

**AS TEEDE TEHNOKESKUS
PMS GRUPP**

***1995-2000 aastal ehitatud katete
seisukorra analüüs***

LÕPPARUANNE



**Tallinn
2001**

1995-2000 aastal ehitatud katete seisukorra analüüs

LÕPPARUANNE

Projektijuht: PMS grupp
AS Teede Tehnokeskus



SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
ÜLDIST	5
UURITUD SEOSSED	9
I Ehitaja – teekatte defektid	9
II Ehitusaasta – teekatte defektid	19
III Ehitusaeg – teekatte defektid	25
IV Kandevõime – teekatte defektid	30
V Kraavide olemasolu(puudumine) – teekatte defektid	34
VI Liiklussagedus – teekatte defektid	38
VII Materjal – teekatte defektid	43
VIII Segu valmistaja – teekatte defektid	51
IX Kasutatud töömeetodid – teekatte defektid	59
X Veokaugus – teekatte defektid	65
XI Liiklussagedus – roopa sügavus (+aeg)	68
XII Teekatte tüüp – roopa sügavus (+aeg)	70
XIII Vajalik kandevõime – tegelik kandevõime	72
XIV Ehitajad – teekatte tasasus	77
XV Kasutatud töömeetod – teekatte tasasus	81
XVI Teekatte tasasuse areng	85
XVII Liiklussagedus (+aeg) – teekatte tasasus	90
XVIII Katendi pealmise kihi (PEALIS1) paksus – ehitaja – ehitusaasta	93
XIX Tehtud tööd pärast ehitust (TTPE)	101
KOKKUVÕTTEKS	103
ETTEPANEKUD	107

LISA 1. Nimekiri analüüsitud objektidest

LISA 2. Analüüsis kasutatud lühendid ja nende selgitused

LISA 3. Tehtud tööd pärast ehitust, nende mahud ning maksumused

LISA 4. Tehtud tööd pärast ehitust ja ehitajad



SISSEJUHATUS

Teekatete seisukorrast ja selle arengust on räägitud läbi aegade ja alati on see suuremal või vähemal määral probleeme ning diskussioone tekitanud. Viimase 5-6 a. jooksul on aga esinenud mitmeid juhtumeid, kus just üsna uute taastatud teekatete seisukord on kiiresti halvenenud, mis omakorda on tinginud nende teekatetele tunduvate lisakulutuste tegemise. Teadmata on aga otsesed põhjused, miks need teekatted on lagunened ja tegelikult puudus Maanteeametil seni ka ülevaade viimase 5-6 aasta jooksul ehitatud/taastatud teekatete tegelikust seisukorrast ning selle arengust üldse.

Maanteeameti haldusalasse kuuluvad riigiasutused on käimasoleva reformi käigus muutumas senistest tootmisasutustest haldusfunktsioone täitvateks asutusteks. See tähendab, et väga tähtsaks muutub erinevate töövõtjate poolt tehtavate tööde üle kontrolli teostamine ehk kvaliteedijuhtimine. Maanteeameti kliendid, ehk teedekasutajad, on samas muutumas järjest nõudlikumaks, mis tähendab, et võimalikele ebaõnnestumistele teekatete taastamisel hakatakse avalikkuse poolt järjest rohkem tähelepanu pöörama.

Antud aruanne on uurimistöö *“1995-2000 aastal ehitatud katete seisukorra analüüs”* lõpparuandeks. Uurimistöö eesmärgiks oli saada vastuseid Maanteeametilt huvitavatele küsimustele, ehk mis põhjustab suhteliselt uute teekatete lagunemise ja mida peaks tulevikus teisiti tegema, milline on nende teekatete seisukord kokkuvõttes ning kuidas arenevad ajas erinevad teekatte seisukorda iseloomustavad parameetrid. Uurimistöö põhineb eraldi selle töö jaoks koostatud mahukal andmebaasil *“Andmebaas 1995-2000 aastal ehitatud katted”*.

Uurimistöö vastutav teostaja on AS Teede Tehnokeskus, koostööpartnerina osales OÜ Roneco. Uurimistöö erinevatel etappidel osalesid selle tegemisel teedela spetsialistid Tiit Kaal, Egon Horg, Jaan Ingermaa, Lauri Beilman, Veiko Nõlvak, Elmar Aruja ja Maret Jentson.

Seni pole Eestis analoogses mahus teekatete seisukorra erinevate parameetrite muutumise põhjuste alaseid uurimistöid läbi viidud. Uurimistöö teostajad ei arva, et



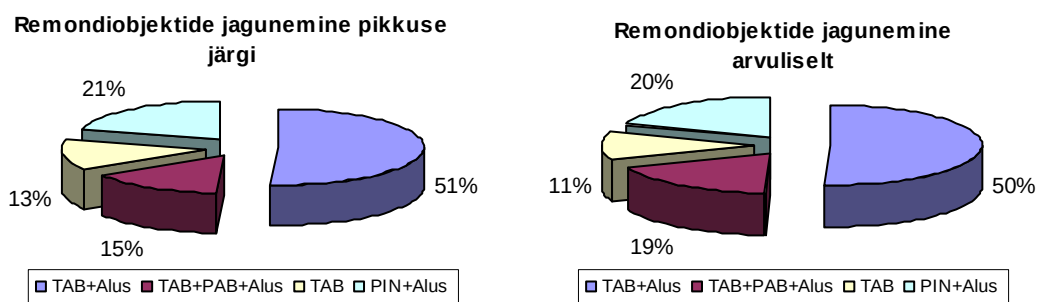
selle aruandega saaks vastuse kõigile küsimustele ning seega ei ole uurimistöö selles valdkonnas kindlasti viimane. Loodetavasti avab see uurimistöö uue peatüki Maanteeameti uurimis- ja arendustööde poliitikas ning juba lähemas tulevikus käivituvad uued ja detailsemad uurimisprojektid.



ÜLDIST

Lähteandmed

Uurimistöö “1995-2000 a. ehitatud katete seisukorra analüüs” hõlmab viimase kuue aasta jooksul remonditud või taastatud 92-e erinevat tee-ehitusobjekti (LISA 1) kogupikkusega 591 km. Uuritud remondiobjektide jagunemine rakendatud töömeetodite alusel on toodud graafikul 1.



Graafik 1. Uurimistööga hõlmatud remondiobjektide jagunemine protsentuaalselt rakendatud töömeetodi alusel

Kuigi uurimistöös kasutatud remondiobjektide arv (92 tk) tundub suurena, siis esines siiski olukordi, kus pärast remondiobjektide jagamist alamgruppidesse jäi mõnda gruppi ainult mõni üksik remondiobjekt. Selleks oli põhiliselt kaks põhjust. Esiteks puudusid seda remondiobjekti kirjeldavad andmed andmebaasist ja teiseks oli selle alamgrupi kirjeldusele vastavaid objekte andmebaasis vähe.

Kokku on ajavahemikul 1995-2000 a. remonditud või taastatud maanteid Maanteeregistris (seisuga 01.01.01) sisalduvate andmete alusel 902 km, mis moodustab umbes 10 % kogu kattega maanteevõrgust. Seega moodustavad uurimistööga hõlmatud remondiobjektid 2/3 seni tehtud tööde kogumahust ja 6 % kogu kattega maanteevõrgust. Antud maht peaks olema piisav usaldatavate üldiste järelduste tegemiseks kõigi selle ajavahemiku remondiobjektide teekatete seisukorra arengu kohta. Samas ei saa analüüsi käigus saadud tulemusi üldistada kogu maanteevõrgule.



Uuritud seoste esitusviis

Antud aruandes uuritud seoste lähteandmed on pärit andmebaasist *“Andmebaas 1995-2000 a katete seisukord”*. Selgitused antud andmebaasi kogutud andmete kohta on toodud aruandes *“Andmebaas 1995-2000 a. ehitatud katete ja nende seisundi kohta”*, Tallinn 2001.

Uuritud seosed hõlmavad kasutatud andmebaasi andmetest seda osa, kus andmed olid usaldatavad või keskmiselt usaldatavad. Vähe usaldatavaid andmeid seoste uurimisel kasutatud ei ole, kuna sellisel juhul on ka uurimistulemused mitte usaldatavad.

Aruandes on uuritud seosed toodud peatükkide kaupa ja iga uuritud seost on vaadeldud eraldi, erinevaid seoseid omavahel ühendatud ei ole. Uuritud seos võib jaguneda omakorda alamseosteks. Uuritud seose kohta on välja toodud:

- seose uurimise eesmärk;
- kasutatud remondiobjektide objektide maht;
- kasutatud remondiobjektide jagunemine alamgruppideks;
- analüüsi kirjeldus;
- analüüsi tulemused;
- analüüsi käigus esile kerkinud võimalikud probleemid;
- ettepanekud edaspidise töö kohta.

Aruande lõpus on toodud üldine kokkuvõte tehtud tööst ning välja toodud esile kerkinud probleemid ja ettepanekud edaspidisteks uurimistöödeks. Aruande lisades 2 ja 3 on toodud seoste kirjeldamise juures kasutatud erinevad koodid ja lühendid.

Seoste kirjeldamisel kasutatud andmete aritmeetilised keskmised väärtused on arvutatud andmebaasis sisalduvate üksikute 100 meetriste teelõikude andmete alusel.



Selgitused teekatte defektidega seotud seoste kohta

Teekatte defektidega seotud seoste kohta on järgnevalt toodud üldised selgitused, mis hõlmavad kõiki vastavaid seoste peatükke.

Kevadel teostatava defektide inventeerimise käigus loendatakse teekattel esinevad erinevad defektid. Kogutud defektide põhjal arvutatakse vastava valemi abil teekatte seisukorda iseloomustav suurus – defektisumma (DS). Defektisumma arvutamise valem on järgmine:

$$DS = (5 \times 0,5 \times P\ddot{O}IK + 0,5 \times KPIKI + 1,0 \times LPIKI + 0,1 \times KVUUK + 0,5 \times LVUUK + 1,0 \times V\ddot{O}RK + 1,0 \times AUK + 1,0 \times MUREN + 0,2 \times SERV) \times 100 / (SLAI \times 100 \text{ m}), \quad \%$$

Antud valemis kasutatud tunnuste selgitus on toodud tabelis 1. Kõik inventeerimise käigus kogutud defektid summeeritakse 100 m teelõigule ja jagatakse vastava teelõigu pindalale, lähtudes selle teelõigu sõidutee laiuselt. Kordaja defektisumma (DS) valemis näitab selle defekti suhtelist tõsidust, ehk ta eeldatavat mõju teekatte seisukorrale ja selle arengule.

Tabel 1. Defektid, nende ühikud ja kordajad DS valemis

Lühend	Selgitus	Ühik / 100 m	Kordaja DS valemis
PÕIK	Põikpragude arv	tk	0,5
KPIKI	Kitsa pikiprao pikkus	m	0,5
LPIKI	Laia pikiprao pikkus	m	1,0
KVUUK	Kitsa vuugiprao pikkus	m	0,1
LVUUK	Laia vuugiprao pikkus	m	0,5
VÕRK	Võrkprao esinemise ala suurus	m ²	1,0
AUK	Löökaukude arv	tk	1,0
MUREN	Murenemise esinemise ala suurus	m ²	1,0
SERV	Serva defekti esinemise pikkus	m	0,2
SLAI	Sõidutee laius	m	-



Defektide täpsem kirjeldus on toodud defektide inventeerimise juhendis ja ka aruandes *“Andmebaas 1995-2000 a. ehitatud katete ja nende seisundi kohta”*, Tallinn 2001.

Seoste kirjeldamiseks toodud graafikutel on erinevad defektid toodud nende originaalühikutes.

Uuritud seoste kirjeldamisel kasutatud mõistete selgitused

Täitedokumentatsioon – ehituse või remondi käigus täidetavad dokumendid – kaetud tööde aktid ja nende juurde kuuluvad igasugused õiendid, ehitusobjekti päevikud, materjalide sertifikaadid, koosolekute protokollid, objekti vastuvõtuaktid.

Tunnused on uurimisobjektide vaadeldavad omadused. Tunnus *varieerub*, kui ta esineb objektidel erineval määral.

Põhitee on mõiste, mida kasutatakse uurimistöös kasutatud andmebaasi teatud tunnuste defineerimise juures. Põhitee on ehitatud või renoveeritud teelõigu üks põhinäitajatest. Põhitee pikkus on võrdne vaadeldava maantee pikkusega ja tal on konstantne, põhiline laius. Teisisõnu, põhitee laiuse juures ei arvestata ei laienduste, teepäraldiste ega mahasõitudega. Põhitee nimetust ei tohi segi ajada Teeseaduses oleva põhimaantee definitsiooniga.

Teelõik – kuni 100-meetri pikkune maantee osa.

Objekt – tähendab nii tee-ehituse kui ka remondi objekti. Ühe objekti moodustavad üksteise järel asetsevad teelõigud.



UURITUD SEOS

I Ehitaja – teekatte defektid

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda teekatte defektide arenemise sõltumist teekatte pealmise kihi paigaldajast. Analüüsi tegemiseks on uuritud kõiki andmebaasis leiduvat 92 objekti. Kasutatud on 90 objekti andmeid ja andmed on usaldatavad.

Ehitajate kaupa on teekatete osas objektid jaotatud esmalt viide alamgruppi:

- **TAB16II+BS32** (pealne kiht tihe asfaltbetoon mark TAB16II või TAB12II + bituumeniga stabiliseeritud alus) – 40 objekti;
- **TAB12I(16I)+PAB** (pealne kiht tihe asfaltbetoon mark TAB12I või TAB16I + alumine kiht poorsest asfaltbetoonist mark PAB16A või PAB32) – 23 objekti;
- **TAB16II(12II)** (tihe asfaltbetoon margiga TAB16II või TAB12II) – 10 objekti;
- **PIN+BS32** (pinnatud bituumeniga stabiliseeritud kate) – 11 objekti;
- **PIN+MSE20A** (pinnatud mustsegu) – 6 objekti.

Defektide andmed on jaotatud teekatte vanuse järgi, mis antud teekattel oli defektide inventeerimise ajal. Enamuse objektide kohta oli kasutada kahe või kolme defektide inventeerimise tulemusi. Kuna defekte inventeeritakse reeglina üle ühe aasta on otstarbekas ka andmeid ajaliselt sama intervalliga jaotada:

- **EHIT** – kohe pärast katte ehitust (eeldatakse, et defekte ei esine);
- **1-2A** – defektide inventeerimise kuupäev 1-2 aastat peale katte ehitust;
- **3-4A** – defektide inventeerimise kuupäev 3-4 aastat peale katte ehitust;
- **5-6A** – defektide inventeerimise kuupäev 5-6 aastat peale katte ehitust;

Järgnevalt on toodud erinevate defektitüüpide ja defektisumma arenemine ajas eespool nimetatud viie kattegrupi objektidel.

1. Alamgrupp TAB16II+BS32

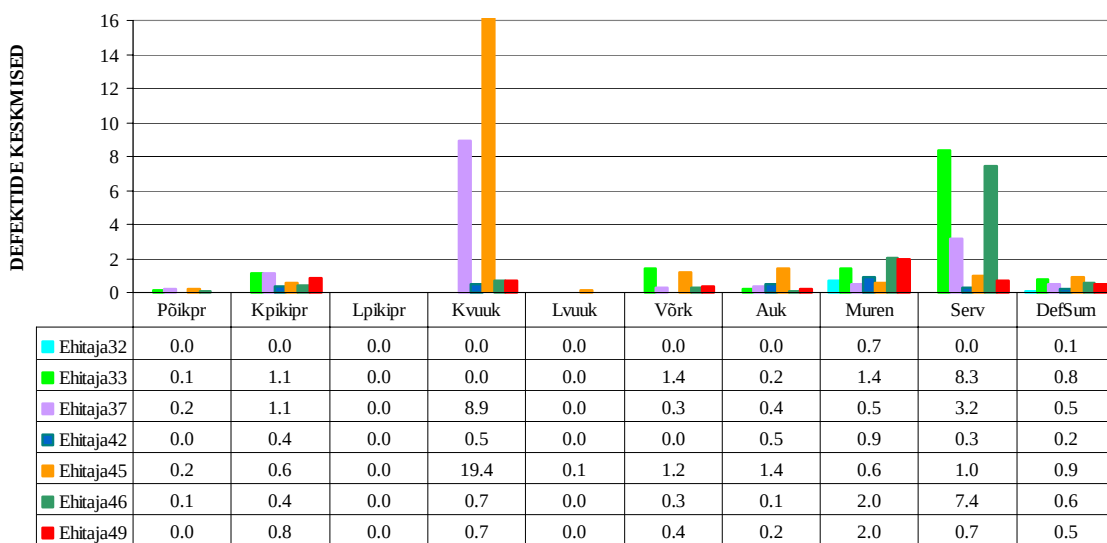
TAB16II+BS32 tüüpi teekatete puhul on võrdluses kasutatud seitsme ehitaja kokku 40 objekti andmeid:

- Ehitaja 32 – 3 objekti
- Ehitaja 33 – 3 objekti
- Ehitaja 37 – 10 objekti



- Ehitaja 42 – 2 objekti
- Ehitaja 45 – 12 objekti
- Ehitaja 46 – 6 objekti
- Ehitaja 49 – 4 objekti

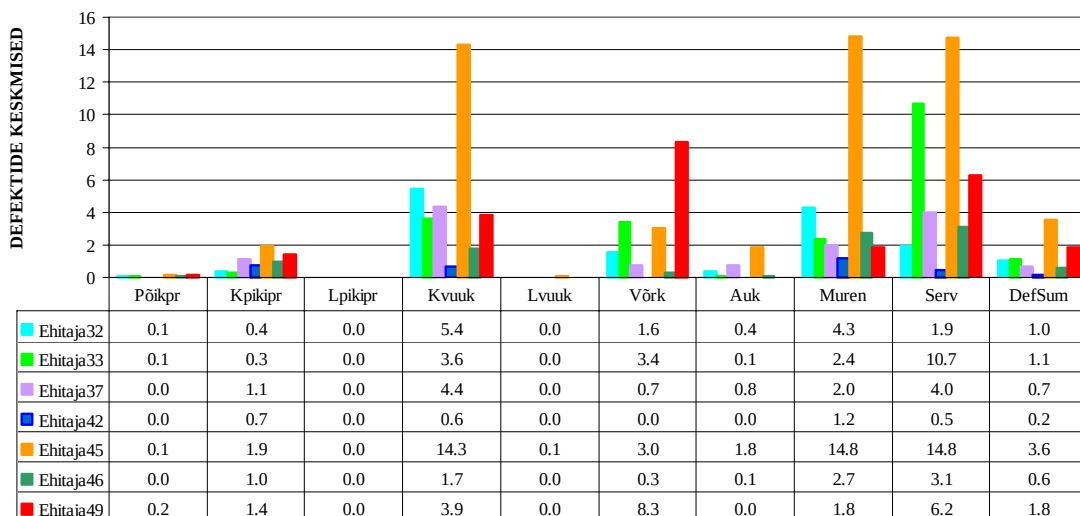
**TAB16II+BS32 1-2A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTIID SÖLTUVALT E HITAJAST**



DEFEKTIITÜÜP

Graafik I-1.

