



UUMA

Tekijä

UUMA5-ohjelma 2024-2026, uusiomateriaalit maarakentamisessa

Työpaketti 5, Uusiomateriaalit päällysrakenteissa

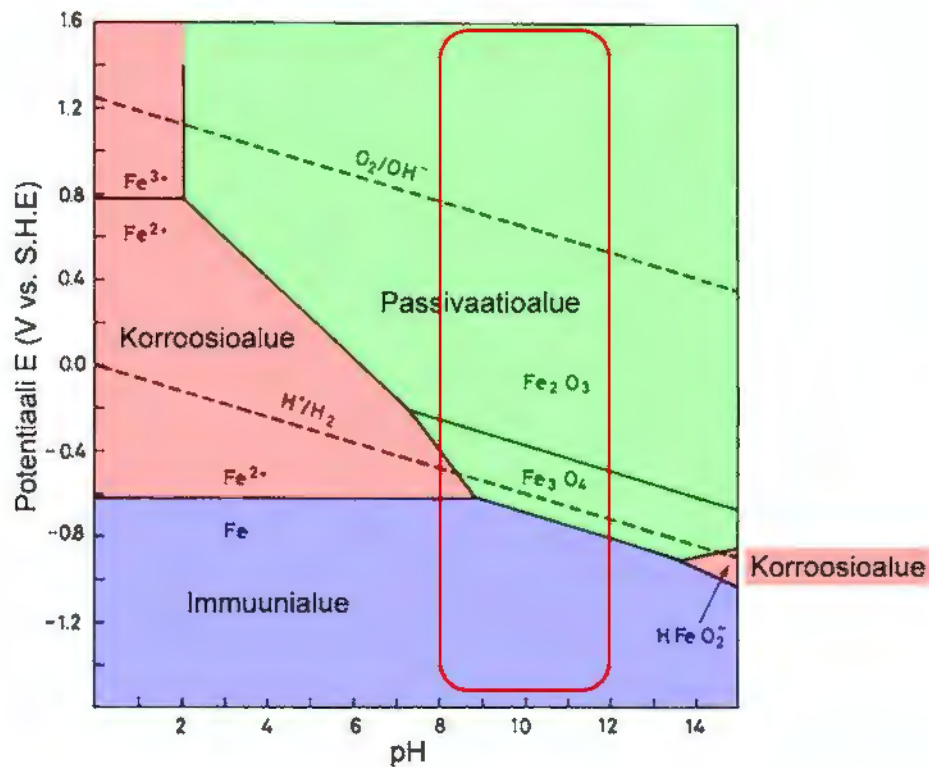
Osatehtävä 5.2, Tekniset vaatimukset uusiomateriaaleille maanalaisen verkoston yhteydessä

Asiakirjatyyppi

Ohje

14.4.2025 KOEKÄYTTÖÖN

VERKOSTON JA UUSIOMATERIAALIEN YHTEENSOPIVUUDEN TESTAAMINEN





Verkoston ja uusiomateriaalien yhteensopivuuden testaaminen -ohje

Esipuhe

Uusiomateriaalin toimittajan tulee osoittaa maanalaisen verkoston rakentajalle tai ylläpitäjälle edustamansa uusiomateriaalin soveltuvuus käytettäväksi esim. maanalaisen verkoston kaivantojen lopputyöhön. Osalle uusiomateriaaleista osoittaminen on jo tehty, joten näillä materiaaleille ei odoteta tehtävän osoittamista uudelleen, mikäli uusiomateriaalin oleelliset ominaisuudet eivät muutu ja käyttökohteen kaikkien verkostomateriaalien ja ao. uusiomateriaalien yhteensopivuus on osoitettu riittävässä laajuudessa.

Oppaassa *Tekniset verkostot uusiomaarakenteissa* (UUMA4, 2023, <https://uusiomaarakentaminen.fi/ai-neisto/tekniset-verkostot-uusiomaarakenteissa-opas/>) on liitteenä 8 ns. arviointipyyntö esitettäväksi uusiomateriaalin toimittajalle ja/tai urakoitsijalle, joka esittää uusiomateriaalia käytettäväksi maanalaisen verkoston maarakenteissa. Arviopyynnössä tai muuallakaan oppaassa ei ole täsmennetty, miten vastaukseen tarvittavat tutkimukset tulisi tehdä ja millainen tutkimus ja tutkimustulosten käsittely on riittävä.

Tämä itsenäinen ohje täydentää opasta "*Tekniset verkostot uusiomaarakenteissa*". UUMA-materiaalien vaikutukset ympäristöön ja ihmisiin sekä muihin materiaaleihin on esitetty oppaassa oppaan laatimishetkellä käytössä olleen tiedon pohjalta. Tavoitteena on, että oppaassa esitettyjä tietoja täydennetään ja tarkennetaan, kun materiaaliakohtaisilla materiaalitoimittajien tutkimuksilla tuotetaan lisätietoa. Tarkeman tiedon avulla epävarmuus vähenee ja on odotettavissa, että oppaaseen varovaisuusperiaatteen mukaisia kohtia voidaan kirjoittaa tutkittuun tietoon perustuen.

Tämä ohje on laadittu UUMA5-ohjelmassa Työpakettin TP5 "*Uusiomateriaalit päällysrakenteissa*" osatehtävässä ot5.2 "*Tekniset vaatimukset uusiomateriaaleille maanalaisen verkoston yhteydessä*".

Ohjeen laadintaa on ohjannut ohjausryhmä, johon ovat kuuluneet:

Anniina Määttänen	Afry
Tuomas Piepponen	Fortum
Mirva Koskinen	Helsingin kaupunki
Mikko Suikki	Helsingin kaupunki
Mikko Suominen	Helsingin kaupunki
Katja Lehtonen	Helsingin kaupunki (Ytekki)
Eija Hartikainen	Kuopion kaupunki
Marjo Koivulahti	Ramboll Finland Oy
Ville-Pekka Olden	Tampereen kaupunki
Pekka Rantala	UPM + PVO

Ohjeen kirjoittamisesta ovat vastanneet Matias Napari (Ramboll), Minna Leppänen (Tampereen yliopisto) ja Juha Forsman (Ramboll).

Ohjeluonnos on ollut UUMA5-ohjelmaan osallistuvien kommentoitavana talvella 2025. UUMA5-ohjelmaan osallistuneet organisaatiot ovat: Afry Finland, Energiateollisuus ry, Adato Energia Oy, Espoon kaupunki, Fortum Waste Solutions Oy, Helsingin kaupunki, HSY, Infra ry, Kekkila BVB, Keravan kaupunki, Kreate, KFS, Kuntaliitto, Kuopion kaupunki, L&T teollisuuspalvelut, Lahden kaupunki, Lounais-Suomen jätehuolto, Motiva, Oulun kaupunki, Oulun kaupunki, Ramboll, Salpamaa, Sitowise, Suomen Erityisjäte, Tampereen kaupunki, Tapojärvi Oy, UPM, PVO, Vantaan kaupunki, Väylävirasto ja YM.



Sisällysluettelo

Esipuhe	2
Sisällysluettelo	3
1. Johdanto	4
2. Tutkittavat ja selvittävät ominaisuudet	5
3. Ominaisuuksien osoittamistavat	7
3.1 Yleistä	7
3.2 Materiaalien yhteensopivuuden osoittaminen	7
3.3 Vesijohdon seinämän läpäisemättömyys	9
3.4 Työterveysriskit	9
4. Tutkimusten teettäminen	9
4.1 Tutkimuslaitoksen ja asiantuntijan valinta	9
4.2 Testausmenetelmät	11
4.4 Tulosten analysointi ja raportointi	11
5. Kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet	12
5.1 Kokonaispitoisuudet	12
5.2 Liukoisuudet ja niiden vaihtelun esittäminen	12
5.3 Ympäristökelpoisuus	13
6. Materiaalitoimittajan raportin sisältö	13
6.1 Materiaalitoimittajan tiedot	13
6.2 Materiaalin tiedot	13
6.3 Tekniset ominaisuudet	14
6.4 Kemialliset ominaisuudet	14
6.5 Suunnittelu	14
6.6 Käyttöturvallisuus	14
6.7 Rakentaminen	14
6.8 Kunnossapito	15
6.9 Materiaalin käytöstä poistaminen	15
6.10 Epävarmuudet ja riskit	15
Kirjallisuus	16
LIITTEET	17
Liite 1 Vaikutukset metalleihin, joita käytetään verkstorakenteissa	18
Liite 2 Vaikutukset betoniin	19
Liite 3 Vaikutukset muoveihin	20
Liite 4 Vaikutukset liitosten tiivistemateriaaleihin	22
Liite 5 Vaikutukset muihin rakennusosiin	23
Liite 6 Standardit, CE-merkintä ja rakennustuoteasetus	24
Liite 7 Näytteenotto	25
Liite 8 Tutkimusmenetelmät, taulukko	26



1. Johdanto

Materiaalitoimittaja voi itsenäisesti tai yhdessä maanalaisen verkoston rakentajan tai ylläpitäjän kanssa selvittää tämän ohjeen mukaisilla menettelyillä valmistamansa tai edustamansa uusiomateriaalin soveltuvuus käytettäväksi esim. maanalaisen verkoston kaivantojen lopputäyttöön. Ohjeessa esitetään myös, miten materiaalitoimittajan tulisi valita tarvittavien tutkimusten tekijä ja miten tutkimukset sekä materiaalin muut merkittävät ominaisuudet tulee raportoida.

Verkoston kaivantojen lopputäytöissä ja yläpuolisessa päällysrakenteessa käytettävien uusiomateriaalien ja verkoston osien yhteensopivuutta arvioidaan vaikutusten, turvallisuuden ja huollettavuuden perusteella. Mikäli uusiomateriaali ei vaikuta haitallisesti (vaikutus voi olla myös positiivinen) verkoston rakennusosien ja materiaalien käyttöikään tai turvallisuuteen eikä estä aukikaivua, sitä voidaan käyttää vesihuollon kaivannon lopputäytöissä tai yläpuolisessa päällysrakenteessa silloin, kun myös materiaalin tekniset ominaisuudet ovat riittävät. UUMA-materiaalit, jotka soveltuvat katujen rakentamiseen, soveltuvat teknisiltä ominaisuuksiltaan lähtökohtaisesti myös verkoston kaivantojen lopputäyttöön.

Vesihuoltoverkostojen rakentamisen yhteydessä tulee huomioida putkimateriaalin lisäksi muut rakennusosat kuten kulmatuet, liitosyhteet ja alumiiniset tarvikkeet. Uusiomateriaalien käyttömahdollisuutta arvioitaessa on lähtökohtana se, että putkien ympärillä on alkutäyttö InfraRYLissä (luvussa 18320) esitetyt vaatimukset täyttävästä luonnon kiviaineksesta (putkenlaki + 300 mm), jolloin putket eivät lähtökohtaisesti ole suorassa kontaktissa lopputäytössä käytettävään uusiomateriaaliin. Tarkastelun lähtökohtana ei siten ole välitön kontakti uusiomateriaalin ja verkoston osan välillä. Kaivojen ja muiden pystysuorien verkoston osien kohdalla on mahdollista, että UUMA-materiaali on suorassa kontaktissa verkosto-osien kanssa.

