



EESTI GEOLOOGIAKESKUS

Geokeemia ja keskkonnageoloogia osakond

Riikl. Reg. Nr. GL-02-61

KINNITAN

Eesti Geoloogiakeskuse

direktor

V. Klein

20. detsember 2002

Margit Enel

Valter Petersell

Voldemar Möttus

**TALLINN-TARTU-VÕRU-LUHAMAA MAANTEEÄÄRSE
PINNASE RASKEMETALLIDEGA (Pb, Cd, Hg) SAASTATUSE
TASEME HINDAMINE**

Eesti Geoloogiakeskuse arendusdirektor

A. Pajupuu

Tallinn, 2002

Annotatsioon

Enel, M., Petersell, V., Möttus, V., "Tallinn–Tartu–Võru–Luhamaa maanteeäärse pinnase raskemetallidega (Pb, Cd, Hg) saastatuse taseme hindamine" Tallinn, 2002. 38 lk.

Töö käigus selgitati raskemetallidega saastatuse taset teelõikude piires, millised olid piiritletud järgmiste kaugustega Tallinnast (km): 90,0–100,7; 104,3–108,7; 115,3–125,5; 128,1–148,0 ja 149,5–161,3. Analüüsiti 120 pinnaseproovi 13-lt maantee ristis rajatud profiililt.

Saadud tulemused iseloomustavad uuritud teelõikudel transpordivahendite poolt põhjustatud pinnase ülemise 5 cm paksuse kihi saastatuse taset Pb ja Cd-ga, kuid samuti Hg ja Cr sisaldust üksikutes profiilides.

Saadud tulemustest selgub, et transpordivahendite saastava tegevuse tulemusel on teepeenarde pinnase ülemises 5 cm paksuses kihis Pb sisaldus suurenenud ligi 10 g/t, teest kaugenedes sisaldus väheneb ning juba 30-50 m kaugusel pole suurenenud sisaldused praktiliselt eristatavad.

Saaste on intensiivsem teekurvidel ning samuti ristteede läheduses.

Võrreldes lähtematerjaliga on transpordivahendite saastava tegevuse tulemusel teepeenarde pinnase ülemises 5 cm paksuses kihis Cd sisaldus suurenenud ligikaudu 2 ja enam korda. Cd saaste olemasolu teest juba 30-50 m kaugusel pole praktiliselt eristatav.

Kõikidel juhtudel jääb uuritud maanteelõikude pinnase ülemises 10 cm paksuses kihis Pb ja Cd sisaldus madalamaks Eestis kehtestatud sihtarvust ehk sisalduse piirist, millest väiksemaid sisaldusi loetakse ohutuks inimtegevusele.

Kõik määratud Hg ja Cr sisaldused jäävad allapoole Eesti pinnase liivadel ja moreenil kujunenud huumushorisoni keskmisest sisaldusest ja varieeruvad nende valdavate sisalduste piirides.

Märksõnad: saaste, pinnas, raskemetallid, maantee, teepeenar, transpordivahend

Projekti juht:  M. Enel

Sisukord

1. Üldised andmed	lk. 5
2. Metoodika	5
2.1 Proovide kogumine	5
2.2 Laboratoorsed tööd	7
2.3 Infotöötlus	8
3. Profiilide kirjeldus	9
4. Elementide sisaldus maanteeäärses pinnases	15
5. Kokkuvõte	19
6. Kasutatud kirjandus	34

Lisad

Lisa 1. Maanteeameti tellimus

Lisa 2. Lähteülesanne

Lisa 3. Keemilise analüüsi tulemused

Lisa 4. EGK teadusnõukogu istungi protokoll

Sissejuhatus

Käesolev töö oli suunatud transpordivahendite poolt viimaste aastakümnete jooksul põhjustatud Tallinn–Tartu–Võru–Luhamaa maanteeäärse pinnase raskemetallidega (Pb, Cd, Hg) saastatuse taseme selgitamisele.

Kooskõlas Maanteeameti tellimusega (lisa 1) ja lähteülesandega (lisa 2) selgitati raskemetallide saaste taset teelõikude piires, millised on piiritletud järgnevate kaugustega Tallinnast (km): 90,0–100,7; 104,3–108,7; 115,3–125,5; 128,1–148,0 ja 149,5–161,3. Nende teelõikude liiklusintensiivsus on 4392 sõidukit ööpäevas.

Töö käigus koguti pinnaseproovid loetletud teelõikude piires maanteega risti rajatud 13 profiililt. Profiilide asukohad valiti selliselt, et need iseloomustaksid transpordivahendite poolt põhjustatud raskemetallide saaste olulisemaid alasid pinnases ning need kooskõlastati eelnevalt Maanteeameti peaspetsialisti Hendrik Puhkimiga.

Pinnaseproovide kogumine teostati ajavahemikus september–oktoober 2002. Kokku koguti 120 pinnaseproovi.

Kõik raskemetallide sisalduse määrangud tehti Eesti Akrediteerimise Keskuse poolt 20. 06. 2002. aastal akrediteeritud (registreerimisnumber L093) Eesti Geoloogiakeskuse laboratooriumis selle juhataja Mare Kalkuni juhendamisel ajavahemikus oktoober–november 2002.

Töö vastutavaks täitjaks oli geoloog Margit Enel. Töös osalesid geoloog Voldemar Mõttus ning keskkonnaekspert – geoloog Valter Petersell.

Aruande tõlkis inglise keelde Saima Peetermann.

1. Üldised andmed

Uuritavad maanteelõigud paiknevad Tallinn–Tartu–Võru–Luhamaa maanteel, ligi 72 km pikkuses vahemikus, alates Mäekülast loodes kuni Laeva–Tartu teeristini kagus (joonis 1). Selles vahemikus on maantee peaaegu kõikjal rajatud lainjale või nõrgalt künklikule moreentasandikule. Ainult Pikknurme–Laeva teeristi vahelisel alal on moreen osaliselt kaetud jääjärvede liivade ja aleuriitidega.

Teed on remonditud, õgvendatud või laiendatud erinevatel aegadel. Tee asfaltkatet ääristavad mõlemapoolsed teepeenrad on tavaliselt kaetud (koosnevad) liiva-kruusa või peene karbonaatse killustikuga. Teepeenraid omakorda ääristab sageli väga erineva vanusega lauge kraav või süvend. Teelõikudel, kus tee muldkeha on looduslikust reljeefist kõrgem, ääristab teepeenraid tavaliselt lauge kallakusega korrastatud pinnase profiil, mille alumises osas, muldkeha üleminekul looduslikuks reljeefiks, on huumushorisont eemaldatud või segunenud liiva-kruusa või killustikuga. Segatud (segunenud) pinnase eristamine looduslikust pole alati ühemõtteline.

Paljudes kohtades ääristab teed teepeenrast ligikaudu 8–20 m kaugusel olev mets või 12–20 m kaugusel olev kuusehekk. Samas esinevad pikad lõigud, kus mets või hekk esineb ainult ühel pool teed või puudub hoopis. Tavaliselt on hekita aladel tee muldkeha ümbritsevast reljeefist kuni 1m kõrgem, harva enam, ning teepeenraid ääristavad 6-10 m kaugusel põllud, karja- või heinamaad.

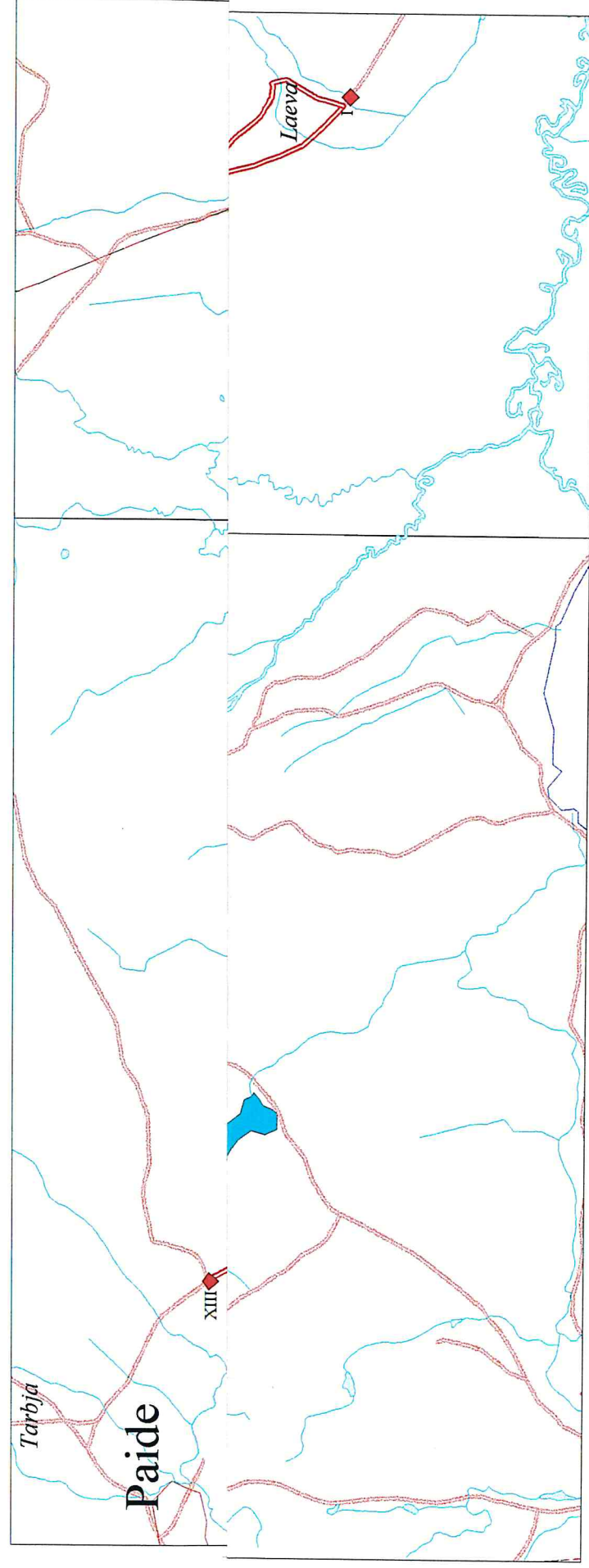
2. Metoodika

2.1 Proovide kogumine

Enne proovide kogumise algust selgitati optimaalsed profiilide asukohad.

Need iseloomustasid erinevate saastetingimustega olulisemaid alasid – metsa- ja hekkide vahelisi piirkondi ning põldude vahelisi lõike, kuid samuti suuremaid kurve, olulisemaid teeriste, asulaid ning teisi kohti, mille läbimine eeldab transpordivahendite kiiruse muutmist.

Proovid koguti profiilidelt risti teega, mõlemalt poolt teed enamvähem võrdselt kauguselt.



Joonis 1. Profilide asukoha skeem mõõtkavas 1:200 000

Esimene proov võeti teepeenralt ligikaudu 1 m kauguselt asfaltkatte äärest, teine proov 3–5 m esimesest, sõltuvalt teetsooni profiilist ja kolmas proov ligikaudu 6–10 m teisest, heki või metsa esinemisel nende äärest. Teekraavide olemasolul võeti täiendav proov kraavi põhjast ja oja põhjasetetest, kuhu teekraavid suubusid. Prooviti ka pinnas ligi 30 m kaugusel kolmandast proovist, s.o tavaliselt põllult, heinamaalt või metsa alt. See proov võeti saadavate tulemuste sidumiseks Eesti mulla huumushorisondi fooniliste sisaldustega (Petersell jt., 1997) ning objektiivsema hinnangu saamiseks saaste ulatusest ja intensiivsusest. Jälgiti ka, et profiilide vahekaugus pikkade teelõikude puhul ei ületaks 4–6 km. Profiilide ja proovide sidumine looduses teostati aparadi GARMIN GPS 76 abil. Sidumise täpsus on ± 5 m. Profiilidel esimese 3 proovi vahekaugus täpsustati otsemõõtmise teel mõõdulindi abil.

Proovid koguti $\sim 15 \times 15$ cm suuruselt alalt pinnase ülemisest, ühtlasest 5 cm paksusest kihist. Proovid koguti maksimaalselt peenest pinnasest, kogumisel eraldati nendest nähtavad kiviakesed, asfaldi tükid, taimede juured jne. Proovi kaal oli ligikaudu 1 kg. Töö käigus koguti 13 profiililt kokku 120 pinnaseproovi.

Kogutud proovid kuivatati õhkuivaks ja suunati laboratooriumisse.

2.2 Laboratoorsed tööd

Laboratooriumis eraldati pinnaseproovidest alumiiniumsõelal fraktsioon alla 2 mm, millest kvarteerimismeetodil eraldati 150–200 grammi. Eraldatud proovikogus peenestati keraamilises veskis puudriks (< 0.07 mm) ning suunati seejärel analüüsideks.

Kõikides proovides määrati Pb ja Cd sisaldus ning ligi 20 % proovidest ehk 29 proovis määrati täiendavalt Hg sisaldus. XI profiili ning osaliselt II profiili proovidest, kokku 12 proovis, määrati Cr sisaldus.

Kooskõlas “Ohtlike ainete piirnormid pinnases ja põhjavees” määрусega (KKM 16.06.1999. a. määrus nr 58) määrati proovides elementide kogusisaldus.

Kasutatud meetoditest, nende tundlikkusest ja analüüside kvaliteedist annavad ülevaate tabel 1 ja tabel 2.

Tabel. 1. Määratud elemendid, kasutatud laboratoorsete analüüside meetodid ja nende tundlikkus.

