

Hæðarmælingar - verklagið

MÆLITÆKI OG MÆLITÆKNI-
VERKMENNTASKÓLINN Á AKUREYRI

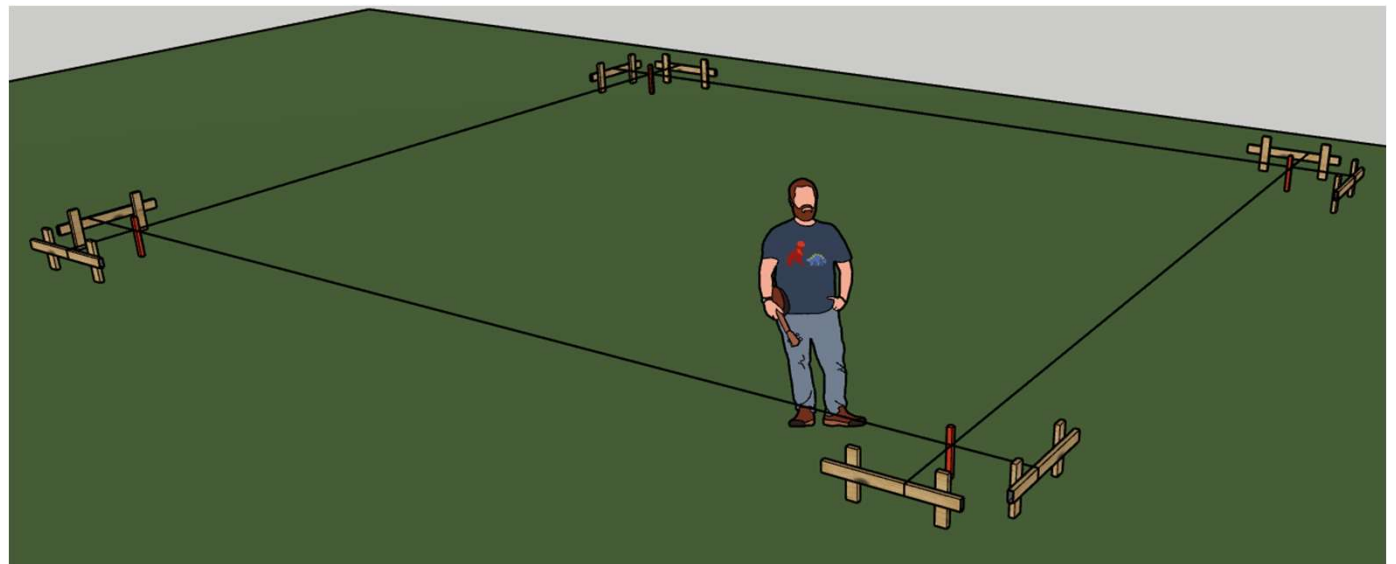


Hæðarmælingar - verklagið

Þegar mannvirki eru sett út á verkstað út frá teikningum hönnuða er mikið í húfi

- Lögur mannvirkis ræðst af útsetningu
- Staðsetning mannvirkis ræðst af útsetningu
- Vatnshallar ráðast af útsetningu

Það er því til mikils unnið að vanda til verka við hæðar- og fjarlægðarmælingar í upphafi verks



Hæðarmælingar - verklagið

Með því að temja sér ákveðnar leikreglur í vinnu við útsetningu mannvirkja má minnka umtalsvert líkur á mistökum.

Við höfum heyrt ýmislegt og séð í þessa átt í áfanganum hingað til og má kannski draga það saman í þessa mikilvægu punkta:

1. Gott er að temja sér að athuga nákæmni búnaðarins reglulega með tveggja mælinga prófun, ekki treysta búnaði í blindni.
2. Fyrsta mæling hefst frá þekktum punkti
3. Fjarlægð frá bakmiði að frammiði er sú sama, til dæmis 30m í hvora átt
4. Síðasta mæling endar í þekktum punkti
5. Stemma af útreikninga hæðarmunar með tveimur aðferðum



Vegagerðin hefur komið sér saman um verklag við innmælingar og útsetningar, þar er notast við nákvæmari búnað en laser hallamál en margt er samhljóma þessum punktum sem hér eru settir fram.
https://utgafa.natt.is/skyrslur/lmi/innmaeling_utsetning_verklagsreglur_2011.pdf

Hæðarmælingar - verklagið

1. Gott er að temja sér að athuga nákvæmni búnaðarins reglulega með tveggja mælinga prófun, ekki treysta búnaði í blindni.

Við höfum farið yfir það hversu lítið mál er að athuga hvort til dæmis laserinn er réttur.

Meðferð tækjanna er misjöfn eins og iðnaðarmenn eru margir, á byggingarstað getur margt gerst sem getur haft áhrif á búnaðinn svo að hann verði fyrir tjóni og það gæti haft mikil áhrif á okkar mælingar.

Örfáar mínútur í að athuga búnaðinn geta komið í veg fyrir gríðarlegan kostnað og fyrirhöfn ef útsetningin verður röng vegna bilunar í búnaði.



Roger Bisby fer í þessu myndbandi vel yfir þessa aðferð við að athuga hvort mælitækið er í lagi. Athugið að meiri fjarlægð á milli mælipunkta eykur nákvæmni athugunarinnar.

<https://www.youtube.com/watch?v=wGU-MurwF4A>

Hæðarmælingar - verklagið

2. Fyrsta mæling hefst frá þekktum punkti

Í upphafi mælingasetts þurfum við upphafspunkt með þekktri hæð yfir sjó. Ef við færum þennan punkt eykst ónákvæmnin með hverri færslu, það er því besta verklagið að sækja alltaf hæðir í þennan punkt, ef aðstæður bjóða upp á það.

Í upphafi verks setur mælingamaður gjarnan niður hæla sem merktir eru með hæð. Mikilvægt er að færa þessa hæð á stöðugan flöt sem aðgengilegur verður, helst allan byggingartímann. Þannig getum við alltaf sótt þangað hæðarpunkturinn og stemmt af framtíðarmælingar.

Mikilvægt er að reyna að nota sama punktinn allan byggingartímann, ekki taka hæðina hvar sem er á gólfinu í hvert skipti, það getur hæglega munað einhverjum sentimetrum á hæð á gólfi eftir því hvar stikan er sett niður.



Hæðarmælingar - verklagið

3. Fjarlægð frá bakmiði að frammiði er sú sama, til dæmis 30m í hvora átt

Með því að hafa fjarlægðina þá sömu, frá mælitæki í frammið og bakmið, má nánast útiloka skekkjur í mælingum sem geta stafað af því að mælitækið er ekki alveg lárétt. Það er því mjög góð venja að vinna út frá þessari reglu.