InfraRYLissä viitataan 18320 Alkutäytöt-kohdassa standardiin SFS-EN 13242 (*Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset*), jonka sovellusalue kattaa luonnon kiviainesten lisäksi uusio- ja keinokiviainekset. InfraRYLin luvussa 18330 Lopputäytöt on erikseen ohjeistettu uusiomateriaalien käytöstä. Vaikka lähtökohtana arvioinnissa on se, että kiviainesarina, asennusalusta ja alkutäyttö tehdään luonnon kiviaineksista, ei uusiomateriaalien käyttöä ole yleisissä laatuvaatimuksissa kielletty. Oleellinen InfraRYLin vaatimus on: "*Alkutäytön materiaali tai siinä olevat aineet eivät saa vahingoittaa putkia tai kaapeleita eikä niiden pinnoitteita tai liitososia*" (InfraRYL 18320.1). Tilaajille tulee aina toimittaa uusiomateriaalirakenteiden toteumatiedot tulevia suunnittelu- ja korjaustarpeiden lähtötiedoiksi.

Mikäli materiaalitoimittaja haluaa, että heidän edustamaansa uusiomateriaalia on mahdollista käyttää kiviainesarinassa, asennusalustassa, alkutäytössä tai rakenteiden ympärystäytöissä (tilaajan käytön hyväksyessä), tulee materiaalitoimittajan pystyä osoittamaan materiaalin ja verkostomateriaalin yhteensopivuus myös suorassa kontaktissa.

Verkoston osien ja uusiomateriaalien yhteensopivuutta tarkasteltaessa tavoitteena voidaan pitää verkoston osien valmistajan ilmoittamaa suunniteltua käyttöikää tai vesilaitoksen kokemusperäistä tietoa verkoston elinkaaresta (huomioiden paikalliset olosuhteet). Vesijohtojen ja niiden varusteiden kannalta on tärkeää, että valitut materiaalit suojaavat ja säilyttävät käyttöveden laadun verkoston ulkopuolisilta tekijöiltä. Yhteensopivuudessa huomioidaan lisäksi verkoston mahdollinen aukikaivu esimerkiksi korjausten tai liitosten tekemisen yhteydessä. Käytettävät lopputäytön ja yläpuolisen päällysrakenteen materiaalit tulee olla teknisesti ja työturvallisuusnäkökulmasta kaivettavissa tavanomaisilla rakennusmenetelmillä. MARA-ilmoituksella käytetyn materiaalin saa palauttaa takaisin rakenteeseen ilman uutta ilmoitusmenetelyä vastaavasti kuin on tehtävissä EEJ-materiaalilla ja luonnon kiviaineksilla.



2. Tutkittavat ja selvitettävät ominaisuudet

Uusiomateriaaleilla tulee olla sellaiset tekniset ominaisuudet, jotka mahdollistavat niiden hyödyntämisen mm. väylä-, katu- ja kenttärakentamisessa rakentamisessa. Lisäksi niiden on oltava ympäristökelpoisia siten, että ne ovat hyödynnettävissä joko ympäristöluvalla, MARA-ilmoitusmenettelyllä (jos materiaali ja käyttökohde kuuluvat MARA-asetuksen piiriin) tai ilman ympäristölupaa, mikäli niiden jätestatus on poistunut esim. EEJ-prosessin kautta. Esimerkiksi EEJ-betonimursketta ($D_{\max} = 90$ mm) voidaan käyttää ilman ympäristönsuojelulain mukaisia ympäristölupa- tai rekisteröintimenettelyjä betonikiviaineena, maa- ja vesirakentamisessa sekä viherrakentamisessa. EEJ-betonimursketta kohdellaan kuin mitä tahansa kiviainesta, mutta sen käyttöä on rajoitettu pohjaveden pinnan alapuolella ja 1- ja 2-luokan pohjavesialueilla.

Suuri osa UUMA-materiaaleista muodostuva polttoprosessissa (esim. energiantuotannon tai jätteenpolton kuonat ja tuhkat) eikä niissä siten esiinny orgaanisia haitta-aineita kuten liuottimia. Osa UUMA-materiaaleista on peräisin purkuprosesseista, joissa purettavien kohteiden purkukartoitukseen sisältyy haitta-aineita sisältävien rakenteiden tunnistaminen, näytteenotto, laboratorioanalyysit ja tarvittaessa materiaalien ohjaus muuhun kuin MARA-asetuksen mukaiseen hyötykäyttöön.

Katujen alle sijoitetaan tyypillisesti erilaista ympäristöä palvelevaa infraa, kuten sähkö- ja kuitukaapeleita, vesijohtoja ja viemäriputkia sekä kaukolämpöputkia, joiden valmistusmateriaaleista on esitetty esimerkkejä taulukossa 2.1. Verkoston osien ja uusiomateriaalien tulee olla kemiallisesti yhteensopivia, mistä voi aiheutua vaatimuksia käytettäville uusiomateriaaleille. Oppaassa *"Tekniset verkostot uusiomaarakenteissa"* (UUMA4) on arvioitu erilaisten uusiomateriaalien vaikutusta muihin rakennusmateriaaleihin, materiaalien lujittumista, pH-arvoa, yms. Oppaassa uusiomateriaalien vaikutus materiaaleihin on esitetty olemassa olevan tiedon ja kokemuksen pohjalta. Käytettävissä oleva tieto ei ole aukotonta.

Taulukko 2.1. Joitakin verkoston valmistusmateriaaleja. Lisää tietoja verkoston osista ja niiden materiaaleista löytyy mm. oppaasta "Tekniset verkostot uusiomaarakenteissa".

Vesijohdot (putket)	PE, PE diffuusiosuojattu, PVC, valurauta (tavanomaiset pinnoitteet), teräs
Viemärit (putket ja kaivot)	betoni, PE, PVC, PP, valurauta (tavanomaiset pinnoitteet), GRP
Tiivisteet	EPDM, NBR
Varusteet (liitostarvikkeet, laipat, venttiilit, palopostit, liittimet)	alumiini, teräs, HST, kupari, sinkitty teräs

Kokeellisesti selvitettäviä tai olemassa olevan tiedon perusteella perusteltavia asioita voivat olla (liitteet 1-5):

1. Aiheuttavatko uusiomateriaalista liukenevat aineet tai yhdisteet putkimateriaalien, liitososien, yms. tai niiden pinnoitteiden käyttöiän lyhenemistä korroosion (metalli) tai muun turmeltumismekanismin (betoni- ja muoviputket) takia. Vaikutukset voivat olla myös positiivisia, esim. korkea pH voi vähentää teräksen korroosiota.
2. Aiheuttavatko uusiomateriaalit tai niiden luomat fysikaaliskemialliset ympäristöt putkimateriaalien, liitososien, yms. tai niiden pinnoitteiden käyttöiän lyhenemistä korroosion (metalli) tai muun turmeltumismekanismin (betoni- ja muoviputket) takia
3. Onko uusiomateriaaleilla vaikutuksia muihin kohteen rakennusosiin
4. Liukeneeko uusiomateriaalista aineita, jotka voivat läpäistä vesijohdon (tai viemärin) seinämän ja vaikuttaa haitallisesti käyttöveden tai vesistöön johdettavan veden laatuun
5. Onko uusiomateriaalilla vaikutusta työturvallisuuteen verkoston rakentamisen, kunnossapidon tai purkamisen yhteydessä



Uusiomateriaalien testausta tehdään (liite 8):

- Teknisen soveltuvuuden osoittamiseksi
 - o CE-merkintä esim. SFS-EN 13242 mukaisesti
 - o Betonimurskeen luokittelu standardin SFS 5884 mukaisesti
 - o Väyläviraston teknisen soveltuvuuden arviointi
 - o InfraRYLin rakenneosakohtaiset vaatimukset
 - o Hankekohtaiset vaatimukset
 - o Kemiallinen yhteensopivuus muiden materiaalien kanssa
- Ympäristökelpoisuuden osoittamiseksi
 - o MARA-asetuksen mukaiset kokonaispitoisuudet ja liukoiset pitoisuudet
 - o Ympäristölupaa varten tehtävät määritykset tapauskohtaisten riskien arvioimiseksi
 - o EEJ-asetuksen mukaiset tutkimukset

Teknisissä verkostoissa oleellista on uusiomateriaalin vaikutukset

- Metallien korroosioympäristöön
- Betonin turmeltumiseen
- Muovien ominaisuuksien heikkenemiseen
- Putkessa johdattavan veden laatuun (seinämän mahdollisesti läpäisevät haitta-aineet).

Käyttökohteen uusiomateriaalille asettamat vaatimukset kohdistuvat lähinnä rakeisuuteen (kantavuus ja routivuus), eikä CE-merkintä tähän käyttötarkoitukseen edellytä muuta kuin raekokoluokan määrittämistä rakeisuuden perusteella. Oleellisia tutkittavia parametrejä ovat:

- Materiaalin raekokojakauma, hienoainespitoisuus ja orgaanisen aineksen sekä muiden mahdollisten epäpuhtauksien osuus, kuten betonimurskeen kelluvien jakeiden osuus
- pH ja sähkönjohtavuus
- Liukenevat kloridi-, sulfaatti- ja kalsiumpitoisuudet. Liukenemispotentiaalia voi arvioida kokonaispitoisuuksien avulla. Liukoisuuskokeet L/S-suhteella 2 kuvaavat tilannetta rakentamisen jälkeen paremmin kuin L/S-suhteen 10 tulokset. Materiaalista liukenevien aineiden vaikutuksia voi tutkia myös valmistamalla uuttoliuos esimerkiksi standardin *SFS-EN 1744-3:en Tests for chemical properties of aggregates. Part 3: Preparation of eluates by leaching of aggregates* mukaisesti ja testaamalla liuoksen ominaisuuksia ja vaikutuksia muihin materiaaleihin tai tekemällä pH-staattisia liukoisuuskokeita.
- Orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet, erityisesti liuottimet ja haihtuvat yhdisteet.

Ohjeellisia arvoja metallien korroosioriskin arvioimiseksi on esimerkiksi Väyläviraston ohjeen 14/2023 (Väylävirasto 2023) liitteessä 5. Betonirakenteilla vertailukohtana voidaan käyttää Betoninormeissa (by 65 Betoninormit 2021) esitettyjä ympäristöluokkien raja-arvoja.

Muoviputkien kestävyys kannalta vain orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet ovat merkittäviä, sillä putkissa käytettävät polymeerit kestävät hyvin kemikaalialtistusta. MARA-asetus edellyttää, että materiaaleista tutkitaan orgaanisten haitta-aineiden pitoisuudet ja hyötykäytölle asetetut raja-arvot rajoittavat pitoisuuksia.

Muovimateriaalin kemiallisesta kestävyydestä on saatavissa materiaalienkohtaista tietoa. Kemian alan yritykset ja toimialajärjestöt ylläpitävät tietokantoja, joissa on tietoa eri materiaalien kemiallisesta yhteensopivuudesta (*Chemical Compatibility*) ja kemiallisesta kestävyydestä. Tiedot esitetään usein taulukkomuodossa. Taulukot antavat yleiskuvan siitä, miten materiaalit reagoivat altistuessaan eri kemikaaleille.



Niissä luokitellaan materiaalit tyypillisesti joko "kestäväksi" tai "ei kestäväksi". Esimerkki: [Chemical Resistance Chart](#)

Uusiomateriaalien ja maanalaisen verkoston yhteensopivuuden tutkimusten laajuus voi periaatteessa vaihdella rakennettavan kohteen mukaisesti. Mikäli uusiomateriaalia on tavoitteena käyttää katualueilla, joilla on useista erilaisista raaka-aineista rakennettua maanalaista verkostoa, on tarkoituksenmukaista määrittää kattavasti uusiomateriaalin ja verkoston kaikkien materiaalien yhteensopivuus. Katualue käsittää maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti asemakaavassa osoitetun katualueen maanalaisine ja maanpäällisine sekä yläpuolisine johtoineen, laitteineen ja rakenteineen, jollei asemakaavassa ole toisin osoitettu.

