

Työterveyslaitos

# Mielenterveysdiagnoosien ennustaminen koneoppimismalleja hyödyntäen

Pekka Varje, Ilkka Kivimäki, Olli Haavisto, Jussi Turtiainen,  
Tiina Kalliomäki-Levanto, Maksim Mustakallio & Ari  
Väänänen

24.03.2022, Sosiologipäivät 2022

# Paremmalla ennakoinnilla kestävämpään mielen hyvinvointiin työssä

- Tavoite: kehittää uudenlaista datalähtöistä mielenterveyden tutkimusta sekä luoda työkaluja työterveyshuollon toiminnan tukemista varten
- Toteutus: Työterveyslaitos
- Rahoitus: Työsuojelurahasto
- Yhteistyökumppanit: Terveystalo Oyj & Helsingin yliopisto
- Toteutus 2/2020–7/2022



Työsuojelurahasto  
Arbetarskyddsfonden  
The Finnish Work Environment Fund

# Tutkimusryhmä

- Hankkeen vastuhenkilö: tutkimuspäällikkö FT Pekka Varje
- Hankkeen varajohtaja: tutkimusprofessori YTT, Dr.Behav.Sci, dosentti Ari Väänänen
- Tutkimusryhmä:
  - Erikoistutkija TkT Tiina Kalliomäki-Levanto
  - Erityisasiantuntija TkT Ilkka Kivimäki
  - Erityisasiantuntija TkT Olli Haavisto
  - Tutkija YTM Jussi Turtiainen
  - Asiantuntija YTM Maksim Mustakallio

# Tausta

- Koneoppimiseen perustuvat menetelmät mahdollistavat uudentyyppisten tutkimusasetelmien ja aineistojen hyödyntämisen
  - Datalähtöisyys, big data, tekstimuotoiset aineistot
- Menetelmiä pidetään tutkimuskentällä yleisesti “lupaavina” niin tutkimustiedon tuottamisen kuin käytännön sovellusten alueilla
  - Monimutkaisten vuorovaikutussuhteiden tunnistaminen kompleksisesta aineistosta, sairauksien ennakointi, terveydenhuollon ammattilaisten toimintaa tukevat sovellukset
- Toistaiseksi koneoppimisen menetelmiä kuitenkin hyödynnetään terveyden tutkimuksen kentällä yllättävän vähän ja tulokset ovat monelta osin alustavia

# Koneoppiminen työväestön mielenterveyden tutkimuksessa

- Integroivassa kirjallisuuskatsauksessa löysimme 16 alkuperäisartikkelia, joissa työväestön mielenterveyttä oli tutkittu koneoppimisen menetelmin
- Artikkeleissa paljon laatuongelmia: pieni aineisto, epäselvät tavoitteet, terveystutkimuksen kannalta epätydyttävät tutkimusasetelmat
  - Kyselyaineisto 15, Twitter-aineisto 1, terveydenhuollon aineistot 0
- Tutkimus jakautui:
  - Validaatio: menetelmän kyky laskea henkilön pisteet masennus- tai stressikyselystä
  - Identifikaatio: menetelmän kyky tunnistaa masentuneet tai stressaantuneet henkilöt "ennustamalla" tulos saman kyselyn muiden muiden muuttujien perusteella
  - Ennustaminen: menetelmän kyky tunnistaa masentuneet henkilöt kahdessa peräkkäisessä kyselyssä ensimmäisen kyselyn muuttujien perusteella (vain 1 artikkeli)
  - Luonnollisen kielen prosessointi: menetelmän kyky tunnistaa laajasta Twitter-aineistosta työstressiin viittaavien postausten esiintyminen (vain 1 artikkeli)

# Hankkeen tavoitteet

- Tuottaa digitaalisiin potilasasiakirjoihin perustuvaa tietoa mielenterveysongelmien puhkeamista sekä hoidon pitkittymistä ennustavista tekijöistä
- Lisätä työterveystoimijoiden kykyä tarjota varhaista tukea mielenterveyshäiriöiden hoidossa.