Þá er gott að hafa í huga að því lengri sem fjarlægðin er, þeim mun meiri verður skekkjan á mælingunni. Hinsvegar má segja að líkur á mistökum aukist með auknum fjölda mælinga.



Í þessu myndbandi sést góð umgengni um hæðarlaser, ýmis grunnatriði við notkun og góð ráð

<https://www.youtube.com/watch?v=7y1eGYiJDgw>

Hæðarmælingar - verklagið

4. Síðasta mæling endar í þekktum punkti

Þegar mælingum er lokið mælum við aftur í þekkta punktinn, eða annan þekkta punkt og könnum með því hvort þrífóturinn hafi færst til, sigið niður eða lyfst.

Þetta er mjög einföld aðgerð sem auðvelt er að nota til að útiloka það að mælissettið sé í raun ónýtt vegna þess að tækjabúnaðurinn hafi færst til.



Í þessu myndbandi er vel farið yfir lárétta línu mælitækjanna, hvernig allt er reiknað og mælt frá þeirri línu.

<https://www.youtube.com/watch?v=tNRZPHLwC7k>

Hæðarmælingar - verklagið

5. Stemma af útreikninga hæðarmunar með tveimur aðferðum

Ef skráning hefur farið fram á mælingum er auðvelt að stemma hana af, hvort allir útreikningar séu réttir með samanburði á þessu tvennu:

1. Heildarframmið eru dregin frá heildarbakmiðum.
2. Hæð upphafspunkts er dregin frá hæð lokapunkts.

Ef þessar tvær tölur stemma ekki hefur eitthvað skolast til í útreikningum

Þetta segir í sjálfu sér ekkert um það hvort lesið hafi verið rétt af stikum, eða mælingar framkvæmdar rétt, en þetta tryggir að útreikningar séu réttir.

Stöð	Hæðarmæling			Kóti	Athugasemdir
	Aflestur	Δh	Tækishæð		
	Bakmið	Millipunktur	Frammið	Punktur	
53-008	2,051			30,286	28,235 53-005: 28,235 m
Punktur 1		1,852	0,199	28,434	
Punktur 1	1,723			30,157	
		1,428	0,300	28,734	Brunnur
		1,865	-0,143	28,291	Tröppur
Punktur 2		1,543	0,180	28,614	
		1,055	0,668	29,102	Niðurfall
		1,030	0,693	29,127	Gólfkóti
Punktur 2	1,243			29,857	
Punktur 3		1,052	0,191	28,805	
Punktur 3	0,982				
53-88		0,382	0,600	29,405	53-88: 29,405 m

Heildar frammið: 4,829

Heildar bakmið: 5,999

Hæð upphafspunkts: 28,235

Hæð lokapunkts: 29,405

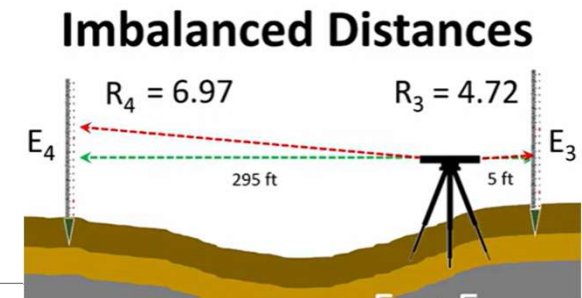
$$(Heildar bakmið) - (Heildar frammið) = (Hæð lokapunkts) - (Hæð upphafspunkts)$$
$$(5,999) - (4,829) = (29,405) - (28,235) = 1,17m$$

Hæðarmælingar - verklagið

Mikilvægt er að þekkja vel algengustu **mistökin** við hæðarmælingar:

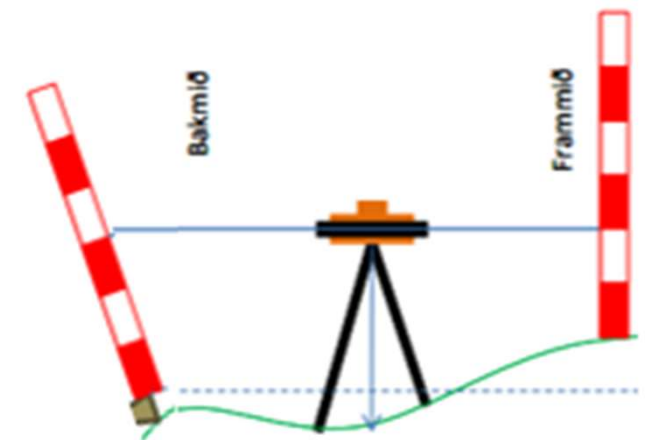
- Vitlaus aflestur – mannleg mistök sem breyta tölu úr 0,145 í 0,154 til dæmis
- Ef verið er að nota latta (hæðarstiku), getur það gerst að partar lattans séu ekki alveg útdregnir – ruglar allan aflestur
- Lattinn/mælistikan er ekki lóðrétt, hefur mjög mikil áhrif á mælingar
- Vitlaus staðsetning mælingar – vitlaus aflestur af teikningu eða samskipti óljós um hvar taka á hæðarpunkt

Allt á þetta sameiginlegt að byggja á mannlegum mistökum



Í þessu myndbandi er farið yfir líkleg mistök við hæðarmælingar

<https://www.youtube.com/watch?v=00FuUMqs9Lk>



Hallamælingar

Halli er mældur á nokkra mismunandi vegu og settur fram á teikningum mannvirkja á ólíkan máta. Það er iðnaðarmönnum nauðsynlegt að geta tekið allar þessar ólíku leiðir upp af blaði og sett út á verkstað svo rétt sé.

Þakhalli er gjarnan mældur **í gráðum**, til að mynda er lágmarkshalli bárujárns á Íslandi 14°

Lagnir eru gjarnan lagðar í ákveðið mörgum **promil** svo að bæði vatn og fast efni skili sér til enda.

