

Õppetöö elavdamine insenerigraafikas

Rein Mägi

Tallinna Tehnikaülikool

Sisukord

- **Sissejuhatus**
- **Kujutava geomeetria näited**
- **Tehnilise joonestamise näited**
- **Arvutigraafika näited**
- **Kokkuvõte**

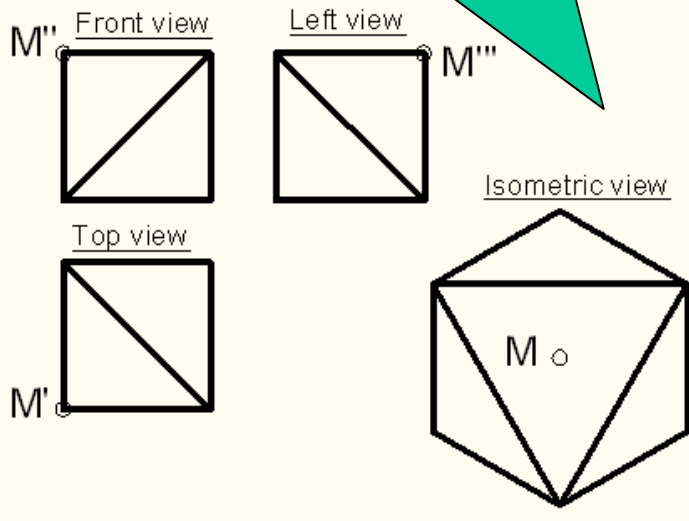
Sissejuhatus

- Joonis on **tehnika keel**
- Insenerigraafika arendab **ruumilist kujutlusvõimet**, mida läheb vaja paljude tehniliste distsipliinide korral - matemaatikas, füüsikas, keemias ja mujal
- Insenerigraafilised ained** (kujutav geomeetria, tehniline joonestamine, arvutigraafika) on küll **huvitavad**, kuid paljudele tudengitele **raskesti mõistetavad**. Põhjuseks joonestus-tundide kadumine paljude keskkoolide õppekavast.
- Teretulnud on kõikvõimalikud insenerigraafilisi aineid **elavdavad võtted** - mõistatused, naljad, trikid, võistlused jm.
- Järgnevalt on toodud mõningaid **huvitekitavaid näiteid** erinevates insenerigraafika valdkondades

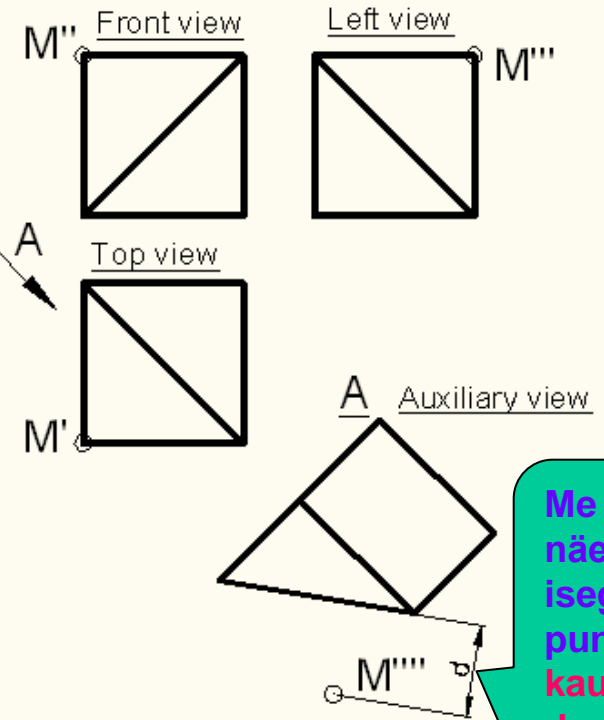
Kujutav geomeetria (1)

- Lihtsaim geomeetiline objekt on **punkt**, mis on määratud koordinaatidega **x, y, z** <mms://media.ttu.ee/YGK3350/Mituvaade.wmv>
- Kuid tunduvat põnevam on jälgida ruumipunkti **M asukohta** konkreetse **reaalse kujundi (tahuka) taustal**

Kas punkt **M** asetseb tahuka pinnal või mitte?



