

MAT

LEHTI 1-2022

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLISTEN ALOJEN AKATEEMISET



TEK ja kansainvälinen }
jäsen toiminta }

Öljylampun valosta }
ydinvoimalaitosten valvojaksi }



Onko mielessäsi hyvä jutun aihe?
Muistissa hauska tai haastava työjuttu?
Oletko lukenut mielenkiintoisen kirjan,
joka kiinnostaisi kenties myös kollegoita?

Kirjoita tai ideoi juttu MAL-lehteen!

Lehteen tarvitaan eri pituisia ja eri aiheisia kirjoituksia jatkuvasti ja kaikenlaiset alaa sivuavat jutunaiheet ovat tervetulleita!

Tartu kynään ja kirjoita lehtemme artikkeli haluamastasi aiheesta. Jutun pituus 2500-6000 merkkiä ja lisäksi kuva/kuvia mahdollisuuksien mukaan.

Erityisesti toivomme saavamme uratarinoita, mutta myös aivan vapaamuotoiset muut kirjoitukset sopivat lehtemme.

Kirjoittamasi artikkelin voit lähettää lehtemme päätoimittajalle **Suvi Lahdenmäelle** (suvi.lahdenmaki@gmail.com) ja/tai MALin tiedottajalle Ilkka Norrokselle (tiedottaja@mal-liitto.fi).

Jos et itse halua kirjoittaa artikkelia, mutta sinulla on kiinnostava aihe, niin senkin voi lähettää edellä mainituille henkilöille. Etsimme sitten sopivan kirjoittajan. •



Vuosikokous 2022.

MALin vuosikokous 2022 pidettiin 26. huhtikuuta hotelli Grand Centralissa Helsingissä. Hyväksytystä toimintasuunnitelmasta mainittakoon muun muassa että

- koronaepidemian viivästyttämä Kajaanin ekskursio CSC:n supertietokonekeskukseen ja Skodan raitiovaunutehtaalle pyritään toteuttamaan alkusyksyllä 2022
- MAOLin kanssa suunnitellaan seminaaria matematiikan kouluopetuksesta
- jäseniltoja järjestetään aiempaa useammin, ja ne striimataan
- jäsentilaisuuksia järjestetään vastaisuudessa muuallakin kuin Helsingissä, suunnitelmissa ovat ainakin Turku, Tampere ja Oulu.

Hallituksen puheenjohtajaksi valittiin **Esko Juuso** uudelle kaksivuotiskaudelle 2022–2023. Kaksivuotiskauttaan hallituksen jäsenenä jatkavat **Martti Annanmäki**, **Lars Gröndahl**, **Lauri Laitinen** ja **Matti Kalliokoski**. Ero-

vuoroisten hallituksen jäsenten tilalle valittiin varsinaiseksi jäseniksi kaudelle 2022–2023 **Jyri Jämsä**, **Maija Lakio-Haapio**, **Sanna Launiainen** (uusi; opiskelijoiden edustaja) ja **Ilkka Norros**. Varajäseniksi valittiin **Katri Halkka**, **Konsta Karioja**, **Merja Korpela**, **Kari Kortelainen**, **Lasse Kähärä**, **Katja Lauri** ja **Taneli Prittinen** (uusi).

Tiede- ja teknologiailta "Aurinkotuulta ja topologiaa".

Ensimmäinen MALin jäsenilta koronapandemian alkamisen jälkeen pidettiin 3. toukokuuta 2022 Tieteiden talon väistötiloissa entisellä Helsingin kauppakorkeakoululla. MALin gradupalkinnon 2021 saajat matemaatikko **Susanna Heikkilä** (Helsingin yliopisto) ja avaruusfysiikko **Laura Vuorinen** (Turun yliopisto) kertoivat töistään. Kuulijoita oli yli 20, osa etänä, ja keskustelu asioista ja niiden ympäriltä oli varsin vilkasta. Molemmat palkitut jatkavat tohtoriopinnoilla ja suuntautuvat tutkimustyöhön.

{MAL} 1-2022



SHV-tutkinnosta	4
TEK ja kansainvälinen jäsenoiminta	8
Ei mitään uutta auringon alla	10
Öljylampun valosta ydinvoimalaitosten valvojaksi	12
Sairaalafysiikoksi - oma tieni ja opintopolku ammattiin	16
Analyysi huikealla itseluottamuksella	18
Tutkimuksen tulevaisuus	19

Kannen kuva: pexels-pixabay



PUHEENJOHTAJA



Monipuolisilla energiaratkaisuilla varmistetaan kestävä kehitys

Energiajärjestelmät ovat yhä selvemmin taloudellisen toiminnan keskeisinä haasteina. Kestävän kehityksen nimissä vaadittavasta sähköistämisestä on tullut riski. Hintojen vaihtelu räjähti talven aikana ja sähkömarkkinoiden rauhattomuudelle ei näy loppua. Uuden ydinvoimalan käynnistyminen helpotti tilannetta teollisuuden kannalta, mutta toisen uuden rakentamisen siirtyminen hamaan tulevaisuuteen pitää energiajärjestelmän perustason yhä vieläkin ongelmallisena. Aurinko- ja tuuli-voiman tuottamiseen väistämättä sisältyvä voimakas vaihtelu tarvitsee vastaavan säätövoimakapasiteetin, sillä sähköverkossa varastointi tarkoittaa lähinnä tasapainon ylläpitoa. Vedyn valmistaminen ei sinänsä vaadi jatkuvaa toimintaa.

Lämmitys ja jäähditys muodostavat näillä leveysasteilla keskeisen kokonaisuuden. Kaiken polttamisen lopettaminen ei ole siinä kestävä ratkaisu eikä siihen ole tarvetta mennä. Lämpö- ja sähköä tuottavat yhdistelmävoimalaitokset (CHP) yhdessä kaukolämpöverkkojen kanssa ovat jo luoneet moniin kaupunkeihin toimivan säädettävän perusratkaisun. Puupohjaista energiaa saadaan puunjalostuksen sivuvirroista, kuten kuoresta, sahanpurusta ja sellunvalmistuksen jätelemistä sekä hakkuiden ja metsänhoidon erilaisista tähteistä ja pienpuusta. Näissä oloissa turpeen käyttökin on järkevää. Aurinko tarvitaan laajemmin avuksi tavoitteiden saavuttamiseksi. Aurinkolämmön hyödyntämisessä on runsaasti käyttämättömiä mahdollisuuksia erityisesti geotermisiin ratkaisuihin ja lämpövarastoihin yhdistettynä. Kaukolämpöverkko voi toimia tässäkin runkona erilaisen uusiutuvan energian käyttöönotossa.

Oma monipuolinen kokonaisuus muodostuu nestemäisistä ja kaasumaisista biopolttoaineista, joita saadaan metsissä, soilla ja pelloilla kasvavista biomassoista sekä yhdyskuntien, maatalouden ja teollisuuden energian tuotantoon soveltuvista orgaanisista jätteistä. Vetyä voidaan valmistaa sähköllä vedestä ja jalostaa edelleen synteettisiksi polttoaineiksi. Bio- ja fossiilipohjaiset ratkaisut toimivat rinnakkaisesti. Hiilen paluu luonnon kiertokulkuun on keskeinen tavoite. Vuonna 2021 maankäyttösektori oli ensimmäistä kertaa luokiteltu kasvihuonekaasujen nettopäästölähteeksi (n. 4 % kokonaisuudesta). Maa- ja metsätalous toimii kuitenkin monella tavalla myös hajautetussa energiantuotannossa, joten se on paljon enemmän kuin hiilivarasto. Tämä kokonaisuus vaatii erilaisten vuorovaikutusten syvällisempää analysointia.

Monitavoitteisuus ja useiden energialähteiden käyttö paikallisesti toimivalla tavalla on avain monipuoliseen ja laajasti omavaraiseen energiajärjestelmään, jonka toimintavarmuus ja joustavuus korostuu muuttuvissa olosuhteissa.

Matematiikkaa ja luonnontieteitä tarvitaan kasvavasti tämän kokonaisuuden yhteensovittamiseen ja teknologisten ratkaisujen kehittämiseen.

• Esko Juuso

PÄÄTOIMITTAJA



Uusi luku historiaan

1986 Tsernobyli
1994 Estonia
2020 Koronapandemia

2022 Ukrainan sota

Kirjoihin on kirjoitettu uusi merkkipaalu. Luku, joka erottaa entisen uudesta ajasta. Luku, jossa maailma muuttui peruuttamattomasti.

Historian suuret hetket tapahtuvat yllättäen. Vielä tammikuun alussa ajateltiin, että mennään kohti hyvää: korona alkaa hellittää ja palataan normaaliin. Yhtenä aamuna kaikki oli toisin. Vuosi 2022 tullaan tästä lähin muistamaan kuvina hajalle ammutuista taloista ja autoista. Kellareissa kyyristelevistä ihmisistä. Surusta ja hädästä.

Kuitenkin tutkijat ja asiantuntijat olivat nähneet merkit jo kauan. Venäjän kansaa oli systemaattisesti valmistettu sotaan varten. Kansalle syötettiin tarinaa Ukrainasta, joka on uusnatsien hallinnassa. Venäjällä opiskellut ja työskennellyt näyttelijä Ville Haapasalo kertoi Ruben Stillerin haastattelussa, miten jokunen vuosi sitten alettiin Venäjällä tehtailla elokuvia, joissa kukistetaan natseja. Samaan aikaan trollitehtaat aiheuttivat mahdollisimman paljon hajaannusta Euroopassa ja USAssa.

Varoituksia ei ole kuunneltu eikä asiantuntijoita uskottu. Tai sitten raha painoi enemmän kuin ihmisoikeudet ja sananvapaus.

Järkyttävät asiat jättävät jäljen, hyviä asioita muistetaan harvemmin. Ehkä ne tapahtuvat useimmin hitaasti, huomaamattomasti. Mutta onneksi niitäkin tapahtuu. Uusia lääkkeitä kehitetään, ilmastoa säästävää tekniikkaa syntyy, tasa-arvo edistyy.

Elämä jatkuu muutenkin.

Tässä lehdessä on asiaa vakuutusmatematiikan tutkimuksesta ja TEKin kansainvälisestä jäsenoiminnasta sekä kaksi uratarinaa, joista toinen on sairaalamaailmasta, toinen ydinvoiman parista. Lisäksi saamme lukea elämän etsimisestä Marsista ja suositusta Musta kuningatar -kirjasta ja sarjasta.

*Hyviä kesäisiä lukuhetkiä!
Tapaamme jälleen syksyllä!*

• Suvi Lahdenmäki



Raimo Voutilainen

SHV-TUTKINNOSTA

KUVA: UNSPLASH

Mikä on aktuaari?

Vastuullinen vakuutusmatemaatikko huolehtii siitä, että yhtiössä sovellettavat matemaattiset menetelmät ovat asianmukaisia. Erityisesti hän huolehtii siitä, että sekä yhtiön vakuutusmaksut että yhtiön velka vakuutuksenottajille määräämistavaltaan ja määrältään noudattavat tiettyjä vaatimuksia.

Sanasta ”aktuaari”

Nyky Suomen sanakirjan mukaan aktuaari on ”arkiston hoidosta t. tilastojen laatimisesta virastossa huolehtiva henkilö; vakuutusyhtiön matemaatikko”. Jatkossa aktuaarilla tarkoitetaan vakuutusmatemaatikkoa.

Englantilainen aktuaari C.D. Daykin on kertonut, että Rooman vallan aikana actuarius näyttää olleen eräänlainen senaatin sihteeri ja että samanlainen virkamies, the actuary, on Englannin oikeuslaitoksessa ollut 1500- ja 1600-luvuilla ja vielä 1700-luvun alkupuolellakin. Kun Englannin ”Society for Equitable Assurances on Lives and Survivorships” -vakuutusyhtiö vuonna 1762 perustettiin, otettiin sinnekin ”aktuaari”, ei kuitenkaan matemaatikoksi, vaan johtokunnan sihteeriksi ja kirjanpitäjäksi. Matemaattiset laskelmat tehneellä miehellä ei ollut aktuaarin titteliä, mutta ensimmäinen matemaatikkoaktuaari nimitettiin vuonna 1775.

Meidän lainsäädännössämme aktuaari vaihtui vuoden 1980 vakuutusyhtiölaissa vakuutusmatemaatikoksi.

Aktuaaritoiminto ja vastuullinen matemaatikko

Vakuutusyhtiölaissa säädetään, että vakuutusyhtiössä tulee olla aktuaaritoiminto ja vastuullinen vakuutusmatemaatikko.

Vastuulliselta vakuutusmatemaatikolta edellytetään sosiaali- ja terveysministeriön hyväksymää vakuutusmatemaatikon (SHV) tutkintoa tai vakuutusyhtiölaissa mainituissa erityistapauksissa vakuutusmatemaatikkoon rinnastettavaa kelpoisuutta.

SHV-vakuutusmatemaatikon kelpoisuuden toteaa sosiaali- ja terveysministeriön nimittämä vakuutusmatemaatikon tutkintolautakunta. Kelpoisuuden vahvistaa sosiaali- ja terveysministeriö. Tutkinnosta kerrotaan enemmän tuonnempana.

Aktuaaritoiminto puolestaan on annettava sellaisen henkilöiden hoidettavaksi, joilla on vakuutusyhtiön liiketoimintaan liittyviin riskeihin nähden riittävät tiedot vakuutus- ja finanssimatemaatikasta ja riittävä ammattipätevyys. Vaikka aktuaaritoiminnolta vastaa valta henkilöltä ei vaadita SHV-matemaatikon kelpoisuutta, tällä useimmiten jo on aktuaaritoiminnosta vastaavalla vaadittava pätevyys, jos hän on opinnoissaan erikoistunut yhtiön liiketoimintaan. Aktuaaritoiminnosta vastaava ja vastuullinen vakuutusmatemaatikko voivat olla sama henkilö.

