Maanparannusaineet – Varmempi sato, vähemmän huuhtoumia?

Juuso Joona, agronomi, Tyynelän tila, Joutseno

RaHa-seminaari , Helsinki, 21.1.2013

Sisällys

- Maan rakenteen merkitys
- Maan parantamisen keinot
- Maanparannusaineet
- Eloperäiset maanparannusaineet
- Eloperäisen aineksen pysyvyys
- Kalkitus ja kalsium
- Kationinvaihtokapasiteetti ja emäskylläisyysaste
- Maanparannuskuidut
- Rakennekalkitus
- Kipsi
- Yhteenveto

Maan rakenteen merkitys 1/3

- Maan rakenne ja eloperäisen aineksen vähyys ovat satoa rajoittavia kasvutekijöitä useilla alueilla
- Tuotantopanosten käyttö, viljelytekniikka ja lajikkeet kehittyneet
- Useimpien viljelykasvien sato laskenut ja sadon vaihtelut kasvaneet viime vuosikymmeninä

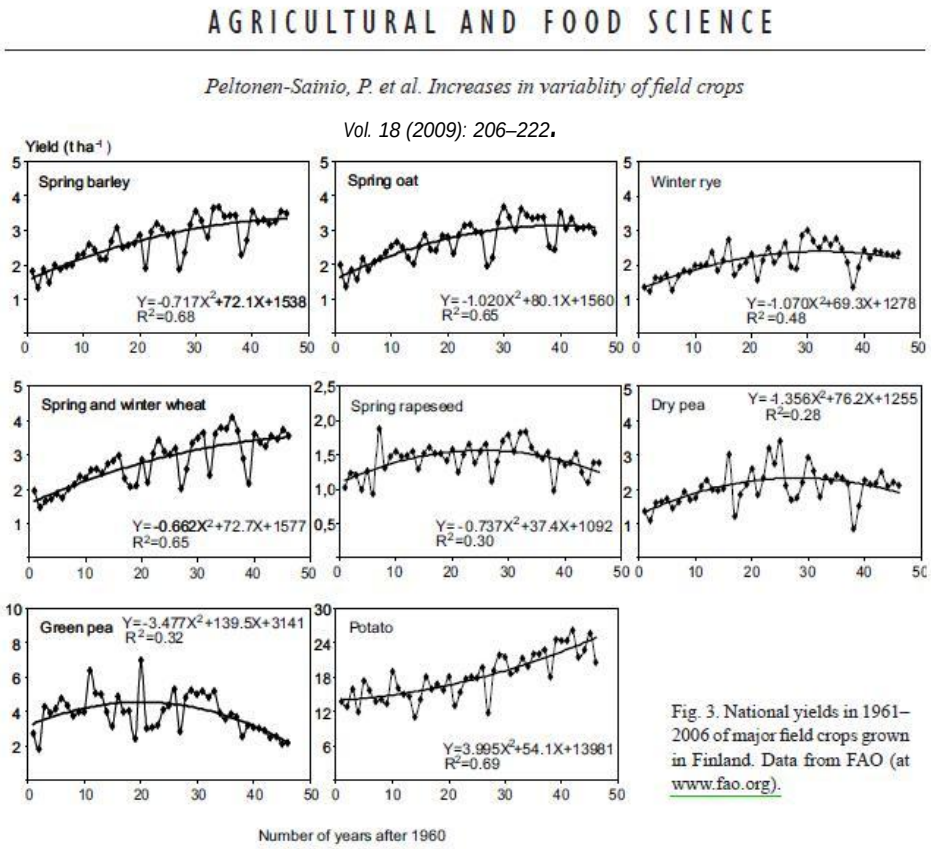


Fig. 3. National yields in 1961–2006 of major field crops grown in Finland. Data from FAO (at www.fao.org).

