialgu glaukoniiti ja raudooide sisaldavad lubisetted. Lühikesel perioodil järgnes Lasnamäe ehituslubjakivi nimetuse all tuntud puhaste lubjakivide teke. Mere sügavnemine Kesk-Ordoviitsiumi lõpul tingis savikate lubjakivide ladestumise.



Hilis-Ordoviitsiumis tekkisid läbilõikesse põlevkivikihid, mis on riigi energiaallikaks. Põlevkivi moodustumisele järgnes Baltika mandriga külgnevais ookeanides intensiivse vulkaanilise tegevuse periood. Vulkaanidest väljapaiskunud tuhk sadetus ka Eesti ala katnud mere põhjas. Paekivis moodustusid vulkaanilise tuha vahekihid.

Paleobalti meri madaldus ja sügavnes perioodiliselt. Üks madaldumisetapp on seotud Eesti vanimate rifimoodustiste tekkega Vasalemma piirkonnas, millele järgnes väga puhaste afaniitsete lubjakivide kujunemine.

Ordoviitsiumi vanusega paekivides võime kivististena näha rikkalikku ja mitmekesisist mereelustikku: sammalloomi, koralle ja kihtpoorseid, kes mängisid suurt osa rifimoodustajatena. Arvukalt esines ka käsijalgseid (brahhiopoode), lüljalgseid (trilobiite), põhjale kinnitunud okasnahkseid (merililiid, merikerad).

Baltika manner paiknes Ordoviitsiumi ajastul lõunapoolkeral, kus kliima oli soe ja mereline. Ajastu lõpuks kliima jahtenes järsult. Jäätumine lõunapoolusel tõi kaasa ookeanipinna alanemise 50 kuni 100 meetri võrra. Põhja-Eesti madalmeres moodustusid sel ajal kohati rifikompleksi kivimid, millega on seotud ka ehituskivina hästi tuntud Rõa dolokivi.

Lõuna-Eestis, kus meri oli sügavam, settisid Ordoviitsiumi ajastul tunduvalt savikamad setted, mis tasemeti on punase värvusega.



Roheliste glaukoniiditeradega lubjakivi



Raudooidide ja kivististega lubjakivi



Sammalloomade kivistised põlevkivis

Siluri ajastul liikus Baltika ürgmanner lõunapoolkeralt ekvaatorile ning suurenes korallide ja stromatopooride mitmekesisus ja hulk. Tihnikutena esinenud meriliiliate skeletiosised moodustasid paksu lubjakivilasundeid. Lüliljalgsete hulgas ilmusid mahkjas vees elavad meriskorpionid – eurüpteriidid. Alguse sai hõre maismaataimestik. Paleobalti meri hakkas aegamööda taanduma.

Siluri ajastu algul moodustus Hiiumaalt pea Peipsini ulatuv käsijalgse *Borealis* kodadest koosnev tohutu karplubjakivi lasund, mille paksus ulatub Pandivere kõrgustikul kuni 13 meetrini. Rahvakeeli rõngaspaeks kutsutud puhas lubjakivi on meie parimaid tehnoloogilisi toormeid ja ühtlasi väga hea ehituskivi.

Taandumise käigus meri sügavnes periooditi. Kõige sügavamaveelised tingimused kujunesid Vara-Siluris Adavere ja Jaani eal. Moodustus ligi 100 meetri paksune merglikompleks.

Järgneval Jaagarahu eal meri madaldus järsult, mis tingis ligi 30 meetri paksuse rifikompleksi kujunemise Eesti alal. Peamine ja suurem rifivöönd jäi Eestist lääne poole – Gotlandi lähiste.



Jaagarahu korall-lubjakivi lähivaates ja paemurrus



Siluri ajastu kivimeile on iseloomulik erinevate kivimtüüpide sage rütmiline vaheldumine, kus tavapäraselt osalevad mudalised ja teralised lubjakivid ning laguunsed primaarsed dolokivid. Viimaste näiteks on Orgita ja osaliselt Kaarma dolokivi. Siluri ajastu lõpuks taandus Paleobalti meri meie aladelt edela suunas.

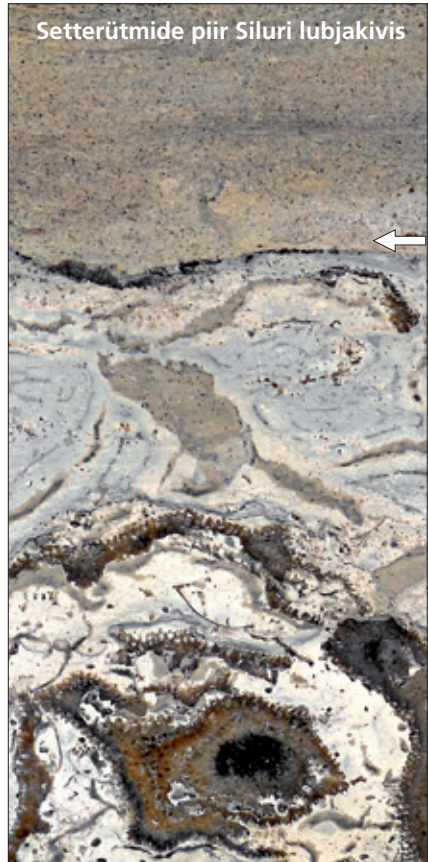
Paeteke elustus vähesel määral veel Hillis-Devonis, 385–359 miljonit aastat tagasi. Ida poolt levinud mereline bassein haaras Eesti territooriumist äärmise kaguosa, kus tekkis umbes 10 meetri paksune kivist tasterohke lubisetete ladestus.

Paesed pinnavormid

Paene aluspõhi avaneb põhja pool Pärnu–Mustvee joont. Aluspõhja kivimitega on seotud kaunid ja ülevad looduslikud pinnavormid: Põhja-Eesti klint, Saaremaa rannapangad, Lääne-Eesti salumäed, paepõrandatega kalda- ja loopealsed, paeastangutelt laskuvad joad ja erinevad karstivormid.

Põhja-Eesti klint on Eesti tähelepanuväärseim loodusmonument, mis jätab nii maalt kui merelt vaadatuna võimsa mulje. Klindi pikkus on 300 km, ulatuses Osmussaarest Narvani. Klindiastangul paljanduvad hallid paekivid, rohelised glaukoniitliivakivid, pruunid kiltsavid ja kõige all – kollakad liivakivid.

Põhja-Eesti klindi suurim kõrgus jääb Saka–Ontika–Toila klindiplatoole, ulatuses 56 meetrini. Püstloodset seinat on seal 25–30 meetrit.



Teine, Siluri klint on väiksem ja madalam ning kulgeb piki Saare- ja Muhumaa põhjarannikut, jätkudes üksikpankadena Lääne-Eesti mandrialal. Kõrgeim klint jääb Rootsi, Gotlandi saarele.

Lääne-Eesti saartel esineb Siluri klindi ranna-astanguid ja panku ligi 90 km ulatuses. Kõrgeim on Mustjala ehk Panga pank – 21,3 meetrit.

Lisaks võimsatele paepankadele on Eestimaal lugematul hulgal paljandeid.



Üügu pank – merest taandunud Limneamere murrutusjärsak ja parim Siluri rifi-vööndi paljand

Neist suurima tähendusega on stratotüüpsed. Huvi pakuvad ka paemurrud, mis on üheaegselt nii maavara paljandid kui ka osa meie pärandkultuurist. Eesti Paeliidu eestvedamisel on asunud vanu paemurde korrastama ja eksponeerima Porkunis, Keilas, Pakal, Mäliveres, Tamsalus ja mujal.

