



Aalto University  
School of Science

# Ohjeita kandidaatintyön kirjoittamiseen

Matematiikka

Matematiikan ja systeemianalyysin laitos

# Luennon sisältö

- Kandidaatintyön rakenne
- Hyvän tieteellisen tekstin tunnuspiirteet
- Yleiset käytännöt

# Kandidaatintyön rakenne

- Kandidaatintyöt ovat tavoitteiltaan ja sisällöltään erilaisia
  - Kirjallisuuskatsaus
  - Matemaattisen mallin kehittäminen
  - Ohjelmiston rakentaminen ja kuvaaminen
  - Empiirisen aineiston keruu ja analysointi (esim. haastattelujen tekeminen, verkkokyselyn toteuttaminen, aikasarjojen muokkaus)
- Erilaisten kandidaatintöiden rakenne on osin erilainen
- Tämä luento käsittelee yleisiä periaatteita

# Kandidaatintyön rakenne

- Kansilehti
- **Tiivistelmä**
- Sisällysluettelo
- **Johdanto**
- **Työn tausta**
- **Menetelmät / malli / lähestymistapa**
- **Tulokset**
- **Yhteenveto**
- Kirjallisuusviitteet
- (Liitteet)

Yleistajuinen

Johdanto

Yhteenveto

Työn tausta

Tulokset

Tekninen

Menetelmät / malli /  
lähestymistapa

# Kandidaatintyön rakenne (esimerkki, kirjallisuuskatsaus)

- Kansilehti
- **Tiivistelmä**
- Sisällysluettelo
- **Johdanto**
- **Tarvittavia taustatietoja, määritelmiä (voi sisältää useampia lukuja)**
- **Päätulosten todistukset**
- **(Esimerkkejä tmv.)**
- **(Yhteenveto)**
- Kirjallisuusviitteet

# Kandidaatintyön rakenne

- **Tiivistelmä:**
  - Tarjoaa suppean koosteen, joko kiteyttää työn tavoitteet, tutkimusmenetelmät ja tärkeimmät tulokset
  - Antaa selkeän yleiskuvan, jonka myös erityisalaa tuntematon lukija pystyy ymmärtämään  
(matematiikassa: jonka toinen matematiikan kandityöntekijä pystyy ymmärtämään)
  - On itsenäinen tekstikokonaisuus, joka ei yleensä sisällä lähdeviitteitä.
  - Tiivistelmään ei tule kirjoittaa mitään sellaista, mitä työn varsinaisessa tekstiosassa ei ole esitetty

# Kandidaatintyön rakenne

- **Johdanto (esimerkkirakenne):**
    - Kappale 1: Motivaatio ja tausta. Miksi työ on tehty? Mihin ilmiöihin työn aihe kytkeytyy?
    - Kappale 2: Mitä haasteita aiheeseen liittyy? Miten näihin haasteisiin on kirjallisuudessa aiemmin vastattu? Mitä aukkoja kirjallisuuteen on mahdollisesti jäänyt?
    - Kappale 3: Mitä tässä työssä tehdään? Miltä osin työ kuroo umpeen alan kirjallisuuden aukkoja?
    - Kappale 4: Työn rakenne eli lyhyt kuvaus kunkin luvun sisällöstä (ei välttämätön).
  - **Johdanto on yleistajuinen** – pidä tekninen sanasto ja kaavat minimissä
-

# Kandidaatintyön rakenne

- **Työn tausta – voi olla osa johdantoa**
  - Esitellään, mitä kirjallisuudessa on aiemmin esitetty
  - Formaatti: ”Henkilöt X tutkivat asiaa Y ja tulivat siihen johtopäätökseen, että Z”
  - Oman työn kontribuutiota voi tässä osiossa peilata kirjallisuuteen, joskin se on syytä pitää taka-alalla
  - Teoreettisemmissä töissä / kirjallisuuskatsauksissa tällaista lukua ei välttämättä ole, vaan enemmän yhdistetään johdantoon.



