Terästuotteiden laadunvarmistus kehittyy

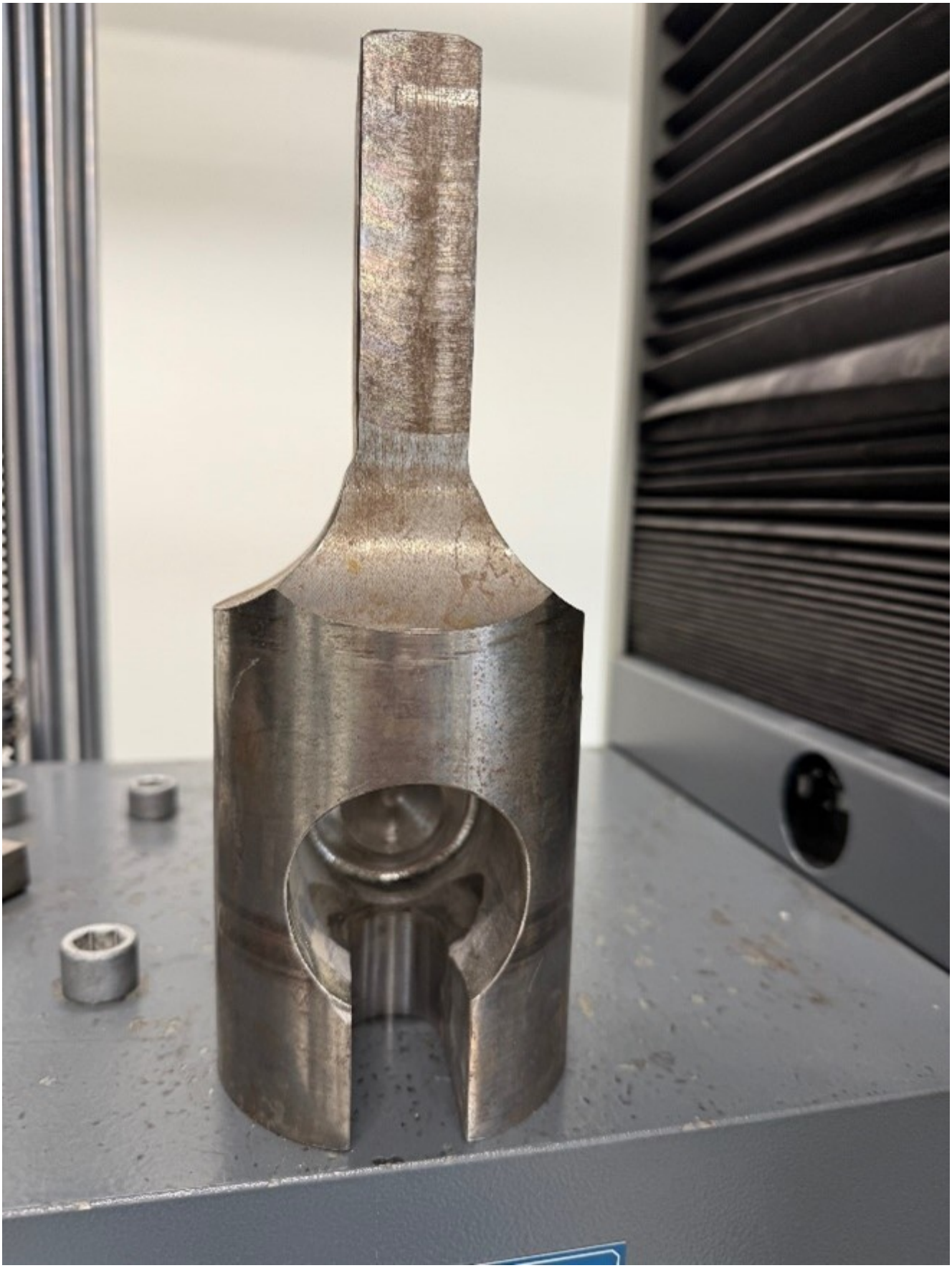
12.11.2025

Eteläpohjanmaan alueella on monenlaista metalliteollisuutta. Näitä tuotteita joudutaan kehittämään lisää ja vakituotannossa olevien tuotteiden laatua tulee voida valvoa säännöllisillä laadunvalvontakokeilla. Tämä erityisesti silloin, kun kyseessä ovat hitsiliitokset, joiden tuotannossa on tärkeää, että käytettävät hitsausarvot ovat oikeat ja tasalaatuiset. Liian pienellä tai suurella hitsausenergialla valmistettu hitsi murtuu yllättävällä tavalla joko liitettävän osan irrotessa, kun perusaine ei ole sulanut riittävästi tai, kun perusaine pettää kuumahaurauden vuoksi. Molemmissa tapauksissa rakenne voi pettää selvästi mitoitustaan vastaavia voimia pienemmillä voimilla ja aiheuttaa vaaratilanteita.

