Ohjelmistotuotanto

Työmäärän ja resurssien arviointi

1

Työmäärän ja resurssien arviointi

- Projektisuunnitelmassa projektin tehtävät aikataulutetaan ja niiden suorittamiseen allokoidaan henkilöresursseja.
- Tällöin on tiedettävä paljonko resursseja työhön pitäisi allokoida ja kuinka kauan työ kestää
- Jos tiedetään työn määrä ja resurssien kyvykkyys voidaan laskea kesto

 2

Työmäärän ja resurssien arviointi

- Tee arvio niin myöhään kuin mahdollista
  - mitä enemmän on tietoa sitä helpompi on arvioida
  - jonkinlainen arvio tarvitaan kuitenkin ennen projektin käynnistystä
- Käytä hyväksi historiatietoja samankaltaisista projekteista
- Tee työn ositus suoraviivaisesti ja tavalla, jota tukevaa historia-aineistoa on saatavissa
- Käytä yhtä tai useampaa kokemusperäistä arviointimallia

 3

Työmäärän ja resurssien arviointi

- Arviointiperusteet
  - Tuoteperustainen arviointi
    - **Työmäärä arvioidaan tuotteen ominaisuuksien pohjalta**
  - Tuotantoperustainen arviointi
    - **Työmäärä arvioidaan tuottamisprosessiin kuuluvien tehtävien pohjalta**
- Useita arvioita
  - optimistinen (o), pessimistinen (p), todennäköinen(t)
  - painotettu keskiarvo esim (p+o+4t)/6

 4

Tuoteperustainen arviointi

- Tuotteen ominaisuudet
  - Montako riviä ohjelmakoodia (LOC, lines of code)
    - **Koodin määräkin on ennuste**
    - **Koodin määrä on ohjelmiston sisäinen ominaisuus**
    - **Eri ohjelmoijat tuottavat samasta asiasta kovin erilaisen määrän koodia**
    - **Helpommin johdettavissa kuin työmäärä**
    - **Historia-aineistot ja esimerkit auttavat**
  - Toiminnallisuuden ja tietosisällön määrä ja laatu
    - **Toiminnallisuuden ja tietosisällön yksiköt?**
    - **Perustuu ulkoisiin ominaisuuksiin**
    - **Analysoijat voivat päätyä merkittävästi erilaisiin mittalukuihin**

 5

Koodirivien määrään perustuva arviointi

- Edellyttää toimintopohjaista ositusta hyvin pitkälle vietynä
  - pieniä komponentteja, jotka pystytään arvioimaan
- On helppo mitata valmiista komponentista
- Yksikön keskimääräinen tuottavuus LOC/htkk (rivejä/henkilötyökuukausi) on selvitettävissä historia-aineistosta
- Rivien määrä kieliriippuvaista, samoin kuin tuottavuuskin
- Soveltuu huonosti deklaratiivisiin 4G kieliin

 6

Koodirivien määrään perustuva arviointi

- Erilaisia rivimääriin perustuvia mittareita
  - Löydettyjen virheiden määrä / 1000 riviä koodia (KLOC)
  - Käytössä havaittujen ohjelmistovirheiden määrä / KLOC
  - Kustannukset / LOC
  - Dokumenttisivujen määrä / KLOC
  - LOC / henkilötyökuukausi

 7

Koodirivien määrään perustuva arviointi

- Olkoon LOC/htkk =625 (kun kaikki ohjelmiston tuottamiseen tehty työ mukana) ja Kustannukset/LOC =50 mk
- Olkoon ohjelmiston kokoarvio 30000 riviä
- Tällöin suoraviivaisesti:
  - Työmäärä = 30000/625 =48 htkk
  - Jos aikaa on käytettävissä vuosi tarvitaan 4 henkilöä
  - Kustannukset 50*30000 = 1,5Mmk

 8

Toiminnalisuuteen perustuva arviointi

- Toimintopistemenetelmä (Function point analysis)
  - Järjestelmän ulkoiset ominaisuudet kerryttävät toimintopisteitä
    - **Syötteiden lukumäärä**
    - **Tulosteiden lukumäärä**
    - **Kyselyjen lukumäärä**
    - **Tiedostojen lukumäärä**
    - **Ulkoisten liittymien lukumäärä**
  - Nämä luokitellaan yksinkertaisiksi, tavanomaisiksi tai vaikeiksi