Maan rakenteen merkitys 2/3

- Hyvärakenteinen maa on mm. helposti muokkautuvaa, sisältää runsaasti pieneliöitä, toimii ravinnepankkina, läpäisee ja pidättää vettä hyvin eikä kuoretu ja liety
- Maan hyvä rakenne ehkäisee pintavaluntaa ja eroosiota
- Korkea kationinvaihtokapasiteetti ja emästasapaino pidättävät ravinteita

Maan rakenteen merkitys 3/3

- Hyvärakenteisella maalla on puskurikykyä ääreviä olosuhteita vastaan

Maan parantaminen - keinot

- Vesitaloudesta huolehtiminen ja tiivistämisen välttäminen
- Monipuolinen viljelykierto, viherlannoitusnurmet, aluskasvit
- Eloperäiset lannoite- ja maanparannusaineet
- Kalkitseminen
- Biologis-mekaaninen kuohkeutus

Maanparannusaineet

- Teho perustuu ensisijaisesti muuhun kuin ravinteisiin
  - Voivat kuitenkin sisältää ravinteita eloperäisessä muodossa
- Eloperäiset: lannat, kompostit, mädätysjäänteet, maanparannuskuidut, (biohiili)
- Epäorgaaniset: kalkit, tuhkat, kuonat, kipsi, mineraalit

Eloperäiset maanparannusaineet

- Maanparannuksen kannalta merkittäviä ominaisuuksia:
  - Hiili-typpi –suhde (C/N)
  - Vakaus, kypsyys
  - Orgaanisen hiilen määrä
  - Orgaanisen hiilen laatu

→ eloperäisen aineksen pysyvyys

- Maanparannusvaikutus kestää niin pitkään ennen kuin eloperäinen aines on hajonnut

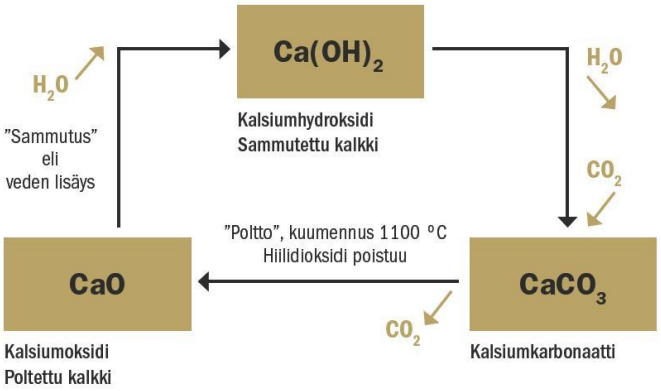
Eloperäisen aineksen pysyvyys

- Ruohovartisilla kasveilla eloperäinen aines helposti hajoavaa
  - Humushiiltä[1] esim. viherlannoitusnurmimassassa n. 8 kg/t tuorepainossa (tp), oljessa n. 100 kg/t tp
- Käsittely vaikuttaa
  - Lietelannassa humushiiltä 4–9 kg/t tp
  - Tuoreessa kuivalannassa 30–40 kg/t tp
  - Kuivamädätetyssä lannassa 40–50 kg/t tp
  - Kompostoidussa lannassa 60–100 kg/t tp
- Puuvartisissa kasveissa ligniiniä ja sen sitomaa selluloosaa
  - Maanparannuskuiduissa muutamia kymmeniä vuosia maassa kestävää hiiltä noin puolet kokonaishiilestä → 30–60 kg/t tp

Kalkituksen vaikutus

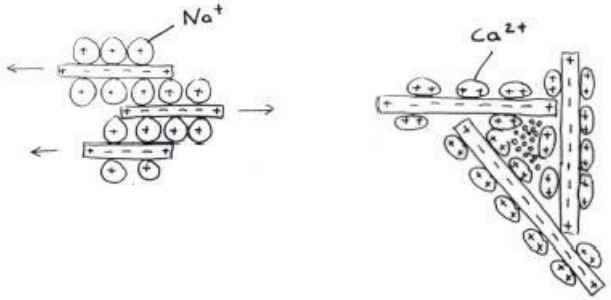
- Kalsiumkarbonaatti $CaCO_3$ muodostaa suurempia muruja
- Perustuu $CaCO_3$:n ja silikaattien uudelleen järjestymiseen → $CaCO_3$ muodostaa siltoja savipartikkelien välille
- Hidas reaktio (n. 1 vuosi)
- pH:n nousu perustuu Ca^{2+}:n ioniin: CO_3^{2-}:n tai OH^- :n, joka pidättää happamoittavia H^+ -ioneja
  - $CaCO_3 + 2\ H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2$
  - $CaO + H_2O + 2\ H^+ = Ca^{2+} + 2H_2O$
  - $Ca(OH)_2 + 2\ H^+ = Ca^{2+} + 2H_2O$