Kuva 1. a) Liian alhaisella virralla hitsattu kylmä liitos, b) Liian suurella virralla hitsattu kuumahauras liitos, c) Sopivalla virralla hitsattu liitos, katkeaa vedossa selvästi yksinomaan perusaineen puolelta (kuva: Jorma Tuomisto, 2025).

Kiinnityslevytestien perusperiaatteet ja levyjen kiinnitys testin aikana

Eräitä tällaisia tuotteita ovat betonielementteihin kiinni valettavat teräksiset kiinnityslevyt. Niitä valmistaa eräs eteläpohjalainen metallialan yritys. Näiden tuotteiden laatua valvotaan perinteisillä vetokokeilla, joista voidaan määrittää tuotteiden murtolujuus ja varta vasten kehitetyllä tuotteen kiinnitystappien iskukokeella. Oman haasteensa näissä testeissä asettavat kuitenkin tuotteen kiinnittäminen kumpaankin testilaitteeseen.

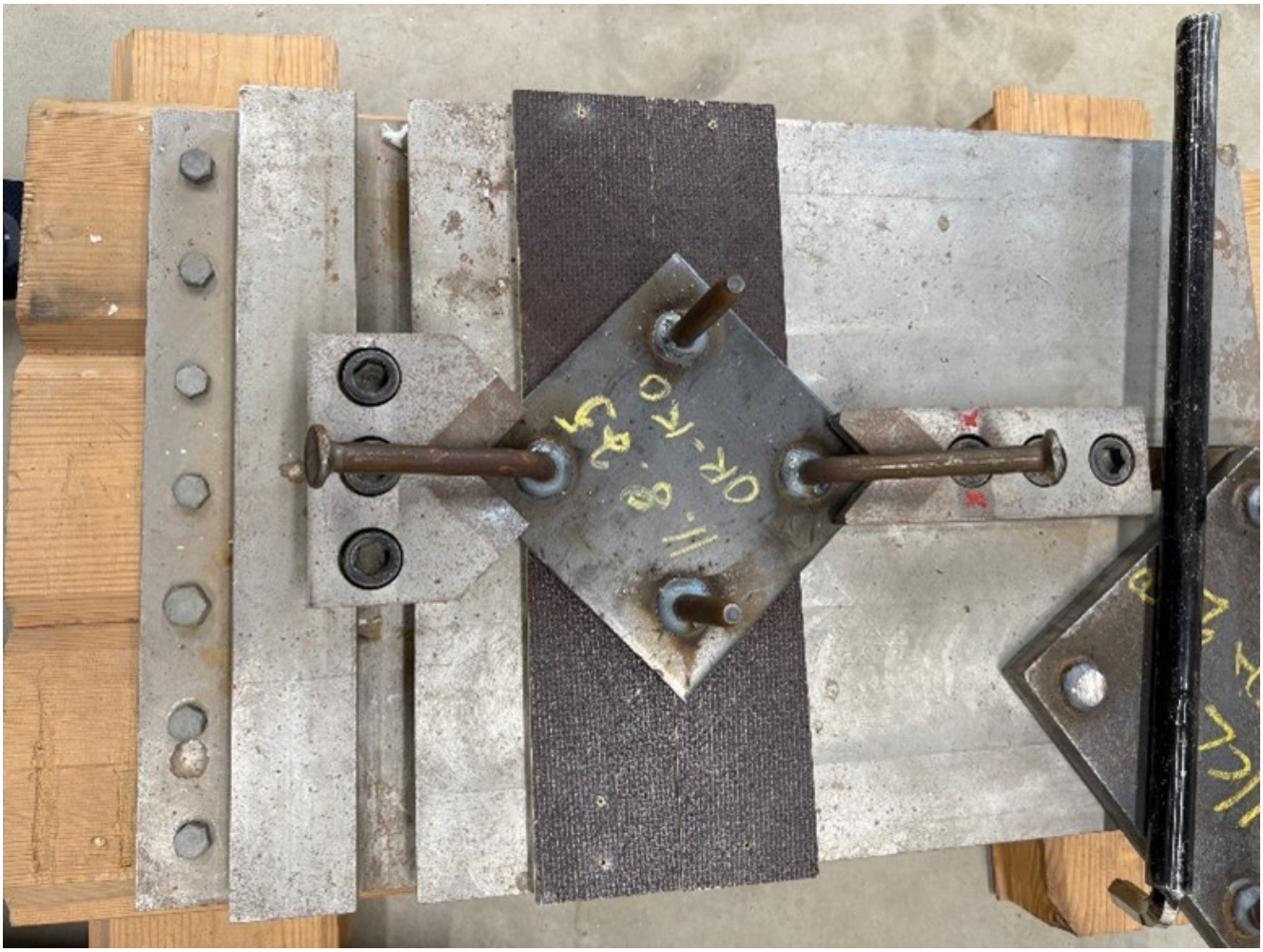


Kuva 2. Kiinnityslevyn tyssätty tappi kiinnitetään tämän apuvälineen alapäähän. Apuvälineen yläpää kiinnitetään vetokoneen leukojen väliin (kuva: Jorma Tuomisto, 2025).

Kuva 3. Kiinnityslevyn levyn puoleinen (ala)pää kiinnitetään testissä tällaiseen apuvälineeseen. Apuvälineen alapää kiinnitetään vetokojeen leukojen väliin (kuva: Jorma Tuomisto, 2025).

Jos teräkselle tehdään standardin mukainen vetokoe, niin metallista valmistetaan tietyn muotoinen litteä tai pyöreä, keskeltä ohennettu vetosauva. Näihin vetokoesauvoihin tartutaan vetokoneessa yleensä