Í einhverjum tilfellum er halli gefinn upp sem **hlutfall**

Stundum er talað um **prósentutölu**



Í þessu myndbandi má sjá hvernig hægt er að festa kubb á hallamálið til þess að mæla rétta hallann með venjulegu hallamáli:

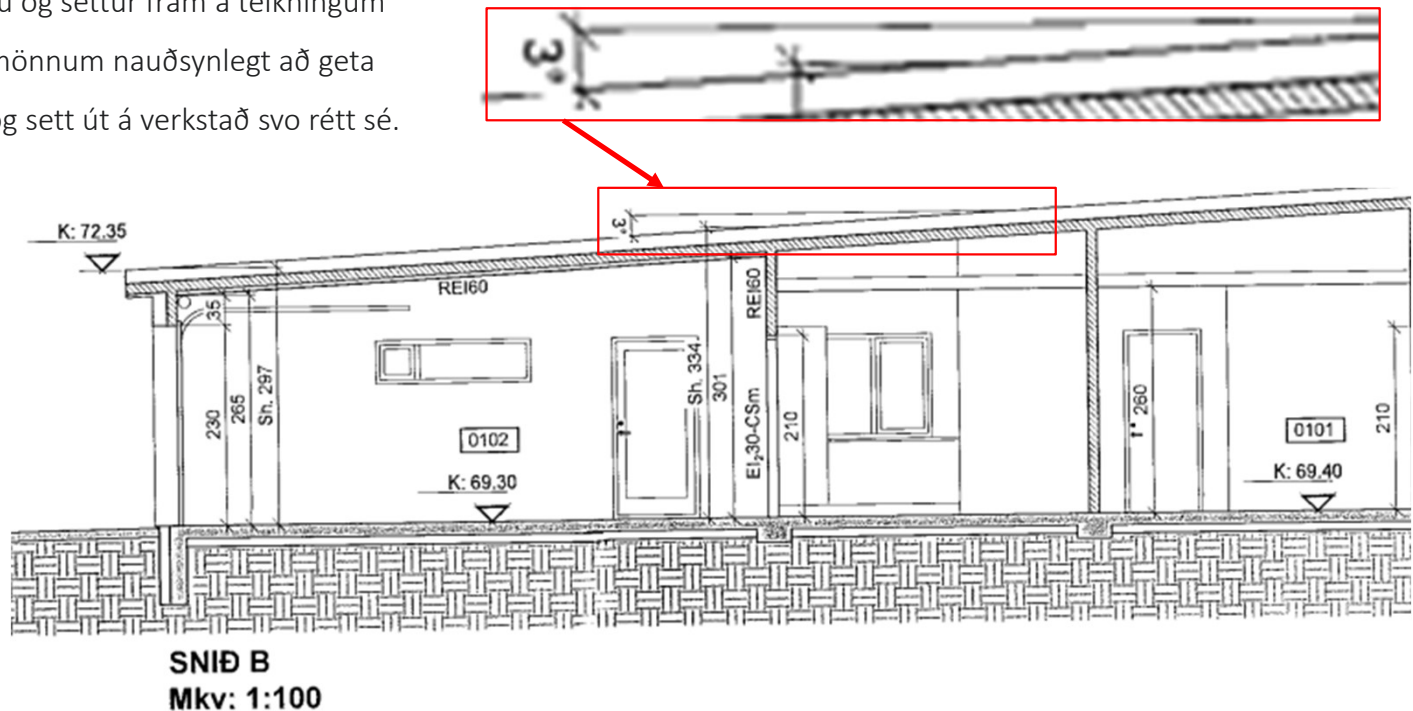
<https://www.youtube.com/watch?v=Jqr49Qv9yDg>

Hallamælingar

Halli er mældur á nokkra mismunandi vegu og settur fram á teikningum mannvirkja á ólíkan máta. Það er iðnaðarmönnum nauðsynlegt að geta tekið allar þessar ólíku leiðir upp af blaði og sett út á verkstað svo rétt sé.

Þakhalli er gjarnan mældur **í gráðum**,

Á þessari mynd má sjá snið af einbýlishúsi á Akureyri þar sem þakhallinn er merktur inn sem 3 gráður

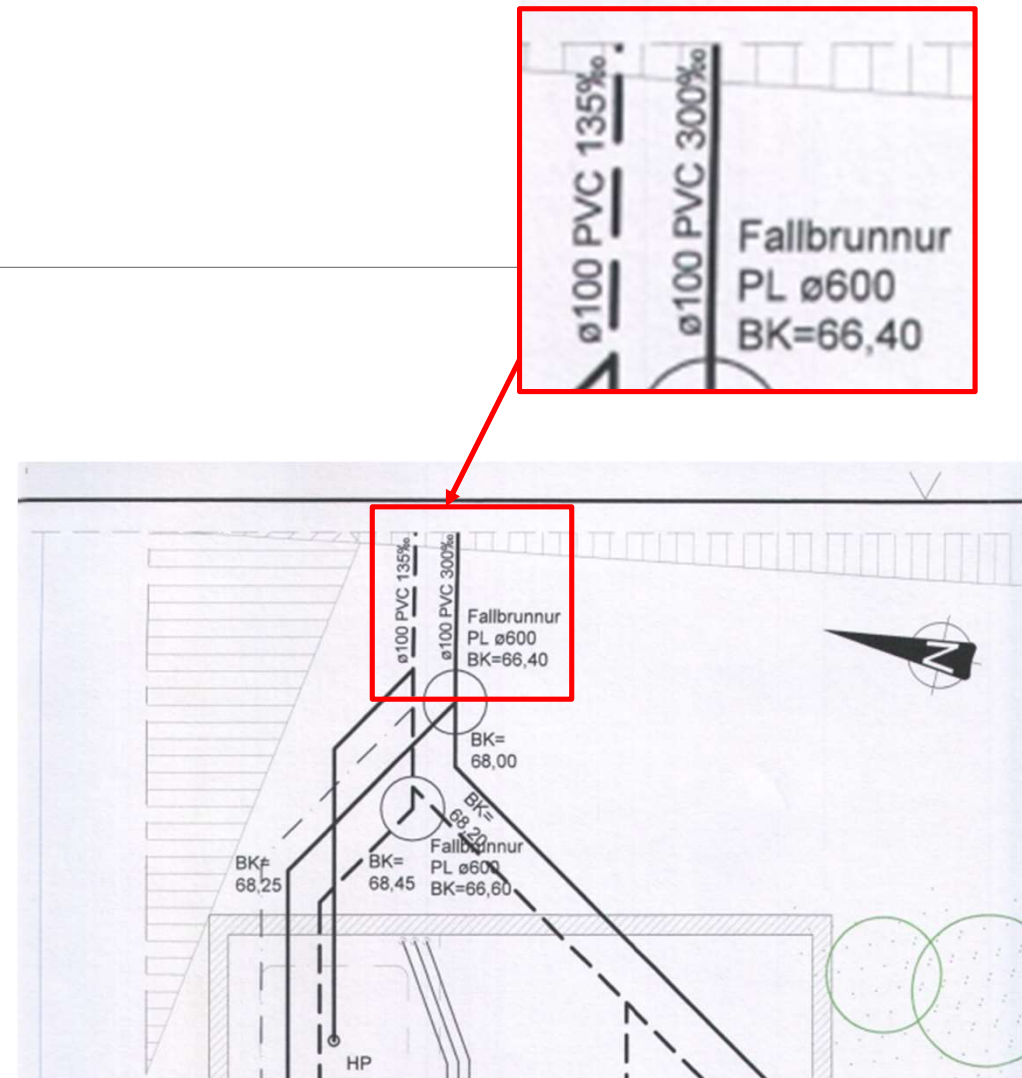


Hallamælingar

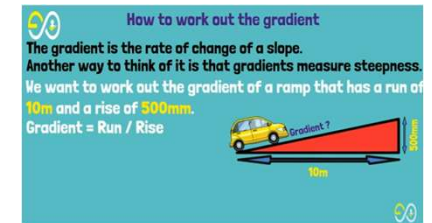
Halli er mældur á nokkra mismunandi vegu og settur fram á teikningum mannvirkja á ólíkan máta. Það er iðnaðarmönnum nauðsynlegt að geta tekið allar þessar ólíku leiðir upp af blaði og sett út á verkstað svo rétt sé.