Kalkin kierto



Kalsiumin vaikutus

- Savipartikkelit negatiivisesti varautuneita
- Metalli-ionit ja vesi muodostavat herkästi tiivistyvän rakenteen
- Kationinvaihdon myötä savipartikkelit asemoituvat uudelleen ja syntyy mururakenteita, mikä on nopea reaktio (1-2 h)



- Humus ja pieneliötoiminta liimaavat murut kestäviksi
- Parantaa muokkautuvuutta, kuivumista ja ehkäisee eroosiota
- Vapaata kalsiumia rakennekalkeissa ja kipsissä

Kationinvaihtokapasiteetti

- Kertoo kuinka paljon maa-aineksen pinnoille voi pidättyä positiivisesti varautuneita hiukkasia kuten ravinteita
- Alhainen (<10 cmol/kg) karkeilla kivennäismailla, korkea (20—100 cmol/kg) savilla ja eloperäisillä mailla
- Hyvälaatuisessa kompostissa erittäin korkea (>300 cmol/kg)

Emäskylläisyysaste

- Kertoo mitä maan kationinvaihtopinnoille on pidättynyt
- Optimaalinen suhde olisi 70—85 % Ca, 12—18 % Mg, 3—5 % K ja H^+ alle 5 %
- pH:n hallinnalla huolehditaan siitä ettei kationinvaihtopintoja ole tukittu Al, Fe tai H -ioneilla tai vaan mieluummin Ca^{2+}- tai Mg^{2+}-ioneilla, jotka pidättävät ravinteita kasvien käyttöön

Maanparannusaineet

	Käyttömäärä t/ha	Hinta eur/t	Ainekustannus eur/ha	Esimerkkejä toimituspaikoista
Karjanlannat	10-50			Karjatiloilta
Jätekompostit	10-30	0-20	0-600	Sipoo, Lahti
Käsitellyt jätevesilietteet	10-30	0-5	0-150	Vihti, Kotka
Maanparannuskuidut	30-120	1-5*	30-500*	Kymi, Uusimaa
Kalkkikivijauheet	2-15	15-31	30-465	Uusimaa
Rakennekalkit	2-15	16-30	32-450	Kymi, E-Karjala
Kipsi	3-5	18	54-90	Siilinjärvi

Kustannus ei sisällä tuotteen rahtia tai levitystä
* Toimitetaan levitettynä, hinta riippuu kuljetusmatkasta

Maanparannuskuidut 1/2

- Paperin- ja sellunvalmistuksen sivutuotteita
  - Kierrätyspaperin tuotannon sivutuotteita ei hyödynnetä maataloudessa
- Syntyy Suomessa n. 370 000 t/a kuiva-aineena (ka)
- Kuituliete, nollakuitu tai kuitusavi
- Niukkaravinteisia, osassa myös puuperäisiä ravinteita
- Kuiva-aine 3–50 %, yleensä 20–40 %

Maanparannuskuidut 2/2

- Nollakuitu sisältää kartongin täyteaineena käytettävää kalsiumia ja kaoliinisavea 10–30 % ka → neutralisointikyky 5-10 % ka, hidasvaikutteinen ja pitkäaikainen
- Haitallisten aineiden pitoisuudet ja hygienia täyttävät selkeästi vaatimukset
- Kuuluvat lannoitevalmistelain piiriin
- Voidaan käyttää sellaisenaan sekä sekoitettuna tai kompostoituna lannan kanssa
- Käyttö myös viherrakentamisessa ja tuotantoeläinten kuivikkeena mahdollista

Tutkimustuloksia 1/6

- Maanparannuskuitujen on todettu useissa tutkimuksissa soveltuvan maanparannuskäyttöön
- Kuidut sitovat typpeä hajoamiseensa
  - Niukkaravinteiset kuidut voivat heikentää satoa viljakasveilla juuri ennen kylvöä levitettynä, myöhemmin sadonlisää[2,3,10]
- Ravinteikkaat kuidut ja kuitu-lanta seokset voivat nostaa satoja välittömästi viljoilla ja juurikasveilla [5,6,7 ref 4, 8, 9]

