



Georadari uuring Tammuru küla, Pärnu linn, Pärnu maakond täpsustamaks maaparandussüsteemide asukohta

Aruanne



Teostaja: Olav Harjo
Elermo OÜ

Viimsi 2023

Metoodika

Andmete kogumiseks kasutati Rootsi ettevõtte ImpulseRadar georadarit PinPointR. ImpulseRadari georadarid põhinevad uusimal reaalaajalise diskreetimise (Real-Time Sampling, RTS) tehnoloogial. RTS-põhised georadarid on võrreldes tavapärase lahendustega suurema dünaamilise ulatuse, tundlikkuse ja läbistussügavusega. Lisaks võimaldavad need andmete ülikiiret kogumist ning neil on parem signaali – müra suhe. Uuring teostati 400 MHz sagedusega antenniga.



Joonis 1: Uuringus kasutatud georadar PinPointR koos Emlid RTK GNSS-ga

Objektil teostatud georadari profiilide horisontaalseid distantse mõõdeti georadari odomeetri rattaga, mis tagas horisontaalse skaala vastavuse reaalsele oludele ning võimaldas tagasi tagurdada toru asukohale.

Georadariga tuvastatud mõõdistuspunktide asukohad mõõdistati reaajas Emlid RTK GNSS seadmega.

Georadari andmete järelanalüüs teostati välitöö järgselt programmiga *CrossPoint*. Järelanalüüsil eemaldati võimalikult palju horisontaalset ja vertikaalset müra, ning korrigeeriti amplituuti. Niisugune operatsioon oli vajalik radargrammide kergemaks mõistmiseks. Järeltöötlust kasutati mõõdistuspunktide kontrollimiseks, дренаaži sügavuse määramiseks ning illustratiivse materjali loomiseks. Eelnevate tööde kogemuse põhjal on selgunud, et ainult järeltöötamise käigus radarisignaalilt torude täpse asukoha väljalugemine on aeganõudvam kui

nende kohene salvestamine välitöödel. Sellepärast toimus asukohtade mõõdistamine RTK GNSS seadmega välitööl ning järeltöötuse käigus asukohti täpsustati.

Välitöödele eelnevalt viidi läbi tellija poolt saadetud maaparandussüsteemi skeemide ning Maaameti geoportaali andmete kartograafiline analüüs. Tellijalt saadud skeemid paigutati GIS programmis Maa-ameti kaardile ja ortofotole.

Järgnevalt moodustati uued kaardikihid kuhu joonistati dreneažikraavide tõenäolised asukohad. Vektoriseeritud võimalikud dreneažide asukohad imporditi Emlid RTK-GNSS seadmesse. Seejärel teostati välitööd, kus Emlid RTK-GNSS seadmega, mis oli monteeritud georadari külge, mindi dreneaži olemasolevate andmete järgsesse asukohta. Seejärel kasutati georadarit ja asuti detailsetele otsingutele dreneaži võimalikus asukohas. Otsingute käigus tuvastati georadariga dreneaži asukoht ja see salvestati koheselt Emlid RTK-GNSS seadmega ning ka georadariga. Igal dreneažil teostati mitu georadari täpsustatud mõõtmist. Dreneaži sügavus saadi georadari andmete järeltöötuse käigus.

Tulemused

Taust

Välitöö teostati 20. nädalal 2023.a. Uuringuala oli suur ning koosnes rohumaast, talirukkiga põllumaast ning põllumaast, kus äsja oli seeme külvatud. Seega võis jagada uuringuala maapinna järgi kolmeks erinevaks alaks. Mullastik oli kõikidel aladel samasugune – savine muld, kus oli sees kohati suuremaid savialasid ning kohati olid suured liivase mulla nõod. Seega tegemist oli georadarile väga keeruliste oludega. Sellest tulenevalt olid dreeni ja kollektorite torud olid mõnes kohas paremini, mõnes kohas halvemini nähtavad. Mõnes kohas oli märke ka katkistes dreeni torudest.