**TAB16II+BS32 3-4A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTIID SÖLTUVALT E HITAJAST**



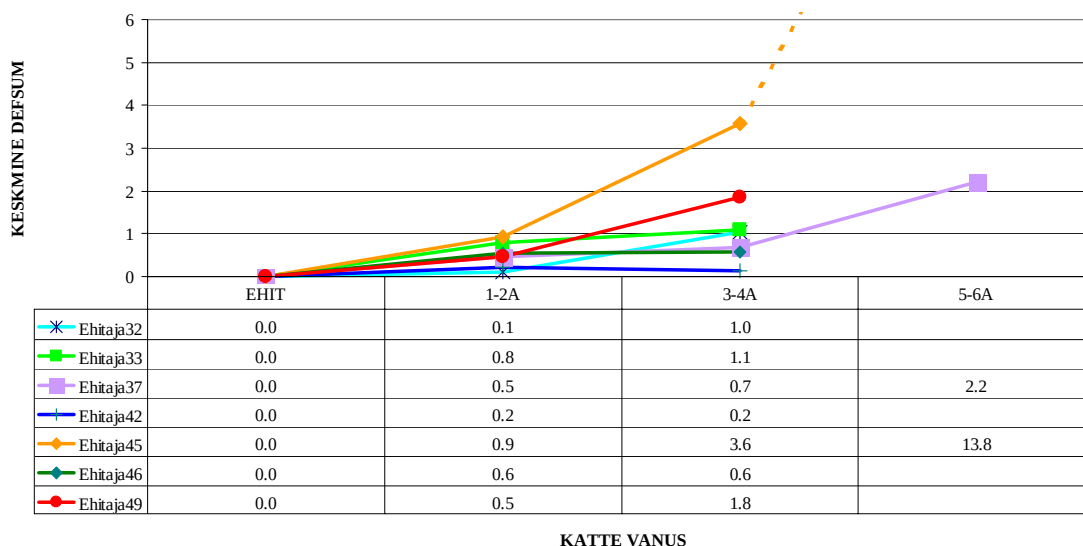
DEFEKTIITÜÜP

Graafik I-2



Graafikutelt I-1 ja I-2 on näha, et TAB16II+BS32 kattegrupis paistab halvas mõttes silma ehitaja 45, kelle tehtud objektidel on keskmisest rohkem kitsast vuugipragu, murenemist ja servadefekti. Võrkpragu on teistest rohkem ehitajal 49. Samas on ka kõigi teiste ehitajate poolt ehitatud teekatetel defektid üsna kiiresti arenema hakanud. Juba 1-2 aastat peale katte ehitamist esineb praktiliselt kõiki defekte (loomulikult välja arvatud laiad praod). 3-4 aastat peale ehitamist on kõik defektid juba selgelt nähtavad. Ainuke positiivne erand selles suhtes on ehitaja 42, kelle poolt ehitatud katetel ka 3-4 aastat peale katte valmimist on defekte arenenud väga vähe.

**TAB16II+BS32
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT EHITAJAST**



Graafik I-3

Vaadates defektisumma arengu tabelit graafikult I-3 on näha, et ehitajal 45 on defektisumma areng teistest ehitajatest märgatavalt kiirem (5-6A peale ehitust on ehitajal 45 küll ainult ühe objekti andmed). 3-4 aastat peale katte ehitust on defekte kaks korda rohkem, kui järgmisel ehitajal. Probleemsuselt järgmine on ehitaja 49 tänu eelkõige teekattel esinevale suuremale võrkprao osakaalule. Teistel on defektisumma areng suhteliselt aeglane ja ühtlane. Parimat tulemust näitab ehitaja 42.

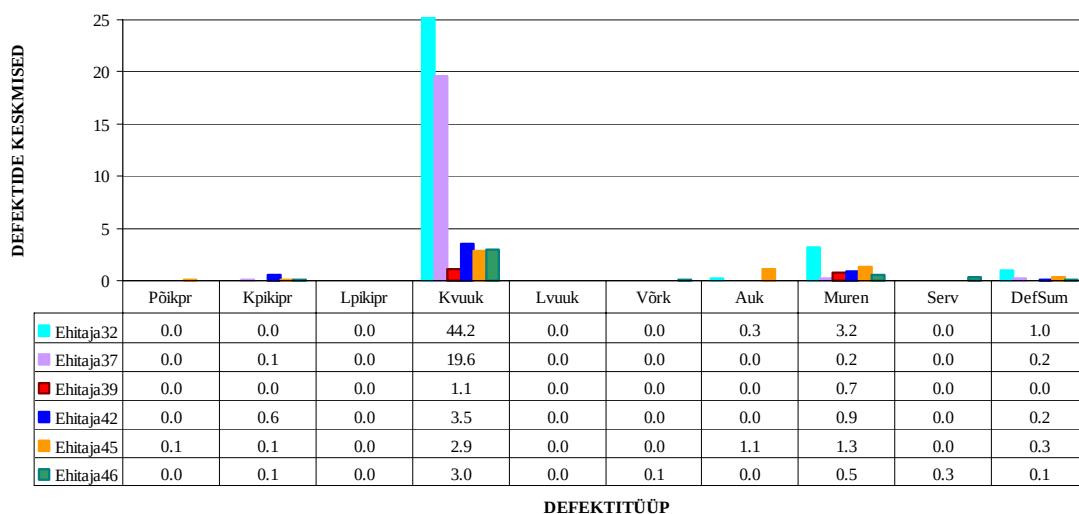
2. Alamgrupp TAB12I(16I)+PAB

TAB12I(16I)+PAB teekatete puhul on võrdluses kasutatud kuue ehitaja kokku 23 objekti andmeid:



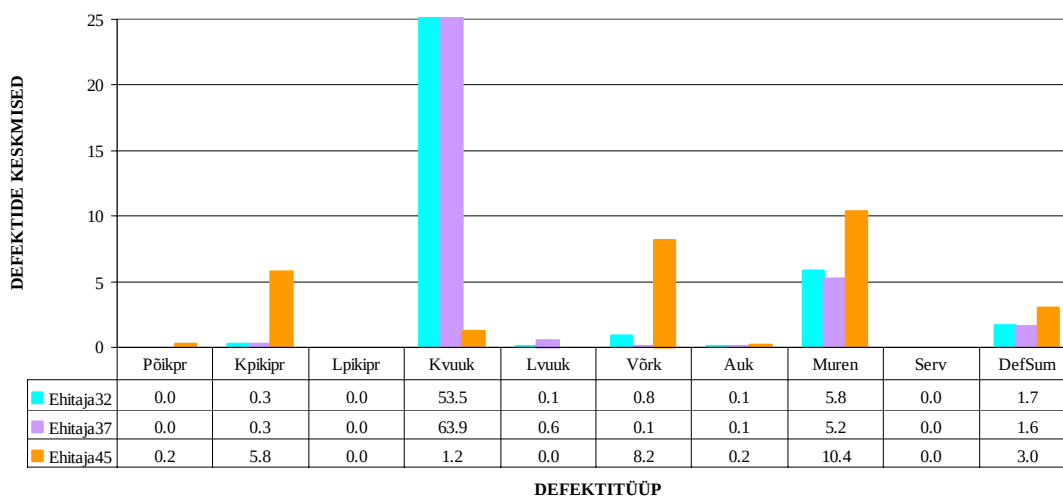
- Ehitaja 32 – 2 objekti
- Ehitaja 37 – 1 objekt
- Ehitaja 39 – 1 objekt
- Ehitaja 42 – 3 objekti
- Ehitaja 45 – 11 objekti
- Ehitaja 46 – 5 objekti

**TAB12I(16I)+PAB1-2A PEALE KATTE EHTUST
DEFEKTID SÕLTUVALT EHITAJAST**



Graafik I-4

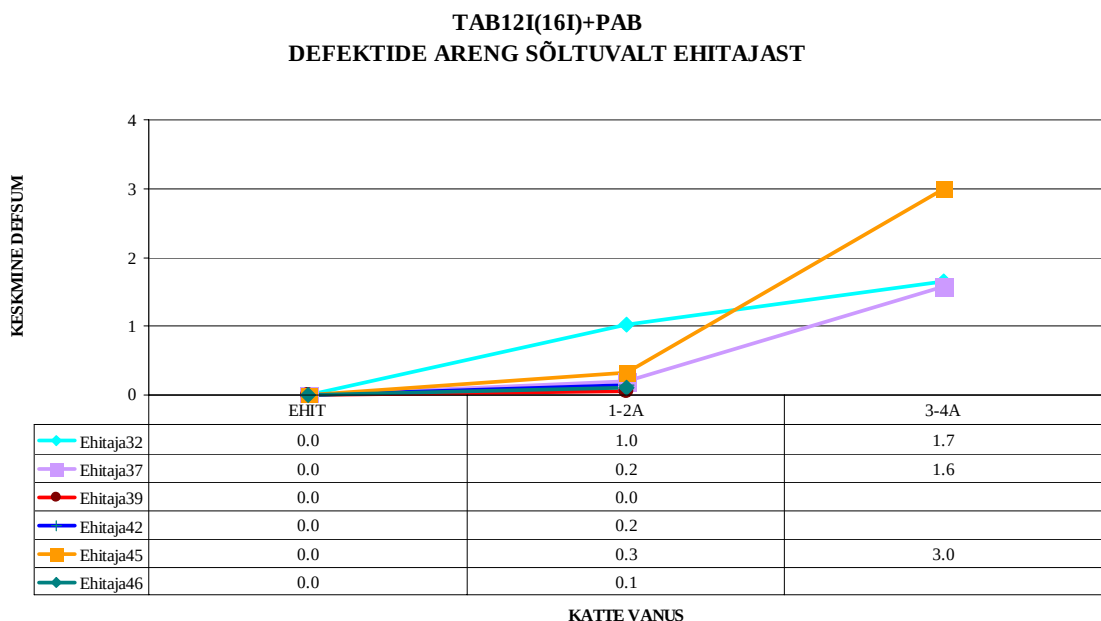
**TAB12I(16I)+PAB 3-4A PEALE KATTE EHTUST
DEFEKTID SÕLTUVALT EHITAJAST**



Graafik I-5



TAB12I(16I)+PAB kattegrupis on kitsast vuugipragu teistest rohkem ehitajate 32 ja 37 objektidel. 1-2 aastat peale ehitamist (graafik I-4) on murenemist rohkem ehitajal 32, kuid 3-4 aastat peale ehitamist (graafik I-5) on murenemise areng olnud kiirem ehitajal 45. 3-4 aastat peale ehitust on defektide andmeid küll vähe, kuid olemasolevate andmete põhjal on ehitajal 45 kõige rohkem ka kitsast pikipragu ja võrkpragu.



Graafik I-6

Vaadates graafikut I-6 on näha, et 1-2 aastat peale teekatte ehitust on defektide areng (defektisumma) olnud teistest kiirem ehitajal 32, kuid hiljem on areng kiirem ehitajal 45. Teiste ehitajate poolt ehitatud katetel on defektide areng väga aeglane. Kuna kahekihilised asfaltbetoonkatted, mida antud uuringus käsitletakse on ainult 1-3 aastat vanad, siis ei ole defektide areng pikemas perspektiivis selgelt jälgitav.

3. Alamgrupp TAB16II(12II)

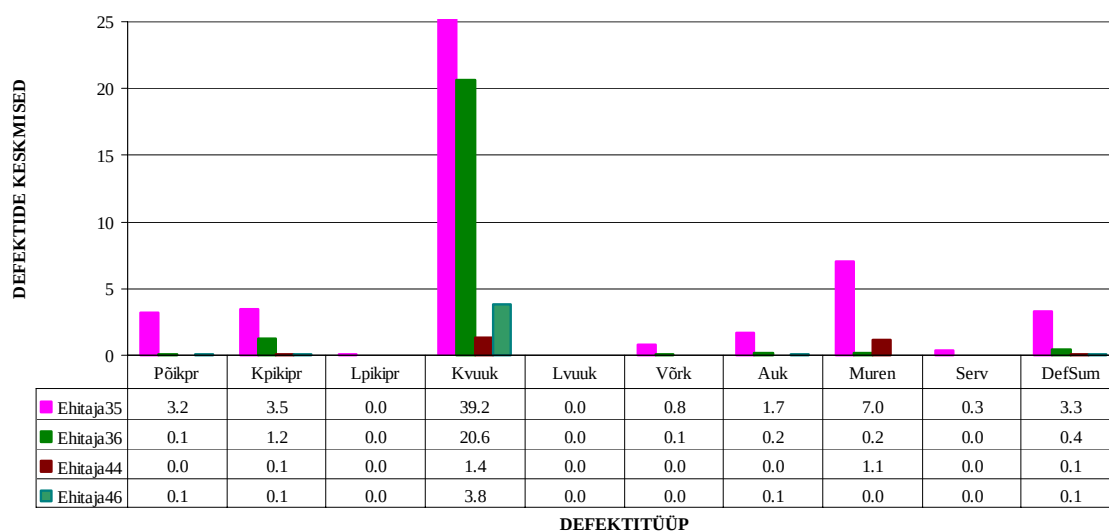
TAB16II(12II) teekatete puhul on võrdluses kasutatud nelja ehitaja kokku 10 objekti andmeid:

- Ehitaja 35 – 4 objekti
- Ehitaja 36 – 3 objekti
- Ehitaja 44 – 2 objekti
- Ehitaja 46 – 1 objekt



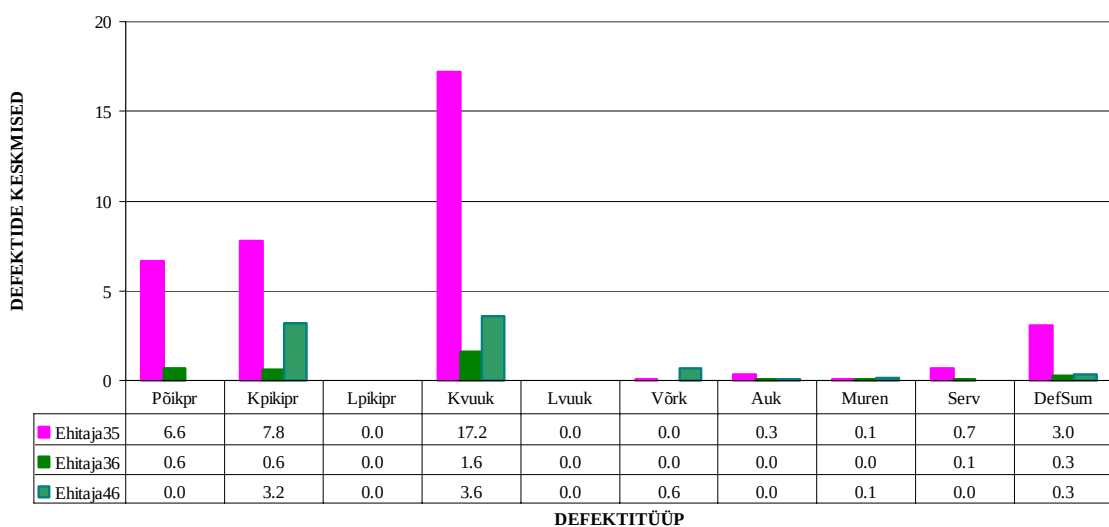
Nagu graafikutelt I-7 ja I-8 on näha, on TAB16II(12II) kattegrupi puhul teistest rohkem defekte ehitajal 35. Vuugipragu on palju 1-2 aastat peale ehitust ka ehitajal 36. Antud kattegrupis on eriolukord selles suhtes, et enamuse teekatteid on pinnatud kaks aastat peale katte ehitust ja pärast pindamise tegemist inventeeritud defekte ei ole analüüsi

**TAB16(12)II 1-2A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTID SÕLTUVALT EHITAJAST**



Graafik I-7

**TAB16(12)II 3-4A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTID SÕLTUVALT EHITAJAST**

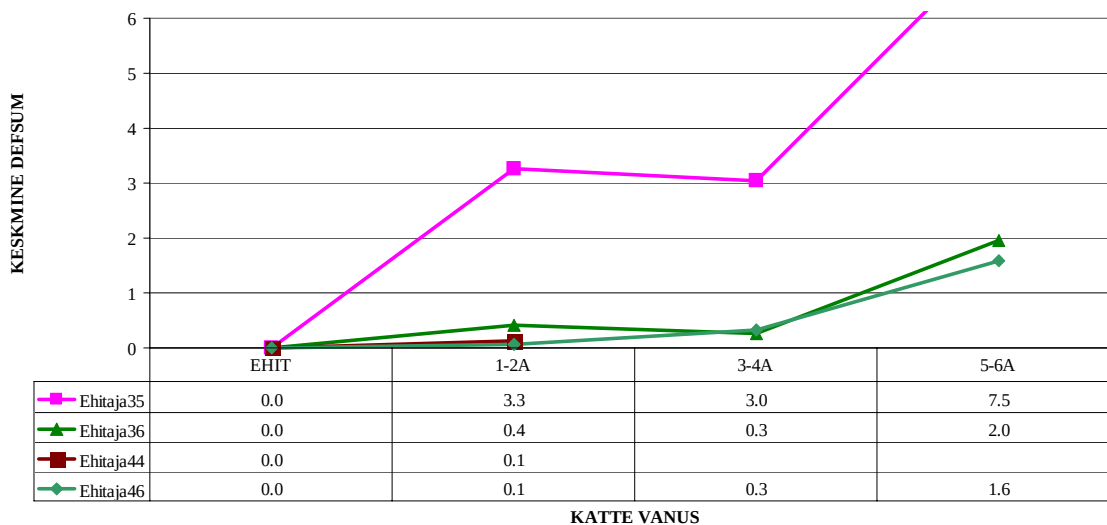


Graafik I-8



tegemisel välja jäetud (nagu on tehtud teistel kattegruppidel). Selle tõttu on ka 3-4 aastat peale katte ehitust vähe võrkpragu, auke ja murenemist. Samas on näha, et pindamine ei ole eriliselt takistanud põikprao ja kitsa pikiprao teket ning arengut, mis on antud kattegrupi puhul tingitud ilmselt paigaldatud uue katte alla jäänud vana teekatte defektidest.

TAB16(12)II
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT EHITAJAST



Graafik I-9

Graafikult I-9 on selgelt näha, et defektisumma areng on teistest tunduvalt kiirem ehitajal 35. Põhiliselt on see tingitud selle ehitaja objektidel esinevate põik- ja pikipragude kiirest arengust.

