

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuja artikkeleita](#)

Uusiomateriaalien käyttö maarakentamisessa

Martti Eerola, fil.lis.
Asiantuntija, Tieliikelaitos
martti.eerola@tieliikelaitos.fi

2

Materiaalien tarve maarakentamisessa

Yhteiskunnan toiminta tukeutuu varsin vahvasti maaperän, kallioperän ja näistä irrotettujen kiviainesten hyötykäyttöön. Yhteiskunta tarvitsee kaikessa toiminnassaan kiviaineita ja niiden vuositarve on Suomessa noin viisikymmentä miljoonaa kuutiometriä eli noin kymmenen kuutiometriä jokaista asukasta kohden. Toisaalta halutaan suojella luonnon kiviaineseesiintymiä, maisemaa ja muita luonnon arvoja eli vähentää kiviainesten kulutusta. Kun yhteiskunnan toiminnassa syntyy myös sivutuotteita, erilaisia purkut tuotteita ja jätteitä, voidaan näitä kierrättää ja korvata niillä osa tarvittavista kiviaineksista. Ellei käyttökelpoisia tuotteita käytetä hyödyksi, tarvitaan niille myös suuria läjitysalueita tai kaatopaikkoja ja nekin kuluttavat luontoa. Merkittävä osa sivutuotteista tai purkut tuotteista soveltuu käytettäväksi uudestaan alkuperäistä vastaavissa tai uusissa käyttökohteissa.

Uusiomateriaalit

Sellaiset sivutuotteet ja purkut tuotteet, jotka voidaan kierrättää sellaisenaan tai pienen jalostamisen jälkeen uudelleen käyttöön, ovat kierrätysmateriaaleja. Niistä voidaan tehdä uusiotuotteita, joten näitä materiaaleja kutsutaan myös uusiomateriaaleiksi. Tie- ja maanrakennuksessa käytettävät uusiomateriaalit ovat yleensä kiviäisiä, hiekkamaisia tai jauhemaisia ja ne ovat peräisin joko puretuista tierakenteista tai muusta teollisuudesta. Tierakenteista purettuja materiaaleja ovat asfalttimurskeet, asfalttirouheet, päällysrakennekerrosten sitomattomat materiaalit tai näiden seokset.

Muista kuin tierakenteista peräisin olevia kiviäisiä uusiomateriaaleja on paljon käytetty tavanomaisia kiviaineita korvaavina materiaaleina. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi betonia murskattaessa syntyvä betonimurske, raudan ja teräksen valmistuksen yhteydessä syntyvät ilmajähdydytetyt masuunikuona ja teräskuona, energialaitosten pohjatuuhka ja asfalttimurs-

keet. Niiden rakeisuus vastaa tavanomaisissa rakenteissa käytettyjen kiviainesten rakeisuutta ja useimmat näistä voivat lujittua uusissa käyttökohteissaan siten, että ne muodostavat selvästi tavanomaista rakennetta kantavamman uusiorakenteen. Asfalttipäällysteitä rouhittaessa tai purettaessa syntyvät tuotteet sisältävät jo valmiiksi sideainetta ja ne ovatkin helposti hyödynnettäviä tuotteita. Uusioasfaltiksi kutsutaan tuotteita, joissa on yli 20 % kierrätettyä materiaalia ja uusioasfaltti voi muodostua jopa 100-prosenttisesti kierrätetystä tuotteesta.

Rakennuksia purettaessa syntyy myös heikkolaatuista betonimurskeita, joissa on seassa tiliä, laastia, puuta, muovia, lasia, metalleja yms. epäpuhtauksia. Epäpuhtauksien välttämiseksi eri materiaaliryhmien lajittelun tulisi tapahtua jo purkutyön yhteydessä. Myöhempi lajittelu on vaikeaa tai mahdotonta.

