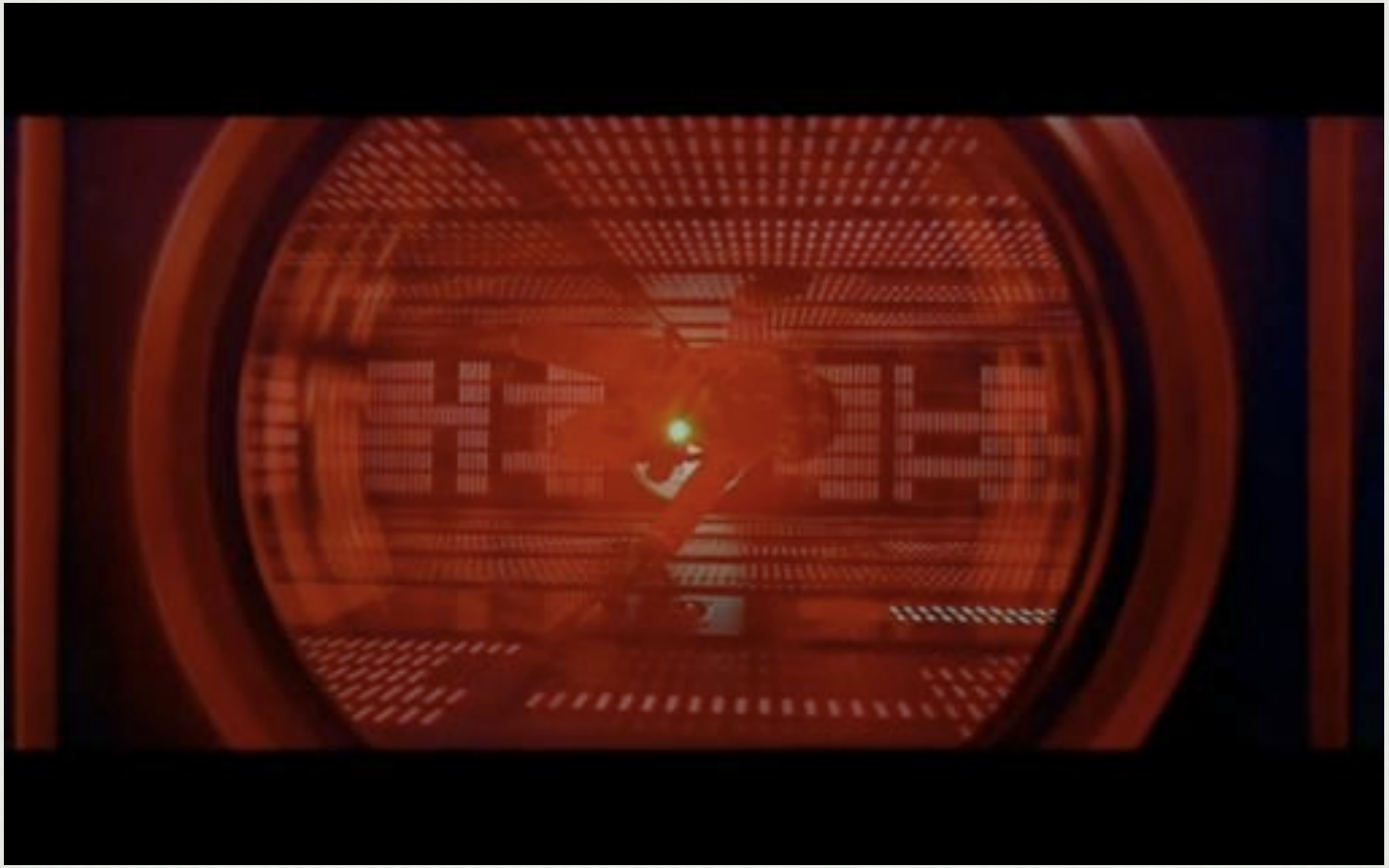


JOHDATUS TEKOÄLYYN

TEEMU ROOS

HELSINGIN YLIOPISTO

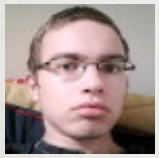
KURSSIN PERUSTIEDOT

- VALINNAINEN AINEOPINTOTASOINEN KURSSI, 4 OP
- PERIODI 1: 5.9.2012-11.10.2012 (6 VIIKKOA+KOE)
- LUENNOT (B123, LINUS TORVALDS -AUDITORIO):
  TO 10-12, PE 12-14
- LASKUHARJOITUKSET (B222):
  RYHMÄ 1: MA 12-14 (TEEMU)
  RYHMÄ 2: MA 14-16 (KALLE)
  RYHMÄ 3: KE 10-12 (HANNU)
  RYHMÄ 4: KE 12-14 (KALLE)
- KURSSIKOE PE 18.10.2012 KLO 9-12 A111

TIIMI

TEEMU.ROOS@CS.HELSINKI.FI
IRC: teemuroos HUONE: A322

HANNU KÄRNÄ
IRC: hakarna



KALLE VIIRI
IRC: EKK

IRC: #johtek

ESITIETOVAATIMUKSET

- TIETORAKENTEET-KURSSI
- JOHDATUS YLIOPISTOMATEMATIIKKAAN -KURSSI
- TODENNÄKÖISYYSLASKENNAN KURSSISTA HYÖTYÄ
- OHJELMOINTITAITO
- KIELI VAPAA.
  JAVAAN OHJAUSTA.

MITÄ PITÄÄ TEHDÄ?

- LUENNOILLA EI OLE PAKKO ISTUA
- KURSSIKIRJAA EI OLE -- MATERIAALI KURSSIN SIVULLA
  - KURSSIMONISTE
  - LUENTOKALVOT (SIS. LINKKEJÄ)
- LASKUHARJOITUKSET MAX 20 PISTETTÄ
- KURSSIKOE MAX 40 PISTETTÄ
- HYVÄKSYMISRAJA N. 30 PISTETTÄ

VIELÄ PARI JUTTUA

- KURSSI ERILAINEN KUIN VIIME VUOSINA:
  - ERI LUENNOIJA (NYT 3. VUOTTA)
  - ERI PAINOTUKSET
- RAKENTAVA KRITIIKKI TERVETULLUTTA!
- TAVOITE: 100% LÄPÄISEE
- TYÖMÄÄRÄ:
  YHTEENSÄ N. 100 TUNTIA TAI 15 TUNTIA VIIKOSSA
- "NO PAIN, NO GAIN!"
- "ALL WORK AND NO PLAY MAKES JACK A DULL BOY"

AIHEITA

1. MITÄ ON TEKOÄLY? HISTORIA JA FILOSOFIA

2. PELIT JA ETSINTÄ "GOFAI"

3. ~~LOGIIKKA (OHJELMOINTI)~~

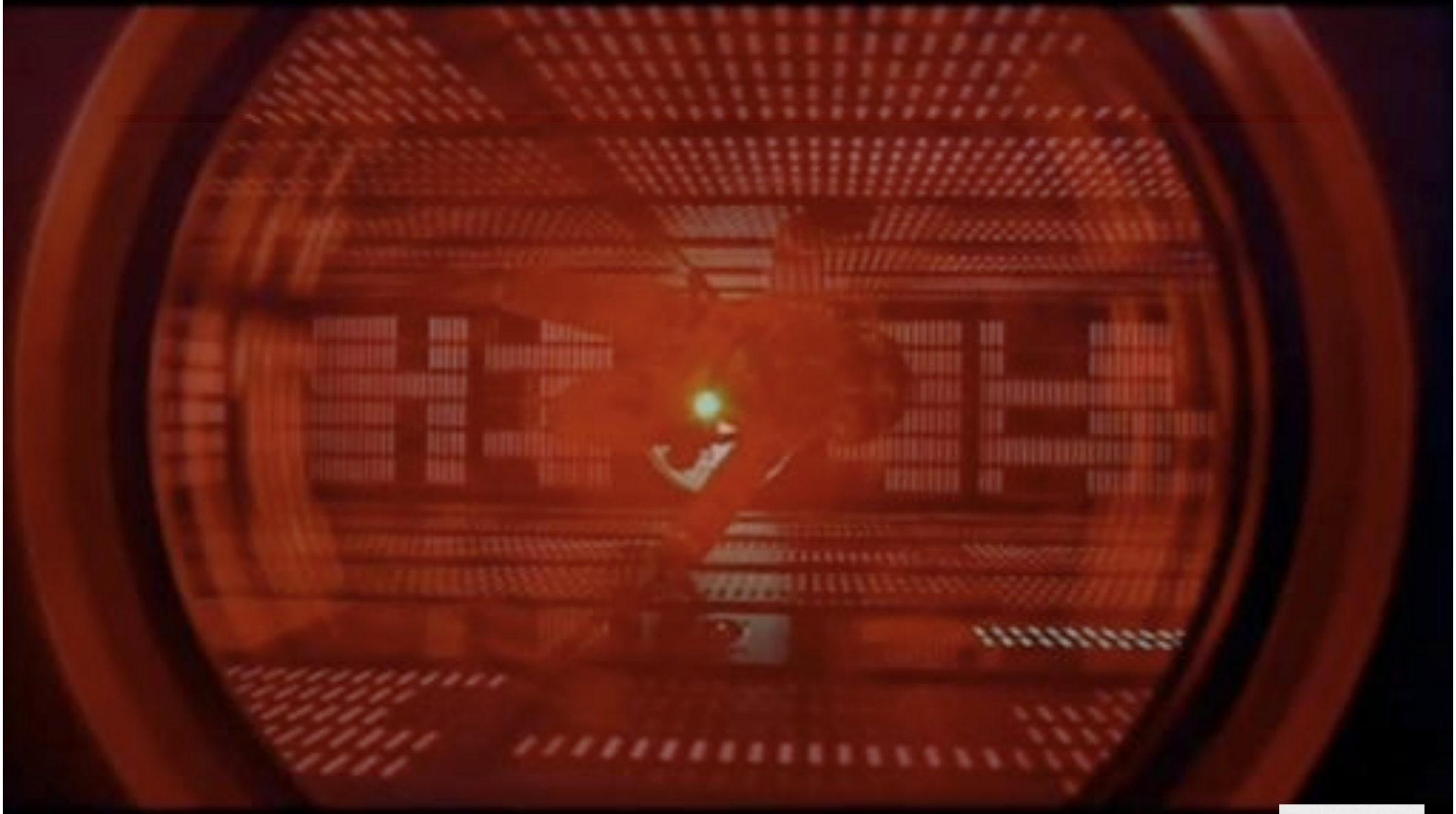
4. ROBOTIIKKA JA SIGNAALINKÄSITTELY "MODERN AI"