4. PIN+BS32

PIN+BS32 teekatete puhul on kasutatud kolme ehitaja kokku 11 objekti andmeid:

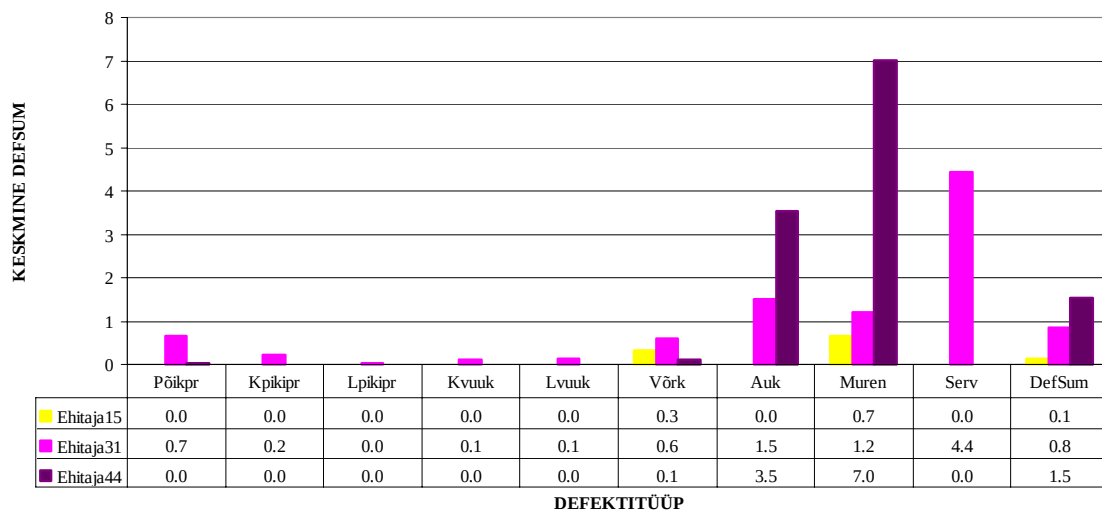
- Ehitaja 15 – 1 objekt
- Ehitaja 31 – 7 objekti
- Ehitaja 44 – 3 objekti

Analüüsi tulemustest (graafik I-10) on näha, et esimese kahe aasta jooksul tekib tõsisemaid defekte (augud ja murenemine) kõige rohkem ehitaja 44 poolt tehtud teekatetel. Ka ehitaja 31 poolt tehtud teekatetel esineb defekte üsna palju. Ehitaja 31 puhul on huvitav see, et praktiliselt kõik defektid on hakanud arenema üsna ruttu.



Üldiseks probleemiks selle kattegrupi puhul on analüüsiga hõlmatud andmete vähesus. Objektide arv on erinevatel ehitajatel väga ebaühtlane.

**PIN+BS32 1-2A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTID SÕLTUVALT EHITAJAST**



Graafik I-10

Bituumeniga stabiliseeritud kattega objektide võrdluses (graafik I-11) on defektid kiireima arenguga ehitajal 44. Põhilisteks defektideks, mis määravad suurema defektsuse on ehitajal 44 augud ja murenemine. Defektsumma 3-4 aastat peal ehitust on üldiselt madal, kuna osadel objektidel on vahepeal tehtud pindamist või ribapindamist.

**PIN+BS32
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT EHITAJAST**



Graafik I-11

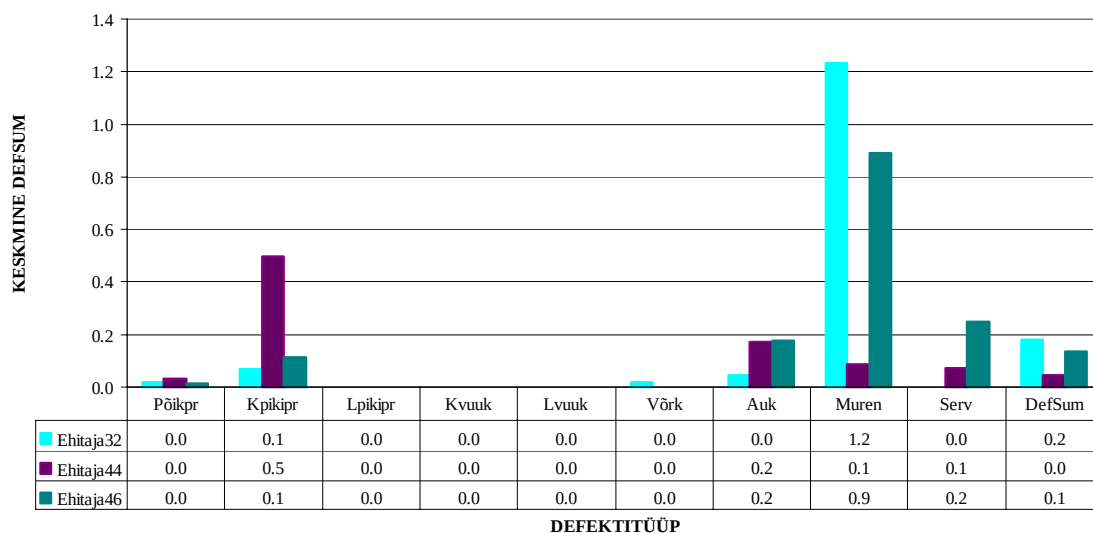


5. Alamgrupp PIN+MSE20A

PIN+MSE20A teekatete puhul on kasutatud kolme ehitaja kokku 6 objekti andmeid:

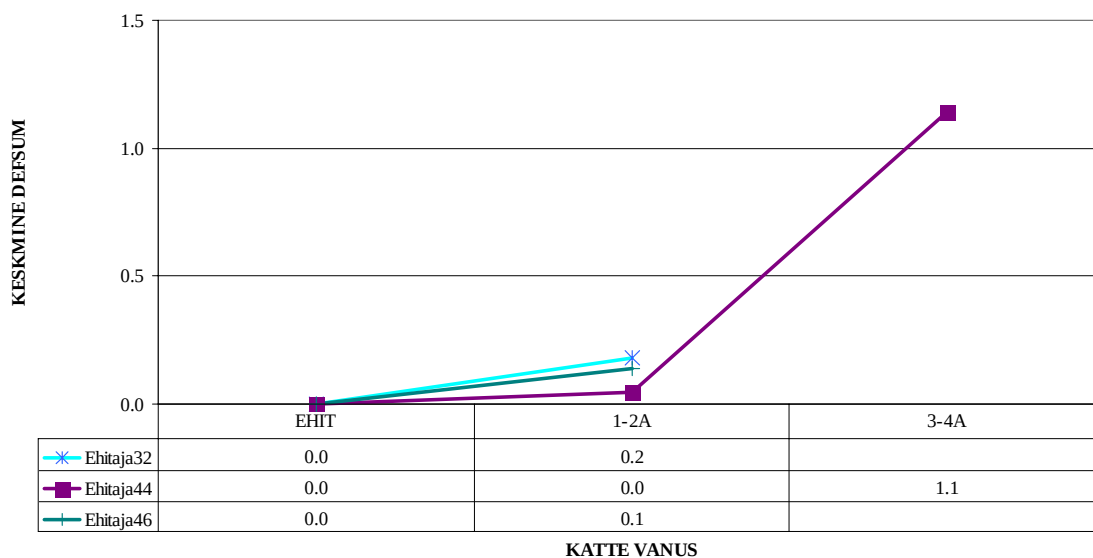
- Ehitaja 32 – 1 objekt
- Ehitaja 44 – 3 objekti
- Ehitaja 46 – 2 objekti

**PIN+MSE20A 1-2 A PEALE KATTE EHITUST
DEFEKTID SÕLTUVALT EHITAJAST**



Graafik I-12

**PIN+MSE20A
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT EHITAJAST**



Graafik I-13

PIN+MSE20A kattegrupis on katted vanuses 1-3 aastat, defekte esineb üsna vähe ning kõigil kolmel ehitajal on defektide areng üksteisele lähedal.



Kokkuvõtteks

Ühele graafikule ei saa kõiki ehitajaid kokku panna, kuna siis tulevad arvesse ka katte omapärast tulenevad defektid ning tulemused ei ole tingimata võrreldavad. Probleemiks antud võrdluses oli veel ka andmete vähesus või lühiajalisus mõnedes kattegruppides. See tähendab, et ehitusest on möödunud vähe aega ning defektide arengut on raske näha. Samuti on probleemiks see, et tehtud tööd pärast remonti on objektidel osaliselt fikseerimata (arvestatud on ainult pindamist ja ülekatteid). See muudab defektide arengu uurimise keeruliseks ning saadud tulemuste usaldatavuse väiksemaks.

Et saada antud seosest paremat pilti tuleks kindlasti jätkata defektide inventeerimist ning samal ajal ka koguda rohkem andmeid objektidel tehtud teiste remonttööde kohta.



II Ehitusaasta – teekatte defektid

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda erinevatel aastatel ehitatud teekatetel esinevaid erinevaid defekte ja nende arengut ajas. Analüüsi tegemiseks on kasutatud kõiki andmebaasis leiduvat 92 objekti. Andmed on usaldatavad.

Teekatete osas on remondiobjektid jaotatud kahte alamgruppi:

- **TAB** (pealmine kiht tihedast asfaltbetoonist) – 74 objekti;
- **PIN+BS32** (pinnatud bituumeniga stabiliseeritud kate või pinnatud mustsegu) – 18 objekti.

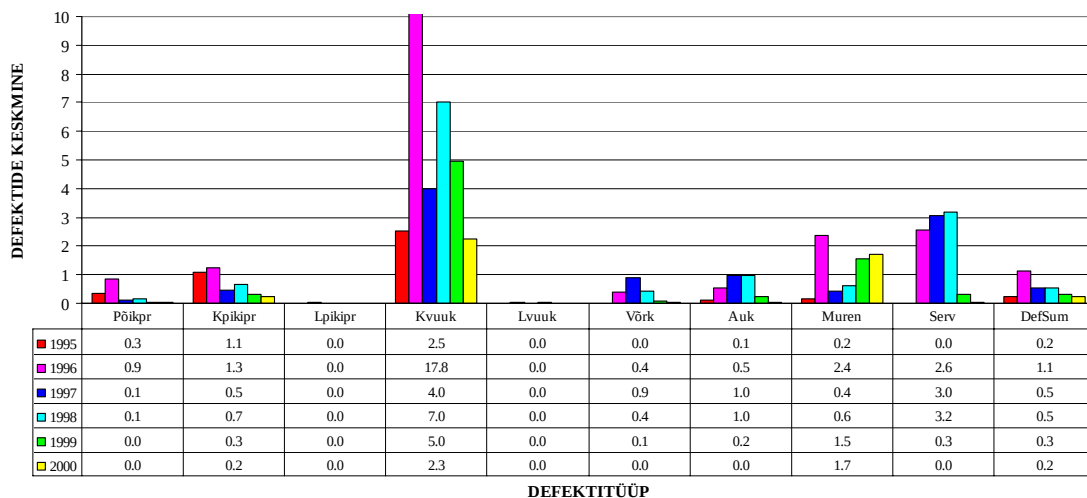
Andmed defektide kohta on jaotatud teekatte vanuse järgi, mis antud teekattel oli defektide inventeerimise ajal. Enamuse remondiobjektide kohta oli kasutada kahe või kolme defektide inventeerimise tulemusi. Kuna defekte inventeeritakse üle ühe aasta on otstarbekas ka andmed ajaliselt sama intervalliga jaotada:

- **EHIT** – katte ehituse aeg (eeldatakse, et defekte ei esine);
- **1-2A** – defektide inventeerimise kuupäev 1-2 aastat peale katte ehitust;
- **3-4A** – defektide inventeerimise kuupäev 3-4 aastat peale katte ehitust;
- **5-6A** – defektide inventeerimise kuupäev 5-6 aastat peale katte ehitust.

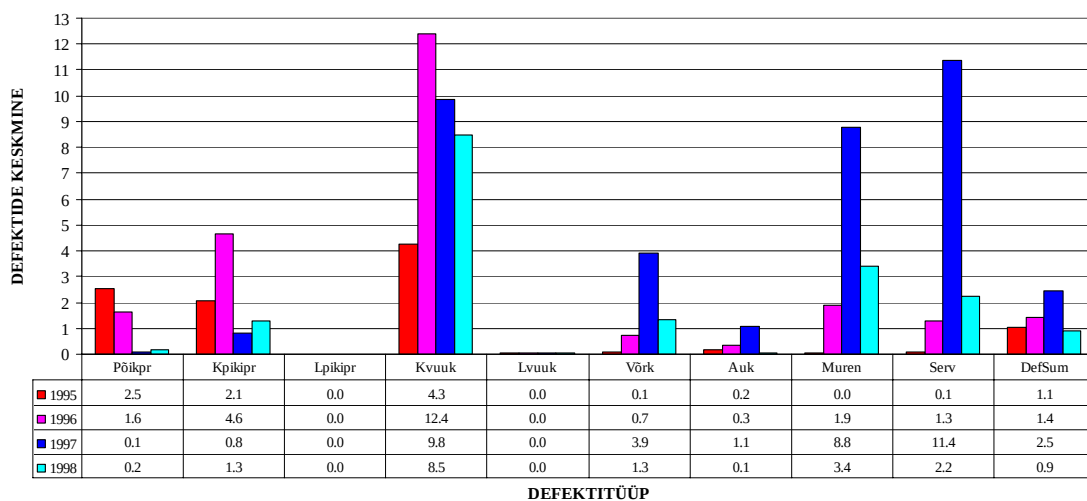
Järgnevatel on toodud erinevatel aastatel ehitatud teekatete defektitüüpide ning defektisumma võrdlus eelpool nimetatud kolmes vanusegrupis.

1. TAB katterühm

Graafikult II-1 on näha, et 1-2 aastat peale ehitamist on TAB katetel kõigi defektitüüpide osas näha enamuse defektide vähenemist välja arvatud murenemine. Toodud tulemuste põhjal on kõige suuremad probleemid 1996 aastal ehitatud katetel. Seejärel on tulemused aasta aastalt tasapisi paranenud. Ainukese erandi moodustab teekatte murenemine, mille hulk on vastupidiselt teistele defektidele pidevalt suurenenud. Antud defekt viitab sellele, et kasutatud TAB-segu kvaliteet on pidevalt kehvemaks läinud. Millest aga see tingitud on, vajab eraldi uurimist.

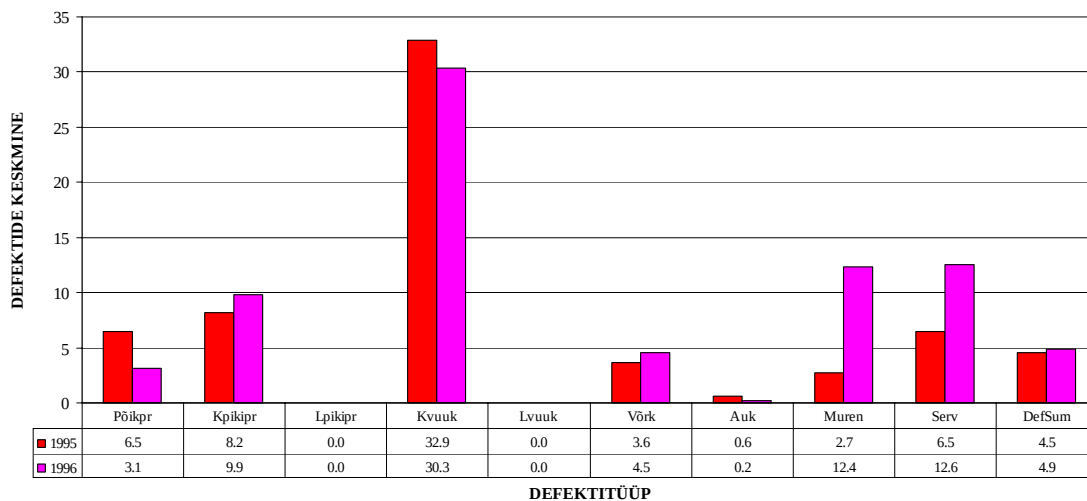
TAB DEFEKTID EBITUSAASTA JÄRGI
1-2 A PEALE EHITAMIST

Graafik II-1

TAB DEFEKTID EBITUSAASTA JÄRGI
3-4 A PEALE EHITAMIST

Graafik II-2

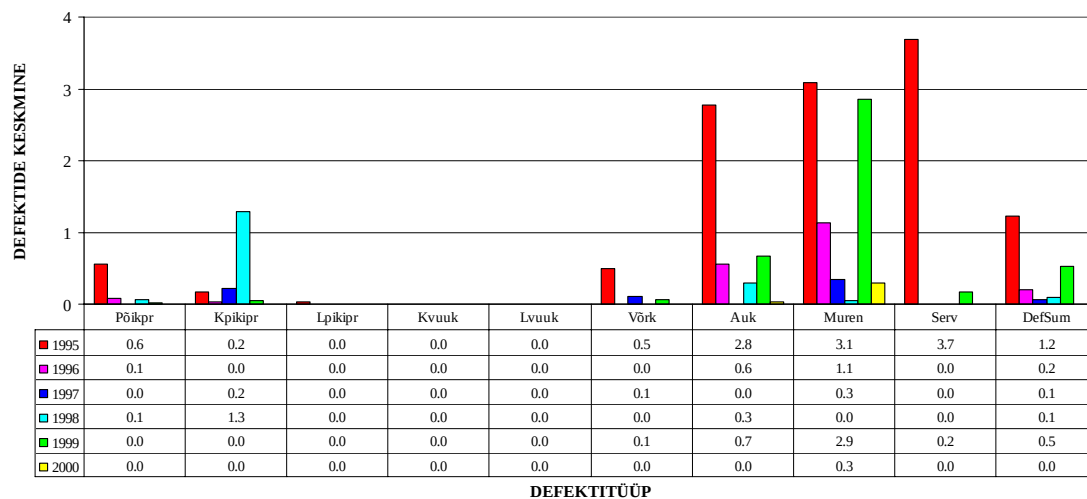
Graafikult II-2 on näha, et 3-4 aastat peale teekatte ehitamist on kõige rohkem defekte 1997 aasta remondiobjektidel. Samas tuleb märkida, et 1995 ja 1996 aastal tehtud objektidest on paljud vahepeal pinnatud, mis seletab nende objektide madala võrkprao ja murenemise taseme. Samas on näha, et tehtud pindamine ei ole mõju avaldanud põik- ja pikipragude arengule. Antud graafiku põhjal on 3-4 aastat pärast ehitamist kõige kehvemas olukorras 1997 aasta objektid. 1998 aasta objektidel on enamuse defektide tase tunduvalt väiksem.

TAB DEFEKTID EHTUSAASTA JÄRGI
5-6 A PEALE EHITAMIST

Graafik II-3

Graafikult II-3 on toodud ainult 1995 ja 1996 a. ehitatud objektid. Graafikuga II-2 (3-4A peale katte ehitust) võrreldes on näha, et praktiliselt kõik defektid on vahepealse paari aastaga arenenud üsna kiiresti. Eriti kiiresti on tekkinud 1996 aastal ehitatud katetele kitsad pikipraod, murenemine ning servadefektid (viitavad osaliselt probleemidele segu kvaliteedis). Ka võrkpragu on tekkinud üsna palju, mis viitab selgelt teekonstruktsiooni nõrkusele.