Osassa mahdollisista käyttökohteista, kuten maanteillä, raiteilla, ulkoliikunta-alueilla, erilaisissa kaupan, teollisuuden tai satamien kentissä voi maa-alaisen verkoston määrä on olla katuihin verrattuna vähäinen ja verkosto on rakennettu tai rakennetaan käyttäen vain muutamasta materiaalista valmistettuja rakennusosia, jolloin uusiomateriaalin ja maanalaisen verkoston yhteensopivuus on mahdollista tutkia rajatun alueen. Tutkimusten rajauksen perusteena voi olla esim. se, että jonkin tyyppistä maanalaista verkostoa ei kohteessa esiinny tai rakenneta, tilaaja käyttää tietyistä materiaaleista valmistettuja putkia (esim. difuusiosuojattua) tai rajauksen voivat tehdä tilaaja ja materiaalitilittaja jollakin muulla perusteella. Tutkimusten rajausta tehtäessä on tarkoituksenmukaista huomioida tuleva rakentaminen ja ennakoita tulevan rakentamisen maanalaiset verkostot ja verkoston materiaalit.

3. Ominaisuuksien osoittamistavat

3.1 Yleistä

Uusiomateriaalien teknisiä ja ympäristöllisiä ominaisuuksia sekä vaikutuksia muihin materiaaleihin ja ihmisiin voidaan osoittaa monin tavoin. Mikäli olemassa oleva laboratorio- ja kenttätutkimuksiin sekä käytännön kokemuksiin perustuva tutkimustieto UUMA-materiaalin ominaisuuksista on ajantasaista, voidaan tätä tietoa hyödyntää. Tällöin kirjallisuustiedot ja dokumentoidut käyttökokemukset tarjoavat luotettavan pohjan materiaalien ominaisuuksien arviointiin.

Uusiomateriaalien ominaisuuksia arvioitaessa tulee laatia riittävän kattava selvitys, joka sisältää tarvittavat laboratoriokokeet ja mallikokeet kontrolloiduissa olosuhteissa. Koerakentamisen ja pilottiprojektien kautta saadut käytännön kokemukset vahvistavat laboratoriokokeissa havaittuja tuloksia ja niiden vastaavuutta todellisiin rakennuskohteisiin. Toiminnan ja vaikutusten pitkäaikaiseen seurantaan perustuvat raportit ovat myös tärkeitä tietolähteitä arvioitaessa uusiomateriaalien teknistä ja turvallista käyttöä rakennusprojekteissa.

Materiaalitutkimusten osalta on syytä tiedostaa, että ympäristökelpoisuus ei ota kantaa tekniseen kelpoisuuteen eikä materiaalien yhteensopivuuteen, eikä toisaalta teknisesti kelpaava uusiomateriaali ole välttämättä ympäristön kannalta käyttökelpoista. Materiaalien yhteensopivuus sisältyy periaatteessa tekniseen kelpoisuuteen, mutta hyvin usein asia mielletään erillisenä arviointikohteena. Lisäksi teknisten verkostojen ja uusiomateriaalien yhteensopivuuden tarkastelussa on syytä huomioida myös vesijohdon läpäisyriski sekä työturvallisuuteen ja terveyteen liittyvät tekijät, jotka tulee huomioida ohjeistuksessa.

3.2 Materiaalien yhteensopivuuden osoittaminen

Uusiomateriaalien vaikutusten tutkimista tai osoittamista (esim. korroosio-ominaisuudet) ei ole tyypillisesti sisällytetty ympäristöllisen tai teknisen kelpoisuuden osoittamiseen. Korroosio-ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät ovat osittain samoja, joita jo teknisessä (mm. rakeisuus, humuspitoisuus) tai ympäristöllisessä kelpoisuudessa yleensä määritetään (mm. pH, sulfaatit, kloridit). Korroosio-ominaisuuksien



määrittämiseksi on kuitenkin tarpeen selvittää uusiomateriaalista liukenevia aineita ja arvioida niiden mahdollisia vaikutuksia verkostomateriaaleihin sekä uusiomateriaalin fysikaaliskemiallisia ominaisuuksia. Suoran kontaktin vaikutusten selvittämiseksi myös pitkäaikaiset seurantakokeet ovat tärkeitä. Liitteen 8 taulukossa on esitetty uusiomateriaalien ominaisuuksien osoittamisen testausmenetelmiä eri tarkoituksiin. Taulukon perusteella voidaan tarkastaa, mitä lisätutkimusta korroosiotarkastelu edellyttää jo tehtyjen ympäristöllisen ja teknisen kelpoisuuden osoittamisen lisäksi.

Kokonaispitoisuuksien perusteella voidaan tunnistaa uusiomateriaaleissa olevia potentiaalisesti haittaa aiheuttavia tekijöitä, mutta vaikutuksen suuruutta ei pystytä arvioimaan. Tietoa pitkäajan kuluessa uusiomateriaalista liukenevista aineista saadaan ympäristökelpoisuuden arviointiin käytettävillä liukoisuuskokeilla. Uusiomateriaalin läpi suodautuvan veden laatua voidaan tutkia esimerkiksi ns. kolonnikokeilla tai täyden mittakaavan koerakenteilla, jossa joko instrumentoinnin avulla seurataan esimerkiksi sähkönjohtavuutta tai lysimetrien avulla kerätään rakennekerroksen läpi suodautuvaa vettä tutkimuksia varten.

Liukoisuuskokeiden tulokset L/S-suhteella 2 voivat antaa tietoa tilanteesta rakentamisen jälkeen. Materiaalista liukenevien aineiden vaikutuksia voi tutkia myös valmistamalla uuttoliuos ja testaamalla liuoksen ominaisuuksia tai vaikutusta muihin materiaaleihin.

Uusiomateriaalien vaikutusten arvioimiseksi verkostomateriaaleihin on tyypillisesti nojattu nykyisiin ohjeisiin, joita käytetään luonnon maa-aineksilla, kuten esimerkiksi maaperän tavanomaisuudesta poikkeaminen NCC17:ssä esitetyn liitteen 5 mukaisesti sekä Betoninormeissa (by 65) esitetyt kemiallisen rasituksen rasitusluokkien raja-arvot. Luonnon maaperä kuitenkin poikkeaa uusiomateriaalien muodostamasta ympäristöstä, joten ominaisuuksia on syytä tarkastella laaja-alaisemmin, jotta voidaan varmistua, ettei mikään sellainen uusiomateriaalin ominaisuus tai aines aiheuta yhteensopivuusongelmaa, jota ei esiinny tyypillisesti maa-aineksessa.

Kun materiaalit eivät ole suorassa kontaktissa, voidaan yhteensopivuusarviointia perustaa liukoisuuskokeiden tuloksiin ja pitkäaikaiskokeisiin/mallikokeisiin. Metallien korroosion kannalta keskeiset tutkittavat parametrit ovat pH, suolat (sulfaatti ja kloridi) ja sähkönjohtavuus. Betonin turmeltumisen kannalta määritetään edellisten (pl. sähkönjohtavuus) lisäksi ammonium- ja magnesiumionipitoisuus (NH_4^+ ja Mg^{2+}) ja aggressiivinen hiilidioksidi (CO_2). Uusiomateriaalien tyypillisesti korkea pH on usein metallien korroosion ja betonin turmeltumisen kannalta edullinen. Sen vaikutus esim. metallien passivoitumiseen voidaan osoittaa pitkäaikaiskokeilla, jossa määritetään mm. pH:n pysyvyyttä. Tätä kuvaavaa haponneutralointikapasiteettia (ANC) edellytetään tutkittavaksi myös osana kaatopaikkakelpoisuuden eli jäteluokan arviointia (VNa 331/2013). Joillakin uusiomateriaaleilla pH laskee ajan kuluessa lähemmäksi neutraalia, joten lähtötilannetta vastaavissa olosuhteissa määritetty pH-tulos ei kuvaa pitkäaikaistoimivuutta. Muidenkin olosuhdetekijöiden mahdolliset muutokset ajan suhteen on syytä selvittää.

Hyväksymismenettely

Väylävirasto on kehittänyt uusiomateriaalien hyväksymismenettelyjä väylähankkeisiin. Väyläviraston ohjeen "Uusiomateriaalien teknisen soveltuvuuden arviointi" mukainen yleinen tai hankekohtainen teknisen soveltuvuuden arviointi on tilaajan asettama vaatimus ja voidaan tehdä tietyille materiaalille ja materiaallitoimittajalle (Väylävirasto 2022). Vaikka menettely ei suoraan selvitä materiaalien pitkäaikaisvaikutuksia verkostomateriaaleihin, on niissä esitetty menettely, vertailuparitekniikka, sovellettavissa uusiomateriaalien ja putkimateriaalien yhteensopivuuden tutkimiseen. Vertailuparitekniikassa tehdään uusiomateriaalille ja sitä teknisesti lähinnä vastaavalla luonnonmateriaalille samat laboratorio- ja kenttäkokeet, joilla voidaan arvioida uusiomateriaalin poikkeavuutta ja erityispiirteitä verrattuna luonnonmateriaaliin. Näin ollen esimerkiksi korroosiovaikutuksen arvioimiseksi voidaan sen sijaan, että todetaan uusiomateriaali korrodoivaksi tai ei-korrodoivaksi, määrittää onko ko. materiaali korrodoivampi vai vähemmän korrodoiva kuin vastaava luonnonmateriaali, kuten hiekka tai kalliomurske.



3.3 Vesijohdon seinämän läpäisemättömyys

Muovista valmistetut tuotteet ovat vesitiiviitä, joten veteen liuenneet haitta-aineet eivät kulkeudu putki-seinämän läpi. Orgaaniset yhdisteet, erityisesti kaasut voivat läpäistä muovimateriaalin diffuusion avulla, mutta se on hidasta. Diffuusionopeus riippuu molekyylin koosta ja läpäistävän seinämän paksuudesta. Erilaisten aineiden vaikutuksia tuotteissa käytettyihin muovimateriaaleihin on tutkittu laajasti. Muovimateriaalin läpi kulkeutuvat aineet voivat vaikuttaa sen ominaisuuksiin. Esimerkiksi osa kemikaaleista voi vaikuttaa HDPE-tuotteeseen aiheuttaen vähäistä paisumista, kuten hiilivedyt, tai kiihdyttään hapettumista eli ikääntymistä.

Jos käytetään ei-diffuusiosuojattua putkea, tulee UUMA-materiaalin läpäisypotentiaaliriski selvittää. Testaustavat voivat vaihdella putkivalmistajakohtaisesti. Testausmenetelmiä ovat laboratoriotutkimukset ja mallikokeet sekä välilliset menetelmät, joilla voidaan tehdä arviota UUMA-materiaalin kemiallisen koostumuksen ja liukoisten tai haihtuvien aineiden perusteella olemassa olevaan tietoon perustuen. Ympäristökelpoisuus rajoittaa UUMA-materiaalien pitoisuuksia ja lisäksi materiaalin prosessointi, varastointi, kuljetus ja rakentaminen vähentävät pitoisuuksia jo ennen käyttövaihetta.