# Kandidaatintyön rakenne

- **Menetelmät / malli / lähestymistapa**
  - Menetelmät / malli esitellään tyhjentävästi ”rautalangasta vääntäen”
  - Auta lukijaa
    - Etenemällä loogisessa järjestyksessä
    - Antamalla esimerkkejä
    - Määrittelemällä kaikki symbolit heti, kun niitä ensi kertaa käytetään
  - Perustele tutkittavan ilmiön kannalta, miksi käytät juuri tällaista mallia / menetelmää / lähestymistapaa / tehtäväformulointia / jakaumaa / parametreja / yms.
  - Tämä on kandidaatintyön tekninen osio

# Kandidaatintyön rakenne

- **Tulokset**

- Tulosten perusteena käytetyt aineistot tulee kuvata
  - Simulointi: Mitä parametreja (ym. oletuksia) käytit ja miksi?
  - Empiiriset aineistot: Miten keräsit aineistot?
- Tuloksia voi havainnollistaa kuvilla ja taulukoilla
- Tulosten tulkinta esittelyn yhteydessä: Mitä tulokset tarkoittavat tutkittavan ilmiön kannalta? Ovatko ne järkeviä? Ovatko esimerkiksi tulokset tilastollisesti merkittäviä?
- Herkkyystarkastelut – miten mallin oletukset / parametrivalinnat vaikuttavat tuloksiin?
- Tulosluvun tulee olla ymmärrettävissä ilman syvällistä perehtymistä menetelmälukuun – vältä yliteknisyyttä

# Kandidaatintyön rakenne

- **Johtopäätökset**

- Mitä teit tässä työssä?
- Mitkä ovat tärkeimmät tulokset?
- Mitä johtopäätöksiä tutkittavasta ilmiöstä voit tulosten pohjalta tehdä?
- Miten oletukset ja/tai aineisto rajaavat johtopäätösesi yleispätevyyttä?
- Mihin kysymyksiin työsi ei vastaa – mitä tulisi tutkia seuraavaksi?
- Pidä johtopäätökset yleistajuisina

# Kirjallisuuskatsaustyön rakenne

- **Tarvittavat taustatiedot**

- Johdannon jälkeen tyypillisesti esitellään tarvittavia määritelmiä ja aputuloksia, joita tarvitaan työn päätulosten määrittelyyn, ymmärtämiseen ja todistamiseen.
- Sen sijaan, että vain kopioit määritelmiä ja aputuloksia lähdeaineistosta, pyri lisäksi myös selittämään omin sanoin, mitä ne oikeastaan tarkoittavat.
- Aputuloksista usein osan todistukset mahtuvat työhön mukaan ja osa ei. Erityisesti, jos et kirjoita todistuksia työhösi, pistä tulosten yhteyteen tarkat viitteet siihen, mistä ne löytyvät!

# Kirjallisuuskatsaustyön rakenne

- **Päätulokset**

- Mieti tarkkaan, miten päätulokset on parasta esittää.
- Varmista, että ymmärrät todistuksissa jokaisen kohdan ja kirjoita mukaan välivaiheita, jota täydentävät lähdemateriaalissa olleita todistuksia ja tekevät niiden ymmärtämisen helpommaksi.
- Selitä myös omin sanoin, mitä tulokset merkitsevät ja mikä on niiden merkitys kyseisen aiheen teoriassa.

# Luennon sisältö

- Kandidaatintyön rakenne
- Hyvän tieteellisen tekstin tunnuspiirteet
- Yleiset käytännöt

# Hyvän tieteellisen tekstin tunnuspiirteet

- Tarjoaa tietoa, ei kokemuksia
  - Älä tee johtopäätöksiä, joita et perustele

Laajaan kansainväliseen aineistoon perustuen Flyvbjerg et al. (2002) osoittavat, että julkisten infrastruktuurihankkeiden toteutuneet kustannukset ovat merkittävästi arvioituja suuremmat.

Kokemukseni mukaan projekti kestää aina noin 50% kauemmin ja maksaa aina noin 33% enemmän kuin alun perin arvioitiin.

- Teksti on asiatyylää

Laskennan kannalta haasteellisimmaksi osoittautui vikaantumiskombinaatioiden suuri lukumäärä. Sen nopeuttamiseksi tarkastelu rajattiin vikaantumiskombinaatioihin, joiden todennäköisyys oli vähintään 0.1%.

Laskennassa meni aivan tuhattomasti aikaa, ja sekös meikäläistä kismitti.

# Hyvän tieteellisen tekstin tunnuspiirteet

- Teksti on yksiselitteistä
  - Pyri minimoimaan väärinymmärryksen mahdollisuus

Työssä kehitetyllä optimointimallilla voidaan muodostaa kokonaiskestoltaan lyhin tuotantosuunnitelma, joka ottaa suunnitelmaa koskevat aikataulu- ja resurssirajoitukset huomioon.