Tutkimustuloksia 2/6

- Tutkimuksessa, jossa käytettiin 0, 50 ja 100 ka-t/ha maanparannuskuitua sinimailasen ja puna-apilan viljelyssä, saavutettiin yhtä suuri tai suurempi sato ja lisääntynyt typensidonta[11, 16]
- Myös soijan sato on kasvanut kuidun käytöllä [12 ref. 4]

Tutkimustuloksia 3/6

- Maanparannuskuitujen avulla voidaan ehkäistä ravinteiden huuhtoutumista – Typpi (N)
- Salaatin sadonkorjuun jälkeen lisätty 40 ka-t/ha puukuitua on vähentänyt N:n huuhtoutumista 177 kg/ha→94 kg/ha[13]
- Vasta yli 2 ka-t/ha määrä vaikuttanut N-sidontaan, vasta yli 8 ka-t/ha määrä vaikuttanut useamman kuukauden ajan[14]
  - 8 ka-t/ha käsittely syksyllä vähentänyt 15 kg N/ha kuukauden aikana
- Runsashiilisen aineksen lisäys yhdessä runsastyppisen aineksen kanssa voi kuitenkin kasvattaa N_2O-päästöjä, jos massa muokataan syvälle[15]
  - Päästöt vähäiset tai olemattomat matalaan muokattaessa

Tutkimustuloksia 4/6

- Maanparannuskuitujen avulla voidaan ehkäistä ravinteiden huuhtoutumista – Fosfori (P)
- Suomalaisen tutkimuksen[17] mukaan kalsiumkarbonaattipitoisen puukuidun todettiin estävän tehokkaasti eroosiota ja fosforin huuhtoutumista savipellolla
- Tutkimuksen mukaan vaikutukset perustuvat kalsiumkarbonaatin ja eloperäisen aineksen kykyyn vakauttaa maan mururakennetta
- Lisäksi voitiin olettaa, että eloperäisen aineksen lisäyksen kiihdyttämän pieneliötoiminnan tuloksena syntyvät yhdisteet sitovat maapartikkeleja toisiinsa ehkäisten niiden eroosiota.

Tutkimustuloksia 5/6

- Maanparannuskuidut ovat lisänneet hiekkamaan vedenpidätyskykyä 15–45 % kun levitysmäärä ollut 22–25 ka-t/ha [18]
  - Lisäksi perunanviljelyn kastelutarve väheni veden määrän osalta 4–30% ja kastelukertojen osalta 10–90%
- Savimaalla 100 ka-t/ha on lisännyt vedenpidätyskykyä 35 % [20]
- Kasvitauteja ehkäisevä vaikutus
  - Juuritautien määrä vähentynyt pieneliötoiminnan kiihtymisen myötä [19]

Tutkimustuloksia 6/6

Eloperäisen aineksen hajoaminen

- Kanadalaisen tutkimuksen [21] perusteella 30–50 % maanparannuskuidun eloperäisestä aineksesta voidaan olettaa hajoavan muutaman vuoden aikana ja loppuosan hajoamisen kestävän muutaman kymmenen vuotta
- Ensi vaiheessa hajoavat hemiselluloosa ja vapaa selluloosa, myöhemmässä vaiheessa ligniinin sitoma selluloosa
- Ligniini sen sijaan on hyvinkin kestävää hajotusta vastaan ja voi muodostaa pysyviä humusrakenteita

Maanparannuskuitujen käyttö 1/2

- Niukkaravinteisten maanparannuskuitujen levitys
  - Viherlannoitusnurmille, mieluiten 1. vuonna
  - Yhdessä eloperäisten lannoitteiden kanssa syksyllä
  - Palkokasveille kylvöä edeltävänä syksynä
  - Satonurmien lopetuksen yhteydessä
  - Palkokasvien ja vihannesten sadonkorjuun jälkeen
- Ravinteikkaiden maanparannuskuitujen levitys
  - Viljan, juuresten ja vihannesten sadonkorjuun jälkeen syksyllä ennen syyskasvia tai seuraavaa kevätkylvöistä kasvia