3.4 Työterveysriskit

Monet uusiomateriaaleista ovat emäksisiä ja kuivana herkästi pölyäviä, kuten esimerkiksi käsitelty jätteenpolton kuona, lentotuhka, pohjatuhka, pohjahiekka (leijupetihiekka) ja betonimurske). Käsitteystä huolimatta jätteenpolton kuonassa voi olla jotain pieniä yksittäisiä teräviä metalli- tai lasikappaleita. Materiaalien mahdolliset työturvallisuusriskitekijät tulee kuvata ja materiaalien turvallinen käyttö, kuten suojakäsineiden tai hiukkassuojaimien tarve, tulee ohjeistaa. (UUMA4 2023)

4. Tutkimusten teettäminen

4.1 Tutkimuslaitoksen ja asiantuntijan valinta

Tutkimuslaitoksen ja asiantuntijan valinnassa oleellisia vaatimuksia ovat luotettavuus, kokemus, pätevyys ja riippumattomuus. Riittävän asiantuntemuksen saavuttamiseksi voi olla tapauskohtaisesti tarpeen tinkiä riippumattomuusvaatimuksesta, jos esimerkiksi materiaalituottajan oma laboratorio on ainoa, joka tarjoaa tiettyä testauspalvelua. Riippumattomuuden periaatteita ja riskejä on kuvattu esimerkiksi FINASin periaatteissa (FINAS 2022).

Testauslaboratoriot voivat olla akkreditoituja tai niillä voi olla PANK-hyväksyntä, jolloin ulkopuolinen osapuoli on arvioinut toiminnan laatua. Laadukasta toimintaa kuvaa osallistuminen vertailutestauksiin, koulutettu henkilökunta ja laatukäsikirjan mukainen toiminta ja sen dokumentointi sekä toiminnan jatkuva kehittäminen. Testauslaboratorion pätevyyden osoittamiseen käytetään akkreditointia, joka on kansainvälisiin kriteereihin perustuva menettelytapa, jonka avulla toimijan pätevyys voidaan luotettavasti todeta. Testauslaboratorion akkreditointi osoittaa laboratorion tuottavan luotettavia tuloksia testausmenetelmillä, jotka kuuluvat sen akkreditoituun pätevyysalueeseen. Kaikkia testausmenetelmiä ei kuitenkaan voida akkreditoida. Myös näytteenotto voidaan akkreditoida.

Testauslaboratorioiden akkreditointivaatimuksena on *SFS-EN ISO/IEC 17025 Testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyys. Yleiset vaatimukset*. Toinen vaihtoehto on *SFS-EN ISO 15189 Medical laboratories - Requirements for quality and competence*.

Akkreditointiprosessilla varmistetaan, että testauslaboratorio täyttää hyvän laboratoriokäytännön periaatteet ja todentaa toimintansa. Akkreditoitu laboratorio varmistaa toimintansa luotettavuutta osallistumalla vertailutestauksiin. Suomen kansallinen akkreditointielin on FINAS. FINAS akkreditoi eli toteaa päteväksi



laboratorioita, sertifiointielimiä, tarkastuslaitoksia, vertailumittausten järjestäjiä sekä ympäristö- ja päästökauppatodentajia. FINAS ylläpitää akkreditoituista testauslaboratorioista rekisteriä, josta selviää pätevyysalue ja sen kattamat testattavat materiaalit, testattavat ominaisuudet ja testausmenetelmät (testausstandardi). Viranomaiset voivat edellyttää, että tietyt testaukset tekee akkreditoitu testauslaboratorio.

Päällystealan Neuvottelukunta PANK ry on luonut hyväksyntämenettelyn päällystealan laboratorioille ja testausorganisaatioille. PANK-hyväksyntä on asfaltti-, bitumi- ja kiviaineslaboratorioiden sekä asfaltti-päällysteiden laatumittauksia tekevien mittausorganisaatioiden hyväksyntämenettely. Kiwa Inspecta Oy toimii tällä hetkellä PANK ry:n valtuutuksella PANK-hyväksynnän arviointi- ja hyväksyntälaitoksena. PANK-hyväksyttyjen testausorganisaatioiden toiminnan vaatimustenmukaisuutta valvotaan kerran vuodessa tehtävillä arviointikäynneillä. Tutkimustulosten luotettavuus ja vertailukelpoisuus taataan jatkuvilla vertailutestauksilla sekä testausorganisaation menetelmien laadunvarmistuksella.

Hyväksytyn testausorganisaation tulee täyttää mm. seuraavat toimintaympäristöä ja toimintatapoja koskevat vaatimukset:

- Organisaatiolla on dokumentoitu toimintajärjestelmä
- Henkilökunta on pätevää ja pätevyyttä ylläpidetään
- Vastuut ja varamiesjärjestelyt on määritetty
- Testausvälineet ja -laitteet huolletaan ja kalibroidaan säännöllisesti
- Tilojen tulee olla testien tekemiseen soveltuvat ja työskentelyn kannalta turvalliset
- Hyväksyttynä tehtävien laatu on varmistettu

Laboratorioiden pätevyyden arvioinnissa varmistetaan tulosten luotettavuus, oikeellisuus ja vertailukelpoisuus. Vertailumittausten kautta saatu tieto on keskeinen osa pätevyyden arviointia. Vertailumittaukset (*interlaboratory comparison*) ovat kahdelle tai usealle osallistujalle samalla tavalla ja samoista näytteistä ennalta määritettyjen muuttujien mukaan järjestettyjä vertailuja, joilla arvioidaan osallistujien suorituskkyä ja heidän tulostensa vertailtavuutta. Vertailumittaus voi toimia myös pätevyyskokeena (*proficiency test*). Yksittäisen laboratorion pätevyyttä voidaan arvioida toimittamalla analysoitavaksi esimerkiksi tunnetun pitoisuuden omaava näyte.

Tietyillä aloilla on määritetty kansallinen vertailulaboratorio. Vertailulaboratoriotoiminnalla varmistetaan, että viranomaisvalvontaan osallistuvien laboratorioiden tutkimustulokset ovat luotettavia ja vertailukelpoisia kansallisesti ja kansainvälisesti.

Asiantuntijan pätevyyttä ja kokemusta voidaan arvioida koulutustaustan, työkokemuksen, ammattitaidon ylläpitämisen ja aikaisempien referenssien perusteella.

Henkilösertifiointijärjestelmä on yksi mahdollisuus pätevyyden osoittamiseen. Henkilösertifiointinilla osoitetaan henkilöstön tuntevan toiminnalle asetetut yleiset laatuvaatimukset ja omaavan osaamisalueella tarvittavat tiedot ja taidot. Arviointi tehdään toimialalla sovellettavien pätevyysvaatimusten ja standardien perusteella.

Sertifiointi perustuu standardiin *SFS-EN ISO/IEC 17024 Yleiset vaatimukset henkilösertifiointia varten perustetuille elimille*. Esimerkiksi ympäristönäytteenottajien henkilösertifiointijärjestelmä on FINAS akkreditointipalvelun akkreditoima.



4.2 Testausmenetelmät

Testausmenetelmät voivat olla standardimenetelmiä, yleisesti käytössä olevia ohjeita tai tiettyyn käyttötarkoitukseen kehitettyjä dokumentoituja menetelmiä. Testausmenetelmien pitää olla validoituja. Esimerkiksi PANK-hyväksynnässä mukana oleva menetelmä voi olla SFS-EN standardin mukainen menetelmä, PANK-menetelmä tai yleisesti saatavilla oleva tunnettu menetelmä, jonka organisaatio on ilmoittanut hyväksytyksi menetelmäksi ja jonka laadunvarmistus on asianmukaisesti toteutettu.

Lainsäädännössä, InfraRYL:ssä, harmonisoiduissa tuotestandardeissa (joita käytetään CE-merkinnässä) sekä alan ohjeissa on määritetty tiettyjen ominaisuuksien testausmenetelmät. Samojen testimenetelmien käyttäminen helpottaa tulosten vertailtavuutta.

Maarakennusmateriaalien CE-merkinnässä sovelletaan yleensä tuotestandardia *SFS-EN 13242 Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset*. Kansallinen soveltamisstandardi on *SFS 7005 Sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin käytettäviltä kiviaineksilta talonrakentamisessa, maa- ja vesirakentamisessa ja tierakenteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot*.

Liitteessä 6 on esitetty standardien, CE-merkinnän ja rakennustuoteasetuksen merkitystä ja asemaa materiaalin testauksessa.

4.3 Näytteenotto

UUMA-materiaalien testauksessa käyttöympäristöjen ja vaikutusten arviointia varten on oleellista laatia huolellinen suunnitelma näytteenotolle, joka määrittelee tarvittavien näytteiden määrän ja kokoomanäytteiden otantaperiaatteen. Suunnitelmassa otetaan huomioon materiaalin homogeenisuus ja mahdolliset vaihtelut, jotta varmistetaan, että näytteet edustavat kattavasti testattavaa, rakennushankkeiden käyttöön tulevaa materiaalia. UUMA-materiaalit voivat olla koostumukseltaan epähomogeenisempia kuin luonnonmateriaalit, joten näytteenottoon, näytteenottotiheyteen ja laboratoriotutkimusten suunnitteluun tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Näytteenoton huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella varmistetaan, että UUMA-materiaalien laadunvalvonta ja siihen liittyvät tutkimukset perustuvat luotettavaan ja toistettavissa olevaan aineistoon. Tämä mahdollistaa johdonmukaisen laadun seurannan sekä materiaalien kestävän ja turvallisen käytön rakennusprojekteissa. Näytteenottoa on ohjeistettu liitteessä 7.

Näytteenoton suunnittelussa ja toteutuksessa sovelletaan jätteiden karakterisointia koskevaa standardia SFS-EN 14899.

4.4 Tulosten analysointi ja raportointi

Testausraportissa ilmoitetaan aina käytettävä testimenetelmä. Testauksissa on suositeltavaa käyttää standardoituja testimenetelmiä, jos sellainen on käytettävissä ja soveltuu tutkittavalle materiaalille. Kaikki poikkeamat testistandardista tai menetelmäkuvauksesta dokumentoidaan.

Oleellisia raportoitavia seikkoja ovat:

- testauspaikka ja testin tekijä(t)
- testimenetelmä
- testausajankohdan ja -paikan tiedot
- tilaajan toimittamat näytteen yksilöivät tiedot ml. näytteenottopäivä ja -paikka
- näytteen visuaalinen arviointi ja mielellään valokuvaus
- testinäytteen muodostaminen esim. neliöinti, jakaminen
- tutkittava osafraktio



- näytteen mahdollinen esikäsittely esim. murskaus, seulonta
- testissä käytettävät olosuhteet, esim. testiliuos ja lämpötila
- mahdolliset poikkeamat testistandardista
- mahdolliset poikkeamatilanteet testin aikana
- testitulos testimenetelmän ohjeen mukaisesti määritettynä ja ilmaistuna
- laboratorion ilmoittama mitta-alue ja arvio mittaustarkkuudesta

Määrittämiä tuloksia tulisi tehdä riittävä määrä, jotta saadaan selville materiaalille tyypillinen vaihtelu. Testimenetelmien mittaustarkkuus vaihtelee, mutta tyypillisesti tulosten vaihtelu johtuu mittausten menetelmää enemmän näytteenotosta ja näytteen käsittelyn aiheuttamista tekijöistä. Mitä enemmän tuloksia on käytettävissä, sitä selkeämpi kuva saadaan ominaisuuksien vaihtelualueesta ja voidaan tehdä myös tilastollista tarkastelua.