# Tutkimusasetelma

- Mielen terveyshäiriöiden ennustaminen
  - Tuotetaan malli, joka ennustaa sosiodemografisten taustatietojen sekä työterveyskyselyn vastausten perusteella yksilön riskiä saada mielen terveyden diagnoosi kahden vuoden kuluessa kyselyyn vastaamisesta
- Hoitopolkujen ennustaminen
  - Tuotetaan malli, joka ennustaa hoidon pitkittymistä työterveyshuollossa (5 hoitokäyntiä tai enemmän) perustuen sosiodemografisiin taustatietoihin sekä kahden ensimmäisen käynnin hoitokertomusteksteihin

# Aineisto

- Terveystalon työterveyskyselyt (Sante-kyselyt) 2016-2019
- Terveystalon mielenterveysperustaisten työterveyslääkärikäyntien hoitokertomukset 2012-2019
  - Molemmissa aineistoissa
    - Sukupuoli ja ikä
    - Toimiala
    - Työhistoria
  - Hoitokertomusaineistossa lisäksi
    - Diagnoosi (masennus ja ahdistuneisuushäiriöt F30-F48, unihäiriöt (F51) ja työuupumus (Z73.0))
    - Hoitokertomusteksti (tulosyy, esitiedot, status, suunnitelma)
  - Aineistot yhdistettävissä pseudo-ID:n avulla



# Tutkimuspopulaatio

- Aineiston henkilöt Terveystalon työterveyshuollon asiakkaita
- Työterveyskyselyaineisto, mukana kaikki Sante-kyselyyn vastanneet
  - Vastaajia 102 671, joista suodatusten jälkeen analyysissä 13 883, joista 24,1 % sai seurantajakson aikana mielenterveysdiagnoosin
    - Suodatusperusteet: ei aiempaa diagnoosia aineistossa tai kyselyn perusteella, vähintään 2 vuoden seurantajakso jos ei diagnoosia, vähintään puoli vuotta Terveystalon asiakkaana ennen kyselyyn vastaamista
- Hoitokertomusaineisto, mukana kaikki mielenterveysdiagnoosin saaneet
  - Potilaita 30 462, joista suodatusten jälkeen analyysissä 14 653
  - Hoitokertomustekstejä 157 056, joista suodatusten jälkeen analyysissä 75 331
    - Suodatusperusteet: hoitokertomustekstissä vähintään 20 sanaa (analyyseihin sisällytetyissä teksteissä keskimäärin 138 sanaa), vähintään puoli vuotta Terveystalon asiakkaana ennen ensimmäistä diagnoosia, vähintään puolen vuoden seuranta-aika viimeisen diagnoosin jälkeen

# Menetelmät

- Mielen terveysdiagnoosin ennustaminen kyselyvastausten perusteella -> luokitteleva ennustemallinnus
- Hoitosarjan pitkittymisen ennustaminen -> aihe mallinnus & luokitteleva ennustemallinnus
  - Aihe mallinnus: Latent Dirichlet allocation (LDA)
  - Luokitteleva ennustemallinnus: useiden testattujen luokittelijoiden joukosta parhaat tulokset saavutimme molemmissa tutkimusasetelmissä XGBoost-mallilla

# Latent Dirichlet allocation (LDA)

- Luonnollisen kielen prosessointiin tarkoitettu aihemallinnuksen työkalu
- LDA tunnistaa dokumenteista sanojen välisiä suhteita yli koko aineiston ja yhdistelee sanoja sen perusteella aiheiksi
  - Aihe muodostuu LDA:n valitsemista avainsanoista, jotka voivat erilaisin todennäköisyyksin esiintyä useassa eri aiheessa
- LDA:ta varten tekstit esikäsiteltiin muun muassa perusmuotoistamalla sanat Turku neural parser –työkalulla, poistamalla ns. stopwordsit (ja, että, niin...) sekä yhdistämällä erilaisia kirjoitusasuja, kirjoitusvirheitä ja lyhenteitä
- Aiheiden määrä valittava etukäteen (ennustemallinnuksessa parhaiten toimi 160 aiheen malli)