Karst on paeluv loodusnähtus, millest on haaratud peaaegu kogu lubjakivide leviala. Karst on ka tegur, millega tuleb arvestada mitmesuguste praktiliste küsimuste lahendamisel, nagu veevarustus ja kaevandamine. Karstumist põhjustab lubja- ja dolokivide lahustumine vees. Intensiivsed karstinähud ulatuvad 5–10 meetri sügavuseni. Kõige levinum karstivorm on kurisu – vett neelav liudja, ovaalse või korrapäratu kujuga ava

maapinnal. Neeluavadega on seotud maa-alused karstitühemed ja kohati ka ojad või jõed, millede kohal on erineva suurusega pindmiste karstivormide väljad. Eesti suurimad karstiväljad on Kostiveres, Kuimetsas, Katal, Uhakus ja Pael. Karstialade kõige lummavamateks vormideks on laua-, seene- ja sillakujulised paekivist jäänukpangased.

PAEKIVI OMADUSED

Koostis, struktuur ja tekstuur

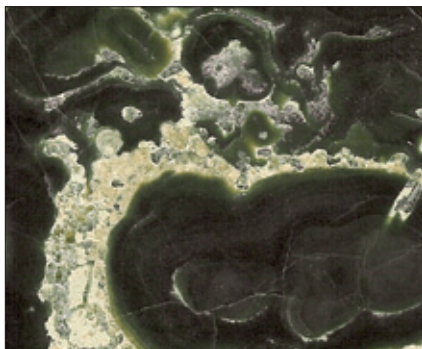
Paekivi ehk paas on lubjakivi, dolokivi ja mergli üldnimetus. Paekivi kõige levinum vorm on lubjakivi. Lubjakivi on kaltsiumi süsihappesoolast (CaCO_3) moodustunud

kivim. Puhas lubjakivi sisaldab 56% CaO ja 44% CO₂. Looduses leidub sellist lubjakivi harva. Tavaliselt esineb lisanditena dolomiiti, savi, glaukoniiti, raudhüdrosiide. Värvuselt on lubjakivi valge, kollakas, roosakas või hall, olenevalt lisanditest. Vastavalt lisanditele ja nende hulgale jaotatakse lubjakivi savikaks, liivakaks, dolomiidikaks (lisandit 10–25%). Orgaanilise aine rikast lubjakivi nimetatakse kerogeenseks. Raudoksiididest või lubiainesest koosnevate, umbes 1 mm läbimõõduga kerajate ooidide sisalduse korral kõneldakse ooidlubjakivist.

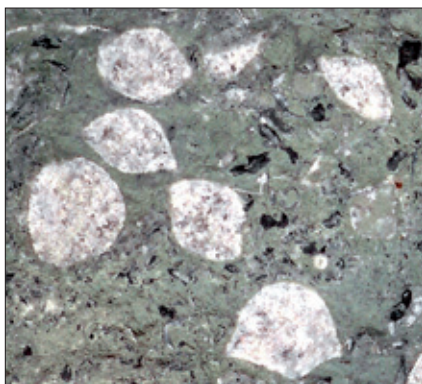
Lubjakivis on paekivi algne struktuur kõige paremini säilinud. Kivimi struktuur on tingitud koostisosade absoluutsest ja suhtelisest suuruselt.

Lubjakivi sisemine ehitus ulatub peitkristallilisest kuni jämedateraliseni. Koostisosade suuruse põhjal jaotatakse lubjakivi afaniitseks ehk peitkristalliliseks (alla 0,01 mm), mikrokristalliliseks (0,01–0,1 mm), peeneteraliseks (0,1–1 mm) ja jämedateraliseks (üle 1 mm). Kui kristallide materjaliks on kaltsiit, siis terade materjaliks on kõige sagedamini erinevate organismide kodade purunemisel tekkinud detriit ja keemilise tekkega tombud. Lubjakivide põhimass on sagedamini mikrokristalliline. Tunduvalt väiksema levikuga on afaniitne lubjakivi, mille väliseks tunnuseks on karplik murre.

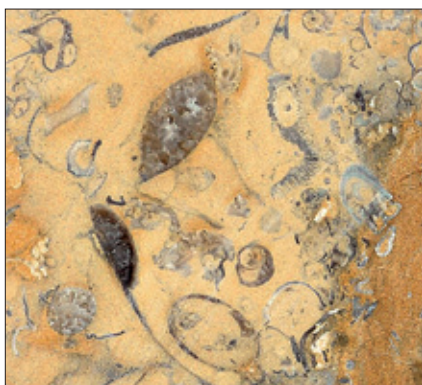
Koostisosade suuruse kõrval on oluline ka nende tekkeviis ja omapära. Kui lubjakivis on üle 25% purunemata kivistisi, nimetatakse seda biomorfseks, rohke detriit-



Rauaühenditest mustaks värvunud stromatopoor-lubjakivi



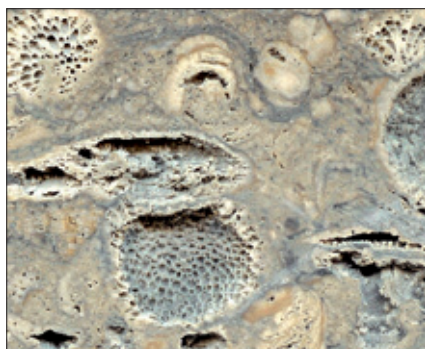
Fossiiliderikas savikas lubjakivi



Biomorfne kerogeenne lubjakivi



Mikrokristalliline lubjakivi



Fossiilide leostumisel dolokivisse tekkinud tühimikud



Mergel rohkete käsijalgsetega

disisalduse korral detriitseks. Vastavalt kivististe tüübile eristatakse karplubjakivi, korall-lubjakivi, onkoliitlubjakivi.

Erinevalt lubjakivist sisaldab dolokivi ehk dolomiit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ kuni 21,7% MgO , 30% CaO ja 48% CO_2 . Värvuselt on dolokivi lubjakivist kollakam ja hallikam. Suurem osa dolokivist on tekkinud lubjakivi dolomiidistumisel. Selle protsessi käigus moodustuvad kivimisse poorid ja tühimikud, sest kaltsiumi asendumine magneesiumiga põhjustab kivimi mahu vähenemise. Tühimike moodustumine toimub eelistatult fossiilide väljaleostumisel.

Mergel on lubjakivi ja savi vahepealne lüli. Ta sisaldab 25–50% savikat materjali, on hallika, roheka või kirju värvusega. Dolomiidistunud merglit nimetatakse domeriidiks.

Kivimi tekstuur on koostisosade ruumiline paigutus ja orientatsioon. Paekivi üldlevinud tekstuuriline tunnus on kihilisus, mis avaldub kihikompleksi ainelise koostise, terajämeduse või teiste litoloogiliste omaduste vertikaalses muutumises. Kõige levinumad on horisontaalkihilised (plaatjad), lainjad ja muguljad tekstuurid.

Füüsikalise-mehaanilised omadused

Ehituskivina kasutatav paekivi peab vastu pidama ilmastikutingimustele, tugevale survele, löökidele ja kulumisele. Keemiline koostis, struktuurilised ja tekstuurilised iseärasused mõjutavad ka paekivi füüsikalise-mehaanilisi näitajaid. Eesti ehituslubjakivide survetaluvus on valdavalt

600–800 kg/cm², harva 400 või 1000, kulumise mark aga ulatub 1–3, kõige sagedamini on 2. Lubjakivide külmakindlus on enamasti 25 tsükli, harva 15 või 35. Veeimavus on ülekaalukalt 1–2%. Ehitusdolokivide omadused sarnanevad üldjoontes lubjakividele. Dolokivide veeimavus on nende poorsuse tõttu veidi suurem, survetaluvus aga ulatub mõningatel juhtudel kuni 1200 kg/cm².