Aktuaaritoiminto voi koostua useista organisaatioyksiköistä tai niiden osista.

Vastuullisen matemaatikon työtehtävät

Vastuullinen matemaatikko osallistuu yleensä varsin laajasti aktuaaritoiminnon eri tehtäviin ja usein myös vastaa itse toiminnosta. Hänelle on kuitenkin säilytetty myös erityistehtäviä.

Vastuullisen vakuutusmatemaatikon on tehtävä riskienhallintaa ja sijoitustoimintaa varten yhtiön hallitukselle selvitys vastuuvelan luonteen ja tuottovaateen sekä vakavaraisuuden ja maksuvalmiuden ylläpidon asettamista vaatimuksista sekä yhtiön vakuusteknisten riskien hallinnan asianmukaisuudesta. Hänellä on itsenäinen oikeus ja velvollisuus tehdä yhtiön hallitukselle esitys asian tilan korjaamisesta ja myös oikeus seurata, mihin toimenpiteisiin hallitus on ryhtynyt hänen esityksensä johdosta.

Vastuullinen vakuutusmatemaatikko seuraa käytännössä vakuutusliikkeen ja sijoitustoiminnan riskejä ja myös riskiliikkeen heilahteluja sekä yhtiön riskinkantokykyä. Havaitsemistaan ongelmista aktuaarin on tehtävä hallitukselle esitys siitä, mitä asian korjaamiseksi olisi tehtävä. Aktuaarin velvollisuus on valvoa näiden ongelmien korjaamista ja siten oikeus saada tieto siitä, mihin hallitus on ryhtynyt hänen esityksensä vuoksi.

Aktuaaritoiminnon työtehtävät

Aktuaaritoiminnossa aktuaarit huolehtivat erilaisista yhtiön vastuuvelan laskentaan liittyvistä vakuusteknisistä asioista ja osallistuvat merkittäväällä panoksella riskien-

hallintaan. Vastuuvelan osalta aktuaarit koordinoivat sekä kirjanpidollisen vastuuvelan että vakavaraisuuslaskennassa tarvittavan markkinaehtoisen vastuuvelan laskemista ja raportoivat edelleen yhtiön hallitukselle, kuinka luotettava ja asianmukainen laskenta on.

Aktuaarit laativat korvausvastuun ja vakuutusmaksuvastuun sekä tasoitusvastuun laskuperusteet annettujen ohjeiden ja määräysten periaatteiden mukaisesti. Aktuaarien tulee varmistaa laskennassa käytettyjen menetelmien ja mallien sekä tehtyjen oletusten asianmukaisuus ja arvioida laskennassa käytettyjen tietojen riittävyttä ja laatua. Erityinen huomio kiinnitetään yksinkertaistettujen menetelmien käyttöön ja tietojen approksimointiin.

Laadittavat laskuperusteet perustuvat aktuaarin tekemiin vakuutusliikkeen ja erityisesti vastuuvelan lyhyen, keskipitkän ja pitkän aikavälin ennusteisiin ja analyyseihin. Runsasvahinkoisten vuosien vahinkomenon tasaamiseksi vastuuvahinkoon kuuluva vahinkovakuutusyhtiön tasointuvastuu on arvioitava ottaen huomioon vakuutusliikkeen kehitys epävarmuustekijöineen.

Vastuuvelan laskennan lisäksi aktuaaritoiminnon vastuuihin kuuluu vakuutusmaksujen määrittäminen turvaavasti.

Riskienhallinnan osalta aktuaarien tulee mm. antaa lausunto yhtiön vakuutuspolitiikasta ja jälleenvakuutusjärjestelyistä. Lisäksi aktuaarit osallistuvat nk. riski- ja vakavaraisuusarvion laatimiseen. Aktuaarit seuraavat myös yhtiön vakavaraisuutta.

Aktuaarien erityistehtävät työeläkejärjestelmässä

Vakuutusyhtiöiden lisäksi vakuutuskassoissa ja eläkesäätiöissä on säädetty aktuaarinkelpoisuuden omaavan henkilön suoritettavaksi näiden yhteisöjen vakuustekniset laskelmat tilinpäätöstä varten sekä määräajoin vakuustekniset tutkimukset yhteisön tilasta.

Työeläkevakuuttamisen piirissä toimivat aktuaarit laativat myös kustannustenjakoon liittyvät viralliset laskelmat ja muut TyEL:n edellyttämät vakuustekniset laskelmat.

Työeläkevakuutusyhtiöissä on aktuaaritoiminto, vaikka lainsäädäntö ei tätä varsinaisesti edellytä.

Muut aktuaarien työtehtävät

Kuten edellä mainittiin, aktuaareilla on usein myös roolinsa jo vakuutuksia hinnoiteltaessa. Vakuutustuotteen hinnoittelussa arvioidaan vakuutuksenottajaryhmien tai vakuutuskohteen riskien suuruutta. Ammattitaitoa tarvitaan nimenomaan riskien ja ympäristössä tapahtuvien muutosten seurannassa sekä niihin oikea-aikaisessa reagoimisessa.

Varsinaisten tehtäviensä ohella aktuaarit toimivat käytännössä yhtiöiden matemaattisina asiantuntijoina hyvin erilaisissa yhteyksissä. Vakuutusala koskevissa suunnitelmissa, toimikunnissa ja työryhmissä tarvitaan aktuaarien asiantuntemusta.

Laatimansa laskelmat ja selvitykset aktuaarin on esitettävä riittävän selkeässä muodossa ja perusteltava esityksensä päätöksentekijöille.

Aktuaarien on seurattava vakuustekniikan ja alan lainsäädännön kehitystä. Osallistumalla alan seminaareihin ja kongresseihin aktuaarit voivat laajentaa tietoaan ja hyödyntää niitä työtehtävissään.

SHV-tutkinto

SHV-tutkinto pohjautuu Actuarial Association of Europe:n hyväksymään koulutuskehikoon (Core Syllabus). Viimeisin koulutuskehikko on vuodelta 2019. Core Syllabus on puitesuunnitelma, ja kussakin maassa omasta opetussuunnitelmasta päätetään itsenäisesti.

Vakuutusmatemaatikolta edellytetään ylempää korkeakoulututkintoa, jossa syventävät opinnot on suoritettu matematiikassa, tai muuta vastaavat vaatimukset täyttävää ylempää korkeakoulututkintoa. Lisäksi osana perustutkintoa tai muuten on suoritettava vakuutusmatematiikan tutkintolautakunnan erikseen määräämät yliopistokurssit. Tutkintolautakunnalle suoritetaan täydentäviä kokeita sekä kirjoitetaan harjoitustyö, jonka esittämisellä testataan tutkittavan esittämisen ja esiintymistaitoja. Lisäksi edellytetään käytännön työkokemusta.

Perustutkinto

Perustutkinnon tavoitteena on varmistaa, että vakuutusmatemaatikolla on riittävät tieteelliset valmiudet ja kielelliset taidot seurata alan kehitystä sekä kommunikoida muiden vakuutusmatemaatikkojen ja aktuaaripalvelujen käyttäjien kanssa.

Tämän mukaisesti vakuutusmatemaatikolta edellytetään ylempää korkeakoulututkintoa, johon sisältyy syventävät opinnot matematiikassa, tai muu vastaavat vaatimukset täyttävä lautakunnan hyväksymä akateeminen tutkinto.

Yliopistoissa suoritettavat kurssit

Yliopistoissa suoritettavien kurssien, jotka voivat sisältyä perustutkintoon, tavoitteena on antaa teoreettiset ja käytännön matemaattiset sekä kansantaloustieteen perusvalmiudet. Tämän mukaisesti SHV-tutkintovaatimuksiin kuuluvat seuraavat kurssit:

1. Syventävien opintojen henkivakuutusmatematiikan vähintään 8 opintopisteen kurssi
2. Syventävien opintojen riskiteorian vähintään 8 opintopisteen kurssi
3. Sijoitustoiminnan tai rahoituksen matematiikan syventäviä opintoja vähintään 8 opintopistettä
4. Todennäköisyyslaskennan vähintään 8 opintopisteen suoritus joko kohdan a) tai kohdan b) mukaisesti
 - a) Todennäköisyyslaskentaa tai todennäköisyysteoriaa käsittelevä matematiikan syventävien opintojen kurssi,

b) Aineopintojen todennäköisyyslaskennan kurssi ja matemaattisen tilastotieteen syventävien opintojen kurssi

5. Edellisten lisäksi suorituksia vähintään 16 opintopistettä tilastotieteen tai stokastiikan alalta, joissa tilastotiedettä on oltava vähintään 8 opintopistettä. Esimerkkejä sopivista tilastotieteen kursseista ovat
 - a) matemaattinen tilastotiede (matematiikan tai tilastotieteen kurssi),
 - b) aikasarja-analyysi,
 - c) regressioanalyysi,
 - d) tilastotieteen peruskurssi.Stokastiikan kurssiksi sopii esimerkiksi stokastiset prosessit, stokastinen analyysi tai todennäköisyyslaskenta.
6. Kansantaloustieteen perusopintoja vähintään 8 opintopistettä (sisältäen mikro- ja makrotalousteorioita).
7. Vähintään 4 opintopisteen kurssi tekoälystä ja/tai koneoppimisesta. Esimerkkejä sopivista kursseista ovat johdatus koneoppimiseen, johdatus tekoälyyn, tekoäly ja koneoppiminen, johdatus tekoälyn taustalla olevaan matematiikkaan sekä introduction to machine learning.

Kukin edellä esitetty kohta voidaan kattaa useammallakin kuin yhdellä kurssilla, jos kurssit kokonaisuutena täyttävät kyseisessä kohdassa esitetyn vaatimuksen sisällön, tason ja opintopistemäärien osalta. Yhtä suoritettua kurssia ei voi jakaa vaatimusten useampaan kohtaan vaan yksittäinen kurssi voidaan lukea vain yhteen tutkintovaatimusten kohtaan.

Edellä kohtiin 6 ja 7 liittyvä siirtymäaika, kts. vaatimusten loppu tuonnempana.

Tutkintolautakunnalle suoritettavat kokeet

Sosiaali- ja terveysministeriön nimittämä tutkintolautakunta on määritellyt tutkintovaatimukset, jotka sisältävät neljä koetta ja kirjallisen harjoitustyön. Kokeiden tutkintovaatimukset ovat seuraavat:

- [Kirjanpito ja laskentatoimi](#) (vuosi 2022, pdf)
- [Vakuutuslainsäädäntö](#) (vuosi 2022, pdf)
- [Vakavaraisuus](#) (vuosi 2021, pdf)
- [Vakuutusmatematiikan sovellukset](#) (vuosi 2021, pdf)

Kokeiden tenttipäivät ilmoitetaan ["SHV-kokeet"-verkkosivulla](#). Kokeiden jälkeen sivua täydennetään koekysymyksillä lyhyine vastauksineen.

Kokeisiin valmistaudutaan itseopiskeluna. Jokaisesta neljästä osa-alueesta järjestetään koetilaisuus kerran vuodessa. Tutkintolautakunnalle suoritettaviin kokeisiin tulee ilmoittautua viimeistään kuukautta ennen tenttiä tutkintolautakunnan sihteerille. Muuta ilmoittautumismenettelyä tutkinnon suorittamiseen ei sisälly.

Tutkintovaatimusten yhteydessä mainittu tuki-materiaali auttaa koalueen asiakokonaisuuden hal-lintaa, mutta tukimateriaalin pohjalta ei laadita tentti-kysymyksiä. Säädökset edellytetään tunnettaviksi sellai-sina kuin ne olivat voimassa tenttivuoden alussa, jollei yksityiskohtaisissa tenttivaatimuksissa toisin mainita.

Harjoitustyö

Harjoitustyön ja esitelmän tavoitteena on harjaannuttaa vakuutusmatemaattisten ideoiden, tulosten ja peruste-lujen suulliseen ja kirjalliseen esittämiseen. Harjoitus-työ on kirjoitettava huolitellulla tyylillä. Harjoitustyön ai-he on sovitettava etukäteen tutkintolautakunnan kanssa. Työhön liittyy esittely vakuutusmatemaatikon tutkinto-lautakunnalle.

Harjoitustyö on enintään 20 sivun mittainen raportti (pl. liitteet) tarkasti rajatusta vakuutusmatemaattisesta aiheesta. Lähtökohtaisesti harjoitustyön esitystavan on oltava sellainen, että aktuaarien lisäksi muutkin vakuutusalan asiantuntijat kykenevät seuraamaan esi-tystä. Harjoitustyön tulee sisältää englanninkielinen abstrakti.

Lautakunnan kanssa voi etukäteen sopia myös laa-jemman harjoitustyön tekemisestä. Tavoitteena on täl-löin aktuaarialan tutkimuksen tekeminen, konferenssi-esitelmän pitäminen tai oppimateriaalin laatiminen. Ky-symykseen tulevat aiheet ovat riskiteorian tai vakuutus-matematiikan käytännön sovellukset tai tieteellis-luontoinen ja uutta tietoa tuottava tutkielma. Suositus työn laajuudelle on alle 100 sivua.

Harjoitustyö esitellään suullisesti SHV-lautakunnan kokouksessa. Esityksen ohjeitus on 12 minuuttia ja maksimikesto 15 minuuttia. Maksimikestoa pidempi esitys voi johtaa sen hylkäämiseen.

[SHV-lautakunnan aihe-ehdotuksia harjoitustyöksi.](#)

Käytännön työharjoittelu

SHV-tutkinto antaa hyvät perusvalmiudet toimia vakuutusmatemaatikkona. Tutkinto ei kuitenkaan voi an-taa kaikkia käytännön valmiuksia. Näin ollen tutkinnossa edellytetään kolmen vuoden työskentelyä vakuutusyhtiön tai eläkelaitoksen vakuutusmatemaattisella tai vastaaval-la osastolla tai muu kolmen vuoden mittainen työskente-ly vakuutusmatemaatikon tutkinnon suorittaneen henki-lön valvonnassa vakuutusmatemaattisissa tehtävissä.