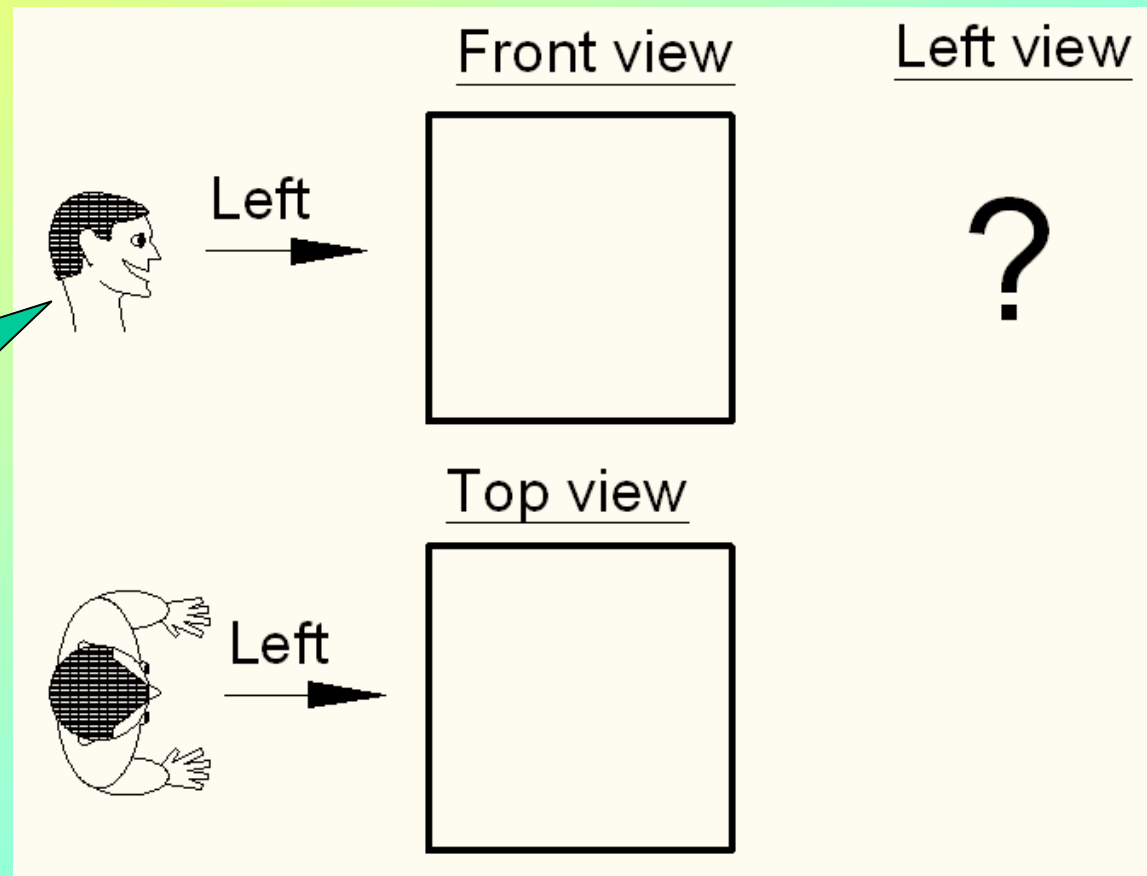
Lisavaade **A** annab selge vastuse



Me näeme isegi punkti kaugust **d** tahukast

Kujutav geomeetria (2)

- Küllalt huvitav piltmõistus tüdengitele on kolmanda vaate tuletamine kahe antud vaate abil



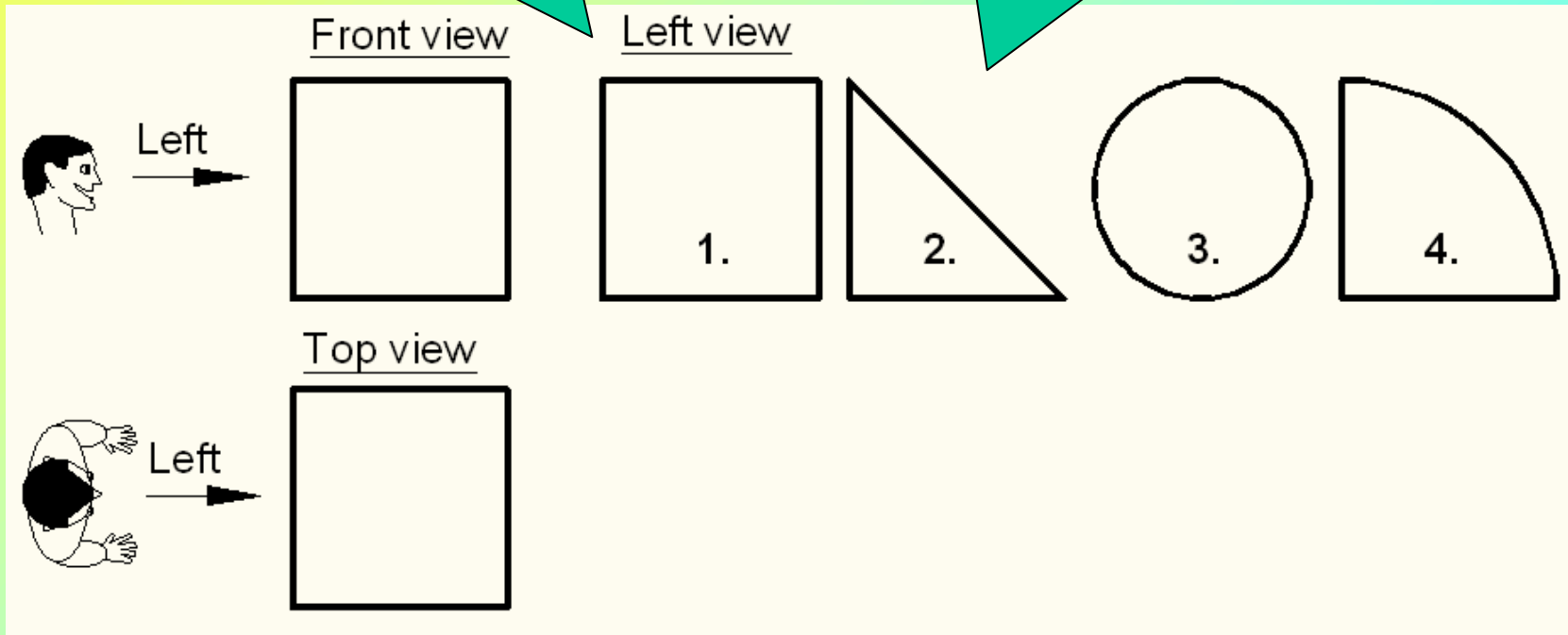
Humoorikas
inimkuju aitab
elavdada ruumilist
ettekujutust

Kujutav geomeetria (3)

- Kuidas näeb välja selle kujundi **vasakultvaade**?