Lagnir eru gjarnan lagðar í ákveðið mörgum **promil** svo að bæði vatn og fast efni skili sér til enda.

Á þessari mynd má sjá teikningar af frárennsli frá húsi á Akureyri þar sem annarsvegar frárennslið er merkt með 300 0/00 (promil) halla en regnvatnslögnin er merkt með 135 0/00 (promil) halla



Hallamælingar

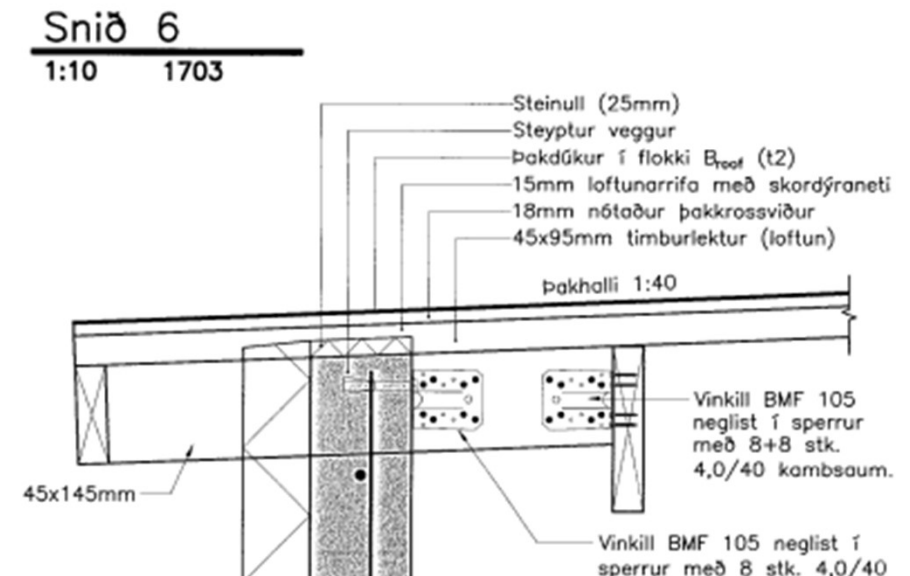


Hér er stutt myndband á ensku sem útskýrir hallaútreikninga:
<https://youtu.be/UqA2BLE8Et0>

Halli er mældur á nokkra mismunandi vegu og settur fram á teikningum mannvirkja á ólíkan máta. Það er iðnaðarmönnum nauðsynlegt að geta tekið allar þessar ólíku leiðir upp af blaði og sett út á verkstað svo rétt sé.

Í einhverjum tilfellum er halli gefinn upp sem **hlutfall**

Á þessari mynd má sjá snið af þaki í húsi á Akureyri, hér er þakhalli settur fram sem hlutfallið 1:40

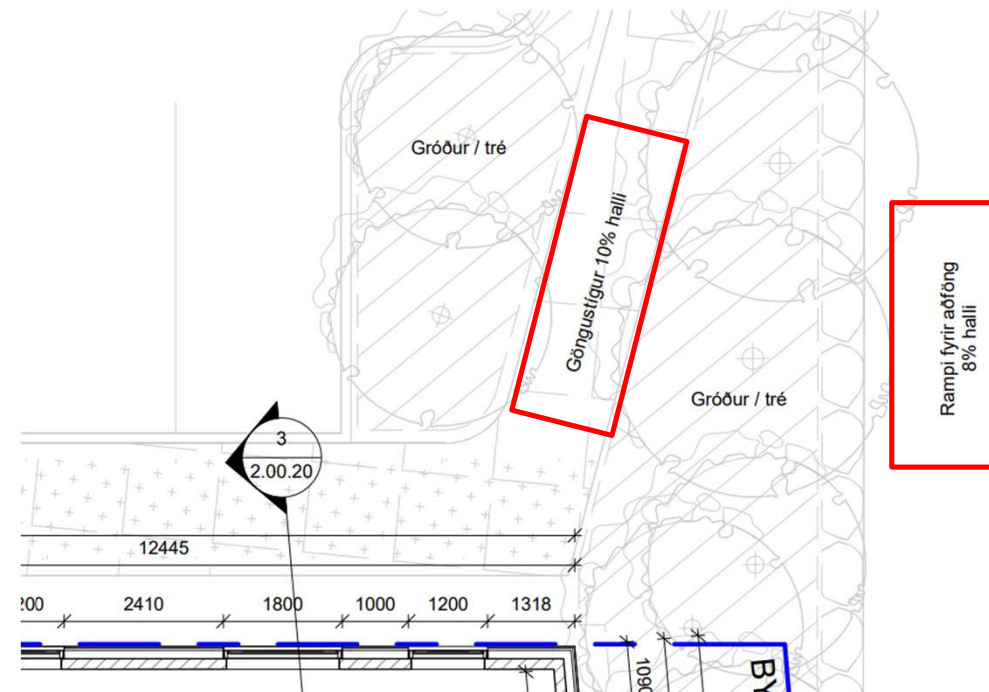


Hallamælingar

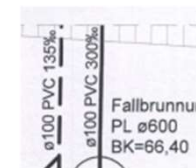
Halli er mældur á nokkra mismunandi vegu og settur fram á teikningum mannvirkja á ólíkan máta. Það er iðnaðarmönnum nauðsynlegt að geta tekið allar þessar ólíku leiðir upp af blaði og sett út á verkstað svo rétt sé.

Stundum er talað um **prósentutölu**

Á þessari mynd má sjá teikningu af húsi á Akureyri þar sem halli á göngustíg og rampi er settur fram sem 10% halli og 8% halli.