Dekoratiivsus

Tavaliselt on paekivi erineva varjundiga hall. Harvemini on näha ka rohelist, punast, pruuni, valget ja musta tooni, mille annavad mitmesugused lisandid. Paekivi mustreid kujundavad kivimi struktuur, tekstuuri ja kivis esinevad fossiilid. Üks levinumaid tekstuuri efekte on

katkestuspind – settimise katkemisel tekkinud tugev kaljune pind, kuhu on puurivad organismid jätnud uuristusjälgi ehk püstakuid, mis on hiljem täitunud põhikivimist erineva materjaliga. Sageli on katkestuspind raua- või fosfaatsete ühenditega mustaks, pruuniks või punaseks värvunud.

PAEKIVI KASUTUSVALDKONNAD

Paekivi on hinnaline maavara. Eesti Geoloogiakeskuses tehtud rakendusgeoloogiliste uuringute tulemusena on välja selgitatud ligi sada, erineva otstarbega paekivimaardlat.

Olenevalt paekivi keemilisest koostisest ja füüsikalise-mehaanilistest omadustest



on välja kujunenud tema kasutusvaldkonnad. Lubjakivi ja dolokivi kasutatakse ehituskivina, tehnoloogilise kivina, lubja põletamiseks ja tsemendi tootmiseks. Paekivist tehakse suveniire ja on hakatud valmistama ka ehteid.

Paekivi kui ehitusmaterjal

Ehitusmaterjalide hulgas on nii lubja- kui dolokive. Head ehituslubjakivid on kihipaksusega 10–20 cm. Lasnamäe ehituslubjakivis, rõngaspaes, Ungru lubjakivis ning Vasalemma "marmoris" leidub ka 30 cm paksusi ja paksemaid kihte.

Lubjakivide dolomiidistumisel tekkinud ehitusdolokivid on monoliitsemad kui algkivim, sest lubjakivi nõrgestavad merglikihid dolomiidistumisel tavaliselt hajuvad.



Paest kaelaehted (üal – Metsküla lubjakivi, all – Jaagarahu lubjakivi (autor: Raili Vinn)

Heade ehitusomadustega on peenekristallilised ja peenpoorsed dolomiidid, kuid poorsus ei tohiks ületada 10%. Ehituskivi seisukohast on olulised primaarsed dolokivid. Eesti parimad, massiivseimad dolokivid nagu Kaarma, Orgita, Selgase, Mündi, on just primaarsed dolokivid.

Ehituspae kasutusloost

Meie rahvuskivi teadvustamisel ja tutvustamisel on paeehitistel täita suur ja tähtis osa.

Juba noorema pronksiaja lõpul tekkisid põllulappidelt kivide koristamisel põldude ümber madalad kivivallid. Põhja- ja Lääne-

Eestis hakati inimesi matma kivikirskalmettesse, mis enamasti laoti paekivist.

Juba enne meie ajaarvamist rajati Saaremaal Asvas asula kaitseks paekivimüür. Seal on leitud ka paest pörandplaate. Linnuseehitistes hakkas paekivi tähtsus uuesti suurenema 9.–10. sajandil, mil looduslikele kõrgendikele püstitati 7–10 meetri kõrguseid kohalikust paest kuivmüüriaga kaitsevalle. Varbola ja Valjala linnuses on säilinud ka paevooderdisega kaev. Arvatavasti oli taolise kuivmüüriaga kindlustatud ka Toompea 25 meetri kõrgusel saarkõrgendikul paiknenud eestlaste linnus, mille hilisem ehitustegevus on hävitanud või jätnud 4–5 meetri pakuse kultuurikihi alla.

Ehitus- ja raidkivikunsti arengu eelduseks Eesti alal olid kohalikud kivivarud. Eestlaste kiviraiumise traditsioonid ulatuvad võõrvallutajate-eelsesesse aega. Selle näiteks on trapetsikujulised hauplaadid peamiselt Lääne-Saare alal. Plaadid on märgid ajast, mil siinmail kohtusid paganlik ja kristlik kultuur. Nende massilise kasutuse aeg langeb 11.–13. sajandisse. Eestis on neid kokku loendatud



Umbes 3000 aasta vanune paekivist kirst Jöelähtme muinaskalmes

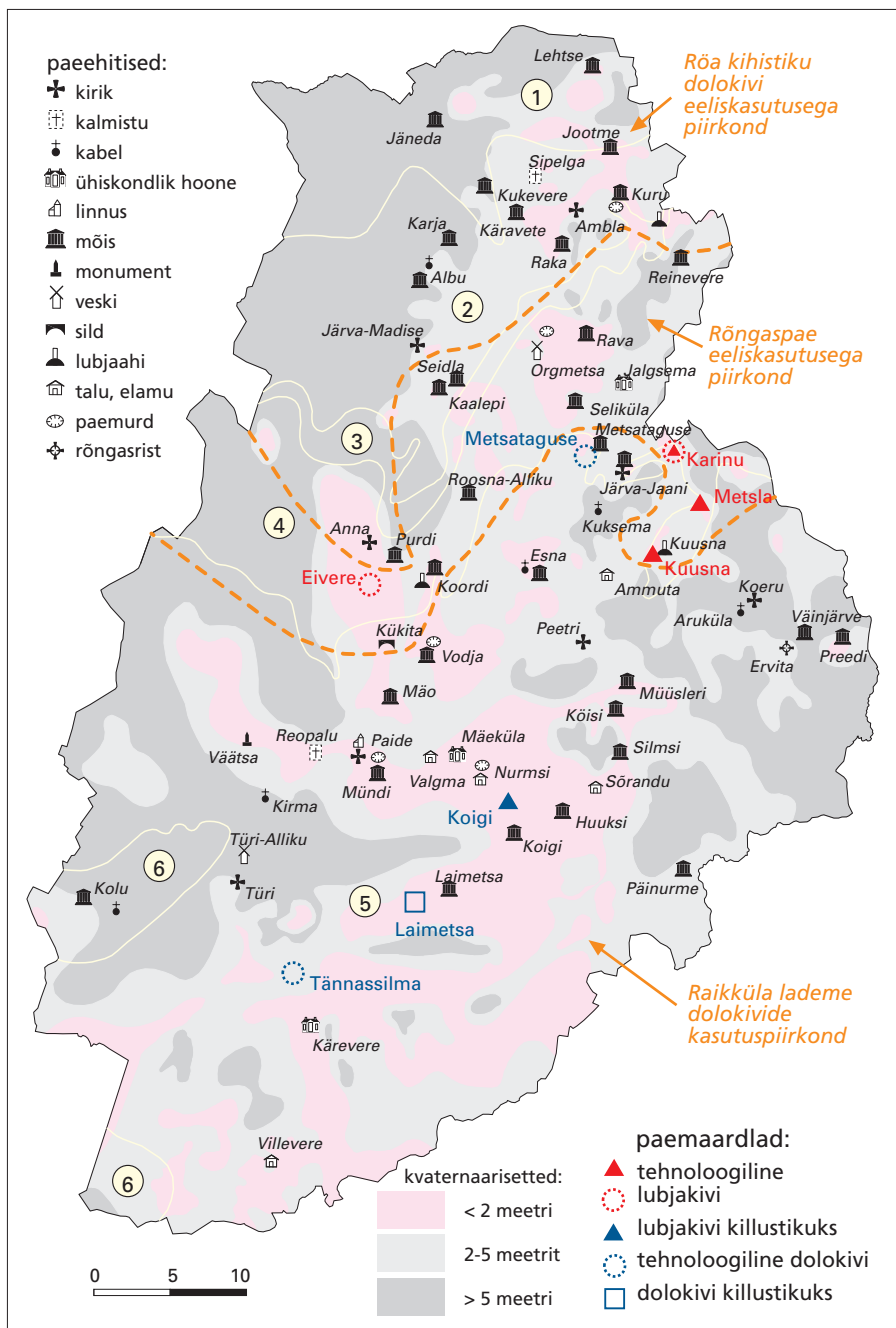
90. Hilisikeskajal kasutati neid ka ehitusmaterjalina.