Jrk. nr.	Analüüsi meetod	Määranguks kasutatud meetodi tundlikkus g/t			
		Cd	Cr	Hg	Pb
1	Aatom-absorbtsioonanalüüs	0,04	4,0	0,001	2,0
2	Hg analüsaatoranalüüs				

Tabel 2. Käesoleva töö käigus kasutatud analüüside täpsuse hinnang standardproovide põhjal.

Element	Ref.aine	Korratavus %	Ref. aine sisaldus g/t	Labori tulemus g/t	Lubatud piir Xk±2s g/t	Xk g/t	n	s
Cd	SDPS-1	25	0,10±0,03	0,09±0,02	0,05-0,13	0,085	12	0,0185
Pb	SGHM-2	24	16,0±3,0	17,3±1,6	14,1-20,5	18	10	1,51
Hg	SSK-2	16	0,18±0,03	0,187±0,02	0,147-0,227	X1=0,174 X2=0,187	2	
Cr	SGHM-2		120±10	115±15	91-139	X1=123 X2=110 X3=113 X4=104	4	

Xk - saadud tulemuste keskmine

n - analüüside arv

s - standardhälve

Tabeli koostas M. Kalkun

2.3 Infotöötlus

Saadud info põhjal määrati elementide olulisemad jaotusparameetrid, kasutades Statistica programmi. Peamised tulemused on koondatud tabelisse 3.

Elementide sisaldust iga profiili proovipunktides iseloomustavad joonised on koostatud Excel'i programmi kasutades. Joonistel on ära märgitud tee, mis jääb kahe sirge vertikaalse joone vahele ning heki olemasolul hekk lainelise joonega.

3. Profiilide kirjeldus

Profiile hakati tegema Tartust Tallinna poole, s.t. esimene (I) profiil on Laevas ning viimane (XIII) Mäekülas (joonis 1).

Profiilide kirjeldusel on märgitud ära esimese punkti koordinaat, milleks on alati kirdepoolsel teepeenral asuv proovipunkt.

I profiil

Koordinaadid: 58° 28,075' ja 26° 22,229'

Profiil on Tartu poolt tulles ~500 m enne esimest Laeva külasse suunduvat ristteed.

Mõlemal pool maanteed on kuivenduskraav. Kirde pool, kuivenduskraavi taga, on viljapõld, kagu pool heinamaa (fotod 1 ja 2). Maanteepind on 3,0–3,5 m kõrgemal ümbritsevast pinnasest.

II profiil

Koordinaadid: 58° 30,544' ja 26° 19,533'

Profiil on Tartu poolt tulles ~50 m enne Loksu oja, kohas, kus maantee teeb väikese kurvi. Mõlemal pool maanteed on soostunud heinamaa, kus kasvab palju tarna, paju jne. (fotod 3 ja 4).

Maanteepind on ~2 m ümbritsevast kõrgemal.

III profiil

Koordinaadid: 58° 33,495 ja 26° 17,628'

Profiil asub Altnurga külas, Tartu poolt tulles ~1,7 km enne Pedja jõge, kohas, kus maantee teeb suure kurvi. Kirde pool teed, ligikaudu 20 m kaugusel teest on madal lepavõsa, mille taga on kultuurheinamaa. Edela pool teed on samuti lepad, kuid märksa vähem, nende taga on looduslik heinamaa (fotod 5 ja 6).

Teepind on ~1,5 m kõrgem ümbritsevast pinnast.

IV profiil

Koordinaadid: 58° 34,748' ja 26° 16,227'

Profiil on Tartu poolt tulles ~500 m peale Puurmani küla. Mõlemal pool suhteliselt sirget maanteed on segamets. Kirde pool on tehtud hiljuti lageraie, maantee ja metsa vahe on ~25 m. Edela pool on maanteest metsani ~20 m, kus kasvab rohi (fotod 7 ja 8).

Maanteepind on ümbritsevast ~1,5 m kõrgemal.

Profiile iseloomustavad fotod. A – vaade teest kirde suunas
B – vaade teest edela suunas



Fotod 1 ja 2. I profiil

A



B



Fotod 3 ja 4. II profiil

A



B



Fotod 5 ja 6. III profiil

A

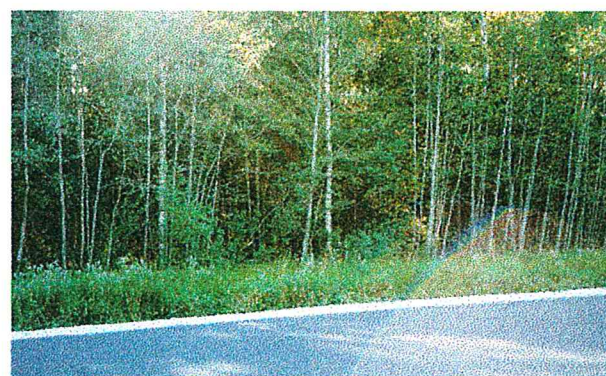


B

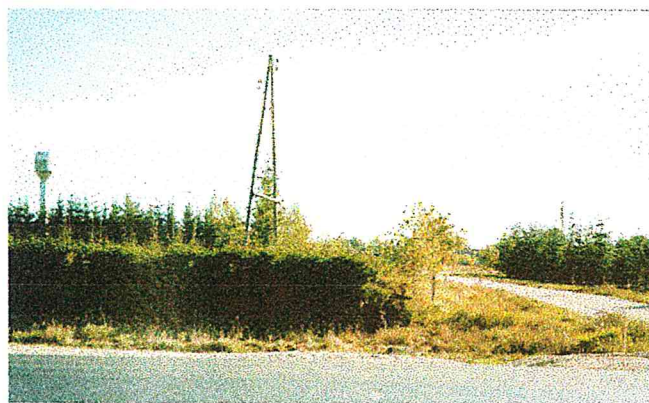


Fotod 7 ja 8. IV profiil

A



B



Fotod 9 ja 10. V profiil

A



B



Fotod 11 ja 12. VI profiil

A



B



Fotod 13 ja 14. VII profiil

A



B

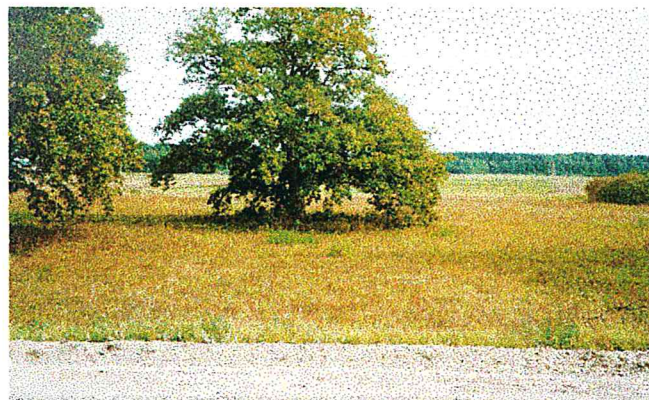


Fotod 15 ja 16. VIII profiil

A



B



Fotod 17 ja 18. IX profiil

A



B



Fotod 19 ja 20. X profiil

A



B



Fotod 21 ja 22. XI profiil

A



B



Fotod 23 ja 24. XII profiil

A



B

Mõlemal pool maanteed on segamets. Kirde pool on tee ja metsa vahel ~10 m rohumaad ning järgmised ~ 10 m hiljuti tehtud lageraie (fotod 15 ja 16). Rohumaa ning lageraie piiriks on kraav. Edela pool maanteed on tee ja metsa vahel ~ 7 m laiune rohuriba.

Teepind on ümbritsevast pinnast ~ 0,5 m kõrgemal.

IX profiil

Koordinaadid: 58° 42,265' ja 25° 54,004'

Profiil on Tartu poolt tulles vahetult enne Adavere asulat ning seal paiknevat bensiinijaama. See on koht, kus autod ühelt poolt tulles lisavad kiirust, teiselt poolt tulles peavad kiirust piirama.

Kirde pool teed on looduslik heinamaa mõnede suurte tammedega. Edela pool maanteed on kultuurheinamaa (fotod 17 ja 18).

Teepind on ümbritsevast heinamaa pinnast ~ 1,3 m kõrgemal.

X profiil

Koordinaadid: 58° 43,313' ja 25° 52,235'

Profiil asub ~600 m Adavere loodeservast Tallinna poole. Mõlemal pool maanteed on kuusehekk ning heki taga põllud (fotod 19 ja 20).

Teepind on ümbritsevast pinnast ~1,3 m kõrgemal.

XI profiil

Koordinaadid: 58° 46,981' ja 25° 45,562'

Profiil asub Tartu poolt tulles ~400 m peale Jalametsa risti. Kirde pool maanteed on kuusehekk, mille taga on põld. Edela pool maanteed on põld (fotod 21 ja 22), mis algab kohe teetammi kõrvalt.

Teepind on ümbritsevast pinnast ~ 0,5 m kõrgemal.

XII profiil

Koordinaadid: 58° 50,454' ja 25° 44,455'

Profiil asub vahetult peale Koigi küla, kus maantee teeb suure käänu, Tartu poolt tulles ~300 m enne Koigi külasse suunduvat risti. Kirde pool maanteed on ~10 m laiuselt rohumaa, mis on piiratud teiselt pool kõrge kuusehekiga. Edela pool maanteed on ~30 m laiuselt söötis heinamaa, mille taga on vana talukoht sirelipõõsastega (fotod 23 ja 24).

Teepind on ~ 0,5 m ümbritsevast pinnast kõrgemal.

XIII profiil

Koordinaadid: 58° 52,709' ja 25° 41,609'

Profiil asub Mäekülas, ~ 30 m enne Koeru risti.

Kirde pool maanteed on põld, mis on osaliselt kuuseheki kõrval ning osaliselt kuuseheki taga. Proovid on võetud nii, et heki otsest mõju profiilile ei tohiks olla, see jääb profiilist paremale. Edela pool teed on kultuurheinamaa (fotod 25 ja 26).

Teepind on ümbritsevast pinnast ~ 0,5 m kõrgemal.

Elementide sisaldus maanteeäärses pinnases

Pb, Cd ja Hg on elemendid, mis satuvad loodusesse lisaks muudele võimalustele ka transpordivahendite poolt kasutatava kütuse põlemisel, Cr naastrehvide kulumisel. See on põhjuseks, et vaadeldi just neid elemente.

Pb kõrged sisaldused on nii toksilise, kantserogeense kui ka teratogeense toimega ning Cd kõrged sisaldused on toksilised (Vadkovskaja, Lukašev, 1981). Cr suured sisaldused on aga kantserogeensed (The Geochemical..., 1992).

Pb keskmine sisaldus Eesti mulla huumushorisondis on 16,4 g/t, s.h. moreenidel kujunenud pruunmulla huumushorisondis 18,5 g/t ja valdav varieerub 9–28 g/t piires (Petersell jt., 1997). Keskmine sisaldus Eesti pinnase liivades on 9,8 g/t (Petersell jt., 2000).

Eesti elutsoonide mulla huumushorisondi Pb sisalduse sihtarvuks ja piirarvuks elutsoonis on kinnitatud vastavalt 50 ja 300 g/t.

Käesolevas töös uuritud Pb sisaldust maanteeäärses pinnases profiilide lõikes iseloomustab joonis 2. Pb keskmine geomeetriline sisaldus on 19,3 g/t (tabel 3), mis on ligikaudu 1,2 korda kõrgem kui Eesti huumushorisondi keskmine ja 1,9 korda kõrgem kui liivade keskmine Pb sisaldus.

Iga profiili lõikes võib teest kaugemal asuvate proovide (4. ja 8. proov) sisaldust võrrelda moreenil kujunenud Eesti mulla huumushorisondi keskmisega, kuna nendes

punktides oli alati normaalne looduslik huumushorisont. See võrdlus näitab, et Pb sisaldused maanteest 30–50 m kaugusel on lähedased moreenil kujunenud Eesti huumushorisondi keskmisele. Sisaldused on vastavalt 18,2 ja 18,5 ning 18,5 g/t (tabel 3).

Pb levikus on märkimisväärne, et enamasti on suurimad sisaldused iseloomulikud teepervele ning teest kaugenedes hakkavad sisaldused vähenema. Selline käitumine on iseloomulik 10 profiilile 13-st (joonis 2).

Maanteele lähemal asuvate proovide (1–2 ja 5–6) sisaldusi on võrreldud Eesti liivade keskmise sisaldusega. Võrdlus näitab, et sisaldused maantee ääres on 1,9–2,1 korda suuremad kui Eesti pinnase liivade keskmine sisaldus, e. Pb sisaldus on saaste tulemusel suurenenud ligi 10 g/t.

Pb sisaldused vahetult heki ees on sageli suuremad kui heki taga. See näitab, et hekk käitub kui saaste barjäär ja takistab saaste levikut kaugemale. Siin on aga erandiks profiil X, kus Pb sisaldus heki taga on suurem. See on seletatav kas elementide loodusliku sisalduse heterogeensusega Eesti muldades (Petersell jt., 1997), või teatud tingimustel võib olla tegemist ka tehnogeense saastega.

Profiilide lõikes on Pb sisaldus kõrgem III ja I profiili pinnase ülemises kihis (joonis 2). III profiil paikneb uuritud maanteelõikude suurimal kurvil ning see näitab, et transpordivahendite kiiruse sunnitud vähendamise ja suurendamisega kaasneb Pb täiendav saaste.

Samuti on täiendav saaste jälgitav Laeva teeristi juures. Siin pole aga selge, kas saaste pärineb varasemast perioodist, kui kogu transport liikus läbi Laeva asula ning profiilist Tallinna poole jäi järsk kurv, või on tegemist tänapäeva saastega.

Mäekülas, Koeru suundaval ristmikul pole Pb saaste tõus märgatav. Tõenäoliselt on see seotud kiiruse piiranguga kaugemal, enne ristteed.