# XGBoost

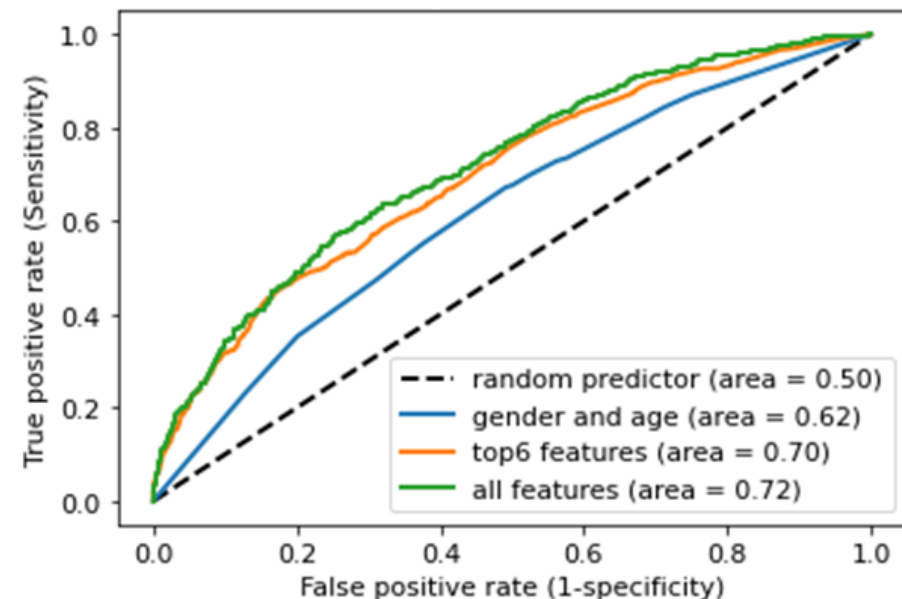
- XGBoost = gradienttitehostamiseen perustuva päätospuumalli
- Terveyskyselyaineisto:
  - XGBoost-mallia käytettiin ennustamaan diagnoosia Sante-kyselyn 104 kysymyksen sekä iän, sukupuolen ja toimialan perusteella
- Hoitokertomusaineisto:
  - XGBoost-mallia käytettiin ennustamaan hoidon pitkittymistä LDA-mallinnuksen tuottamien aiheiden sekä rakenteellisten muuttujien (ikä, sukupuoli) perusteella
- Molemmat aineistot
  - XGBoost-luokittelijaa opetettiin 80 prosentilla henkilöistä, minkä jälkeen luokittelun laatua arvioitiin sen muille 20 prosentille antaman ennusteen osuvuuden mukaan.

# Tietosuoja

- Tutkimusluvan hankkeelle myönsi Findata ja poiminnan/pseudonymisoinnin/anonymisoinnin suoritti Terveystalo
  - Henkilötunniste korvattu pseudotunnisteella rakenteellisessa aineistossa
  - Suorat tunnisteet poistettu hoitokertomusaineistosta ja aineisto arvioitu Terveystalon tietosuojavastaavan toimesta
  - Analyysit toteutettu koneellisesti rekisteritutkimuksen periaatteita noudattaen
  - Aineiston käsittely VPN-yhteyden kautta Terveystalon laskentapalvelimella
  - Mikään laskentapalvelimelta siirretty tulosaineisto ei mahdollista yksittäisten henkilöiden tai organisaatioiden tunnistamista
  - Hankkeen myötä ei ole muodostunut uutta henkilörekisteriä eikä hankkeeseen liity yksilöä koskevaa päätöksentekoa

# Tulosten arvointi

- Luokittelutuloksien vertailuun ja niiden hyvyyden arviointiin hyödynnettiin ROC-käyrää (Receiver Operating Characteristic) ja sen alle jäävää pinta-alaa (Area Under Curve, AUC)
  - ROC-käyrä kuvaa luokittelijan sensitiivisyyttä ja spesifisyyttä kaikilla mahdollisilla kynnsarvoilla ja antaa siten luotettavamman kuvan luokittelutuloksesta kuin yksittäiset sensitiivisyys- ja spesifisyysarvot
- Sensitiivisyys kuvaa mallin kykyä löytää todelliset positiiviset tapaukset
  - Spesifisyys kuvaa mallin kykyä löytää todelliset negatiiviset tapaukset