Ristiusu võidulepääsule järgnenud kabe-lite, kirikute, kloostrite ja uute linnuste ehitamine pani aluse Eesti olulisemate ehituspaelliikide laiemale väljaselgitamisele ja kasutamisele.

Vanimad paest kivikirikud püstitati juba 13. sajandil Lääne-Saare alal, Tallinnas Toompeal ja Järvamaal. Algkirikud tehti

Trapetsikujuline muinasaegne hauaplaat Kaarma kiriku välisseinas





reeglina lähiümbruses leiduvast paekivist, samuti raidtööd, kui kohalik kivi seda vähegi võimaldas.

Saaremaa on ehituspae poolest üks rikkamaid maakondi, kuhu pole olnud tarvidust kivi mujalt sisse vedada. Siiski on valmistoodanguna Saaremaa kirikutesse sattunud keskaegseid ristimiskive Gotlandilt (Kaarma, Pöide, Muhu, Anseküla kirik) ja pörandaplaate Ölandilt (Püha kirik).

Kaarma kiriku rajamisega 13. sajandi II poolel sai alguse massiivse Kaarma dolokivi võidukäik esialgu Saaremaal, siis Lääne- ja Pärnumaal ning alates 17. sajandist Tallinnas ja mujal Eestis. Kaarma dolokivi kasutamise on seotud Eesti paelade kõige vormiküllasemad ja viimistluselt silmapaistvamad keskaegsed raidtööd Karja kirikus.

Hilisemast Kaarma dolokivi kasutamisest väärivad märkimist Kuressaare baroksed ja klassitsistlikud linnaehitised, Tallinna Niguliste kiriku sammastportikus (1676), I Eesti Vabariigi ajast kino Gloria fassaad Tallinnas, Võru pangahoone raidkaunistused jm.

Saaremaa tarvis on Kaarma dolokivist valmistatud ka korstnakive, loomade söögi- ja jooginõusid, kaevurakkeid, hulgaliselt hauatähiseid ning võimsaid

haua- ja mälestusmonumente. Viimaseid võib leida pea üle terve Eesti ja ka Lätist (Võnnu lahingu mälestusmärk).

Eesti vanimate maakirikute hulka loetakse ka 13. sajandi II poolel ehitatud Ridala kirikut, mille lääneportaali ja teiste raidtööde materjaliks on Läänemaa parim ehituspae – Ungru lubjakivi. Tegemist on peeneteralise, madalas lainetusvööndis tekkinud lubjakiviga, mille kihipindadel on lainevirede jälgi. Lubjakivi sisaldab üksikuid koralle, mis viitab rifilähedasele tekkekeskkonnale. Kivimit esineb piiratud alal Pusku, Sepaküla ja Lähtru kandis. Läbi sajandite on seda kivimit

Kuressaare lossi sisevaade. Nii seinad kui raidtööd on Kaarma dolomiidist.



Kohaliku paevaru kasutamisevõimalusi Järvamaa näitel (H. Perens, 2004, joonis 341 järgi). Kihtide avamused: 1 - Rakvere, Nabala ja Vormsi lademed, 2 - Pirgu lade (sh Moe kihistu *Paleoporella*-lubjakivi), 3 - Porkuni lade (sh Rõa kihistiku dolokivi ja ja Vohilai marmorilaadne lubjakivi), 4 - Juuru lade (sh Tammiku kihistiku rõngaspaas), 5 - Raikküla lade, 6 - Adavere lademe Rumba kihistu

PAAKIVI TÜÜBID JA KASUTUSALAD EESTIS

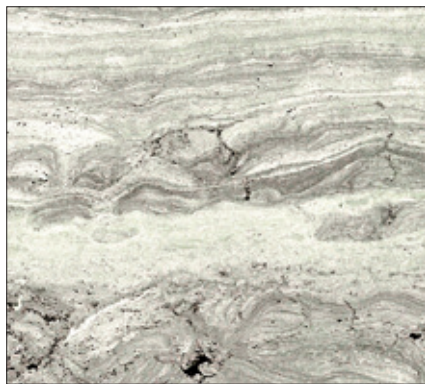
Ladestu	Ladestik	Lade	Geoloogiline läbilõige	Kivimi kirjeldus	Paeakivi kasutusalad				
					Ehituskivi, viimistlus-kivi	Killustik	Tehnoloogiline kivi	Tsemendi toore	
417	ÜLEM-SILUR	Ohesaare		lubjakivi, mergel					
		Kaugatuma		sõrmuspaas					
		Kuressaare		savikas lubjakivi, mergel					
		Paadla		Kaarma dolokivi					
		Rootsiküla		dolokivi onkoliitide, stromatoliitide, Selgase dolokivi					
Jaagarahu		lubjakivi, dolokivi biohermikompleks							
Jaani		mergel, lubjakivi vulkaanilise tuha vahekihtidega							
Adavere		savikas lubjakivi							
Raikküla		lubjakivi, dolokivi Orgita ja Mündi Ungru lubjakivi							
Juuru		lubjakivi rõngaspaas							
Porkuni		savikas lubjakivi biohermikompleks							
443				Rõa dolokivi					

vanus, miljon aastat

SILUR

443

ORDOVIITSUM		ÜLEM-ORDOVIITSUM		KESK-ORDOVIITSUM	
Pirgu		savikas lubjakivi			
Vormsi		vetiklubjakivi			
Nabala		savikas lubjakivi, mergel			
Rakvere		afaniitne lubjakivi			
Oandu		savikas lubjakivi			
Keila		savikas lubjakivi, mergel			
Haijala		Vasalemma "marmor"			
Kukuruse		savikas lubjakivi vulkaanilise tuha vahekihtidega			
Uhaku		lubjakivi põlevkivi vahekihtidega			
Lasnamäe		savikas lubjakivi			
Aseri		Lasnamäe ehituslubjakivi			
Kunda		raudooididega lubjakivi			
Volhovi		lubjakivi			
		glaukoniiditeradega			



Mikrokihitudud Kaarma dolokivi



Omanäolise puidulaadse mustriga Ungru lubjakivi

kasutatud ehitus- ja raidtöödeks eelkõige Lääne-Eestis. Tuntuim ehitis on Ungru loss (1893–96). Viimasel ajal võib Ungru kiviga viimistletud ehitisi kohata üle kogu Põhja-Eesti.

Padise kloostri ehitamise käigus võeti 13. sajandil kasutusele Vasalemma "marmor", ilus valkjashalli tooni ja sädeleva murdepinnaga marmorilaadne lubjakivi, mis koosneb kaltsiidiga tsementeeritud