Testaustietojen perusteella voidaan arvioida eri ominaisuuksien välisiä riippuvuuksia ja tunnistaa materiaalin oleellisia ns. indeksiominaisuuksia. Esimerkiksi raekokojakauma, erityisesti hienoainespitoisuus, korreloi useiden muiden ominaisuuksien kanssa. Jos materiaalin laatu vaihtelee esimerkiksi ajan funktiona tai muodostumispaikan mukaan, on tärkeää tunnistaa vaihtelun laajuus ja laatu vaihtelun vaikutus materiaalin ominaisuuksiin.

Jokaiseen mitattavaan tulokseen liittyy mittausepävarmuus. Mittaustulokseen vaikuttaa aina useita tekijöitä, joita ei koskaan voi tuntea täysin tarkkaan. Siten kaikki mittaustulokset sisältävät tietyn epävarmuuden eli vaihteluvälin, joka kuvaa mittaustuloksen oletettua vaihtelua. Mittausepävarmuutta tarvitaan tulosten luotettavuuden arviointiin, tulosten vertailuun, vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen, menetelmien keskinäiseen arviointiin ja jäljitettävyyden saavuttamiseen.

Testausmenetelmän epävarmuutta voidaan arvioida esimerkiksi käyttämällä rinnakkaisnäytteitä. Menetelmäkehityksessä ja validoinnissa sekä mittausepävarmuuden arvioinnissa käytetään apuna 4.1:ssä mainittuja vertailumittauksia, joissa lähetetään laadultaan samanlainen näyte tutkittavaksi eri laboratorioihin. Tällä voidaan saada selville eri laboratorion käytäntöjen erojen aiheuttamaa hajontaa tuloksiin.

5. Kokonaispitoisuudet ja liukoisuudet

5.1 Kokonaispitoisuudet

UUMA-materiaalien kokonaispitoisuuksien määrittämisessä ja analyysissä käytetään MARA-asetuksen määrittelemiä standardeja ja muuta ohjeistusta. Standardit, kuten ISO- tai ASTM-standardit, antavat ohjeet siitä, kuinka näytteestä tulee ottaa edustava näyte ja kuinka itse analyysi tulee suorittaa (näytteenotto- ja analyysintekniikat, tarvittavat laitteet ja kemikaalit).

5.2 Liukoisuudet ja niiden vaihtelun esittäminen

Liukoisuuden määrittämisessä keskitytään arvioimaan, missä määrin uusiomateriaalien yksittäiset haitta-aineet liukenevat veteen tietyissä olosuhteissa. Liukoisuuden testauksessa tulee noudattaa yleisesti käytettyjä standardeja. Nämä standardit ohjeistavat näytteenoton, testauksen ja analyysin tekemisen siten, että tulokset ovat toistettavissa ja vertailukelpoisia.

Liukoisuuskokeiden tuloksia tarkasteltaessa tulee huomioida paitsi absoluuttiset arvot, myös niiden suhde määritelyihin raja-arvoihin, jotka on asetettu käyttökohteen kannalta. Uusiomateriaalin laatu vaihtelu, kuten raaka-aineiden vaihtelu tai valmistusprosessista johtuvat muutokset, voivat johtaa eroihin liukoisuusominaisuuksissa. Vaihtelun syitä voivat olla esimerkiksi materiaalin alkuperä, varastointi- ja



käsittelyolosuhteet, tai valmistuksessa käytetyt lisäaineet. On tärkeää tunnistaa näitä vaihteluja, jotta voidaan varmistua siitä, että UUMA-materiaali täyttää tarvittavat laatukriteerit jatkuvasti.

Uusiomateriaalin ikääntyminen saattaa myös vaikuttaa sen liukoisuusominaisuuksiin. Näin ollen materiaalin ominaisuuksia tulee tutkia elinkaaren eri vaiheissa: tuoreen, varastoidun ja pitkään säälle altistuneen uusiomateriaalin ominaisuuksia. Yhteensopivuuden kannalta oleellista on tutkia sitä materiaalia, joka on käytettävissä hyödyntämiseen. Materiaalin ikääntymisen vaikutus ominaisuuksiin tulee tunnistaa, jolloin voidaan arvioida myös käytön aikaisia mahdollisia muutoksia hyödyntämiskohteessa. Esimerkiksi tuhkien pH:n tiedetään laskevan ajan myötä.

Kaatopaikkakelpoisuuden ja ympäristökelpoisuuden arvioimisessa käytettävien, lainsäädännön määrittelemien liukoisuuskokeiden lisäksi materiaalien aiheuttamaa kemiallista kuormitusta voidaan tutkia tarkemmin esimerkiksi valmistamalla siitä uuttoliuoksia, jotka kuvaavat materiaalista liukenevien aineiden vaikutuksia. Uuttoliuoksen voi valmistaa esimerkiksi standardin *SFS-EN 1744-3:en Tests for chemical properties of aggregates. Part 3: Preparation of eluates by leaching of aggregates* mukaisesti. Lainsäädännön edellyttämien ominaisuuksien ja haitta-aineiden pitoisuuksien lisäksi voidaan tutkia muita tiedossa olevia, muiden materiaalien turmeltumismekanismeihin vaikuttavia ominaisuuksia.

5.3 Ympäristökelpoisuus

Materiaalin ympäristökelpoisuus arvioidaan noudattaen lainsäädäntöä, kuten valtioneuvoston asetusta eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (843/2017, ns. MARA-asetus) ja ympäristönsuojelulakia (527/2014). MARA-asetus määrittelee ehdot ja kriteerit maarakentamisessa käytettävien uusiomateriaalien laadulle ja soveltuvuudelle tietyissä käyttökohteissa. Myös jäteluonteen määrittelyssä käytettäviä pitoisuuksia (VNa 331/2013) voidaan käyttää soveltuvien osin. Ympäristösuojelulain tarkoituksena on mm. ehkäistä ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa.

6. Materiaalitoimittajan raportin sisältö

Materiaalitoimittajan raportti sisältää alla olevat tiedot joko raporttiin sisällytettynä tai tiedot voivat olla osin olemassa olevassa ohjeistuksessa, johon viitataan raportissa. Materiaalitoimittajan raportin aineistona voidaan hyödyntää materiaalitoimittajan oman ohjeistuksen, selvitysten ja muun aineiston ohella esim. InfraRYL:ä sekä Väyläviraston ja muiden tahojen soveltuvia julkaisuja.

6.1 Materiaalitoimittajan tiedot

Materiaalitoimittaja esittää toiminnastaan mm. seuraavia tietoja:

- kaupparekisteriote (toiminimi, kotipaikka- ja kunta, osoitetiedot, toimiala, vastuuhenkilöt, yrityksen aputoiminimet, hallituksen jäsenet, muut vastuuhenkilöt ja nimenkirjoittajat)
- yrityksen historia (toimintavuodet, historian pääkohdat, yms.)
- tarkasteltavan uusiomateriaalin valmistuksen historia yrityksessä
- yrityksen arvot

6.2 Materiaalin tiedot

Tarkasteltavasta uusiomateriaalista, materiaalin valmistuksesta sekä laadunvalvonnasta esitetään seuraavat tiedot, jotka materiaalin edustajalla pitäisi olla tiedossaan ilman lisäselvityksiä:

- yleiskuvaus
- käyttökohteet, esim. rakennusosat (lopputäyttö, suodatinkerros, jakava, kantava, pengertäyttö), esimerkkipiirustukset, yms.
- tuotantoprosessin kuvaus (raaka-aine, valmis materiaali)



- tuotantomäärät (arvio), toteumat edellisiltä vuosilta
- hyödyntämisperuste (MARA tms.)
- raaka-aineet
- valmistus
- saatavuus
- ympäristökelpoisuus (ympäristölupa / MARA / EEJ / sivutuote / ei lupatarvetta, ...)
- laadunvarmistus

6.3 Tekniset ominaisuudet

Tarkasteltavasta uusiomateriaalista esitetään mm.:

- InfraRYL:n mukaiset vaatimukset ja sallitut poikkeamat eri rakennekerroksille, joissa tarkasteltavaa materiaalia esitetään käytettäväksi (lopputäyttö, jakava kerros, ...)
- materiaalin luokittelu (esim. BEM 1a, ...)
- CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus
- materiaalin käyttöä koskevat standardit ja vaatimukset
- indeksikokeiden tulokset
- valmistuksen laatuvariaabelit ja vaatimusten täyttymisen osoittaminen
- ikääntymisen mahdollinen vaikutus teknisiin ominaisuuksiin
- mahdollinen lujittuminen rakenteessa ja mitoituksessa käytettävä kantavuusmoduuli rakenteessa
- pitkäaikaistoimivuus ja kuvaus, mitkä tekijät vaikuttavat pitkäaikaistoimivuuteen
- kuvaus pitkäaikaistoimivuuden osoittamisesta, käyttöhistoria ja käyttökokemukset

6.4 Kemialliset ominaisuudet

Tarkasteltavan uusiomateriaalin kemialliset ominaisuudet, jotka tulee esittää:

- kokonaispitoisuudet
- liukenevat aineet
- ympäristökelpoisuus
- kemiallisen yhteensopivuuden osoittaminen
- ikääntymisen mahdollinen vaikutus kemiallisiin ominaisuuksiin, esim. liukoisuuden pieneneminen
- listaus verkostomateriaaleista, joita selvitys koskee (esim. taulukko, jossa rakennusosat + valmistusmateriaalit)

6.5 Suunnittelu

Tarkasteltavan materiaalin suunnitteluohjeet:

- mitoitusparametrit, muut ominaisuudet
- suunnittelumenettelyt, jotka erityisiä ko. materiaalille

6.6 Käyttöturvallisuus

Tarkasteltavan uusiomateriaalin käyttämiseen ja sillä rakentamisen turvallisuuden osoittaminen:

- käyttöturvallisuustiedote
- työturvallisuus

6.7 Rakentaminen

Käyttöohjeet, joissa on esitetty tarkasteltavalla uusiomateriaalilla rakentamisessa huomioitavat asiat:



, M A

- materiaalin ja laatuluokan tunnistaminen
- rakentamisaikainen laadunvalvonta ja vaatimusten täyttymisen osoittaminen, erityisesti tavanomaisten laadunvalvontamenetelmien soveltuvuus
- rakentamiskalusto ja vaikutukset kalustoon
- materiaalin työmaalogistiikka
- varastointi
- varastoinnissa ja rakentamisessa tarvittava pölynsidonta ym.
- talvirakentaminen

6.8 Kunnossapito

Tarkasteltavasta uusiomateriaalista rakennetun rakenteen kunnossapidossa huomioitavat asiat:

- materiaalikerroksen aukikaivettavuus
- materiaalikerroksen lujittuminen
- auki kaivetun materiaalin uudelleenkäyttö
- uusiomateriaalikerroksen käyttäytyminen putkirikkotilanteessa
- kaapelihakulaitteen, metallinilmaisimen, yms. toimivuus uusiomateriaalikerroksen alla olevien putkien, kaapelien, yms. löytämiseksi

6.9 Materiaalin käytöstä poistaminen

Kuvaus käytännöistä, jos rakenteesta kaivettua uusiomateriaalia ei hyödynnetä uudelleen vaan poistetaan käytöstä.

6.10 Epävarmuudet ja riskit

Mikäli tarkasteltavan materiaalin hyödyntämiseen sisältyy epävarmuuksia tai riskejä, joita ei ole edellä kuvattu tai joiden hyödyntämiseen tarvitaan lisäselvityksiä, tuodaan ne esiin. Myös tiedossa olevat mahdolliset riskit ja niiden huomioiminen tulee huomioida.