Uuritud tulemused näitavad, et kõik Pb sisaldused jäävad alla sisalduse sihtarvule, kuigi paaris proovis on sellele küllaltki lähedased (lisa 3).

Cd keskmine maakoore sisaldus on 0,102 g/t (Wedepohl, 1995), liivades 0,01–0,09 g/t (Turekian, Wedepohl, 1961). Eesti elutsoonide mulla huumushorisondi Cd sisalduse sihtarvuks ning piirarvuks elutsoonis on kinnitatud vastavalt 1 ja 5 g/t.

Cd sisaldust maanteeäärses pinnases profiilide lõikes iseloomustab joonis 2.

Tabel 3. Teest erinevatel kaugustel asuvate proovide parameetrid ja protsentpunktid.

Pb									
Proovid	Proovide arv	Sisaldus, g/t				Protsentpunktid			
		minim.	maksim	aritm.keskm.	geom.keskm	25%	50%	75%	90%
1*	13	16.0	40.4	22.3	21.6	18.5	20.0	22.9	27.8
2**	13	14.9	30.2	19.6	19.3	16.7	20.0	21.0	22.9
3***	13	14.9	23.9	19.1	18.6	15.1	19.5	22.1	22.9
4****	13	13.0	31.2	18.7	18.2	14.9	17.1	20.0	22.7
5*	13	11.4	40.9	21.9	20.7	16.7	20.0	22.9	37.5
6**	13	13.9	31.6	19.4	18.9	14.9	18.7	20.8	23.4
7***	13	14.9	30.2	20.7	20.1	16.7	18.5	23.4	28.8
8****	13	14.9	24.1	18.2	18.5	15.1	18.5	20.0	22.1
kokku	120	11.4	40.9	19.78	19.27	16.7	18.7	21.5	24.1
Eesti mulla huumushorisondi keskmine ¹					16.4				
Moreenil kujunenud huumushorisondi keskmine ¹					8.5				
Eesti liivade keskmine ²					9.8				
Eesti sihtarv					50				
Eesti piirarv					300				
Cd									
1	13	0.072	0.203	0.108	0.103	0.075	0.102	0.114	0.177
2	13	0.092	0.223	0.128	0.124	0.100	0.115	0.134	0.197
3	13	0.106	0.390	0.189	0.172	0.118	0.156	0.223	0.377
4	13	0.072	0.245	0.126	0.1205	0.098	0.116	0.134	0.164
5	13	0.052	0.205	0.089	0.086	0.074	0.088	0.098	0.108
6	13	0.072	0.494	0.160	0.133	0.089	0.105	0.133	0.356
7	13	0.095	0.326	0.160	0.134	0.105	0.126	0.139	0.322
8	13	0.092	0.270	0.133	0.127	0.103	0.112	0.134	0.190
	120	0.052	0.494	0.138	0.125	0.099	0.115	0.135	0.223
Maakoore keskmine ³					0.102				
Maakoore karbonaatsete kivimite keskmine ⁴					0.035				
Maakoore liivade keskmine ⁴					0.01-0.09				
Eesti sihtarv					1				
Eesti piirarv					5				

* - proovid teepeenralt
** - proovid 3–5 m teest
*** - proovid 10–15 m teest
**** - proovid 30–50 m teest

¹ Petersell jt., 1997

² Petersell jt., 2002

³ Wedepohl, 1995

⁴ Turekian, Wedepohl, 1961

Saadud tulemuste keskmine geomeetriline Cd sisaldus on 0,125 g/t (tabel 3), mis on 1,2 korda suurem kui maakoore keskmine.

Saadud andmete analüüsil tuleb esile, et väiksemad keskmised sisaldused on teepeenralt võetud proovides ning suurimad teest teistes ja kolmandates (proovid 2 ja 3 ning 6 ja 7) proovipunktides (joonis 2, tabel 3), s.o. teest ~3–15 meetri kaugusel. Samal ajal on teepeenralt võetud proovide Cd sisaldus mitmeid kordi kõrgem kui karbonaatsetes kivimites ja liivades (tabel 3).

Samuti võib märgata, et sisaldused vahetult heki ees on suuremad kui heki taga (profiilid V, VI, XI), kuid siin on erandiks profiil X, kus olukord on vastupidine (joonis 2), kuid siin pole välistatud tehnogeenne saaste. Seos teetammi kõrguse ja elemendi sisalduste vahel puudub.

Tee kurvidel ning ristmike läheduses pole uuritud pinnases Cd kõrgendatud sisaldust märgata.

Kõik Cd sisaldused jäävad kuni 2 korda madalamaks sihtarvu väärtusest.

Hg keskmine sisaldus Eesti mulla huumushorisondis on 0,029 g/t, valdav varieerub vahemikus 0,012–0,069 g/t (Petersell jt., 1997). Eesti pinnase liivade Hg valdav sisaldus varieerub 0,006–0,023 g/t piirides (Petersell jt., 2002). Eesti elutsoonide mulla huumushorisondi sisalduse sihtarvuks ning piirarvuks elutsoonis on kinnitatud vastavalt 0,5 ja 2 g/t.

Üldjuhul jäävad Hg sisaldused uuritud proovipunktides alla Eesti keskmise, kuigi mitmel juhul on sellele väga lähedased (lisa 3).

Hg käitumisele on iseloomulik, et sisaldused on alati kõige väiksemad maanteepervel ning hakkavad suurenema profiili otste suunas (joonis 2). Maanteepervedelt võetud proovides on Hg sisaldus lähedane Hg sisaldusele liivades. Suurimad sisaldused on üldjuhul määratud profiilide kolmandates ja neljandates proovides, s.t. teest ~15–50 m kaugusel.

Saadud tulemused näitavad, et transpordivahendite liiklusega pole kaasnenud maanteeäärse pinnase märkimisväärset saastet Hg-ga.

Cr määranguid otsustati täiendavalt läbi viia, sest Tallinna Tehnikaülikooli seni veel trükkimata andmetest on selgunud, et naastrehvide kulumisel võib tõusta selle elemendi sisaldus maanteeäärses pinnases.

Cr keskmine sisaldus Eesti mulla huumushorisondis on 42 g/t ning valdav varieerub vahemikus 28–62 g/t (Petersell jt., 1997). Eesti elutsoonide mulla huumushorisoni sisalduse sihtarvuks ning piirarvuks elutsoonis on kinnitatud vastavalt 100 ja 300 g/t.

Uuritud XI profiili proovides ja kolmes üksikproovis jääb Cr sisaldus valdava Eesti keskmise sisalduse piiridesse, teepervelt võetud proovides on see veelgi madalam. Suurim sisaldus – 40,8 g/t (lisa 3) on määratud II profiili lähedalt, oja põhjast võetud proovis.

Ainukese profiili põhjal, kus määrati Cr, tuleb ilmsiks, et elemendi sisaldus on madalam teepervel, eemal hakkab aga suurenema ning lähenema Eesti mulla huumushorisoni valdavale sisaldusele (Petersell jt., 1997).

Profiilide lähedalt ojade põhjast võetud proovid märkimisväärsed sisaldusi ei kajasta.

Kokkuvõte

Käesolevate uuringute käigus koguti 13-lt maanteega risti olevalt profiililt 120 proovi, profiilid paiknesid erinevate saastetingimustega olulisematel aladel.

Saadud tulemused iseloomustavad uuritud teelõikudel transpordivahendite poolt põhjustatud pinnase ülemise 10 cm paksuse kihi saastatuse taset Pb ja Cd-ga, kuid samuti Hg ja Cr sisaldust üksikutes profiilides.

Pb sisaldused varieeruvad piirides 11,4–40,9 g/t, olles keskmiselt kõrgemad Eesti pinnase looduslikust sisaldusest. Maanteelõikude teepeenardelt kogud liivarikaste proovide Pb sisaldus on üle 2 korra kõrgem liivade keskmisest looduslikust sisaldusest. Samal ajal on Pb sisaldus maanteest ligikaudu 30–50 m kaugustes proovides väga lähedane moreenil kujunenud mulla huumushorisoni sisaldusele. Teest 3–5 ja 10–15 m kaugusel asuvate proovide Pb sisaldus jääb valdavalt vahepealseks.

Saadud tulemustest selgub, et transpordivahendite saastava tegevuse tulemusel on teepeenarde pinnase ülemises 5 cm paksuses kihis Pb sisaldus suurenenud ligi 10 g/t, teest kaugenedes sisaldus väheneb ning juba 30–50 m kaugusel pole suurenenud sisaldused praktiliselt eristatavad.

Saaste on intensiivsem teekurvidel ning samuti ristteede läheduses.

Teed ääristavad kuusehekid on heaks Pb saaste leviku tõkendiks. Sageli on saaste tase tee pool hekki oluliselt kõrgem (erandjuhtudel ka vahetult heki taga) kui kaugemal põllul.

Pb sisaldus uuritud maanteelõikude pinnase ülemise kihi teekurvist ja teeristi lähedalt kogutud üksikproovides läheneb Eestis kehtestatud sihtarvule ehk sisaldusele, mida loetakse ohutuks inimtegevusele. Üheski proovis pole see tase veel ületatud. Arvestades, et kasutatavates kütustes väheneb järjest Pb sisaldus, võib loota, et ka Pb saaste tase lähemate aastakümnete jooksul ei suurene.

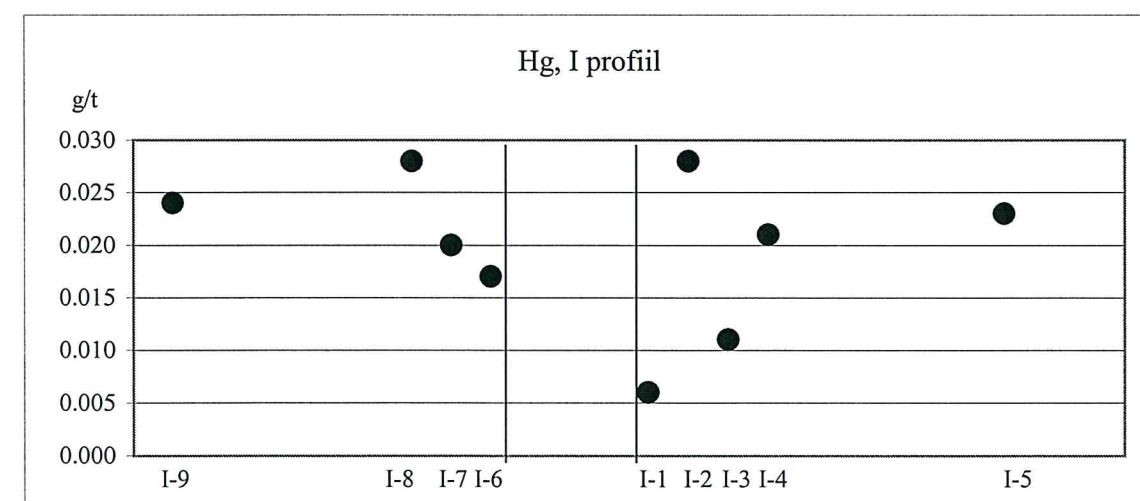
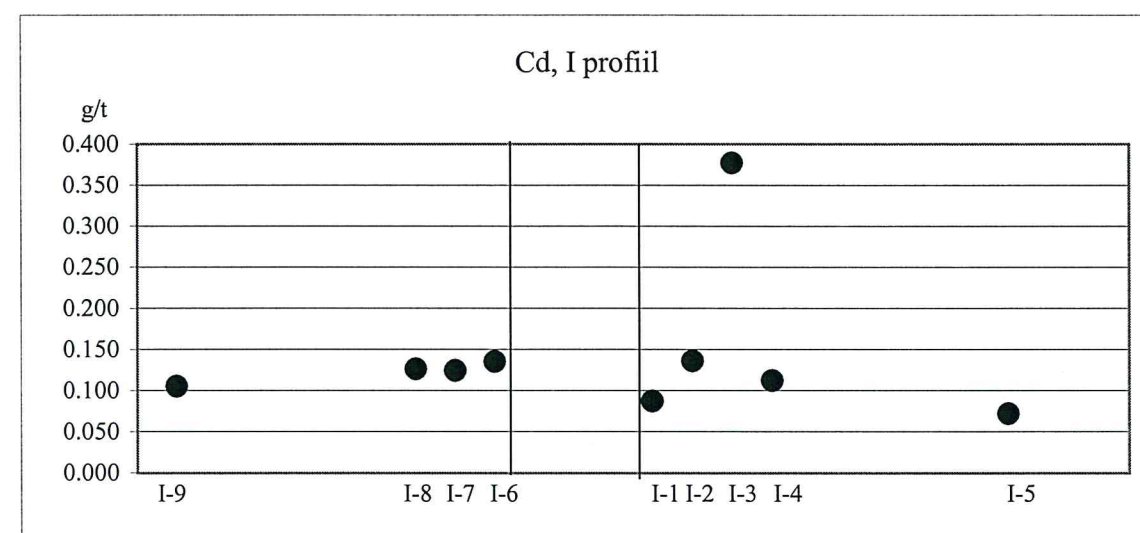
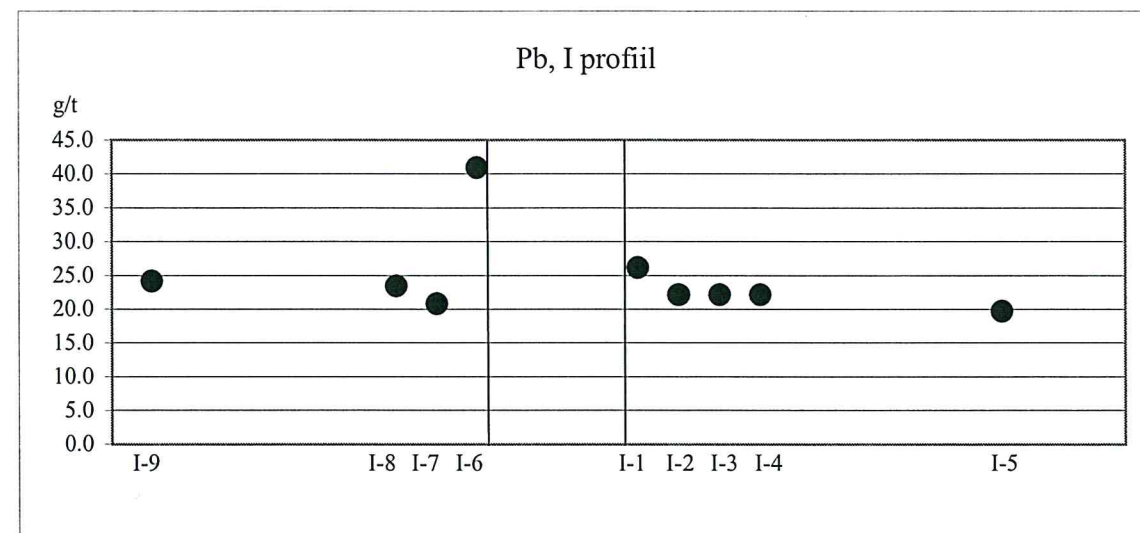
Cd sisaldused varieeruvad piirides 0,052–0,494 g/t, olles keskmiselt madalamad või lähedased Eesti pinnase looduslikule sisaldusele. Maanteelõikude teepeenardelt kogutud liiva (killustiku peenese) rikaste proovide Cd sisaldus on väikseim, kuid ikkagi üle 3 korra kõrgem liivade keskmisest looduslikust sisaldusest. Samal ajal on Cd sisaldus maanteest ligikaudu 30–50 m kaugustes proovides lähedane või madalam moreenil kujunenud mulla huumushorisoni sisaldusest. Erinevalt Pb-st, on Cd sisaldus teest teises ning eriti kolmandas proovis kõrgem kui põllult kogutud proovides. Võrreldes Pb-ga on märgatav Cd saaste kandumine kaugemale. Maanteeäärsed hekid ja mets käituvad saaste barjääradena ja selle ees (või tingimuste olemasolul ka selle taga) on saaste tase suurem.