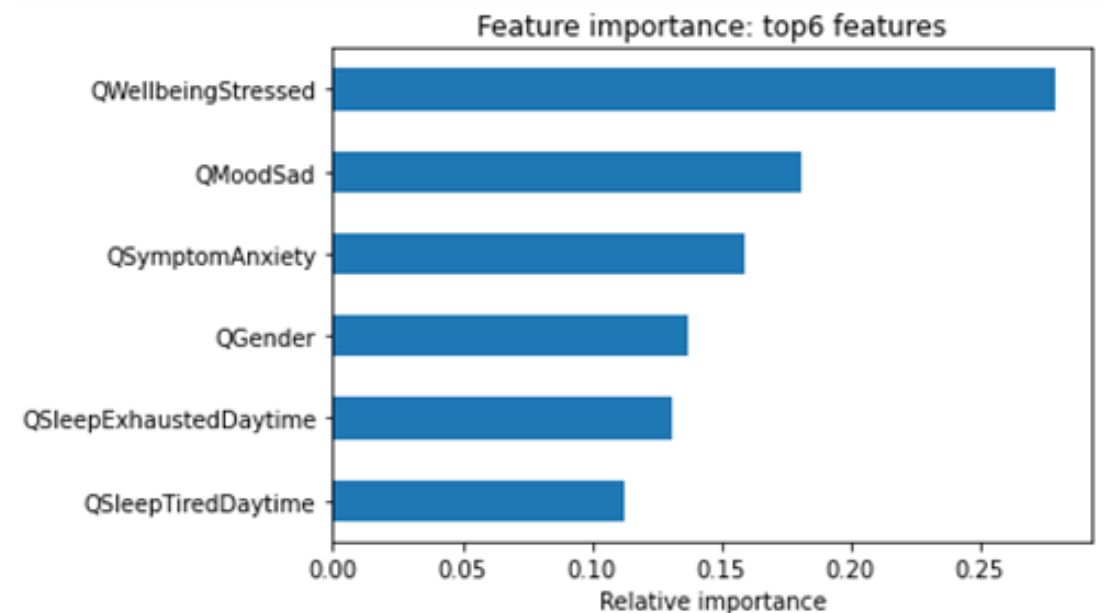
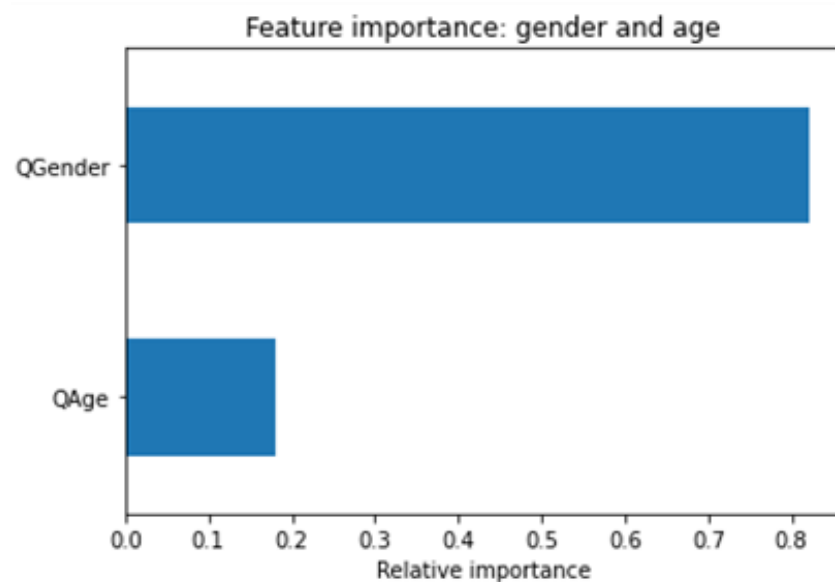


# Tulokset: mielenterveysdiagnoosien ennustaminen työterveyskyselyn perusteella

- XGBoost-mallien AUC-arvot, keskiarvon keskivirheet (SE), 95 %:n luottamusvälit sekä p-arvot verrattuna nollahypoteesiin (satunnaisluokittelija, AUC = 0,5)