Eräät tuotteet ovat hiekkamaisia tai jauhemaisia. Esimerkkeinä näistä ovat granuloitu masuunikuona sekä energialaitoksilla kivihiilen polton yhteydessä syntyvistä savukaasuista suodatettu lentotuuhka. Niiden erikoisuutena on tuotteiden lujittuminen rakenteissa massaksi, joka voi muodostaa hyvin kantavan korvaavan rakenteen. Myös ferrokromin valmistuksen yhteydessä syntyvästä kuonasta jalostettu OKTO-eriste on hiekkamainen, mutta ei lujitu. Jos granuloitua masuunikuonaa jauhetaan, saadaan hirtaasti lujittuva sideaine, jota on käytetty sementtiä korvaavana sideaineena joko sellaisenaan tai tavallisesti sementillä aktivoituna.

Käytöstä poistettuja autonrenkaita on käytetty rakenteissa joko pilkottuina, ns. rengasrouheina, tai sellaisenaan.

Uusiomateriaalien ominaisuudet

Betonimursketta on valmistettu ensisijaisesti murskaamalla elementtitehtaiden pikkuviallisia elementtejä. Tuotteesta poistetaan murskauksen jälkeen elementeissä olleet teräsket. Tuote on puhdasta kiviainesta ja sementtikiveä. Riippuen betonimurskeen alkuperästä ja puhtaudesta se on jaoteltu neljään laatuluokkaan taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1. Betonimurskeiden 0/45 mm ominaisuuksia (BeM IV:n rakeisuus vaihtelee) [1].

Luokka	Raaka-aine	Lujittuminen	Routivuus	Vieraiden aineiden pitoisuus p-%	
				Tiiliä	Muiden aineiden maks. osuus*
BeM I	elementtiteollisuus	kyllä	ei	0	< 0,5
BeM II	Purku tai muu	kyllä	ei	< 10	< 1
BeM III	Purku tai muu	vaihtelee	ei	< 10	< 1
BeM IV	Purku tai muu	ei	vaihtelee	< 30	< 1

* Puu, muovi ja vastaavat. Tämän paino-% vaatimuksen lisäksi erityisen kevyitä materiaaleja (esimerkiksi solu-muovi- ja mineraaliviljasteet) tai orgaanisia materiaaleja ei saa olla haitallisessa määrin.

Taulukko 2. Uusiutuotteiden rakennusteknisiä ominaisuuksia [1, 2, 3, 4].

		Betoni-murske	Masuunikuona Murske	Masuuni-hiekka	OKTO eriste	Lento-tuhka	Rengas-rouhe
Kiintotiheys	(Mg/m ³)	2,55 - 2,65	2,6 - 2,7	2,6 - 2,7	2,6 - 2,7	1,9 - 2,4	1,0 - 1,3
Irtotiheys	(Mg/m ³)	1,8 - 2,0	1,35 - 1,45	1,0 - 1,5	1,1 - 1,35	1,2 - 1,55	0,6 - 0,65
Optimi vesipitoisuus	(%)	8 - 12	n. 8	11 - 15	11 - 15	14 - 28	
Kapillaarisuus	(m)	0,25	-	0,1 - 0,2	0,1	0,6 - 3,5	-
Vedenläpäisevyys, k	(m/s)	1 - 7 x 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁸	0,2 - 10 ⁻²
Lämmönjoht. λ	(W/mK)		0,9	0,3 / 0,6 - 0,75**	0,35	0,4 - 1	
Happamuus, pH		12,7 - 12,9	11,0	12,5	-	12 - 12,5	
Kitkakulma Ø	(°)	40		45	45	28 - 42	19 - 25
Kimmomoduuli, E2	(MPa)	300 - 450 / 500 - 700*	600	600 / 1000*	100 - 150	50 - 100/ 300*	

* sitomaton/sitoutunut

** optimikosteudessa/kyllästyneenä

Masuunikuonaa syntyy malmin sivukivistä ja kalkkikivistä. Kuona erottuu masuunissa raakaraudan pinnalle, josta se kaadetaan sulassa tilassa vesisuihkuun. Sula kiviaines jähmettyy hetkessä granuloiduksi tuotteeksi, jonka rakeisuus on sama kuin karkealla hiekalla. Rakeet ovat rosopintaisia, joten materiaalilla on melko hyvä kantavuus jo tuoreena. Materiaali sitoutuu rakenteessa hitaasti saavuttaen hyvän kantavuuden. Eri uusiomateriaalien ominaisuuksia on esitetty taulukossa 2.