vakiovarusteena olevilla leuoilla, joihin on kiinnitetty kitkapalat joko litteille tai pyöreille sauvoille. Kun testattavana on valmis tuote eikä pelkkä materiaali, tuotteeseen tarttuminen pitää tehdä tuotteen muodon ehdoilla. Tämän ongelman selättämiseksi testauskoneeseen täytyy teettää varta vasten kullekin tuotteelle sopivat tartuntaelimet, joilla koneen vetovoima välitetään tuotteelle. Tällaiset tartuntaelimet on aikanaan SEAMKille teetetty SEDU:n metalliosaston opiskelijatyönä ja osin erään paikallisen metalliyrityksen toimesta, ja tässä niitä päästiin hyödyntämään. Vastaavasti kokonaiselle tuotteelle tehty iskukoe edellyttää tuotteen kiinnittämistä erittäin jämäkästi testissä käytettävään iskualustaan. Eri kokoisille tuotteille joustavasti säädettävä kiinnitysalusta on kehitetty jo aiemmin tätä tehtävää varten SEDU:n toimesta SEAMKin piirustusten mukaisesti.



Kuva 4. Jiki tartuntalevyjen tappien iskukoetta varten. Testissä lyödään tappia lekalla, kunnes tappi on taipunut 30°:n kulmaan levyn tasosta. Hitsin tulee kestää se murtumatta (kuva: Jorma Tuomisto, 2025).

Kuva 5. Harjateräksistä valmistetun kiinnityslevyn testi tehtynä (kuva: Jorma Tuomisto, 2025).

Vetokoelaitteen digitalisointiin MaaRaksa-projektin puitteissa

MaaRaksa -projektin investointiosuudessa päästiin päivittämään SEAMKin vetokoelaite analogisella tekniikalla ohjatusta koneesta digitaalisesti ohjatuksi laitteeksi. Ohjauselektroniikan päivitys vaati myös laitetta ohjaavan ohjelmiston ja laitteen hydraulisten puristusleukojen päivittämisen vastaavaan sukupolveen. Tämän jälkeen päästiin suorittamaan entistä monipuolisempia ja tarkempia testejä. Näin määritettiin siis vetokoelaitteen avulla tuotteiden vetolujuus.