Edellä esitettyyn vaatimukseen kolmen vuoden työ-skentelystä liittyy siirtymäaika, kts. vaatimusten loppu.

Suoritusjärjestys

Suoritukset voi tehdä missä järjestyksessä tahan-sa. Kuitenkin tutkintolautakunnan tenteissä oletetaan tutkintovaatimusten yliopistossa suoritettavat kurssit tunnetuiksi.

Lautakunnalle tehtävien suoritusten arvostelu

Lautakunnalle tehtävän tentin läpäisemiseksi vaaditaan yli puolet tentin enimmäispistemäärästä. Hyväksytyt suo-

ritukset arvostellaan arvosanoilla approbatur, cum laude approbatur ja laudatur. (Jos tentin enimmäispistemäärä on esimerkiksi 100 pistettä, ovat arvosanojen rajat ap-probatur: 50.5-65.5 pistettä, cum laude approbatur: 66-79.5 pistettä, laudatur 80-100 pistettä.)

Lautakunnalle tehtävästä hyväksytystä harjoitus-työstä ei anneta arvosanaa.

Tutkinnon kustannukset

Lautakunnalle tehtävistä suorituksista ei peritä mitään maksuja.

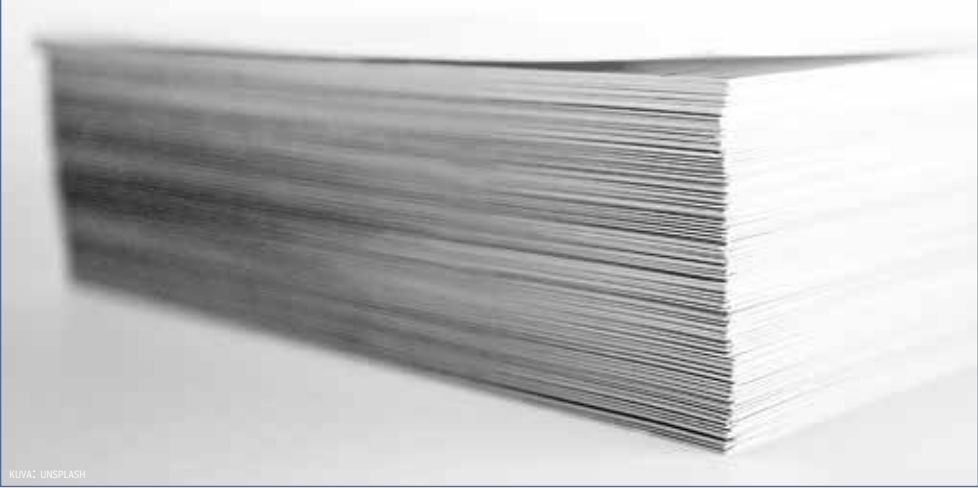
Kun tutkintoa suorittava henkilö on tehnyt kaikki vaadittavat suoritukset, esittää vakuutusmatemaatikon tutkintolautakunta sosiaali- ja terveysministeriölle, et-tä sosiaali- ja terveysministeriö vahvistaisi tutkinto-todistuksella ko. henkilön täyttävän sosiaali- ja terveys-ministeriön hyväksymän vakuutusmatemaatikon kelpoisuusvaatimukset. Sosiaali- ja terveysministeriö perii vakuutusmatemaatikon kelpoisuuden vahvis-tamisesta annettavasta todistuksesta sosiaali- ja terveysministeriön maksullisista suoritteista annetun asetuksen (854/2021) 2 §:n 9 kohdan mukaisen mak-sun 750 euroa.

Tilastotietoa

Vuosina 2011-2020 SHV-tutkinnon suoritti 42 henki-löä ja vuosina 2001-2020 87 henkilöä. Kaikkiaan SHV-tutkinnon on suorittanut 191 henkilöä vuoden 2020 lop-puun mennessä.

Alla on tentin vuosina 2011-2020 läpäisseiden osuus eri tenteissä (laskettuna vastauspaperit pa-lauttaneista):

tentti	tenttisuoritusten lukumäärä	hyväksytyjen tenttisuoritusten lukumäärä	%
Vakuutuslainsäädäntö	138	75	54.3
Kirjanpito	128	73	57.0
Vakavaraisuus	131	60	45.8
Sovellukset	133	66	49.6



Siirtymäsäännös

Jos SHV-tutkintoa suorittava on aloittanut tutkinnon suorittamisen ennen 1.7.2021 ja hän suorittaa tutkin-non ennen 30.6.2024, niin:

- häneltä ei vaadita yliopistossa suoritettavien kurssien kohtaa 7,
- käytännön työharjoittelun kohdalla riittää yhden vuoden työskentely mainituissa tehtävissä.

Edellä tutkinnon suorittamisen aloittamisella tarkoite-taan sitä, että henkilö on saanut hyväksytyksi vähintään yhden vakuutusmatemaatikon tutkintolautakunnalle teh-tävän suorituksen (harjoitustyön tai tentin) ennen mai-nittua päivämäärää.

Jos SHV-tutkintoa suorittava on suorittanut (sivuaeineopiskelijoilta tarkoitettun) kansantaloustieteen peruskurssin tai vastaavat opinnot vähintään 5 opinto-pisteen laajuusena ennen 1.7.2022, pidetään tuota suo-ritusta riittävänä täyttämään yliopistossa suoritettavien kurssien kohdan 6, jos hän suorittaa SHV-tutkinnon ennen 30.6.2024.

Menettely SHV-oikeuksien ja täysjäsenyyden hakemiseksi

Kun edellä mainitut opinnot on suoritettu ja harjoitus-työ hyväksytty, tulee hakijan SHV-oikeudet saadakseen toimittaa vakuutusmatemaatikon tutkintolautakunnan sihteerille kopio korkeakoulun tutkintotodistuksesta, opintosuoritusote ja kopiot mahdollisesti erikseen suo-

ritetuista tenteistä sekä työtodistus. Lisäksi tulee toimittaa suostumus SHV-harjoitustyön verkkojulkaisuun.

Sosiaali- ja terveysministeriölle suoritetuista testeistä ja SHV-harjoitustyön hyväksymisestä tieto on sihteerillä.

Vakuutusmatemaatikon tutkintolautakunta toteaa SHV-kelpoisuuden ja esittää sosiaali- ja terveysministeriölle SHV-oikeuksien myöntöä. Sosiaali- ja terveysministeriö antaa todistuksen SHV-oikeuksista. Tämän jälkeen vakuutusmatemaatikolla on oikeus käyttää nimitystä SHV-vakuutusmatemaatikko.

Saadakseen Suomen Aktuaariyhdistyksen täysjäsenyyden SHV-oikeudet saaneen tulee toimittaa yhdistyksen sihteerille sitoumus eettisten sääntöjen noudattamiseen. Allekirjoitettavan sitoumuksen saa yhdistyksen sihteeriltä. Tällöin jäsen voi kansainvälisissä yhteyksissä käyttää nimensä yhteydessä nimitystä ”Fellow of the Actuarial Society of Finland” tai tätä vastaavaa kirjainyhdistelmää FASF.

Vakuutusmatemaatikon tutkintolautakunta

SHV-tutkintoa hallinnoi Sosiaali- ja terveysministeriön asettama Vakuutusmatemaatikon tutkintolautakunta (Vakuutusyhtiölaki 521/2008, 31. luvun 6. pykälä). Lautakunnan tehtävänä on vakuutusmatemaatikon tutkintoa koskevien kuulustelujen järjestäminen ja vakuutusmatemaatikon kelpoisuuden toteaminen.

Tutkintolautakunnan kokoonpano on tällä hetkellä (huhtikuussa 2022)				
Kaippio, Janne	Filosofian maisteri, SHV	LähiTapiola Puheenjohtaja		1.1.2020 – 31.12.2022
Kolehmainen, Piia	Filosofian maisteri, SHV	OP-Henki	Varapuh.joht.	1.1.2020-31.12.2022
Aalto, Eva	Hallitussihteer	STM	Sihteer	1.7.2021 – 31.12.2022
Isokorpi, Harri	Matemaatikko	STM	Esittelijä	1.1.2020-31.12.2022
Pulkkinen, Pertti	Filosofian tohtori, SHV	STM	Jäsen	1.1.2020 – 31.12.2022
Rakkolainen, Teppo	Filosofian tohtori, SHV	Eläke-Veritas Jäsen		1.1.2020-31.12.2022
Sonni-Kautto, Teija	Filosofian maisteri	Mandatum Life Jäsen		1.1.2020 – 31.12.2022
Taipalus, Tarja	Filosofian maisteri, SHV	Finanssivalvonta jäsen		1.1.-31.12.2022

Käytännön havaintoja tutkinnon suorittamisesta

Kuten edellä totesin, Vakuutusyhtiölaissa säädetään, että vakuutusyhtiössä tulee olla aktuaaritoiminto ja vastuullinen vakuutusmatemaatikko. Vastuullisen matemaatikon tulee olla SHV. Pienet vakuutusyhtiöt nimittävät usein vastuulliseksi matemaatikokseen ulkopuolisen konsultoivan aktuaarin, kun taas suurimissa yhtiöissä on tyypillisesti useampia SHV-nimikkeen omaavia henkilöitä, joista yksi on vastuullinen vakuutusmatemaatikko. Myös Finanssivalvonnassa ja Sosiaali- ja terveysministeriössä on töissä SHV-tasoisia henkilöitä.

Itse suoritin SHV-tutkinnon vuonna 1983 numerolla 53. Vuosien varrella olen havainnut, että tutkinto on tullut koko ajan vaativammaksi, mutta samoin ovat tietysti aktuaareihin kohdistuvat vaatimukset kasvaneet ja toimintaympäristö monimutkaistunut. Aktuaarin tulee nykyään olla paitsi vakuutusmatemaatikko myös finanssimatemaatikko. Aktuaaritaitojen lisäksi korostuvat työpaikan monitahoisien ryhmädynamiikan hallinta ja vuorovaikutustaidot. Korkeiden vaatimusten vastapainona on mahdollisuus hyvään urakehitykseen ja ylennyksiinkin.

Kuinka SHV-opinnot käytännössä sujuvat? Vastaus on, että töiden ohella uurastaen. Tutkintoon vaaditaan vuoden (tulevaisuudessa kolmen vuoden) työkokemus vakuutusmatemaattisissa tehtävissä, ja useimmilla työssäolo jatkuu opintojen rinnalla. Itse suoritin tutkinnon runsaassa kolmessa vuodessa, mutta keskimääräinen suoritusaika lienee runsaasti pidempi. Aktuaariyhdistykseen pääsee jäseneksi vakuutusyhtiössä matemaattisissa tehtävissä työskentelevä jo paljon ennen SHV-tutkintoa, eikä jäsenyys edellytä sen suorittamista. SHV-aktuaari pääsee yhdistyksen täysjäseneksi. Itse olen jo ns. alumni-jäsen, mutta käyn edelleen melko aktiivisesti yhdistyksen kokouksissa. •

Lähteet

Arvo Junnila: Vakuutusmatematiikka Suomessa 1922-1992, ISBN 952-90-5660, sivu 167

Suomen Aktuaariyhdistyksen verkkosivut, www.actuary.fi

Vakuutusmatemaatikon tutkintolautakunta (valtioneuvosto.fi)

Vakuutusyhtiölaki 521/2008, <https://finlex.fi>



Daniel Valtakari

TEK ja kansainvälinen jäsentointi

Kansainvälinen työ on osa TEKin toimintaa. Tämä käsittää niin järjestöjen väliset suhteet, vaikuttamisen EU- ja kansainvälisellä tasolla sekä yksittäisille jäsenille tarjotut palvelut ja mahdollisuudet.

Muutaman viime vuoden aikana TEKin toimistolla toimiva työryhmä, **International Chapter**, on koordinoinut toimintaa, joka liittyy ulkomailta tulleeisiin osajiin. Osa näistä täyttää TEKin jäsenkriteerit. Seuraamme yhteiskunnallista keskustelua ja miten esim. ulkomailta tulleet, korkeasti koulutetut ihmiset, voivat paremmin tulla mukaan suomalaiseen työelämään. Päivittäisiin haasteisiin törmätään niin lainsäädännön kuin viranomaistoiminnan suhteen. Osaltamme pyrimme vaikuttamaan siihen, että kaikki olisi sujuvampaa ja tarkoituksenmukaisempaa.

Järjestämme myös suoraa tukea ulkomailta tulleille TEKin jäsenille, kuten ura- ja työnhakuvalmennusta englanniksi sekä erilaisia englanninkielisiä tilaisuuksia,

joissa suomalainen työelämä aukeaa paremmin ja näin työnsaannin mahdollisuudet paranevat. Työhaun käytännöt vaihtelevat paljon maittain ja eri kulttuureissa. Esimerkkinä toimii TEKin eri yliopistoissa jo useamman vuoden ajan järjestetyt luennot CV:n ja työhakemuksen teosta sekä suomalaisen työelämän rakenteista.

International Chapter myös kehittää TEKin omaa sisäistä toimintaa mm. uusien parannettujen kv-sivujen välityksellä. Näin voimme tarjota entistä paremmat palvelupuitteet ihmisille, joille suomalainen työelämä ei ole tuttu ja edunvalvonnasta opastetaan lähes kädestä pitäen. Voit tutustua sivuihin tästä linkistä: <https://www.tek.fi/en>.

Vastavuoroisesti tuemme ja neuvomme niitä TEKin jäseniä, jotka hakeutuvat Suomesta maailmalle. Jäseniä palvelemalla olemme keränneet oppia ja kokemusta siitä, mihin on hyvä varautua ja mitä huomioida. Järjestöjen yhteistyöverkoston kautta voimme auttaa olemaan yhteydessä TEKiä vastaaviin järjestöihin ulkomailta. Maasta, järjestöstä ja oleskelun pituudesta

riippuen tekijäläinen voi hakeutua vierasjäseneksi tai varsinaiseksi jäseneksi. Kummassakin tapauksessa tuki jatkuu katkeamattomana maasta toiseen siirryttäessä.