Teräskuonaa syntyy jalostettaessa raakaraudaa edelleen teräkseksi. Teräskuona ilmajähdytetään ja se on miltei samanlaista kuin ilmajähdytetty masuunikuona. Kovettunut kuona voidaan murskata haluttuun raekokoon, esimerkiksi 0/45 mm. Osa tuoreen teräskuonan rakeista voi paisua joutuessaan kosketuksiin esimerkiksi ilman kosteuden kanssa. Teräskuonaa on käytetty varastoalueiden tekemiseen, asfalttipäällysteiden kiviaineksena ja sitä on kokeiltu myös tien rakennekerroksissa.

Lentotuhkaa syntyy hiiltä polttavissa voimalaitoksissa ja turvelentotuhkaa turvetta polttavissa voimalaitoksissa. Lentotuhkasta ja varmemmin stabiloidusta tuhkaista tehty rakenne sitoutuu yhtenäiseksi ja hyvin kantavaksi massaksi, jolloin rakenteiden kokonaispaksuutta voidaan vähentää.

Kaikki lentotuhkarakenteet ovat myös tavallomaista kiviainesta kevyempiä, joten niistä tehdyt kerrokset vähentävät rakenteen kokonaispainoa ja toimivat lämmöneristeinä. Lentotuhkaa on myös varsinkin Tanskassa käytetty erittäin paljon hiekka-lentotuhka-seoksissa stabiloiduissa rakenteissa, jolloin lentotuhkalla on täytetty tasarakeisen hiekan huokostiloja. Seoksissa on vähäinen sideaineena käytettävän sementin tarve.

Useita koerakenteita on myös tehty turpeen poltossa syntyvää turvelentotuhkaa käyttäen. Lentotuhkasta on tehty erilaisia pengerrakenteita, kaivannon täytteitä, kenttiä ja jakavaa kerros-

ta mm. kevyen liikenteen väylillä. Tuhkakeros täytyy suojata sekä päältä että kaikilta sivuiltaan mineraalimaalla. Koska lentotuhkarakenteissa on suuri kapillaarisuus, täytyy rakenteet tehdä pohjaveden pinnan yläpuolelle. Rakenteita suunniteltaessa on otettava huomioon myös eräiden rakenteissa mahdollisesti olevien metallirakenteiden korroosioriski.

Käytöstä poistetuista rakenteista voidaan tehdä lukuisia eri raekokoa olevia kierrätysmateriaaleja. Materiaalin paras ominaisuus on sen keveys.

Useiden uusiomateriaalien ominaisuuksiin liittyy aineksen sitoutuminen. Tämä lisää rakenteen kantavuutta ja periaatteessa rakennevahvuuksia voidaan kantavuusmielessä ohentaa. Mitoituksessa tulee kuitenkin aina ottaa huomioon routamitoitus. Koska uusiomateriaalit ovat tavanomaisia materiaaleja kevyempiä, ne kuormittavat tavallista vähemmän alusrakennetta, niillä on myös tavanomaista suurempi lämmöneristyskyky.

Kantavuutta mitoitettaessa lähdetään yleensä siitä, että rakenteiden tulee kestää vaurioitumatonta kuormituksia jo ennen niiden sitoutumista. Jos sitoutuminen etenee laskelmien mukaisesti, tulee rakenteista ylimitoitettuja. Tehdyissä selvityksissä on todettu, että rakenteissa on ollut myös hyvä pitkäaikaiskestävyys.