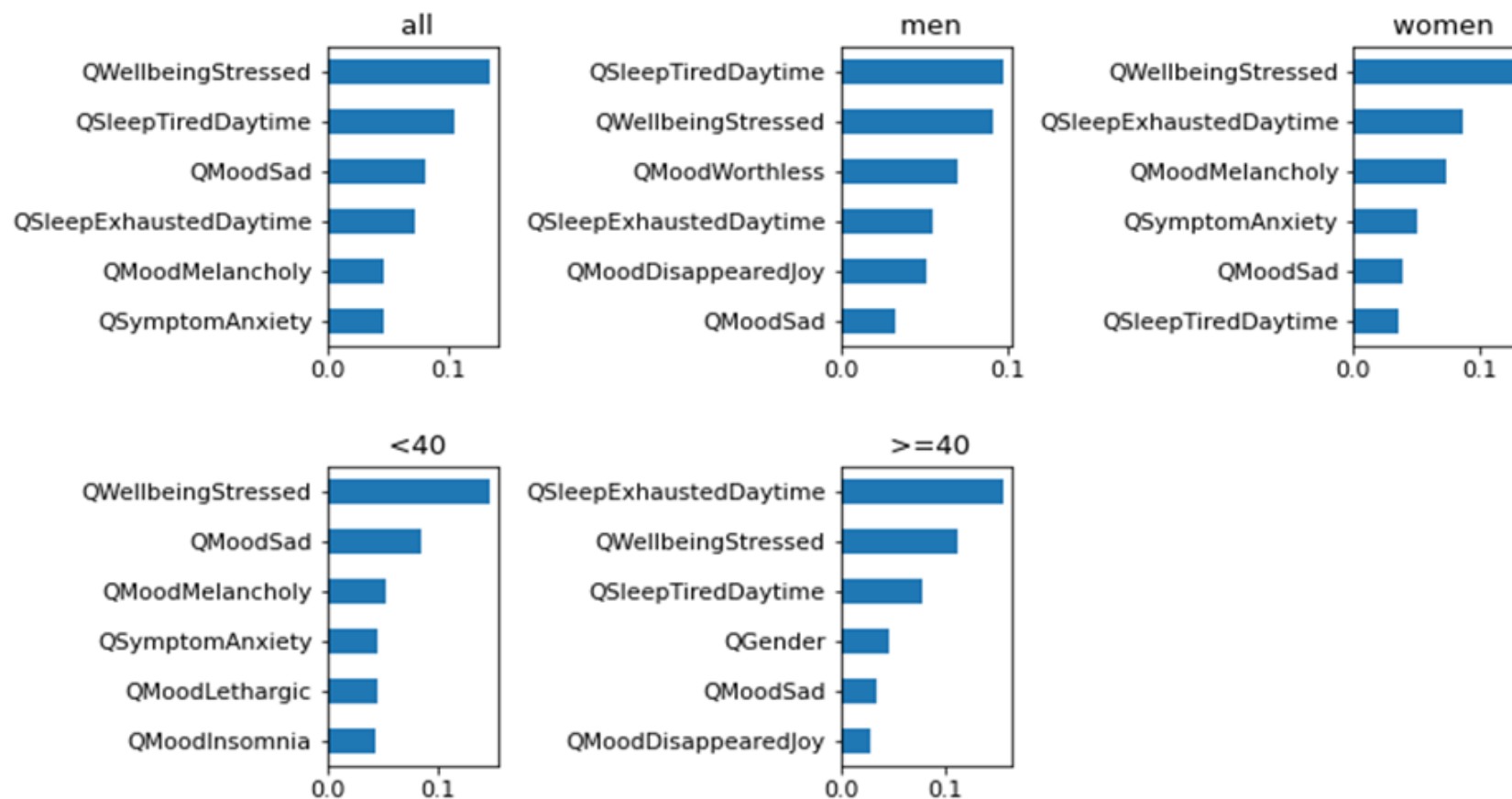
Piirrejoukko	AUC	SE	95 %:n luottamusväli	p-arvo
Sukupuoli ja ikä	0,619	0,012	0,595 – 0,643	2,43e-11
Top6-piirteet	0,696	0,012	0,673 – 0,719	1,24e-29
Kaikki piirteet	0,716	0,011	0,693 – 0,738	2,95e-36
miehet	0,717	0,019	0,679 – 0,755	2,62e-14
naiset	0,685	0,015	0,655 – 0,715	6,18e-15
alle 40v	0,742	0,018	0,706 – 0,779	4,64e-16
yli 40v	0,729	0,014	0,702 – 0,756	3,43e-25