Suorien jäsenpalveluiden lisäksi yhteistyö organisaatioiden välillä on tiivistä. Karkeasti voidaan sanoa, että kansainvälinen yhteistyö alkaa suomalaisten järjestöjen kesken Suomessa, esim. Teollisuuden Palkansaajien puitteissa. Tästä seuraava luonnollinen askel on pohjoismainen taso, jossa on useita eri yhteisöjä sektorista riippuen, kuten teollisuuden puolella Nordic IN (Pohjoismaiden Teollisuustyöntekijät) ja palvelupuolella UNI Norden, UNI Norden ICTS (tietoala ja pelit) sekä UNI P&M (toimihenkilöt ja ylemmät toimihenkilöt).

Muitakin on, joskin edellä mainitut ovat TEKin osalta tärkeimpiä. Näistä on myös sujuvaa siirtymä Eurooppa tasolle, jossa keskeisiä toimijoitamme ovat industriAll (teollisuussektori ja Nordic IN) ja UNI Europa. UNI Euroopan sisällä on mm. UNI Europa P&M (TEKillä on varapuheenjohtajuus), UNI Europa Tech & Games (entinen ICTS) sekä useita muita. UNI Europa on osaltaan osa



UNI Global -järjestön toimintaa. Eurocadres edustaa toimihenkilöitä ja ylempiä toimihenkilöitä Euroopassa. TEK vaikuttaa sen toimintaan UNI Euroopan kautta.

Omana erityisjuttuna on ANE, Association of Nordic Engineers, joka yhdistää pohjoismaiset insinööri-järjestöt. ANE toimii hyvin aktiivisesti ja tuottaa sekä tasokkaita selvityksiä mm. digitalisaatioon ja tekoälyyn liittyen kuin myös erilaisia tapahtumia. Jäsenetkin voivat hyötyä näistä.

Kun huomioidaan eri kv-toiminnan tasot, ja lisätään yhtälöön hyvä vuorovaikutus ja tiivis yhteistyö, voidaan TEKin toiminnan kansainvälisessä ympäristössä katsoa olevan merkittävästi kokoaan suurempaa

Kansainvälisellä yhteistyöllä vaikutetaan esimerkiksi eurooppalaiseen lainsäädäntötyöhön. Aikanaan direktiivit tulevat myös kansallisesti sovellettaviksi ja työmme jatkuu myös siinä vaiheessa. Esimerkkinä toimii direktiivi Eurooppalaisista Yritysneuvostoista (EWC), jossa 2007–2009 olimme suoraan mukana ja 2010–2011 direktiivin implementoinnissa suomalaisen lainsäädäntöön.

Kansainvälisten järjestöjen kautta yksittäisillä TEKin jäsenillä tai yhdistyksillä on mahdollisuus luoda omia kontakteja ulkomaille. Tanskassa esim. toimii väitöskirjan tekijöitä ja väitelleitä edustava järjestö, jonka kanssa TEK tekee säännöllistä yhteistyötä. Yksittäinen jäsenkin voi olla yhteydessä, jos kokee, että siitä olisi etua, vaikka omalle uralle (kontaktit jne.).

ETUC, European Trade Union Confederation, toimii eurooppalaisena kattojärjestönä. Tämä koskee niin lainsäädäntöyhteistyötä kuin koulutusta ja muuta vastaavaa toimintaa. EUn Komissio rahoittaa merkittävän paljon ETUCin erilaisia tapahtumia, seminaareja ja hankkeita. Yksittäinen tekijä voi jopa osallistua jonkin tietyn alan ja aiheen seminaariin ja saada palautuksena matka- ja majoituskulut. Näistä saa osin tietoa TEKin nettisivuilta ja tarkemmin ETUCin, eri eurooppalaisten järjestöjen ja EUn sivuilta.

Kun sinua kiinnostavat kansainväliset asiat, ole rohkeasti yhteydessä TEKiin, oli sitten kyse työhön liittyvistä asioista, opinnoista ulkomaille tai henkilökohtaisesta mielenkiinnosta ja oman osaamisen kehittämisestä. •



Lisätietoa antavat esim.:

Daniel Valtakari, kansainvälinen toiminta ja organisaatiot
Heidi Tomperi, kansainvälinen jäsenviestintä
Sari Haataja, osaamisen ja oman uran kehittäminen

Daniel Valtakari

Työelämäasiantuntija, korkeakoulusektori ja kansainväliset asiat
Tekniikan akateemiset TEK
email: Daniel@tek.fi

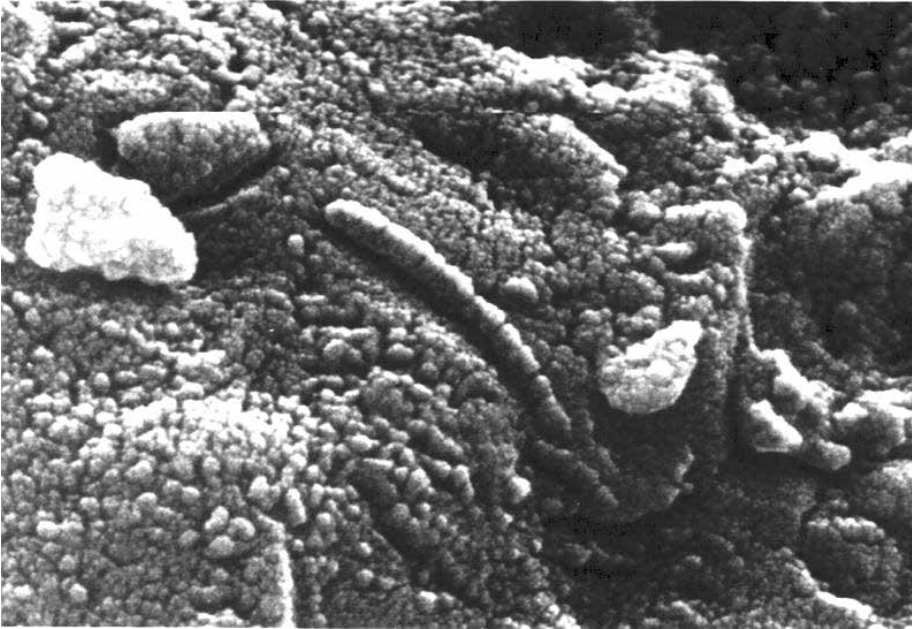
Kv-järjestöistä voit lukea lisää tämän linkin kautta

<https://www.tek.fi/en/services-and-benefits/work-life-in-finland#component-4523>

Ei mitään uutta auringon alla

Elämää Mars-meteoriteissa

Mikrobiologi Charles B. Lipman väitti 90 vuotta sitten löytäneensä todisteita maanulkopuolisesta elämästä meteoriteista. Myös hiljattain on esitetty vastaavanlaisia väitteitä liittyen Marsista peräisin oleviin kiviin. Usko elämään Marsissa on vanhaa perua.



ALH84001:n pintaa elektronimikroskoopilla kuvattuna.



Venäläissyntyinen amerikkalainen mikrobiologi Charles B. Lipman luuli löytäneensä meteorittien mukanaan tuomaa elämää.

Me suomalaiset tunnemme omien presidenttiemme lisäksi kenties parhaiten Yhdysvaltojen presidentit. Emme ehkä muista niistä kaikista vanhimpia, mutta lähihistoriassa Valkoista taloa asuttaneet ovat meille melko tuttuja. Parhaiten tiedämme ne presidentit, joihin liittyy jotain raflavaa: ammutuksi tullut **Kennedy**, Watergate-skandaalissa ryvettynyt **Nixon** ja se tyyppi, jonka piti tehdä Amerikasta taas mahtava. Itse olen sitä sukupolvea, että mieleeni ovat jääneet presidentit **Clintonista** alkaen.

Bill Clintonin julkilausumista muistan kaksi. Muistan, kuinka hän ponnekkaasti kiisti seksuaalisen suhteen **Monica Lewinskyn** kanssa. Lisäksi muistan, kuinka hän elokuussa 1996 kommentoi NASAn tiedotetta.

NASAn tutkijat **David S. McKayn** johdolla ilmoittivat löytäneensä merkkejä elämästä Marsista peräisin olevasta meteoritista. Nimellä Allan Hills 84001 tunnettu kivi oli ilmeisesti lentänyt punaiselta planeetalta avaruuteen meteoritiin iskussa. Miljoonia vuosia myöhemmin se osui Maapalloon. Amerikkalaiset meteorin metsästäjät keräsivät parin kilon painoisen kiven talteen Etelämantereelta, Allan Hillsin kukkuloilta.

Kun NASAn tutkijat tarkastelivat kivenmötikkää pyyhkäisyelektronimikroskoopilla, paljastui siitä sellaisia rakenteita, jotka normaalisti ovat elävien organismien synnyttämiä. Tämä löytö sai siis presidentti Clintonin toteamaan, että nyt ollaan isojen asioiden äärellä.

Clinton oli lausunnossaan varovainen – kuten poliitikot yleensä ovat. Hän totesi, että kaikkien löytöjen tapaan tämäkin tulee tutkia tarkkaan ja muiden tutkijoiden tulee käydä se läpi ja vahvistaa. Väite olikin sen verran suuri, että heppoisin perustein sitä ei sovi hyväksyä. Toistaiseksi tiedämme koko maailmankaikkeudessa vain yhden planeetan, jolla on elämää. Se on oma Maapallomme.

Meteoritiissa nähdyt rakenteet olivat hyvin pieniä, vain 20–100 nanometrin kokoisia. Maan bakteerit jättävät yleensä suurempia jälkiä fossiileihin, mutta kuka ties bakteerit ovat Marsissa pienempiä. Vaikka jäljet eivät täysin tutuilta näyttäneetkään, silti ensimmäinen epäilyn aihe oli, että olisiko ne voineet syntyä vasta Maapallolla täkäläisen elämän toimesta. Jäljet olivat kyllä kovin sulautuneet kiven sisuksiin, toisin kuin odottaisi ulkopuolelta tulleen elämän näyttävän. Kui-

tenkaan ei McKayn ryhmä kyennyt täysin vakuuttavasti osoittamaan, että omalla planeetallamme tapahtunut saastuminen ei voisi olla jälkien takana.

Suurempi syy epäluulolle oli se, että samanlaisia jälkiä voisi syntyä myös ihan ilman elämää. Tutkijayhteisö asettiikin sille kannalle, että Allan Hills 84001 ei tarjoa kyllin vakuuttavia todisteita muinaisesta Marsin elämästä.

McKay ei kuitenkaan antanut periksi. Hän jatkoi tutkimuksiaan ALH84001:n ja muiden meteorittien parissa. Vuonna 2010 McKayn tutkimusryhmä julkaisi tuloksia kolmesta eri meteoritista otetuista näytteistä. Yksi näistä oli ALH84001, mutta mukana oli myös Etelämantereelta vuonna 2002 poimittu kivi ja Egyptiin viime vuosisadan alussa pudonnut meteoritti. Tällä kertaa he käyttivät menetelmää, joka tarkemmin kertoo näytteen sijainnin kivessä. Näin ulkoisen kontaminaation mahdollisuutta voidaan paremmin arvioida.

Merkittävä uusi tulos oli, että nyt löydettiin myös kooltaan suurempia rakenteita. Noin 800 nanometrin kokoiset rakenteet sopivat yhteen tunnettujen bakteerien kokojakauman kanssa.

Tiedeyhteisö ei kuitenkaan vieläkään vakuuttunut. McKay oli itsekin varovaisempi julkilausumiensa kanssa. Hän ei väittänyt todistaneensa varmasti Marsissa ollutta elämää, eikä tällä kertaa yksikään presidentti kommentoinut tutkimustuloksia.

ALH84001 palasi tiedeuutisiin tämän vuoden tammi-kuussa. Toinen tutkimusryhmä sai valmiiksi omat tutkimuksensa ja julkaisi tuloksensa. He totesivat, että fossiileja muistuttavat rakenteet ovat syntyneet geologisissa prosesseissa. Jos Marsissa on muinoin ollut elämää, ei ALH84001 kerro meille siitä yhtään mitään.

Ei mitään uutta ole auringon alla. Jos tänä vuonna kumottiin McKayn teorian ALH84001:n fossiileista, niin samalla tulee tasan 90 vuotta täyteen erästä artikkelista. Artikkelista, jossa siinäkin spekuloiin teorioista löytyneistä elämän merkeistä. Artikkelin kirjoittanut **Charles B. Lipman** oli David S. McKaytä nöyrempi, eikä yrittänytkaan saada presidenttiä kommentoimaan löydöksiään. Artikkelin otsikonkin hän muotoili kysymyksen: *Are there living bacteria in stony meteorites?*

Lipman ei etsinyt fossiloituneita mikrobeja, hän-tä kiinnosti elävä elämä. Lipman viljeli avaruuspöjöjä petrimaljassa. Aivan aluksi hän steriloi meteorit vetyperoksidiliuoksessa. Lipmanin mielestä kivien upottaminen steriloiwaan liemeen estäisi maallisen kontaminaation, vaikka käsittely olikin pintapuolinen. Sen

jälkeen hän otti kivistä näytteitä ja antoi niiden kehittyä petrimaljassa. Ja kuinka ollakaan, jonkin ajan kulu-tua löytyi niistä samanlaisia merkkejä elämästä kuin maanpäällistä alkuperää olevista näytteistäkin löytyisi.