5. KONEOPPIMINEN JA PÄÄTTELY EPÄVARMUUDEN VALLITESSA

6. ~~LUONNOLLISEN KIELEN KÄSITTELY~~

KESKUSTELUA

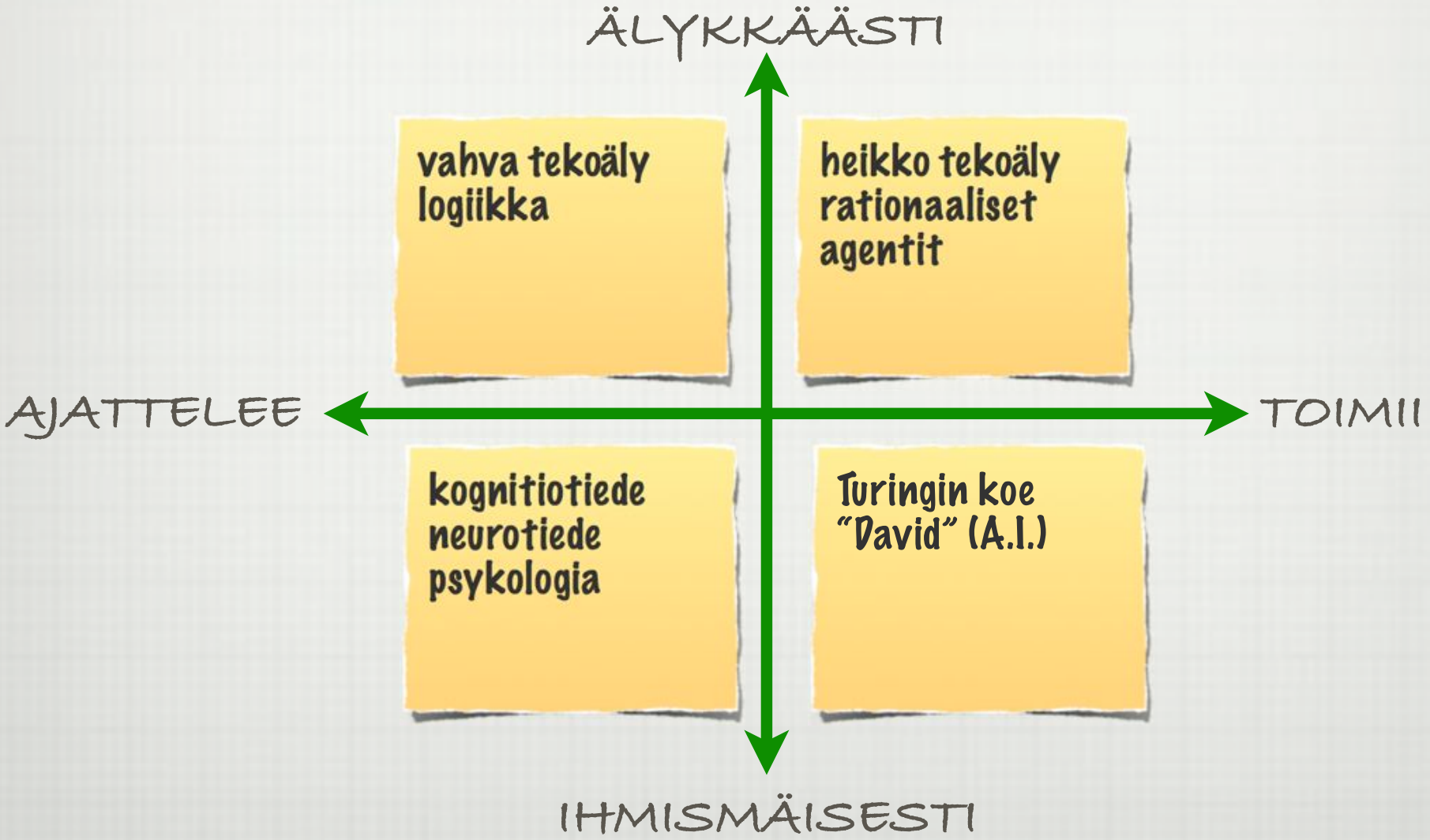
- TEKOÄLY KULTTUURISSA
  - _____SKYNET_____
  - _____R2D2____
  - _____GLADOS_____
  - _____HAL9000_____
  - _____EDUSKUNTA_____


Deactivati

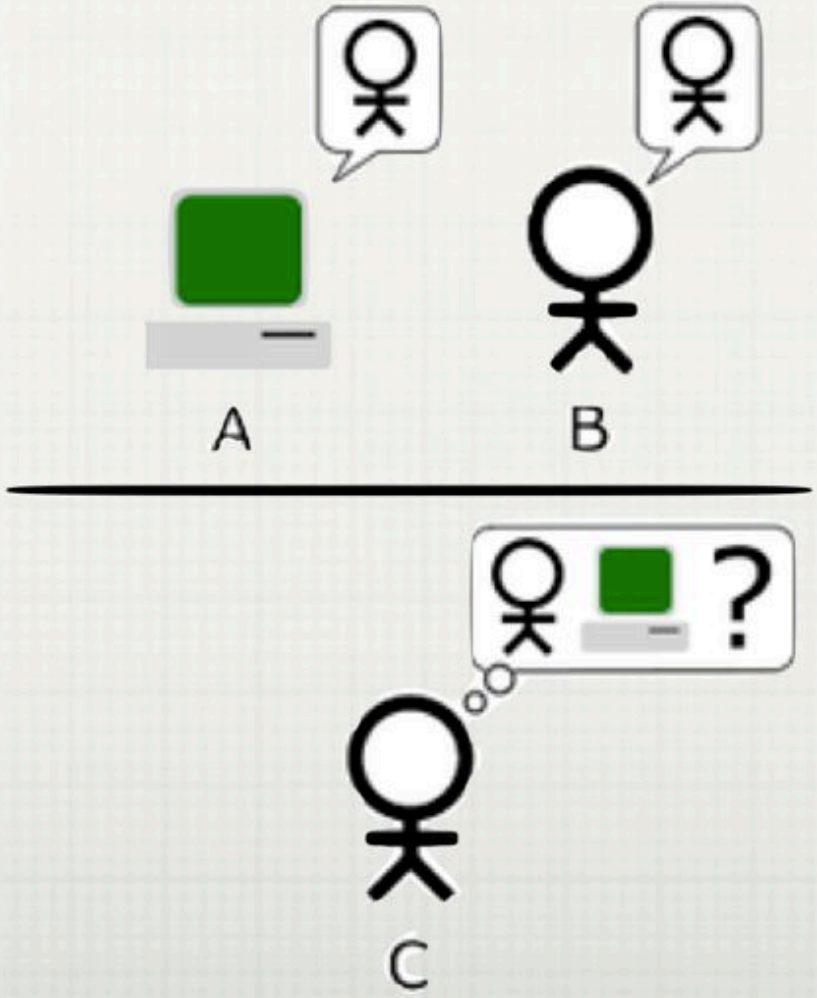
KESKUSTELUA

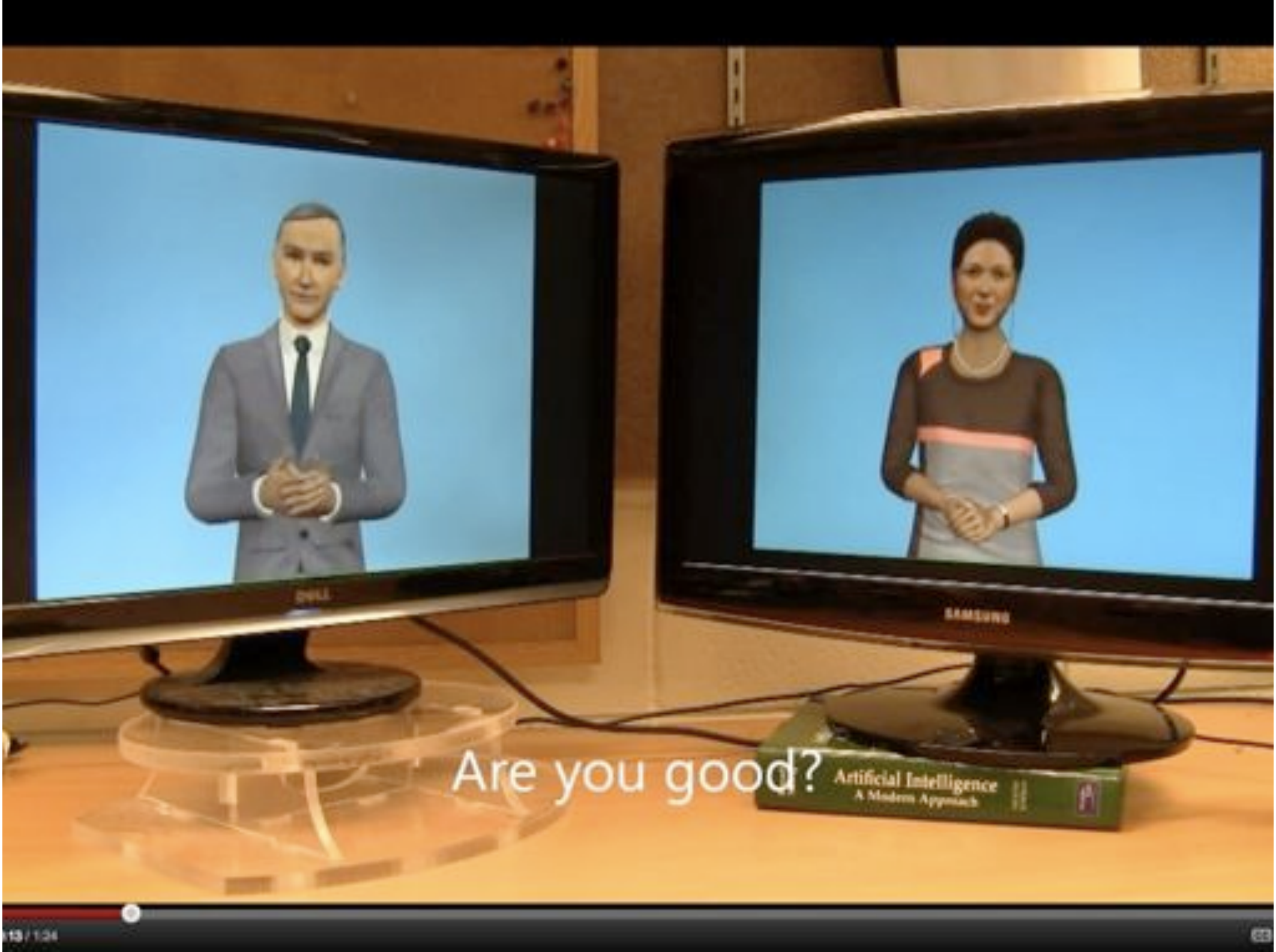
- MITÄ KAIKKEA HAL OSAA?
- MITÄ NÄISTÄ EI OSATA VIELÄ TOTEUTTAA?
- ONKO HALILLA TIETOISUUS?