Uusiomateriaalien käsittelystä

Uusiomateriaalien ja uusiorakenteiden ominaisuudet poikkeavat tavanomaisista jonkin verran, mutta tuotteiden käsittely on jo tunnettua. Ainoastaan lentotuhka on poikkeuksellista, koska se tulisi säilöä kuivana, kostuttaa toimituksen yhteydessä ja pyrkiä tiivistämään suhteellisen nopeasti työmaalla rakenteisiin. Lentotuhkan varastointi ulkotiloissa heikentää sen lopullisia lujuusominaisuuksia ja aiheuttaa pölyämisaaran. Myös kuljetuksen tulee tapahtua kosteana tai suljetuissa kuljetusvälineissä. Lentotuhkan plastisuusindeksi on pieni eli se myös lietty helposti ylimääräisen kosteuden vaikutuksesta. Tämä rajoittaa toimintaa mm. sadeolosuhteissa. Jos toiminta suunnitellaan osallisesti ja olosuhteet ovat hyvät, ei käytössä ole ongelmia.

Kaikkien sitoutuvien materiaalien loppulujuus riippuu siitä, mihin tiiviyteen ne on tiivistetty rakenteissa. Tiivistys tehdään tehtävään soveltuvalla kalustolla. Koska kivimäisten uusiotuotteiden pinterakenne on rosoinen, ne saattavat vaatia hieman tavanomaista tehokkaamman tiivistystyön, mutta tulos on sen jälkeen hyvä. Sitoutuminen on kemiallinen reaktio, joka vaatii kosteutta ja lämpötilaa. Stabiloidut rakenteet tulee pitää kosteina, jotta niiden pintaan ei syntyisi sitoutumatonta kerrosta. Massojen sitoutuminen on suhteellisen hidasta. Rakentamisen tulisi tapahtua alkukesästä tai joka tapauk-

sesta hyvässä ajoin ennen rakenteiden jäätymistä, jotta niissä ehtisi syntyä lujuutta. Jos rakenne jäätyy, jatkuu lujuuden kehitys seuraavana kauden, mutta osa loppulujuudesta menetetään.

Käyttökohteet

Varsinkin vanhoissa teollisuusmaissa on jo vuosisatoja käytetty sivutuotteita rakennusmateriaaleina. Materiaaleja ja käyttökohteita on selvitetty esimerkiksi julkaisussa *Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa* (Tekes, Teknologiatkaisu 91/2000). Selvästi suurimpana käyttökohteena ollut ja on edelleen tie- ja maarakennus, joiden osuus on noin 90 % kaikista käytöistä. Hyvälaatuisia kivimäisiä tuotteita on käytetty niiden laadusta riippuen päällysteissä, kantavassa kerroksessa tai jakavassa kerroksessa. Heikompilaatuisia uusiotuotteita on käytetty vähän liikennöityjen teiden rakenteissa, pysäköintialueilla, kenttärakenteissa, kaivantojen täytteinä tai muissa täytöissä tai niitä on stabiloitu sideaineen avulla, jolloin niiden käyttökelppoisuus ja arvo ovat parantuneet.

Hyvälaatuisen betonimurskeen käyttökohteena on ollut teiden ja katujen kantava kerros. Heikompilaatuisia murskeita voidaan käyttää alemmissa rakennekerroksissa ja erilaisissa täytöissä.

Hiekkamaista granuloitua masuunikuonaa eli masuunihiekkaa on käytetty sellaisenaan noin 30 – 80 cm paksuina massiivirakenteina. Masuunihiekka on tavanomaista kiviainesta kevyempää, joten siitä tehdyt kerrokset vähentävät rakenteen kokonaispainoa sekä toimivat lämmöneristeinä. Pienempi osa granuloidusta masuunikuonasta on käytetty tavanomaiseen vanhaan tien kiviainekseen sekoitettuna materiaalina tierakenteiden kantavassa kerroksessa, jossa se yhdessä vähäisen sementtilisäyksen kanssa sitoo kiviaineksen maabetonin kaltaiseksi kantavaksi rakenteeksi (masuunihiekkastabilointi). Seossuhteet täytyy aina tutkia ennakkolta laboratoriokeiden avulla.

Teräskuona on miltei samanlaista kuin ilmajähdytetty masuunikuona. Kovettunut kuona voidaan murskata haluttuun raekokoon, esimerkiksi 0/45 mm. Hyvin kovaa ilmajähdytettyä ferrokromikuonaa, OKTO-mursketta; on käytetty päällysteiden kiviaineksenä. Hiekkamaista OKTO-eristettä on käytetty lämmöneristeenä tien- ja kadunrakennuksessa sekä kaivantotäytöissä ja talonrakennuksen maatoissa.