Kirjallisuus

Suomen Betoniyhdistys ry 2023. By 65 Betoninormit 2021. Helsinki: BY-Koulutus.

FINAS-akkreditointipalvelu 2022. Riippumattomuuden arviointi - FINASin periaatteet 15.11.2022. Saatavilla: [Riippumattomuuden arviointi, FINASin periaatteet A8/2022](#)

InfraRYL – Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Verkkojulkaisu. Saatavilla: <https://tilaukset.ra-kennustieto.fi/infraryl/infraryl-lisenssi>

Liikennevirasto 2012. Geolujitetut maarakenteet. Liikenneviraston ohjetta 2/2012. Tiegeotekniikan käsikirja. Saatavissa: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lop_2012-02_geolujitetut_maa-rakenteet_web.pdf

Kekki T., Kaunisto T., Keinänen-Toivola M. & Luntamo M. 2008. Vesijohtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa. Vesi-Instituutin julkaisuja 3. Vesi-Instituutti/Prizztech Oy.
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-99840-5-3>

Kekki T., Keinänen-Toivola M., Kaunisto T. & Luntamo M. 2007. Talousveden kanssa kosketuksissa olevat verkostomateriaalit Suomessa. Vesi-Instituutin julkaisuja 1. Vesi-Instituutti/Prizztech Oy.
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-99840-1-5>

Plastics international. Chemical Resistance Chart. <https://www.plasticsintl.com/chemical-resistance-chart/>

SFS-EN ISO/IEC 17025 Testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyys. Yleiset vaatimukset.

SFS-EN ISO/IEC 17024 Yleiset vaatimukset henkilösertifiointia varten perustetuille elimille.

SFS-EN ISO 15189 Medical laboratories - Requirements for quality and competence.

SFS-EN 14899. Jätteiden karakterisointi. Jättemateriaalien näytteiden ottaminen. Näytteenottosuunnitelman laatiminen ja soveltaminen.

SFS-EN 13242 Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset.

SFS 7005 Sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin käytettäviltä kiviaineksilta talonrakentamisessa, maa- ja vesirakentamisessa ja tierakenteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot.

Schweitzer 2000. Mechanical and corrosion-resistant properties of plastics and elastomers. Corrosion Technology, CRC Press, 496 s

UUMA4-ohjelma 2023. Tekniset verkostot uusiomaarakenteissa, opas. <https://uusiomaarakentaminen.fi/wp-content/uploads/sites/5/2023/10/Tekniset-verkostot-uusiomaarakenteissa-opas.pdf>

VNa 843/2017. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa.

VNa 331/2013. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista.

Väylävirasto 2023. Eurokoodin soveltamisohje, Geotekninen suunnittelu – NCCI 7. Väyläviraston ohje 14/2023. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-14_NCCI_7_web.pdf

Väylävirasto 2022. Uusiomateriaalien teknisen soveltuvuuden arviointi. Väyläviraston oppaita 2/2022. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/Opas_2022-2_uusiomateriaalien_arviointi_web.pdf

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Ympäristöministeriö



MA

LIITTEET



Liite 1 Vaikutukset metalleihin, joita käytetään verkstorakenteissa

Metallien yleisin turmeltumismekanismi on korroosio. Maahan asennetuissa putkissa korroosio on merkittävämpää putkien sisäpuolella, jossa vallitsee korroosion etenemisen kannalta otollisemmat olosuhteet kuin maaperässä.

Korroosioreaktioiden avulla metalli tai metalliseos pyrkii muuttumaan jälleen yhdisteeksi eli termodynaamisesti stabiiliin tilaansa. Metallin taipumus syöpyä riippuu sen jaloudesta.

Tavallisissa käyttöympäristöissä metallien korroosio on luonteeltaan sähkökemiallista. Sähkökemiallisen korroosion edellytyksenä on elektrolyytti eli sähköä johtava liuos. Tavallisin elektrolyytti on vesi, joka sisältää erilaisia ioneja ja liuenneita kaasuja. Metallien korroosio aiheutuu korroosioparista, joka syntyy joko saman metallipinnan potentiaaliltaan erilaisissa kohdissa tai kahden eri metallin välillä. Korroosioparin jalommasta osapuolesta tulee katodi ja epäjalommasta tulee syöpyvä osapuoli, anodi. Anodireaktiossa metalli hapettuu, jolloin metalli liukenee veteen positiivisina ioneina. Liuenneet metalli-ionit reagoivat veden sisältämien kaasujen ja yhdisteiden kanssa ja muodostavat reaktiotuotteina oksideja, hydroksideja tai reagoivista aineista riippuen muita yhdisteitä tai niiden yhdistelmiä.

Katodireaktio on aina pelkistysreaktio, jossa elektronit kulutetaan. Vapautuneet elektronit reagoivat useimmiten hapen kanssa. Korroosion jatkuminen edellyttää anodi- ja katodikohtien muodostumisen lisäksi siis elektrolyyttiä, joka kuljettaa virtaa anodin ja katodin välillä. Metalliseoksissa voi tapahtua myös valikoivaa eli selektiivistä liukenemista, jossa jokin metalliseoksen komponentti liukenee muuta rakennetta nopeammin. Esimerkiksi messinkien sinkinkato ja valuraudan grafitoituminen ovat selektiivistä korroosiota. Rakenne säilyttää muotonsa, mutta menettää ajan mittaan lujuutensa ja tiiviytensä.

Korroosion aiheuttamat haitat riippuvat mm. korroosion nopeudesta ja syntyvien reaktiotuotteiden ominaisuuksista. Korroosiotuotteet voivat olla tiiviitä ja pinnassa kiinni pysyviä, jolloin ne voivat estää tai ainakin hidastaa korroosion etenemistä. Passivoituvia metalliseoksia ovat esimerkiksi ruostumattomat ja haponkestävät teräkset, kupari ja sen seokset sekä alumiini ja titaani. Niillä metallin pinnalle muodostuu tiivis oksidikerros eli passiivikalvo.

Teräs- ja valurautaputkiin ei muodostu vastaavaa passiivikalvoa, joten jos niitä käytetään jakeluverkostoissa, ne käytännössä nykyisin aina pinnoitetaan. Käytössä on kuitenkin edelleen merkittäviä määriä pinnoittamattomia teräs- ja valurautaputkia. Pinnoitetuissa putkissa ehjät ja riittävän paksut pinnoitteet suojaavat metallia vuorovaikutukselta veden kanssa. Metallia joutuu kosketuksiin veden kanssa vai pinnoitteen mahdollisissa vauriokohdissa.

Uusiomateriaalin läpi suodautuneen veden pH vaikuttaa merkittävästi korroosioriskiin. Passiivialueet, joilla korroosio pysähtyy:

- Seostamatta rautametallit pH yli 10
- Sinkki pH 7-13
- Seostamaton alumiini pH 4-8

Liite 2 Vaikutukset betoniin

Betonin säilyvyyteen maaperässä oleellisesti vaikuttavia kemiallisia tekijöitä katsotaan yleensä olevan viisi:

- 1) happamuus (pH),
- 2) sulfaatti,
- 3) magnesium,
- 4) ammonium ja
- 5) aggressiivinen hiilidioksidi.

Betoninormeissa (taulukko 1) ympäristö on jaettu rasitusluokkiin edellä mainittujen viiden tekijän pitoisuuksien perusteella. Lisäksi merkittävä tekijä on kloridi, joka aiheuttaa betoniterästen korroosiota.

Betonin korkea alkalisuus suojaa terästä tehokkaasti korroosiolta. Betoniterästen korroosio voi käynnistyä, jos terästä suojaava betoni pääsee karbonatisoitumaan eli neutraloitumaan tai jos betoniin pääsee haitallisessa määrin klorideja. Karbonatisoitumisessa ilman hiilidioksidi reagoi betonin emäksisten yhdisteiden kanssa niin, että reaktiotuotteena syntyy neutraalia kalsiumkarbonaattia. Reaktiot etenevät betonin pinnasta alkaen hitaasti syvemmälle betoniin. Betonin karbonatisoitumisnopeuden ratkaisee sen tiiviys, eli käytännössä vesisementtisuhde. Myös betonin kosteusrasituksella on vaikutusta. Märkä betoni karbonatisoituu paljon hitaammin kuin kuiva.

Taulukko 1 Luonnon maaperän ja pohjaveden aiheuttaman kemiallisen rasituksen rasitusluokkien raja-arvot (Väylävirasto 2023; Betoninormit by 65, Suomen Betoniyhdistys 2021)

Kemiallinen ominaisuus	Koemenetelmä	XA1	XA2	XA3
Pohjavesi				
SO ₄ ²⁻ mg/l	SFS-EN 196-2	≥ 200 ja ≤ 600	> 600 ja ≤ 3000	> 3000 ja ≤ 6000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 ja ≥ 5,5	< 5,5 ja ≥ 4,5	< 4,5 ja ≥ 4,0
CO ₂ mg/l aggressiivinen	SFS-EN 13577	≥ 15 ja ≤ 40	> 40 ja ≤ 100	> 100 kyllästymiseen asti
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1	≥ 15 ja ≤ 30	> 30 ja ≤ 60	> 60 ja ≤ 100
Mg ²⁺ mg/l	SFS-EN ISO 7980	≥ 300 ja ≤ 1000	> 1000 ja ≤ 3000	> 3000 kyllästymiseen asti
Maaperä				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^a kokonaismäärä	SFS-EN 196-2 ^b	≥ 2000 ja ≤ 3000 ^c	> 3000 ^a ja ≤ 12000	>12000 ja ≤ 24000
Happamuus Baumann-Guillyn mukaisesti ml/kg	SFS-EN 16502	> 200	Ei esiinny käytännössä	

^a Savimaat, joiden läpäisevyys on pienempi kuin 10⁻¹ m/s, voidaan luokitella alempaan luokkaan.

^b Testausmenetelmän periaate on uuttaa SO₄²⁻ suolahapolla. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää vesiuuttoa, jos betonin käyttöpaikalla on siitä kokemusta.

^c Raja-arvo 3000 mg/kg lasketaan arvoon 2000 mg/kg, jos betonin toistuva kuivuminen ja kastuminen tai kapillaarinen kastuminen saattavat aiheuttaa betoniin sulfaatti-ionien kasaantumisriskin.



Liite 3 Vaikutukset muoveihin

Muovien ominaisuudet heikkenevät erilaisten turmeltumismekanismien seurauksena. Muovin raaka-aineista riippuu, mikä turmeltumisilmiö on sille merkittävin. Muovien turmeltumisilmiöt voidaan luokitella esimerkiksi seuraavasti (Schweitzer, 2000):

- fysikaalinen hajoaminen (syynä absorptio, läpäisy, liuotin ym.),
- hapettuminen (tapahtuu kaikissa polymeerissä, polyolefiinien eli polyetyleenin ja polypropyleenin päävaurioitumismekanismi kaikissa olosuhteissa),
- hydrolyysi (päävaurioitumismekanismi polyestereillä ja polyamideilla),
- ultraviolettisäteily (kohdistuu vain peittämättömiin rakenteisiin),
- lämpöhajoaminen (de- ja repolymerisaatio) tai
- edellisten yhdistelmät.

Maahan asennettavien rakenteiden osalta UV-säteily on merkityksellistä vain ennen asennusta ja peittämistä. Virheellinen säilytys voi aiheuttaa vaurioita.