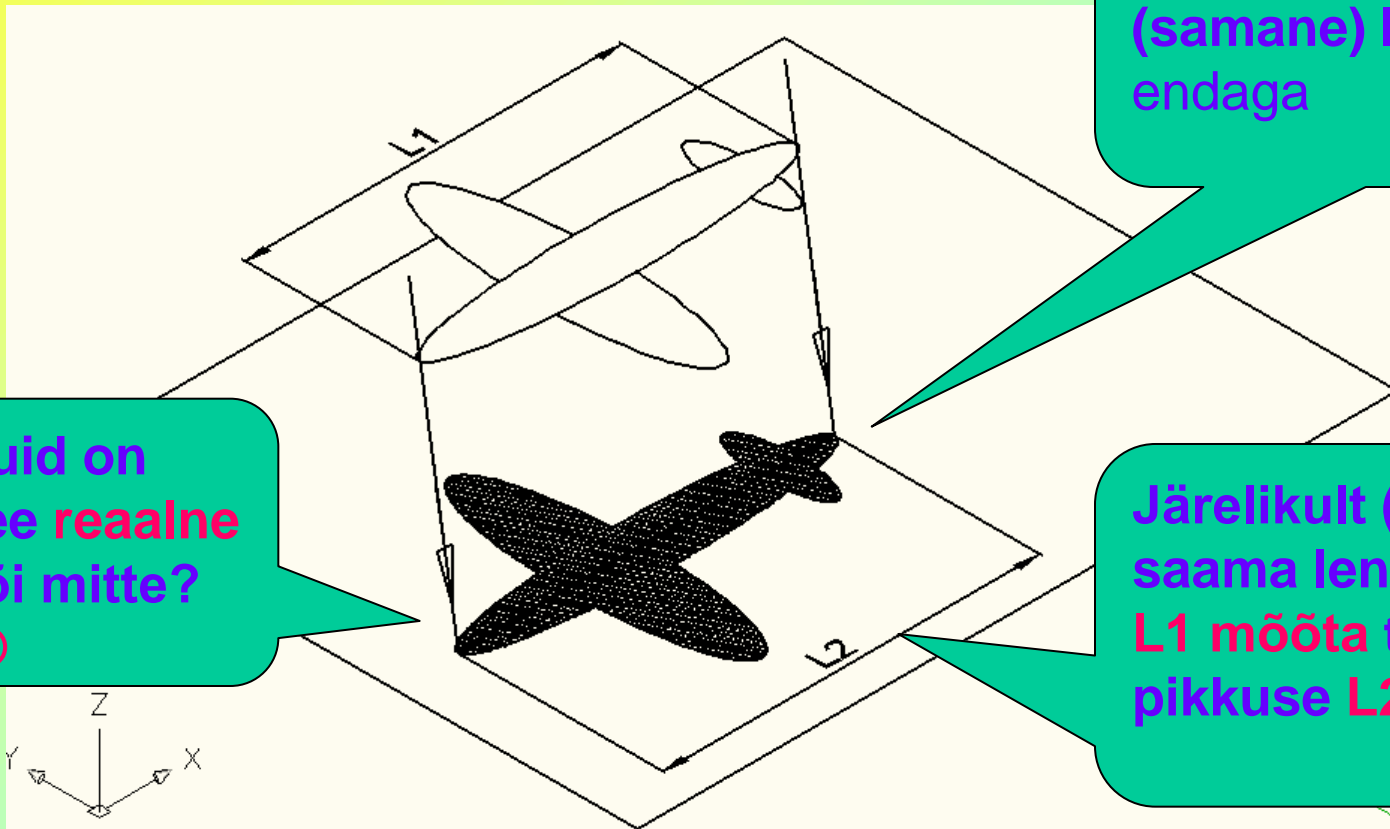
Tavaliselt pakutakse välja vaid **üht võimalust** (kuupi)

Kuid teised võimalikud variandid (2, 3, 4,...) nõuavad rohkem **fantaasiat**



Kujutav geomeetria (4)

• Paralleelprojektsiooni peaomadust saab näitlikustada horisontaal-asendis lennukiga



Horisontaalse lennuki vari on kongruentne (samane) lennuki endaga

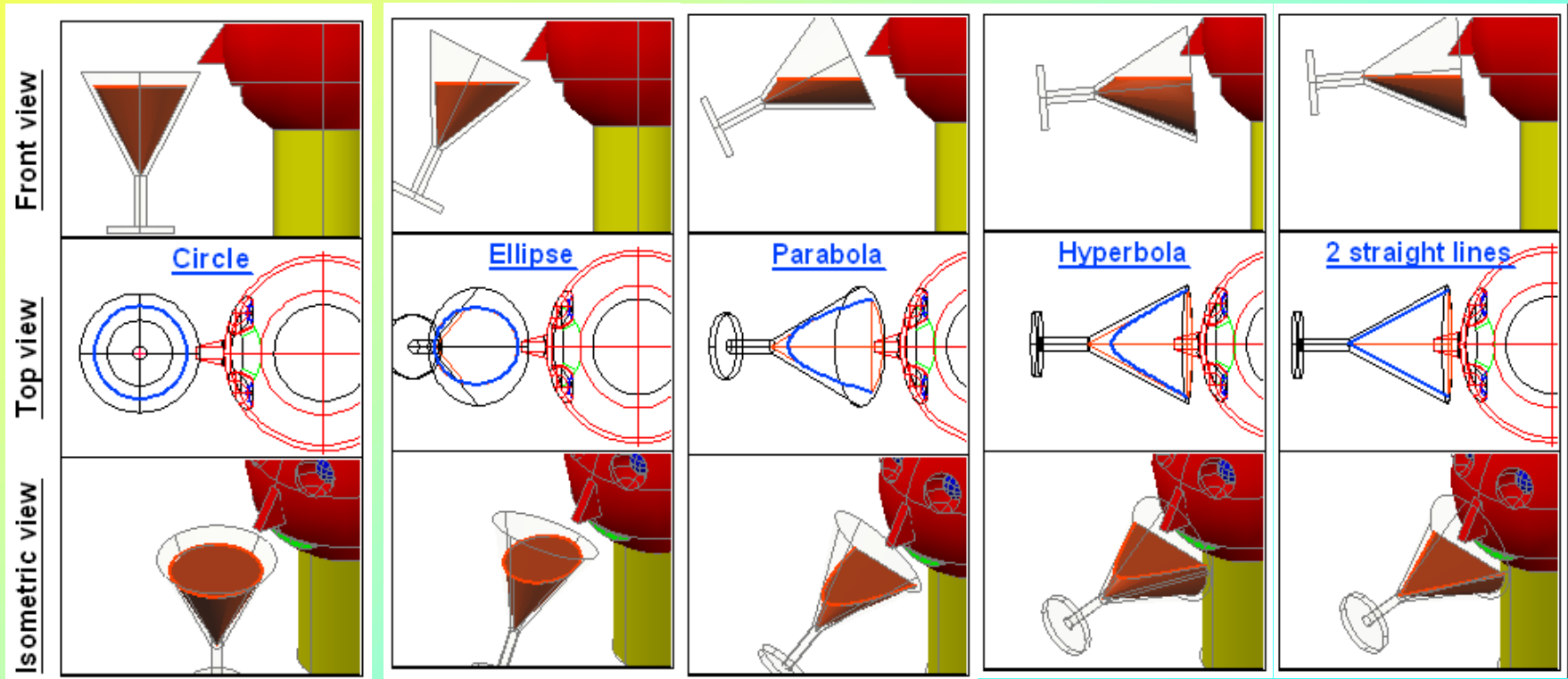
Kuid on see reaalne või mitte?