Saadud tulemustest selgub, et võrreldes lähtematerjaliga, on transpordivahendite saastava tegevuse tulemusel teepeenarde pinnase ülemises 5 cm paksuses kihis Cd sisaldus suurenenud ligikaudu 2 ja enam korda. Cd saaste olemasolu teest juba 30–50 m kaugusel pole praktiliselt eristatav. Samal ajal jääb kõikidel juhtudel uuritud maanteelõikude pinnase ülemises kihis Cd sisaldus 2 ja enam korda madalamaks Eestis kehtestatud sihtarvust ehk sisaldusest mida loetakse ohutuks inimtegevusele.

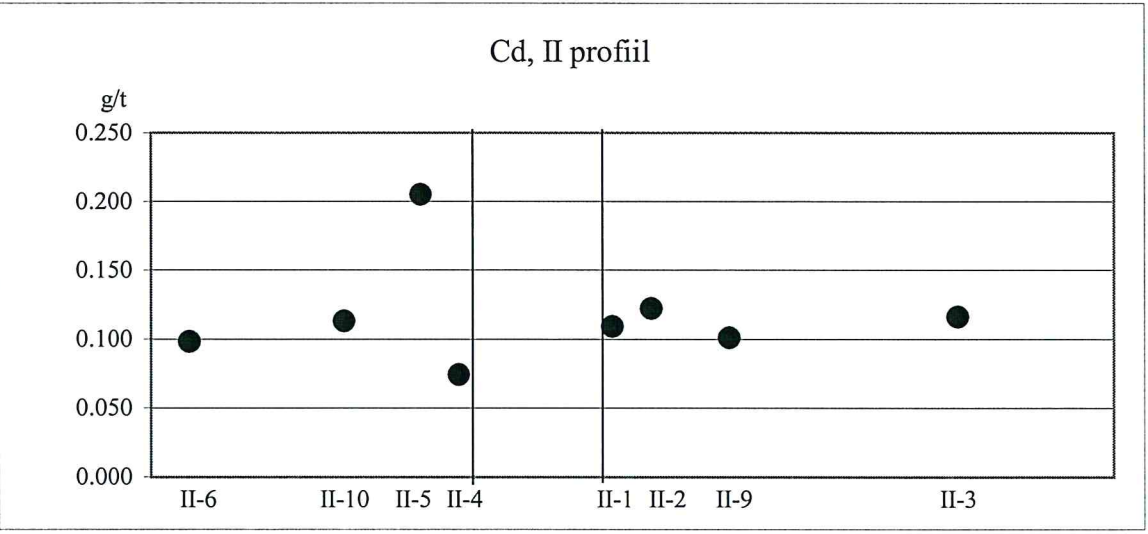
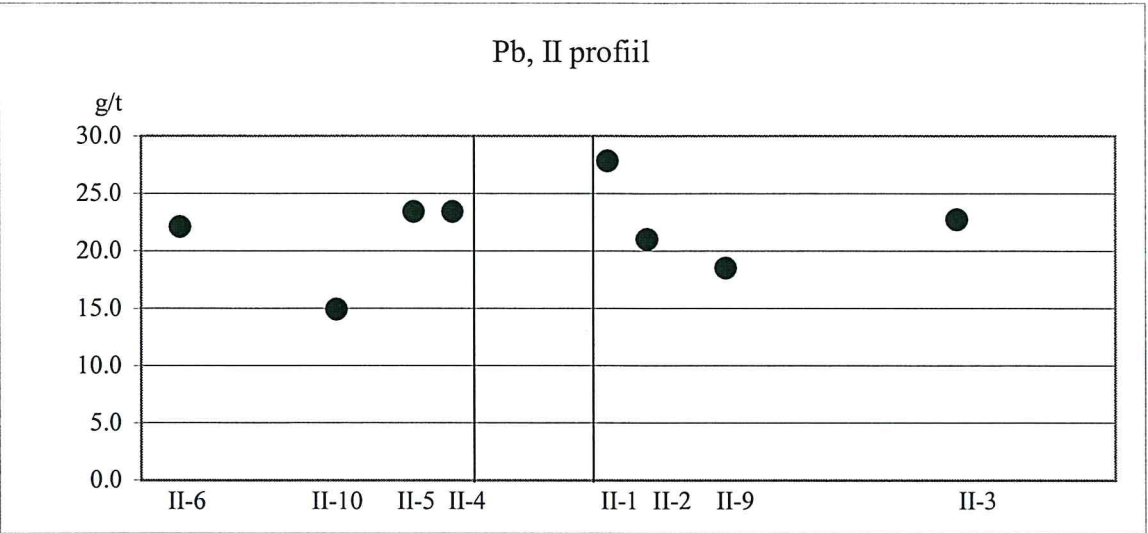
Kõik määratud Hg ja Cr sisaldused jäävad allapoole Eesti pinnase liivadel ja moreenil kujunenud huumushorisoni keskmistest sisaldustest ja varieeruvad nende valdavate sisalduste piirides.

Maanteekraavide proovid märkimisväärseid tulemusi ei kajasta. See on ilmselt seotud asjaoluga, et elemendid kantakse vooluvee poolt minema.

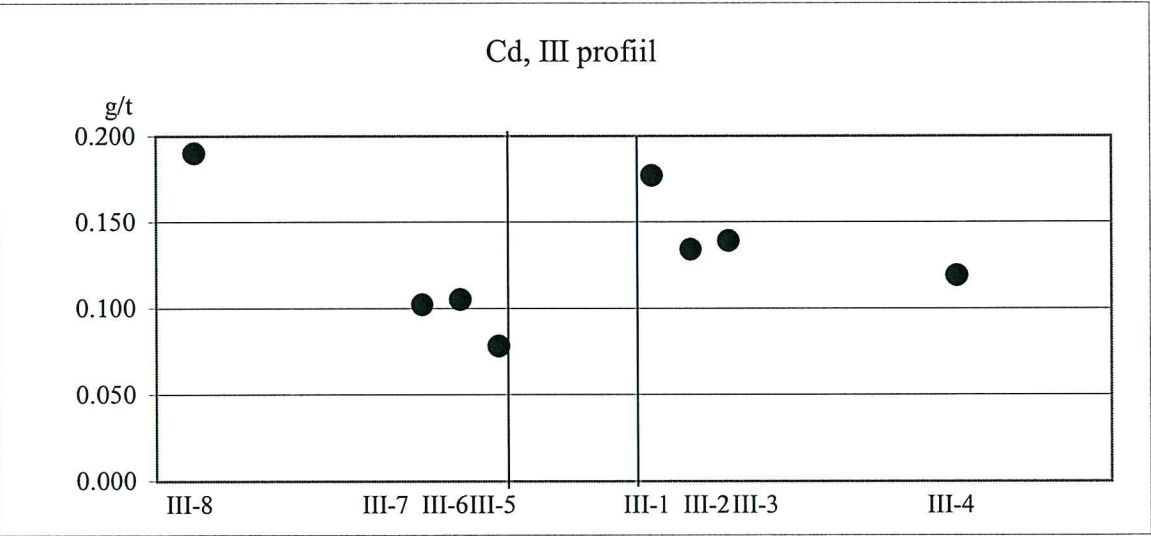
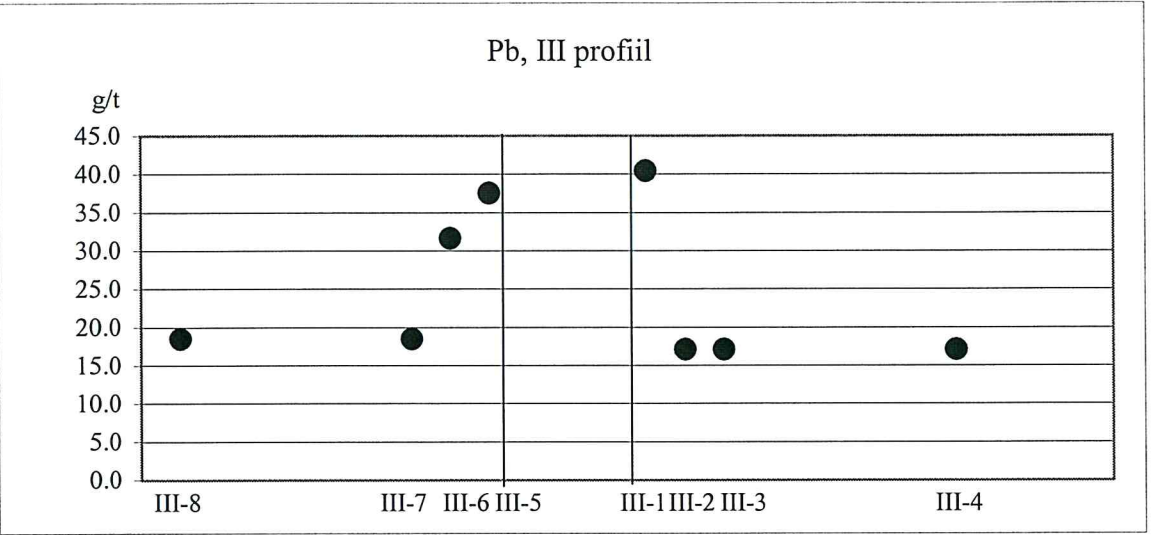
Kuigi analüüsitud proovide arv on tagasihoidlik, näitavad saadud tulemused, et uuritud maanteelõikude äärses pinnases pole märkimisväärset Hg ja Cr saastet.