Hallamælingar

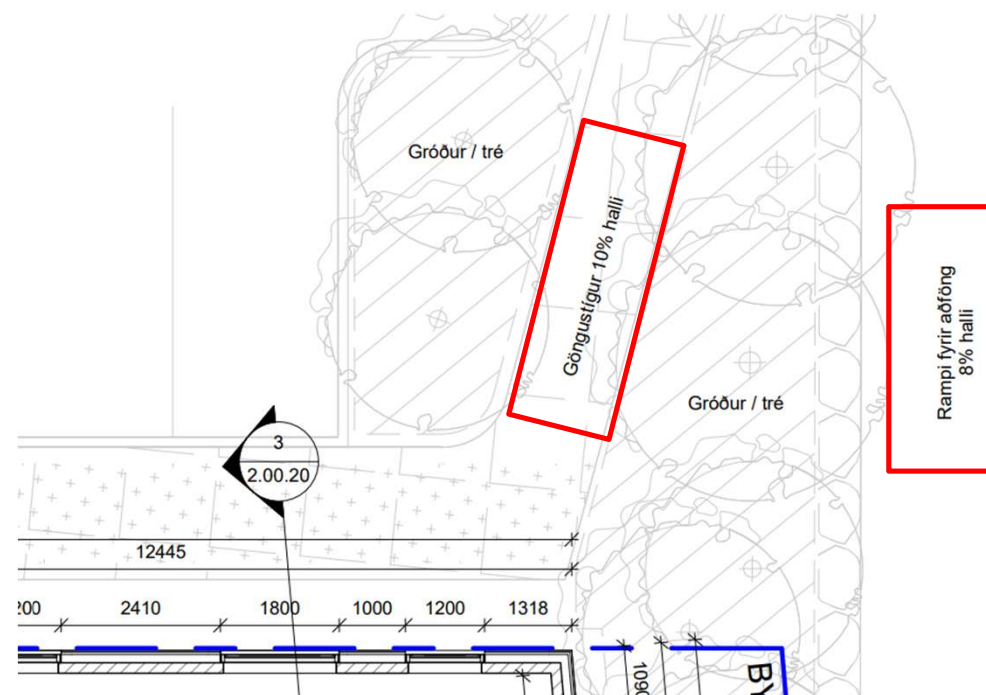
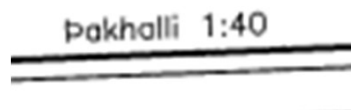


Hér er sami hallinn settur fram í mismunandi mæliaðferðum á halla:

$$15^\circ = 26,79\% = 267,9\text{‰} = 1:3,73$$

Þessar umbreytingar eru misflóknar, að breyta á milli, en með smávegis google leit, eða gervigreindarpjalli má auðveldlega finna út úr þessu. Sjaldan er það þó eitthvað sem iðnaðarmenn þurfa að finna út úr.

Það sem hinsvegar er okkur hagnýtt á feltinu, er að geta þýtt þessar tölur þannig að við getum áttað okkur á þeim með hæðarkíkinum eða lasernum og sett þannig út réttan halla.



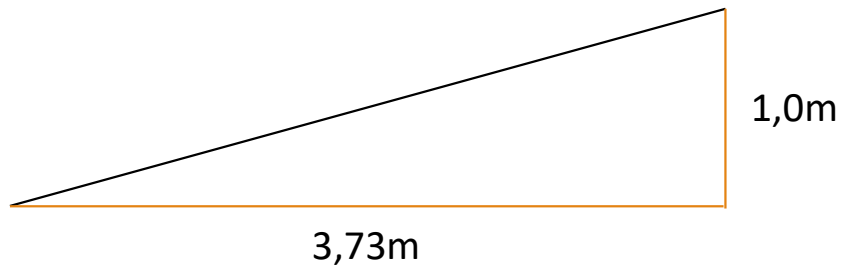
Hallamælingar - Hlutfall

Hér er sami hallinn settur fram í mismunandi mæliaðferðum á halla:

$$15^\circ = 26,79\% = 267,9\text{‰} = 1:3,73$$

Við byrjum á öftustu tölunni, hlutfallinu 1 á móti 3,73.

Það er einfaldast að þýða hana yfir í raunveruleikann, þá förum við 1m upp fyrir hverja 3,73 metra sem við förum áfram



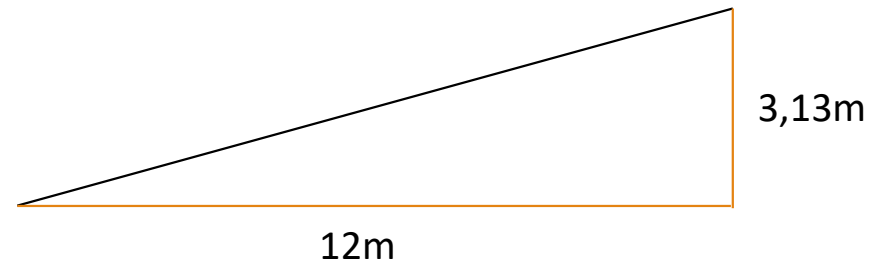
Þetta er auðvelt að færa á mælistikuna, ef við erum með þak sem er 12m langt(lárétt), þá reiknum við hlutfallið.

$$12\text{m} / 3,73\text{m} = 3,13$$

Þetta hlutfall getum við margfaldað með hæðartölunni, sem hér er 1.

$$3,13 * 1\text{m} = 3,13\text{m}$$

Þá lítur þakið svona út



Hallamælingar - Prósent

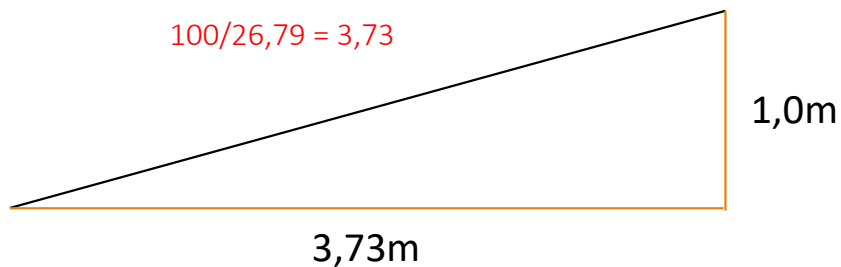
Hér er sami hallinn settur fram í mismunandi mæliaðferðum á halla:

$$15^\circ = 26,79\% = 267,9\text{‰} = 1:3,73$$

Nú tökum við prósentutöluna, 26,79%. Við getum deilt í 100 með prósentutölunni og fáum þannig út hlutfallið.