2. PIN+BS32 grupp:

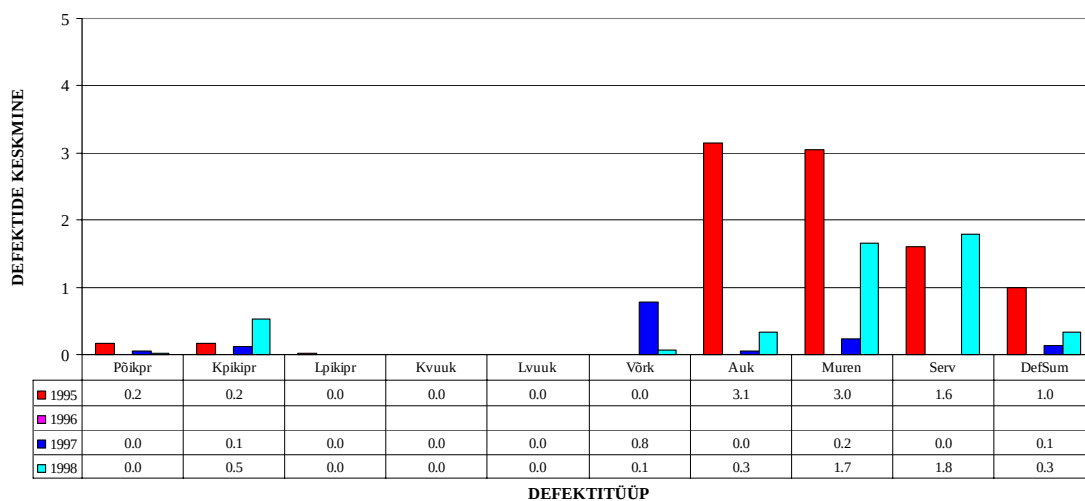
PIN+BS32 DEFEKTID EHTUSAASTA JÄRGI
1-2 A PEALE EHITAMIST

Graafik II-4



Nagu graafikult II-4 näha, on nõrgemate katendite puhul probleemiks tõsisemad defektid nagu augud, murenemine ja võrkpragu. Eriti (halvas mõttes) paistavad silma 1995 aastal ehitatud katted, kus peale aukude ja murenemise on palju ka servadefekti. 1999 aastal ehitatud katetel on suhteliselt palju murenemist (probleeme on neljast objektist ühel). Ülejäänud aastatel suuremaid probleeme defektide osas 1-2 aastat pärast ehitust ei esine.

**PIN+BS32 DEFEEKTID EBITUSAASTA JÄRGI
3-4 A PEALE EBITAMIST**

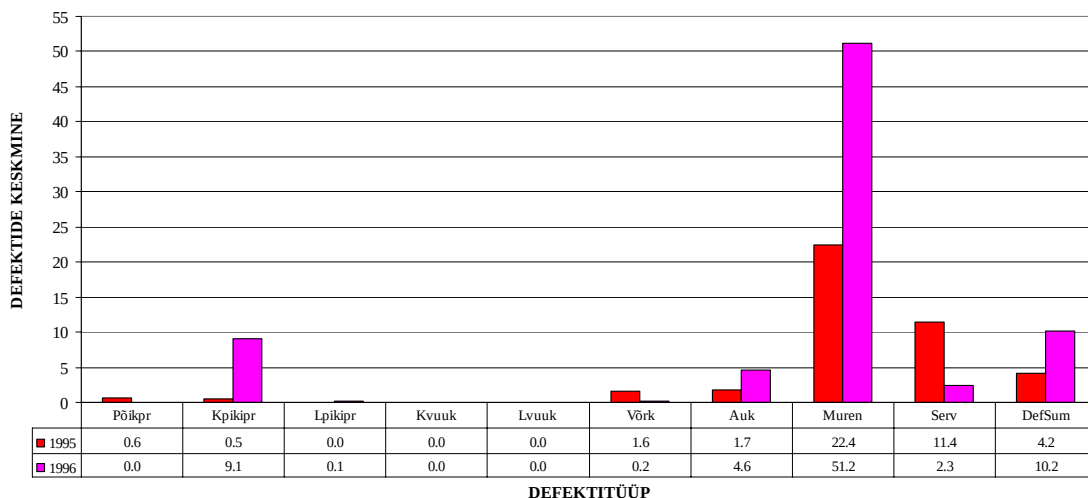


Graafik II-5

Graafikult II-5 on näha, et 3-4 aastat pärast ehitust on endiselt probleeme 1995 aasta katetega, kuid samas ei ole defektid arvuliselt kasvanud. Põhjuseks on see, et osadel selle aasta objektidel on 3-4 aastal tehtud pindamist või ribapindamist. 1996 aastal on antud katete grupis ehitatud ainult üks objekt ning selle graafiku jaoks andmed puudusid.

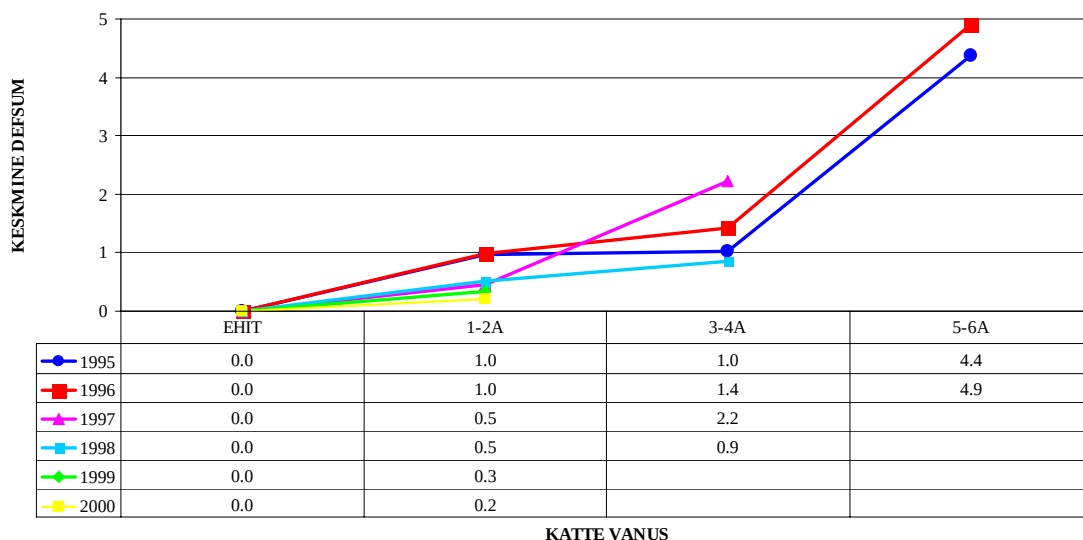
Graafikul II-6 toodud andmete põhjal on 5-6 aastat pärast ehitust 1996 aastal ehitatud katted kaks korda kehvemas seisukorras võrreldes 1995 aasta objektidega. Samas oli 1996 aasta osas kasutada ainult ühe objekti andmeid. 1995 aasta objektidel on suurimaks probleemiks murenemine ja servadefekt.

PIN+BS32 kattegrupis olid 1995-1997 aasta objektid põhiliselt bituumeniga stabiliseeritud kattega ja 1998-2000 aasta objektid reeglina mustsegust kattega. Kokku oli andmeid suhteliselt vähe ning seetõttu on antud kattegrupi analüüsi tulemused üsna üldised.

**PIN+BS32 DEFEKTID EHTUSAASTA JÄRGI
5-6 A PEALE EHTAMIST**

Graafik II-6

Graafikul II-7 on toodud keskmiste defektisummade arenemine ajas katte ehitusaastate kaupa. 1-2 aastal peale ehitust arenevad defektid kõige kiiremini vanematel katetel, mis tähendab, et mida aasta edasi seda paremaks on ehituse kvaliteet muutunud (paremad ehitusmaterjalid ja kvaliteetsem töö). 1995 ja 1996 aasta katetel defektisumma vahepealne arengu kiiruse vähenemine on tingitud nendel katetel tehtud kordus- või ribapindamisest. Samas on näha, et selle efekt on küllaltki lühiajaline. Pärast teist aastat on defektid ka 1997 aastal ehitatud katetel kiiremini arenema hakanud, samas kui 1998 aastal ehitatud katete osas seda täheldada ei saa.

DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT EHTUSAASTAST

Graafik II-7



Kokkuvõtteks

Kõigis TAB (tiheda asfaltbetooniga) kattegruppides on selgelt suurimaks probleemiks vuugipragu, kuigi viimastel aastatel võib täheldada selle defekti vähenemise märke. Teekatte murenemine on probleemiks kõikidel aastatel ja mõlemas kattegrupis. TAB kattegrupis paistab veel silma, et 1995 ja 1996 aastal ehitatud katetel on võrreldes hilisematega tunduvalt rohkem põik- ja pikipragusid. PIN+BS32-grupis on probleemiks tõsisemad defektid, ehk murenemine, augud ja vörkpraod.

Selgelt on näha, et 1995-1997 aastatel ehitatud katted on olnud liiga nõrgad. Alates 1998 aastast toimunud paksemate kattekonstruktsioonide kasutusele võtmine on olnud õige samm. Samas teeb muret murenemise jätkuv esinemine, mis näitab, et edaspidi tuleb tõsist tähelepanu pöörata ehitustööde järelevalvele ja seda just katendi erinevates kihtides kasutatud segu ja selle paigaldamise tingimuste osas.



III Ehitusaeg – teekatte defektid

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda aasta erinevatel kuudel ehitatud teekatetel esinevaid erinevaid defekte ja nende arengut ajas. Analüüsi tegemiseks on kasutatud andmebaasis leiduvast 92 objektist 91 objekti andmeid (ühel objektil ei ole ehituse lõpu kuu teada). Andmed on keskmiselt usaldatavad.

Teekattel esinevate defektide andmed on kõigepealt jagatud ehituse lõpu kuu järgi:

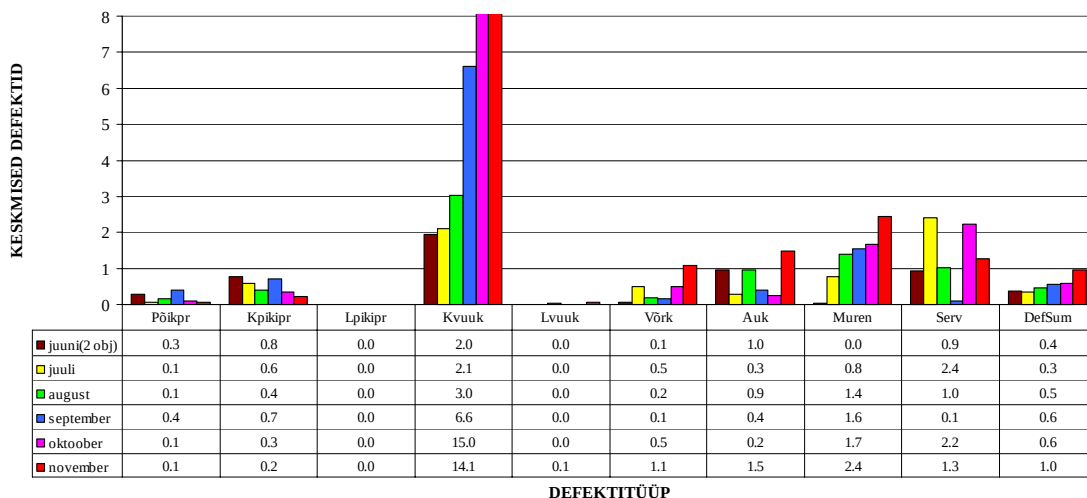
- **Juuni** – 2 objekti;
- **Juuli** – 11 objekti;
- **August** – 36 objekti;
- **September** – 25 objekti;
- **Oktoober** – 9 objekti;
- **November** – 8 objekti.

Seejärel on defektide andmed jaotatud teekatte vanuse järgi, mis antud teekattel oli defektide inventeerimise ajal. Enamuse objektide kohta oli kasutada kahe või kolme inventeerimise tulemused. Kuna defekte inventeeritakse üle ühe aasta on otstarbekas ka andmed ajaliselt sama intervalliga jaotada:

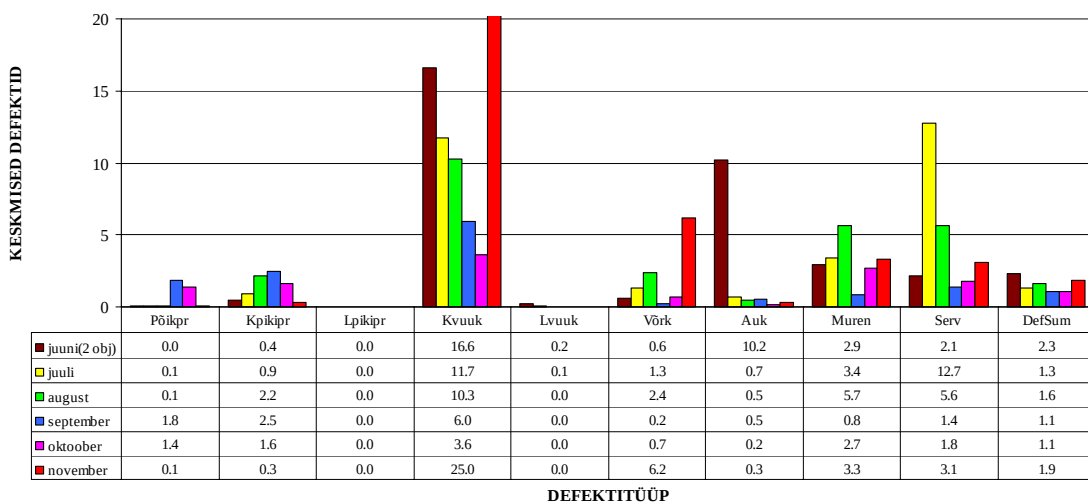
- **1-2A** – defektide inventeerimise kuupäev 1-2 aastat peale katte ehitust;
- **3-4A** – defektide inventeerimise kuupäev 3-4 aastat peale katte ehitust;
- **5-6A** – defektide inventeerimise kuupäev 5-6 aastat peale katte ehitust.

Järgnevalt on toodud aasta erinevatel kuudel ehitatud teekatete defektitüüpide ja defektisumma võrdlus eelpool nimetatud kolmes vanusegrupis.

Graafikult III-1 on näha, et 1-2 aastat peale teekatte ehitamist on aasta lõpu poole valminud objektidel järjest rohkem defekte. Eriti drastiliselt paistab see välja vuugiprao ja murenemise osas, kuid ka võrkprao ning aukude osas on täheldatav sama seaduspärasus. Teiste defektide osas ei oma teekatte valmimise kuu esialgsel vaatlusel erilist tähtsust.

**DEFEKTIDE SÕLTUVUS EHTUSAJAST
1-2 A PEALE EHTAMIST**

Graafik III-1

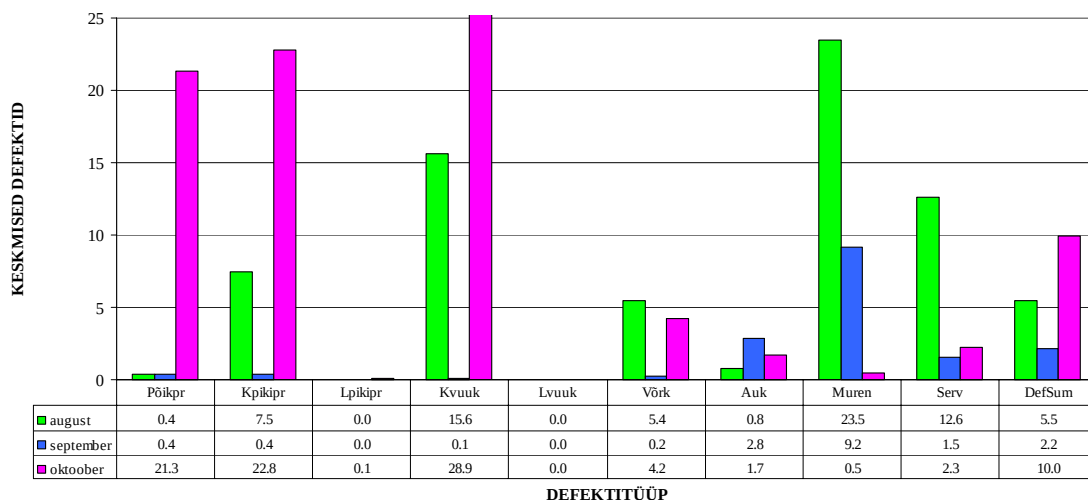
**DEFEKTIDE SÕLTUVUS EHTUSAJAST
3-4 A PEALE EHTAMIST**

Graafik III-2

Graafiku III-2 andmete põhjal ei ole enam sama tendents nii selgelt eraldatav. 3-4 aastat peale teekatte ehitamist esineb hilissügisel lõpetatud objektidel siiski on rohkem vuugi- ja vörkpragu. Samas ei saa andmeid enam nii usaldusväärseks pidada, kuna osadel objektidel on vahepeal tehtud pindamist, ribapindamist jne.



DEFEKTIDE SÕLTUVUS EHTUSAJAST 5-6 A PEALE EHTAMIST



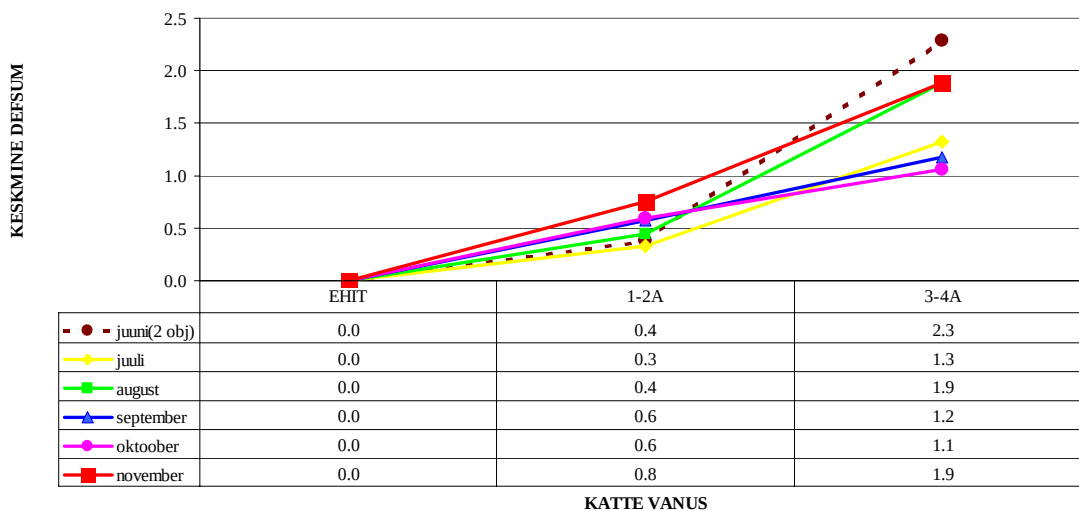
Graafik III-3

Graafikult III-3 on näha, et graafikul III-2 defektide madala tasemega olnud oktoobrikuu objektidel on enamuse defektide areng olnud teistest kuudest kiirem. Ainsaks erandiks on murenemine, kuid see on ilmselt vahepealse pindamise tulemus.

Järgnevalt on uuritud defektisummade arenemist ajas kate valmimise kuude kaupa. Objektid on jagatud kattetüübi järgi kahte gruppi:

- **TAB** (pealne kiht tihedast asfaltbetoonist) – 73 objekti;
- **PIN+BS32** (pinnatud bituumeniga stabiliseeritud kate või pinnatud mustsegu) – 18 objekti.