Tuotteiden teräksen venymäominaisuudet ovat tärkeitä

Teräksisten kiinnityslevyjen tartuntatappien toiminnan kannalta on kuitenkin tärkeää, että tuotteen riittävien lujuusominaisuuksien lisäksi tappien venymäominaisuudet ovat myös riittäviä. Venymäominaisuudet ovat tärkeitä useista syistä, jotka liittyvät betonielementtien käyttäytymiseen ja rakenteen turvallisuuteen. Kun betonielementteihin kohdistuu kuormituksia, jännitykset eivät jakaudu täysin tasaisesti kaikille tartuntatapeille. Hyvät venymäominaisuudet mahdollistavat sen, että ensin kuormittuvat tapit voivat venyä hieman ja siirtää kuormaa muille tapeille. Ilman riittävää venymäkykyä ensimmäisenä kuormittuvat tapit saattaisivat murtua äkillisesti.

Myös betonin taipumus paikalliseen halkeiluun on ominaisuus, joka tulee olla hyvin hallinnassa. Betoni halkeilee luonteensa mukaisesti kuormituksen ja kutistuman seurauksena. Tartuntatappien venymäkyky mahdollistaa pienten liikkeiden ja muodonmuutosten sietämisen ilman, että kiinnitys menettää kantokykyään. Hauras, venymätön teräs voisi murtua äkillisesti betonin haljetessa.

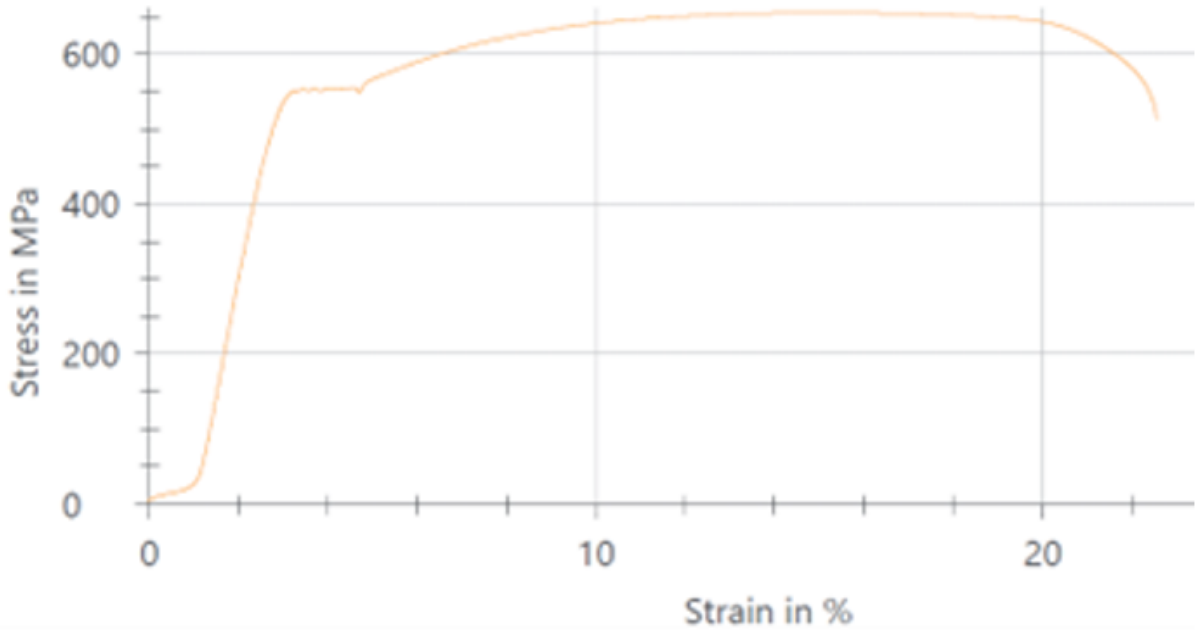
Sitkeä, hyvin venymää omaava teräs antaa varoitusmerkkejä ennen lopullista murtumaansa. Rakenne alkaa muuttua muodoltaan näkyvästi, mikä mahdollistaa vaurioiden havaitsemisen ja korjaustoimenpiteet. Hauras murtuma tapahtuisi ennalta arvaamatta ilman varoitusta, mikä muodostaisi merkittävän vaaratekijän.