Kaarma dolokivi Karja kiriku lääneportaalis, 14. sajand

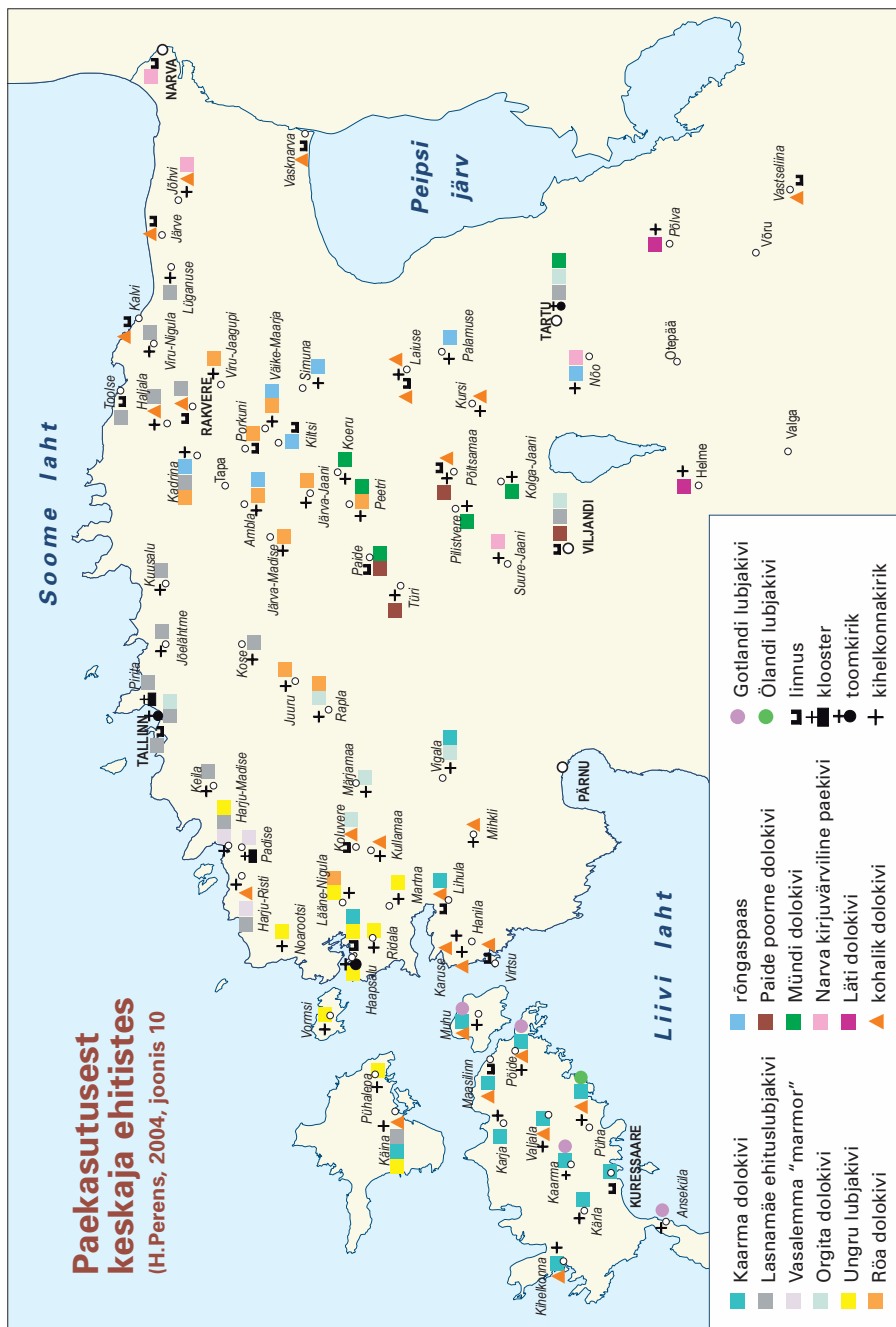


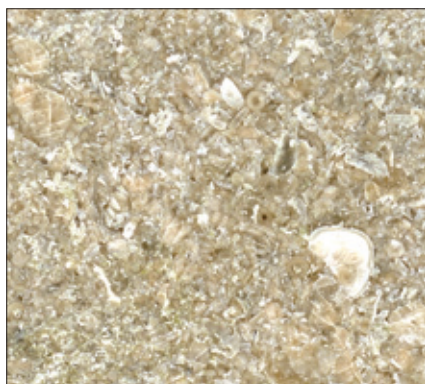
Ungru lubjakivist kaasaegne seinaviimistlus Keilas

okasnahksete detriidist. "Marmor" on ümbriskivimiks biohermidelle. Kivim sisaldab palju sakilisi, imeõhukese mergliiklega kaetud stüloliitpindu, mida mööda on kivim murtav kihtideks. Kohati saab murda kuni meetripaksusi monoliite. Vasalemma "marmor" levikuala piirub Harju-Risti, Vasalemma, Padise, Tuula ja Valingu ümbrusega. Kivimi kasutusala on tunduvalt laiem. Vasalemma "marmorist" 19.–20. sajandil valminud

Paekasutusest keskaja ehitistes

(H. Perens, 2004, joonis 10)





Teraline Vasalemma "marmor"

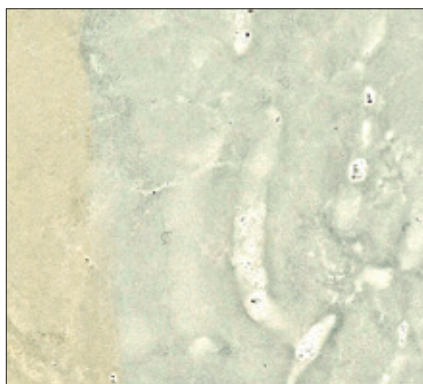


Vapp Keila kirikuaias paikneval Vasalemma "marmorist" kabelil, 19. sajand

hauatähiseid leiab iga maakonna kalmistuil. Tuntuim ehitis on Vasalemma loss (1890–93).

Sajandi võrra hiljem võeti kasutusele Märjamaa kiriku raidtööde tarvis Orgita dolokivi, mille põhiliseks kasutuskohaks sai keskajal hoopis Tallinn, hiljem terve Põhja-Eesti, 17. sajandil eriti Narva.

Lasnamäe ehituslubjakivi murdmist alustati Toompeal. Kuna paevaru Toompeal oli piiratud ja saarkõrgendik sai peagi



Pastelsetes toonides Orgita dolomiit



Orgita dolokivist gooti roosi motiiv. E. Kala, 2007

täis ehitatud, siis kandus kivimurdmine Lasnamäe piirkonda. Lasnamäega võrreldes puuduvad Toompea läbilõikes ülemised 30–40 murdmiskihti. Eriti rohkesti vajati kivi 13. sajandi lõpus alustatud linnamüüri ehitamisel.

Kunstiajaloolastele on suureks ja oluliseks probleemiks eestlaste osa keskaegses kiviarhitektuuris. Enim arhiivimaterjali on paekivi murdmise ja töötlemise kohta säilinud Tallinnas.

Kiviraidurite e kiviseppade vennaskond oli olemas juba 1340. a. Meistritööks oli ette nähtud välja raiuda aknasammas, lavatoorium või ukse sillus ning panna need kohale. Esimesed kivi- ja müürsepad olid võõramaalased, kuid alates 14. sajandist olid need tööalad eestlaste käes: Tallinna raeraamatutest nimeliselt teadaolevast 36 kivisepast olid vähemalt 25 eestlased, kes olid pärit Harju-, Viru-, Järva- ja Läänemaalt.

Samadest piirkondadest olid pärit ka paemurdjad, kelle põhilisteks tööriistadeks olid varrega pommid, raudkangid, kivipuurid jt. Kihte murti lahti mööda looduslikke lõhesid. Lahtmurtud tükid lõhuti parajaks kangi tõmbi otsaga, suure haamri või varre otsa kinnitatud



Keskajale tüüpiline Lasnamäe lubjakivist etikuga elamu



Tallinna linnamüür on tervenisti ehitatud Lasnamäe lubjakivist

kahepuudase malmppommiga. Paksemaid kihte kangutati lahti "härjaga".

Tallinna raele kuulunud murdudes sorteeriti murtud paas tööpäeva lõpus ehituspaks, ehitusdetailide raiekiviks ning anti üle ehitusmeistrile, kes koos raateenriga praakis välja kõlbmatu toodangu. Tallinnale vajalik paas murti peamiselt Lasnamäe Põhja- ja Lõnamurrust.

Lasnamäe lubjakivi moodustab täismahus ca 8 meetri paksuse ehituskivi kompleksi, milles on 56 erinimelist murdmiskihti. Paasi töödeldi kihtide ehk laskmiskordade kaupa. Lasnamäe ehituskivis eraldab laskmiskordi õhuke merglikiht, mille all on sageli õhuke savikas paekiht – nahakord. Viimastega vahelduvad kõvad ilmastikukindlad kihid, mida sai kasutada kõnniteeplaatideks, raidtöödeks.