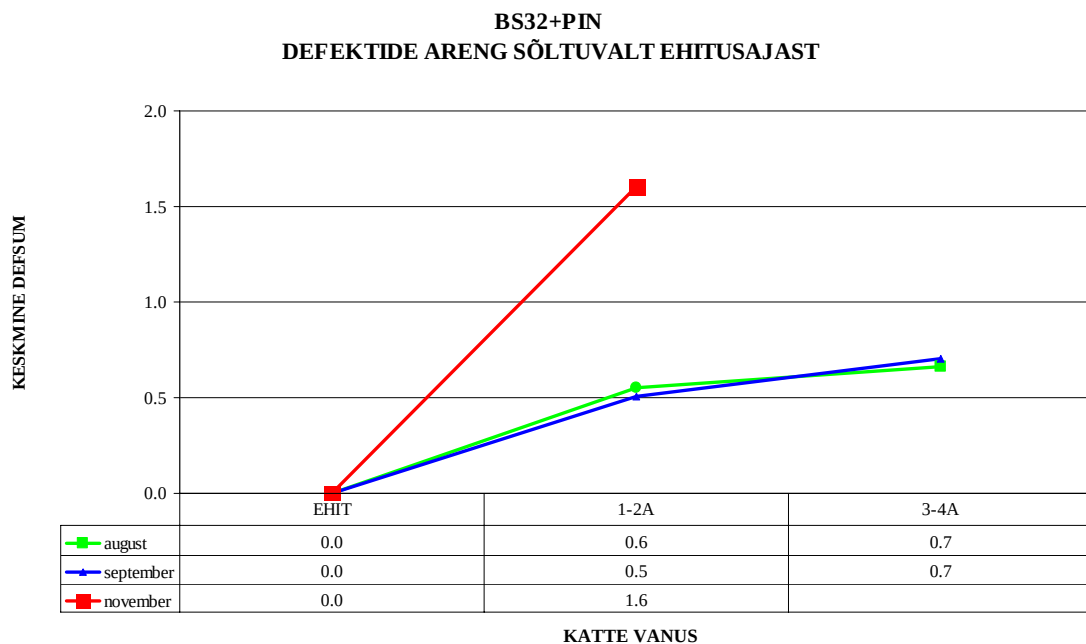
TAB DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT EHTUSAJAST



Graafik III-4



Nagu graafikult III-4 näha, on TAB katterühpi teekatete puhul teistest kuudest halvim tulemus 1-2 aasta pärast novembris ja oktoobris valminud teekatetel. Teistel kuudel valminud objektidel on defektide areng üsna ühesugune. 3-4 aasta pärast eralduvad teistest jälle novembris ja nüüd ka augustis valminud objektid. Erandi moodustavad siin juunikuus valminud objektid, kuid siin võib olla üheks põhjuseks andmete vähesus (2 objekti).



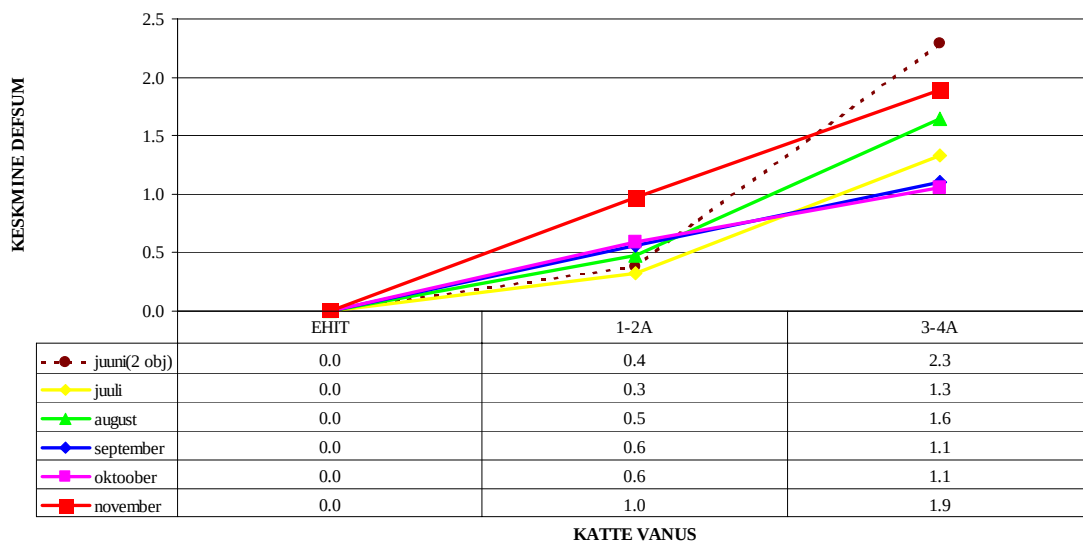
Graafik III-5

Graafikult III-5 on selgelt näha, et nõrgemate katekonstruktsioonide puhul mõjutab ehitusaeg väga selgelt teekattel esinevate defektide teket ja arengut. Hilissügisel valminud teekatetel on defektid arenenud kolm korda kiiremini võrreldes teiste kuudega.

Vaadeldes kõiki teekatteid koos (graafik III-6) on novembris ehitatud teekatetel selgelt kõige kiirem defektide areng. 1-2 aastat peale kate ehitamist on järgmised defektide arengu kiiruse järgi oktoobri ja septembri kuu objektid. Edasi muutub olukord segasemaks, kuna mõjutama hakkavad vahepeal tehtud erinevad pindamised.



DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT EHTUSAJAST



Graafik III-6

Kokkuvõtteks

Analüüsi tulemuste järgi ei tohi katete ehitust jätta hilissügisessse (kindlasti mitte novembrisse), kuna sellega tundub suurenevat teekatte defektide arv ja nende areng järgnevatel aastatel. Eriti mõjutas teekatte valmimise kuu vuugipragu esinemist.



IV Kandevõime – teekatte defektid

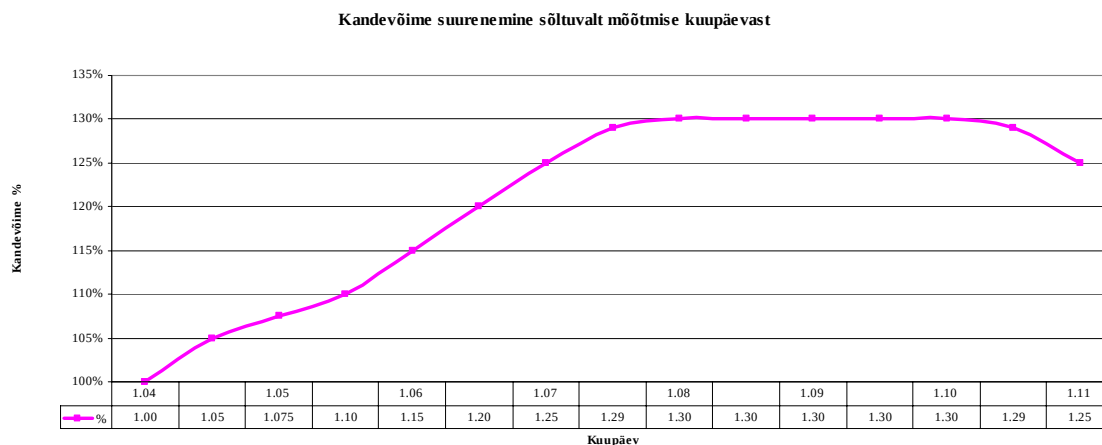
Analüüsi eesmärgiks on võrrelda teekonstruktsiooni kandevõime vastavuse või mittevastavuse mõju teekatte defektidele. Analüüsi tegemiseks uuriti kõiki andmebaasis leiduvat 92 objekti. Peale teekatte valmimist on kandevõimet mõõdetud 61 objektil. Vajalik elastsusmoodul (arvutuslik) on teada 41 objektil. Analüüsiks vajalikud andmed on teada 21 objektil. Andmed keskmiselt usaldatavad, kuna paljudel objektidel võrdluseks andmed puuduvad.

Teekatete osas on objektid jaotatud kahte katterühki:

- **TAB** (pealmine kiht tihedast asfaltbetoonist) – 19 objekti;
- **PIN+BS32** (pinnatud bituumeniga stabiliseeritud kate või pinnatud mustkate) – 2 objekti.

Pärast sellist jaotust selgus, et omavahel on võrrelda võimalik ainult tiheda asfaltbetooniga katteid (TAB), kuna nõrgematel katetel andmed praktiliselt puuduvad.

Kandevõime on mõõdetud enamus objektidel suvel või sügisel. Siis on teekonstruktsiooni kandevõime on parimas seisus. Andmete võrdsustamiseks on kasutatud paranduskoefitsienti, millega on üritatud suvi-sügisese kandevõime mõõtmistulemused üle viia kevadisele olukorrale (v.t. graafik IV-1).



Graafik IV-1

Kandevõime paranduskoefitsient on saadud AS Teede Tehnokeskuse poolt tehtavate kandevõime muutumise jälgimise mõõtmistulemuste esialgsel töötlemisel. Kuna need tulemused on alles esialgsed, siis tuleks leitud paranduskoefitsientidesse suhtuda



ettevaatlikusega. Samas on siiski õigem neid kasutada, kuna vastasel juhul ei oleks selle seose uurimisel mõtet.

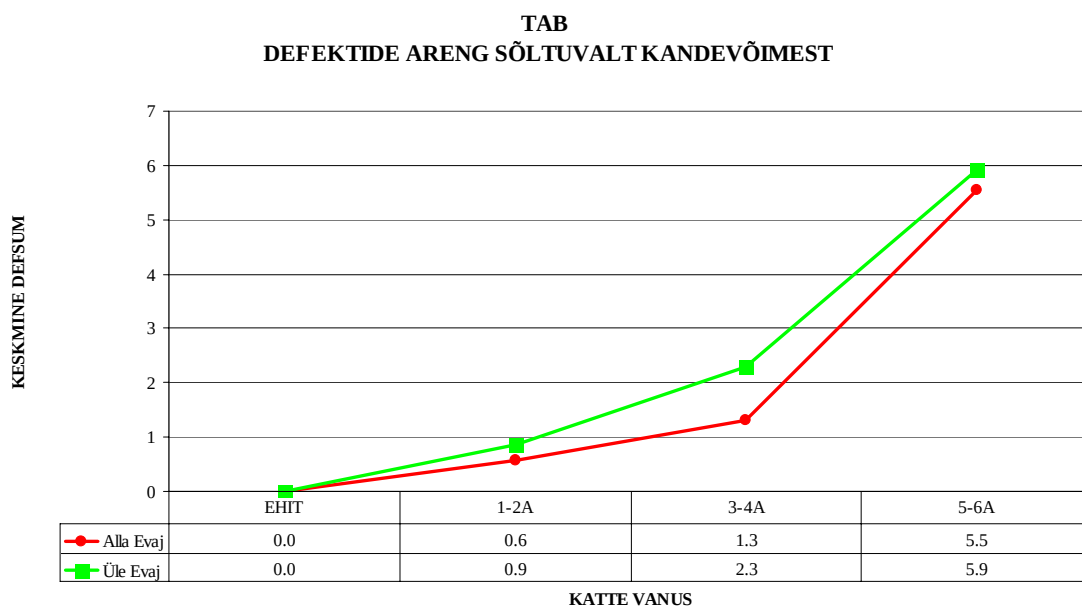
Kandevõime järgi (mõõdetud tulemus on graafikul näha oleva protsendi võrra vähendatud) on objektid jagatud keskmise kandevõime arvutuslikule elastsusmoodulile (andmebaasis -Evaj) vastavuse või mittevastavuse alusel:

- **Alla Evaj** – objekti keskmine mõõdetud elastsusmoodul jääb alla arvutuslikule elastsusmoodulile – 12 objekti;
- **Üle Evaj** – objekti keskmine elastsusmoodul on suurem kui arvutuslik elastsusmoodul – 7 objekti.

Defektide andmed on jaotatud teekatte vanuse järgi, mis antud teekattel oli defektide inventeerimise ajal. Enamus objektide kohta oli kasutada kahe või kolme inventeerimise tulemused. Kuna defekte inventeeritakse üle ühe aasta oli otstarbekas ka andmeid ajaliselt sama intervalliga jaotada.

- **EHIT** – katte ehituse aeg (eeldatakse, et defekte ei esine);
- **1-2A** – defektide inventeerimise kuupäev 1-2 aastat peale katte ehitust;
- **3-4A** – defektide inventeerimise kuupäev 3-4 aastat peale katte ehitust;
- **5-6A** – defektide inventeerimise kuupäev 5-6 aastat peale katte ehitust.

Järgnevalt on toodud teekattel esineva defektisumma arengukiiruse võrdlus lähtudes teekonstruktsiooni kandevõimest.



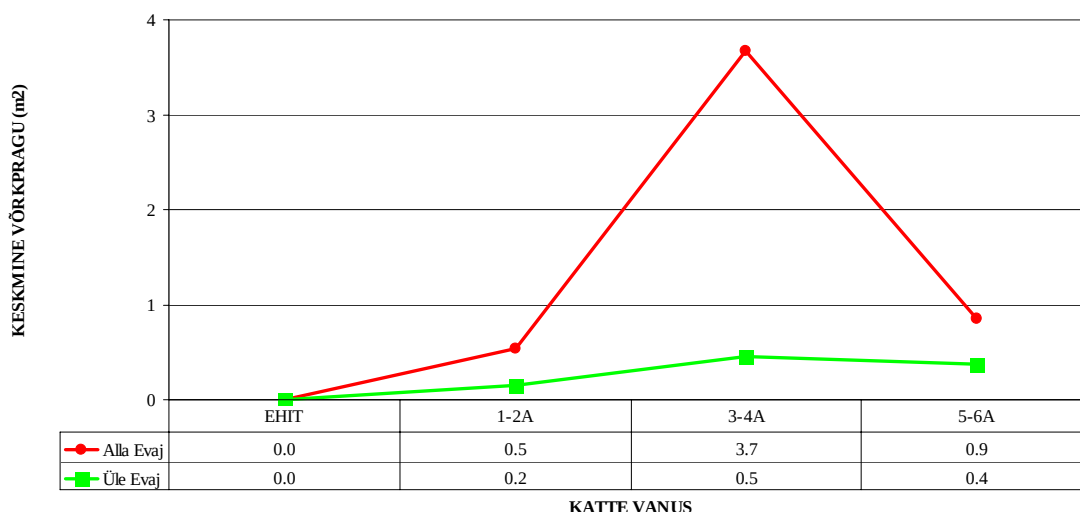
Graafik IV-2



Graafikult IV-2 on näha, et analüüsi tulemus on ebaloogiline. Väiksema kandevõimega objektidel on defektisumma veidi väiksem (defekte on vähem) ja defektid arenevad veidi aeglasemalt kogu aeg. Vahe ei ole küll suur, kuid see on siiski olemas.

Edasi on vaadeldud ainult ühte defekti liiki, ehk täpsemalt võrkpragu, mille tekkimine on harilikult tingitud probleemidest teekonstruktsiooni kandevõimes. Nagu graafikult IV-3 näha, on selge seos teekonstruktsiooni kandevõime ja võrkprao arenemise vahel olemas. Objektidel, kus teekonstruktsiooni kandevõime on alla vajaliku, on võrkpragu rohkem ja see areneb kiiremini.

TAB
VÕRKPRAO ARENG SÕLTUVALT KANDEVÕIMEST



Graafik IV-3

Objektid, kus teekonstruktsiooni kandevõime on alla vajaliku, tekib võrkpragu 3-4 aastaga peaaegu kaheksa korda rohkem. Edasine võrkprao langus on tingitud nendel objektidel tehtud pindamistöödest, mis mõneks aastaks küll võrkprao peidavad, kuid iseenesest probleemi ei lahenda.

Kokkuvõtteks

Piisava kandevõimega teekonstruktsiooni ehitamise tagamiseks tuleks juba projekteerimise käigus teostada põhjalik muldkeha uurimine ning vajadusel tuleks muldkeha tugevdamine ka töömeetodites ette näha. Alus ja kattekihid tuleb



projekteerida vastavalt teel esinevatele koormustele ning iga konstruktsioonikihi kandevõimet tuleb mõõta tema valmimise järel enne järgmise kihi ehitamist. Juhul kui ehitatud konstruktsioonikihi tugevusnäitajad ei vasta nõutule, tuleks koheselt võimalikud vead parandada.

Kindlasti vajavad kontrollimist ja kalibreerimist seni kasutusel olevad kaasaskantavad kandevõime mõõtmise seadmed (Loadman ja Inspektor). Iga seade peab enne mõõtmishooaega läbima kalibreerimise ja igale seadmele omastatakse vastav tunnistus (näidatud peale muude tunnuste kindlasti selle kehtimisaeg). Ilma vastava tunnistusega või aegunud tunnistusega seadmetega ei tohi mõõtmiste teostamist lubada.

Kõigi taastatud või ehitatud objektide teekonstruktsioonid tuleb enne lõplikku vastuvõtmist kandevõime osas üle kontrollida. Selgelt on näha, et teekonstruktsiooni vähesest kandevõimest tingitud probleemid ilmnevad teekattel alles kõige varem 3-4 aasta pärast, samas kehtib töövõtja poolt antav garantii ainult kaks aastat. See tähendab, et tellija või ta esindaja on sunnitud oma kuludega katma tekkivad lisakulutused (mis võivad olla vägagi suured).



V Kraavide olemasolu(puudumine) – teekatte defektid

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda koos teekatte ehitamisega teostatud kraavide puhastamise või uute kaevamise mõju teekatte defektide arengule. Analüüsi tegemiseks on uuritud kõiki andmebaasis leiduvat 92 objekti. Andmeid kraavide kohta (olemasolu või puudumine) on 72 objektil. Andmed on keskmiselt usaldatavad.

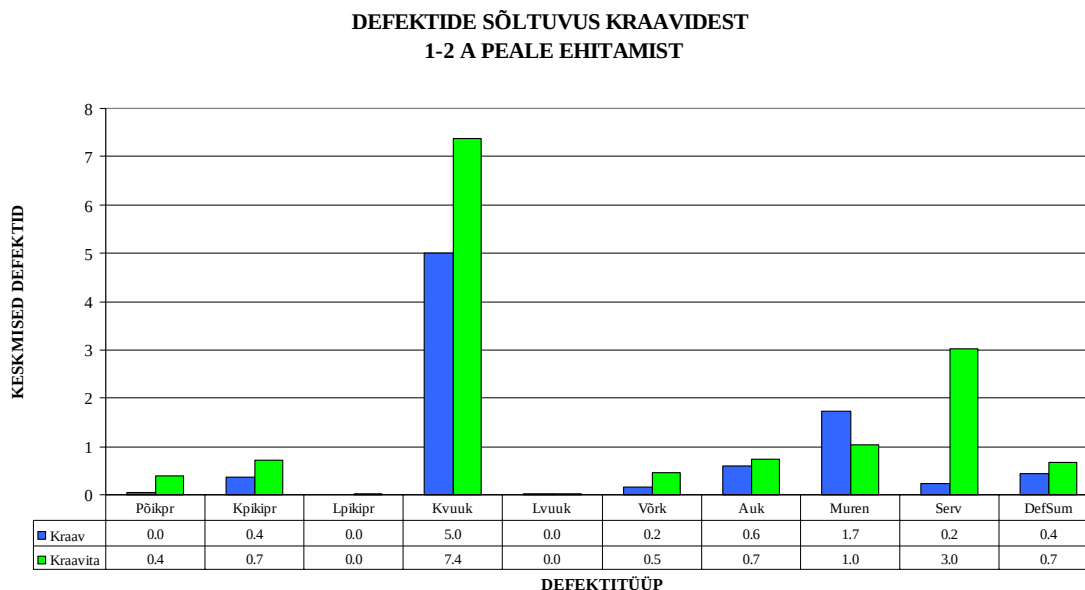
Analüüsi tegemiseks on objektid jagatud kahte gruppi:

- **KRAAV** – objektil on süvendatud, puhastatud või kaevatud kraave (29 objekti);
- **KRAAVITA** – objektil ei ole kraave puhastatud ega juurde kaevatud (47 objekti).