Suurin kritiikin aihe olikin, että Lipman löysi liian samanlaista elämää kuin mitä maan päällä on. Yksinkertaisin tulkinta on, että petrimaljoissa kasvaneet b-sillit olivat maallista alkuperää. Lipman vastasi, että ei ole mitään syytä olla olettamatta, että samanlaista elämää voisi kehittyä muillakin taivaankappaleilla. Lipmania kritisoivat tutkijat selittivät, että taivaalta tulleet kivet imevät helposti vettä huokosiinsa ja veden mukana mikrobeja. Nämä pieneliöt selviävät hengissä kiven sisässä Lipmanin steriloiwaan käsittelyn.

Jo ennen Lipmania oli spekuloitu, että meteoritit voisivat kantaa elämää mukansa. Elämään Marsissa uskottiin yleisesti heti, kun Mars ymmärrettiin Maata muistuttavaksi kiviplaneetaksi.

Nykyään Marsista etsitään merkkejä alkeellises-ta elämästä, mutta ennen uskottiin älyllisten olioiden asuttavan punaista planeettaa. Italialainen **Giovanni Schiaparelli** näki vuonna 1877 Marsin pinnalla pitkiä ja suorja muotoja, joista hän käytti nimitystä *canali*. Sana voi tarkoittaa myös luonnonmuodostumia, mut-ta se käännettiin tarkoittamaan keinotekoisia kanavia. Pian muutkin olivat näkevinään marsilaisten rakenta-

mia kanavia. Eri tähtitieteilijöiden havainnot erosivat toisistaan, mutta usko Marsin asukkaisiin oli silti kova.

Jos Marsissa olisi älykäästä elämää, löytyisi sen kansa kommunikointiin helposti keinoja. Toiset tähdet ovat niin kaukana, että kirjeenvaihto niitä kiertävillä planeetoilla asuvien olioiden kanssa on tuskastuttavan hidasta. Vastausta joutuisi odottelemaan vuosia – ehkä jopa pidempään kuin ihmisikä. Mutta toisin olisi Marsin kanssa. Ranskan Tiedeakatemia julkaisi vuonna 1900 palkinnon (Prix Pierre Guzman), joka myönnettäisiin sille, joka onnistuisi kommunikoimaan toisen taivaan-kappaleen kanssa. Säännöissä erikseen mainittiin, että Marsia ei lasketa. Se olisi liian helppoa.

Jotkut Raamattua kirjaimellisesti tulkitsevat fundamentalistikristityt kiistävät Maan ulkopuolisen elämän mahdollisuuden, koska luomiskertomus ei sellaisesta puhu. Raamatun luomiskertomus kuitenkin kuvaa hyvin ihmisen halua löytää älykäästä elämää maailmankaikkeudesta. Se kertoo, että kun Jumala oli luonut Aatamin, totesi hän: ”Ei ole ihmisen hyvä olla yksinään.” Jumala muovasi maasta villieläimet ja kaikki taivaan linnut, mutta ihmiselle ei löytynyt sopi-vaa kumppania. Niin hän loi naisen miehen seuraksi.

Yhtä lailla ihmiskunta kokee kosmista yksinäisyyt-tä. Toistaiseksi avaruudesta ei ole löytynyt edes villi-eläimiä tai alkeellista elämää. •



UUTISIA

Kotimaisia tietojärjestelmiä tulossa hyvinvointialueille

MALin vuosikokouksen esitelmän piti Esko Systems Oy:n toimitusjohtaja **Kaisa-Liisa Harjapää** otsikolla *Näkemyksiä potilastyötä tukevista ja tehostavista tietojärjestelmäratkaisuista.*

Erilaisia potilastietojärjestelmiä on Suomessa käytössä hätkähdyttävät 41 kappaletta. Potilastiedolle on nyt kuitenkin luotu yhtenäiset valtakunnalliset perusrakenteet, ja on syytä toivoa järjestelmäkijon supistuvan, kun siirrymme 21 hyvinvointialueen järjestelmään. Harjapää esitteli Oulussa kehitettyä ja tuotantokäytössä olevaa ESKO-järjestelmää (**Elekt-**roninen **SairausKertomusOhjelmisto**). Järjestelmää kehittää eteenpäin vuonna 2019 perustettu Esko Systems Oy, joka on voittoa tavoittelematon yhtiö ja Koodia Suomesta ry:n jäsen.

Tietotekniikan kannalta ESKOn vahvuuksia ovat Harjapään mukaan

- nojautuminen standarditeknologioihin milloin mahdollista (selainpohjaisuus ym)
- huoltovarmuus (sijainti Suomessa, pitkään säilyvät talletusmuodot, palautettavuus, asiantuntijatyövoiman saatavuus)
- teknologian alhaiset elinkaarikustannukset

Harjapää näytti lääkäreille tehdyn potilastietojärjestelmien käytettävyysskyselyn tuloksia. Eri aspektien kouluarvosanoissa ESKO oli yleensä kärkisijoilla ja pääkaupunkiseudun Apotti hännillä.

ESKO on erikoissairaanhoidon järjestelmä, jota nyt laajennetaan perussairaanhoidon. Se on Pohjois-Pohjanmaan hyvinvointialueen valitsema ratkaisu, ja sen piirissä on jo 900 000 asukkaan erikoissairaanhoidon.

hoito. Toimitusjohtajan mielestä ESKO pystyisi hoitamaan Apotin ulkopuolisen Suomen erikoissairaanhoidon, ja järjestelmää markkinoidaan aktiivisesti hyvinvointialueille.

Vilkaassa keskustelussa mm. nostettiin esiin yleisempääkin merkitystä omaava kysymys siitä, miten monet erittäin kalliit mutta peruskäyttäjien moittimat julkisorganisaatioiden ohjelmistot ovat tulleet valituiksi – ovatko ne todella olleet optimaalisia valintoja, vai olisiko aihetta tutkia näitä hankintaprosesseja tarkemmin? Kenties voimme jatkossa selvittää näitä asioita MAL-lehdenkin palstoilla?



URATARINA

Olavi Valkeajärvi:

Öljylampun valosta ydinvoimalaitosten valvojaksi

Minä, kanaystäväni ja uusi kotitaloni Jämsän Partalan kylässä vuonna 1956 (valokuva Marja Lahermaa)

Lapsuus ja syrjäkylän kansakoulu

Ei tietä, ei sähköä, eikä juuri ihmisiääkään. Sellaiseen entiseen jämsäläiseen järvenrantatorppaan syntyi poika keväällä jäiden lähdön jälkeen, hauenkudun aikaan, perjantai-iltana toukokuun viidentenä vuonna 1950.

Tasavallan presidentti **J. K. Paasikivi** oli juuri sinä keväänä aloittelemassa toista presidenttikauttaan ja **Urho Kekkonen** taas aloitteli ensimmäistä kertaa pääministerinä. **Josif Stalin**, Isä Aurinkoinen, jatkoi hyväksi havaitsemaansa tapaan Neuvostoliiton diktaattorina.

Sulina aikoina tein kansakoulumatkani polkupyörällä, vaikkei kotitalooni aluksi polkupyöräkelpoista tietä koko matkaa perille ollutkaan. Ainoa kulumahdollisuuteni oli raahata pyörä laittomasti rautatietä pitkin lähes 300 metriä suuntaansa.

Koulumatkat tehtiin talvisin hiihtäen pimeiden synkien metsien läpi. Maaseudulla suksien päätarkoitus oli

toimia kulkuvälineinä tiettömillä taipaleilla joulukuun alkupuolelta huhtikuun loppupuolelle.

Silloin kansalaisia innostettiin hiihtämään merkkaamalla hiihtokilometrit tarkasti Kansanhiihtokorttiin. Minulle tuli 7-vuotiaasta alkaen vähintään 1000 hiihtokilometriä talvessa täyteen. Ladut oli tehtävä itse hiihtämällä. Pidin kaksi ensimmäistä kouluvuottani latua yksin auki parin kilometrin päähän. Seuraaville kolmelle kilometrille sain kaveriapua.

Vanhempani olivat päättäneet tehdä minusta ylioppilaan ja akateemisesti koulutetun. Sellaisia ei juuri ollut koko Partalan kylässämme, ja suvussakin ne olivat kaukaisia. Itse en ollut metsäläisenä koulutuksesta juuri mitään kuullutkaan enkä olisi ymmärtänyt sellaista haluta.

Jämsän keskustassa oli yhteiskoulu, johon ei noin vain mentykään. Piti läpäistä sisäänpääsykokeet, joissa läheskään kaikki yrittäjät eivät onnistuneet.

Sisäänpääsykokeet olivat kaksipäiväiset, ja pidin niitä rasittavina. Perusmatematiikkaa ja äidinkieltä oli osattava. Oli ojankaivuu-urakoiden ja aidanseipäiden lukumäärien laskemista. Äidinkielessä oli hallittava perusoikeinkirjoitus. Läpäisin kokeet, ja siirryin Jämsän yhteiskouluun syksyllä 1961. Mielestäni oli osattava aika paljon, että edes pääsi sisään vanhanaikaiseen keskikouluun. Ihmettelen nykyisiä lehtijuttuja, kuinka peruskoulusta pääsisi läpi lähes luku- ja laskutaidottomana.

Koulumatematiikkaa

”Minä näen jo teidän silmistänne, ettei teistä tule koskaan matematiikkuksia.” Seisoin ensimmäisen lukioluokan syksyllä luokkatoverini kanssa kahdestaan käytävällä. Matematiikan opettajamme **Eikka** karjui meille kalju punaisena. Me molemmat olemme nyt diplomi-insinöörejä. Tämä Eikan antama oppilasarviointi oli lievimmästä päästä. Joitakin hänen tokaisujaan heikoimmille oppilaille pidettäisiin masentavuudessaan nykypäivinä törkeinä.

Alkujärkytyksestä selvittyäni tulin itse kohtuullisesti Eikan kanssa toimeen. Me jotenkin matemaattisemmat selvitimme ainaisella jännityksellä Eikan tunnit, mutta toista oli vähemmän matemaattisilla. Tuskin jatkuva nolaaminen ja räkkääminen luokan edessä innosti heitä matematiikan pariin.

Meiltä Eikan ylioppilasluokalta valmistui seitsemän diplomi-insinööriä. Korkeakouluopinnoissani kävi selväksi, että derivaatalla voisi tehdä paljon muutakin kuin määrittää funktion kuvaajan tangentin kulmakertoimen. Oppikoulussa ei vihjaistu sanallakaan mistään käytännön käyttökohteista.

Vuonna 1985 Eikka edusti Jämsän sotaveteraaneja isäni 70-vuotispäivillä. Tällöin 16 vuotta koulun jälkeen hän kuuli minun valmistuneen diplomi-insinööriksi. Silloin hän tunnusti minulle: ”Sinusta on tullut herra.”

Eikan tunnustus oli varmasti vilpiton ja hänen tyylilleen ominainen ja mieleenpainuva. Se jäikin viimeiseksi tapaamiseksi Eikan kanssa.

Ylioppilaskeväät ja Teknillinen korkeakoulu

Ylioppilaskeväät 1969 oli elämäni rasittavinta aikaa. Siihen aikaan ylioppilaskirjoitukset olivat kertasuoritus. Jos epäonnistui, korjausmahdollisuuksia ei ollut. Sain kuudesta kirjoittamastani aineesta kaksi ällää: matematiikasta ja reaalista. Menestyin reaalisia lähinnä tietämykselläni lempiaineistani: fysiikasta, kemiasta ja biologiasta.

Olin opiskellut nestekaasulampun valossa ylioppilaaksi. 20 vuoden päästä kotitalooni saatiin sähkövirtakin. Olin intohimoinen lukija, eivätkä käytännön työt kiinnostaneet minua. Minulle kelpasi luettavaksi mikä tahansa. Erityisen mieluisia olivat Tekniikan Maaailma-lehden vanhat vuosikerrat, jotka luin kannesta kanteen.

Olin kiinnostunut tekniikasta ja diplomi-insinöörin urasta. En tosin tuntenut yhtäkään diplomi-insinööriä. En tiennyt, mitä he todellisuudessa tekevät. Mieli-kuvissani oli jokin Pelle Pelottoman hahmon kaltainen olento, joka keksii tarvittaessa mitä tahansa. Koulun erinomainen fysiikan opettaja oli tekniikkaan hyvin perehtynyt entinen teekkari.

Olin hakenut Teknilliseen korkeakouluun Otaniemeen. Matematiikan ja fysiikan pääsykokeet olisivat kesäkuun loppupuolella. Muistelen, että koulukurssien ulkopuolelta tuli tehtäviä **Kalle Väisälän** Vektorianalyysistä sekä eräästä differentiaaliyhtälöiden oppikirjasta. Niihin piti ruveta valmentautumaan. Tampereen yliopisto järjesti kursseja, jotka olivat käytännössä valmennuskursseja. Siellä kuuntelin ensimmäistä kertaa oikeaa matemaattikkoa, joka oli yliopiston matematiikan lehtori.

Opin valmennuskursseilla ainakin yhden uuden differentiaaliyhtälöiden ratkaisumenetelmän, jota käytin pääsykokeissa. Kurssi ei mennyt hukkaan. Aloitin konetekniikan opintoni Teknillisessä korkeakoulussa Otaniemessä syyskuun alussa 1969.

Matematiikalle löytyi sovellutuksia. Derivaatat ja integraalit olivat päivittäisiä työkaluja. Tuntui siltä, että oli oppiaine mikä tahansa, kohta oltiin täyttää päätä derivoimassa ja integroimassa.

Harvat professorit ja muut luennoitsijat olivat pedagogisia lahjakkuuksia. Poikkeus oli matematiikan luennoitsija **Armo Pohjavirta** hervottomine välijuttuineen. Hän saattoi kertoa tietoisien järjettömän puujalkavitsin kesken Fourierin sarjojen todistelun. Hän tiesi psykologiasta, ettei kukaan pysty keskittymään matematiikan luentoon yhteen menoon viittätoista minuuttia kauempaa.