Rakenteet altistuvat myös erilaisille lämpötilan vaihteluille, jotka aiheuttavat laajenemista ja supistumista. Venymäkyky auttaa sietämään näitä liikkeitä ilman vaurioita. Lisäksi käytännön rakentamisessa esiintyy aina pieniä mittapoikkeamia. Tartuntatappien venymäkyky auttaa kompensoimaan näitä toleransseja ja estää jännityshuippujen syntymisen. Yhteenvetona voidaan sanoa, että pelkkä lujuus ei riitä – tarvitaan myös sitkeyden tuomaa turvallisuutta ja muodonmuutoskyvyn tuomaa sopeutumiskykyä.

Venymän arvojen määrittäminen

Kuisman (2022) mukaan Kivivuori, Kotilainen ja Rantanen esittävät, että **tasavenymä (A_g)** on tärkein metallin sitkeyttä kuvaava vetosuure. Sillä tarkoitetaan sitä pysyvää venymää, joka koesauvassa on tapahtunut ennen paikallisen kuroutumisen alkamista. Sitä voidaan käyttää mittana muodonmuutoskykyä arvioitaessa, ja mitä

suurempi arvo on, sitä parempi on teräksen muovattavuus.



Kuva 6. Tasavenymä määritetään palautumattomana muodonmuutoksena siitä pisteestä, joka on jännitys-venymäkäyrän lakipisteenä. Siinä kohdalla olevasta venymän arvosta vähennetään kimmoista, palautuva osuus.

Kuisman (2022) mukaan Lepola & Makkonen esittävät, että sitkeys käsitteenä on materiaalin kykyä kestää rasitusta ilman säröilyä, sekä repeytymistä, vaikka materiaalia muovattaisiinkin. Sitkeyttä voidaan tutkia iskusitkeyskokeella, jossa koesauva isketään heilurivasaralla poikki. Iskusitkeyskokeessa koesauvan repeytymiseen tarvittava energiamäärä voidaan laskea. Koesauvat tulee olla määrätyssä lämpötilassa, sillä metallien sitkeysominaisuudet heikkenevät lämpötilan laskiessa. Sitkeys kuvaa lisäksi tutkittavan materiaalin käyttäytymistä, kun sitä rasitetaan murtumiseen asti.

Kuisman (2022) mukaan Björck esittää, että sitkeyttä voidaan arvioida murtumaan johtaneen jännityksen avulla tai murtumahetkellä vallinneen venymän avulla. Murtumissitkeys tarkoittaa kykyä vastustaa särön laajenemista. Haurasmurtuma tarkoittaa, että murtuma ilmenee ilman edeltävää plastista muodonmuutosta. Haurasmurtuma voi johtaa rakenteen äkilliseen murtumiseen ja se voi syntyä melko pienilläkin jännityksillä. Sitkeää murtumaa edeltää aina pysyvä muodonmuutos, jolloin se voidaan havaita ajoissa. Lujilla alumiiniseoksilla voi tapahtua epävakaa leikkausmurtuma, jota voidaan myös kutsua lohkomurtumaksi. Lohkomurtuma on nopeasta kehityksestä huolimatta sitkeä murtuma. Kappaleeseen syntyneet iskut tai pintakäsittely voivat vaikuttaa niin, että muuten sitkeästi käyttäytyvä materiaali käyttäytyykin hauraasti. Tavallisesti materiaalin lujuutta parantavat seikat alentavat sitkeysominaisuuksia. Materiaalin raekoon pienentäminen on keino, jolla saadaan parannettua sekä lujuutta, että sitkeyttä.

Jorma Tuomisto
TKI-asiantuntija, Digitaaliset ja älykkäät teknologiat
SEAMK

Kirjoittaja on tehnyt pitkän työuran SEAMKin rakennustekniikan laboratoriossa materiaalien ja rakenteiden testauksen parissa sekä opettanut mm näihin liittyviä laboratoriotöitä. Tällä hetkellä hän työskentelee SEAMKissa TKI-asiantuntijana rakentamiseen ja kiertotalouteen liittyen MaaRaksa-hankkeessa. Kiitän rahoituksesta Etelä-Pohjanmaan Liittoa ja Maaraksa-hanketta, joka on Euroopan unionin osarahoittama hanke.

Lähteet

Kuisma, M. (2022). *Erkautuskarkaisun optimointi.* [AMK-opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu]. Theseus. https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022112924856

Tuomisto, J. (2025). *Testitulosten raportit yhteistyöyritykselle* [julkaisematon]. SEAMK