TEKOÄLYN FILOSOFIAA



TOIMII IHMISMÄISESTI: TURINGIN TESTI



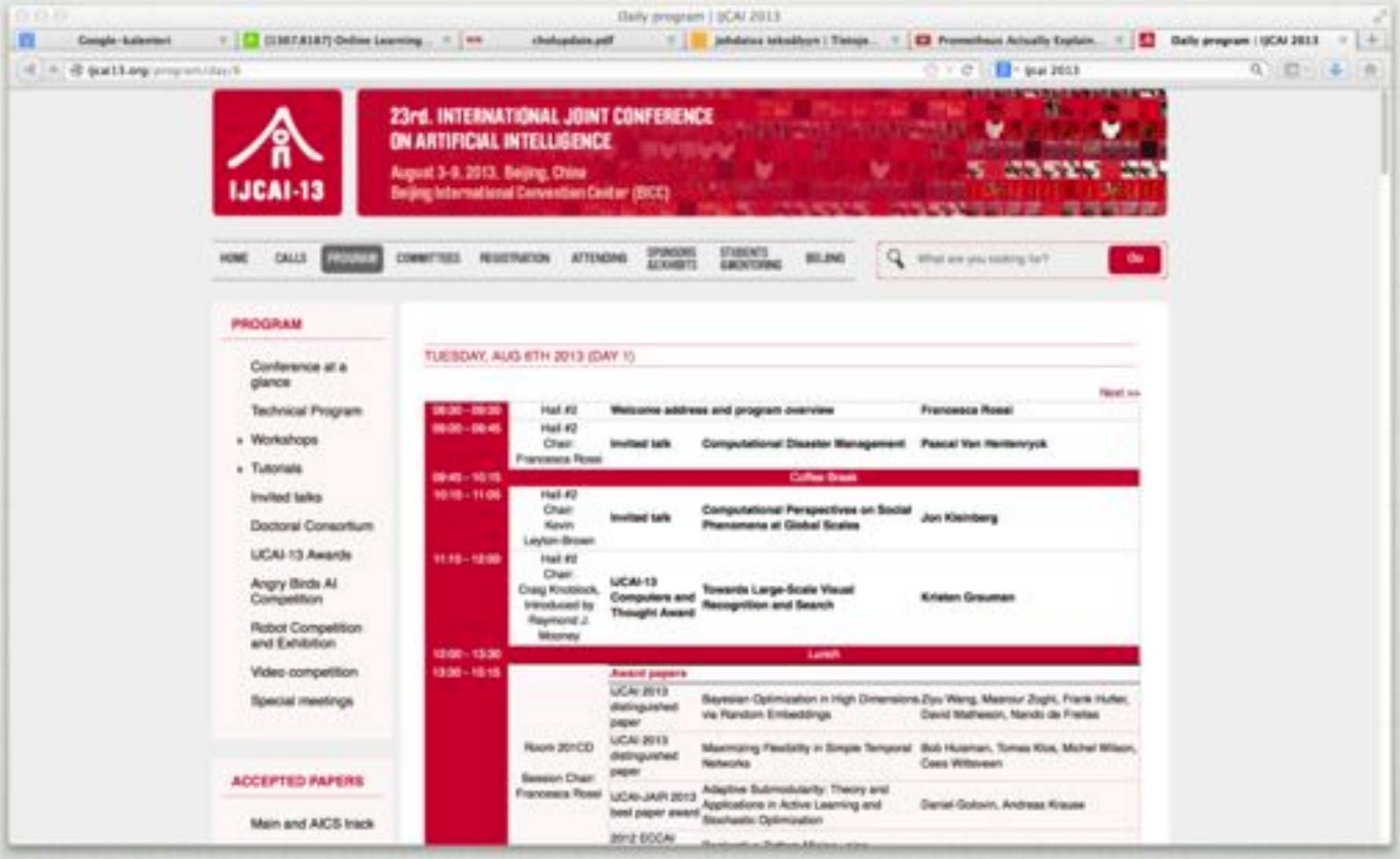

DELL
SAMSUNG
Are you good?
Artificial Intelligence
A Modern Approach

KIINALAINEN HUONE

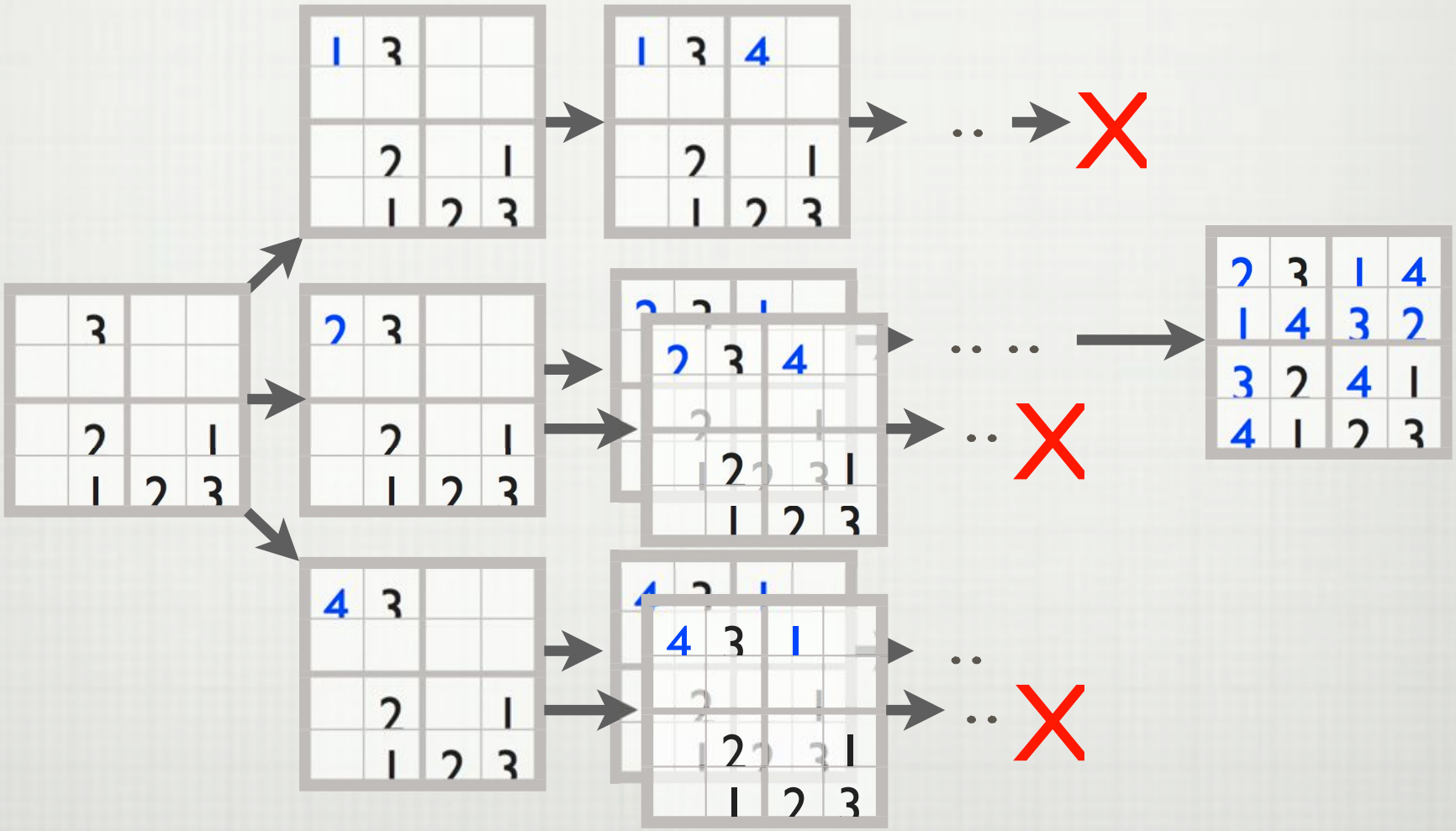
- VOIKO TOIMIA ÄLYKKÄÄSTI ILMAN ETTÄ AJATTELEE?
- TIETOISUUS?

MITÄ TEKOÄLY OIKEASTI ON?

MITÄ TEKOÄLY OIKEASTI ON?