Maanparannuskuitujen käyttö 2/2

- Käytännön levitysmäärät 25–50 t/ha kuiva-ainetta
  → 50–250 t/ha tuorepainona n. 3–5 vuoden välein
- Esimerkiksi viljelykierrossa: VLN-VLN-syyskasvi-palkokasvi-kevätvilja
  - 15–30 t/ha ka ensimmäisenä VLN-vuonna + 10–20 t/ha ka syyskasvin sadonkorjuun jälkeen palkokasvia edeltävänä syksynä

Rakennekalkitus 1/2

- Rakennekalkituksella tarkoitetaan kalkitsemista sammuttamattomalla kalkilla (CaO) tai sammutetulla kalkilla ($Ca(OH)_2$) ns. vapaata kalkkia
- Reaktiivisempaa kuin kalkkikivijauhe, kalsiumkarbonaatti ($CaCO_3$)
- Kokonaisneutralointikyky esim. 42,8 %
- Nopeavaikutteinen neutralointikyky esim. 33,5 %

Rakennekalkitus 2/2

- Muodostaa tehokkaasti mururakenteita → Savi-$2H^+$ + CaO→ Savi-Ca^{2+} + H_2O
- Vähentänyt ruotsalaisessa tutkimuksessa [22] P:n huuhtoutumisen yli puoleen
- Vakauttaa savimaan rakennetta [23]
- Nopeuttaa kuivumista keväällä ja parantaa muokkautuvuutta

Kipsi

- Kalsiumsulfaatti $CaSO_4$
- Hyvä kalsiumin ja rikin lähde
- Tutkimuksissa fosforin huuhtoutuminen vähentynyt
  - Vaikutus ollut kuitenkin lyhytaikainen
- Käyttöä sisävesistöjen läheisyydessä vältettävä
- Entä levitys yhdessä eloperäisen aineksen kanssa?

Maanparannusaineiden käyttö

- Levitys kuivalannan levityskalustolla, kuormaus telakaivinkoneella, vastaanotto mahdollisesti talvella
- Kevätlevitystä vältettävä maan tiivistymisen takia
- Matala ja sekoittava muokkaus

Yhteenveto

- Maanparannus vaatii suunnitelmallisuutta ja pitkäjänteisyyttä
- Vaikutukset hitaita ja pitkäaikaisia

<u>Maanparannusaineiden käytöllä voidaan:</u>

- Lisätä ja varmentaa viljelykasvien satoja
  - Lisäämällä vedenpidätystä, ehkäisemällä kasvitauteja, tehostamalla ravinteiden hyötysuhdetta
- Ehkäistä kasvukauden ulkopuolella ravinteiden huuhtoutumista ja tallettaa niitä satokasvien käyttöön
  - Ravinteet pidättyvät pieneliöstöön, mururakenteisiin ja eloperäiseen ainekseen
- Tallettaa hiiltä maahan pitkäaikaisesti
  - Ligniiniyhdisteet ja humus kestävät hajotusta