Järelikult ($L_2 < L_1$) peaks saama lennuki pikkust L_1 mõõta tema varju pikkuse L_2 järgi

Kujutav geomeetria (5)

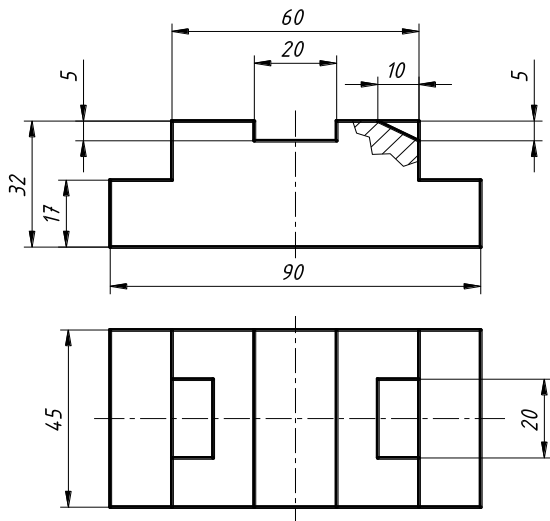
- Kuidas meelde jätta **koonuslõigete 5 eri varianti?**
- Seostades koonuspinda mõne **reaalse objektiga**, näiteks koonilise **veinipokaaliga**, on seda teadmist võimalik küllalt vaimukalt „peaajju salvestada“



Tehniline joonestamine (1)

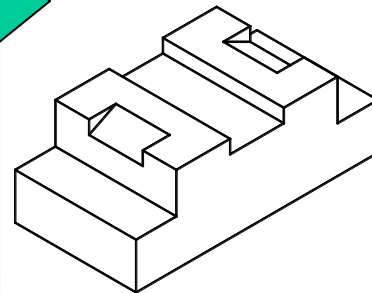
- Miks on joonestamine vajalik?
- Sellele küsimusele olen lasknud vastata keskkooliõpilastel joonestuskursuse esimesel tunnil
- “Inspiratsiooni” saamiseks tegime eelnevalt läbi väikese katse

Nüüd on paras aeg teha tahvile **eseme joonis** vajalike kujutiste ja mõõtmetega

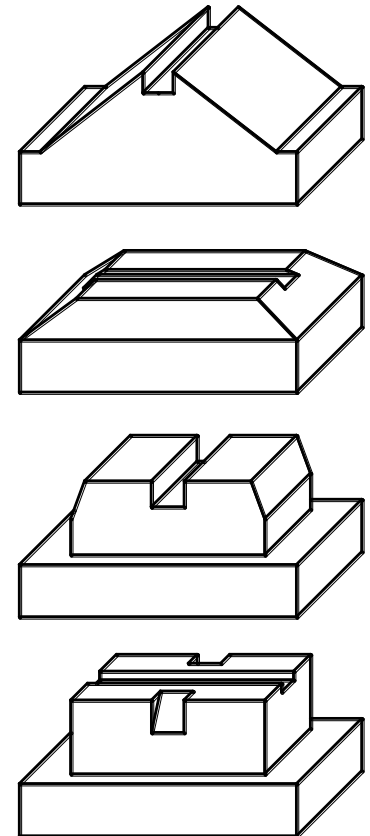


Tulemuseks on samapalju erinevaid pildivariante kui on klassis õpilasi

Keegi sõnaosav õpilane pidi suuliselt kirjeldama eset, mida ainult tema nägi



- Kaasõpilastel tuli tema **jutu põhjal** joonistada esemest pilt



Tehniline joonestamine (2)

- **Miks on joonestamine vajalik?**
- Mida siis oskavad algajad õpilased vastata? Järgnevalt mõningaid tüüpilisi arvamusi:
 - Joonestamine on vajalik, et mõista **eseme kuju**, ilma et oled seda näinud. Jooniselt saab välja lugeda kõik olulise ning selle järgi saab ka eset valmistada.
 - Joonestamine on vajalik ehitiste projekteerimiseks, et saada **täpne ülevaade hoone mõõtmetest** ja kohandada joonis vastavalt vajadustele, et hiljem ei avalduks ehitisel mingeid suuremaid vigu. Seega joonis hoiab kokku hulga aega ja raha. **Joonis on ehitustehnika alus.**
 - Joonestamine arendab inimese **ruumilist kujutlusvõimet**, arendab silmamõõtu ja täpset kätt.
 - Õpetab jooniseid valmistama ja lugema teiste tehtud jooniseid. Joonestamine on **hädavajalik tehnikaspetsialistidel** – arhitektidel, konstruktoreil, inseneridel, tehnikutel.