Lasnamäe ehituslubjakivi levikuala on suur, ulatudes piki klindipealset Paldiskist kuni Sillamäeni. Kivimi kasutusareaal on ajapikku laienenud tervele Eestile. Kõige terviklikum on Tallinna vanalinn.

Tallinnast lõuna ja kagu poole jäävatel paealadel võeti keskajal ehitus- ja raidtöödeks kasutusele samuti omad head paeliigid. Porkuni lademe Rõa kihistiku dolokivi, edaspidi Rõa dolokivi, avamusala ulatub Läänemaalt kuni Lääne-Virumaani. 13. sajandil kasutati Rõa dolokivi kui head massiivset raidmaterjali Lääne-Nigula, Ambla, Järva-Madise ja Järva-Jaani kiriku ehitamisel. 15. sajandil kaldus selle dolokivi kasutamise raskuspunkt Lääne-Virumaale, kus valmisid Porkuni linnus ja raidtööd Kadrina, Väike-Maarja ja Viru-Jaagupi



Paemurdmine tänapäeval.
Pärtli paemurd Maardus



Lasnamäe ehituslubjakivi lihvitud pind



Lasnamäe ehituslubjakivist piilar Suurgildi hoones, 15. sajand



Lasnamäe lademe lubjakivi murdmiskihid Vão päemurru seinas



Lasnamäe lubjakivist raidreljeef Justitia, 1629



Rõa dolokivis esineb krinoidide lülisid



Rõngaspaas Lääne-Virumaalt

kirikutele. 17.–19. sajandil kaunistati Rõa dolokiviga Kuru, Mõdriku, Muuga, Porkuni mõisahooneid. Alates 19. sajandi lõpust võib Rõa dolokivi leida ka taluhoonete avaaäristustes ja nurgakettides. Injust murtud puhtalt tahatud Rõa dolokivist on laotud üks atraktiivsemaid Eesti paehitisi – Inju mõisahoone.

Borealislubjakivi ehk rõngaspaas on Juuru lademe ülemisse ossa kuuluv paekivi, mis koosneb massiliselt kuhjunud, hiljem



Detail Rõa dolokivist ehitatud Inju lossist, 1894



Nõo kiriku rõngaspaest portaali detail, 13. sajand

kivistunud ja kaltsiidiga tsementeerunud käsijalgsete kodadest. Rõngaspaas kivimkompleksi suurim paksus – üle 10 meetri – on teada Lääne-Virumaal. Kivimi murdmiskihid on enamasti 10–20 cm paksud. Iseloomulik on suur värvitoonide valik: hall, valge, kollakas, rohekas, punakas. Rõngaspaas sobivust seinakiviks on näidanud sajandeid püsinud ehitised, millest vanimad jäävad keskaja algusesse. Veenvaim tõestus on Vao linnus.

Raidtöödeks on rõngaspaasi vähe kasutatud: keskaegsed hauaplaadid Ambla ja Palamuse kirikus, altariplaat Väike-Maarja kirikus ja Nõo kiriku portaal. Rõngaspael on tulevikku viimistluskivina.

Järvamaalt on pärit kaks keskaegses pae-kasutuses olulist paeliiki – Paide ja Mündi dolokivi. Kasutusele võeti nad Paide ja Viljandi linnuse ning Pilistvere, Koeru, Türi ja Põltsamaa kiriku ehitamisel. Paide paemurd aeti kinni 19. sajandi II poolel. Mündi murd oli veel 19. sajandi keskel üks Eesti suuremaid ning lõpetas tegevuse varu ammendumise tõttu 20. sajandi II poolel.

Virumaal võeti seoses Rakvere lossi ehitamisega 13. sajandil ehituskivina kasutusse ka afaniitne lubjakivi, mida murti arvatavasti Rägavere murdudest. Lossi raidtööd on valmistatud Lasnamäe ehituslubjakivist ja Orgita dolokivist.

Sillamäelt Narva poole torkab ehitistes silma kirjuvärviline paekivi, mis on kõige

ilmekama väljenduse saanud Narva ehitistes. Alates 13. sajandist oli Narva dolokivi ehitus- ja raidmaterjaliks Hermannikiindluse ehitamisel. Üks vanimaid Narva dolokivist säilinud raidtöid on Narva muuseumis asuv Paul Weddele pühendatud rõngasrist aastast 1521. Kivi värviiul avaldab muljet Aleksandri kiriku ja Pimeaia punaka ja roheka tooniga müürides.

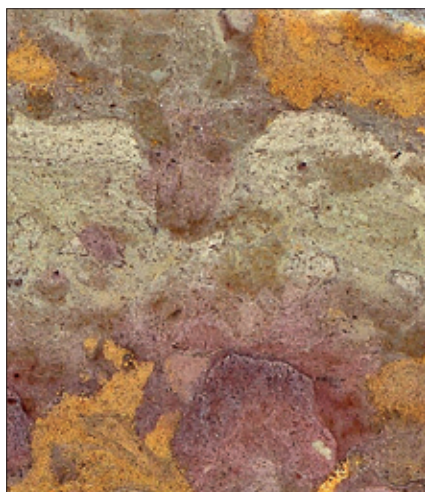
Eesti paekivi ja paetooted olid läbi keskaja ka tunnustatud väljaveoartikliteks Soome, Rootsi, Riiga, Preisimaale: hauaja etikukivid, trepiastmed, aknasambad, siseportaalide sillused, võlvikivid, põrandaplaadid.

Pärast keskaega võeti järk-järgult kasutusse üha rohkem erinevaid ehituspaeliike. Enamasti oli paealade mõisatel ja linnadel oma paemurd.

Lisaks juba sajandeid tuntud murdudele rajati 1844.–1846. a ulatuslik Kernu murd Peterburi Talvepalee jaoks. 1881. a võeti Vasalemma jaama juures kasutusele



Afaniitsest lubjakivist ehitatud Rakvere linnus, 13.-16. sajand



Narva dolokivi

ueded murrud, kust veeti ehituslubjakivi Soome, Rootsi ja Peterburi.

Seoses tellisetööstuse laienemisega ja suurte tööstuskomplekside rajamisega 19/20. sajandi vahetusel Tallinnas, Kundas, Narvas hakkas ehitistes pae üle võidutsema tellis. Ka puhaslaoga paemüüride seinavad piirati tellisega. Historitsismi-perioodile iseloomulikult kasutati paasi ehedal kujul kirikute (Kaarli, Rapla, Jüri), linnapaleede (Tallinn, Kohtu 6) ja mõisahoonete (Ungru, Vasalemma, Laitse, Inju) ehitamisel. Saksamaalt ja põhjamaadest kandus Eestisse ka rustikaalse kivi kultus, hakati kasutama klombitud paekivi (Draamateater, Rotermanni soolaladu). Ehitisi püüti väärtustada materjali abil.

20. sajandi 30.–40. aastate paekasutuse võib seostada eelkõige arhitektide H. Johansoniga, A. Kotliga, E.J. Kuusikuga. H. Johansoniga loomingu silmapaistvaim osa on tehtud klombitud Lasnamäe

lubjakivist. A. Kotli projekteeritud ehitistes on sageli kasutatud ka Vasalemma "marmorit" ning Kaarma dolomiiti.

Samal perioodil hakkas arenema pae mehaaniline töötlemine. Hakati tootma ja kasutama saetud dolo- ja lubjakivikatteplaate. 1920. aastate lõpus asuti paljude murdude paekivi omadusi põhjalikumalt uurima. Uuriti Saaremaa lubja- ja dolokive ning Rakvere, Kalana ja Tamsalu ümbruse lubjakive.