Luennointitapa oli havainnollistava. Hän esimerkiksi vertasi usean muuttujan funktion kuvaajaa Dipolin opiskelijaravintolan perunaan, joka on litteä ja inhotava, kuten kaikki tiesivät.

”*Insinööritte matematiikka on kuin kulmakarvat. Eihän niistä mitään varsinaista hyötyä ole, mutta ota pa pois, niin johan on kumman näköinen*”, totesi Armo Pohjavirta.

Armo Pohjavirta oli ehdottomasti paras koskaan tapaamistani luennoitsijoista. Hänestä tuli myöhemmin Tampereen Teknillisen korkeakoulun legendaarinen matematiikan professori. Hänen sutkauksiaan on nykyisin koottu verkkosivuille.

”*Kun epsilon on pirun pieni, niin M kasvaa jumalettomast*”, tarkasteli Armo Pohjavirta raja-arvoa.

Sattumalta eliniäksi töihin Säteilyfysiikan laitokseen

Oli toukokuu Otaniemessä vuonna 1974, ja opintoni alkoivat jo olla loppurynnistyksiä vailla. Äkkiä havahduin, etten ollut edes yrittänyt etsiä kesätyöpaikkaa. Löysin TKK:n koneosaston ilmoitustaululta lapun, jossa Säteilyfysiikan laitos, SFL, haki kesäteekkaria tekemään kirjallisuustutkimusta. Laitoksen nimikin oli minulle ennestään täysin tuntematon. Hämmästelinkin, miksi organisaatio, jonka nimi oli Säteilyfysiikan laitos, haki tehtäviinsä nimenomaan koneteekkaria.

Sain haastattelukutsun. Silloinen Säteilyfysiikan laitos olikin viranomainen, joka valvoi säteily- ja ydinturvallisuutta Suomessa. Ydinvoimalaitosten paineastioiden ja muiden mekaanisten laitteiden valvonta on tyypillistä koneinsinöörien työtä.

Sain kesätyön. Ryhdyin tekemään kirjallisuustutkimusta kuonahitsauksesta. Se oli alun perin Neuvostoliitossa paksuseinäisten rakenteiden hitsauksen kehitetty menetelmä, joka oli Suomessa jokseenkin tuntematon. Minulle vihjaistiin, että työnantajan taka-ajatuksena oli tällä tavalla saada teekkareista mahdollisesti myöhemmin tarkastajia palvelukseensa.

Näin SFL:ssa ensi kerran elämässäni taskulaskimen. Sain pitää sitä kädessäni, jopa laskeakin sillä. Se oli 70-luvun puolivälin monipuolisimpia laskimia. Valmistaja oli Hewlett-Packard, HP. Laite oli silloin erittäin kallis. Eräs innostunut kesäteekkarikaverini kulutti laskimeen koko seuraavan lukuvuoden opintolainansa.

Loppukesällä tuli puheeksi, olisiko mahdollista ruveta tekemään diplomityötä. Sopihan se, täydentäisin kesätyötäni ja tekisin käytännön hitsaukskokeita ja tutkisin kuonahitsausliitosten ominaisuuksia.

Valmistuin joulukuussa 1975. Lähdin sotaväkeen ja sen jälkeen aloitin työt Säteilyfysiikan laitoksella ydinvoimalaitosten viranomaistarkastajana.

Matkatöitä saattoi aikoinaan olla yli 100 päivää vuodessa, ja illat, yöt ja viikonloputkin saattoivat kulua ylitöissä. Lennin 70-luvun loppupuolella viikoittain Poriin mennäkseni pariksi kolmeksi päiväksi Olkiluotoon, jossa oli ydinvoimalaitosten rakentamisvaihe meneillään. Edestakaiseen matkaan tarvittiin kahdeksaa eri kulkuvälinettä. Tein rakentamisvaiheessa lähes kaikki Loviisa 2-, Olkiluoto 1- ja 2-ydinvoimalaitosyksiköiden painelaitteiden käyttöönottotarkastukset.

Minun työympäristöni oli erinomainen oman alani tapahtumien, tietojen, tutkimusten ja kehityksen näkötorni. Viranomaisella on lakiin perustuva oikeus tarvitsemansa tiedon saantiin valvontakohdeorganisaatioilta. Minun oli seurattava kaikkia neljää suomalaista ydinvoimalaitosyksikköä ja niiden parissa työskenteleviä muita organisaatioita. Oli myös seurattava ulkomaisen ydinvoimalaitosten tapahtumia, tutkimusta, teknistä kehitystä, käyttökokemuksia ja määräyksiä sekä koti- että ulkomailla.

Oli oltava viiksikarvat sojossa kuin kissalla pimeässä aitassa. Tietoa ja vaikutteita oli kerättävä kaiken aikaa ja pidettävä itsensä ajan tasalla. Suomen voimavarat ovat pienet, ja valtaosa alan tiedosta on alkuperältään ulkomaista. Pidän tehtävistäni tärkeimpinä ulkomaisen kehityksen seuraamista ja sen vaikutuksen arviointia ja kohdistamista Suomen ydinturvallisuusvalvontaan ja tutkimusohjelmiin.

Valmistelin tarvittaessa oma-aloitteisesti vaatimuksia Suomessa. Olin kiinnostunut tutkimuksista, joita teetin ulkopuolisilla, ja ohjasin pari diplomityötäkin. Alan konferensseissa oli käytävä ja luettava ammattikirjallisuutta niin paljon kuin ehti. Työnantajani pitämän luettelon mukaan osallistuin työurallani yli 200 koti- tai ulkomaiseen koulutustapahtumaan tai konferenssiin, joista 35 oli kansainvälisiä.

Pidin asiantuntijatehtävistäni. Työpaikan vaihdossa olisin päätenyt johonkin organisaatioon tekemään samantapaisia töitä, mutta suppeammilla näköaloilla. Olin erityistehtävissäni viimeistä vuosikymmentä lukuun ottamatta käytännössä työpaikkani ainoa, ja virkaveljiäkin oli koko Suomessa vain muutamia.

Tehtäväni oli ydinvoimalaitosten painelaitteiden hitsausliitosten rikkomattomien määräaikaistarkastusten valvonta. Monille terveydenhoidosta tuttu ultraäänitarkastus on tärkein tarkastusmenetelmä käytössä syntyneiden säröjen havaitsemisessa.

Kansainväliset tarkastusten luotettavuustutkimukset olivat 70- ja 80-luvuilla selvästi vahvistaneet tarpeen osoittaa tarkastusten luotettavuus. Se voitiin tehdä tarkastusjärjestelmän pätevöinniksi kutsutulla menettelyllä.

Ennen pätevöintiä tarkastukset perustuivat kärjistetysti sanottuna näppituntumaan. Kun oli tarkastettu, ei tiedetty, oliko löydetty se, mitä oli etsitty. Eikä aina sitäkään, mitä oltiin etsimässä.



Eläkkeelle huhtikuussa 2018. Esimieheni toimistopäällikkö Petri Vuorion (oikealla) viimeinen puhuttelu. Seuraavaksi nuori yleisö kuuntelee tarkkaavaisesti uskomattomia lähtömuisteluiani ”esiteolliselta” ajalta 70-luvun alkupuolelta. Taskulaskimiakaan ei ollut, ja päätökset valmisteltiin käsin ja lopputulokset kopioitiin hiilipaperilla.

Aloin 90-luvun vaihteessa selvittää päteväntä vaatimuksen täytännönpanoa Suomessa. Vaadin ydinvoimalaitoksilta selvityksiä ja teetin tutkimuksia.

Alkuun asia oli vaikea, se poikkesi aikaisemmasta ajattelutavasta ja vaati syventymistä.

Päteväntä on tutkimusprosessi, jossa mennään edestakaisin ja poikittain: Jos yrittää oikaista, menee pieleen. Lähtötiedot tarvitaan luvanhaltijalta eli voimayhtiöltä, ja päteväntä suunnittelu on tehtävä huolellisesti. Lopuksi kaiken, kuten käytännön kokeiden ja teknisten perustelujen, pitää olla tasapainossa ja antaa uskottava näyttö päteväntästä.

Vaatimusta ei aivan yksinkertaisesti osattu täyttää. Se vaati paljon voimavaroja: asiantuntemusta, työtä, aikaa ja materiaalia, mikä kaikki merkitsi suuria kustannuksia. Asenteet olivat vastahakoisia kaikkien osapuolten organisaatioissa.

Osapuolet eivät lainkaan ymmärtäneet vaatimusten syvällistä merkitystä, vaan yrittivät oikaista ja selvittää erilaisilla näennäisratkaisilla. Niistä esityksistä vasta olikin työstä valmistella päätöksiä ja laatia niille yksityiskohtaisia perusteluja.

Näin kului kymmenisen vuotta, eikä hyväksymiskelpoisia päteväntäjä syntyneet.

Joskus vuosituhaten vaihteen jälkeen valvottavamat kokivat vähitellen jonkinlaisen valaistuksen. He huomautsivatkin itse perusteellisen päteväntäjärjestelmän hyödyt. He suorastaan innostuivat kehitystyöstä ja osallistuivat kansainvälisiin konferensseihin lopulta arvostettuina asiantuntijoina ja pitivät niissä esitelmiä, joita kuunneltiin. Sivullisena olleesta Suomesta tuli alan kansainvälisesti aktiivinen toimija.

Suomessa tehtiin ensimmäinen viranomaisen hyväksymä päteväntä 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Olin voittanut vuosikymmenien työllä taisteluni ymmärtämättömyyttä ja tietämättömyyttä vastaan. Päteväntätyö oli minulle useita vuosia yksinäistä puurtamista. Viimeisinä työvuosina keskustelukumppaneita oli löytynyt. Ulkomaisen huippukonsultin arviointiraportista voi päätellä Suomen olevan nyt Euroopan johtavia maita päteväntässä.

Se oli näitä uran huippuhetkiä.

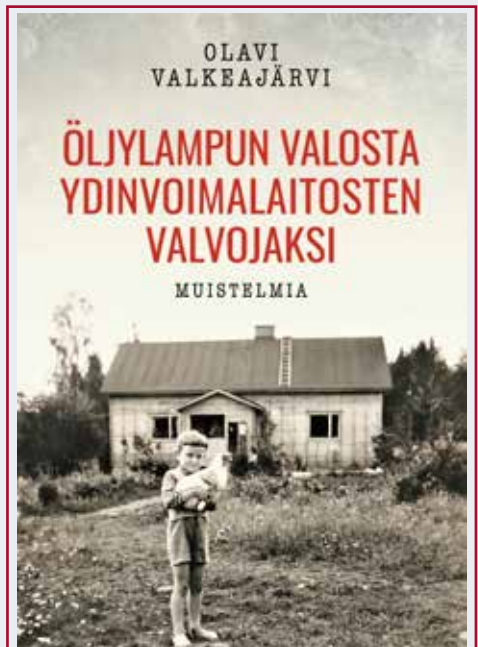
Olin laatinut ensimmäisen erityisalueen ydinturvallisuushyönteeseen 1980-luvun vaihteessa ja päivittänyt sitä noin 40 vuoden ajan. Sitä oli kopioitu ulkomailla. Olin nyt uudistanut hyönteeseen. Se jäi käyttöön perintönä ydinlaitosten turvallisuudelle. Toinen perintöni ydinturvallisuudelle on maailman parhaimpiin ja vaa-

tivimpiin kuuluvat suomalaiset päteväntäkäytännöt, jotka osoittavat hyönteeseen toimivuuden.

Olin töissä aina 68-vuotiaaksi asti, reilusti yli vanhuuseläkeiän. Kuukauden päästä olisi täytynyt 44 työvuotta, ja minut olisi jo irtisanottu yli-ikäisenä. Oli vapunaatto 30. huhtikuuta 2018, ja halusin lähteä kuuntelemaan keväistä linnunlaulua ja tarkkailemaan kotijärven kuikkien pesintää kuukautta aikaisemmin. Aikaisemmin toukokuut olivat olleet vuoden kiireisimpiä aikoja.

Muodikkaat monitoimitilat olivat tulossa vaikeutamaan introverttien työskentelyä, ja käytettävyydeltään huono digitalisointi häittäsi jo työntekeä. Silloin oli kaikin puolin sopiva aika lähteä.

Tämä uratarinani on lyhennelmä äsken julkaistuista muistelmistani ”Öljylampun valosta ydinvoimalaitosten valvojaksi”. •



Kirjallisuutta

Valkeajärvi, Olavi. Öljylampun valosta ydinvoimalaitosten valvojaksi. Muistelmat. Helsinki. BoD. 2022. <https://www.bod.fi/kirjakauppa/kaunokirjallisuus>. Viitattu 30.3.2022.



MUSTA KUNINGATAR

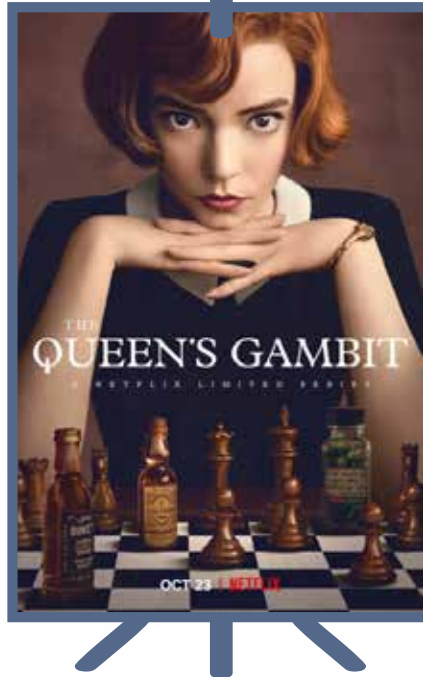
Musta kuningatar (The Queen's Gambit) on **Walter Tewisin** kirjoittaman, vuonna 1983 julkaistun kirjan nimi. Kirja kertoo orpokotiin joutuneesta työstä nimeltään Elizabeth (Beth) Harmon, joka aloittaa shakin peluun kahdeksanvuotiaana, kun orpokodin talonmies herra Schaibel opettaa hänet pelaamaan.