Tässä työssä kehitettiin optimointimalli, jonka avulla voidaan muodostaa kokonaiskeston minimoiva tuotantosuunnitelma, joka huomioi siihen liittyvät aikataulu- ja resurssirajoitukset.

- Käytä termejä johdonmukaisesti; vältä kuitenkin turhaa toistoa

Vaihtoehtoja arvioitiin edellä kuvattujen attribuuttien suhteen siten, että attribuuttikohtaiset arvot oli skaalattu välille  $[0, 1]$ . Attribuuttipainot määritettiin SMARTS-menetelmää käyttäen (Edwards & Barron, 1994). SMARTS-menetelmässä...

Vaihtoehtoja arvioitiin edellä kuvattujen attribuuttien suhteen siten, että kunkin osatavoitteen arvot oli skaalattu välille  $[0, 1]$ . Kriteeripainot määritettiin SMARTS-menetelmää käyttäen (Edwards & Barron, 1994).

- Määrittele käyttämäsi termit heti, kun niitä ensi kertaa käytät



# Hyvän tieteellisen tekstin tunnuspiirteet

- Kirjoittaja pysyy taka-alalla
  - Käytä minä-muotoa säästeliäästi

Työssä kehitetyllä optimointimallilla voidaan muodostaa kokonaiskestoltaan lyhin tuotantosuunnitelma, joka ottaa suunnitelmaa koskevat aikataulu- ja resurssirajoitukset huomioon. Simulointitestien perusteella optimaalisen suunnitelman laskenta-aika pysyy kohtuullisena, kun...

Tässä työssä kehitin optimointimallin, jonka avulla voin muodostaa tuotannon kokonaiskeston minimoivan tuotantosuunnitelman siten, että huomioin suunnitelmaan liittyvät aikataulu- ja resurssirajoitukset. Mielestäni malli toimii hyvin, ja lisäksi sen rakentaminen oli minulle varsin opettavainen kokemus.

- Englanniksi voi kirjoittaa ”We did this-and-that...”
- Suomeksi passiivi ”Työssä tehdään sitä-ja-tätä...”

# Hyvän tieteellisen tekstin tunnuspiirteitä

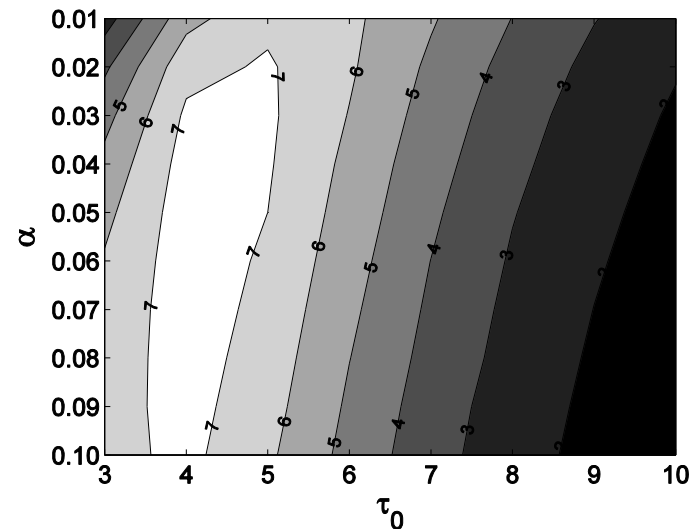
- Linjaa asianmukaiset rajaukset (ei liian laaja eikä suppea)
  - Sovi näistä jo alkuvaiheessa ohjaajan ja valvojan kanssa
- Jäsentely ja sisältö ovat selkeitä
- Esitys on sisäisesti johdonmukainen
- Kokonaisuus on helppolukuinen
  - Ei ole pakko lukea kaikkea ymmärtääkseen oleellisen
- Työ on kieliasultaan moitteeton

# Luennon sisältö

- Kandidaatintyön rakenne
- Hyvän tieteellisen tekstin tunnuspiirteitä
- Yleisiä käytäntöjä

# Yleisiä käytäntöjä: kuvat

- Kaikki kuvat tulee numeroida ja varustaa kuvatekstillä (tavallisesti kuvan alla)
- Kaikkiin kuviin tulee viitata



**Kuva 1** Option arvo arviointivirheen keskihajonnan  $\tau_0$  ja kynnyksarvon  $\alpha$  funktiona.

Kuvassa 1 option arvon tasa-arvokäyrät arviointivirheen on esitetty keskihajonnan  $\tau_0$  sekä kynnyksarvon  $\alpha$  funktiona. Kuvan perusteella voidaan todeta, että...