Tehniline joonestamine (3)

- **Mida ootan joonestustundidest?**
- Ka järgmistes õpilaste vastustes ei tulnud pettuda:
 - Ootan joonestustundidest **huvitavat vaheldust** teistele õppeainetele, kus on võimalik tundma õppida joonestamise algteadmisi.
 - Loodan, et joonestustunnid **ei ole nii pingelised ja stressirohked nagu on reaalsed**. Tahaksin, et see oleks rohkem loovatel eesmärkidel põhinev aine. Ma tahan õppida korrektselt joonestama ning usun, et seda on võimalik siin tunnis saavutada. Võibolla on isegi võimalik **nakatuda pisikusse**, mille järgi on lihtsam otsustada oma tulevikuplaanide üle. Ootan põnevusega.
 - Loodan õpetajalt, et ta suudaks aine korralikult selgeks teha ja et ta **töid üle ei hindaks (?!)** Teadmised on siiski tähtsamad. Endalt ma loodan, et ise aru saan ja suudan klassiga tempos püsida.
 - Ootan **huvitavaid ülesandeid**, mida võib tulevikus vaja minna.
 - Joonestustundidest ootan tundide **maksimaalset huvitavust** ja head õpetaja-õpilase üksteisemõistmist.

Tehniline joonestamine (4)

- Selline **positiivne õpilastepoolne eelhäälestus** lausa kohustab õpetajat latti kõrgel hoidma!
- Olgu siinkohal märgitud, et tegemist oli **Tallinna Tehnikagümnaasiumi 11. klassidega**
- Seejuures sisukamad vastused on pärit valdavalt **tütarlaste klassist...**

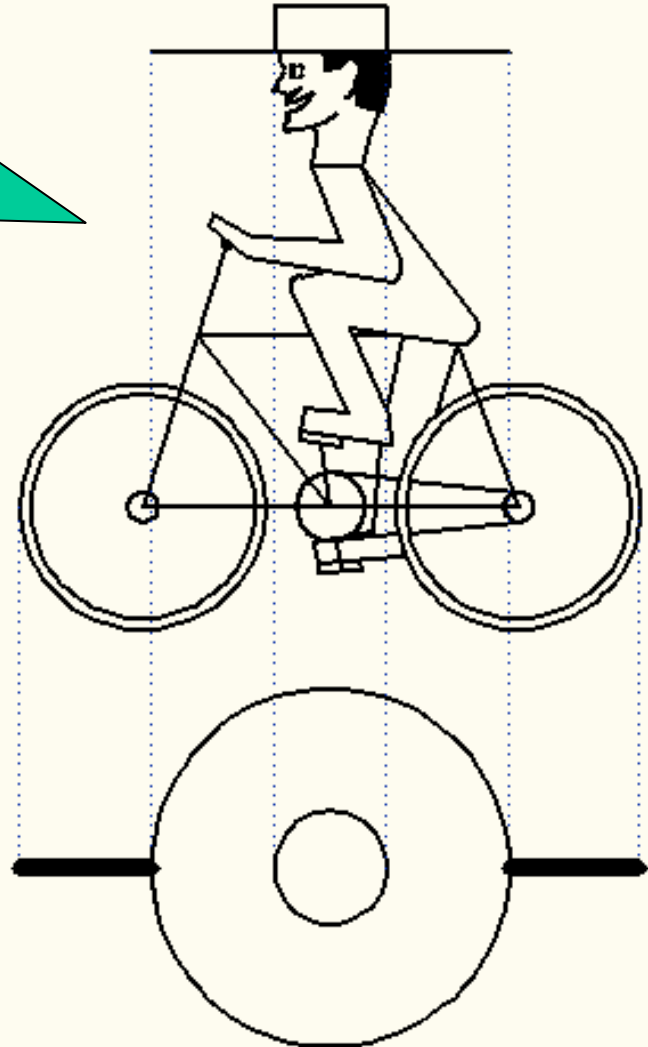
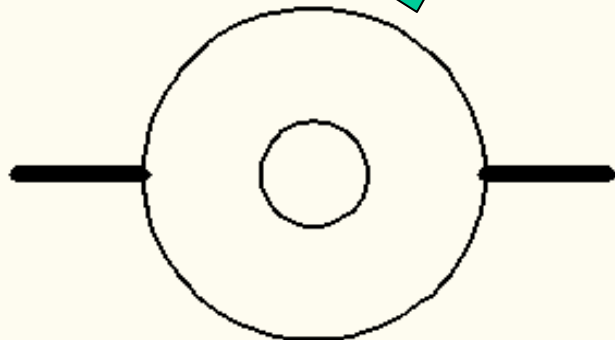
Tehniline joonestamine (5)

- Vastavalt joonestus-standardile
- ISO 128-1:2003 peaksid tehnilised joonised olema **üheselt arusaadavad** ja loetavad
- Objekti kujutised peaksid andma vaid **ühese tõlgenduse**

