

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Energeetikateaduskond

Mäeinstituut



NÕLVADE STABIILSUSE TAGAMINE

Bakalaureuse lõputöö AKM40LT

Autor: Mikk Baškirtsev

ID:2531

Juhendaja: Veiko Karu

Tallinn 2015

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to find out which parameters affect slope stability. Slope stability is affected by next parameters: shear strength, angle of repose, deformation modulus, filtration module, grain size, unit weight, creep and relaxation. Where shear strength is used to describe the magnitude of the shear stress that a soil can sustain and is one of the most important parameters that affect slope stability. Angle of repose is angle between the horizontal and the maximum slope that a soil assumes through natural processes. Filtration module shows how much waters goes through soil in unit of time. Filtration module along with grain size can help predict material erosion. Deformation module takes elastic and plastic properties into consideration and that can help to find consolidation. Creep begins when consolidation ends it is also known as secondary consolidation, creep can decrease (end after some time) or increase (end after slope has failed). Stress relaxation is a time-dependent decrease in stress at constant deformation. Factor of safety takes every said parameter into consideration, except creep, relaxation and grain size. When factor of safety is 1, then slope stability is just guaranteed, but in real life we cannot guarantee 100% confidence in raw data. So to compensate not taking creep, grain size and relaxation into consideration and additional seismic effects there are standards that regulate minimum factor of safety. In Estonia minimum factor of safety is $> 1,3$.

SISUKORD

Abstract.....	3
BAKALAUREUSETÖÖ ÜLESANNE.....	4
1. Sissejuhatus	6
2. Metoodika.....	7
2.1 Kasutatud tarkvarapaketid	7
2.2 Uuringualad	7
2.3 Poolkoks.....	8
2.4 Lubjakivikillustiku sõelmed	9
2.5 Teoreetilised alused	10
2.6 Andmed arvutuste sooritamiseks	15
2.7 Pinnasemudelid ning arvutused	18
3. Tulemused	25
3.1 Soilworksiga tehtud pinnase arvutused.....	25
3.2 Programmiga PLAXIS tehtud pinnase arvutused	32
4. Järeldused.....	41
4.1 Kiviõli ja Rummu jäätmepuistangute püsivustegurid.....	41
4.2 Culmani lahenduse kasutamine nõlva kõrguse määramiseks püsivusteguriga $>1,3$..	42
5. Kokkuvõte	43
6. Kasutatud kirjandus.....	44
7. Lisad	46
Lisa 1 - Midas Soilworks-is pindade koostamine ja arvutuste tegemine	46
Lisa 2 – PLAXIS V8.6 pindade koostamine ja arvutuste tegemine	54

5. KOKKUVÕTE

Töö eesmärgiks oli välja selgitada kuidas ja millised erinevad parameetrid, mis mõjutavad puistangute nõlvade stabiilsust lähtudes ajast. Nõlvade stabiilsust mõjutavad järgnevad parameetrid: nihketugevus, loomuliku varingu kaldenurk, deformatsioonimoodul, filtratsioonimoodul, tükisuurus, materjali mahukaal, roome ehk sekundaarne konsolidatsioon ja relaksatsioon. Nihketugevus on vastupanu pinnase ühe nihkumisele teise suhtes ja on üks vajalikemaid parameetreid nõlva püsivuse arvutamisel. Loomuliku varisemise kaldenurk on nurk, mille võtab puistematerjali vaba pind horisontaaltasapinna suhtes. Filtratsioonimoodul iseloomustab pinnase veeläbilaskvust ajaühikus ning aitab koos tükisuurusega prognoosida materjali erosiooni. Tükisuurusest sõltub materjalile vee poolt põhjustatud erosioon. Märja materjali ja kuiva materjali mahukaalud on erinevad, seetõttu on põhjustab märg materjal suuremaid pingeolukordi. Deformatsioonimoodul arvestab pinnase elastset ja plastset muutumist ning selle abil määratakse pinnase vajumine ehk konsolidatsioon, mis teatud aja peale jääb konstantseks (konsolidatsiooniteooria roomet ei arvesta). Roome algab, siis kui pinnase esmane vajumine on lõppenud, roome aga võib olla kustuva iseloomuga ehk mingi aja peale lõppeda või kiireneva iseloomuga ehk lõppeda materjali purunemisega. Relaksatsioon iseloomustab pinge vähenemist püsiva deformatsiooni juures. Kõike peale roome ja relaksatsioon iseloomustab püsivustegur, kui püsivustegur on 1, siis nõlv on tasakaalus ja püsiv, kuid kuna kunagi ei saa garanteerida 100% algandmete usaldusväärsust ning, et kompenseerida roome ja relaksiooni ning seismiliste võngete mitte arvestamist on välja töötatud standardid, mis määravad minimaalse lubatud nõlva püsivusteguri. Puistangute puhul Eestis $> 1,3$ ja Ameerikas $> 1,25$. Riikides kus esineb väga tugevaid vihmaseid või maavärinaid, nagu Bangladeshis on soovitatavaks püsivusteguriks $> 1,4$. Nii Kiviõli poolkoksipuistangu ja Rummu jäätmeladestu vastavad nõutud püsivustegurile.