Välitöö tulemus:

Välitöödele eelnevalt määrati dreneaži võimalik asukoht kartograafilise töö käigus. Kui asukoht oli täpsustatud, siis sisestati dreneaži plaan RTK-GNSS seadmesse.

Järgmise sammuna kontrolliti välitöödel, georadari abil, kas kartograafilise analüüsi põhjal märgitud dreneažide asukohad on õiged ja mil määral nad erinevad eelnevalt märgitud asukohast. Selleks liiguti RTK-GNSS seadme abil võimaliku dreneažitoru asukohta ning skaneeriti georadariga ristisuunaliselt toruga.

Georadariga skaneerimisel tuvastati kohapeal dreneažitoru asukoht. Enamus kohtades tuvastati kohe dreneaži toru asukoht. Savistes kohtades tuli leida sobivaid kohti mõõdistamiseks ning mitmeid kordi skaneerida.

Andmetöötluse tulemus:

Välitööl koguti andmed nii RTK GNSS seadmega kui ka georadariga.

RTK GNSS seadmega kogutud andmed eksporditi seadmest ning imporditi otse GIS-i.

Georadari andmed kopeeriti välitööl kasutatud tahvelarvutist võimsamasse lauarvutisse, kus toimus andmete töötlus. Georadari andmete töötluks kasutati spetsiaaltarkvara CrossPoint. See on Impulseradari tarkvara, mis on mõeldud ühe kanaliga georadari andmete töötluks. Andmete töötluks käigus toimus toorandmete ülevaatus ja parandamine, signaalitöötlus. Töödeldud andmetest otsiti välja visuaalselt дренаaži torude poolt tekitatud hüperboolid ning märgistati need. Torude sügavus määrati läbi radari liikumiskiiruse sisestamise süsteemi. Radarilaine liikumiskiirus tuvastati läbi sünteetilise hüperbooli võrdluse radargrammidel olevate hüperboolidega. Andmetöötluse tulemusena saadi georadari abil saadud mõõdistuspunktid, mis imporditi GIS-i.

GIS-s ühendati RTK GNSS-i ja georadari abil saadud mõõdistuspunktid sirgetega vastavalt maaparandussüsteemi skeemile ning üleliigsed punktid kustutati. Saadud tulemus eksporditi CAD formaati vektori kujul.



Joonis 2: Uuringu tulemus Maa-ameti geoportaali ortofotol

Drenaažide asukoha täpsus ja sügavus

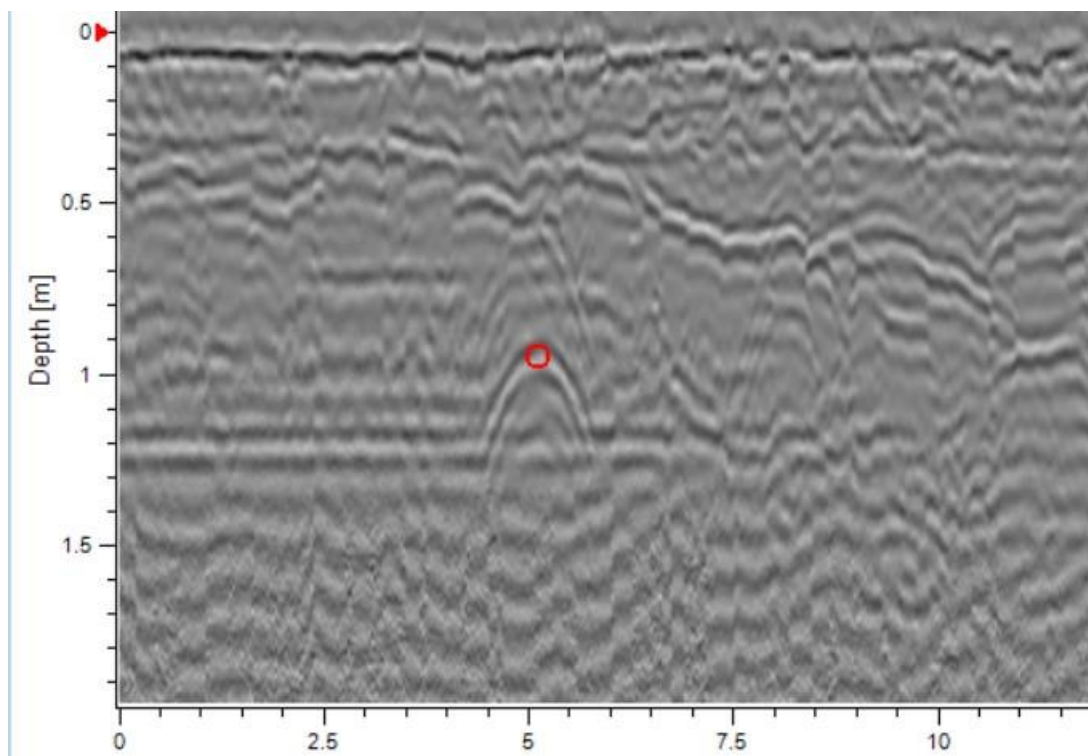
Drenaaži tuvastamine toimus kartograafia ja georadari uuringu andmete koostöös.