Nõukogude võimu algusaastail toodeti sein-, vundamendi- ja astmekive Lasnamäe ehituslubjakivist ning Vasalemma "marmorist".



Kernu dolokivist Nissi kiriku portaal, 1873



Paekivist hooneid Eesti Vabaõhumuuseumis: sepikoda Oluva talust (Kahala küla, Kuusalu kihelkond), 18. sajandi algus (ülal) ja paekiviaed ning suveköök-sepikoda Lääne-Saaremaalt, 19. sajandi I pool (all)





Lasnamäe lubjakivist portaal Tallinnas, Tõnismägi 5a (ülal) ja Selgase dolokivist Kaali külastuskeskus, 2005 (all)



Paekivi kasutamine ehituses kahanes järsult 20. sajandi II poolel. Paemurdmise ja töötlemise raskuspunkt kaldus Saaremaale, kus valmistati peamiselt viimistlusplaate. Paekivi valik ja viimistlus olid sageli ebakvaliteetsed. Vajaka jäi koos vanade kivimurdjatega aegade hämarusse kadunud teadmistest, kus ja kuidas erinevaid paekihte kasutada.

Praegune Eesti paetööstus tegutseb tuntud pae-erimite, nagu Lasnamäe ehituslubjakivi, Kaarma ja Orgita dolokivi, Ungru lubjakivi, Vasalemma "marmori" ning suhteliselt hiljuti lisandunud Selgase dolokivi baasil. Paekivi kasutatakse põhiliselt eramute sise- ja välisviimistluses, aiakujunduses, harvem ühiskondlikes ehitistes.

Hoogustunud elamu- ja teedehitus on kaasa toonud ka suurenenud nõudluse killustiku järele, mille jaoks kipub viimasel ajal paekivi nappima.

Paekivi tehnoloogilise kivi ja tsemendi toorainena

Tehnoloogilisena tuntakse paekivi, mida kasutatakse paberi- ja tselluloosi- ning ehitusmaterjalide tööstuses, masinaehituses, põllumajanduses jne. Seoses uute tööstusharude tekkimisega 19. sajandi viimasel veerandil hoogustus paekivi kasutamine tehnoloogilise toorainena. Kundas (1870) ja Aseris (1899) läksid käiku tsemenditehased. Tamsalus ja Rakkas rajati 19. sajandi 80.–90. aastail lubjatehased. Muhust Üügu pangalt veeti dolokivi Peterburi metallur-

giatehastele, Kaugatumast lubjakivi Pärnu tselluloosivabrikule ning Jaagarahust puhast korall-lubjakivi Saksamaale, Rootsi, Soome ja Lätti.

2005. aasta seisuga on Eestis arvel üks tsemendi- ja 22 tehnoloogilise lubjakivi maardlat. Kunda tsemenditehases kasutatakse tsemendi tootmiseks kohalikku Lasnamäe ehituslubjakivi.

Tehnoloogiliseks toormeks sobivaimad lubjakiviliigid on teraline ja afaniitne lubjakivi ning borealislubjakivi ehk rõngaspaas. Paberi- ja tselluloosi- ning metallurgiatööstuses kasutamiseks sobib vaid väga puhas lubjakivi, kus CaO sisaldus on vähemalt 53%, MgO alla 1,5%, SiO₂ sisaldus 1,0%, lahustumatut jääki kuni 3%. Neile nõuetele vastavad Vasalemma ja Rummu maardla, kus põhikivimiks on Vasalemma "marmor".

Lubjapõletamine sai Eestis alguse 13. sajandil pärast ristisõdu, kui kustutatud lupja hakati kasutama kivimüritiste



Kunda tsemenditehase ainus säilinud pudelahi, 1870

Rakke ringahju rõngaspaest vareded, 1910



sideainena. Põletati nii lubja- kui dolokivi. Algelisemateks lubjapõletustehnikateks olid riidad ja miiliaugud. Hiljem võeti kasutusele maa-ahjud ja ringahjud. Lubjapõletamine hoogustus 17. sajandil, kui linnades ehitustegevus laienes. Tallinna ehitiste jaoks olid olulisemad Lasnamäel paiknevad lubjaahjud. Tartusse toodi lubi Puurmani mõisa lähistelt. Narva ehitisi varustati koguni Hiiumaa lubjaga. Lubja põletamine oli mõisatele ja hiljem ka taludele oluliseks sissetulekuallikaks. Vanad lubjaahjud on samuti üks osa meie pärandkultuurist, mis vajab säilitamist.

Tänapäeval tegeldakse lubjapõletamisega peamiselt Järvamaal ja Lääne-Virumaal, kus asuvad sobiva pae leiukohad. Rakke lubjatehases põletatakse Karinu maardla rõngaspaasi. Viimasel ajal on lubjapõletamise vastu hakanud huvi tundma ka väiketootjad. Nii on alustanud tööd kaks firmat Saaremaal Lümanda vallas.

Lisaks tavapärasele lubjakivi kasutusviisidele saab pulbrilist hüdraatlubja kasutada joogivee puhastamiseks, jahvatatud lub-

jakivi abil saab puhastada soojuselekt-rijaamade heitgaase. Lubjakivisõelmeid kasutatakse põldude lupjamiseks, mida vajab kolmandik Eesti põldudest.

Tehnoloogilise dolokivi maardlaid on Eestis viis. Klaasitööstuses kasutatavat dolokivi, mis peab olema väga puhas ja sisaldama MgO vähemalt 18%, on geoloogiliselt uuritud Hellamaa maardlas Muhumaal. Seda kivi kasutas Nõukogude ajal pikka aega Järvakandi klaasitehas.

Paekivi geoloogiateaduses

Paekivi pole ainult rakendusgeoloogiliste uuringute objektiks. Geoloogia on arenev teadus, mis uurib Maad ja selle tekkelugu. Iga uus fakt võib ümber lükata selle, milles veel eile kindlad olime. Paekivile on pühendunud stratigraafid, kes rööbistavad erinevaid paeläbilõikeid; paleontoloogid, kelle uurida on paekivis peituvad fossiilid; litoloogid, kes uurivad kivi ennast; hüdroteoloogid, kes uurivad paekivis leitud pühjavee koostist ja liikumist.



Lubjapõletusahju jäänused
Mihkli Salumäel, Pärnumaal

SÕNASELETUSI

Afaniitne lubjakivi – peitkristalliline lubjakivi

Ajastu – üleilmse geoloogilise ajaskaala põhiühik, kümneid miljoneid aastaid kestnud kindel ajaetapp Maa geoloogilises arengus

Aluspõhi – maakoore suure struktuuriüksuse, platvormi, üks osa. Lasub jäigastunud tard- ja moondekivimitest koosneval aluskorral ning koosneb vanadest kõvastunud settekivimitest. Ühtlasi moodustab alumise osa pealiskorrast, kuhu kuulub lisaks aluspõhjale veel sellel lasuv pinnakate

Avamus – ala, kus kindla vanusega kivimid ulatuvad maapinnale või on kaetud õhukese pinnakattega

Baltika ürgmanner – Rodinia hiidmandrist 630 miljonit aastat tagasi eraldunud mandriplokk (praeguse Ida-Euroopa platvormi ala), mis paiknes lõunapooluse lähedal

Biohermikompleks – fossiilne rifimoodustis koos ümbritsevate kivimitega

Fossiil – kivistis

Glaukoniit – rohekas, enamasti teradena esinev, keerulise koostisega silikaatne rauamineeraal

“Härg” – tööriist paekihtide lahti kangutamiseks

Kihtpoorne (stromatopoor) – väljasurnud käsnade klassi kuuluv suur pätsilaadne kivistis