# Yleisiä käytäntöjä: taulukot

- Taulukot tulee numeroida ja varustaa taulukkotekstillä (tavallisesti kuvan päällä, joskus myös alla – valitse johdonmukaisesti jompikumpi)
- Kaikkiin taulukoihin tulee viitata
- Isot raakadatataulukot laitetaan tarvittaessa liitteiksi

**Taulukko 1** Projektien A-J hyödyt ja kustannukset.  
Valitut projektit on merkitty vihreällä.

Projekti	Hyöty	Kustannus
A	9	6
B	7.5	2
C	8.5	5
D	9	2
E	10	6
F	10	3
G	8.5	2
H	7	2
I	7	4
J	7.5	3

# Yleisiä käytäntöjä: kaavat

- Kaavat numeroidaan, jos niihin viitataan.
- Kaavoissa esiintyvät symbolit nimetään kaavan yhteydessä (tai mahdollisesti jo aiemmin ennen kaavaa).

Vaihtoehdon  $x_j$  arvo  $V(x_j)$  voidaan laskea sen attribuuttikohtaisten arvojen  $v_{ji}$  painotettuna summana

$$V(x_j) = \sum_{i=1}^n w_i v_{ji}, \quad (1)$$

missä  $w_i$  on attribuutin  $i$  painokerroin.  
Kaavan (1) perusteella nähdään, että...

# Yleisiä käytäntöjä: viittaukset

- Soveltavammat työt:  
Kirjallisuuslähteisiin viitataan mieluiten nimillä ja vuosiluvulla
- Matematiikka: viitteet usein numeroidaan ja viitataan numerolla
- Jos kirjoittajia  $>2$ , käytetään rakennetta ”ym.” tai ”et al.”
- Kaikkiin lähdeluetteloön listattuihin lähteisiin pitää viitata
- Kaikkien viitteiden tulee löytyä lähdeluettelosta
- Kaikkien viitteiden tulee olla samassa formaatissa

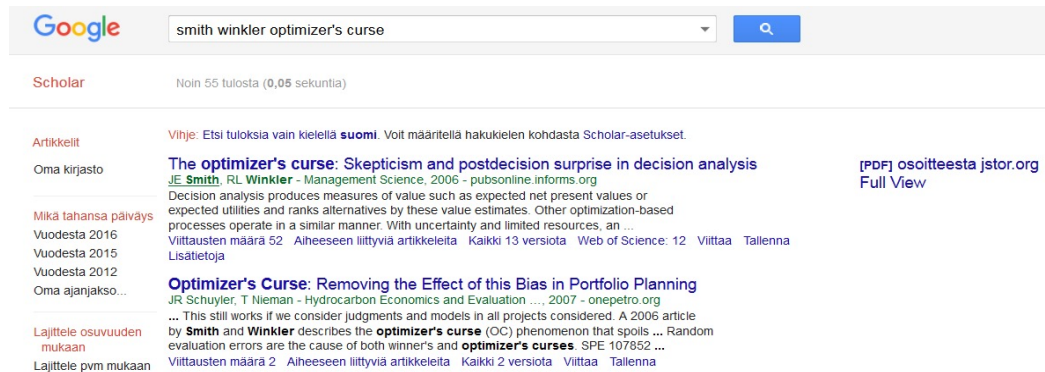
Laajaa kansainväliseen aineistoon perustuen Flyvbjerg et al. (2002) osoittavat, että julkisten infrastruktuurihankkeiden toteutuneet kustannukset ovat merkittävästi arvioituja suuremmat. Kustannusten aliarvointia voidaan osin selittää niin kutsutulla *optimoijan kirouksella* (Smith & Winkler, 2006), jolla tarkoitetaan...

Flyvbjerg, B., M. Skamris Holm., S. Buhl. 2002. Underestimating costs in public works projects – error or lie? *Journal of the American Planning Association* **68** 279-295

Smith, J. and Winkler, R. (2006) The Optimizer's Curse: Skepticism and Postdecision Surprise in Decision Analysis, *Management Science*, Vol. 52:3, pp. 311-322.