Kivihiihlentotuhkaa on käytetty sementin valmistuksessa ja tierakenteissa teiden, katujen ja kevyen liikenteen väylien jakavassa kerroksessa. Maarakennuksessa sitä on käytetty kenttärakenteissa sekä penkereiden ja kaivantojen täytteinä. Sitoutumista voidaan aktivoida vähäisellä määrällä sementtiä tai sekoitettuna rikinpoistokuonan kanssa. Rakenne sitoutuu yhte-

näiseksi ja hyvin kantavaksi massaksi ja rakenteiden paksuutta voidaan vähentää. Useita koe-rakenteita on tehty myös turvetuhkaa käyttäen. Kaikki nämä rakenteet ovat myös tavanomaista kiviainesta kevyempiä, joten niistä tehdyt kerrokset vähentävät rakenteen kokonaispainoa sekä toimivat lämmöneristeinä. Varsinkin Tanskassa on tehty erittäin paljon stabiloituja rakenteita, joissa lentotuhkaa on käytetty hiekkalento-tuhka-seoksissa. Lentotuhkalla on täytetty tase-raakeisen hiekan huokostiloja, jolloin sideai-neena käytetyn sementin tarve on vähäinen.

Käytöstä poistettuja autonrenkaita on käytet-ty rakenteissa joko pilkottuina rengasrouheina, joiden raekoko on ollut noin 50 x 50 mm tai 100 x 300 mm, tai rakenteissa on käytetty kokonaisia renkaita. Parhaillaan pyritään selvittämään rae-koon 100 x 100 mm ominaisuuksia joko sel-laisenaan tai bitumoituna. Rengasrouheita on käytetty kevyinä täytteinä tierakenteissa. Mer-kittävin rengasrouheiden ja kokonaisten renkai-den käyttökohte on ollut kevyenä täytteenä me-luvalleissa. Materiaali on halvempaa kuin kil-pailevat tuotteet.

Suurissa teollisuusmaissa pyritään kehittä-mään uusiomateriaaleille yhä arvokkaampia käyttösovellutuksia. Vanhoja purettuja betoni-päälysteitä on käytetty uudestaan betonipää-lysteiden valmistukseen ja nykyisin betoni-mursketta pyritään hyödyntämään uusiobetonin raaka-aineena. Englannissa on tehty taloja uu-siobetonista ja esimerkiksi Saksassa uusiobeto-ni on täysin hyväksyttyä.

Uusiomateriaalien käytön edellytykset

Kaikki uusiomateriaalit ja uusiorakenteet joutu-vat kilpailemaan tavanomaisten kiviainesten ja tavanomaisten rakenteiden kanssa ja niiden täy-tyy täyttää tekniset, taloudelliset sekä ympäris-tönsuojellulliset vaatimukset. Maassamme on mm. vuonna 2000 päättyneen ympäristögeotek-niikka-ohjelman puitteissa kehitetty ohjelmia, joilla voidaan verrata vaihtoehtoisten rakentei-den toiminnallisia, taloudellisia ja ympäristö-rasituksia aiheuttavia tekijöitä.

Materiaalien tekniset ominaisuudet on testat-u kiviaineksille kehitetyillä testausmenetelmil-lä. Uusiomateriaalien ominaisuudet ovat suurel-ta osin verrattavissa tavanomaisten kiviainesten ominaisuuksiin, mutta ominaisuuksissa on myös eroja. Huomattavimpia eroja ovat mah-dollisesti poikkeava rakeisuus, pintaominaisuu-det ja niiden lujittumisominaisuudet. Koska ominaisuuksissa on eroja, on niille vaadittu luot-tavaksi myös omia testimenetelmiä. Muutoksia koskeva kehitystyö ja standardisointi ovat vasta alkuvaiheessa. Standardien valmistus koskien uusiotuotteiden puhtautta ja esimerkiksi vai-ku-

tusta betonin sitoutumiseen ja kovettumiseen on jo käynnistynyt.