Defektide andmed on jaotatud teekatte vanuse järgi, mis antud teekattel oli defektide inventeerimise ajal. Enamuse objektide kohta oli kasutada kahe või kolme defektide inventeerimise tulemused. Kuna defekte inventeeritakse üle ühe aasta on otstarbekas ka andmed ajaliselt sama intervalliga jaotada:

- **EHIT** – katte ehituse aeg (eeldatakse, et defekte ei esine);
- **1-2A** – defektide inventeerimise kuupäev 1-2 aastat peale katte ehitust;
- **3-4A** – defektide inventeerimise kuupäev 3-4 aastat peale katte ehitust;
- **5-6A** – defektide inventeerimise kuupäev 5-6 aastat peale katte ehitust.

Järgnevalt on toodud erinevate defektitüüpide ja defektisumma arenemine sõltuvalt kraavidest.

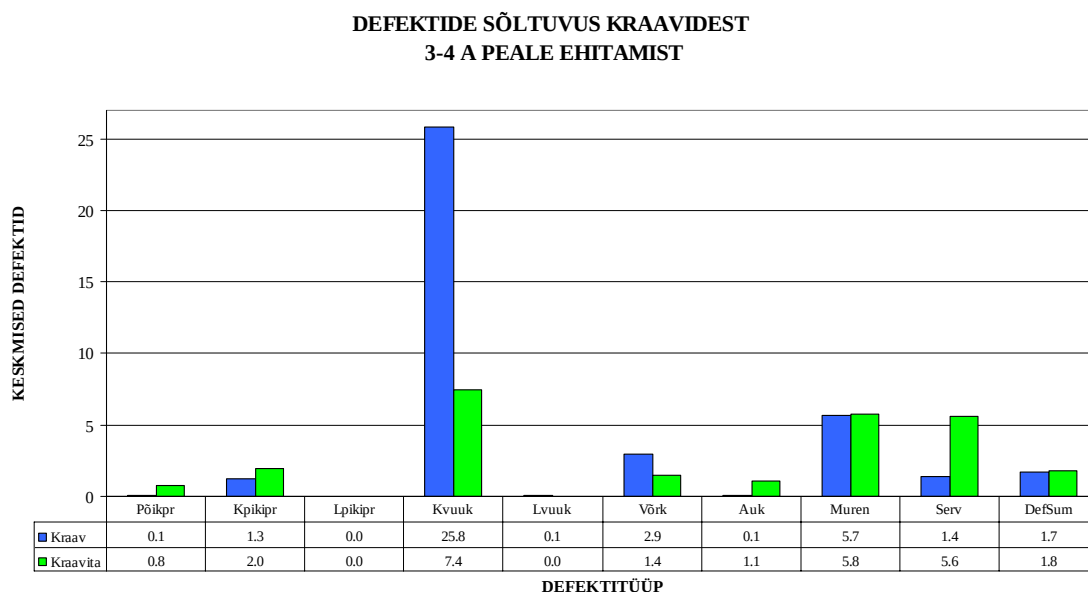


Graafik V-1



Vaadates graafikut V-1 on näha, et kõikide defektiliikide osas, mida võivad mõjutada kraavid (kitsas pikipragu, võrkpragu ning vähemal määral põikpragu ja augud) on korrastatud kraavidega objektidel nende defektide tase madalam.

Samas aga 3-4 aastat peale katte ehitust (graafik V-2) kraavide korrastamise mõju enam nii selgelt nähtav ei ole, kuigi enamuse defekti liikide tase on ka siin kraaviga objektidel madalam (ainult kitsal vuugipraol ja võrkpraol on vastupidi) kui kraavideta objektidel.



Graafik V-2

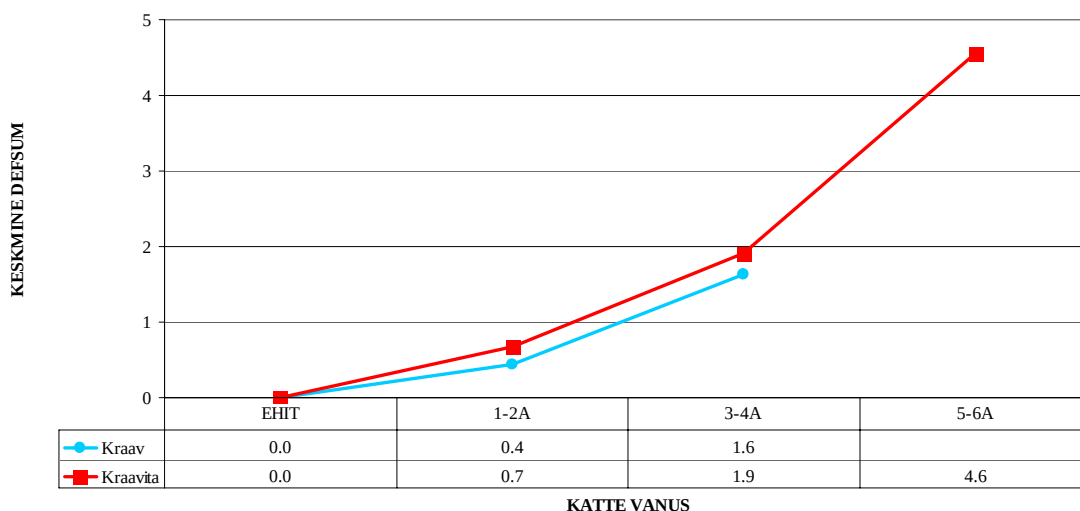
Järgnevalt on vaadeldud defektisumma arengut ajas sõltuvalt kraavidest kattegruppide kaupa eraldi ning koos. Objektid on jagatud kattetüübi järgi kahte gruppi:

- **TAB** (pealmine kiht tihedast asfaltbetoonist) – 61 objekti;
- **PIN+BS32** (pinnatud bituumeniga stabiliseeritud kate või pinnatud mustsegu) – 15 objekti.

Tihedast asfaltbetoonist kattega objektidel (graafik V-3) on näha, et korrastamata kraavidega objektidel on defektisumma areng kiirem kui korrastatud kraavidega objektidel.

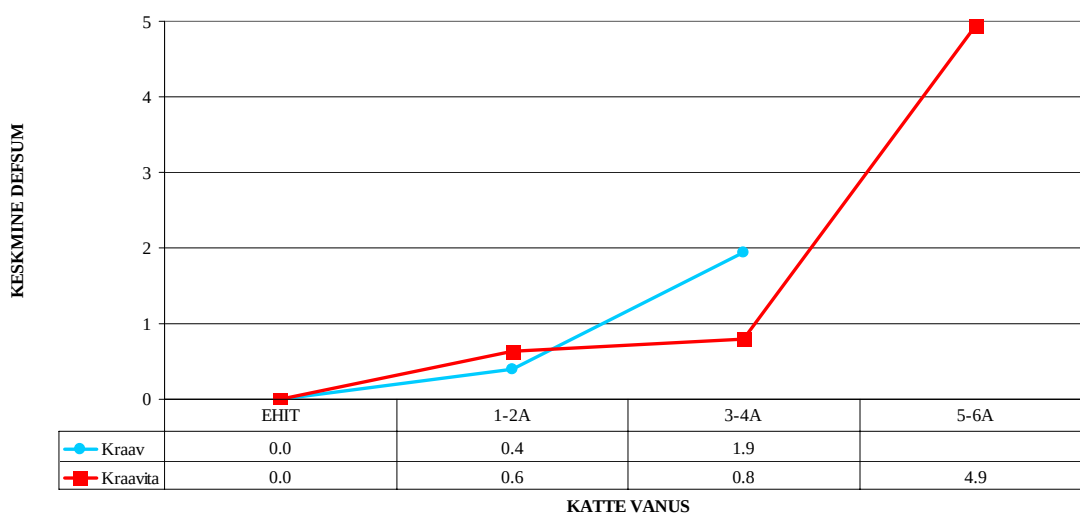


TAB
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT KRAAVIDEST



Graafik V-3

BS32+PIN
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT KRAAVIDEST

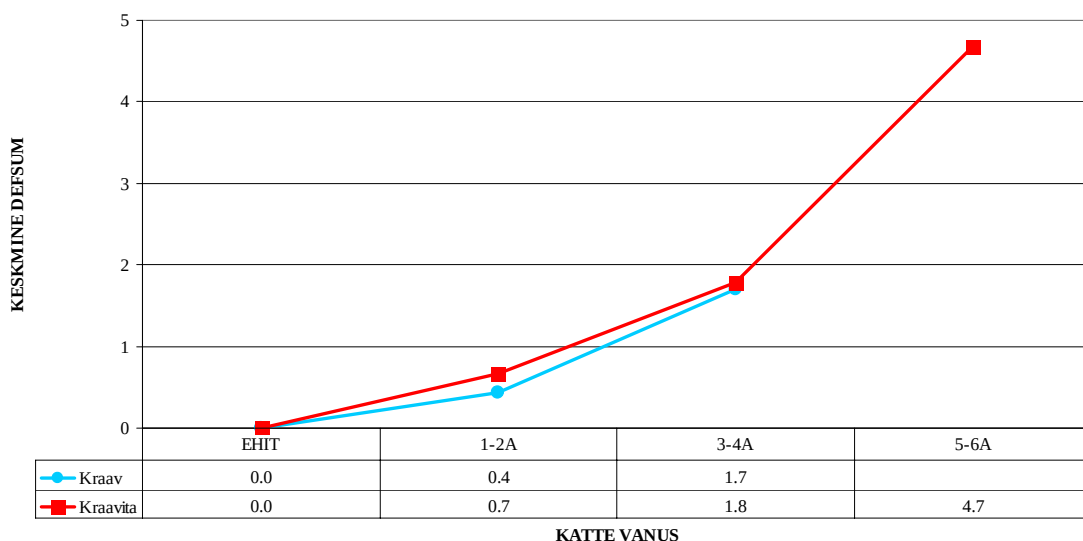


Graafik V-4

Nõrgemate kattekonstruktsioonide puhul (graafik V-4) ei ole kraavide korrastamise mõju defektide arengule nii selgelt nähtav. Siiski on 1-2 aastat pärast teekatte ehitust kraaviga objektidel defekte vähem. Kraavita objektidel vahepealne defektide arengu peatumine on tingitud ilmselt nendel objektidel tehtud pindamisest või ribapindamisest. Nende tööde mõju on siiski olnud üsna lühiajaline, sest järgnev defektide areng on väga kiire (5-6 aastat). Usaldatavamate järelduste tegemiseks puuduvad kahjuks andmed kraaviga objektide kohta 5-6 aastat pärast ehitust.



DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT KRAAVIDEST



Graafik V-5

Kui võrrelda kõiki teekatete tüüpe koos (graafik V-5) on näha, et korrastatud kraavidena objektide puhul on defektide areng veidi aeglasem. Samas peab arvestama ka seda, et kraavidena objekte on vahepeal ilmselt pinnatud, nii et lõppjärgeldus saab olla ühene - teekatete taastamise ja remondi ajal tuleb kindlasti korrastada ka kraavid ja veeviimariid.

Kokkuvõtteks

Teekatete taastamise ja remondi ajal tuleb kindlasti korrastada kraavid ja veeviimariid, et oleks tagatud muldkeha normaalne niiskusrežiim. Kõik uuritud variandid näitavad, et korrastamata kraavidena objektide puhul on defektide areng kiirem võrreldes korrastatud kraavidena objektidega. Seda seost tuleks kindlasti põhjalikumalt uurida. Antud analüüsi tegemisel ei selgunud andmebaasi andmetest, kas kraavid olid rajatud õigesti kohtadesse ja kas nad tegelikult ka töötasid. Kindlasti peaksid toimuma väliuuringud, mille käigus konkreetsetel objektidel määratakse veeviimariite toimivus (kas tehtud kraavid ikka viivad vee ära või jääb vesi seisma ja sellega kahjustab teekonstruktsiooni veesoojusrežiimi).



VI Liiklussagedus – teekatte defektid

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda liiklussageduse mõju teekatte defektide arengule. Analüüsi tegemiseks on kasutatud kõiki andmebaasis leiduvat 92 objekti. Andmed on keskmiselt usaldatavad.

Analüüsi tegemiseks on objektid jaotatud liiklussageduse (aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus, AKÖLS) järgi nelja gruppi:

- AKÖLS < 1000 autot/ööpäevas – 24 objekti;
- AKÖLS 1000-3000 autot/ööpäevas – 37 objekti;
- AKÖLS 3000-6000 autot/ööpäevas – 27 objekti;
- AKÖLS > 6000 autot/ööpäevas – 5 objekti.

Kontrollitud on ka võimalust teha analüüs eraldi raske liikluse osakaalu alusel. Olemasolevate andmete vaatlusel selgus, et esiteks ei ole kõigil objektidel see teada (puudub 12 objektil) ja teiseks on enamusel objektidel (58 objektil ehk 73% kogu objektide arvust) veoautode osakaal kogu liiklussagedusest keskmiselt 19% ($\pm 3\%$).

Veidi suurem veoautode osakaal on ainult kaheksal objektil. Suurem veoautode osakaal on neljal objektil Tallinn-Pärnu-Ikla maanteel (kahel objektil on see 27% ja kahel objektil on see 36%) ning ühel objektil Põdruse-Kunda-Pada maanteel (28%). Samas ei ole nendel objektidel defektide arengu osas näha mingit erinevust teistest objektidest. Kümnel objektil on veoautode osa kogu liiklussagedusest vahemikus 10-15 protsenti.

Kuna liiklussageduse gruppide intervall on suur ei tooks veoautode osakaalu lisamine mingit erilist muudatust gruppide koosseisu. Detailsema jaotuse tegemisel jääksid saadud grupid aga liiga väikesteks ning võrdlus kaotaks usaldusväärsuse.

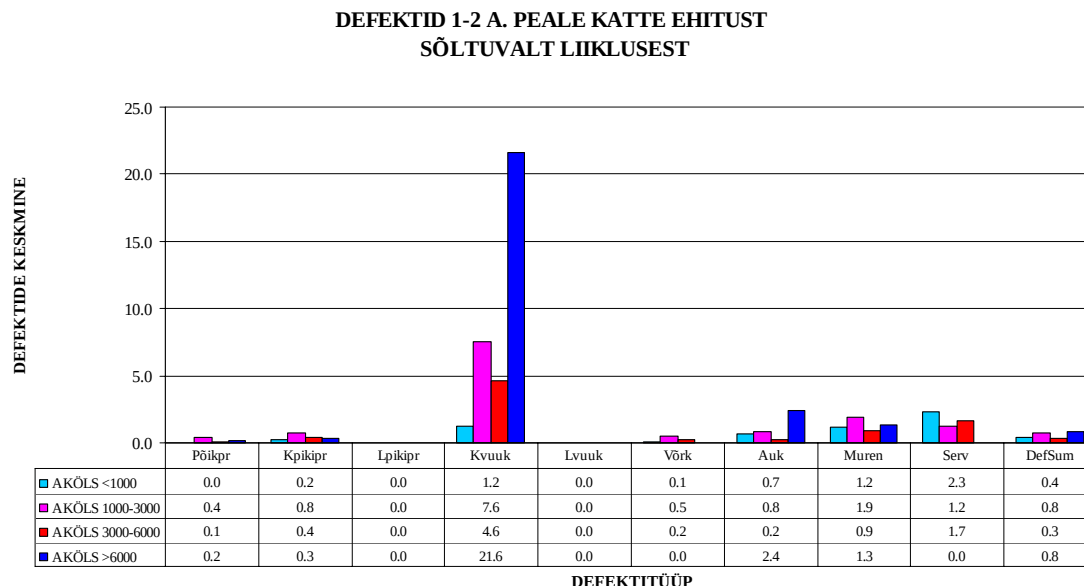
Analüüsi tegemiseks on defektide andmed jaotatud teekatte vanuse järgi, mis antud teekattel oli defektide inventeerimise ajal. Enamuse objektide kohta oli kasutada kahe või kolme inventeerimise tulemused. Kuna defekte inventeeritakse üle ühe aasta on otstarbekas ka defektide andmeid ajaliselt sama intervalliga jaotada:

- **EHIT** – katte ehituse aeg (eeldatakse, et defekte ei esine);
- **1-2A** – defektide inventeerimise kuupäev 1-2 aastat peale katte ehitust;
- **3-4A** – defektide inventeerimise kuupäev 3-4 aastat peale katte ehitust;



- **5-6A** – defektide inventeerimise kuupäev 5-6 aastat peale katte ehitust.

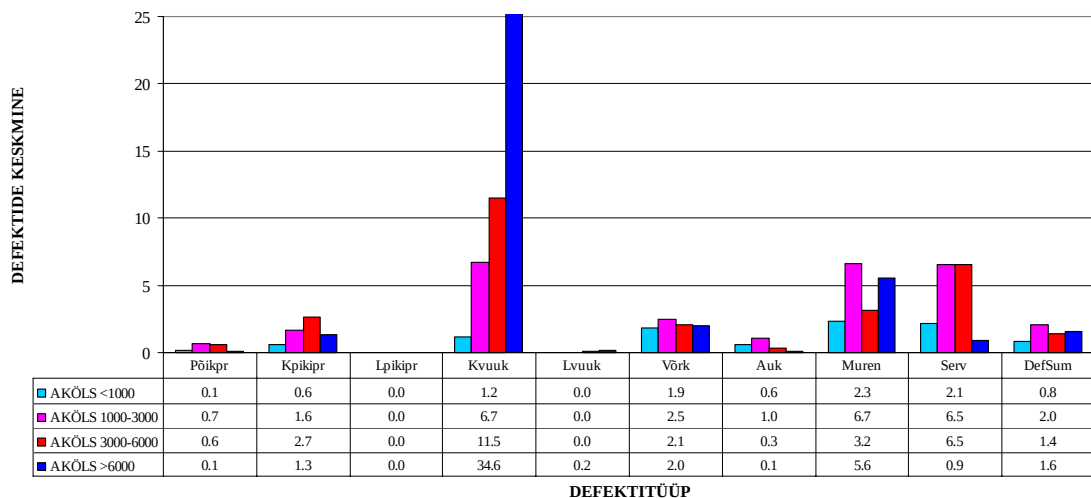
Järgnevalt on toodud erinevate defektitüüpide ja defektisumma arenemine sõltuvalt liikluskasutusest.