Lähteet

- 1. VDLUFA 2004. Humusbilanzierung - Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Saatavilla internetistä (20.2.2012): http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/08-humusbilanzierung.pdf
- 2. Aitken, M. N., Evans, B. & Lewis, J. G. 1998. Effect of applying paper mill sludge to arable land on soil fertility and crop yields. Soil Use and Management 14 (4): 215-222.
- 3. Phillips, V. R., Kirkpatrick, N., Scotford, I. M., White, R. P. & Burton, R. G. O. 1997. The use of paper-mill sludges on agricultural land. Bioresource technology 60 (1): 73-80.
- 4. Rashid, M. T., D. Barry and M. Goss. 2006. Paper mills bio-solids application to agricultural lands, benefits and environmental concerns with special reference to situation in Canada. Soil Environ., 25: 85-98.
- 5. Gagnon, B., M.C. Nolin and A.N. Cambouris.2004. Combined de-inking paper sludge and poultry manure application on corn yield and soil nutrients. *Canadian Journal of Soil Science* 84: 503–512.
- 6. Cabrita, M.J., E. Vasconcelos and F. Cabral. 1996.The effects of pulp-mill sludge on leaching of mineral nitrogen. Pages 471–475 *in* C. Rodriguez-Barrueco, ed. Fertilizers and environment. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- 7. Carneiro, J.P. and J.Q. Dos Santos. 1996. Simultaneous use of pulp-mill sludge and poultry manure on rye-grass (*Lolium multiflorum* Lam.) fertilization. Pages 317–321 *in* C. Rodriguez-Barrueco (ed), Fertilizers and environment. Kluwer Academic.
- 8. Beyer, L., Fründ, R. & Mueller, K. 1997. Short-term effects of a secondary paper mill sludge application on soil properties in a Psammentic Haplumbrept under cultivation. Science of The Total Environment 197 (1–3): 127-137.
- 9. Vagstad, N., Broch-Due, A. & Lyngstad, I. 2001. Direct and residual effects of pulp and paper mill sludge on crop yield and soil mineral N. Soil Use and Management 17 (3): 173-178.
- 10. Sippola, J., Mäkelä-Kurtto R. & Rantala P-R. 2003. Effects of composted pulp and paper industry wastewater treatment residuals on soil properties and cereal yield. 11 (3): 10.
- 11. Allahdadi, I., Beauchamp, C. J. & Chalifour, F. 2004. Symbiotic Dinitrogen Fixation in Forage Legumes Amended with High Rates of De-Inking Paper Sludge. Agronomy Journal 96 (4): 956-965.
- 12. Kirchmann H. & Bergström L. 2003. Use of paper-mill wastes on agricultural soils: Is this a way to reduce nitrate leaching? Acta agriculturae Scandinavica Section B. Soil & Plant Science 53 (2):56-63.
- 13. Vinten, A. J. A., Davies, R., Castle, K. & Baggs, E. M. 1998. Control of nitrate leaching from a Nitrate Vulnerable Zone using paper mill waste. Soil Use and Management 14 (1): 44-51.
- 14. Hamner, K. & Kirchmann, H. 2005. Net nitrogen immobilization in soil induced by small additions of energy sources. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science 55 (3): 177-185.
- 15. Baggs, E. M., Rees, R. M., Castle, K., Scott, A., Smith, K. A. & Vinten, A. J. A. 2002. Nitrous oxide release from soils receiving N-rich crop residues and paper mill sludge in eastern Scotland. Agriculture, Ecosystems & Environment 90 (2): 109-123.
- 16. Zhang, X., Campbell, A. G. & Mahler, R. L. 1993. Newsprint pulp and paper sludge as a soil additive/ amendment for alfalfa and bluegrass: Greenhouse study 1. Communications in Soil Science and Plant Analysis 24 (11-12): 1371-1388.
- 17. Muukkonen, P., Hartikainen, H. & Alakukku, L. 2009. Boardmill sludge reduces phosphorus losses from conservation-tilled clay soil. Soil and Tillage Research 104 (2): 285-291.
- 18. Foley, B. J. & Cooperband, L. R. 2002. Paper Mill Residuals and Compost Effects on Soil Carbon and Physical Properties. J.Environ.Qual. 31 (6): 2086-2095.
- 19. Rotenberg, D., Wells, A. J., Chapman, E. J., Whitfield, A. E., Goodman, R. M. & Cooperband, L. R. 2007. Soil properties associated with organic matter-mediated suppression of bean root rot in field soil amended with fresh and composted paper mill residuals. Soil Biology and Biochemistry 39 (11): 2936-2948.
- 20. Chantigny, M.H., D.A. Angers and C.J. Beauchamp.2000a. Active car bon pools and enzyme activities in soils amended with de-inking paper sludge. *Canadian Journal of Soil Science* 80: 99-105.
- 21. Fierro, A., Angers, D. A. & Beauchamp, C. J. 1999. Restoration of ecosystem function in an abandoned sandpit: plant and soil responses to paper de-inking sludge. Journal of Applied Ecology 36 (2): 244-253.
- 22. B. Ulén , H. Aronsson , M. Bechmann 1 , T. Krogstad 2, L. Øygarden 1 & M. Stenberg. 2010. Soil tillage methods to control phosphorus loss and potential side-effects: A Scandinavian review. Soil Use and Management 26, 94-107
- 23. Löfkvist, J. 2005. *Modifying soil structure using plant roots.* Dissertation. Sveriges lantbruksuniversitet, Acta Universitatis agriculturae Sueciae, 1652-6880. Saatavilla internetistä(20.2.2012): http://pub.epsilon.slu.se/838/

- Esityksen kuvat: Juuso Joona, Matti Kousa ja Olli-Pekka Härmä

Kiitos mielenkiinnostanne!