Muovien ja kumien läpi voi diffundoitua haitallisia aineita putken sisään ja veteen. Muovien ja kumien läpi diffundoituvat aineet vaikuttavat myös niiden ominaisuuksiin.

Polymeerien vanheneminen voi aiheuttaa muutoksia muovin kemiallisessa reaktiivisuudessa, värinmuutoksia, lujuuden heikkenemistä, pehmenemistä, kovettumista, haurastumista, muutoksia liukoisuusominaisuuksiin sekä lisäaineiden poistumista (migratoitumista) muovista. Muovien ja kumien säilyvyyttä ja muita haluttuja ominaisuuksia parannetaan käyttämällä erilaisia lisäaineita kuten stabilaattoreita ja antioksidantteja. Nämä lisäaineet voivat ajan kuluessa kulua hapen kanssa reagoidessaan ja liueta ympäristöön, käyttökohteen olosuhteista ja lämpötilasta riippuen. Lisäaineiden liukeneminen on yleensä voimakasta käytön alkuvaiheessa ja heikentyy tai loppuu kokonaan ajan myötä.

Muovituotteiden turmeltumismekanismiin vaikuttaa muovin raaka-aine. Esimerkiksi polyeteenillä merkittävien vanhenemismekanismi on hapettuminen. Hapettuminen tapahtuu aluksi hitaasti. Reaktio kiihtyy, kun sitä hidastavat lisäaineet on kulutettu, ja lopulta taas hidastuu. Synteettisten materiaalien rajakäyttötilana käytetään yleisesti tietyn mitoitus-ominaisuuden puoliintumista, esimerkiksi vetolujuuden puoliintuminen. On kuitenkin huomattava, että puoliintumisajan kuluttuakin tuote edelleen on olemassa ja voi toimia, vaikkakin heikentyneet ominaisuudet takaavat alemman varmuustason kuin suunnitteluarvot.

Mitä korkeampi lämpötila, sitä nopeammin hajoaminen tapahtuu mekanismista riippumatta. Hapettuminen on maakerroksilla peitettyssä rakenteessa erittäin hidasta verrattuna paljaana oleviin rakenteisiin, koska hapen saanti on rajoitettua ja maakerrokset suojaavat kalvoa UV-säteilyltä ja korkeilta lämpötiloilta.

Kemiallinen yhteensopivuus

Kemian alan yritykset ja toimialajärjestöt ylläpitävät tietokantoja, joissa on tietoa eri materiaalien kemiallisesta yhteensopivuudesta (*Chemical Compatibility*) ja kemiallisesta kestävydestä. Tiedot esitetään usein taulukkomuodossa. Taulukot antavat yleiskuvan siitä, miten materiaalit reagoivat altistuessaan eri kemikaaleille. Niissä luokitellaan materiaalit tyypillisesti joko "kestäviksi" tai "ei kestäviksi". Esimerkki: Plastics international, [Chemical Resistance Chart](#).



Yhteensopivuustietokannat ovat erityisen tärkeitä, kun valitaan polymeereja ja muita materiaaleja tiettyihin sovelluksiin. Kemiallinen yhteensopivuus on tärkeää myös, kun valitaan kahden tai useamman eri kemikaalien välillä, joilla on samanlaisia käyttötarkoituksia.

Alku- ja pitkäaikaistestausta käytetään arvioimaan, miten materiaalit reagoivat kemikaaleihin. Testauksessa materiaali altistetaan eri kemikaaleille kontrolloiduissa olosuhteissa ja tarkkaillaan muutoksia, kuten lujuuden, joustavuuden, värin ja painon muuttumista. Tämä auttaa määrittämään materiaalin vastustuskyvyn kemikaaleja vastaan. Käytännön kokemukset ja tapaustutkimukset auttavat osoittamaan, miten kemikaalit vaikuttavat erilaisiin materiaaleihin. Kemiallista käyttäytymistä ja materiaalien vastustuskyky voidaan analysoida tutkimalla materiaalien molekyyliarakennetta ja sidoksia. Oleellista on ymmärtää materiaalien kemiallinen käyttäytyminen, kuten niiden vuorovaikutus happojen, emästen ja muiden kemikaalien kanssa.

Kemialliseen yhteensopivuuteen vaikuttavat oleellisesti

- Lämpötila
- Altistusaika
- Mekaaniset jännitykset
- Kemiallinen pitoisuus



Liite 4 Vaikutukset liitosten tiivistemateriaaleihin

Uusiomateriaalien vaikutuksia putkiliitosten tiivistemateriaaleihin on kuvattu oppaassa *Tekniset verkostot uusiomaarakenteissa*. Tiivistemateriaalien testauksesta ei ole oppaan kirjoitushetkellä ollut riittävästi tietoa. Oppaassa on käsitelty EPDM (synteettinen kumi) ja NBR-tiivistemateriaalit, joista on mainittu niiden mahdollisesti soveltuvat oppaassa käsiteltyjen UUMA-materiaalien kanssa.

EPDM (*Ethylene Propylene Diene Monomer*) on tunnettu erinomaisesta sään-, UV-säteilyn- ja otsonikesävydestään sekä hyvästä lämmön- ja kemikaalienkestävyydestään. EPDM-tiivisteitä käytetään laajasti monenlaisissa sovelluksissa, kuten autoteollisuudessa, rakennusteollisuudessa sekä LVI-alalla vesijohtojen ja ilmastointijärjestelmien tiivistysmateriaalina.

NBR (*Nitrile Butadiene Rubber*) on synteettinen kumi ja se tunnetaan hyvästä öljyn-, polttoaineen- ja kemikaalienkestävyydestään. NBR-tiivisteitä käytetään erityisesti sovelluksissa, joissa tarvitaan vastustuskykyä öljyille ja rasvoille, kuten erilaisissa polttoainejärjestelmissä, öljyputkistoissa, mekaanisissa tiivisteissä ja muissa teollisissa sovelluksissa, missä joudutaan olemaan tekemisissä öljypohjaisten nesteiden kanssa.

Uusiomateriaalien vaikutuksia eri tiivistemateriaaleihin voidaan tutkia erilaisilla testi- ja tutkimusmenetelmillä, joissa tiivistemateriaaleja altistetaan UUMA-materiaalille rakentamista vastaavissa olosuhteissa ennalta määrätty aika, jonka jälkeen analysoidaan niiden fysikaaliset ja kemialliset muutokset. Käyttämistä voidaan arvioida visuaalisesti, mittauksin tai vertaamalla testattuja näytteitä kontrollinäytteisiin. Tulosten perusteella voidaan tehdä päätelmiä siitä, kuinka hyvin tiivistemateriaali soveltuu käytettäväksi tiettyjen uusiomateriaalien kanssa.

Kemiallisen yhteensopivuuden testauksessa altistetaan tiivistemateriaali uusiomateriaaleille, jonka yhteensopivuudesta halutaan lisätietoa. Mittaukset voivat keskittyä tiivistemateriaalin turvotukseen, kovuuden muutoksiin, massan tai tilavuuden muutoksiin tai halkeamien ja hajoamisen havainnointiin testijakson jälkeen. Mekaanisilla testeillä selvitetään, miten uusiomateriaalin vaikutus voi muuttaa tiivistemateriaalin mekaanisia ominaisuuksia, kuten vetolujuutta ja venymää. Ikääntymistesteillä altistetaan tiivistemateriaali uusiomateriaalin vaikutuksen alaisena olosuhteille, jotka jäljittelevät pitkäaikaista altistusta lämpötilalle, kosteudelle, UV-säteilylle ja kemikaaleille, jotta nähdään, miten materiaali käyttäytyy elinkaarensa aikana.



Liite 5 Vaikutukset muihin rakennusosiin

UUMA-materiaalin vaikutuksia muihin rakennusosiin, kuten suodatinkankaisiin ja geolujitteisiin sekä kivuvaturakenteisiin voidaan testata vastaavasti kuin luonnonkiviaineksia käytettäessä. Lisäksi tulee huomioida kemiallisen rasituksen testaus, koska UUMA-materiaalit poikkeavat luonnon kiviaineksista etenkin kemiallisilta ominaisuuksiltaan. Mekaanisia ominaisuuksia voidaan verrata tavanomaisesti käytettävään kalliomurskeeseen ja määrittää, onko UUMA-materiaalin vaikutus positiivinen, neutraali tai negatiivinen.

CE-merkittyjen geosyntetttisten tuotteiden suoritustasoilmoituksessa ilmoitetaan tuotteen säilyvyys. Säilyvyys tutkitaan tuotestandardien liitteen B mukaisesti. Liitteessä B on kuvattu eri polymeerityypeille oleelliset säilyvyystestit, joissa materiaali usein altistetaan korkeassa lämpötilassa ja/tai paineessa tietylle turmeltumistekijälle tai –prosessille, ja mitataan miten paljon tietty indeksiominaisuus, kuten vetolujuus muuttuu. Altistusaika on sitä pidempi, mitä pidempää käyttöikää tavoitellaan. Tyypillisesti luvataan tietty käyttöikä *“in natural soils with a pH between 4 and 9 (determined in accordance with ISO 10390), and in a soil with temperature ≤ 25 °C”*. Mikäli käyttöolosuhteet poikkeavat suoritustasoilmoituksessa esitetystä, on pitkäaikaissäilyvyys arvioitava erikseen.

Suodatinkankaista ja geolujitteista on paljon tutkittua tietoa, jonka perusteella on suunnitteluohjeisiin koottu tietoa niiden kestävydestä erilaisissa rasitusympäristöissä. Kirjallisuustietoa voidaan käyttää arvioinnin perusteena. Kirjallisuuslähteenä voidaan käyttää mm. Liikenneviraston ohjetta 2/2012 *Geolujitetut maarakenteet* esim. luvussa 2.3.7 *Ympäristötekijöiden vaikutus kestävyys* esitettyjä periaatteita.



Liite 6 Standardit, CE-merkintä ja rakennustuoteasetus

Standardointi on yhteisten toimintatapojen, hyvien käytäntöjen, ratkaisujen ja vaatimusten laatimista. Standardit ovat kuvauksia yhteisesti sovitusta menettelytavasta toistuvaa toimintaa varten. Standardi on kirjallinen julkaisu ja standardisoinnista huolehtivan viranomaisen, järjestön tai muun tunnustetun elimen hyväksymä. Suomessa standardoinnista vastaa Suomen Standardisoimisliitto SFS ry ja 9 toimialayhteisöä. Merkintä SFS standardin nimessä osoittaa, että standardi on vahvistettu Suomessa. Eurooppalaisen standardisoimisjärjestön CENin julkaisemat harmonisoidut standardit on merkitty SFS-EN. Muita merkittäviä standardointijärjestöjä ovat kansainvälinen ISO, saksalainen DIN ja amerikkalainen ASTM. Mittaus-, testaus-, analyysi- ja työmenetelmiä käsittelevät standardit kuuluvat menetelmästandardien ryhmään.

Tuotteiden kelpoisuus voidaan osoittaa CE-merkinnällä tai kansallisilla tuotehyväksyntämenettelyillä (tyyppihyväksyntä, varmennustodistus, valmistuksen laadunvalvonta ja rakennuspaikkakohtainen selvitys) Rakennustuote on CE-merkittävä, jos se kuuluu harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan. Harmonisoiduissa tuotestandardeissa on määriteltä CE-merkintää varten tutkittavat ominaisuudet ja testaamisessa käytettävät testausmenetelmät ja -tiheydet. CE-merkintä tarkoittaa eurooppalaista vaatimustenmukaisuusmerkintää ja siinä ilmoitetaan tuotteen oleelliset ominaisuudet yhdessä sovitulla, yhdenmukaisella tavalla. Rakennustuotteen CE-merkintä ei takaa tuotteen kelpoisuutta tai laatua.