 9

Toimintopisteiden laskenta - peruspisteet

	yksin-kertaisia	*k	normaaleja.	*k	vaikeita	*k	pisteet
syötteitä		*3+		*4+		*6+	
tulosteita		*4+		*5+		*7+	
kyselyjä		*3+		*4+		*6+	
tiedostoja		*7+		*10+		*15+	
liittymiä		*5+		*7+		*10	
fp:						Σ	

lukumäärät kerrotaan perässä olevalla kertoimella ja tulot lasketaan yhteen

 10

Toimintopisteiden laskenta

- Kompleksisuuskertoimilla voidaan vielä säätää hieman tulosta
- **FP = N*(0.65+0.01*$\Sigma(F_i)$)**
  - **N= nominaalipisteet ed. kalvon taulukon mukaisena painotettuna summana**
  - **F_i (i=1..14) kompleksisuustekijä**
    - **voi saada arvot 0-5**
      - **0 =Ei koskaan (No influence)**
      - **1 =Harvoin (Incidental)**
      - **2 =Toisinaan (Moderate)**
      - **3 = Keskimääräisesti (Average)**
      - **4 = Merkittävästi (Significant)**
      - **5 = Oleellisesti (Essential)**

 11

Toimintopisteiden laskenta - kompleksisuustekijä

- **Onko järjestelmä vikasietoinen? Tarvitaanko luotettavaa tietojen varmistus- ja palautusmenettelyä?**
- **Tarvitaanko tietoliikenneominaisuuksia?**
- **Onko hajautettua prosessinhallintaa?**
- **Onko suorituskyky kriittinen elementti?**
- **Käytetäänkö järjestelmää olemassaolevassa raskaassa käytössä olevassa koneympäristössä?**
- **Tarvitaanko interaktiivista tietojen syöttöä?**
- **Täytyykö interaktiivinen tietojen syöttö synkronoida usealle näytölle tai operaatiolle?**
- **Päivitetäänkö tiedostoja interaktiivisesti?**

 12

Toimintopisteiden laskenta - kompleksisuustekijä

- **Ovatko syötteet, tulosteet, tiedostot tai kyselyt monimutkaisia?**
- **Onko ohjelman toiminta monimutkaista?**
- **Onko koodi tarkoitettu uudelleenkäytettäväksi?**
- **Ovatko ohjelmiston muunnokset ja installointi mukana suunnitelmassa?**
- **Onko ohjelmisto suunniteltu toimivaksi useina installaatioina eri organisaatioissa?**
- **Onko sovellus suunniteltu käyttäjäystävälliseksi**?

 13

Toimintopisteiden laskenta

- Toimintopistemääriä käytetään rivimäärien tapaan. Eli sillä saadaan esim. seuraavia mittareita:
  - Testauksessa löydetyt virheet / FP
  - Käyttöönoton jälkeen löydetyt virheet / FP
  - Kustannukset / FP
  - Dokumenttisivut / FP
  - FP / henkilötyökuukausi jne.
- Toimintopistemallista on useita muunnelmia
  - Lisätekijöitä (algoritmit), muunnettuja kertoimia

 14

Toimintopisteiden laskenta

- FP-mallin hyviä puolia:
  - Riippumaton ohjelmointikielestä
  - Perustuu dataan (ei koodiin), eli on helpommin arvioitavissa
- FP-mallin huonoja puolia:
  - Subjektiivinen. Eri osioiden vaikeusaste riippuu tulkitsijasta
  - Mittarilla ei ole konkreettista merkitystä kuten LOC:lla (rivien lukumäärä); FP on pelkkä numero.

 15

Toimintopisteiden suhde ohjelmariveihin

- LOC:n ja FP:n välinen suhde riippuu käytetystä ohjelmointikielestä. Karkeasti voidaan johtaa seuraavanlaiset suhteet:
  - Assembler 320 LOC/FP
  - C 128 LOC/FP
  - Cobol 105 LOC/FP
  - Fortran 105 LOC/FP
  - Pascal 90 LOC/FP
  - Ada 70 LOC/FP
  - Oliokielet 30-60 LOC/FP
  - 4GL 20 LOC/FP
  - Koodigeneraattorit 15 LOC/FP
  - Taulukkolaskimet 15 LOC/FP
  - Graafiset kielet (ikonit) 4 LOC/FP
- Ylläoleva taulukko antaa arviot kielen ilmaisuvoimalle.