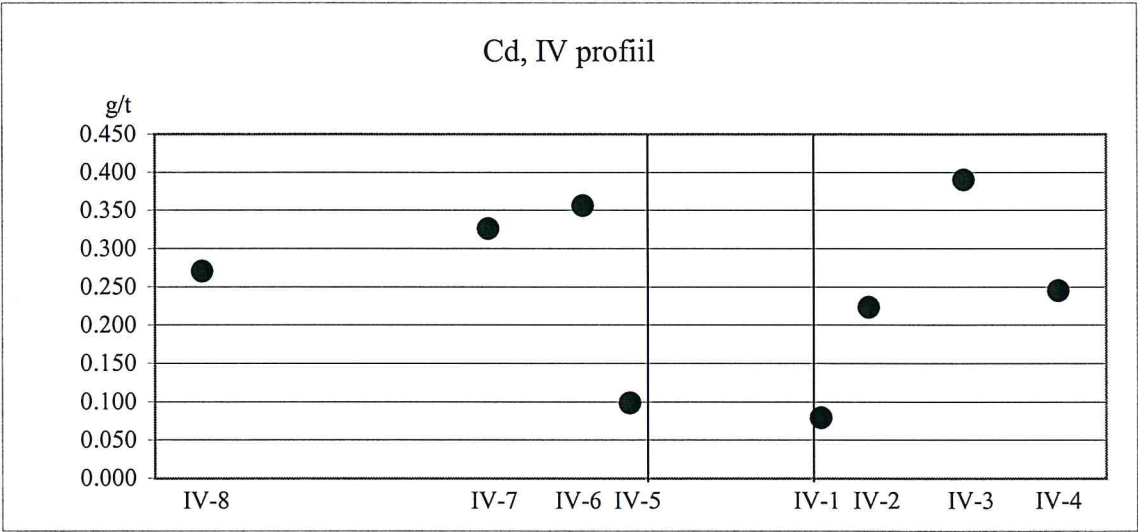
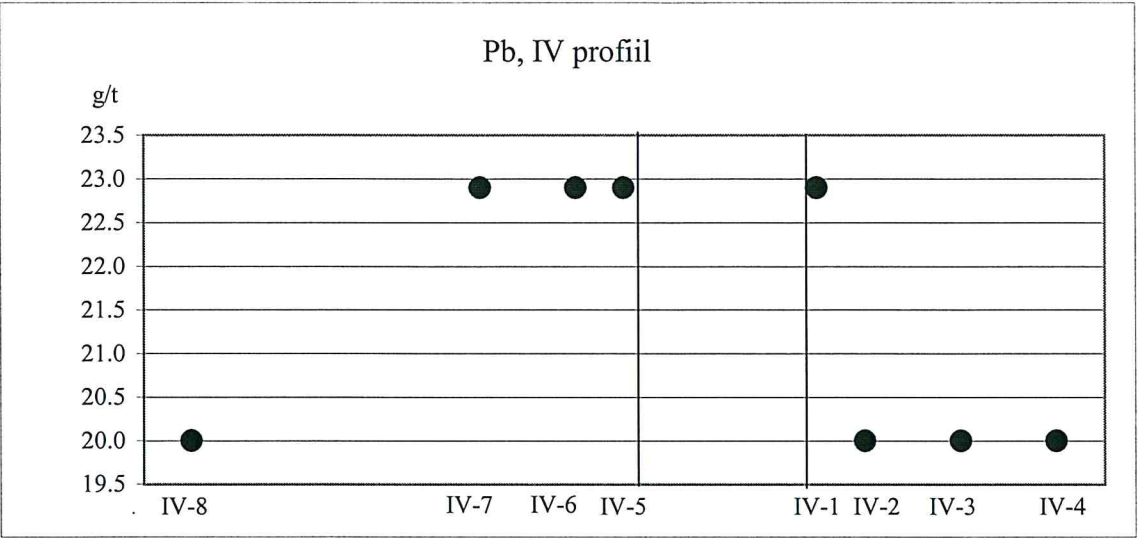
Joonis 2. Elementide sisalduse jaotused profiilide kaupa.



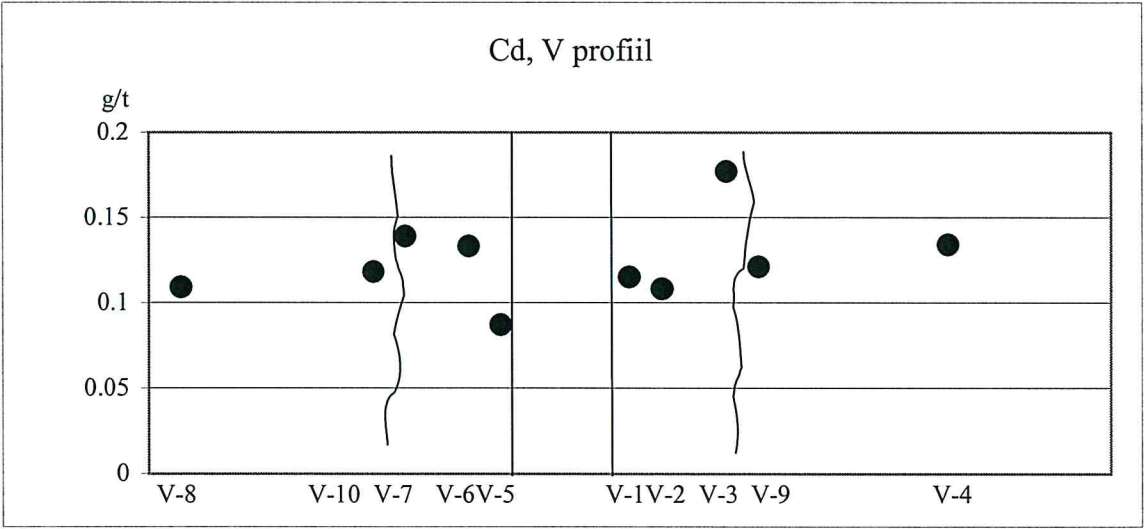
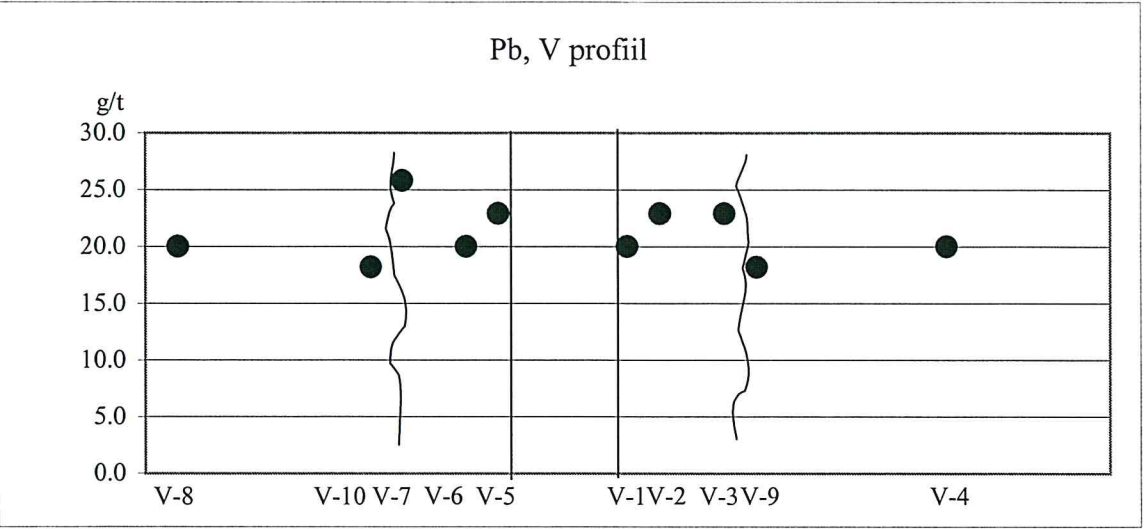
Joonis 2. järg



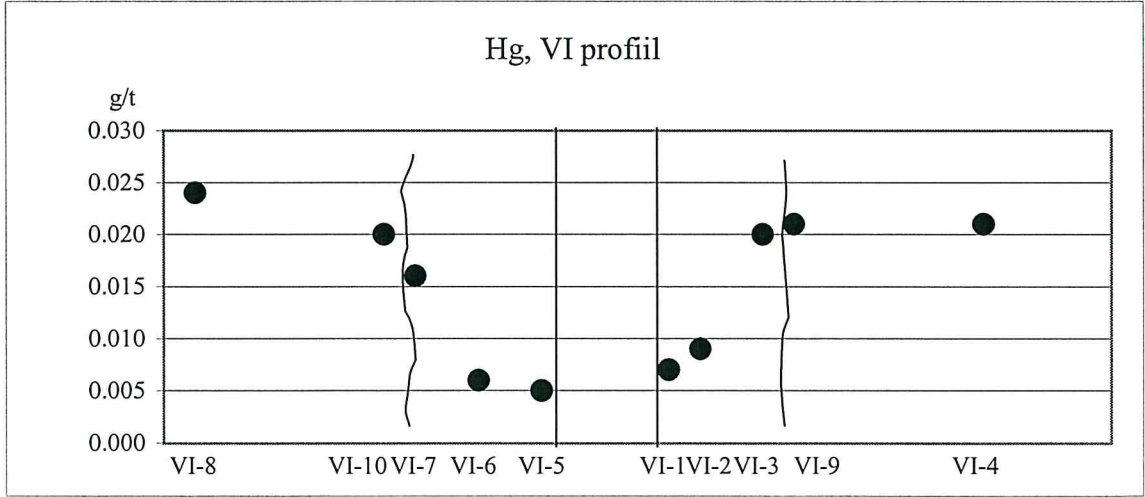
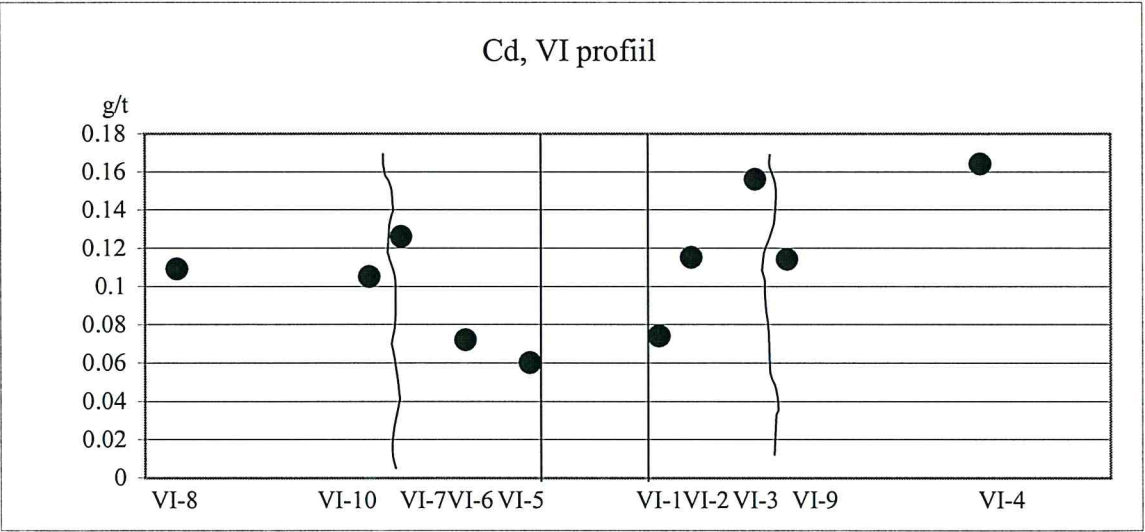
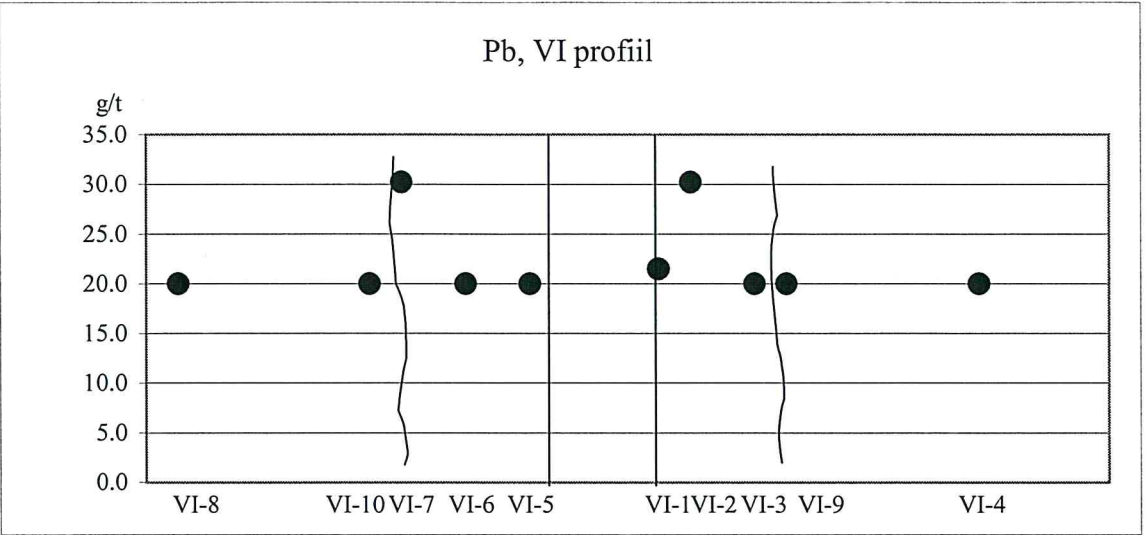
Joonis 2. järg