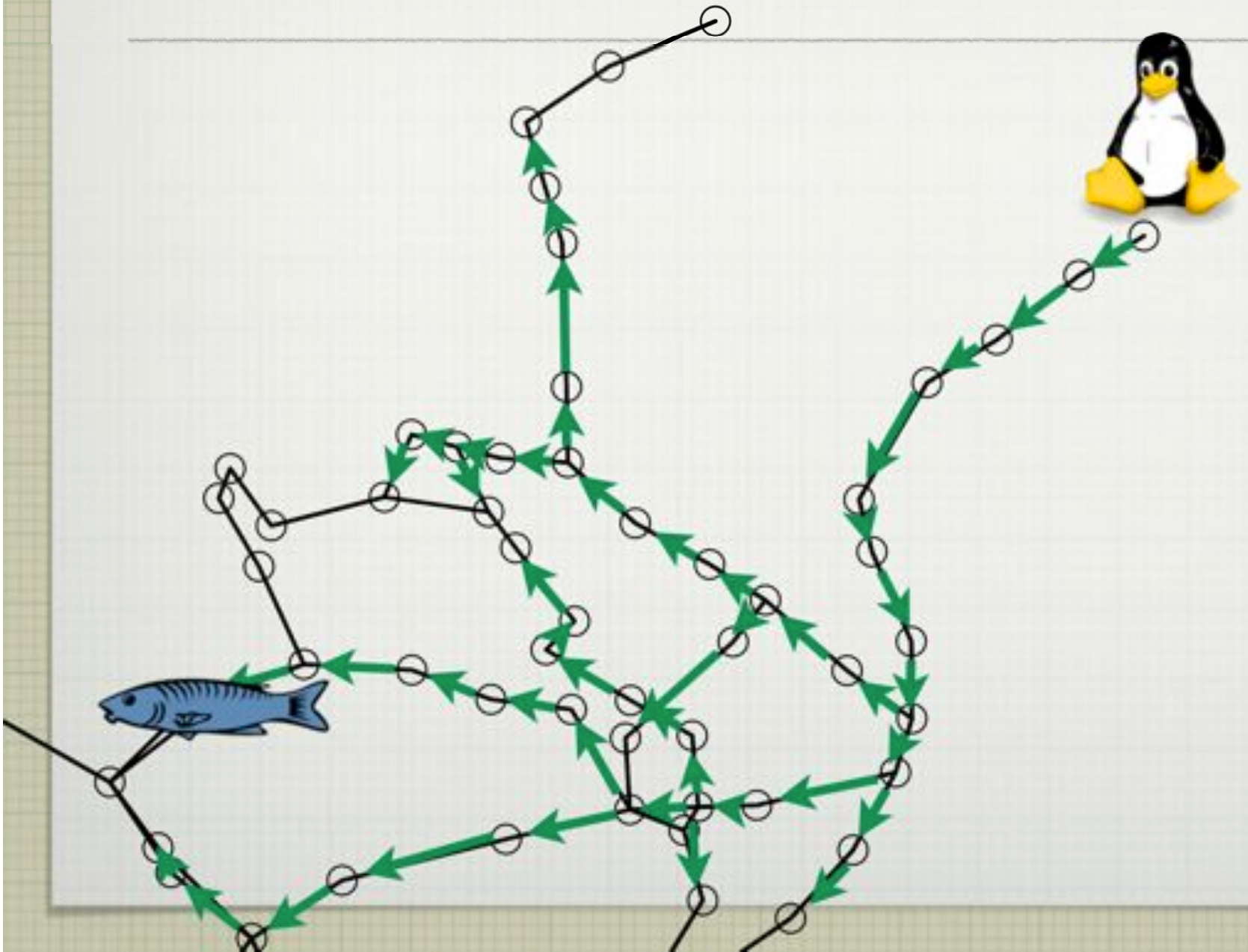
ETSINTÄ



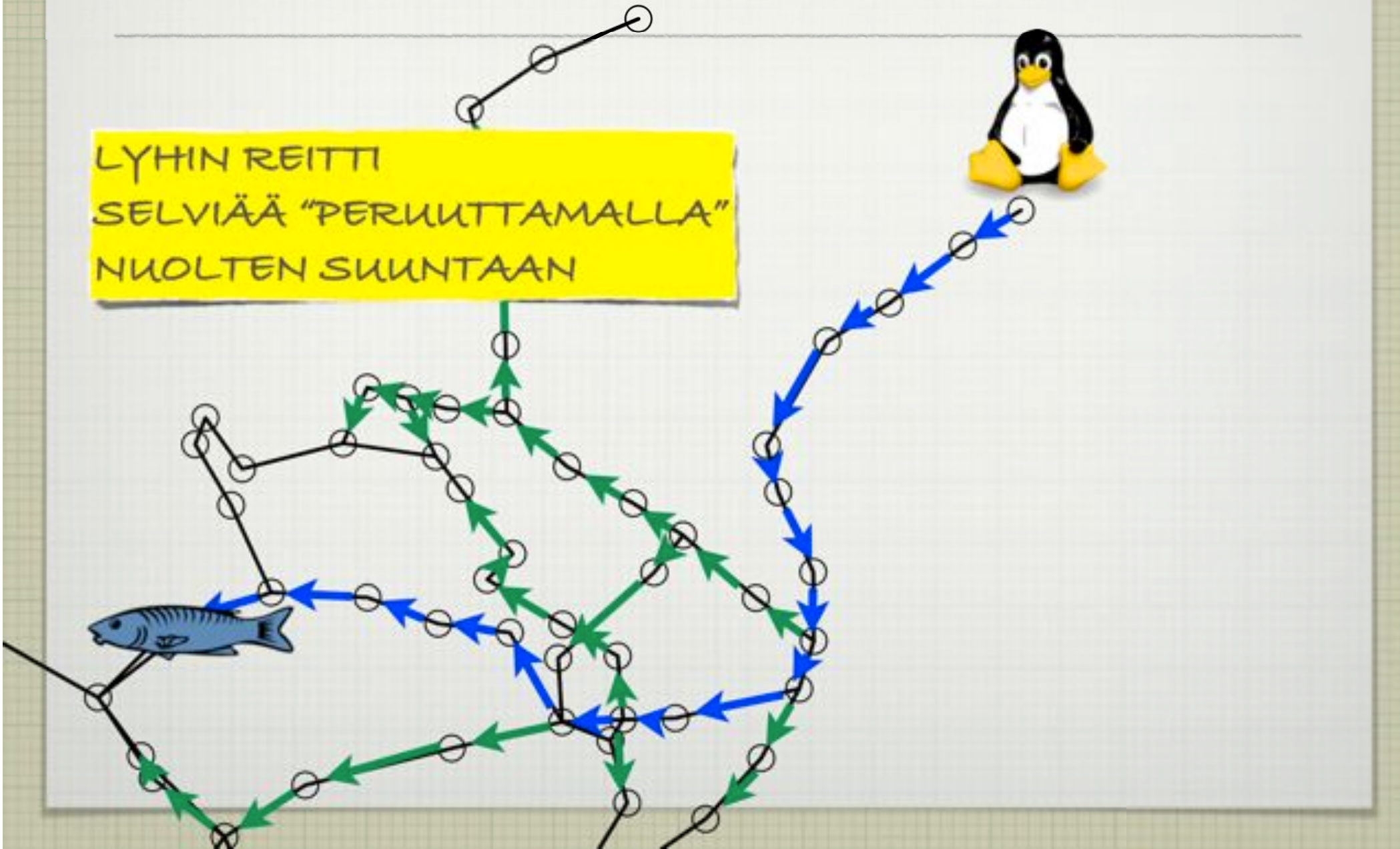
ETSINTÄ

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU

ETSINTÄ



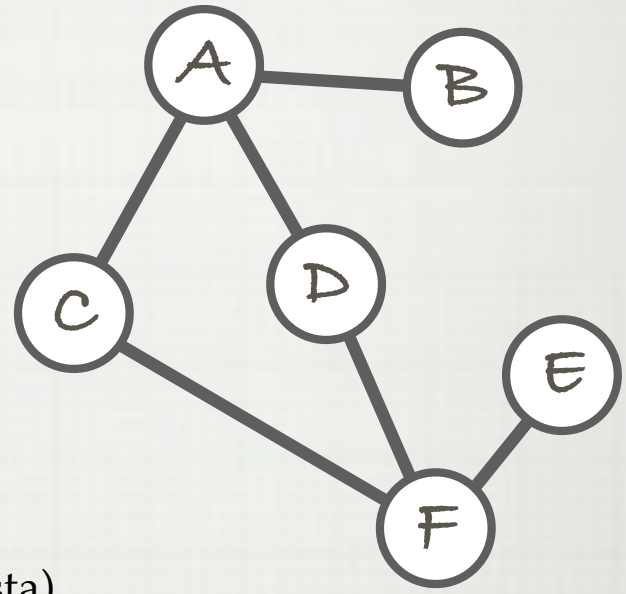
ETSINTÄ



ETSINTÄ

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

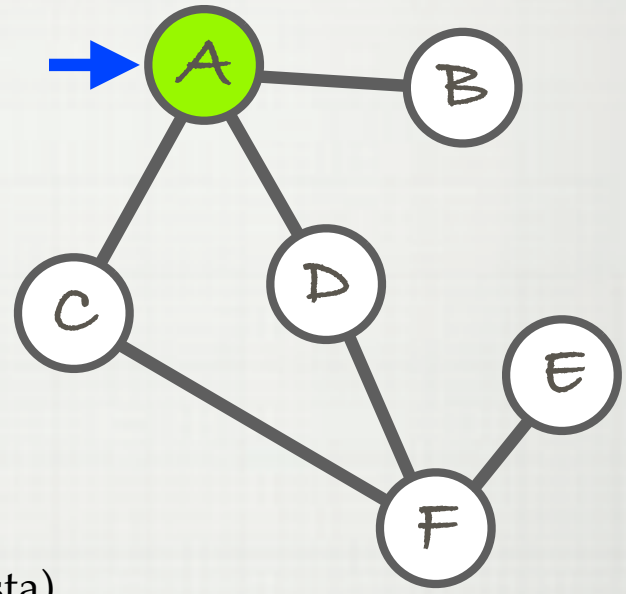
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

[A]