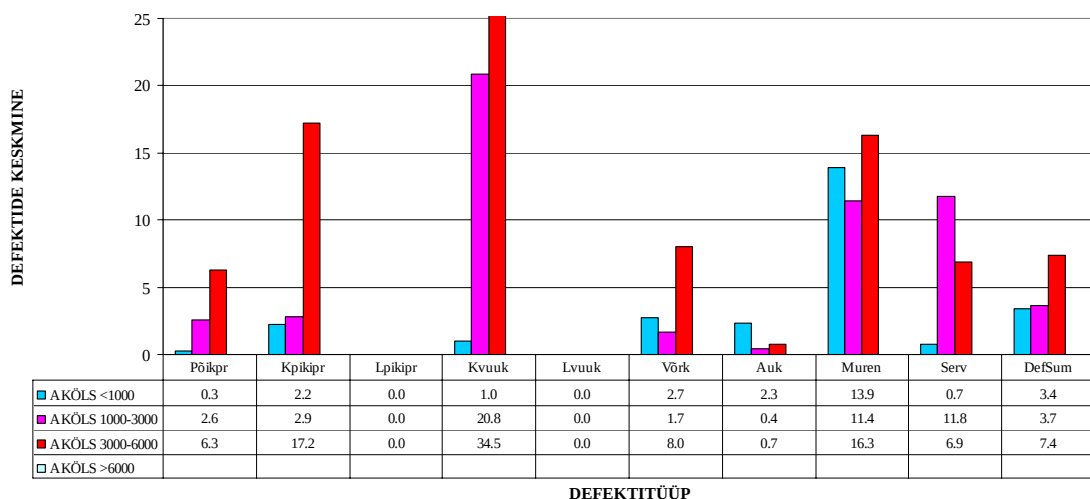
Graafik VI-1

Graafikult VI-1 on näha, et 1-2 aastat peale teekatte ehitust ei paista erinevate defektitüüpide arenemise kiirusel mingit erilist seost liikluskasutusega olevat. Kuna katendi konstruktsioonide projekteerimisel arvestatakse liikluskasutust, siis ilmselt ei saagi esimestelt aastatelt peale teekatte ehitust mingeid erinevusi defektide arengus oodata. Lisaks on 1-2 aastat üsna lühike periood ja ilmselt ka seetõttu ei jõua liiklus teekattele mõju avaldada.

Teekatte vananedes hakkab aga eralduma, et suurema liikluskasutusega objektidel on enamuse defektitüüpide kasv kiirem kui väiksema liikluskasutusega objektidel (graafikud VI-2 ja VI-3). Osade defektide (näiteks augud) vastupidine näit võib olla tingitud sellest, et suurema liikluskasutusega maanteedel parandatakse need kindlasti igal aastal ära ja samas tehakse seda ka kapitaalsemalt. Väiksema liikluskasutusega (nõrgemate katte konstruktsiooniga) maanteedel võivad aga augud tekkida kergemini ja nende remont ei ole ilmselt nii kapitaalne.

**DEFEKTID 3-4 A. PEALE KATTE E HITUST
SÕLTUVALT LIIKLUSEST**

Graafik VI-2

**DEFEKTID 5-6 A. PEALE KATTE E HITUST
SÕLTUVALT LIIKLUSEST**

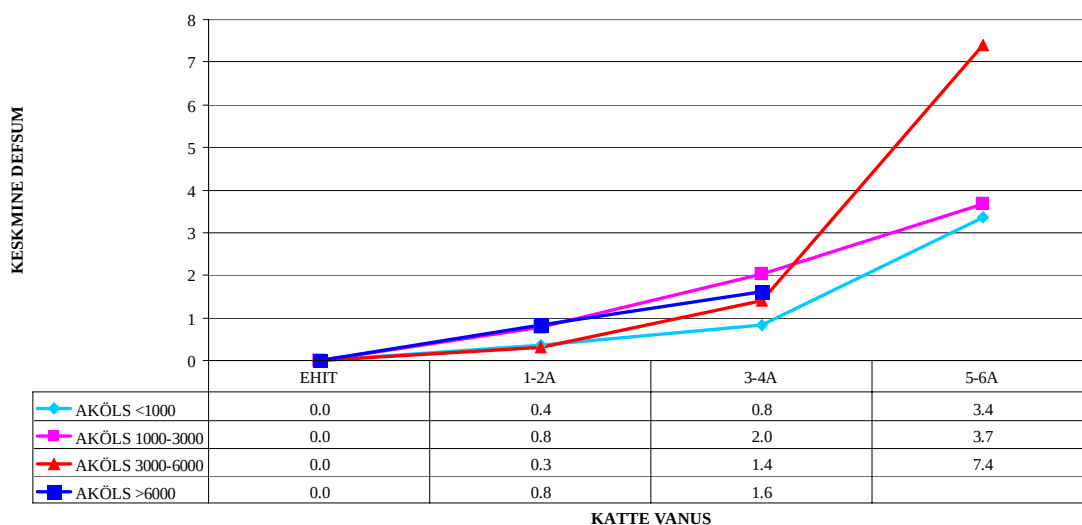
Graafik VI-3

Üllatav on suurema liiklussagedusega maanteedel tunduvalt suurem kitsa vuugiprao tase. Osaliselt võib seda seletada sellega, et liiklussageduse juures alla 1000 autot/ööpäevas on palju kasutatud bituumeniga stabiliseeritud katet või mustkatet mille puhul vuugipragu tekkida ei saagi. Samas aga ei seleta see vuugiprao probleeme objektidel, kus liiklussagedus on tunduvalt üle 1000 autot/ööpäevas.

Edasi on vaadeldud defektisumma arengut ajas erineva liiklussagedusega objektidel.



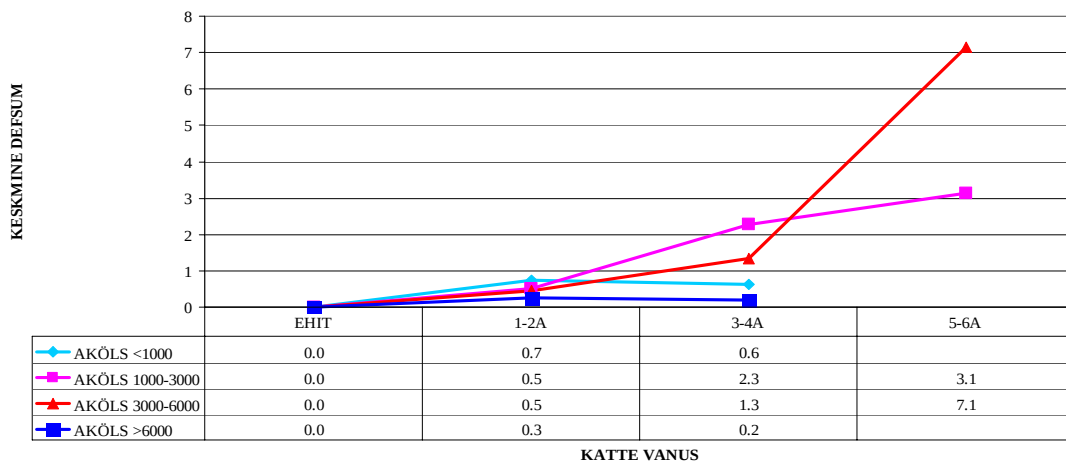
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT LIIKLUSSAGEDUSEST



Graafik VI-4

Nagu graafikult VI-4 näha, on 1-2 aastal ja ka 3-4 aastal peale teekatte ehitust defektisumma areng erinevate liiklussagedustega objektidel üsna sarnane, mis tähendab, et sellel ajal liiklussagedus teekatte defektide arengule eriti mõju ei avalda. Alates 5-6 aastast toimub aga suurema liiklussagedusega objektidel hüpe ja nendel hakkavad defektid teistest kuni kaks korda kiiremini arenema (kahjuks on 5-6 aasta vanused objektid, kus liiklussagedus on üle 6000 auto/ööpäevas, andmebaasist puudu).

Eraldi on veel vaadeldud defektide arengu sõltumist liiklussagedusest ühe kattegrupi (TAB16II+BS32 – kokku 40 objekti) puhul. Nagu graafikult VI-5 näha, on tulemus üsna sarnane kõigi objektide defektisummade graafiku VI-4-ga.

TAB16II+BS32
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT LIIKLUSSAGEDUSEST

Graafik VI-5



Kokkuvõtteks

Analüüsi tulemustest on üsna selgelt näha, et liiklussagedus hakkab mõjutama teekattel defektide arengut alles 4-5 aastat pärast teekatte ehitust. Antud ajahetkel on aga selles grupis remondiobjekte vähe ja osadel liiklussageduse gruppidel need lausa puuduvad. Seega tuleks paari aasta pärast antud seost uuesti uurida. Vahepeal tuleks aga kindlasti jätkata defektide inventeerimist samas mahus ning sama süsteemi järgi. Siis on ehk näha ka raske liikluse mõju ja on võimalik objekte jaotada teekatete tüüpide järgi rohkematesse gruppidesse.



VII Materjal – teekatte defektid

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda katendi pealmise kihi segus kasutatud erinevate materjalide mõju teekattel esinevate defektide arengule. Analüüsi tegemiseks on uuritud kõiki andmebaasis leiduvat 92 objekti. Andmed on keskmiselt usaldatavad. Probleeme tekitas kohati killustiku või bituumeni andmete puudumine objektidel.

Teekatte tüübi osas on objektid jagatud esmalt kolme gruppi:

- **TAB** (pealmine kiht tihedast asfaltbetoonist) – 74 objekti;
- **PIN+BS32** (pinnatud bituumeniga stabiliseeritud kate) – 11 objekti;
- **PIN+MSE16** (pinnatud mustsegu) – 7 objekti.

Analüüsi tegemiseks sai võrrelda ainult tiheda asfaltbetooniga teekatetes (TAB) kasutatud materjalide mõju defektide arengule, kuna bituumeniga stabiliseeritud katetel (11 objekti, 4 erinevat bituumeni marki ja 3 erinevat killustikku) ning mustsegu (7 objekti, sarnased materjalid) oli võrdluse tegemiseks andmeid liiga vähe ja lisaks on nad liiga erinevad.

Edasi on TAB objektid jagatud teekatte pealmises kihis kasutatud materjalide järgi. Eraldi on jaotus kasutatud bituumeni margi ja killustiku klassi järgi ning ka mõlemate kombinatsioonide järgi.

Andmebaasis olevate andmete põhjal on kasutatud väga erinevaid bituumeni marke. Analüüsi tegemiseks on jagatud bituumeni margid kolme gruppi (kokku 64 objekti):

- sitke naftabituumen mark B70/100 – hõlmab andmebaasis olevad bituumeni margid B70, B70/100, B80, B85, B90;
- sitke naftabituumen mark B100/150 – hõlmab andmebaasis olevad bituumeni margid B90/130, B100, BDU100, B100/150, B120, B120/150, B130;
- vedel naftabituumen mark B1000.

Killustiku klassid (kokku 47 objekti):

- KLASS I
- KLASS II



Materjalide kombinatsioonid (kokku 44 objekti):

- I+B70/100 – (I klassi killustik ja sitke naftabituumen margiga B70/100);
- I+B100/150 – (I klassi killustik ja sitke naftabituumen margiga B100/150);
- II+B70/100 – (II klassi killustik ja sitke naftabituumen margiga B70/100);
- II+B100/150 – (II klassi killustik ja sitke naftabituumen margiga B100/150);
- B1000 – (vedel naftabituumen margiga B1000/2000).

Vedela naftabituumeniga objektidel ei ole teada (andmebaasist puudusid andmed), millist killustikku on kasutatud.

Defektide andmed on jaotatud teekatte vanuse järgi, mis antud teekattel oli defektide inventeerimise ajal. Enamuse objektide kohta olid kasutada kahe või kolme defektide inventeerimise tulemused. Kuna defekte inventeeritakse üle ühe aasta oli otstarbekas ka andmed ajaliselt sama intervalliga jaotada:

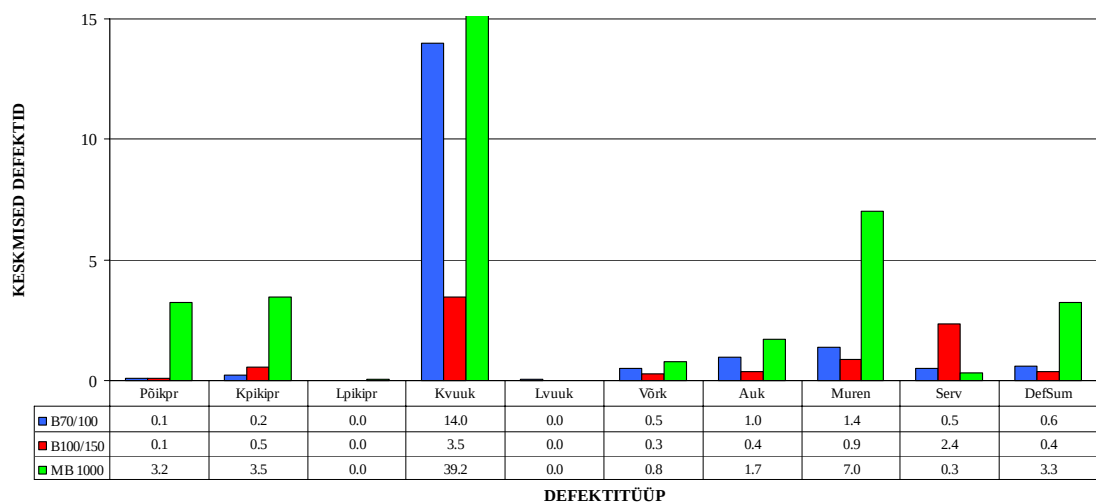
- **EHIT** – katte ehituse aeg (eeldatakse, et defekte ei esine);
- **1-2A** – defektide inventeerimise kuupäev 1-2 aastat peale katte ehitust;
- **3-4A** – defektide inventeerimise kuupäev 3-4 aastat peale katte ehitust;
- **5-6A** – defektide inventeerimise kuupäev 5-6 aastat peale katte ehitust.

Viimase grupi (5-6A) osas oli analüüsi teostamiseks andmeid liiga vähe.

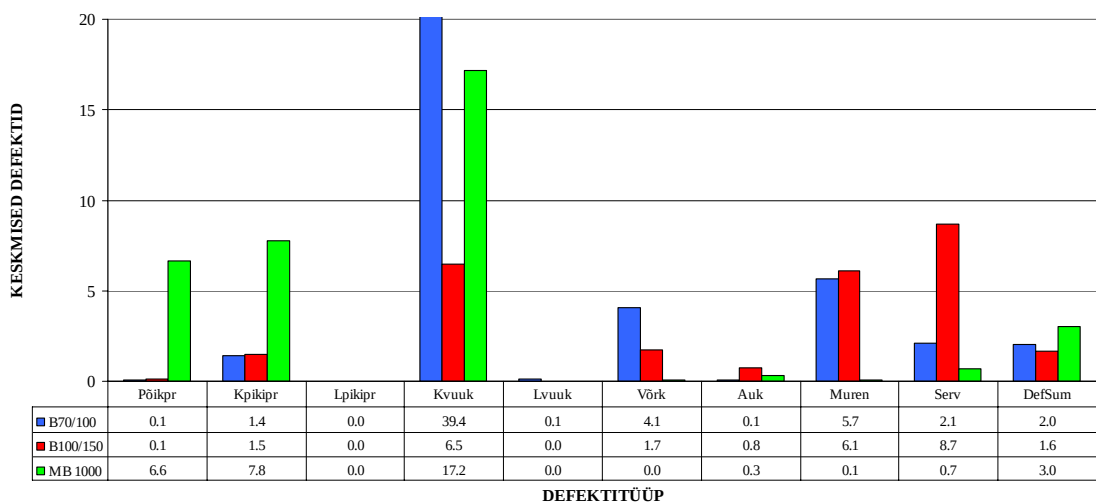
Järgnevalt on toodud analüüsi tulemused erinevate materjalide ja nende kombinatsioonide kaupa.

1. Bituumen

Võrreldes ainult katendi pealmise kihi ehitamisel kasutatud bituumeneid (graafikud VII-1 ja VII-2) on näha, et tunduvalt rohkem defekte esineb vedela bituumeniga objektidel. Samas on kõik need objektid teisel aastal peale ehitamist pinnatud (sellest ka 3-4 aasta võrguprao, aukude ja murenemise madal tase). Kahe sitke naftabituumeni puhul paistab 1-2 aastat peale ehitust silma bituumeni mark B70/100 kõrgem defektsus enamusel defektitüüpidel. Samas on see erinevus 3-4 aastat peale ehitust praktiliselt võrdsustunud. Kitsa vuugiprao osas jääb erinevus aga püsima.

**DEFEKTIDE SÕLTUVUS KASUTATUD BITUUMENIST
1-2 A PEALE EHITAMIST**

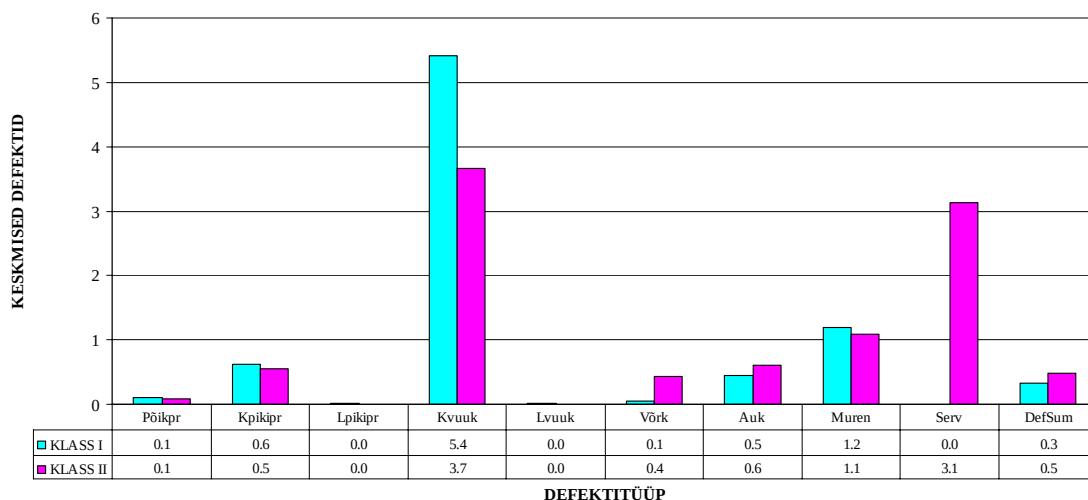
Graafik VII-1

**DEFEKTIDE SÕLTUVUS BITUUMENIST
3-4 A PEALE EHITAMIST**

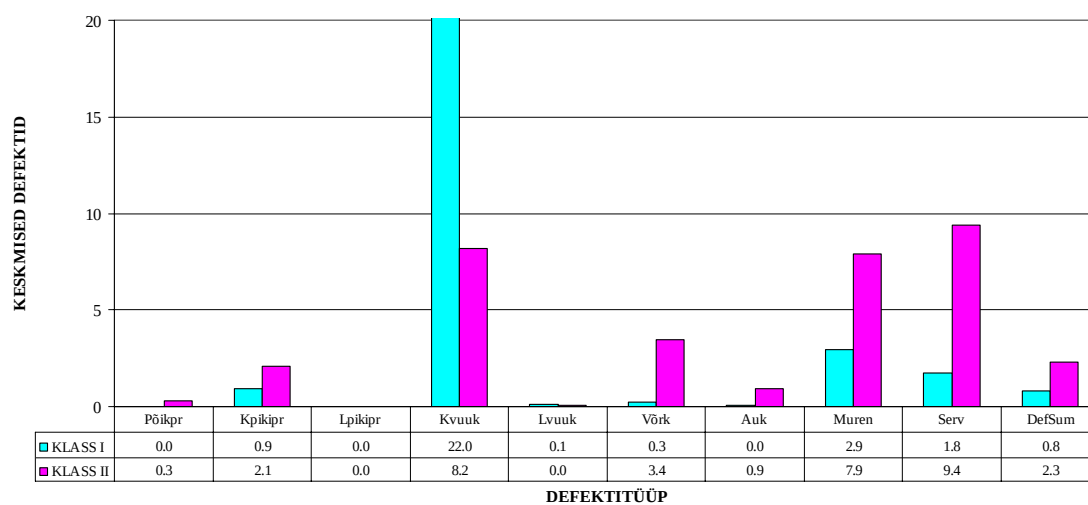
Graafik VII-2

2. Killustik

Killustiku kahe klassi võrdlusest selgub, et 1-2 aastat pärast ehitust (graafik VII-3) defektide osas suurt erinevust ei ole. I klassi killustiku puhul on teekattel rohkem vuugipragu ja II klassi killustiku puhul on rohkem servadefekte, kuid üsna kindlalt võib üelda, et kummagi nende defektide arengut ilmselt kasutatud killustik ei mõjuta.