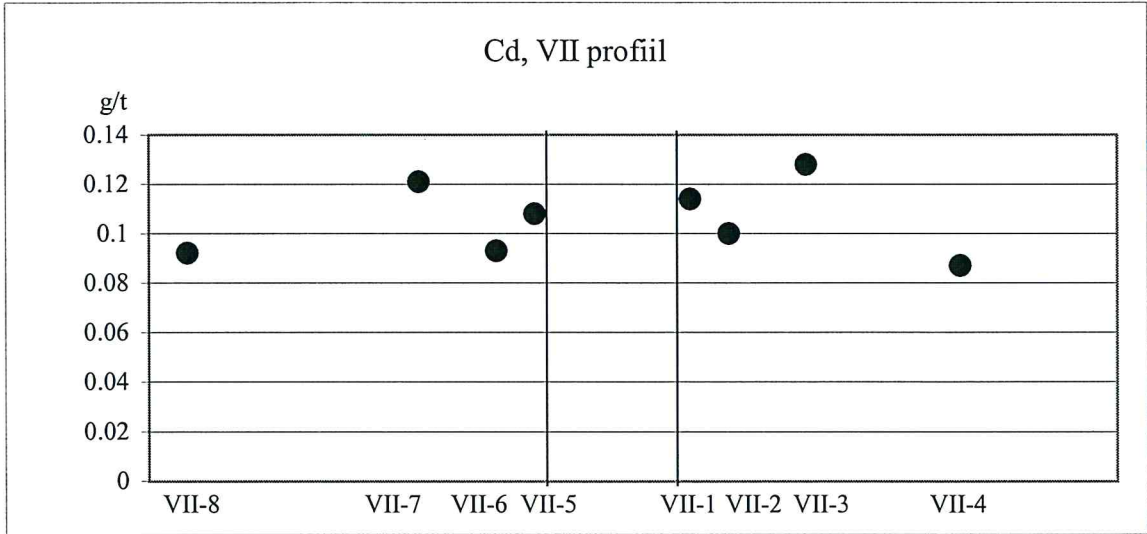
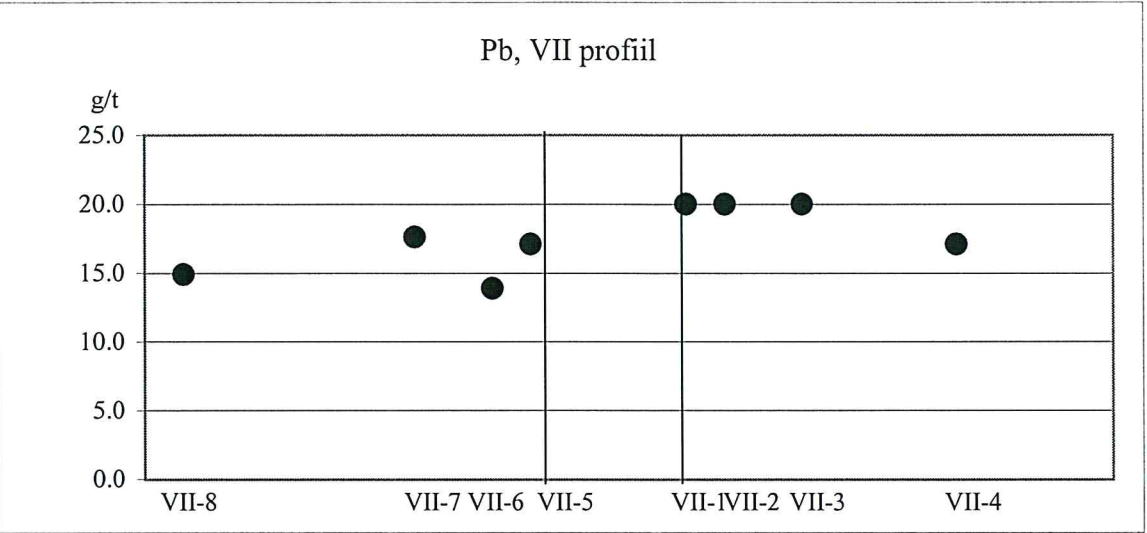
Joonis 2. järg



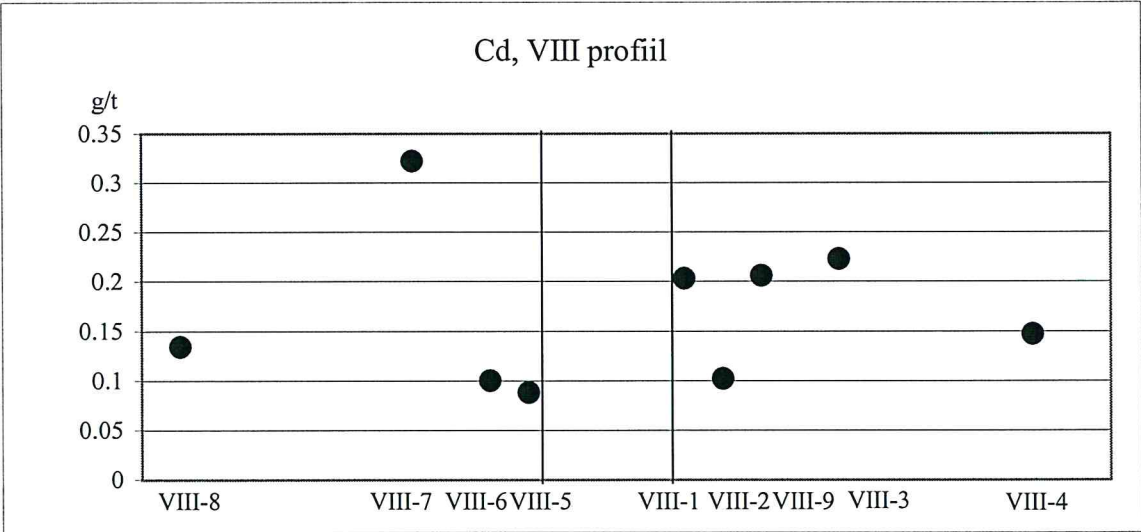
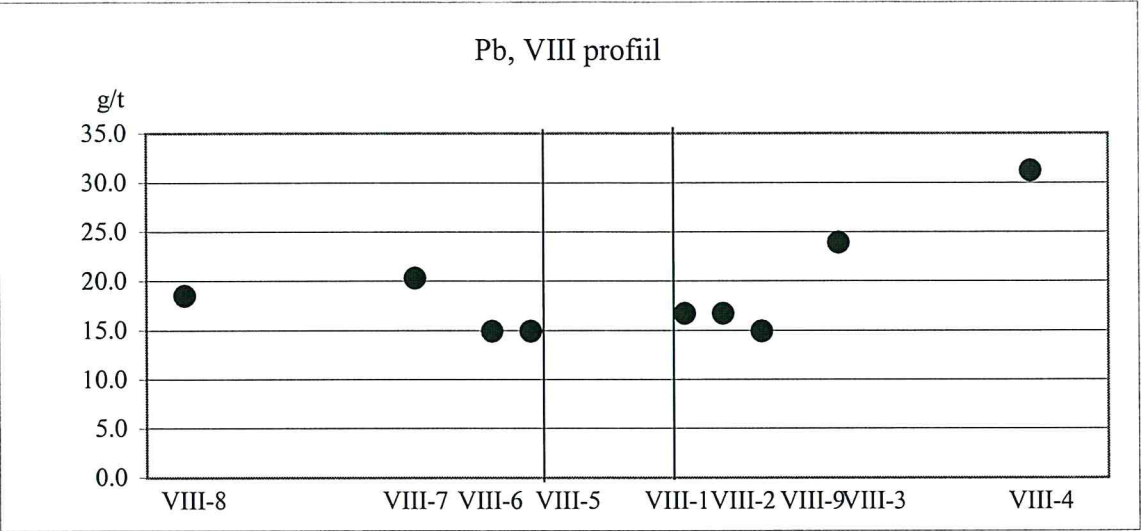
Joonis 2. järg



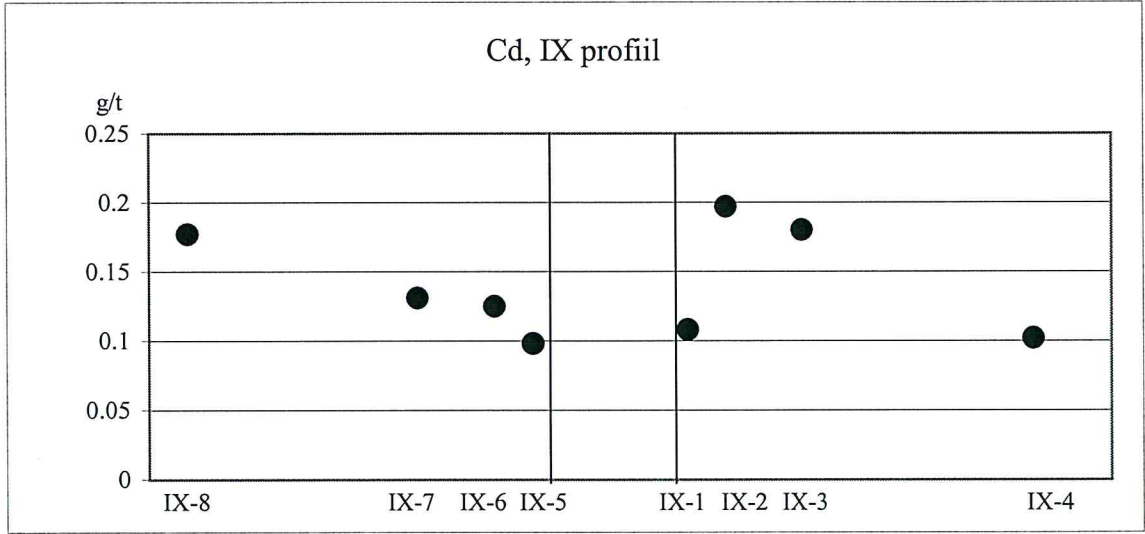
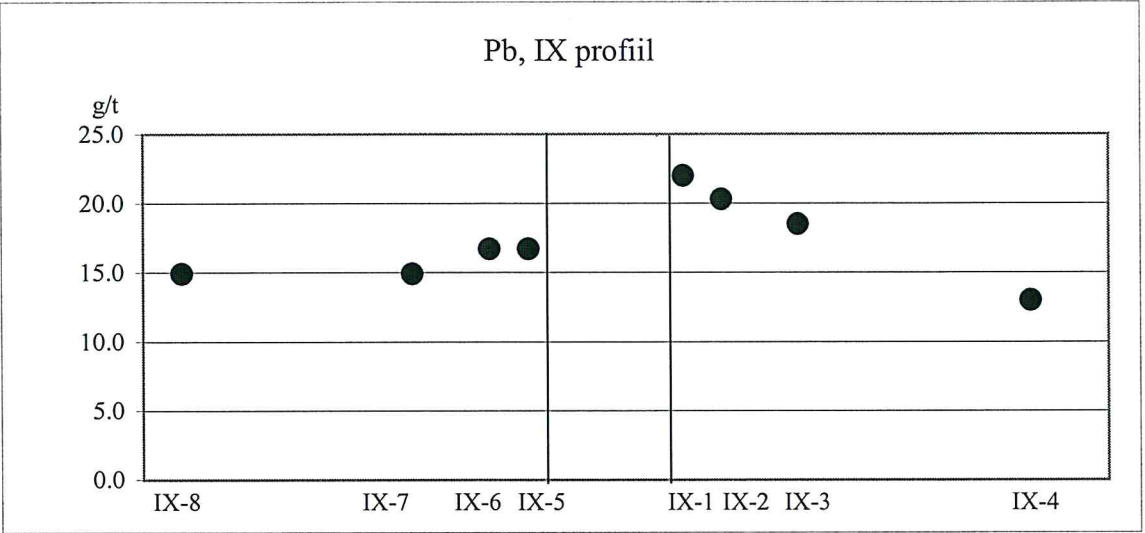
Joonis 2. järg



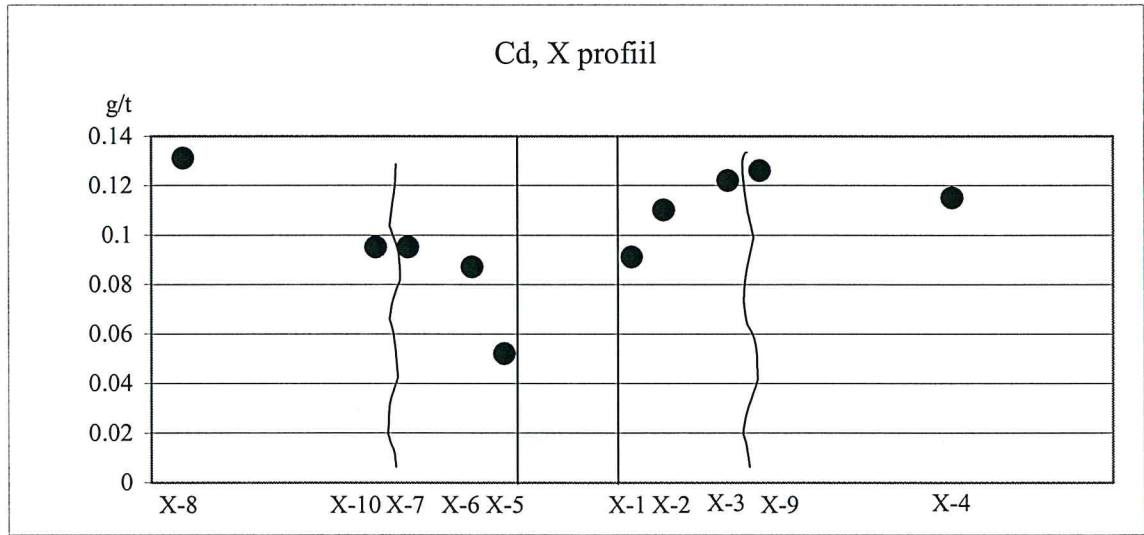
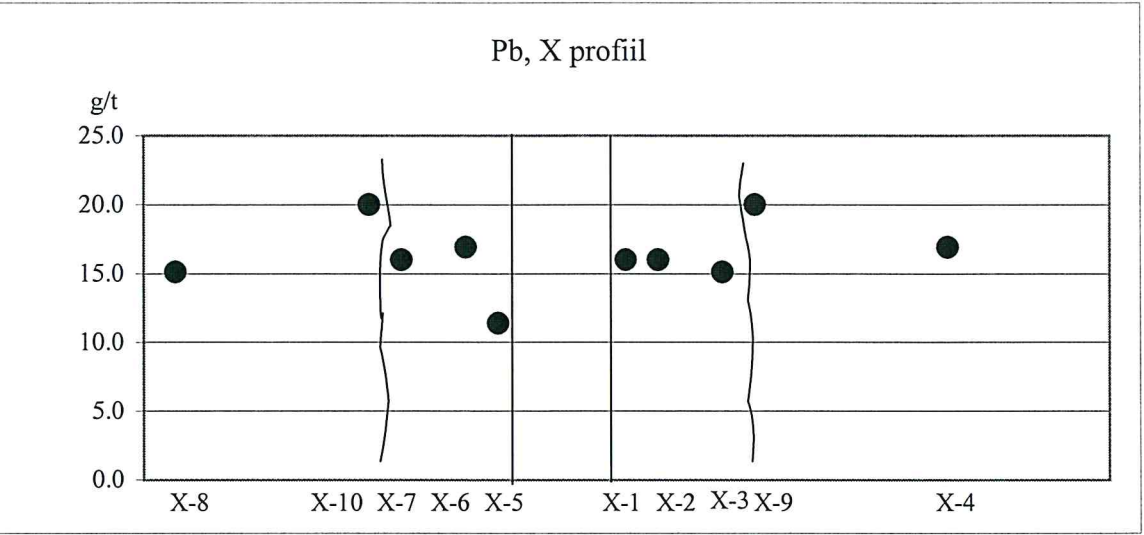
Joonis 2. järg