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

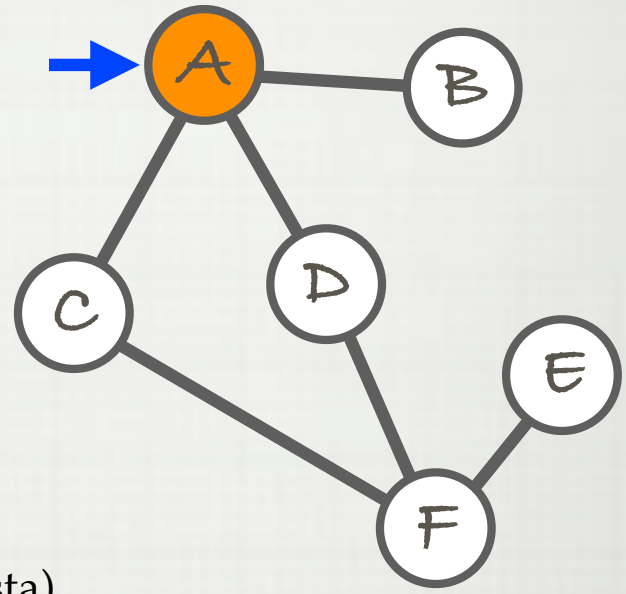
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

[]

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

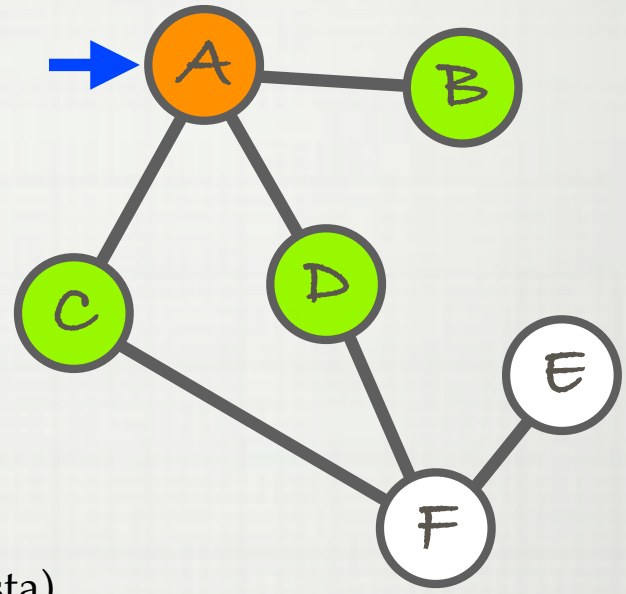
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

[B,C,D]

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

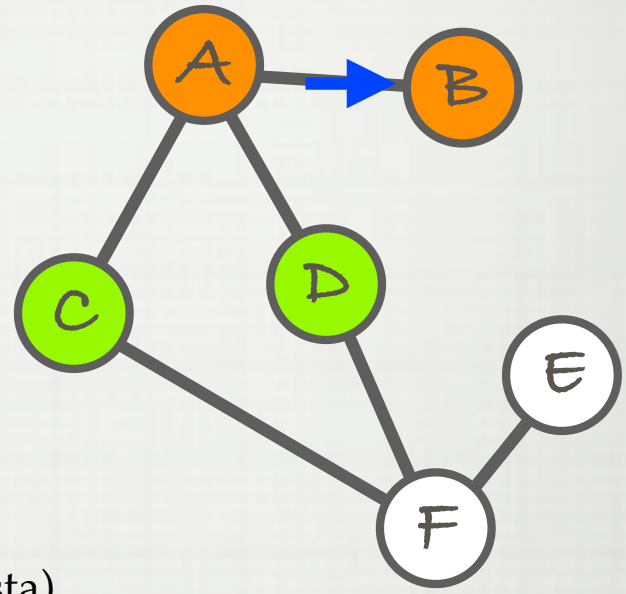
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

[C,D]

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

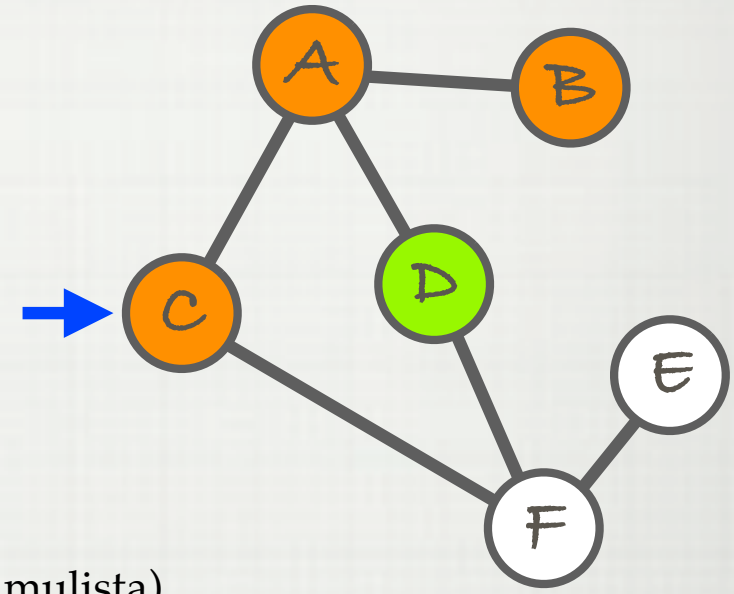
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

[D]

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

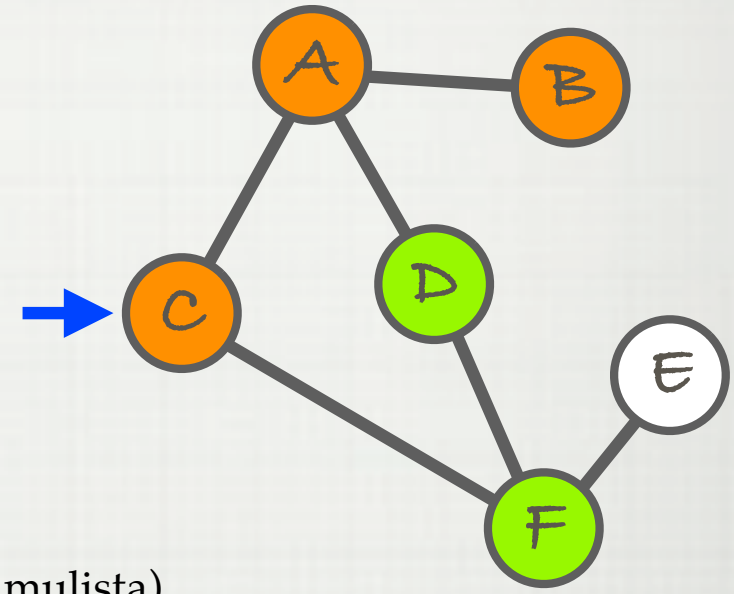
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

[D,F]

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

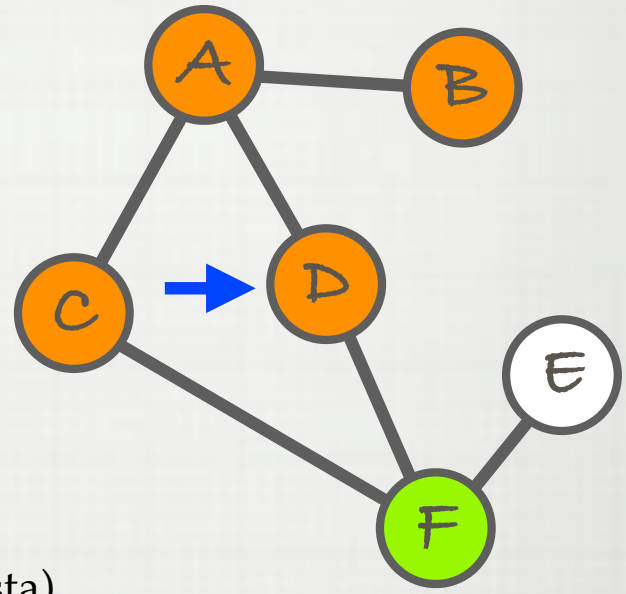
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

2. ETSINTÄ JA PELIT

[F]

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

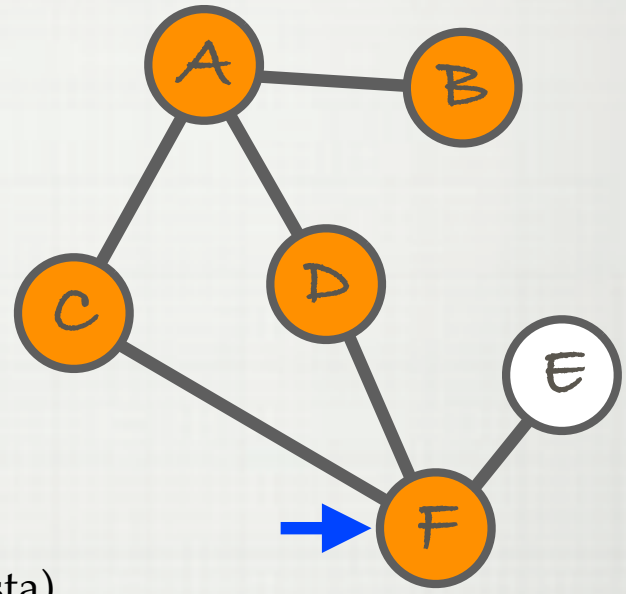
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

[]

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

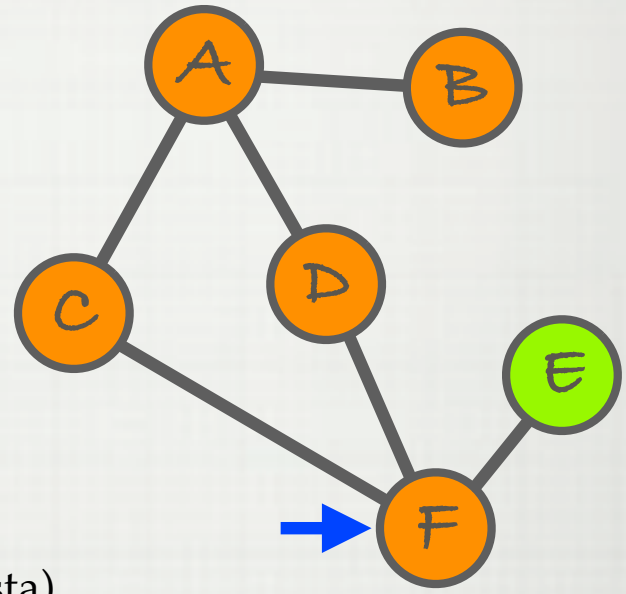
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