# Yleisiä käytäntöjä: viittaukset

- Hyödyllinen työkalu kirjallisuuslähteiden etsintään on Google Scholar (scholar.google.fi)



The screenshot shows a Google Scholar search interface. The search bar contains the text "smith winkler optimizer's curse". Below the search bar, it indicates "Scholar" and "Noin 55 tulosta (0,05 sekuntia)". The results are listed under the heading "Artikkelit". The first result is titled "The optimizer's curse: Skepticism and postdecision surprise in decision analysis" by J.E. Smith and R.L. Winkler, published in Management Science in 2006. The abstract mentions that decision analysis produces measures of value such as expected net present values or expected utilities and ranks alternatives by these value estimates. Other optimization-based processes operate in a similar manner. With uncertainty and limited resources, an... Viittausten määrä 52. Alheeseen liittyviä artikkeleita Kaikki 13 versiota Web of Science: 12 Viittaa Tallenna Lisätietoja. There is a link for "[PDF] osoitteesta jstor.org Full View". The second result is titled "Optimizer's Curse: Removing the Effect of this Bias in Portfolio Planning" by J.R. Schuyler and T. Nieman, published in Hydrocarbon Economics and Evaluation in 2007. The abstract states that this still works if we consider judgments and models in all projects considered. A 2006 article by Smith and Winkler describes the optimizer's curse (OC) phenomenon that spoils... Random evaluation errors are the cause of both winner's and optimizer's curses. SPE 107852... Viittausten määrä 2. Alheeseen liittyviä artikkeleita Kaikki 2 versiota Viittaa Tallenna.

- Matematiikka: MathSciNet  
<https://mathscinet.ams.org/mathscinet/>





# Yleisiä käytäntöjä: liitteet

- Käytännöt liitteiden suhteen riippuvat alasta ja työn tyypistä. Jos olet epävarma, kysy ohjaajalta.
- Liitteet numeroidaan (Liite 1, Liite 2...) tai niihin viitataan isoin kirjaimin (Liite A, Liite B...)
- Ohjelmistokoodit laitetaan liitteiksi, jos niiden kehittäminen on ollut työn kannalta oleellista

# Yleisiä käytäntöjä: työn arkistointi

- Valmis työ lähetetään työn valvojalle, ohjaajalle ja kandidaatinseminaarin vetäjälle pdf-muodossa
- Työ täytyy arkistoida myös Aalto-yliopiston eAge-järjestelmään
  - <https://mycourses.aalto.fi/course/view.php?id=34597&section=2> (kohta 8)

# Hyvät käytännöt

- Älä missään tapauksessa kopioi!
  - Toisen tekstiä voi lainata, mutta siihen tulee aina viitata.
  - Jos lainaat sana sanalta muutamaa sanaa pidemmästi, laita lainaus sitaatiksi.
  - Myös kuvat ja taulukot ovat tavallisesti tekijänoikeuden piirissä: piirrä/tee siis oma vastaava ja esitä viite alkuperäiseen.

# Hyvät käytännöt

- Lähdekriittisyys
  - Viittaa lähtökohtaisesti vain vertaisarvioituihin artikkeleihin ja kirjoihin
  - Diplomitöihin ja muihin opinnäytteisiin voi viitata, mutta niitä ei pidä yksin käyttää yleisviitteinä
  - Luentokalvoihin ei tule viitata
  - Älä viittaa pelkästään työsi valvojan ja ohjaajan artikkeleihin – tutustu kirjallisuuteen laajemmin, erityisesti siteeratuimpiin töihin

# Alan kirjallisuutta

- Kauranen, I., M. Mustakallio & V. Palmgren: Tutkimusraportin kirjoittamisen opas opinnäytetyön tekijöille  
<https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/12621>
- Aaronson, S.: [Style in Scientific Writing](http://www.garfield.library.upenn.edu/essays/v3p004y1977-78.pdf)  
<http://www.garfield.library.upenn.edu/essays/v3p004y1977-78.pdf>
- American Scientist: [The Science of Scientific Writing](https://www.americanscientist.org/blog/the-long-view/the-science-of-scientific-writing)  
<https://www.americanscientist.org/blog/the-long-view/the-science-of-scientific-writing>