Uusiotuotteiden tulee olla taloudellisesti kil-pailukykyisiä. Taloudellisuus riippuu varsin monista tekijöistä ja nämä vaihtelevat eri pai-koissa ja eri aikoina. Taloudellisuus riippuu mm. tavanomaisten materiaalien saannista, laa-dusta ja hintatasosta, uusiomateriaalien määrästä, tuotannon ja käyttökohteiden sijainnista sekä kuljetuskustannuksista. Yhteiskunnassa on teh-ty päätöksiä rakennusmateriaalien uudelleen-käytön lisäämiseksi ja yhteiskunnalla on mah-dollisuus toteuttaa näitä pyrkimyksiä.

Uusiomateriaalien käyttöön liittyy pelkoja maaperään ja pohjavesiin kohdistuvista ympä-ristöriskeistä tai työntekijöille kohdistuvista ter-veysriskeistä. Muutamia vakiintuneita ja paljon käytettyjä tuotteita lukuun ottamatta varovai-suuteen on syytä ja ainakin purkutuotteiden laa-tua tulee seurata tarkasti ja aukottomasti materi-aalien lähtöpaikalta käyttökohteeseen saakka. Käytännön kokeisiin liittyneet laboratorioko-keet ja useissa käyttökohteissa tehdyt selvityk-set ovat osoittaneet, että käytetyistä tuotteista ei ole ollut merkittäviä päästöjä. Koska ei ole ha-luttu ottaa mitään pohjavesien puhtauten koh-distuvia riskejä, ei uusiorakenteita ole esimer-kiksi masuunihiekkaa lukuun ottamatta sijoitet-tu pohjavesialueille. Käytännön kokeissa ollei-den tuotteiden varastointiin ja käsitellyyn liitty-viä terveysriskejä voi esiintyä lähinnä jonkun kuivan tuotteen pölyämisestä johtuen. Nämä riskit voidaan välttää oikeilla toimintatavoilla. Materiaaleille on laadittu seikkaperäinen opas ympäristökelpoisuuden osoittamisesta. (Tekes, Teknologia katsaus 93/2000).

Materiaalien laadun suhteen on periaatteena se, että materiaalien tuottaja seuraa materiaalien laatua ja vastaa siitä laatujärjestelmän velvoit-teiden mukaisesti. Jos tuote täyttää kaikki tuot-teelle asetetut ja käyttökohteen edellyttämät vaatimukset, se hyväksytään kyseessä olevaan kohteeseen. Kun urakoitsija tekee rakenteen oh-jeiden mukaisesti, siirtyä vastuu rakenteen toi-mivuudesta pääosin rakennuttajalle.

Käytön edellytyksenä on materiaalien laadun ja ominaisuuksien tuntemus sekä rakentamisa koskeva ohjeistus. Tuotteiden laadussa esiintyy laitoskohtaisia eroja ja eräiden tuotteiden laatu voi vaihdella myös samassa tuotantolaitoksessa riippuen tuotanto-olosuhteista. Rakennuttaja to-della edellyttää, että laatu pyritään pitämään sa-manlaisena ja laatutekijät tunnetaan. Materiaa-leja, suunnittelua ja rakentamista koskeva oh-jeistus alkaa olla kunnossa, mutta alalla tehdään jatkuvaa seuranta- ja kehitystyötä.

Hyviä käyttökokemuksia

Miltei kaikki meillä kokeillut tuotteet ovat maa-ilmalla yleisiä rakennusmateriaaleja. Suomessa

on käyttäjien puolella Tielaitos (nykyinen Tiehallinto) ollut suurin koerakenteiden rakennuttaja. Toinen huomattava kehittäjä on varsinkin tuotetuotteiden osalta ollut Helsingin kaupunki. Maassa on tehty erilaisilla tuotteilla ja seoksilla satoja koerakenteita ainakin viidessäkymmenessä eri käyttökohteessa ja eräitä tuotteita käytetään jo laajamittaisesti tavanomaisina tuotteina rakentamisessa. Käyttökohteista on saatu miltei yksinomaan hyviä kokemuksia. Joskus on tapahtunut jonkin asteisia rakenteiden vaurioitumisia, mutta tämä kuuluu täysin luonnollisena ilmiönä koerakentamiseen, jossa etsitään rajoja.