[E]

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

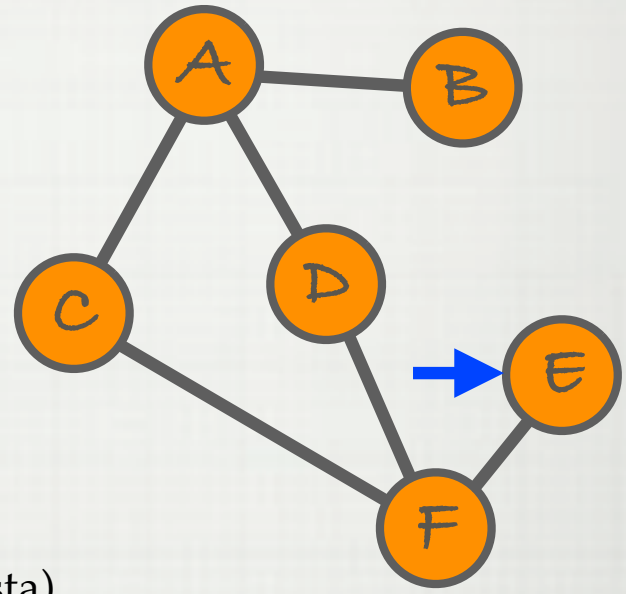
```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

[]

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```



LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```

JONO ("FIRST-IN-FIRST-OUT")

LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

LEVEYSSUUNTAINEN HAKU:

```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt – Solmulista
return(PERÄKKÄIN(Solmulista, Uudet))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [d,a,f]
```

ETSINTÄ

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```

PINO ("LAST-IN-FIRST-OUT")

LISÄÄ(Naapurit, Solmulista)

SYVYYSSUUNTAINEN HAKU:

```
Uudet = Naapurilista – Käsitellyt
return(PERÄKKÄIN(Uudet, Solmulista))
# LISÄÄ([a,f],[d]) => [a,f,d]
```

ETSINTÄ ONGELMANRATKAISUNA

ETSINTÄ ONGELMANRATKAISUNA

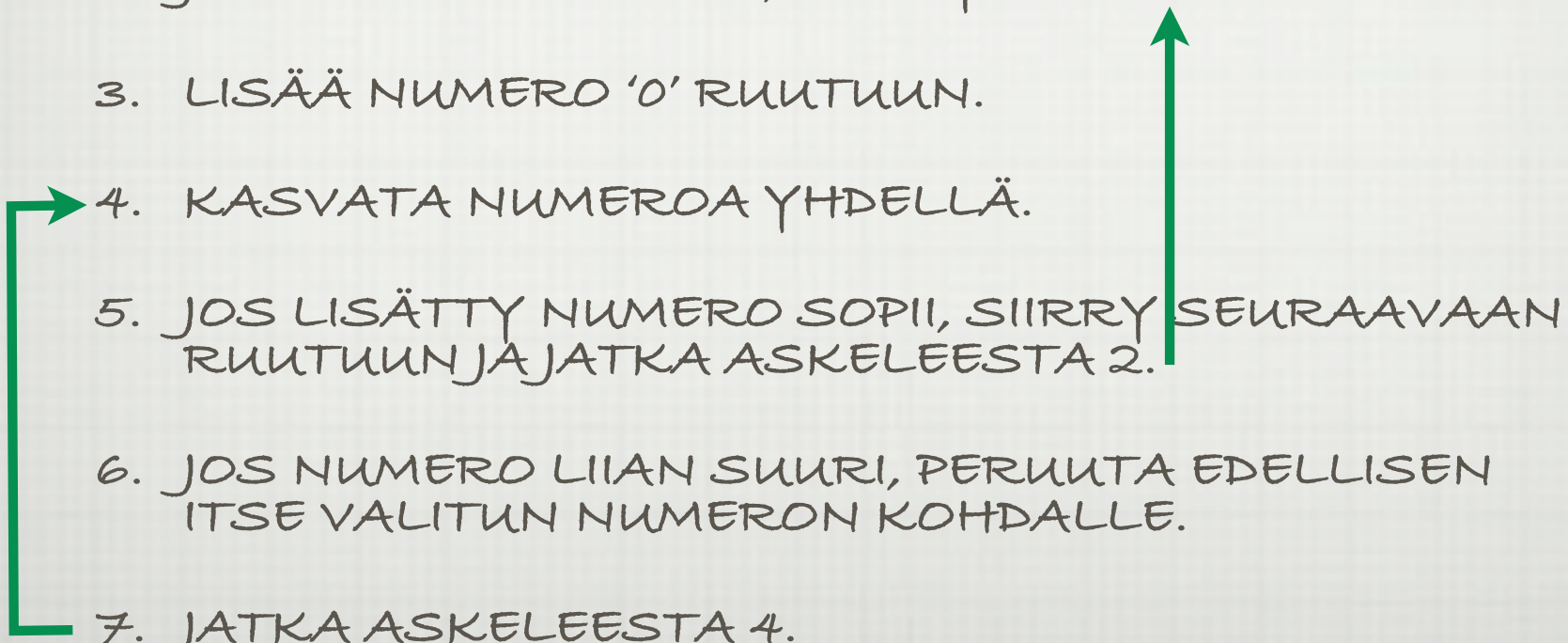
ETSINTÄ ONGELMANRATKAISUNA

- KOLME KANNIBAALIA JA KOLME LÄHETYSSAARNAAJAA HALUAA YLITTÄÄ JOEN VENEELLÄ, JOHON MAHTUU VAIN KAKSI HENKILÖÄ.
- JOS JOMMALLA KUMMALLA RANNALLA ON ENEMMÄN KANNIBAALEJA KUIN LÄHETYSSAARNAAJIA (MUTTA KUITENKIN VÄHINTÄÄN YKSI LÄHETYSSAARNAAJA), KANNIBAALIT SYÖVÄT HEIDÄT.
- MITEN JOKI SAADAAN YLITETTYÄ ILMAN, ETTÄ KETÄÄN SYÖDÄÄN?
- VOIT KOKEILLA KLIKKAAMALLA TÄSTÄ.

SUDOKU

- YKSINKERTAINEN SUDOKU-ALGORITMI:

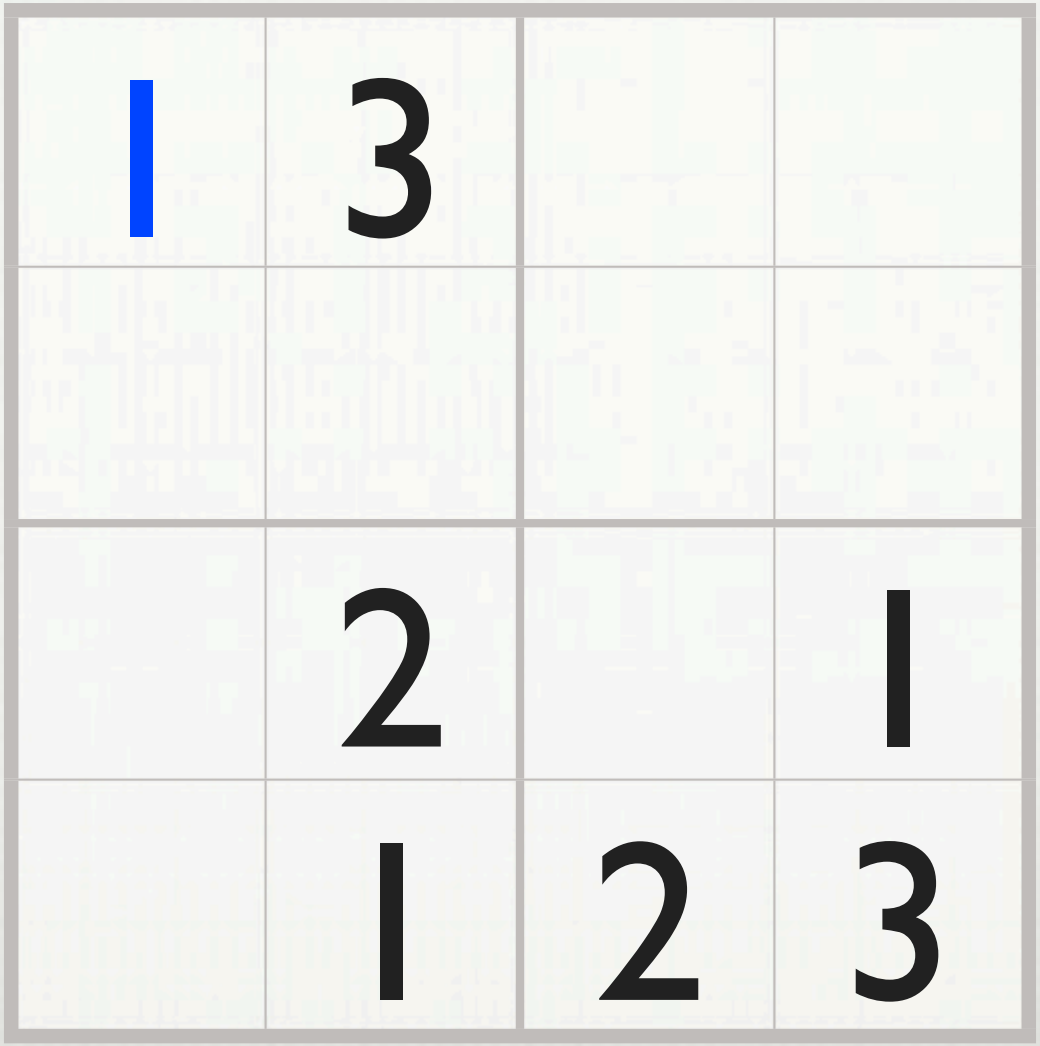
1. ALOITA VASEMMASTA YLÄKULMASTA.
2. JOS RUUTU ANNETTU, SIIRRY SEURAAVAAN.
3. LISÄÄ NUMERO '0' RUUTUUN.
4. KASVATA NUMEROA YHDELLÄ.
5. JOS LISÄTTY NUMERO SOPII, SIIRRY SEURAAVAAN RUUTUUN JA JATKA ASKELEESTA 2.
6. JOS NUMERO LIIAN SUURI, PERUUTA EDELLISEN ITSE VALITUN NUMERON KOHDALLE.
7. JATKA ASKELEESTA 4.



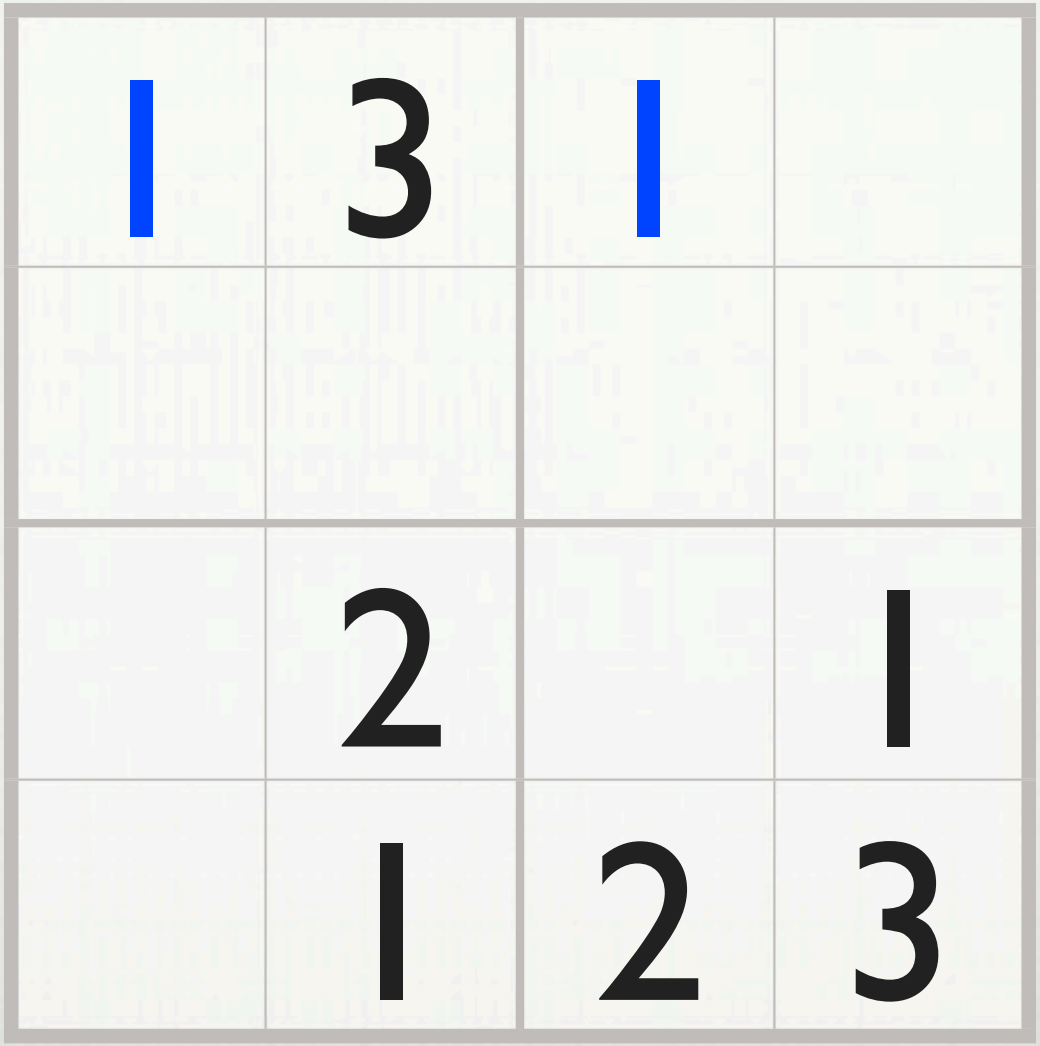
SUDOKU

	3		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU



SUDOKU



SUDOKU

1	3	2	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	3	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2			
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4	1	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4	1	?
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4	3	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4	3	?
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	4	?	
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
2	?		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
4			
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	2
4	?		
	2		1
	1	2	3

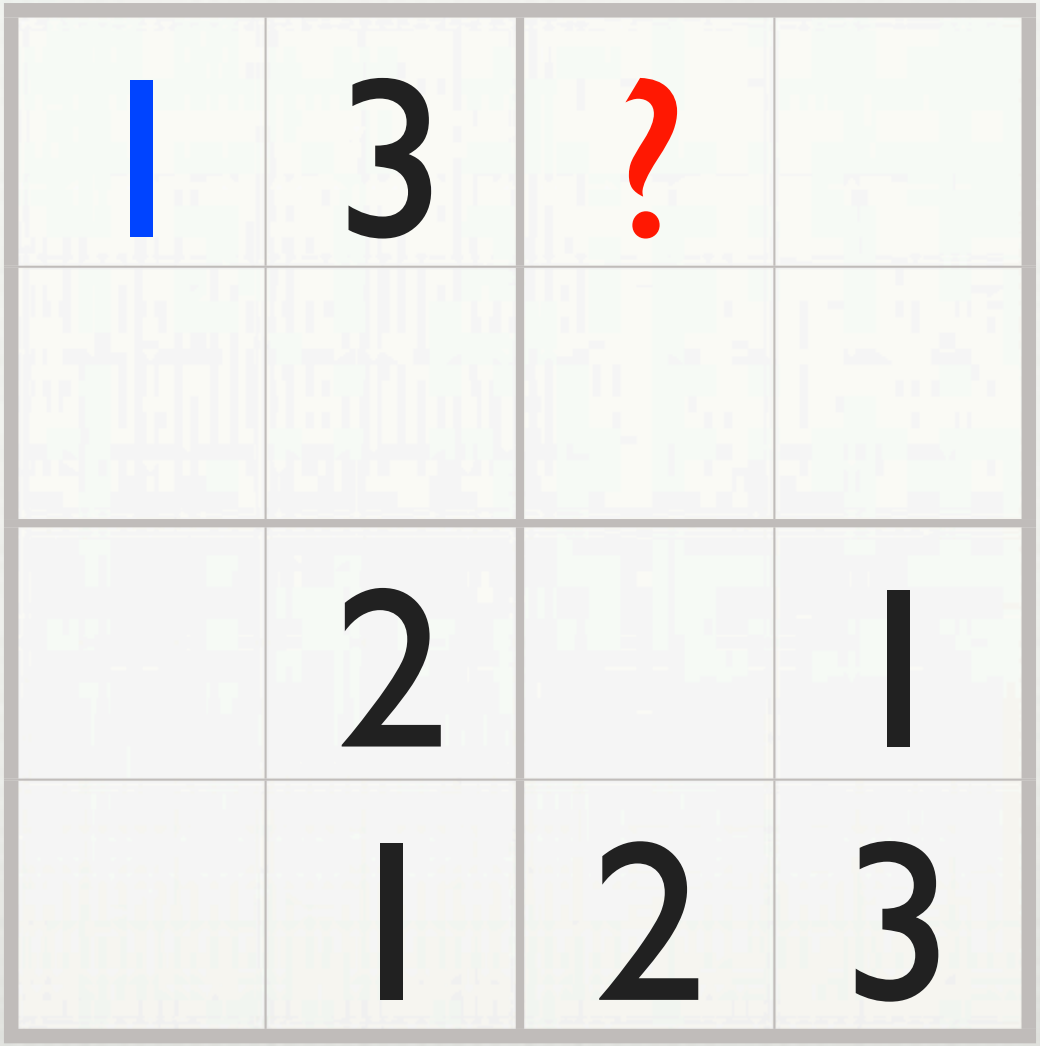
SUDOKU

1	3	4	2
?			
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

1	3	4	?
	2		1
	1	2	3

SUDOKU



SUDOKU

2	3		
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

2	3	1	
	2		1
	1	2	3

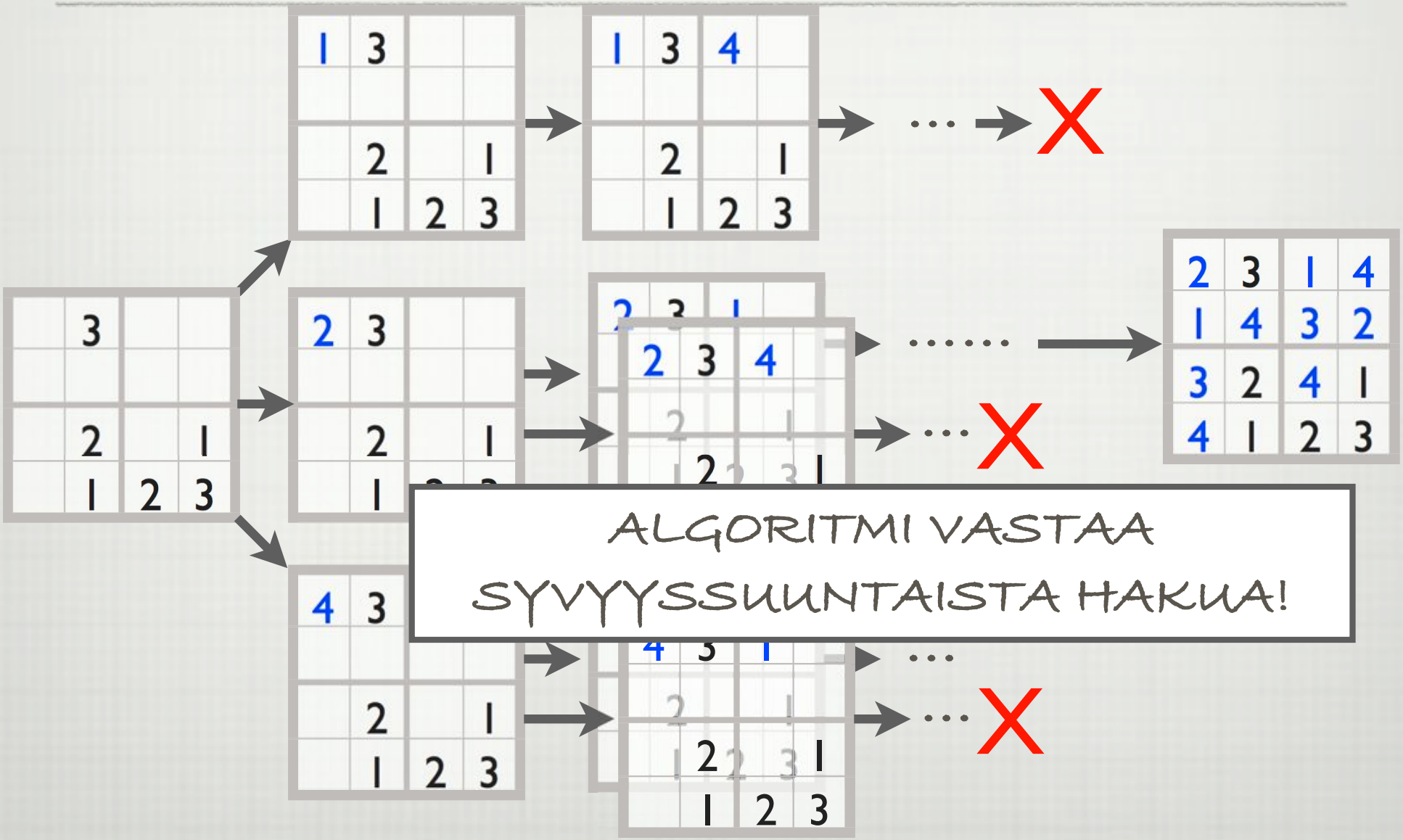
SUDOKU

2	3	1	4
	2		1
	1	2	3

SUDOKU

2	3	1	4
1	4	3	2
3	2	4	1
4	1	2	3

SUDOKU



PARAS-ENSIN–HAKU

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```

LISÄÄ(Solmulista1, Solmulista2)

PARAS-ENSIN -HAKU:

```
return(JÄRJESTÄ(Solmulista1, Solmulista2))
# [(a,5),(b,3),(c,1)], [(a,2),(c,3),(f,5)] => [(c,1),(a,2),(b,3),(f,5)]
```

HEURISTIIKAT

- KUSTANNUSARVIO: $f(N)$
  - ARVIO LÄHTÖSOLMUSTA SOLMUN N KAUTTA MAALISOLMUUN KULKEVAN POLUN KUSTANNUKSESTA
- "HEURISTIIKKA": $h(N)$
  - ARVIO KUSTANNUKSESTA SOLMUSTA N MAALISOLMUUN
- POLKUKUSTANNUS: $g(N)$
  - KUSTANNUS ALKUSOLMUSTA SOLMUUN N (RIIPPUU KULJETUSTA REITISTÄ)

$$f(N) = g(N) + h(N)$$

A*

ETSINTÄ(Alkusolmu)

```
Solmulista = [Alkusolmu]
Käsitellyt = [ ]
while Solmulista not empty
    Solmu = EKA(Solmulista)
    Solmulista = LOPUT(Solmulista)
    if Solmu not in Käsitellyt
        Käsitellyt = Käsitellyt + [Solmu]
        if MAALI(Solmu) return("ratkaisu", Solmu)
        Solmulista = LISÄÄ(NAAPURIT(Solmu),Solmulista)
    end if
end while
return("ei ratkaisua")
```

A*-HAKU: $f(N) = g(N) + h(N)$

LISÄÄ(Solmulista1, Solmulista2)

PARAS-ENSIN -HAKU:

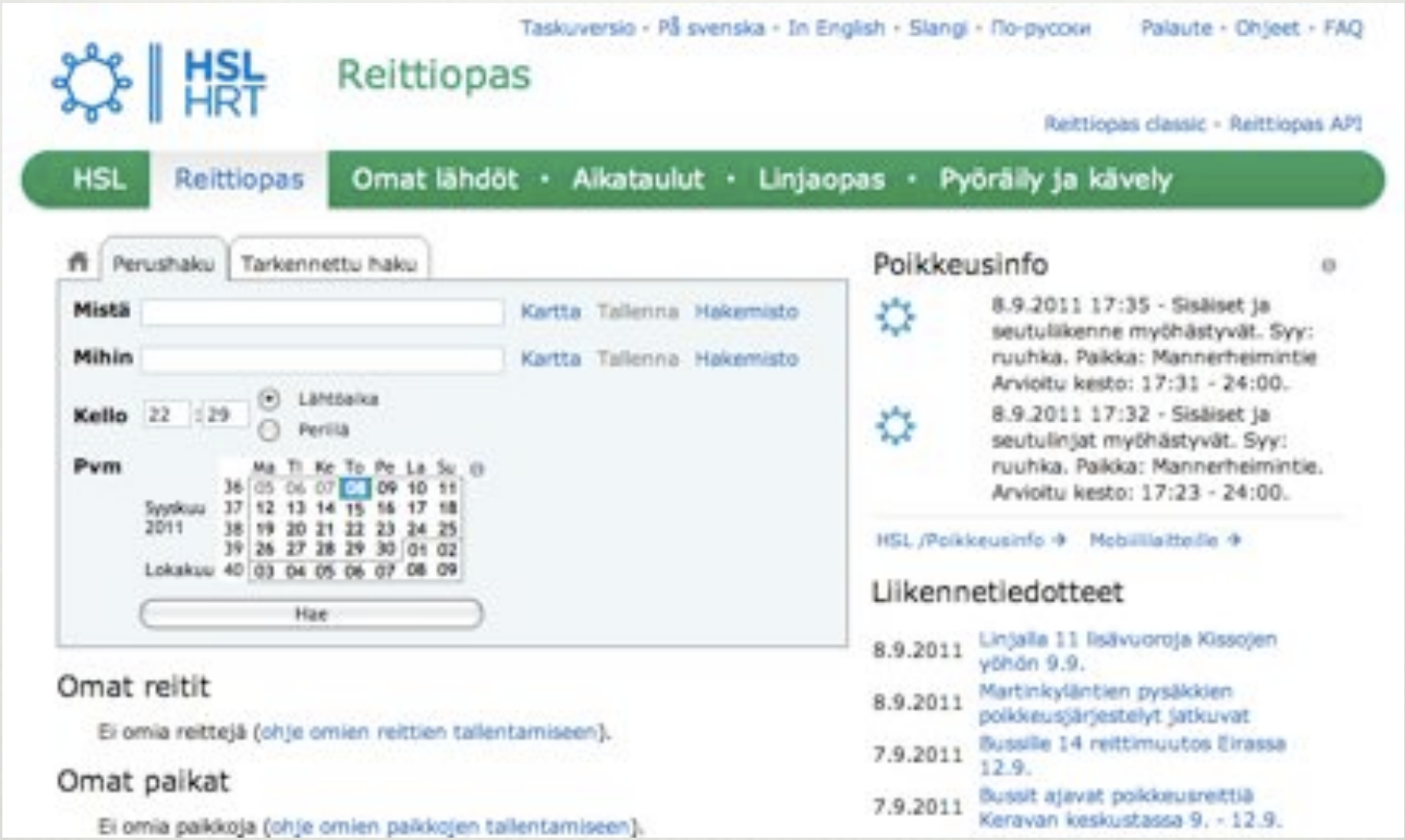
return(JÄRJESTÄ(Solmulista1, Solmulista2))

[(a,5),(b,3),(c,1)], [(a,2),(c,3),(f,5)] => [(c,1),(a,2),(b,3),(f,5)]

A*

- OLETUS: HEURISTIIKKA $h(N)$ ANTAA AINA ENINTÄÄN YHTÄ SUUREN ARVON KUIN TODELLINEN KUSTANNUS SOLMUSTA N MAALIIN.
- TÄLLÖIN A* TUOTTAA AINA OPTIMAALISEN RATKAISUN
- TODISTUKSEN IDEA:
  JONON EKAKSI EI VOI PÄÄSTÄ MAALISOLMU, JONKA POLKUKUSTANNUS ON SUUREMPI KUIN OPTIMAALISEN REITIN KUSTANNUS.
- JOS HEURISTIIKKA "HYVÄ", SUURIMMASSA OSASSA HUONOJA SOLMUJA EI KÄYDÄ OLLENKAAN.

REITTIOPAS


Taskuversio · På svenska · In English · Slangi · По-русски
Palaute · Ohjeet · FAQ
HSL HRT
Reittiopas
Reittiopas classic · Reittiopas API
HSL
Reittiopas
Omat lähdöt · Aikataulut · Linjaopas · Pyöräily ja kävely
Perushaku
Tarkennettu haku
Mistä
Kartta Tallenna Hakemisto
Mihin
Kartta Tallenna Hakemisto
Kello 22 : 29
Lähtöaika
Perillä
Pvm
Ma Ti Ke To Pe La Su
Syyskuu 2011
Lokakuu
Hae
Omat reitit
Ei omia reittejä (ohje omien reittien tallentamiseen).
Omat paikat
Ei omia paikkoja (ohje omien paikkojen tallentamiseen).
Poikkeusinfo
8.9.2011 17:35 - Sisäiset ja seutuliikenne myöhästyvät. Syy: ruuhka. Paikka: Mannerheimintie Arvioitu kesto: 17:31 - 24:00.
8.9.2011 17:32 - Sisäiset ja seutulinjat myöhästyvät. Syy: ruuhka. Paikka: Mannerheimintie. Arvioitu kesto: 17:23 - 24:00.
HSL /Poikkeusinfo
Mobiililaitteille
Liikennetiedotteet
8.9.2011 Linjalla 11 lisävuoroja Kissojen yöhön 9.9.
8.9.2011 Martinkyläntien pysäkkien poikkeusjärjestelyt jatkuvat
7.9.2011 Bussille 14 reittimuutos Eirassa 12.9.
7.9.2011 Bussit ajavat poikkeusreittiä Keravan keskustassa 9. - 12.9.

REITTIOPAS

- TILA: (PYSÄKKI, KULUNUT AIKA)
- KUSTANNUSARVIO: (MATKA-AIKA (MIN))
- SIIRTYMÄT: (UUSI PYSÄKKI, VÄLIMATKA (MIN))
- TEHTÄVÄ: ETSI NOPEIN REITTI PYSÄKILTÄ A PYSÄKILLE B (EI KÄVELYÄ)
- MENETELMÄ: A*-HAKU