 16

Tuotantoperustainen arviointi

- Ositetaan työtehtävät prosessimallin mukaisesti
- esim ... määrittely,suunnittelu, toteutus
- Osuuksien suhteesta tutkimustietoa
- Edellyttää kattavaa historiatietoa
- Samanlaisuuden ongelma – onko tehtävä samankokoinen kuin projektissa X?

 17

Arviointimallit

- Edellä laskettiin hyvin suoraviivaisesti työmäärä ja henkilötarve rivimäärän ja keskituottavuuden pohjalta
- Vastaaviin laskelmiin on kehitetty tutkimuspohjaisia malleja, joilla pyritään parempiin arvioihin – mallit on kehitetty päättyneiden projektien aineistojen perusteella

 18

Arviointimallit

- Tyypillinen laskentakaava
- Työmäärä= A+B*(muuttuja)^C
  - Muuttuja voi olla vaikka rivimäärä tai toimintopistemäärä
  - A,B ja C ovat kokeelliseti aiempia projekteja tutkimalla saatuja kertoimia

Arviointimallit

- Rivimäärä pohjaisia malleja
- E = 5,2*(KLOC)^{0,91} (Waiston-Felix)
- E = 5,5+0,73*(KLOC)^{1,16} (Bailey-Basili)
- E = 3,2*(KLOC)^{1,05} (Boehm simple)
- E = 5,288*(KLOC)^{1,047} (Doty Model, KLOC > 9)
- Toimintopistepohjaisia malleja
- E = -13,39+0,0545*FP (Albrecht and Gaffney)
- E = 60,62*7,728*10^{-8}*FP^3 (Kemerer)
- E = 585,7+15,12*FP (Matson, Barnett, and Mellichamp, E = työtunteja)

Arviointimallit - sovellettuna

- 30000 rivin ohjelman työpanos?
  - Waiston-Felix 114 htkk => 263 LOC/htkk
  - Bailey-Basili 43 htkk => 697 LOC/htkk
  - Boehm 113 htkk
  - Doty Model 183 htkk => 163 LOC/htkk
  - 625 riviä/htkk => 48 htkk

Arviointimallit COCOMO-malli

- Constructive cost model
- http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII/
- Tunnetuimpia arviointimalleja (Boehm –81, --96)
- Uusin versio COCOMO II, sisältää useita erilaisia ja eri muuttujiin perustuvia kaavoja, mm. oliopisteisiin perustuvan alustavan arvioinnin kaavan. Kuitenkin perinteistä COCOMOa ovat ohjelmarivien määrään perustuvat kaavat

Arviointimallit COCOMO-malli

- COCOMOn työmääräkaava
  E= 2.94 * AF * KLOC ^{B}
- AF= sovituskerroin Adjustment factor, joka saadaan laskemalla mallista riippuen 7 -17 sovitustekijän tulo
- Eksponentti B määräytyy kaavalla
  B= 0.91+0.01*$\Sigma_{I=1..5}S_i$
  missä S_i :t ovat kokotekijöitä saaden kukin arvot 0-5 eli B on välillä 0.91 – 1.16

Kerroin 2.94 on sovituksen tulos

COCOMO II: Kokotekijöitä

- Ongelman tunnettuus (täysin uusi 5 – tuttu juttu 0)
- Tavoitteiden joustavuus (tiukat tavoitteet 5, yleiset tavoitteet 0)
- Ongelmallisuus (ratkaisemattomia arkkitehtuuri ongelmia /riskejä (paljon 5, vähän 0)
- Tiimitekijät (hankala yhteistyö 5, saumaton yhteistyö 0)
- Prosessin kypsyys CMM-tasot käänteisenä (epäkypsä 5, kypsä hyvin hallittu 0)

COCOMO II: Sovitustekijöitä

- Sovitustekijöitä mm.
- henkilöstön kyvykkyys, luotettavuusvaatimukset, uudelleenkäyttö, alustan vaikeus, henkilöstön kokemus, työkalujen käyttö, aikataulun tiukkuus
- Vaihteluväli 0.75 – 1.60, normaali=1
- Kaava varsin herkkä sovitustekijäkertoimien virhearvioille.