# Tulokset: mielenterveysdiagnoosin selittävät tekijät 1





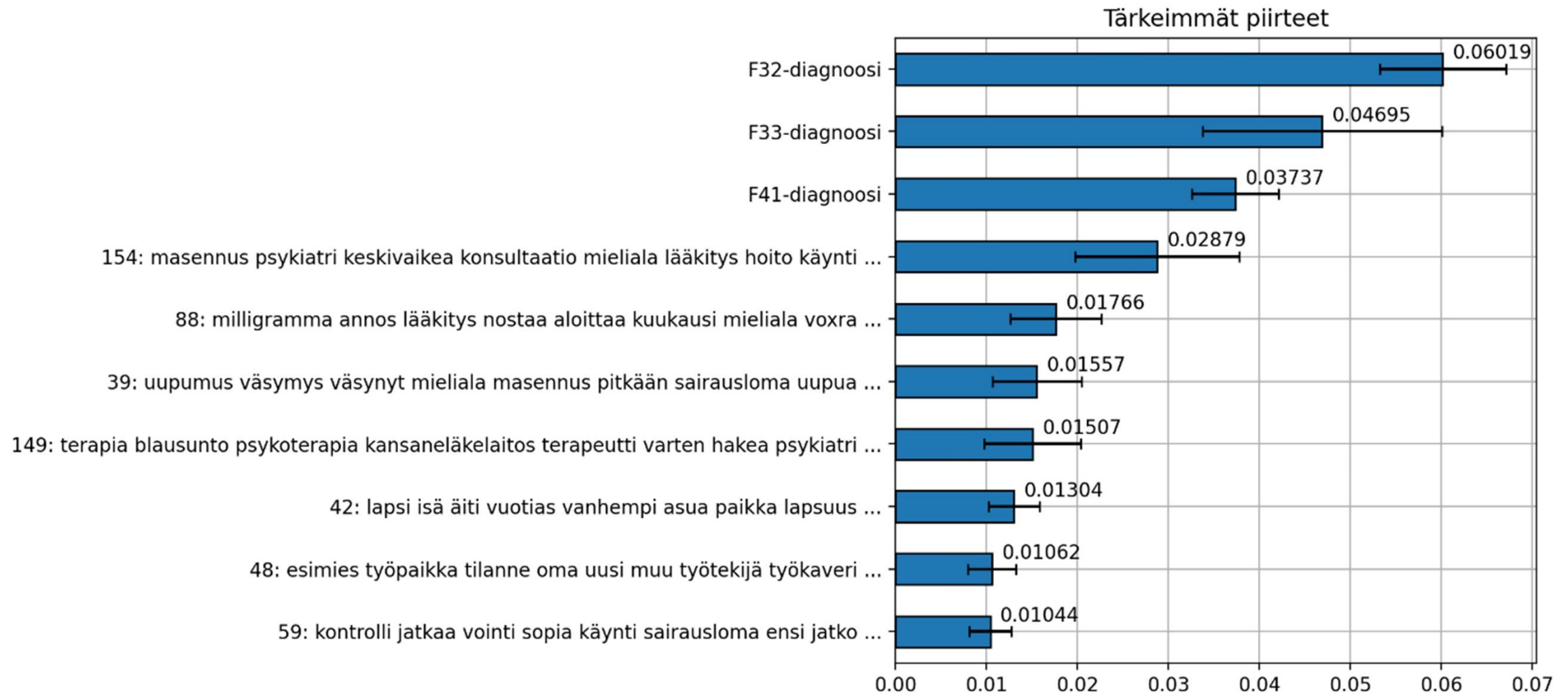
# Tulokset: mielenterveysdiagnoosin selittävät tekijät 2



# Tulokset: hoidon pitkittymisen ennustaminen

- XGBoost-mallin kyky ennustaa hoitosarjan venyminen vähintään viiteen hoitokäyntiin oli ROC-käyrän pinta-alan perusteella laskettuna keskimäärin 0,742
- Keskiarvo laskettiin toistamalla luokittelu 20 kertaa jakamalla aineisto eri tavoin 80 prosentin opetus- ja 20 prosentin testiaineistoihin
- Käyttämällä luokittelussa vain potilaan diagnoosia, sukupuolta ja ikää tulokseksi saatiin 0,694
- LDA:n potilaskertomusteksteistä tuottamat aiheuuttajat lisäsivät ennusteen tarkkuutta tilastollisesti merkitsevästi.

# Tulokset: hoidon pitkittymisen selittäjät



# Tulosten arviointi

- Molemmissa tutkimusasetelmissa luokittelijan ennustekyky voidaan arvioida vähintään kohtuulliseksi
- Luokittelija kykeni tuottamaan datalähtöisesti uutta tietoa diagnoosin / hoidon pitkittymisen selittävistä tekijöistä
- LDA:n tuottaminen aiheiden tulkitseminen on kuitenkin hankalaa ja vaatisi lisätutkimusta

# Tulosten jatkohyödyntäminen

- Mallinnusten skriptit olisi mahdollista jatkokehittää työterveyshuollon toimintaa tukeviksi työkaluiksi
  - Ensimmäisen asetelman tulokset ovat hyödynnettävissä mielenterveysongelmien puhkeamisen varhaisessa tunnistamisessa
  - Toisen asetelman tulokset voivat palvella työterveyshuollon hoitoresurssien tarvearviointia.
- Malleissa epätarkkuutta, mutta ennustemalli voi antaa lisätukea hoidon suunnitteluun ja tarpeellisten hoitoresurssien arviointiin

# Työterveyslaitos



Työsuojelurahasto  
Arbetskyddsfonden  
The Finnish Work Environment Fund

## KIITOS!



ttl.fi



@tyoterveys  
@fioh



tyoterveyslaitos



tyoterveys



Tyoterveyslaitos