Vastus:
Kaubi
jalgrattal

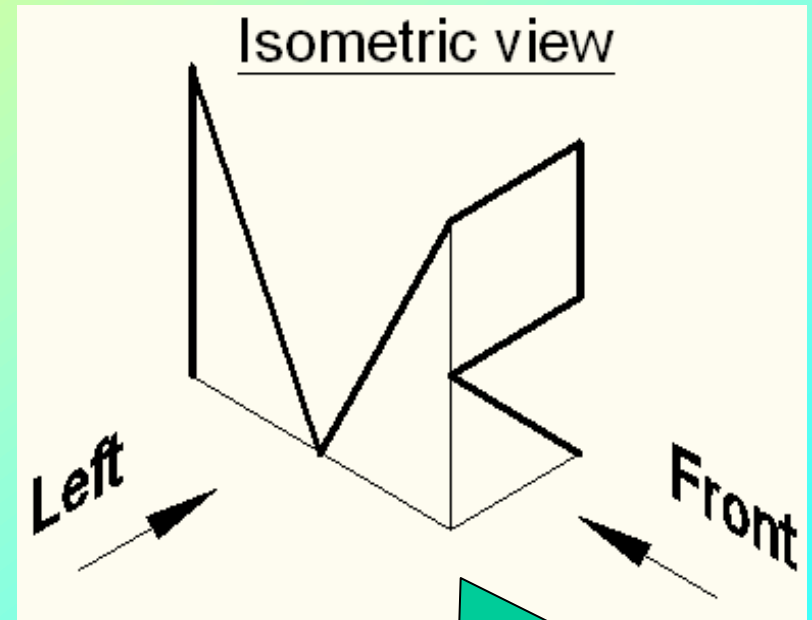
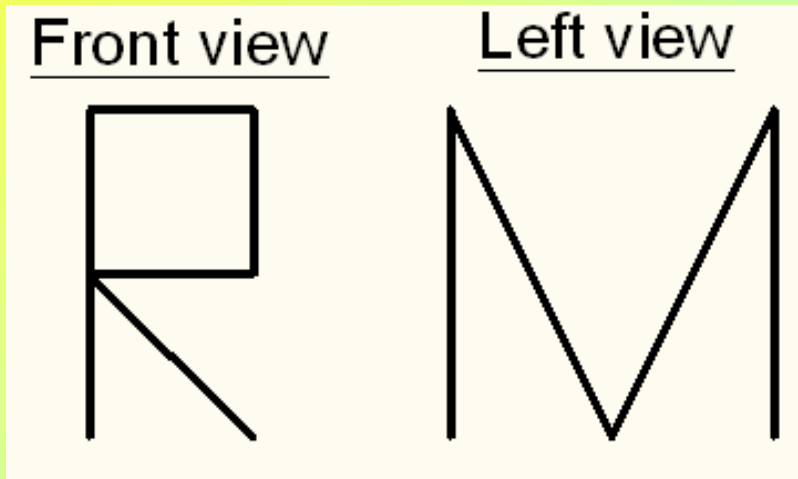


Kas on arusaadav,
millega on tegemist?



Tehniline joonestamine (6)

- Moodne trend on kasutada **logosid** nii firmade kui isikute korral
- Küllalt vaimukas on aga initsiaale modellerida **ruumilise (3D) kujundina**, mis on painutatud ühtsest traadist



Näiteks,
Rein Mägi
3D-logo
kahes vaates

Milline võiks
olla selle logo
ruumiline
struktuur?

Vaid **isomeetriline vaade**
aitab aru saada ☺

Tehniline joonestamine (7)

- Masinaehitus-joonised peaksid olema varustatud ka **mõõtmete, tolerantside ja pinnakaredusega**

Kuidas neid nõudeid kõige **ilmekamalt selgitada** algajatele?

Üks näitlikustamise viis oleks, kui „Issand Jumal“ hakkaks Maakera diameetrit mõõtma...

Kas oleks võimalik mõõta Maakera diameetrit **täpsusega ± 1 meter?**

Miks mitte?

Probleemi lahendamise variandid:

1) Maa pind tasandada buldooseriga

2) Leppida vaid mõõtmistäpsusega ± 10 kilomeetrit



Kumb variant oleks teostatav? 😊

Arvutigraafika (1)