Igale drenaaži toru tuvastati georadariga mitmes kohas ning mõõdistati mitmeid kontrollpunkte.

Selle käigus selgus, et esialgsel plaanil olnud drenaažide asukoht erines tegelikkusest.

Kui joonistada kontrollpunkte ühendav sirge, siis võis öelda, et 99% juhtudest õnnestus drenaazi asukoht määrata täpsusega ± 0.5 meetrit. Ehk siis võib öelda, et kui jätta telgjoone kohale 1 m laiune puhverala, siis 99% tõenäosusega drenaaze ei lõhuta. Arvestatud on, et dreeni toru on 100 mm ja kollektori toru on 200 mm. Kui torud on oluliselt suurema läbimõõduga, siis määrata puhverala laius, arvestusega mõlemale poole torule lisaks 500 mm.

Drenaazi torude sügavuse määramine maapinnast oli problemaatiline, kuna pinnas oli väga erinev. Lisaks on võimalik, et mõnedes „savimägede“ vahel, kuhu koguneb vesi, on drenid aja jooksul maapinnale lähemale tõusnud. Uurides georadari andmeid erinevates mõõdistuspunktides võib öelda, et drenaazid paiknesid valdavalt sügavusvahemikus 70 cm- 1.1 meetrit maapinnast. Radariga saadud sügavus sõltus sellest, kas mõõdistuspunkt asus künkal või lohus ning ka pinnase niiskusest mõõdistuspunktis. On võimalik, et mõnes kohas on drenid maapinnale ka lähemal. Paljudes kohtades ei olnud drenaazi toru sügavust võimalik määrata, kuna georadariga suudeti tuvastada ainult kaevik, aga toru ennast hästi ei nähtud.



Joonis nr 3. Georadari radargramm, kus hüperbooli kõrgem koht (märgistatud punktiga) on drenaazi toru pealmine osa. Selle järgi määrati drenaazi paiknemise sügavus.

Kokkuvõtteks

Kokkuvõtteks võib öelda, et varasemalt väljatöötatud meetodika toimis järjekordselt hästi.

Vaatamata uuringuala suurele uuringualale, õnnestus kogu kuivendussüsteemi paiknemine kaardistada. Lähtuvalt selle töö tulemustest võiks siinkohal teha soovitus, et **drenaažide puhul võiks rakendada puhvertsooni 0,5 m kummalegi poole toru. Seesugune puhvertsoon peaks 99% tõenäosusega tagama kuivendussüsteemi püsimise.** Puhveralal kaevetööde tegemine võib kahjustada drenaaži. Radaritööde põhjal selgus, et drenaaži torud paiknevad valdavalt sügavusel 70 cm kuni 1.1 meetrit. **Kaevetööd/puurimised drenaažide kohal ning nende vahetusläheduses (puhvertsoonis), väiksemal sügavusel kui 0.6 m peaksid üldjuhul olema ohutud.** On aga siiski võimalus, et mõnes kohas on drenid tõusnud aja jooksul ülesse poole ning võivad olla mõnes kohas maapinnale lähemal kui 0.7m.