Beth näki sattumalta talonmiehen pelaavan jotain outoa peliä. Peli oli shakki, joka kerralla valtasi nuoren tytön mielen, ja hän pyysikin vahtimestaria opettamaan hänelle, miten sitä pelataan. Tästä alkoi Bethin ura shakin pelaajana. Aluksi hän pelasi vahtimestaria vastaan, kunnes tästä ei enää ollut vastusta hänelle. Sitten oli vuorossa koulun shakkikerho ja sen muut jäsenet.

Kolmetoistavuotiaana Beth adoptoitiin perheeseen, jonka isä oli paljon työmatkoilla ja häipyi sitten lopullisesti kuviosta, jolloin Beth jäi kahden, hieman alkoholisoituneen äitipuolensa kanssa. Äitipuoli ja tytär löysivät toisensa ja äitipuoli alkoi manageroida tytärtään.

Oli tarpeen keksiä rahanansaitsemiskeinoja. Sellainen löytyikin shakin parista. Yleisissä shakkiturnauksissa oli ainakin voittajalle huomattavia rahapalkintoja. Turnaukset seurasivat toisiaan ja Beth alkoi saada nimeä shakkipiireissä. Hänen luokituksensa parani, jolloin heti turnauksen alussa pääsi pelaamaan kovatasoisia vastustajia vastaan.

Beth voitti osavaltion mestaruuden ja jatkoi siitä USA:n avoiimiin mestaruuskilpailuihin, jossa hän



ei voittanutkaan, vaan pääsi tasoihin toisen pelaajan kanssa. Kirjan lopussa Beth pelaa Neuvostoliitossa sikäläistä suurmestaria (kuvitteellista) Borgovia vastaan, voittaen tämän.

Kirjan perusteella on tehty Netflix-minisarja, jossa melko hyvin seuraillaan kirjan tapahtumia. Sarja oli vangitseva ja sen halusikin katsoa lähes yhdeltä istumalta. Sekä kirjassa että minisarjassa pelejä kuvataan tavalla, joka ainakin maallikolle oli täysin uskottava.

Sarjassa kuvataan myös sitä, miten orpokodissa lapsille annetaan iltaisin rutiinomaisesti rauhoit-

tavaa lääkettä (Libriumia), johon Beth jäi koukkuun. Kun Yhdysvalloissa sitten tuli voimaan laki, joka kielsi rauhoittavien lääkkeiden käytön orpokodeissa, seurasi tästä vieroitusoireita.

Näitä samaisia lääkkeitä Beth käytti myöhemminkin rentoutuakseen ja elokuvan mukaan myös terästääkseen aivojaan parempaan keskittymiseen.

Borgov oli kuvitteellinen henkilö mutta todellinen henkilö sen sijaa oli neuvostoliittolainen shakin hallitseva maailmanmestari **Garri Kasparov**. Vuonna 1996 Kasparov pelasi Deep Blue nimistä tietokonetta vastaan. Siirrolla 37 Kasparov luovutti tietokoneelle.

Uusintaturnauksessa tietokone jälleen voitti. On arvioitu, että pelissä Kasparov pystyi näkemään noin 10–15 siirtoa eteenpäin, kun taas tietokone ”näki” noin 70 siirtoa eteenpäin. Ennen näitä pelejä olivat parhaat pelaajat aina voittaneet tietokoneet.

Deep Blue oli IBM:n kehittämä tekoäly, jolla oli suunnaton laskentateho (siihen aikaan). Jos laskentatehoa on runsaasti, voi mahdollisia siirtoja ja niiden vaikutusta arvioida useiden siirtojen päähän, ja valita niistä sen, jolla voittaa pelin. Deep Blue ei kuitenkaan pystynyt luovaan ajatteluun, vaan sen tekemät valinnat olivat sellaisia, joita ohjelma kehittäjät olivat sille ohjelmoineet.

Tänä päivänä hyvillä ohjelmilla varustetut kannettavat tietokoneet voittavat parhaimmatkin pelaajat. •

Touko Henttala

Sairaalfyysikoksi - oma tieni ja opintopolku ammattiin



Aloitin matematiikan opinnot Joensuun yliopistossa vuonna 1977, josta siirryin vuotta myöhemmin Helsingin yliopistoon. Matematiikan laudaturin¹ suorittuani vaihdoin pääaineekseni fysiikan. Gradun aiheena oli sädehoitomallit syövän hoidossa. Vuonna 1987 valmistui kuitenkin urheiluun liittyvä lisensiaattitutkielma ilmanvastuksen vaikutuksesta luisteluun, hiihtoon ja nopeuslaskuun.

Lisensiaatintutkintoni jälkeen palasin lääketieteellisen fysiikkaan pariin ja valmistuin filosofian tohtoriksi vuonna 1992. Väitöskirja käsitteli verihiukkasten kulkutumisen mallintamista. Samana vuonna sain sairaalfyysikon pätevyyyden. Työ yliopistossa jatkui, ja vuonna 1994 sain sovelletun fysiikan dosentin arvon. Biofysiikan professorin kelpoisuuden sain Oulun yliopistoon vuonna 1998 ja lääketieteellisen fysiikan professorin kelpoisuuden Helsingin yliopistoon vuonna 2003. Helsingin yliopiston fysiikan laitoksen professoriksi minut nimettiin vuonna 2009.

Työurallani olen yhdistänyt yliopiston opetustehtävät sairaalfyysikon työhön. Opetustöihin Helsingin yliopiston fysiikan laitoksella on kuulunut lääketieteellisen fysiikan opetustehtäviä vuodesta 1984. Olen toiminut erilaisissa sairaalfyysikon tehtävissä vuodesta 1986 ja ylifyysikkona HUS:ssa vuodesta 1996. Lisäksi minulla on ollut useita tutkimustehtäviä. Niistä merkittävin oli boorineutronisädehoitoja tutkiva BNCT-projekti, jonka vastuullinen lääketieteellisen fysiikan tutkija olin vuodet 1993–2012.

BNCT-projekti tuotti 20 toimintavuotensa aikana yli 100 artikkelia ja 10 lääketieteellisen fysiikan aihepiiriin liittyvää väitöskirjaa. Työn kuluessa hoidettiin yli 250 potilasta ja annettiin yhteensä yli 300 hoitokertaa. Pitkän tauon jälkeen BNCT-hoidot on tarkoitus aloittaa uudelleen tämän vuoden kuluessa HUS:n Syöpätautien klinikassa, jonne on asennettu protonikiihdytin tarvittavien epitermisten neutronien tuottamiseksi (${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be} \rightarrow 9,1 \times 10^{11}$ neutronia/mA/s). Laitteella saadaan saman luokan neutronivuo kuin Otaniemen F1R1 tutkimusreaktorilla.

Sairaalfyysikoiden koulutus on valtakunnallisesti hyvällä ja yhtenäisellä tasolla. Tällä hetkellä sairaalfyysikoiden kysyntä ja tarjonta kohtaavat hyvin. Ensimmäisen Helsingin yliopiston opinto-oppaan sairaalfyysikoksi aikoville laadin vuonna 1996. Sairaalfyysikoiden pätevyyslautakunnan/neuvottelukunnan jäsen olen ollut vuodesta 1995, kahteen kertaan puheenjohtajana. Näistä jälkimmäinen puheenjohtajuus päättyi tämän vuoden lopussa, jolloin puheenjohtajuus siirtyi vuorotteluperiaatteen mukaisesti Itä-Suomen yliopistoon.

Oheisessa kuvassa on esitetty sairaalfyysikon nykyinen koulutusrakenne. Lyhyesti, koulutus koostuu viidestä osasta:

1. Teoreettiset opinnot

Alaan liittyvä teoreettinen jatkokoulutus (40 op), joka tähtää FT/FL-tutkintoon lääketieteellisessä fysiikassa.

2. Käytännön sairaalfyysikkokoulutus (5 vuoden harjoittelu, josta 4 vuotta sairaalassa)

Käytännön harjoittelu tapahtuu pääsääntöisesti yliopistollisessa sairaalassa diagnostiikka- ja terapiayksiköiden ylifyysikkojen ohjauksessa. Harjoittelussa noudatetaan valtakunnallisen koulutusta koordinoivan neuvottelukunnan hyväksymiä ohjeita ja määräyksiä.

3. Sairaalfyysikkokuulustelu

Sairaalfyysikkokuulustelun järjestämisestä vastaa sairaalfyysikoiden valtakunnallinen koulutusta koordinoiva neuvottelukunta.

4. Todistuksen myöntäminen

Kun valtakunnallinen neuvottelukunta toteaa erikoistumiskoulutuksen suoritetuksi, ao. tiedekunta myöntää todistuksen sairaalfyysikon pätevyydestä.

5. Nimikesuojan hakeminen

Sairaalfyysikon pätevyys virallistetaan hakemalla sairaalfyysikon nimikesuojaa (rekisteröintiä) sosiaali- ja terveysministeriön Terveydenhuollon Oikeusturvakeskuksesta.

¹ Aikaisemmin yliopistoilla oli kolmen tason opintokokonaisuuksia: approbatur, cum laude ja laudatur. Pääaineessa edellytettiin laudaturtason opintoja. Sivuaineita ja niiden tason voi valita aika vapaasti.



Sairaalfysiikkokoulutuksen rakenne. Koulutus koostuu käytännön harjoittelusta ja teoreettisista suorituksista.

<http://www.sairaalfysiikot.fi/wordpress/wp-content/uploads/2021/06/Erikoistuvan-sairaalfysiikon-opinto-opas-Neuvottelukunta-2021-1.pdf>

Alan teoreettista koulutusta antavat erityisesti ne yliopistot, joilla on lääketieteellisen fysiikan tai tekniikan professuuri. Sairaalfysiikan tutkinnon suorittamisesta antavat todistuksen Oulun, Helsingin ja Itä-Suomen yliopistot, joille on myönnetty todistuksen anto-oikeudet.

Yksityiskohtaiset ohjeet koskien sairaalfysiikan koulutusta on julkaissut sairaalfysiikoiden koulutusta koordinoiva neuvottelukunta, joka ylläpitää valtakunnallista ohjeistusta koulutuksen osalta. Uusin neuvottelukunnan opinto-ohje on julkaistu vuonna 2021. Teoreettisten opintojen osalta yliopistot ovat julkaisseet omat ohjeensa mm. säteilyturvallisuusasiantuntijan koulutukseen liittyen. Vaikka koulutus ammattiin voi tuntua haastavalta, ovat työmahdollisuudet valmistumisen jälkeen hyvät ja alan mielenkiintoisuus ja monipuolisuus ylläpitävät motivaatiota työelämässä. Kautta aikojen kaikki valmistuneet sairaalfysiikot ovat sijoittuneet hyvin työelämään. Ei pelkästään sairaaloihin vaan myös erilaisiin tehtäviin yhteiskunnan eri sektoreilla.

Sairaalfysiikan työtehtävät ovat monipuolisia ja työnkuva riippuu mm. siitä, missä yksikössä henkilö työskentelee. Näitä yksiköitä ovat kliininen neurofysiologia, kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede, radiologia ja onkologia. Esimerkiksi radiologian yksikössä sairaalfysiikko vastaa mm. laitteiden laadunvarmistuksesta ja säteilyturvallisuudesta. Onkologian yksikössä fysiikko laatii annossuunnitelmia ja tarkis-

taa laitteiden tekniset ominaisuudet. Sairaalfysiikot osallistuvat sairaalan laitehankintojen suunnitteluun ja tekemiseen sekä henkilökunnan säteilyturvallisuuskoulutukseen. Yliopistollisissa sairaaloissa sairaalfysiikon työtehtäviin kuuluvat myös opetus ja tutkimus. Sairaalfysiikoiden ammatti- ja koulutushistoriaa on kuvattu kattavasti kirjassa ”*Kuva tarkentuu*” vuodelta 2014.

Ihmissuhdetaidot ja kyky kommunikoida selkeästi vaikeissakin tilanteissa ovat taitoja, jotka kehittyvät erityisesti työelämässä. Sairaalfysiikko työskentelee osana moniammatillista työryhmää, minkä seurauksena hänen tulee pystyä kommunikoimaan ymmärrettävästi erilaisia koulutustaustoja omaavien ihmisten kanssa.

Sairaalfysiikkona toimisena on eduksi, jos on monipuolinen matemaattis-fysikaalinen peruskoulutus. Kuten muuallakin yhteiskunnassa teknologia muuttuu vauhdilla. Sairaaloissa käytetyt laitteistot ja niihin liittyvä tietoteknologia on kokenut parin vuosikymmenen aikana valtavan muutoksen.

Aikanaan suoritin laudatur -tason opinnot matematiikasta ja fysiikasta sekä approbatur-opinnot teoreettisesta fysiikasta, tietojenkäsittelytieteestä ja kemiasta. Tämä on osaltaan varmaan mahdollistanut keskimääräistä paremman kyvyn menestyä nykyisissä tehtävissä. Boorin kantaja-aineen leimausprosessien perusteiden ymmärtämiselle on auttanut kemian perusopinnot. Molekyylien kulkeutumisen mallintamisessa

matematiikan tiedot ovat olleet avuksi. Laitteiden ohjaukseen ja tutkimusten analysointiin käytetään erilaisia algoritmeja. Perustiedot ohjelmoinnista millä tahansa ohjelmointikielellä ovat avuksi ymmärtämään ja kehittämään näitä prosesseja. Toki sairaalfysiikan ammatissa fysiikan vahvat perustiedot ovat edellytys toimia ammatissa.