Hér setjum við upp dæmið:

$$100/26,79 = 3,73$$



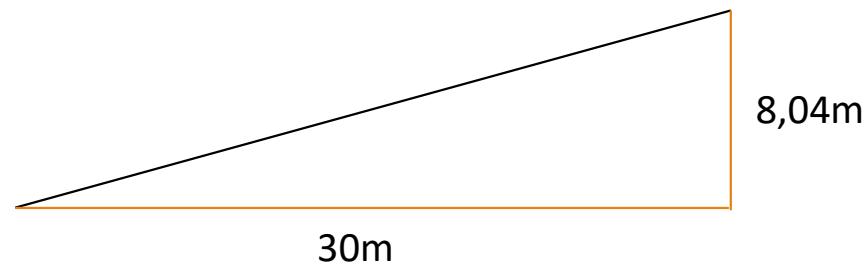
Þá er auðvelt að fara sömu leið og áður, 30m löng fjarlægð til dæmis(lárétt), þá reiknum við hlutfallið.

$$30\text{m} / 3,73\text{m} = 8,04$$

Þetta hlutfall getum við margfaldað með hæðartölunni, sem hér er 1.

$$8,04 * 1\text{m} = 8,04\text{m}$$

Þá lítur hallinn svona út



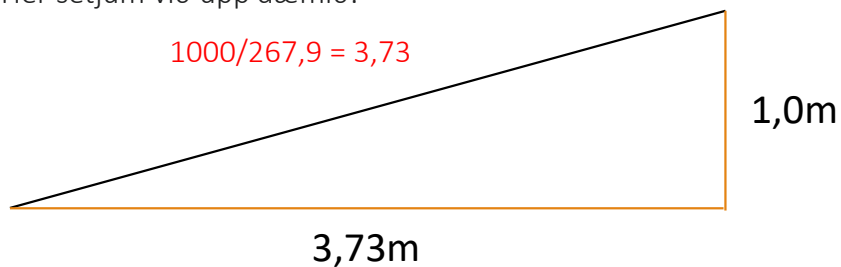
Hallamælingar - prómill

Hér er sami hallinn settur fram í mismunandi mæliaðferðum á halla:

$$15^\circ = 26,79\% = 267,9\text{‰} = 1:3,73$$

Nú tökum við prómill töluna, 267,9%. Við getum deilt í 1000 með prómill-tölunni og fáum þannig út hlutfallið.

Hér setjum við upp dæmið:



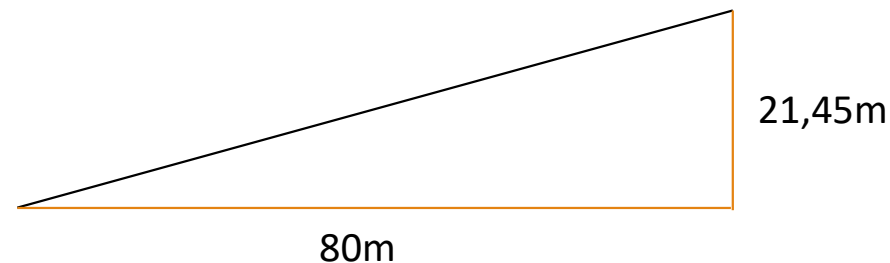
Þá er auðvelt að fara sömu leið og áður, 80m löng fjarlægð til dæmis(lárétt), þá reiknum við hlutfallið.

$$80\text{m} / 3,73\text{m} = 21,45$$

Þetta hlutfall getum við margfaldað með hæðartölunni, sem hér er 1.

$$21,45 * 1\text{m} = 21,45\text{m}$$

Þá lítur hallinn svona út

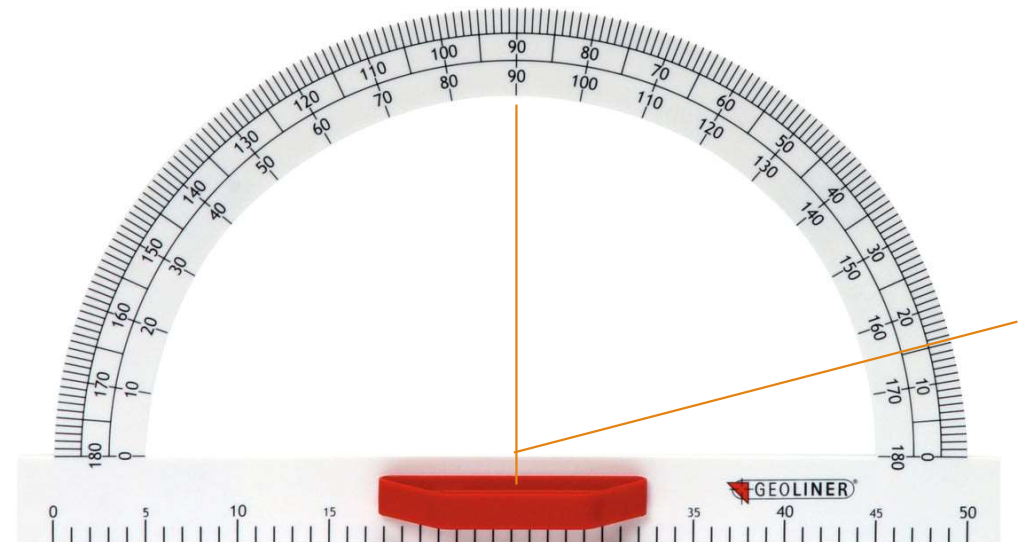
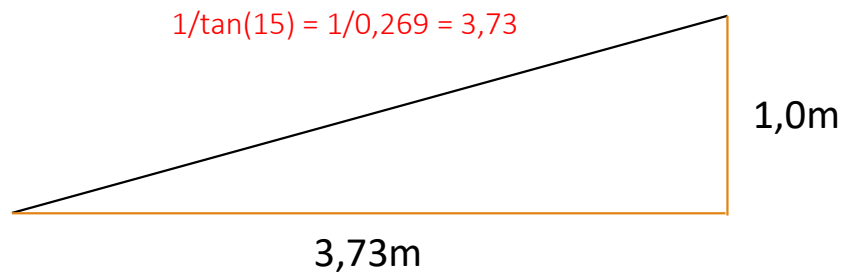


Hallamælingar - gráður

Hér er sami hallinn settur fram í mismunandi mæliaðferðum á halla:

$$15^\circ = 26,79\% = 267,9\text{‰} = 1:3,73$$

Nú tökum við gráðutöluna, 15° . Suma lasera er auðvitað hægt að stilla á gráðu, promil eða annað. Ef við prófum að fara reiknileiðina, þá myndum við nýta okkur hornaföllin, tangent til að mynda:

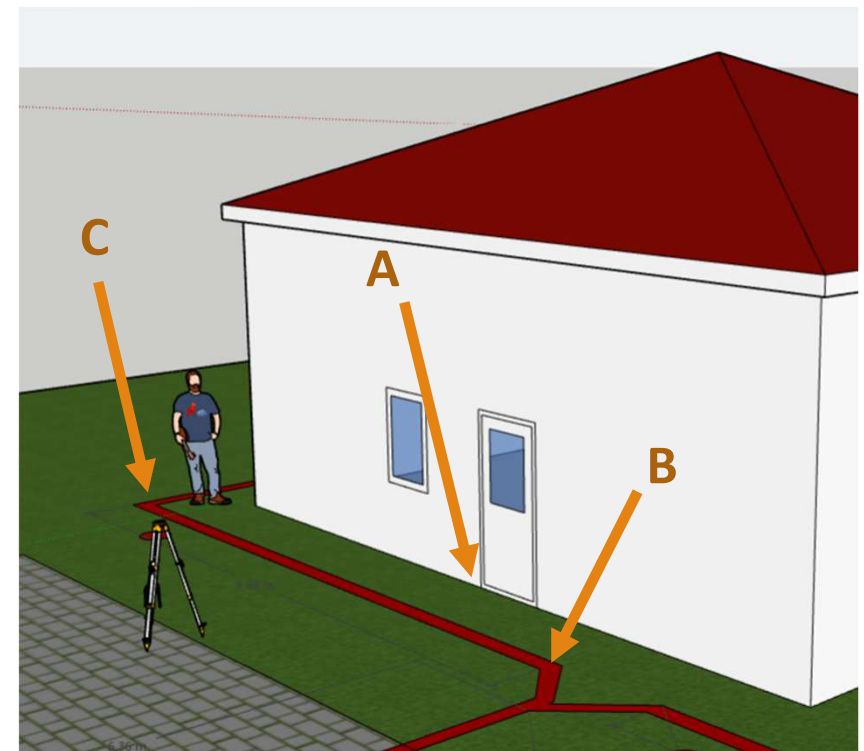


Hallamælingar - skurður

Nú skulum við hugsa okkur aðstæður þar sem við þyrftum að nýta okkur það sem fram kom hér á undan á síðustu glærum.

Við gætum séð fyrir okkur þær aðstæður að við kæmum að skurði sem búið er að grafa fyrir lögn sem við eigum að leggja. Nú höfum við þekkinguna til þess að athuga hvaða hæðarmunur á að vera í skurðinum miðað við uppgefinn halla.

Við byrjum á að stilla upp lasernum þannig að við náum í báða enda skurðsins (helst á miðri leið), svo þurfum við að ná í einhverja þekkta hæð til þess að kanna hvort upphafspunktur skurðsins sé í réttri hæð.



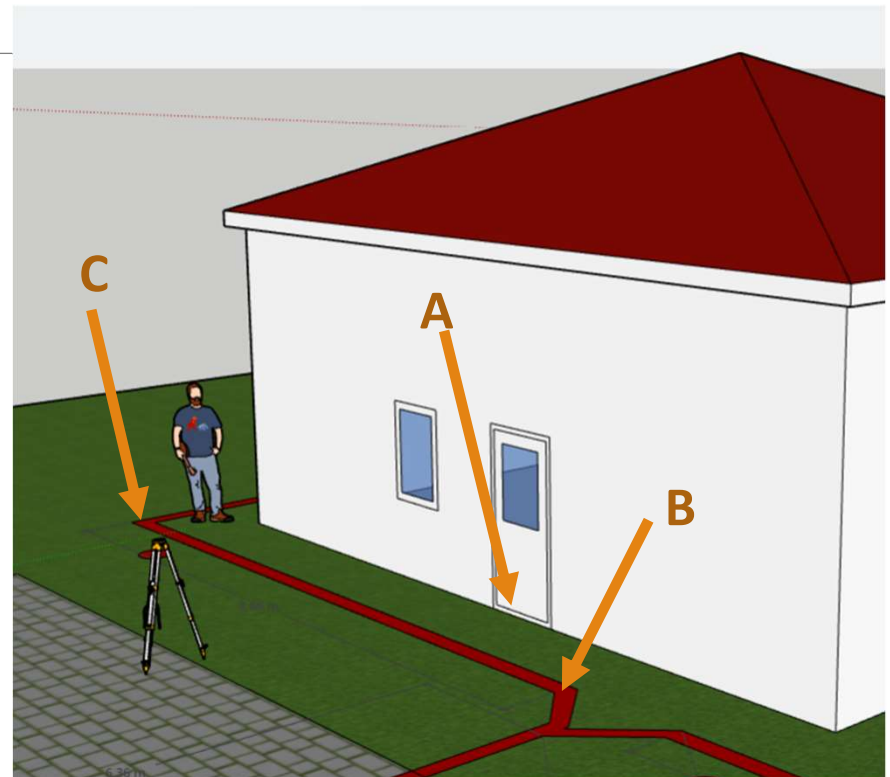
Hallamælingar - skurður

Nú er gólfkótinn 38,734 m.y.s. (A). Á teikningu segir að staðsetning B í skurðinum eigi að vera í hæð 37,534m.y.s. Þá segir að hallinn eigi að vera 20 prómill. Lárétt fjarlægð frá B til C er 8,68 metrar

Þá setjum við stikuna inn fyrir dyragatið og mælum gólfhæðina og festum laser móttakarann á lattann. Reiknum svo út hæðarmuninn á A og B:

$$38,734 \text{ m} - 37,534 \text{ m} = 1,2 \text{ m}$$

Nú getum við mælt undir stikuna niður í skurðbotn, ef sú hæð er 1,2m stemmir sú hæð.



Hallamælingar - skurður

Nú er gólfkótinn 38,734 m.y.s. (A). Á teikningu segir að staðsetning B í skurðinum eigi að vera í hæð 37,534m.y.s. Þá segir að hallinn eigi að vera 20 prómill. Lárétt fjarlægð frá B til C er 8,68 metrar

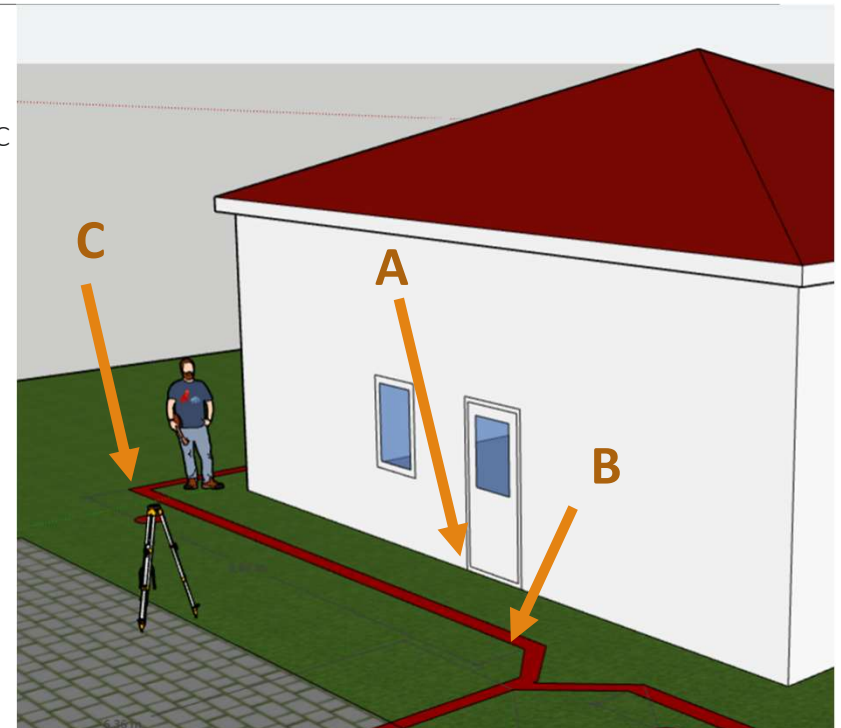
Nú færum við stikuna í punkt C og mælum undir stikuna þar, það eru 0,9 m. Ef við drögum þá tölu frá mælingu í B, fáum við:

$$1,2\text{m} - 0,9\text{m} = 0,3\text{m} \text{ sem þýðir að punktur C er 30cm ofar en B}$$

Þá könnum við 20 promil hallann á 8,68 metrum:

$$1000/20 = 50, \text{ hlutfallið er þannig } 1:50, \text{ eða } 2:100, 2\text{cm á metra semsagt}$$

$$8,68 * 2\text{cm} = 17,4 \text{ cm} - \text{það þýðir að skurðurinn er ekki nógu djúpur í punkti C}$$



Hallamælingar - stétt

Tökum annað dæmi, nú er búið að grafa fyrir hallandi gönguleið sem á að helluleggja, stéttin á að halla 6° og lárétt lengd stéttarinnar er 17 metrar.

Við stillum laser upp við miðja leiðina, tökum hæðina húsmegin, í punkti B, þann punkt getum við borið saman við punkt A, hvort hann er í réttri hæð, hann á að vera 10cm neðan við gólfið í húsinu (A).

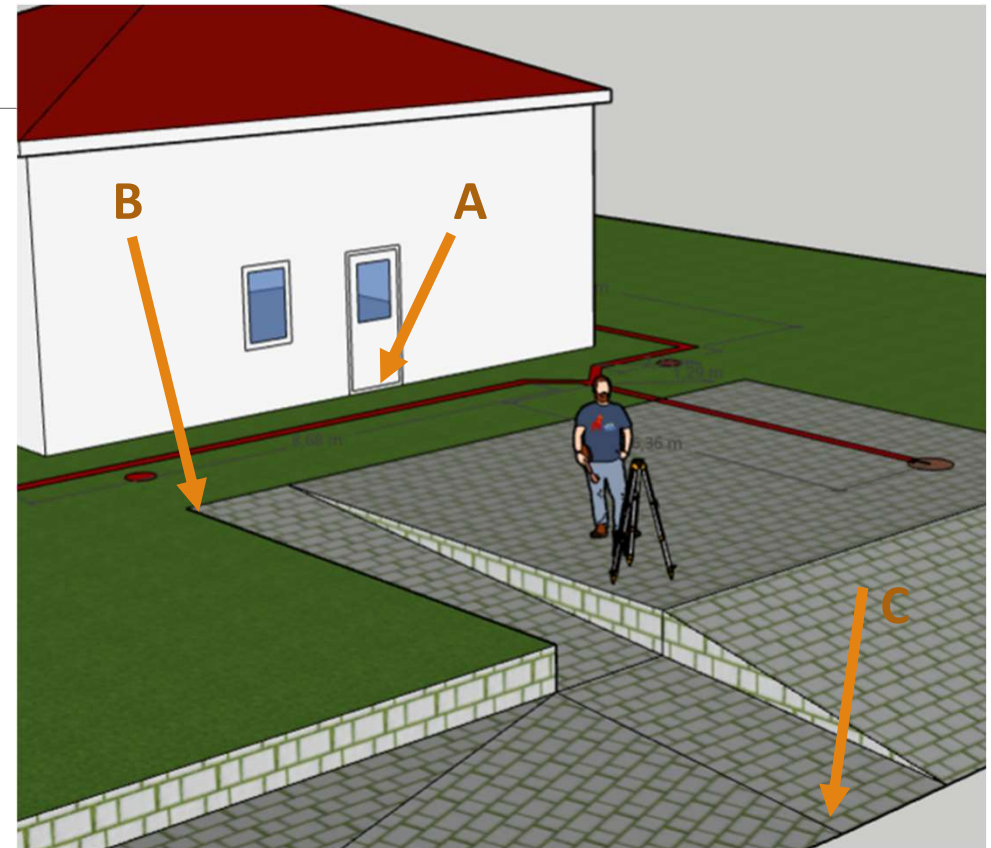
Nú erum við með 6 gráðu halla, við tökum tangens af því:

$$1/\tan(6)=9,51 \text{ þá er hlutfallið } 1:9,5$$

Við tökum fjarlægðina 17m og deilum í með 9,5 tölunni

$$17/9,5 = 1,79\text{m}$$

Þannig þarf þá hæð í punkti C að vera 1,79 metrum neðar en hæð í punkti B



Heimildir

Kortasjá – teikningar teknar þaðan

<https://www.map.is/akureyri/>

Ingbór Ingason. “*Notagildi dróna til landmælinga og samanburður við aðrar mæliaðferðir*”.2020.

<https://skemman.is/bitstream/1946/37506/1/Notagildi%20dr%C3%B3na%20til%20landm%C3%A6linga%20og%20samanbur%C3%B0ur%20vi%C3%B0%20a%C3%B0rar%20m%C3%A6lia%C3%B0fer%C3%B0ir.pdf>

Donald Walker. “*Basic Surveying Manual*”.2020. <https://ctt.mtu.edu/sites/default/files/flyers/Surveying%20manual.pdf>

Pórarinn Sigurðsson. „Innmæling Útsetning, verklagsreglur fyrir innmælingar og útsetningar“.2011.Landmælingar Íslands.

https://utgafa.natt.is/skyrslur/lmi/innmaeling_utsetning_verklagsreglur_2011.pdf

Myndir eru úr einkasafni, af vefnum, útbúnað í ChatGPT 5.2 eða teiknaðar í Sketchup af höfund

Myndbönd:

- <https://www.youtube.com/watch?v=wGU-MurwF4A>
- <https://www.youtube.com/watch?v=7y1eGYiJDgw>
- <https://www.youtube.com/watch?v=tNRZPHLwC7k>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Jqr49Qv9yDg>
- <https://youtu.be/UqA2BLE8Et0>
- <https://www.youtube.com/watch?v=00FuUMqs9Lk>