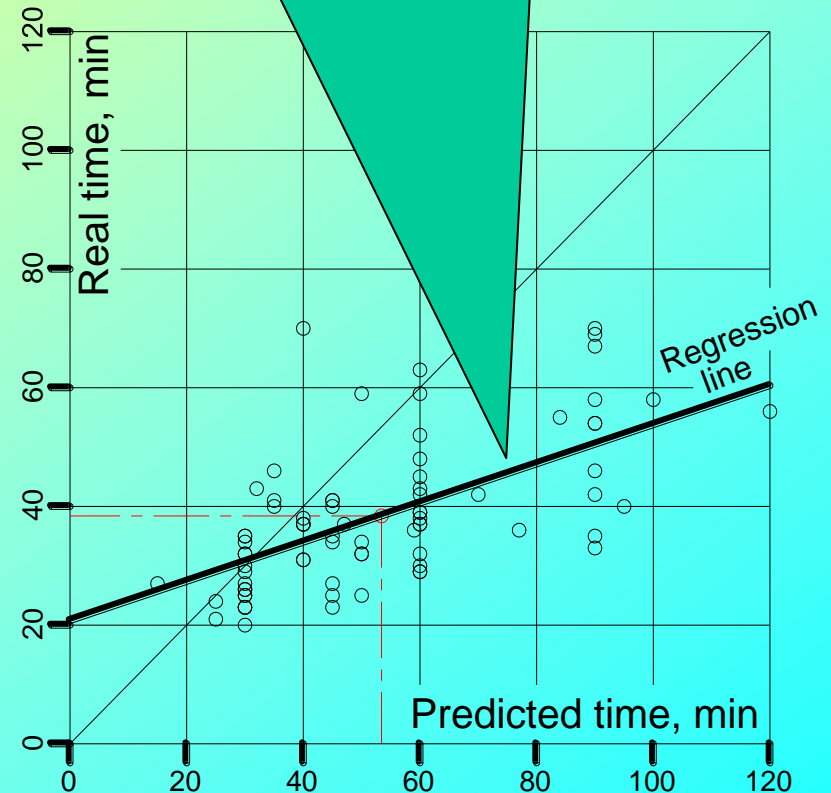
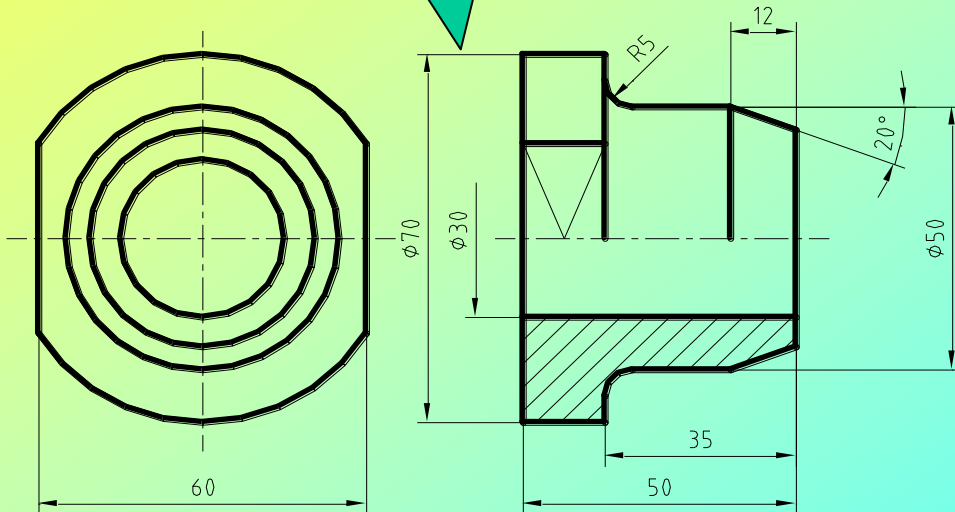
- Praegused tudengid (**tulevased insenerid**) peavad kindlasti õppima arvutigraafikat
- Sellised oskused on kaasajal **möödapääsmatud** loomaks tehnilisi jooniseid ja **käitlemaks arvutigraafilisi faile**
- Kas arvutigraafika on tõesti **kõige ratsionaalsem** joonestusmeetod?
- Meie uuringute järgi on **kiireim viis** vabakäega tehtud **eskiis**, kuid selle kvaliteet ja täpsus jätavad soovida
- **Kui kaua aega** võtab arvutigraafika(CAD)-faili loomine?
- AutoCAD-programmis näitab seda käsk **Time**
- Töölepingu sõlmimisel on esmaseks tingimuseks võimaliku **tööaja prognoosimine** - mida täpsemalt, seda parem

Arvutigraafika (2)

- „Sportlik võistlus“ laseb oma võimeid võrrelda nii teiste tudengitega kui iseenda prognoosiga
- Milline on korrelatsioon prognoositud ja reaalse tööaja vahel?

...näitas, et korrelatsioonitegur oli $+0,6$

Meie test-ülesanne tudengitele...



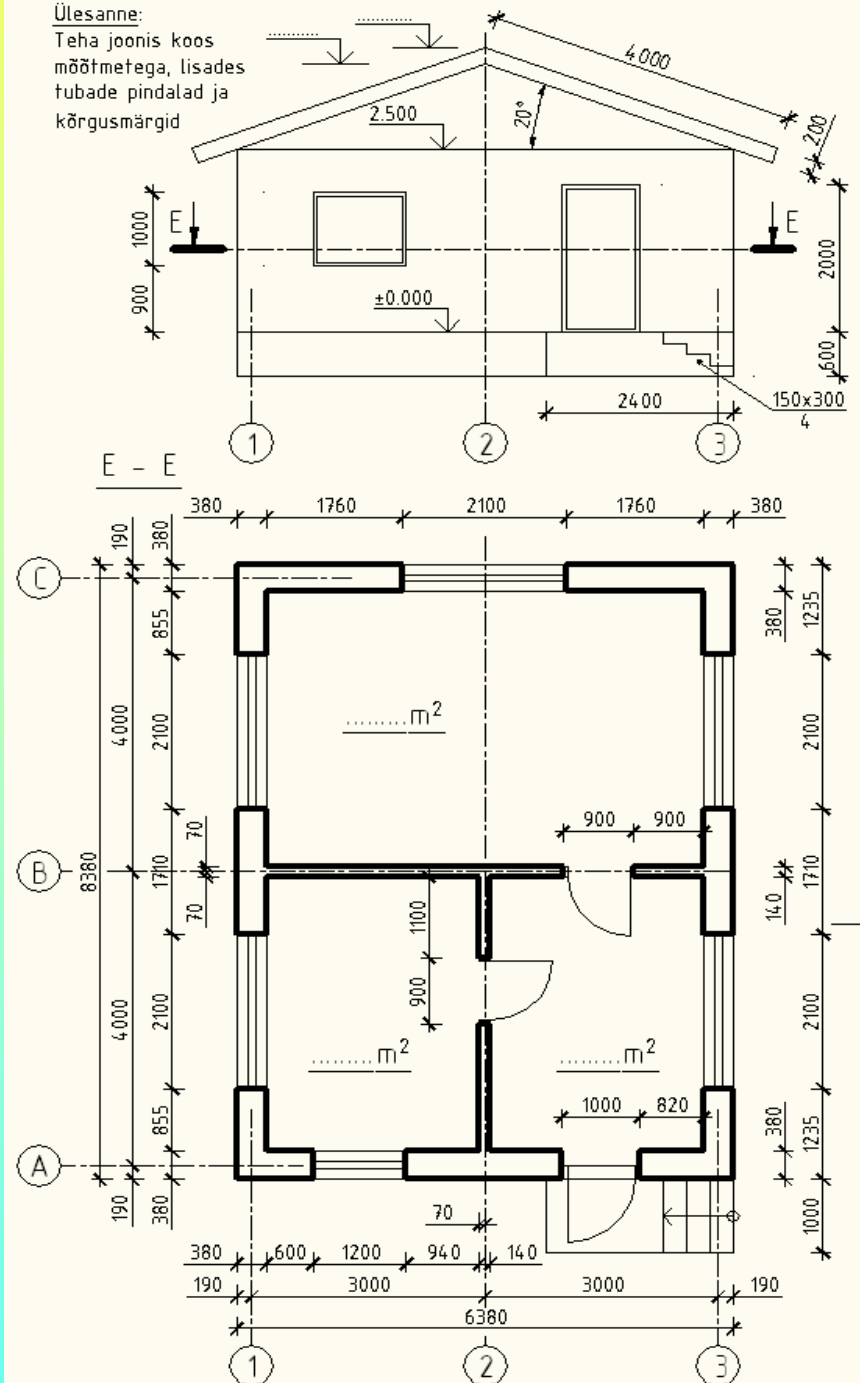
Arvutigraafika (3)