COCOMO II esimerkki

- 30000 riviä sovitustekijöiltään keskimääräistä, keskinkertaisella prosessilla tutusta ongelmasta ilman suuria riskejä ja keskimääräisellä tiimillä (kukin kokotekijä olkoon 2, ja sovitustekijät keskimäärin 1)
- $E=2.94 * 30^{1.01} = 91$ htkk

COCOMO II projektin kesto

- Projektin optimikestolle COCOMOssa on kaava
- $(3.67 * E^{C}) * AFp/100$, missä
  - E= työmäärä laskettuna ilman kerrointa AF
  - AFp = Sovituskertoimen AF vaikutus prosentteina (keskimääräinen=100)
  - C= 0.28 +0.2*(B-1.01)
- eli 30000 rivin homma kestäisi
  - $3.67 * 91^{0.28} = 7,1$ kk
  - eli tarvittaisiin keskimäärin 12 henkeä ???

Puttmanin ohjelmistoyhtälö

- Perustuu 4000 nykyaikaisen ohjelmistoprojektin mittauksiin. Yhtälö on:

  $E = (LOC*(B^{0,333})/P)^3*(1/t^4)$, missä

- E on vaadittavat henkilötyökuukaudet
- t = projektin kesto kuukausina
- B = "Erityistaitokerroin" ("Special skills factor") joka käytännössä kasvaa sitä mukaa kun projektin koko kasvaa. Se tarkoittaa sellaisten tehtävien vaatima aikaa, jotka liittyvät testaukseen, laadunvalvontaan, ylläpitoon ja komponenttien yhteenliittämiseen). Pienille ohjelmille (KLOC=5-15) B=0.16. Isoille ohjelmille (KLOC > 70) B=0.39.

Puttmanin ohjelmistoyhtälö

- P = "Tuottavuuskerroin" joka vaihtelee tehtävän ohjelmiston laadun mukaan. Tyypillisiä arvoja
  - P=2000 upotetuille tosiaikajärjestelmille,
  - P=10000 teleliikenne- ja systeemiohjelmistoille,
  - P=12000 tieteellisille ohjelmistoille ja
  - P=28000 informaatiojärjestelmä-tyyppisille ohjelmistoille

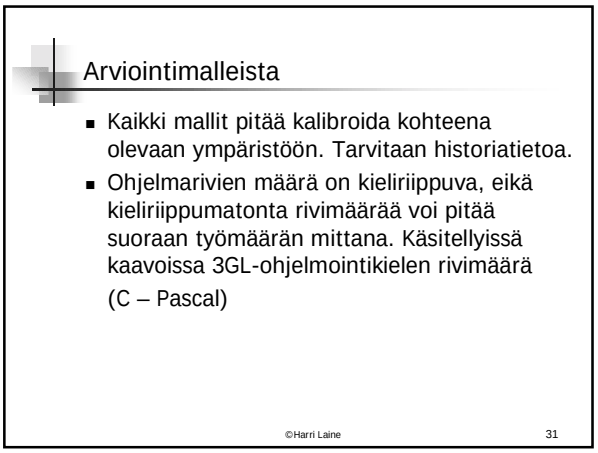
Puttmanin ohjelmistoyhtälö

- Kaavasta voidaan ratkaista projektin minimikesto

  $t_{min} = 8.14*(LOC/P)^{0,43}$ (t kuukautta, t > 6kk),
- ja työmäärä

  $E = 180*B*t^3$ (henkilötyökuukaudet, t vuotta)

  Eli 30000 riviä tieteellistä ohjelmistoa vaatisi
- $8.14*(30000/12000)^{0.43} = 12$ kk
- Ja 180*0.2=90 htkk minimikestolla
- (huom B=0.2 on approksimaatio väliltä 0.16-0.39)


Arviointimalleista
Kaikki mallit pitää kalibroida kohteena olevaan ympäristöön. Tarvitaan historiatietoa.
Ohjelmarivien määrä on kieliriippuva, eikä kieliriippumatonta rivimäärää voi pitää suoraan työmäärän mittana. Käsitellyissä kaavoissa 3GL-ohjelmointikielen rivimäärä (C – Pascal)
©Harri Laine
31