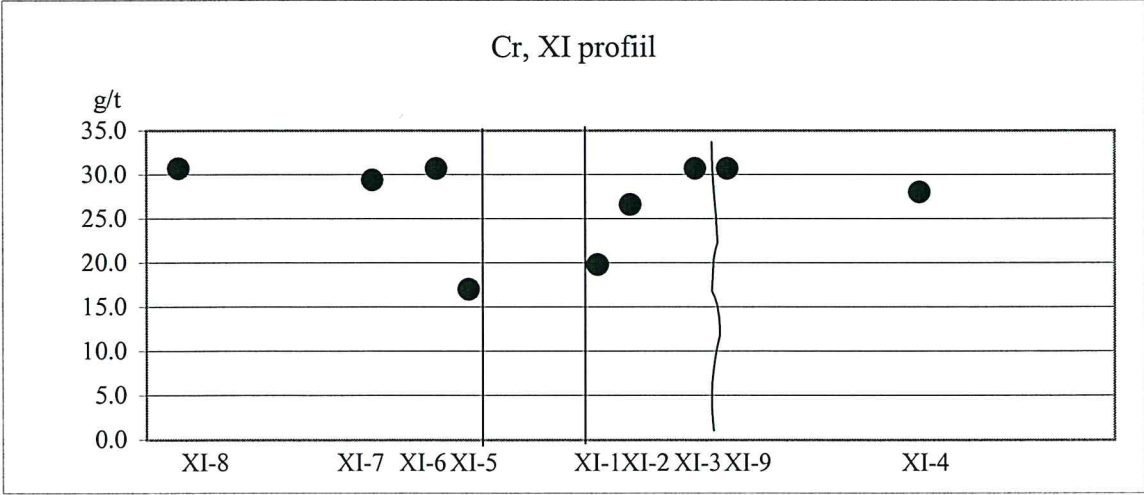
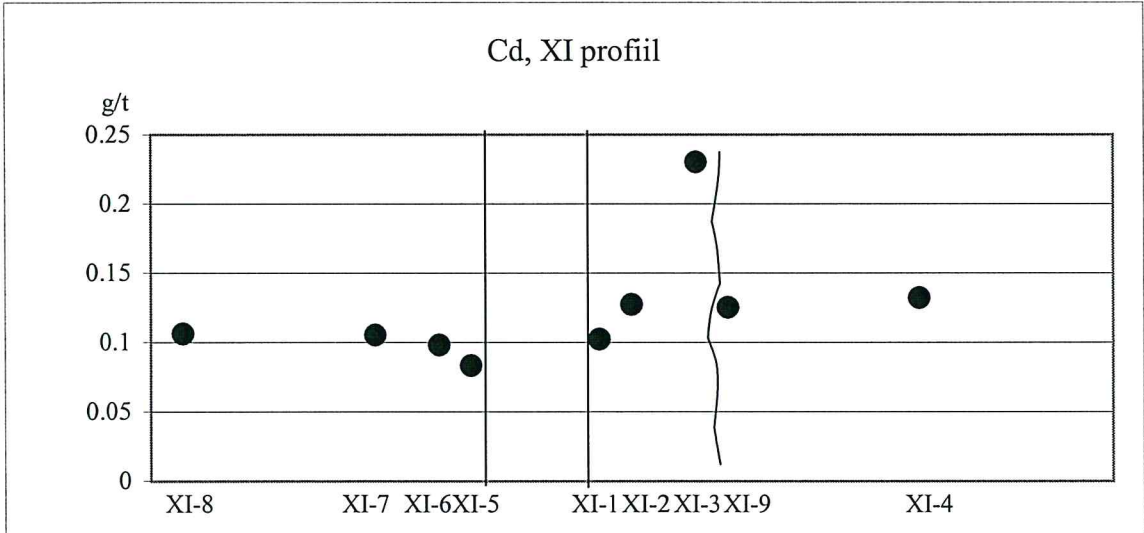
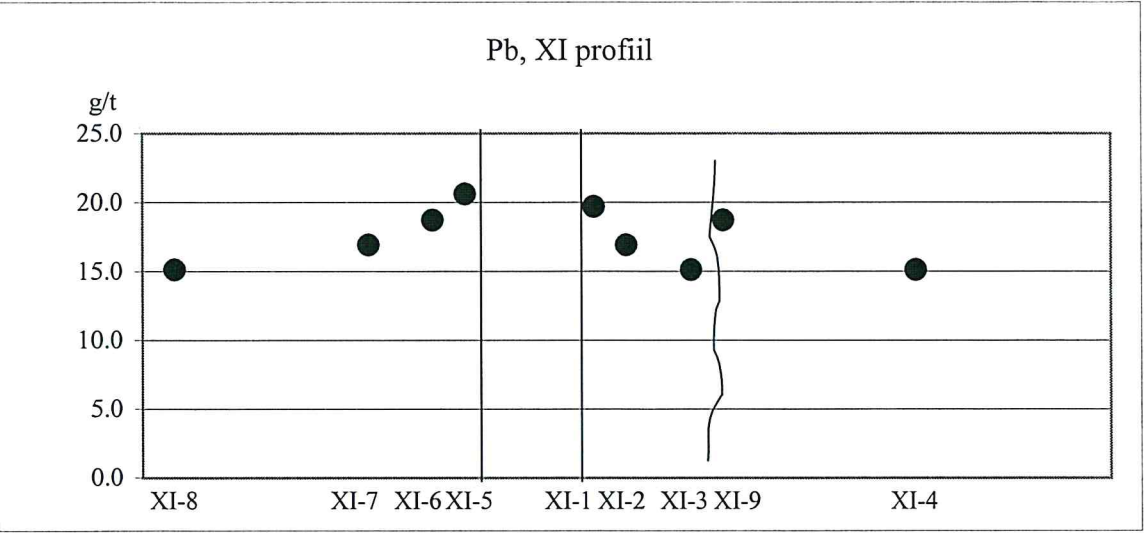
Joonis 2. järg



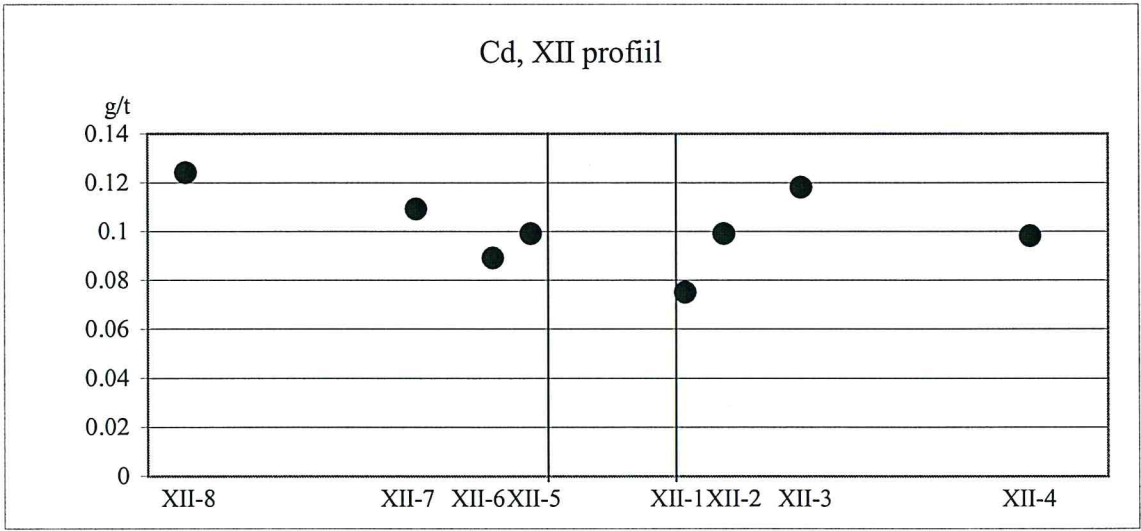
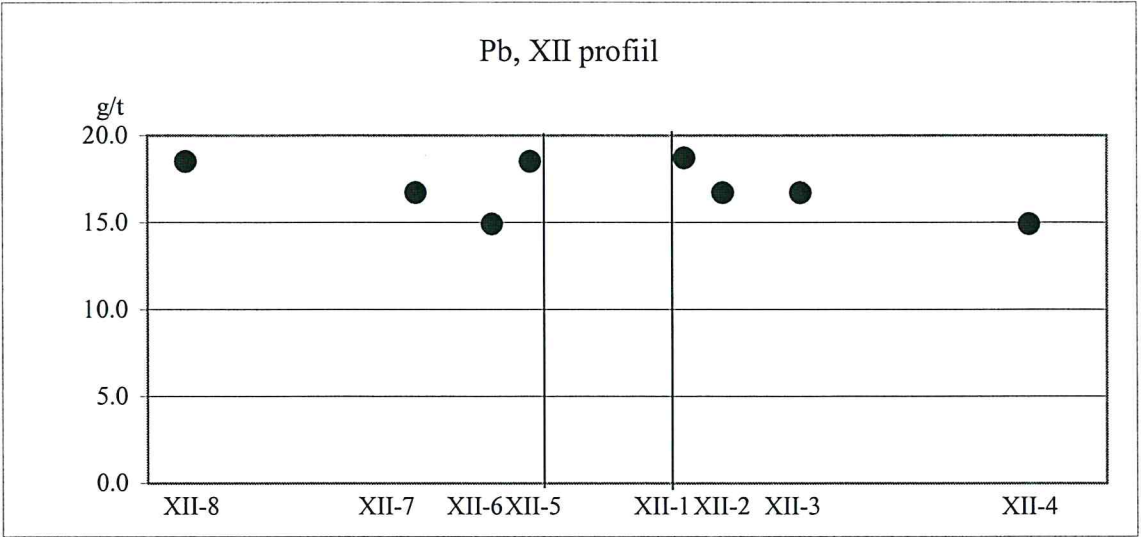
Joonis 2. järg



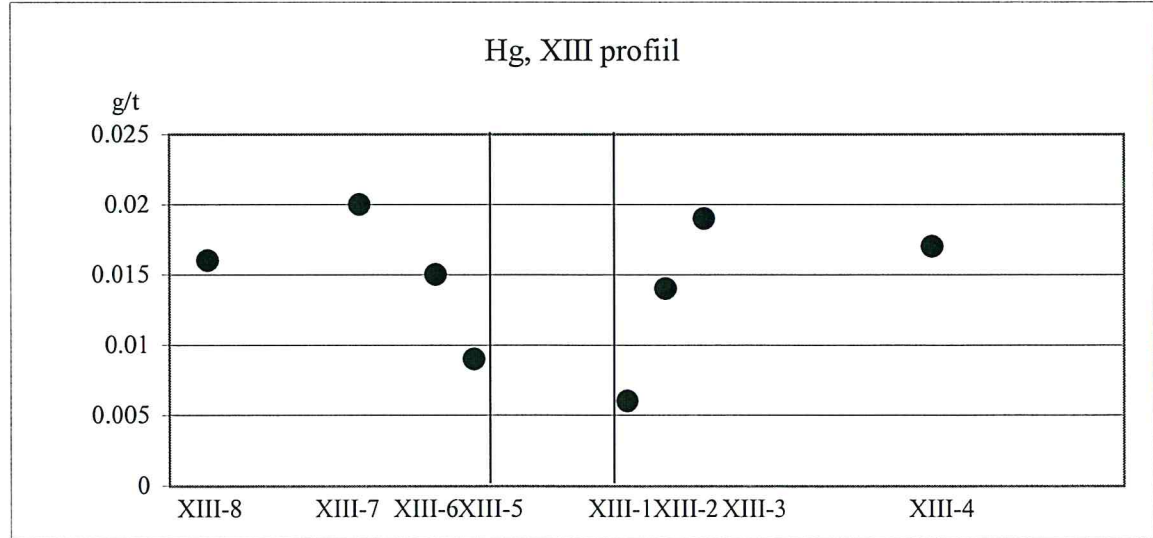
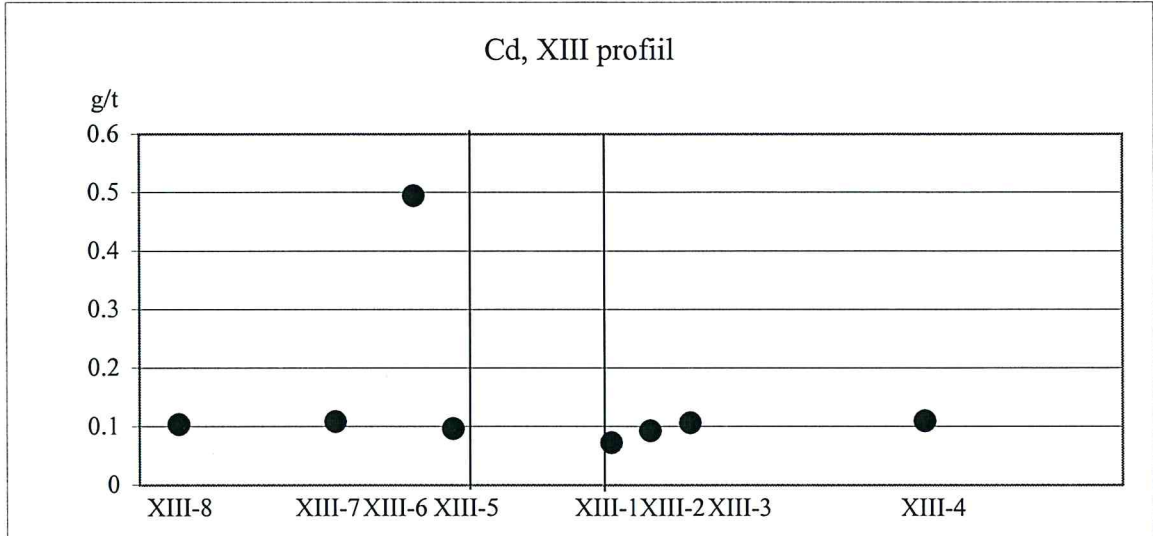
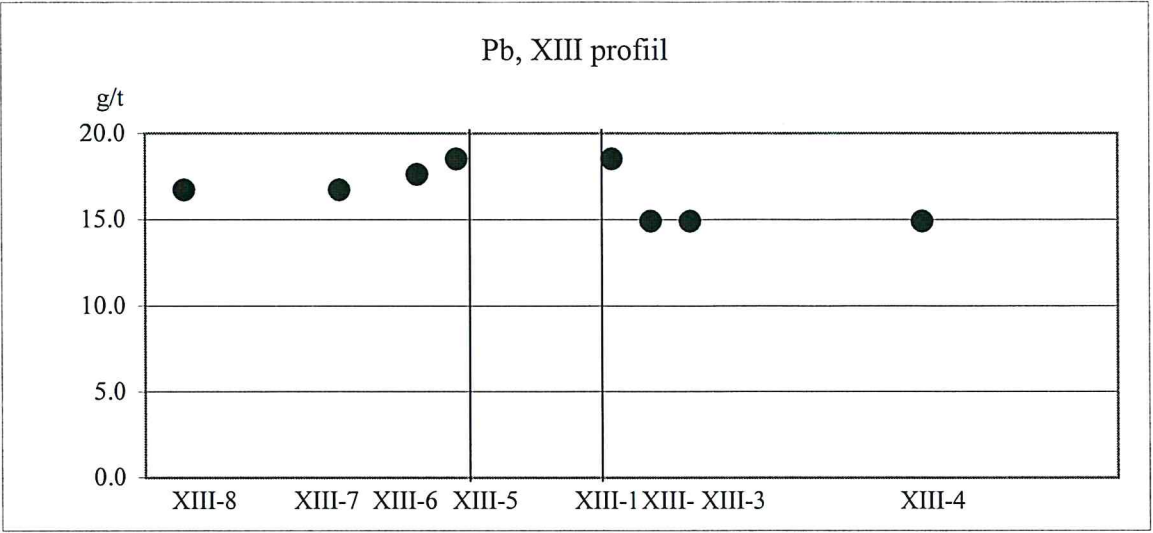
Joonis 2. järg