Klint – pankrannikul esinev ulatusliku levikuga aluspõhjaline rannajärsak

Ladestu – samanimelise ajastu jooksul moodustunud kivimid

Maardla – maavara leiukoht, maavarakogum, mida kvaliteedi, lasumistingimuste ja majanduslike tunnuste poolest sobib tööstuslikult kasutada

Mudaline lubjakivi – lubimudast moodustunud mikro- või peitkristalliline lubjakivi, mis peaaegu ei sisalda organismide skeletiosi

Onkoliit – sinivetikate ja bakterite elutegevuse tulemusel merevees tekkinud ümar, kihiline, sibulat meenutav moodustis

Paleobalti meri – madal laugepõhjaline meri, mis kattis Baltika ürgmandrit 488–416 miljonit aastat tagasi

Setend – sete (maismaal või vees kuhjunud pude aines) ja settekivim (sette kivistudes tekkinud kivim)

Rahkjass paas – rifilubjakivi dolomiidistumisel tekkinud leostustühimikega dolokivi

Raudooid – rauamineeraalidest koonev väike kerajas moodustis

Riff – rahu, üksteisele kinnitunud organismide lubiskelettide moodustunud merepõhjakõrgendik

Stratotüüp – paljand, kus esimest korda teaduslikult kirjeldati teatud geoloogilist alajaotust või selle piire

KIRJANDUST

- Einasto, R., 2005. Mõned säästliku paekasutuse põhimõtted. – Keskkonnatehnika 5. 32–33.
- Einasto, R., Matve, H., 1989. Paekivi kasutamise ja rakendusuringute ajaloost Eestis. Rmt. Teaduse ajaloo lehekülgi Eestist. VII kogumik. Geoloogia arengust Eestis. 57–73.
- Einasto, R., Rähni, A., 2006. Väo kihistu digitaalselt töödeldud kiht-kihiline tüüpläbilõige. – Keskkonnatehnika 3. 51–55.
- Eesti arhitektuur 1. Tallinn (üldtoim. V. Raam), 1993. 303 lk.
- Jürgenson, E., 1960. Eesti paekivide kasutamise ajaloost. – Eesti Loodus 6. 321–328.
- Heinsalu, Ü., 1977. Karst ja looduskeskkond Eesti NSV-s. Tallinn. Valgus. 93 lk.
- Kleesment, A., Nestor, H., Soesoo, A., 2006. Devon Eestis. MTÜ GEOGuide Baltoscandia. 27 lk.
- Kukk, M., 2006. Eesti vabariigi 2005. aasta maavaravarude koondbilansid (seisuga 31.12.2005. a). Eesti Geoloogiakeskus, geoloogiafond. 83–101.
- Leito, T., Märss, T. 2003. Saaremaa pangad. Eesti Loodusfoto. 32 lk.
- Lumiste, M., 1965. Tallinna raidkivikunstist. – Kunst 2/3. 65–76.
- Markus, K., 1999. Från Gotland till Estland. Kyrkoarkitektur och kyrkopolitik under 1200-talet. Kristianstad. 256 lk.
- Markus, K., 2006. Keskaegne kunst aitab mõista Eesti ajalugu. – Horisont 2. 72–77.
- Matve, H., 1986/87. Eestimaa paas (Paehituse kunst). Käsikiri. Eesti Arhitektuuri-museum, fond 20, nimistu 2.
- Nerman, R., 1998. Lasnamäe ajalugu. Eesti Entsüklopeediakirjastus. 35–37.
- Märss, T., Soesoo, A., Nestor, H. 2007. Saaremaa pangad. MTÜ GEOGuide Baltoscandia, 2007. 32 lk.
- Nestor, H., Soesoo, A., 2006. Silur. Kirjastus MTÜ GEOGuide Baltoscandia. 31 lk.
- Nestor, H., Soesoo, A., Linna, A., Hints, O., Nõlvak, J., 2006. Ordoviitsium Eestis ja Lõuna-Soomes. MTÜ GEOGuide Baltoscandia. 32 lk.
- Pirrus, E., 2003. Eesti Ürglooduse Raamat – Geoloogiliste loodusemälestiste üleriigiline andmebaas. Rmt. Eluta loodusemälestiste uurimine ja kaitse. 7–18.
- Perens, H., 2004. Paekivi Eesti ehitistes II. Harju, Rapla ja Järva maakond. 144 lk.
- Saadre, T., 2004. Eesti maavarade kaardi koostamine mõõtkavas 1:400 000 (1:200 000). I etapp. Aruanne. Eesti Geoloogiakeskus, geoloogiafond, 7641. 10–19.
- Saimre, T., 2006. Tehnoloogia muutumise biheivoristlik analüüs Kursi lubjatootmispiirkonna näitel. Seminaritöö. TÜ filosoofiateaduskond, Ajaloo osakond, Arheoloogia õppetool. 3–10.
- Soesoo, A., Miidel, A., 2006. Põhja-Eesti klint. MTÜ GEOGuide Baltoscandia. 32 lk.
- Suuroja, K., 2005. Põhja-Eesti klint. Eesti Geoloogiakeskus. 7–53.

Geoloogiline ajaskaala

IUGS ICS Geological Time Scale 2004 (www.stratigraphy.org), mugandanud ja eestindanud Eesti Stratigraafia Komisjon 2004 (www.gi.ee/ESK/)

EOON	AE GKOND	AJASTU	AJASTIK	Vanus (milj. aastat)
Fanerosoikum	Kainosoikum <i>Uusaegkond</i>	KVATERNAAR	Holotseen	0,00
			Pleistotseen	0,0115
		NEOGEEN	Pliotseen	1,806
			Miotseen	5,332
		PALEOGEEN	Oligotseen	23,03
			Eotseen	33,9 ± 0,1
	Paleotseen		55,8 ± 0,2	
	Mesosoikum <i>Keskaegkond</i>	KRIIT	Hillis-Kriit	65,5 ± 0,3
			Vara-Kriit	99,6 ± 0,9
		JUURA	Hillis-Juura	145,5 ± 4,0
			Kesk-Juura	161,2 ± 4,0
			Vara-Juura	175,6 ± 2,0
		TRIIAS	Hillis-Triias	199,6 ± 0,6
			Kesk-Triias	228,0 ± 2,0
			Vara-Triias	245,0 ± 1,5
	Paleosoikum <i>Vanaaegkond</i>	PERM	Loping	251,0 ± 0,4
			Guadalup	260,4 ± 0,7
			Cisural	270,6 ± 0,7
		KARBON	Pennsylvania	299,0 ± 0,8
			Mississippi	318,1 ± 1,3
		DEVON	Hillis-Devon	359,2 ± 2,5
			Kesk-Devon	385,3 ± 2,6
			Vara-Devon	397,5 ± 2,7
		SILUR	Přidoli	416,0 ± 2,8
			Ludlow	418,7 ± 2,7
			Wenlock	422,9 ± 2,5
			Llandovery	428,2 ± 2,3
		ORDOVIITSIUM	Hillis-Ordoviitsium	443,7 ± 1,5
			Kesk-Ordoviitsium	460,9 ± 1,6
			Vara-Ordoviitsium	471,8 ± 1,6
	KAMBRIUM	Furong	488,3 ± 1,7	
		Kesk-Kambrium	501,0 ± 2,0	
Vara-Kambrium		513,0 ± 2,0		
Proterosoikum <i>Ageoon</i>	Neoproterosoikum	EDIACARA	542,0 ± 1,0	
		KRÜOGEEN	630	
		TON	850	
	Mesoproterosoikum	STEN	1000	
		ECTAS	1200	
		CALYMM	1400	
	Paleoproterosoikum	STATHER	1600	
		OROSIR	1800	
		RHYAC	2050	
		SIDER	2300	
Arhalkum <i>Urgeoon</i>	Neoarhalkum	2500		
	Mesoarhalkum	2800		
	Paleoarhalkum	3200		
	Eoarhalkum	3600		
				-4500