Tulevaisuuden teknologisia haasteita on vaikea arvioida. Tuleviin haasteisiin parasta valmistautumista on panostaa vahvaan matemaattis-luonnontieteelliseen peruskoulutukseen. Olen vakuuttunut siitä, että matematiikan ja fysiikan merkitys kasvavat jatkossa myös sairaalamaailmassa. •

Viitteet:

Toni Ihalainen, Aaro Kiuru, Ari Pääkkönen, Ahti Rekonen, Sauli Savolainen, Inkeri Sippo-Tuuninen, Mikko Tenhunen, Kuva tarkentuu, Sairaalfysiikot Suomessa 75 vuotta, ISBN 978-952-93-3940-2, 2014.

<http://www.sairaalfysiikot.fi/wordpress/wp-content/uploads/2021/06/Erikoistuvan-sairaalfysiikon-opinto-opas-Neuvottelukunta-2021-1.pdf>

Sauli Savolainen

Lääketieteellisen fysiikan prof., HY
0000-0001-8085-322X



Analyysi huikealla itseluottamuksella

Mielikuvituksen puute. Tämä oli **Karl Krausin** käsitys ensimmäisen maailmansodan syystä. Erikoislaatuinen diagnoosin esittäjä Kraus oli lievästi sanottuna erikoislaatuinen lehtimies. Hän julkaisi 1900-luvun alun Wienissä suosittua *Die Fackel* -nimistä aikakauslehteä, jonka kaikki jutut hän kirjoitti itse. Sodan puhjettua Itävallan lehdistö alistettiin tiukkaan sensuuriin, mutta kielitaituri Kraus onnistui taiteilemaan sotaa vastustavan lehensä sensuuriin läpi koko sodan ajan. Sen jälkeen hän koosti kertyneestä materiaalista vielä valtavan ”näytelmän” *Die letzten Tage der Menschheit*, Ihmiskunnan viimeiset päivät. Kollaasityylisessä teoksessaan Kraus siteerasi sotaintoisten kirjeenvaihtajien, poliitikkojen ym. puhujien tekstejä sellaisenaan ja antoi niiden kontrastin toisenlaisten näkökulmien ja sisältöjen kanssa puhua puolestaan.

Mielikuvitusta olisi Krausin mielestä tarvittu sen ymmärtämiseen ennakolta, mitä valtioiden valtavan varustautumisen pohjalta voisi syntyä. Salamasodan sijaan saatiin jotain ennennäkemätöntä.

* * *

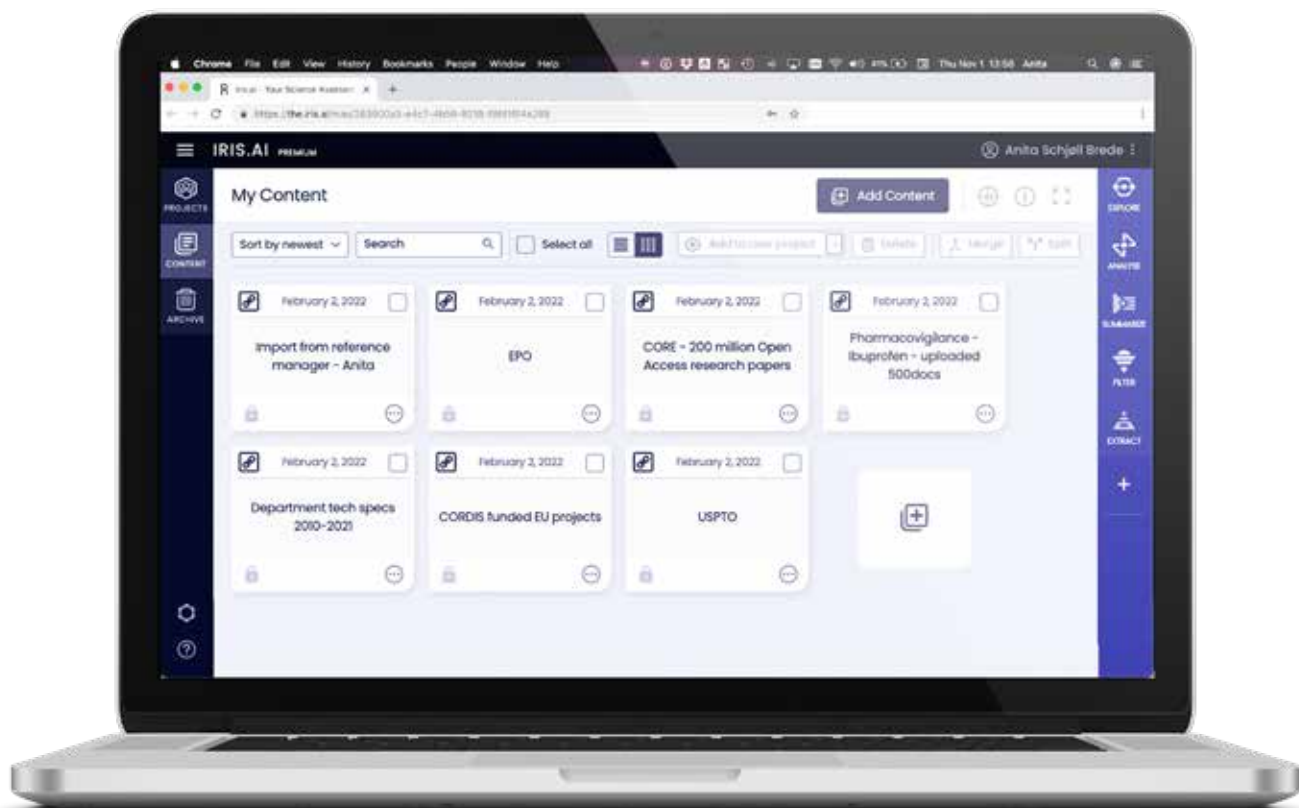
Mielikuvitus ei ole vahvoilla, jos tulevaisuuden luullaan olevan tiedettävissä. Viime aikoina on joka puolella kulttu puhetta *analyyseistä*. Valmentajat ovat tietenkin analysoineet urheilijoiden suorituksia jo pitkään, mutta sitten siitä alkoivat puhuvat myös urheilijat itse, urheilutoimituksista tauti levisi politiikan toimituksiin ja lopulta itse poliitikkoihin. Sanojen eloonjäämistäistelussa, jossa *huikea, uskomaton ja itseluottamus* juhlivat kukkulan kuninkaina, on *analyysi* noussut tieteen poteroista laajentamaan ekologista lokeroaan. Enää ei sanota, että olen jotain mieltä, vaan että analyysini on se ja se, ja toiselta kysytään, mikä on hänen analyysinsä. Teon valitsemisen

ilmoitetaan nyt aina perustuvan analyysiin, ja myös sen täydellinen epäonnistuminen analysoidaan huolellisesti, heti kun tapahtunut on saatu nollattua, mitä se sitten taas tarkoittaneekaan. Hapan piilomatematiikka arvelee, **Irwinin** Juhlavalssin sanoin, nykyisen analyysipuheen olevan tarkoitettu lähinnä antamaan kuva, että on aivot nuo tehneet taas työt.

* * *

Analyysi tarkoittaa yleisessä ymmärryksessä asian tutkimista jakamalla se pieniin osiin. Näillä palasilla pitäisi kuitenkin vielä tehdä jotain järkevää. **Immanuel Kant** erotteli kaksi kokemuksesta riippumattoman tiedonhankinnan lajia: analyttisen ja synteettisen. Analyttinen tieto saadaan aiemmasta muodollisella logiikalla, esimerkiksi päättelämällä että puhuva koirra on koirra. Matemaattinen tieto oli Kantin mielestä kokemuksesta riippumattonta mutta synteettistä, ei analyttistä. Tämä ajatus on piilomatematiikan makuun. Vaikka matemaattiset todistukset ovat puhtaasti loogisia päättelyketjuja, matematiikka on käsitteiden, algoritmien ja todistusten *keksimistä ja rakentamista*. Tähän toimintaan tarvitaan mielikuvitusta.

Analyysin, mielikuvituksen ja synteetin suhde on kimurantti, ja näitä pitäisi ajatella kokonaisuutena. Esimerkiksi **Descartesin** *keksimä* analyttinen geometria antoi meille systemaattisen metodin selvittää aiemmin kekseliäisyyttä vaatineita geometrian kysymyksiä algebrallisella laskemisella. Descartesin analyysi vapautti meidät harpeista ja viivoittimista luomaan valtavasti rikkaampaa matematiikkaa, siirtäen samalla monet hienot hengentuotteet vain historian hyllyillä ihailtaviksi. Kannattaa siis analysoida, mutta ilo tulee vasta synteeseistä. •



Tutkimuksen tulevaisuus

Startup Iris.ai perustettiin vuonna 2015. Yksi sen perustajista on suomalainen yrittäjä **Maria Ritola**. Iris.ai:ssa on rakennettu tekoälyyn perustuva alusta (hakukone), joka on kehitetty ymmärtämään ja analysoidaan tieteellisiä tekstejä. Se auttaa tutkijoita käymään läpi tuhansittain tieteellisiä dokumentteja lyhyessä ajassa.

Iris.ai on julkaissut tutkijoiden ja muiden kiinnostuneiden käyttöön Tutkijan työtilan (Researcher Workspace). Tutkijan työtila on kaikenkattava alusta tutkimusten käsittelyyn. Sen osia ovat älykäs haku, hakutulosten suodattaminen, julkaisujen analysointi, automaattisesti tehdyt yhteenvedot ja kerätyn datan luokittelu.

Artikkelien haku perustuu artikkeleiden sisältöön, eikä yksittäisiin hakusanoihin. Hakutulokset voi suodattaa haluttujen kriteerien perusteella ja sitten näistä suodatetuista artikkeleista voi kaivaa esiin yksityiskohtaisempaa dataa.

Tutkijan työtilan avulla voi analysoida suuren määrän artikkeleita ja muita dokumentteja ja saada näin hyvän yleiskuvan niiden sisällöstä. Työtilaa voi myös käyttää laatimaan yhteenvedo joko yksittäisestä artikkelista tai sitten joukosta artikkeleita.

Haun aloittamiseksi täytyy ensin tuoda työtilaan 10–20 sellaista artikkelia tai dokumenttia, joiden kaltaisia halutaan hakea. Haku sitten laajentaa tämän muutaman tuhannen asiakirjan kokoiseksi otokseksi. Haku on nk. sisältöhaku (Content Based Recommendation Engine).

Työtilassa voi käsitellä erilaisia sisältöjä – vapaasti saatavia, maksullisia julkaisuja, sisäisiä asiakirjoja jne. Työtilaan voi myös tuoda itse kerättyjä artikkeleita tai asiakirjoja.

Kun haulla on saatu koottua suuri määrä asiakirjoja tai artikkeleita, löytyy työtilasta joukko (älykkäitä) työkaluja, joiden avulla otosta voi käsitellä.

Iris.ai -sivustolta voi pyytää demoversion Tutkijan työtilasta. Sivustolta voi myös tilata yrityksen uutiskirjeen, jonka avulla saa tietoa yrityksen tuotteista ja niiden kehittämisestä, ja tekoälystä ylipäättään.

Tutkijan työtila on tällä hetkellä jo lisensioitavissa organisaatioille ja yrityksille. Henkilökohtaiseen käyttöön soveltuva versio valmistuu vuoden 2022 loppuun mennessä.

Torstaina 28. huhtikuuta pidettiin erityisesti yliopistoille suunnattu webinaari ”AI in Academic Libraries: Iris.ai presents the brand new Researcher Workspace”. Webinaarissa esitetyin mukaan Iris.ai:n partnereita ovat mm. Helsingin ja Oulun yliopistot, Itä-Suomen yliopisto sekä joukko ammattikorkeakouluja (niiden kirjastot).

Esityksen mukaan jo tiedon haussa säästyy runsaasti aikaa, tiedonhaun osuvuus paranee ja kaiken kaikkiaan tätä työkalua käyttämällä tutkijoille jää runsaasti enemmän aikaa ajattelulle ja luovalle työlle. •

Kuva: wu yi on Unsplash

{ MEDIAKORTTI }

MAL-lehden julkaisija:

Matemaattis-luonnontieteellisten alojen Akateemiset ry

Puheenjohtaja:

Esko Juuso puheenjohtaja@mal-liitto.fi

Toimituskunta:

Suvi Lahdenmäki, päätoimittaja

suvi.lahdenmaki@gmail.com

Ilkka Norros tiedottaja@mal-liitto.fi

Martti Annanmäki

Sanna Launiainen

Painettu lehti ilmestyy joulukuussa 2022

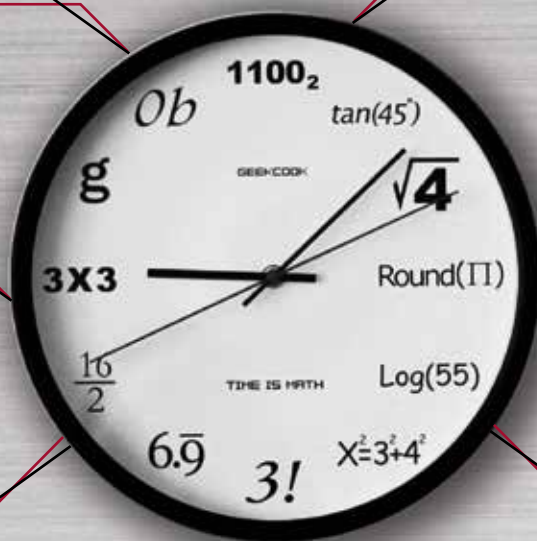
Sähköinen lehti: helmikuu, toukokuu ja syyskuu

Julkaisija varaa itselleen oikeuden ilmestymisaikojen muutoksiin.

**Seuraavan lehden aineistopäivä:
20.8.2022**

Formaatti: 220x280 mm

Taitto: Sivupainajainen Kirsi Pääskyvuori



{MAL}

Ratavartijankatu 2, 00520 Helsinki

puh. (09) 229 121

www.mal-liitto.fi

toimisto@mal-liitto.fi