Joonis 2. järg



Joonis 2. järg



Joonis 2 . järg

Kasutatud kirjandus

- Ohtlike ainete piirnормid pinnases ja põhjavees. Keskkonnaministeeriumi määrus nr. 58, 1999.
- Petersell, V., Ressar, H., Carlsson, M., Möttus, V., Enel, M., Mardla, A., Täht, K., 1997. Eesti mulla huumushorisoni geokeemiline atlas. Tallinn-Uppsala.
- Petersell, V., Möttus, V., Enel, M., Täht, K., Võsu, M., 2000. Eesti mulla lähtekivimite geokeemiline atlas. 93lk.
- Turekian, K., Wedepohl, K., 1961. Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. – Bull., Geol. Soc. Of America, v. 72, N 2.
- Vadkovskaja, I., Lukašev, K., 1981. Himičeskie elementy i žizn' v biosfere. Minsk, Vyšeišaja škola, 176 s.
- The Geochemical Atlas of Finland. Part 2; Till, 1992, 218p.
- Wedepohl, H. K., 1995. The composition of the continental crust. – Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 59, No. 7, p. 1217–1232.



MAANTEEAMET

OÜ Eesti Geoloogiakeskus
Kadaka tee 82
12618 Tallinn

Teie: _____ nr. _____

Meie: 16.08.2002 nr. 4-5-6/1045

Eesti Geoloogiakeskuse direktor hr. Vello Klein

Tellimuskiri

Käesolevaga tellib Maanteeamet Eesti Geoloogiakeskuselt pinnaseuuringu raskemetallide (Pb, Cd ja Hg) sisalduse määramiseks Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa (T-2) maantee remondiobjektide teeäärses pinnases, vastavalt lepingule nr. 60-379, mis sõlmiti 16.08.2002. Tööd palume teostada järgmistel lõikudel: km. 90,0-100,7; 104,3-108,7; 115,3-125,5; 128,1-148,0; 149,5-161,3.

Lugupidamisega,

Peeter Škepast

Maanteeameti

peadirektori asetäitja

Hendrik Puhkim

(0) 611 9368

UURINGU LÄHTEÜLESANNE

Käesolev töö on suunatud transpordivahendite poolt viimaste aastakümnete jooksul põhjustatud Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa trassiäärse pinnase saastatuse taseme selgitamisele Pb, Cd ja Hg elementidega. Töö käigus selgitatakse saaste taset teelõikude piires (km): 90,0-100,7; 104,3-108,7; 115,3-125,5; 128,1-148,0 ja 149,5-161,3.

Proovid kogutakse profiilidelt risti teega, mõlemalt poolt teed. Profiilide asukohad iseloomustavad erinevate saastetingimustega olulisemaid alasid. Esimene proov võetakse teepeenralt, teine proov 3 kuni 5 m esimesest, sõltuvalt teetsooni profiilist ja kolmas proov ca 6 kuni 10 m teisest, heki või metsa esinemisel nende äärest. Teekraavide olemasolul võetakse täiendav proov kraavi põhjast. Proovitakse ka pinnas ligi 30-50 m kaugusel kolmandast proovist, s.o tavaliselt põllult, heinamaalt või metsa alt. See võimaldab saadavaid tulemusi siduda Eesti fooniliste sisaldustega ja anda objektiivsema hinnangu saaste ulatusele. Jälgitakse, et profiilide vahekaugus pikkade teelõikude puhul ei ületaks 4-6 km.

Proovid kogutakse pinnase ülemisest 10 cm paksusest kihist. Proovi kaal on ligi 1kg. Töö käigus kogutakse 13-14 profiililt kokku ligi 126 pinnaseproovi.

Analüüsitakse pinnase fraktsioon alla 2 mm. Kõikides proovides määratakse Cd ja Pb ning ligi 20 % proovides täiendavalt Hg sisaldus.

Lõpparuanne kujutab endast kaartide, profiilide ja seletuskirja korrastatud dokumenti, millele lisanduvad analüüside tulemused ja milline esitatakse Tellijale eesti ja inglise keeles.

TÖÖ MAKSUMUS

Jrk. nr	Töö nimetus	Maksumus, kroonides
1	Geoloogilised välitööd	8 200
2	Proovide ettevalmistus analüüsiks	15 200
3	Laboratoorsed analüüsid	40 878
4	Info töötlus, aruande koostamine ja esitamine Tellijale eesti ja inglise keeles	16 100
5	Transport	2 500
	Kokku	82 878
	Käibemaks	14 918
	Kokku	97 796

Tellija



Peeter Škepast
peadirektori asetäitja

Hendrik Puhkim
peaspetsialist

Urija



Vello Klein
direktor

Valter Petersell
juhtivgeoloog

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

EAK poolt akrediteeritud katselabor

registreeerimisnumbriga L093

Kadaka tee 82, 12618, tallinn
Tel. 6720 074

Lisa 3.

KEEMILISE ANALÜÜSI TULEMUSED.

Tellija: Geokeemia ja keskkonnageoloogia osakond

Objekt: 60-379

Materjal: pinnas

Peenendusaste 0,07mm

Tellimus T02-87

Kuupäev: 25.11.02

Element

Element		Meetod			Standard	
Cd Cr, Pb Hg		Aatom-abs.-graftit Aatom-abs.-leek analüsaator			155-XC 155-XC STT-7	
Jrk.nr.	Proovi nr.	*Hg mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Pb mg/kg	Jrk.nr. Proovi nr.
1	I-1	0.006	0.087		26.1	61 VIII-2
2	-2	0.028	0.136		22.1	62 -3
3	-3	0.011	0.377		22.1	63 -4
4	-4	0.021	0.112		22.1	64 -5
5	-5	0.023	0.072		19.7	65 -6
6	-6	0.017	0.135		40.9	66 -7
7	-7	0.020	0.124		20.8	67 -8
8	-8	0.028	0.126		23.4	68 -9
9	-9	0.024	0.105		24.1	69 IX-1
10	-10		0.361		24.1	70 -2
11	-11		0.205		20.8	71 -3
12	II-1		0.109		27.8	72 -4
13	-2		0.122		21.0	73 -5
14	-3		0.116		22.7	74 -6
15	-4		0.074		23.4	75 -7
16	-5		0.205		23.4	76 -8
17	-6		0.098		22.1	77 X-1
18	-7		0.268	40.8	28.8	78 -2
19	-8		0.115	23.0	17.1	79 -3
20	III-1		0.177		40.4	80 -4
21	-2		0.134		17.1	81 -5
22	-3		0.139		17.1	82 -6
23	-4		0.119		17.1	83 -7
24	-5		0.078		37.5	84 -8
25	-6		0.105		31.6	85 -9
26	-7		0.102		18.5	86 XI-1
27	-8		0.190		18.5	87 -2
28	IV-1		0.079		22.9	88 -3
29	-2		0.223		20.0	89 -4
30	-3		0.390		20.0	90 -5
31	-4		0.245		20.0	91 -6
32	-5		0.098		22.9	92 -7
33	-6		0.356		22.9	93 -8
34	-7		0.326		22.9	94 -9
35	-8		0.270		20.0	95 XII-1
36	V-1		0.115		20.0	96 -2
37	-2		0.108		22.9	97 -3
38	-3		0.177		22.9	98 -4
39	-4		0.134		20.0	99 -5
40	-5		0.087		22.9	100 -6
41	-6		0.133		20.0	101 -7
42	-7		0.139		25.8	102 -8
43	-8		0.109		20.0	103 XIII-1
44	VI-1	0.007	0.074		21.5	104 -2
45	-2	0.009	0.115		30.2	105 -3
46	-3	0.020	0.156		20.0	106 -4
47	-4	0.021	0.164		20.0	107 -5
48	-5	0.005	0.060		20.0	108 -6
49	-6	0.006	0.072		20.0	109 -7
50	-7	0.016	0.126		30.2	110 -8
51	-8	0.024	0.109		20.0	111 I-12
52	VII-1		0.114		20.0	112 -13
53	-2		0.100		20.0	113 II-9
54	-3		0.128		20.0	114 -10
55	-4		0.087		17.1	115 -11
56	-5		0.108		17.1	116 V-9
57	-6		0.093		13.9	117 -10
58	-7		0.121		17.6	118 VI-9
59	-8		0.092		14.9	119 -10
60	VIII-1		0.203		16.7	120 X-10
Määramise al.päär		0.001	0.04	4.00	2.00	
						0.001 0.04 4.00 2.00

* tähistatud määrangud ei kuulu akrediteeritud meetodite alasse.

Analüütik: Svetlana Safonova

Mare Kalkun

labori juhataja

**EESTI GEOLOOGIAKESKUSE TEADUSNÕUKOGU ISTUNGI
PROTOKOLL nr. 51**

Tallinn

19.12.2002.a.

Osalesid

Nõukogu liikmed: Vello Klein (esimees), Jaan Kivisilla (aseesimees), Mare Kukk, Aivar Pajupuu ja Maire Sakson (sekretär)

Margit Enel, Krista Täht, Valter Petersell, Tiit Mardim, Sten Suuroja, Kalle Suuroja, Janne Tamm, Ene Tammiste, Eriina Morgen, Rein Perens, Katrin Kaljuläte, Tiina Vahtra, Kuldev Ploom, Aadu Talpas, Helle Perens

Hendrik Puhkim, Maanteeameti välisoslusega projektide osakonna peaspetsialist

Päevakord: lepingulise töö "Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa maanteeäärse pinnase raskemetallidega saastatuse taseme selgitamine" läbivaatamine

Projektijuht: Margit Enel

Tellija: Maanteeamet

Arutelu: kuulati ära Margit Eneli ülevaade tehtud tööst. Töö eesmärgiks oli transpordivahendite poolt viimase aastakümnete jooksul põhjustatud Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa trassiäärse pinnase raskemetallidega (Pb, Cd ja Hg) saastatuse taseme uurimine. Analüüsiti 120 pinnaseproovi 13-lt maanteega risti rajatud profiililt. Saadud tulemused näitasid, et saaste on mõnevõrra intensiivsem teekurvidel ning ristteede läheduses. Kõikidel juhtudel jääb Pb ja Cd sisaldus madalamaks Eestis kehtestatud sihtarvust. Kõik määratud Hg ja Cr sisaldused jäävad allapoole Eesti pinnase liivadel ja moreenil kujunenud huumushorisoni keskmisest sisaldustest ja varieeruvad nende valdavate sisalduste piires.

Tellija esindaja arvamus aruande kohta on kiitev. Töö on tehtud kooskõlas lähteülesandega ja püstitatud eesmärk on täidetud.

Arvamusi avaldasid ja küsimusi esitasid Kuldev Ploom, Jaan Kivisilla ja Vello Klein.

Otsustati:

- lugeda töö edukalt lõpetatuks, peale korrektuuri tegemist anda tellijale ja Eesti Geoloogiakeskuse Fondi.



Vello Klein
esimees



Maire Sakson
sekretär