Rakennustuoteasetus ei erottele tai poissulje raaka-ainelähteitä, joten myös uusiomateriaaleja voidaan CE-merkitä. Standardit tai niiden viitestandardit saattavat kuitenkin asettaa rajoituksia jäteraaka-aineiden käytölle. Standardisointikomitea CEN TC 341 valmistelee geoteknistä tutkimusta ja koestamista koskevia standardeja SFS-EN 14688 ja SFS-EN 17892 sekä jätteiden karakterisointiin liittyviä standardeja.

Standardien soveltamisalan määrittelyssä kuvataan, mitä tuotteita tai rakenteita standardi käsittelee. Kiviainekselle on asetettu eri käyttökohteissa erilaisia laatuvaatimuksia, joita säädellään EU-tason tuotestandardeissa ja kansallisissa määräyksissä. Maarakenteiden CE-merkinnässä sovelletaan yleensä tuotestandardia SFS-EN 13242 Maa- ja vesirakentamisessa ja tienrakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset. Kansallinen soveltamisstandardi on SFS 7005 Sitomattomiin ja hydraulisesti sidottuihin materiaaleihin käytettäviltä kiviaineksilta talonrakentamisessa, maa- ja vesirakentamisessa ja tierakenteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot. Tavanomaisissa käyttökohteissa riittää valmistajan oma laadunvalvonta, eikä kolmannen osapuolen tarvitse varmentaa ominaisuuksia (AVCP-luokka 4). Betoni- ja asfalttikiviainekselle ja raidesevelille on omat tuotestandardinsa, ja niiden laadun osoittaminen edellyttää kolmannen osapuolen testausta. Ilmoitetut laitokset ovat jäsenvaltioiden päteväksi toteamia laitoksia, jotka on valtuutettu suorittamaan CE-merkinnän edellyttämiä testauksia. Suomessa on käytössä seuraavia testausstandardeja kiviaineksien ominaisuuksien selvittämiseen:

- SFS-EN 932 Kiviainesten yleisten ominaisuuksien testaus
- SFS-EN 933 Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus
- SFS-EN 1097 Kiviainesten mekaanisten- ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus
- SFS-EN 1744 Kiviainesten kemiallisten ominaisuuksien testaus
- SFS-EN 1367 Kiviainesten lämpö- ja rapautumisominaisuuksien testaus

Kivi- tai maa-ainekselle kehitettyjen testausstandardien soveltuvuutta UUMA-materiaaleille on tutkittu standardiselvityksessä (<https://uusiomaarakentaminen.fi/wp-content/uploads/sites/5/2023/10/Selvitys-joidenkin-UUMA-materiaalien-tekni-sen-kelpoisuuden-arviointiin...pdf>). Soveltuvuutta voi rajoittaa UUMA-materiaalin maa- ja kiviaineksesta poikkeava käyttäytyminen tai raekoko. Toisaalta UUMA-materiaaleilla voi olla sellaisia oleellisia ominaisuuksia, joita ei kivi- tai maa-aineksilla ole. Oman haasteensa tutkimuksiin tuovat eräissä standardeissa esitetyt erittäin pienet näytemäärät tai testauksen kohdentaminen tiettyyn kapeaan fraktioon, jolloin mahdollinen ominaisuuksien vaihtelu eri fraktioissa jää huomioimatta. Lisäksi joidenkin uusiomateriaalin kohdalla Laboratoriotestauksessa on huomioitava materiaalin kemialliset sidokset, kidevesi tai materiaalin reagointi veden kanssa.



Liite 7 Näytteenotto

Näytteenoton aikana, oli kyseessä sitten kasa tai jatkuva tuotevirta, on tärkeää noudattaa systemaattista otantatapaa. Tällä taataan luotettava ja kattava kuva koko materiaalierän laadusta. Näytteenotto dokumentoidaan huolellisesti kirjaten esim. näytteenottopisteet, ajankohdat, otantamenetelmät ja -välineet sekä näytteeseen mahdollisesti vaikuttaneet olosuhteet. Näytteenoton lisäksi näytteiden esikäsittely ja varastointi dokumentoidaan. Minkään käsittelyvaiheen ei tule muuttaa tai esim. laimentaa näytteitä, vaan tutkittavien materiaalien tulisi vastata rakennushankkeissa käytettäviä materiaaleja. Ensisijaisesti on parempi tutkia materiaalia, joka on valmiina toimitettavaksi työmaalle, jolloin ominaisuudet vastaavat parhaiten rakennushankkeiden materiaalia.

Näytteenoton huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella varmistetaan, että UUMA-materiaalien laadunvalvonta ja siihen liittyvät tutkimukset perustuvat luotettavaan ja toistettavissa olevaan aineistoon. Tämä mahdollistaa johdonmukaisen laadun seurannan sekä materiaalien kestävä ja turvallisen käytön rakennusprojekteissa. Näytteenottoa ohjeistavia standardeja ovat mm.:

- EN 14899 Characterization of waste - Sampling of waste materials - Framework for the preparation and application of a Sampling Plan,
- CEN/TR 15310-1, Characterization of waste – Sampling of waste materials – Part 1: Guidance on selection and application of criteria for sampling under various conditions,
- CEN/TR 15310-2, Characterization of waste – Sampling of waste materials – Part 2: Guidance on sampling techniques,
- CEN/TR 15310-3, Characterization of waste – Sampling of waste materials – Part 3: Guidance on procedures for sub-sampling in the field,
- CEN/TR 15310-4, Characterization of waste – Sampling of waste materials – Part 4: Guidance on procedures for sample packaging, storage, preservation, transport and delivery,
- CEN/TR 15310-5, Characterization of waste – Sampling of waste materials – Part 5: Guidance on the process of defining the Sampling Plan.



UUMA

Liite 8 Tutkimusmenetelmät, taulukko

Sarake: 1 Tekninen kelpoisuus (esim. InfraRYL 18330 Lop
2 Betoninurskeen luokittelu (esim. SFS 5884)
3 CE-merkintä EN 13242
4 Ympäristökelpoisuus MAA
5 Jäteluokitus
6 Metallien korroosioympäristö
(mm. vo 14/2023, liite 5)
7 Betonin turmeltuminen (Betoninormit BY65 2021)
8 Uuttoliuostutkimukset
9 Vaikutukset muoviin
10 Läpäisyriski
11 Kemiallinen yhteensopivuus
12 Kerroksen aukkaavuus
13 Työturvallisuus

Ominaisuus	Ominaisuuksien osoittaminen					Vaikutukset teknisiin verkostoihin						Muut		Testausmenetelmä
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Osa-ainesten luokittelu (materiaalijakauma, epäpuhtaudet)	x	x		x									x	SFS-EN 933-11
Rakeisuus ja D_{max}	x	x	x			x								SFS-EN 933-1, SFS-EN 17892-4
Hienoainespitoisuus	x	x				x								SFS-EN 933-1, SFS-EN 17892-4
Hehkutushäviö (orgaanisen aineksen määrä)	x				x	x								SFS-EN 17685-1, ISO 10694, SFS-EN 15935, SFS-EN 15936 SFS-EN 15169
pH					x	x	x	x					x	ISO 4316, SFS-EN ISO 10390 Uuttoliuksesta SFS-EN ISO 10523, SFS 3021
Sähkönjohtavuus							x		x					ISO 11265:1994/Cor 1:1996 Uuttoliuksesta SFS-EN 27688
Kokonaisrikkipitoisuus							x							EN 1744-1 SFS-EN ISO 11885, EN 14582, ISO 15178
Vesiliukoisten sulfaattien määrä								x						EN 1744-1
Sulfaattipitoisuus					x		x	x	x					SFS-EN 196-2, (ISO 11048, kiviainekselle, SFS-EN 1744-1), Uuttoliuksesta SFS-EN ISO 10304-1 määrittäminen ionikromatografialla.
Kloridipitoisuus				x			x		x					vesiuutto SFS-3006, kiviaines SFS-EN 1744-1, SFS-EN 1744-5, Uuttoliuksesta SFS 3002 titraus Mohrin menetelmällä tai SFS 3006 Potentiometrinen titraus tai SFS-EN ISO 10304-1 määrittäminen ionikromatografialla.
Alkaliiteetti (alkaliniteetti) eli puskurikyky								x	x					SFS 3005 potentiometrinen titraus, SFS-EN ISO 9963-1
Hapon neutralointikapasiteetti ANC					x									CEN/TS 15364, CEN/TS 14429, CEN/TS 14497
Kalsiumpitoisuus								x	x					Uuttoliuksesta SFS-EN ISO 7980 Atomiabsorptiospektrometrinen menetelmä tai SFS 3001 titrimetrinen menetelmä tai SFS 3018 määrittäminen atomiabsorptiospektrometrisesti liekinmenetelmällä tai SFS-EN ISO 14911 määrittäminen ionikromatografialla
Aggressiivinen hiilidioksidi								x						SFS-EN 13577
Ammoniumpitoisuus								x	x					ISO 7150-1
Magnesiumpitoisuus								x	x					SFS-EN ISO 7980, SFS 3018
Happamuus Baumann-Gullyn mukaisesti								x						SFS-EN 16502
Liuenneet orgaaninen hiili DOC				x	x									CEN/TS 14429 tai CEN/TS 14997
Orgaanisen hiilen kokonaismäärä TOC				x	x									SFS-EN 13137
Öljyhiilivety-yhdisteet				x	x				x	x			x	SFS-EN 14039
PAH-yhdisteet				x	x				x				x	SFS-EN 15527 tai standardi SFS-ISO 18287
PCB-yhdisteet				x	x				x				x	SFS-EN 15308
Fenoliset yhdisteet (fenoli-indeksi)				x	x					x			x	ISO/TS 17182:2014, standardin ISO 13907, standardin SFS-EN ISO 18857 tai standardin SFS-EN 12673
BTEX-yhdisteet				x	x				x	x			x	SFS-EN ISO 22155 tai SFS-EN ISO 15009
Haitta-ainesten luokitus:		x		x	x									CEN/TS 14405, SFS-EN 12457-3, SFS-EN 12506, SFS-EN 13370, SFS-EN 16192
Liukokset metallit: Sb, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Se, Zn, V ja Hg				x	x								x	SFS-EN 15126
Sulfaattipitoisuus				x	x	x	x	x	x			x	x	SFS-EN 196-2, (ISO 11048, kiviainekselle, SFS-EN 1744-1), Uuttoliuksesta SFS-EN ISO 10304-1 määrittäminen ionikromatografialla.
Kloridipitoisuus				x	x	x		x				x	x	vesiuutto SFS-3006, kiviaines SFS-EN 1744-1, SFS-EN 1744-5, Uuttoliuksesta SFS 3002 titraus Mohrin menetelmällä tai SFS 3006 Potentiometrinen titraus tai SFS-EN ISO 10304-1 määrittäminen ionikromatografialla.
Fluoridit				x	x								x	
Liuenneiden aineiden kokonaismäärä TDS					x									
Kiintotiheys	x												x	EN 1097-6:2000 kohtien 7, 8 tai 9 mukaisesti kiviaineksen raakoista tilppujen
E-moduuli	x	x											x	
Routivuus	x	x											x	