- TTÜ Ehitusteaduskonnas toimus 2014 a esmakordselt võistlus AutoCAD-2D, kus osales 11 üliõpilast.

Selline oli võistlusülesanne, mis tuli lahendada kiiruse peale

- Esikoha võitja sai selle ülesandega hakkama 43 minutiga

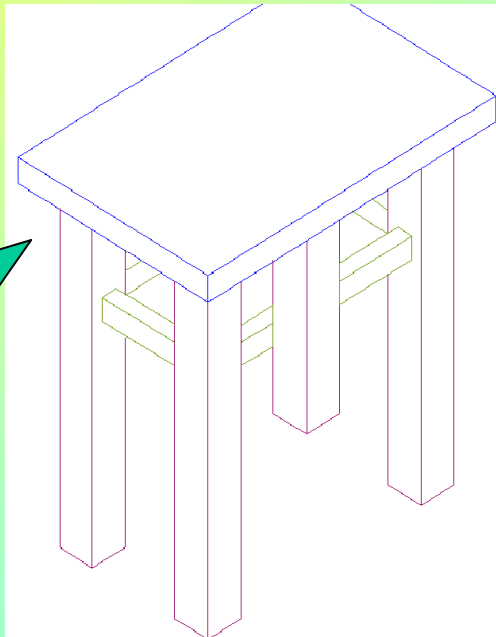
Ülesanne:
Teha joonis koos mõõtmetega, lisades tubade pindalad ja kõrgusmärgid



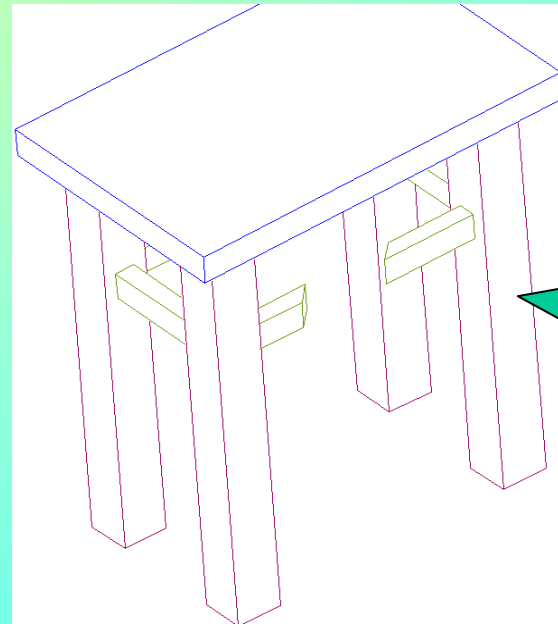
Arvutigraafika (4)

- Milline modelleerimine on ratsionaalsem – kas **2D** või **3D**?
- Vastus oleneb **lõpp-eesmärgist** – 2D-joonis (käsitsi või arvutil tehtud) või 3D-mudel
- Kaasaegne insener peaks valdama neid **mõlemaid**
- **3D-modelleerimine** lubab luua küllaltki müstilisi ruumilisi objekte:
- <http://www.hot.ee/r/rmagi/Ons.pps>

Kas selline taburet on võimalik?



Üks lahendus on selline...



Arvutigraafika (4)

- Algajatele kasutajatele võib arvutigraafika tekitada küllaltki tõsiseid komplikatsioone.
- Tihtipeale võib huumor tulla appi
- „Murphy seadus“ ütleb – iga seade töötab paremini kui ta on sisse lülitatud (ON)
- Kuid „täiendatud Murphy seadus“ soovitab:
- Esmalt lülita arvuti välja -> OFF
- ja seejärel lülita sisse -> ON (=Restart) 😊

Kokkuvõte

- Insenerigraafika on **hädavajalik keel tehnikas**, kuid sageli tudengitele raskesti arusaadav
- Seepärast on teretulnud igasugused ainet **elavdavad moodused**
- Mitmed võtted (naljad, mõistatused, trikid, võistlused jm) võivad tõsta tudengite **huvi ja motivatsiooni** insenerigraafiliste probleemide lahendamisel
- Head näited on need, mis on seotud **reaalsete tehniliste objektidega**
- Insenerigraafika on **alus-baasiks** paljudele tehnilistele distsipliinidele – nii masinaehituses kui ehituses