Ainakin Tielaitos, Kaupunkiliitto ja Helsingin kaupunki ovat valmistanet parhaiten soveltuvia materiaaleja koskevia ohjeistoja tuotteiden käytöstä tie- ja katurakenteissa. Toivotaan, että ohjeistot tutustuttavat rakentajia näiden vaihtoehtojen rakenteiden ominaisuuksiin ja käyttömahdollisuuksiin. Hyötykäyttö edellyttää tutkijoiden, suunnittelijoiden, rakentajien ja lupaviranomaisten halua, hyvää yhteistyötä ja yhteisymmärrystä.

Kuten edellä on jo varoitettu, ainakin purkutuotteiden käytön yhteydessä tarvitaan tarkka ja aukoton seuranta ettei rakenteisiin joudu asiatomia aineksia.

Yhteiskunta on ilmaissut pyrkimyksen uusiotuotteiden käytön maksimoimiseen ja yhteiskunnalla on mahdollisuus painostaa rakentajia uusiotuotteiden käyttöön mm. taloudellisin keinoin taloudellisen ohjauksen avulla. Uusiorakenteiden tulisi kuitenkin olla jo vaihtoehtoina ja tavanomaisia materiaaleja säästävänä niin houkuttelevia, että niitä halutaan käyttää.

LÄHTEET

- [1] Betonimurskeen käyttö tien päällysrakennekerroksissa. Mitoitus- ja työohjeet. Tielaitoksen selvityksiä 5/2000. Helsinki 2000. 25 s.
- [2] Harri Mäkelä, Harri Höynälä. Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa. Tekes Teknologiakatsaus 91/2000. Helsinki 2000. 97 s.
- [3] Anu Repo. Renkaiden hyödyntäminen tierakenteissa. Esiselvitys. Tielaitos. Säkki-väline. Helsinki 1997. 67 s.
- [4] Marko Mäkipyrö, neuvottelu.

Rakennuspohjien ja piha-alueiden maarakenne- ja kuivatusopas MaKu 2001

Rakennusten ja piha-alueiden maarakennus- ja kuivatusopas on tarkoitettu talonrakennuksen uudis- ja korjaushankkeisiin parantamaan suunnittelun ja toteutuksen laatua. Siinä esitellään piha-alueiden ma- ja kuivatusrakenteiden suunnitteluohjeet. Lisäksi opassa kuvataan rakennusmateriaaleja ja -tarvikkeita ja sivutaan rakenteiden geoteknistä mitoitusta.

Ympäristöministeriö, Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry, Suomen geoteknillinen yhdistys ry, Innogeo Oy
Tekninen käsikirja -sarja
ISBN 951-682-636-9

96 s.

Hinta 30,00 €, sis. alv 8 %

RAKENNUSTIETO®



TILAUKSET

Rakennustieto Oy

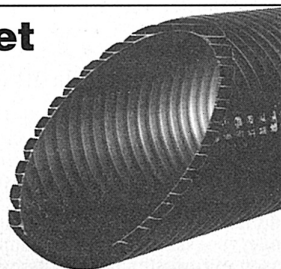
puh. (09) 5495 5400, fax (09) 5495 5340

www.rakennustieto.fi

- Rummut • Salaojaputket
- Sadevesijärjestelmät
- Kaapelisuojausputket

JITA OY

PL 47, 34801 VIRRAT, puh.(03) 475 6100



JMP Huolto Oy

Paloeristykset ja Maalaukset

Hukanpolku 5 01450 VANTAA puh. (0400) 508 108,(040) 506 9065 fax. (09)851 1547

**UNITHERM PALOSUOJA TUOTTEIDEN MAAHANTUONTI
CAFCO MINERAALIVILLA RUISKUTTEET
VERMIKULIITTI RUISKUTTEET**

**STARCKJOHANN
STEEL**

www.starckjohannsteel.fi