**DEFEKTIDE SÕLTUVUS KASUTATUD KILLUSTIKUST
1-2 A PEALE EHTAMIST**

Graafik VII-3

**DEFEKTIDE SÕLTUVUS KASUTATUD MATERJALIDEST
3-4 A PEALE EHTAMIST**

Graafik VII-4

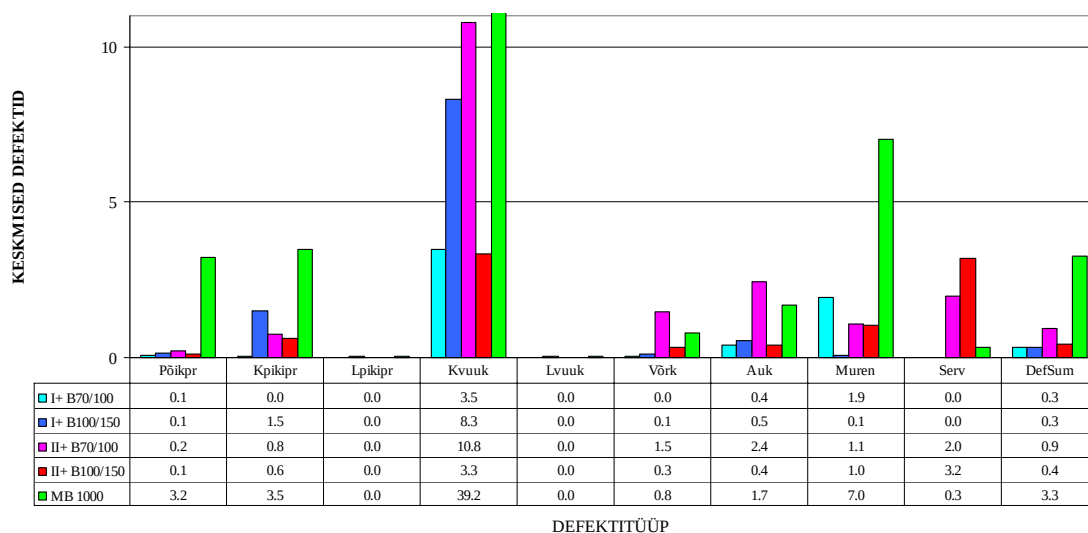
See eest 3-4 aastat pärast teekatte ehitust (graafik VII-4) on defektide arengus vahe üsna märgatav. II klassi killustikuga objektidel on kõiki defektiliike rohkem (välja arvatud kitsas vuugipragu, mille tekkepõhjus ei saa olla killustik). See peaks üsna selgelt näitama, et paremat killustikku kasutades on ka lõpptulemus pikema aja jooksul parem.



3. Materjalide kombinatsioonid

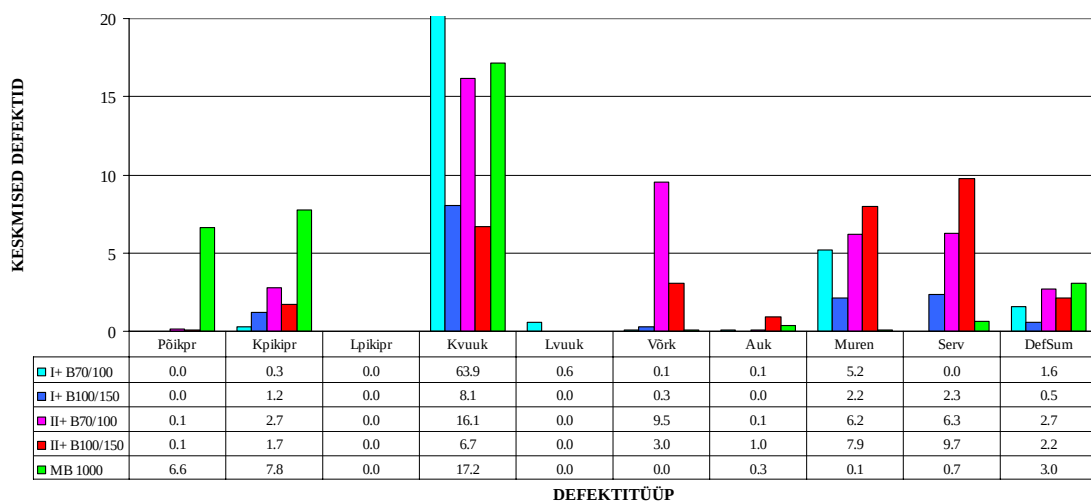
Materjalide kombinatsioonide võrdlusest (graafik VII-5) on näha, et kõige kiirem defektide areng on vedela bituumeniga objektidel (sama järeldus, mis bituumeni võrdluses). Teiste kombinatsioonide puhul on 1-2 aastat peale teekatte ehitust defektid kiiremini arenenud teekattel, kus on kasutatud II klassi killustikku ja bituumenit margiga B70/100 (rohkem on nii võrkpragu, auke kui ka murenemist). Ülejäänud kombinatsioonide puhul on defektide areng üsna sarnane.

DEFEKTIDE SÕLTUVUS KASUTATUD MATERJALIDEST
1-2 A PEALE EHITAMIST

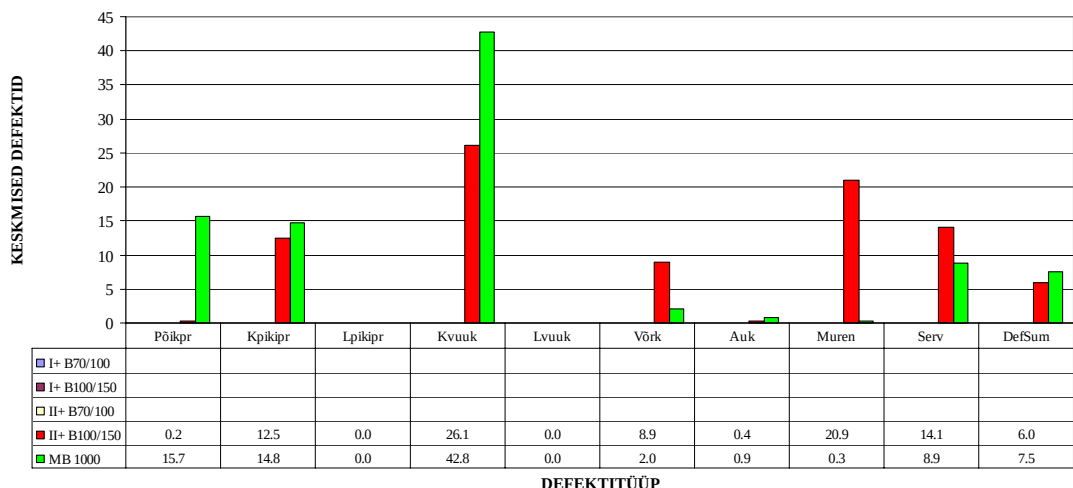


Graafik VII-5

3-4 aastat peale teekatte ehitust (graafik VII-6) on defektide areng muutunud. Seekord on vedela bituumeniga objektid samal tasemel teistega ja nii selgelt nad enam teistest objektidest ei erine. Põhjus on aga selles, et need objektid on vahepeal pinnatud. Seetõttu on praktiliselt kadunud võrkpraod, augud ja murenemine. Seevastu erinevad praod arenevad endiselt edasi. Teistest objektidest on paremas seisukorras mõlemad I klassi killustikuga katted. Eriti heas seisukorras tunduvad olevat need teekatted, kus on ehitamisel kasutatud kombinatsiooni I klassi killustik ja sitke naftabituumen margiga B100/150 (3 objekti, TAB16II+BS32).

**DEFEKTIDE SÕLTUVUS KASUTATUD MATERJALIDEST
3-4 A PEALE EHITAMIST**

Graafik VII-6

**DEFEKTIDE SÕLTUVUS KASUTATUD MATERJALIDEST
5-6 A PEALE EHITAMIST**

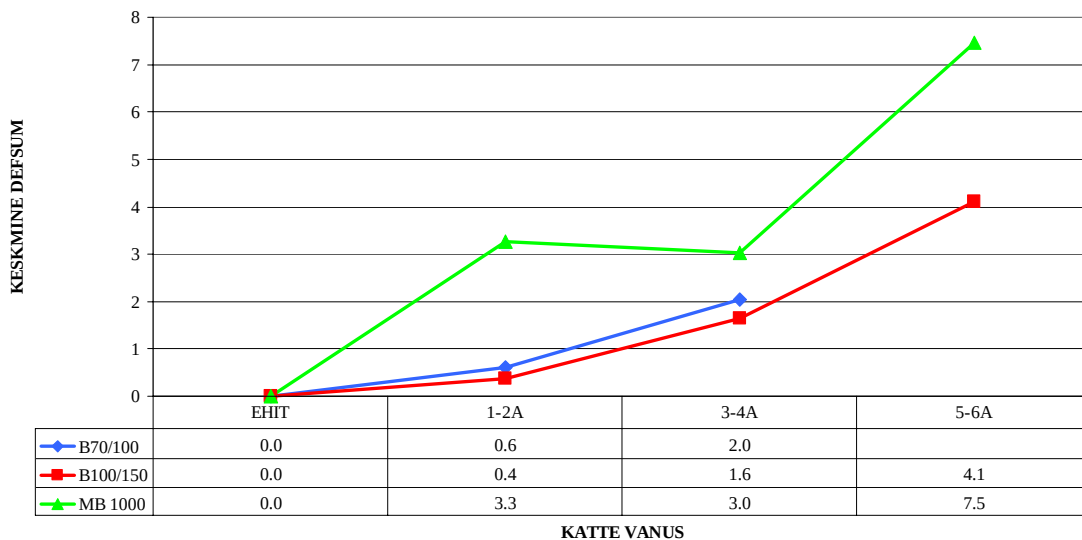
Graafik VII-7

5-6 aastat peale teekatte ehitust (graafik VII-7) on võimalik võrrelda ainult kahte materjali kombinatsiooni (B1000, killustik teadmata ja II+B100/150). Defektisumma on mõlemal juhul arenenud üsna kiiresti. Võrreldes 3-4 aasta graafikuga on defektisumma mõlemal juhul kasvanud üle kahe korra. Samas on need defektid, mis teekatetel arenevad, üsna erinevad. Põhjus ilmselt selles, et B1000 katted on teisel aastal pinnatud ja seetõttu esineb vörkpragu, auke ja murenemist suhteliselt vähe, kuigi samas peab märkima, et võrreldes 3-4 aasta graafikuga on neid defekte siiski lisandunud.



Järgnevalt on vaadeldud keskmiste defektisummade arenemist ajas sõltuvalt kattes kasutatud materjalidest.

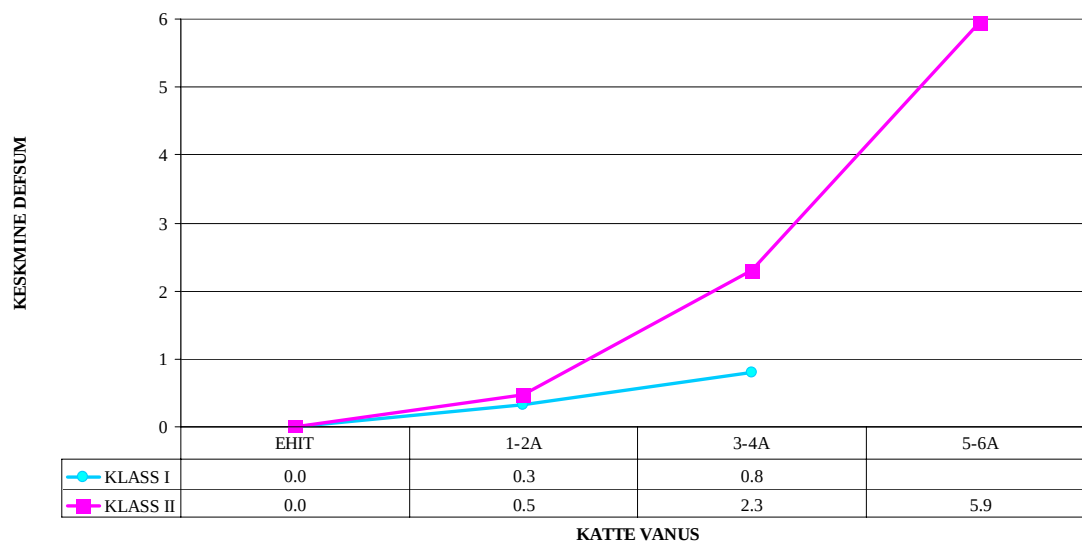
DEFEKTISUMMA ARENG SÕLTUVALT BITUUMENIST



Graafik VII-8

Nagu graafikutelt VII-8, VII-9 ja VII-10 näha ja eelnevalt mainitud, on märgatavalt kiirema arenguga vedela naftabituumeniga valmistatud tiheda asfaltbetooni grupp. Hoolimata sellest, et ta on teisel aastal peale ehitust pinnatud. Kahe sitke naftabituumeni margi mõju vahe defektide arengule on suhteliselt väike. Rohkem mõjutab defektide arengut kasutatud killustiku klass.

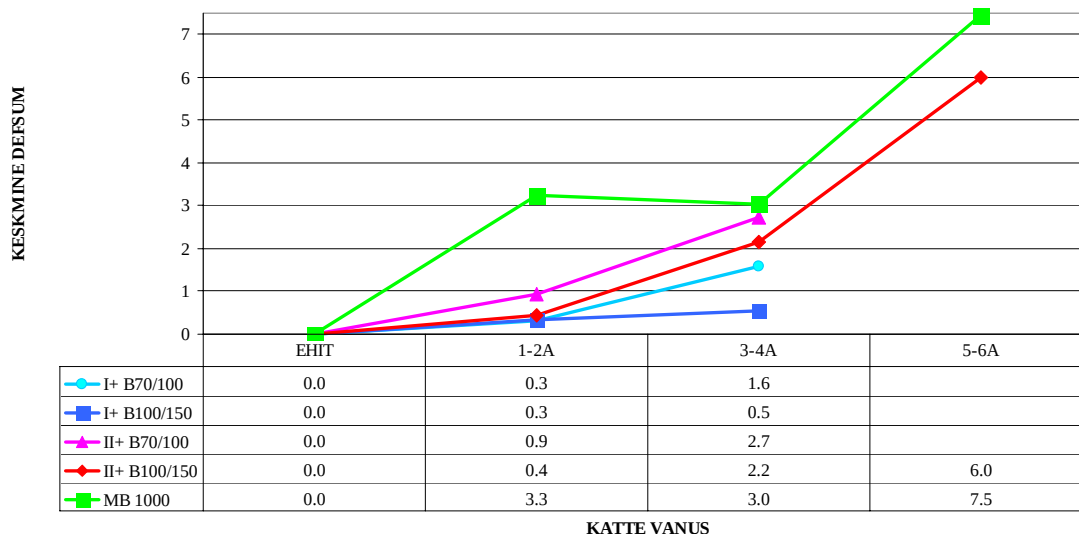
DEFEKTISUMMA ARENG SÕLTUVALT KILLUSTIKUST



Graafik VII-9



DEFEKTISUMMA ARENG SÕLTUVALT BITUUMENIST JA KILLUSTIKUST



Graafik VII-10

Kokkuvõtteks

Senine teedehituse praktika on liikumas õiges suunas. Uuemate suurema liiklussagedusega teekatete taastamisel või remondil on hakatud kasutama kvaliteetsemat (tugevamat) killustikku ja seetõttu on ka nende teekatete vastupidavus suurem. Defektid tekivad ja arenevad teekattel aeglasemalt.

Killustiku osas annab tunduvalt parema tulemuse I klassi killustiku kasutamine. Bituumenite osas on veidi parem margist B100/150 valmistatud segu. Parim kombinatsioon asfaltsegu valmistamiseks on seega I klassi killustik + bituumen B100/150. Teised materjalide kombinatsioonid annavad halvemaid tulemusi. Antud seose uurimine näitas selgelt, et senine praktika vedela bituumeni (ART tehnoloogia) kasutamisel nende teekatete taastusremondil, kus on eelnevalt kasutatud põlevkivibituumenit, ennast ei õigusta.

Uurimistöö lähteandmeid tuleb edaspidi täiendada. Materjalide võrdlemisel tuleb kompleksi lisada laboratoorsed uuringud. Ka tuleb andmebaasi täiendada kasutatud materjalide erinevate parameetritega. Üsna tõenäoliselt on see vanemate (samas ilmselt ka uuemate) objektide puhul ilma väliuuringuteta võimatu. Tähelepanu peab pöörama ka sellele, et uute ehitatavate objektide kohta saaks objektide vastuvõtmisel kogutud senisest täiuslikumad ja usaldatavamad andmed.



VIII Segu valmistaja – teekatte defektid

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda teekatte defektide tekkimise ja arenemise seost katendi pealmise kihi paigaldanud asfaltbetoonisegu valmistajaga. Analüüsi tegemiseks on uuritud kõiki andmebaasis leiduvat 92 objekti. Arvesse on võetud ja edasi on uuritud ainult tihedast asfaltbetoonist kattega objekte. Teistel objektidel on katted enamuses teel segatud ja neid siin ei arvestata. 74 objektist ühel on segu valmistaja andmed teadmata, nii et analüüsitud on 73 objekti andmeid. Andmed on usaldatavad.

Teekatete osas on objektid jaotatud kolme gruppi:

- **TAB16II+BS32** (pealmine kiht tihe asfaltbetoon mark TAB16II või TAB12II + bituumeniga stabiliseeritud alus) – 40 objekti;
- **TAB12I(16I)+PAB** (pealmine kiht tihe asfaltbetoon margid TAB12I või TAB16I + alumine kiht poorsest asfaltbetoonist mark PAB16A või PAB32) – 22 objekti;
- **TAB16II(12II)** (üks kiht tihedat asfaltbetooni margiga TAB16II või TAB12II) – 11 objekti.

Defektide andmed on jaotatud teekatte vanuse järgi, mis antud teekattel oli defektide inventeerimise ajal. Enamuse objektide kohta on kasutada kahe või kolme defektide inventeerimise tulemused. Kuna defekte inventeeritakse üle ühe aasta on otstarbekas ka defektide andmeid ajaliselt sama intervalliga jaotada:

- **EHIT** – katte ehituse aeg (eeldatakse, et defekte ei esine);
- **1-2A** – defektide inventeerimise kuupäev 1-2 aastat peale katte ehitust;
- **3-4A** – defektide inventeerimise kuupäev 3-4 aastat peale katte ehitust;
- **5-6A** – defektide inventeerimise kuupäev 5-6 aastat peale katte ehitust.

Järgnevalt on toodud erinevate defektitüüpide ja defektisumma arenemine ajas eespool nimetatud kolme kattegrupi objektidel.

1. Kattegrupp TAB16II+BS32

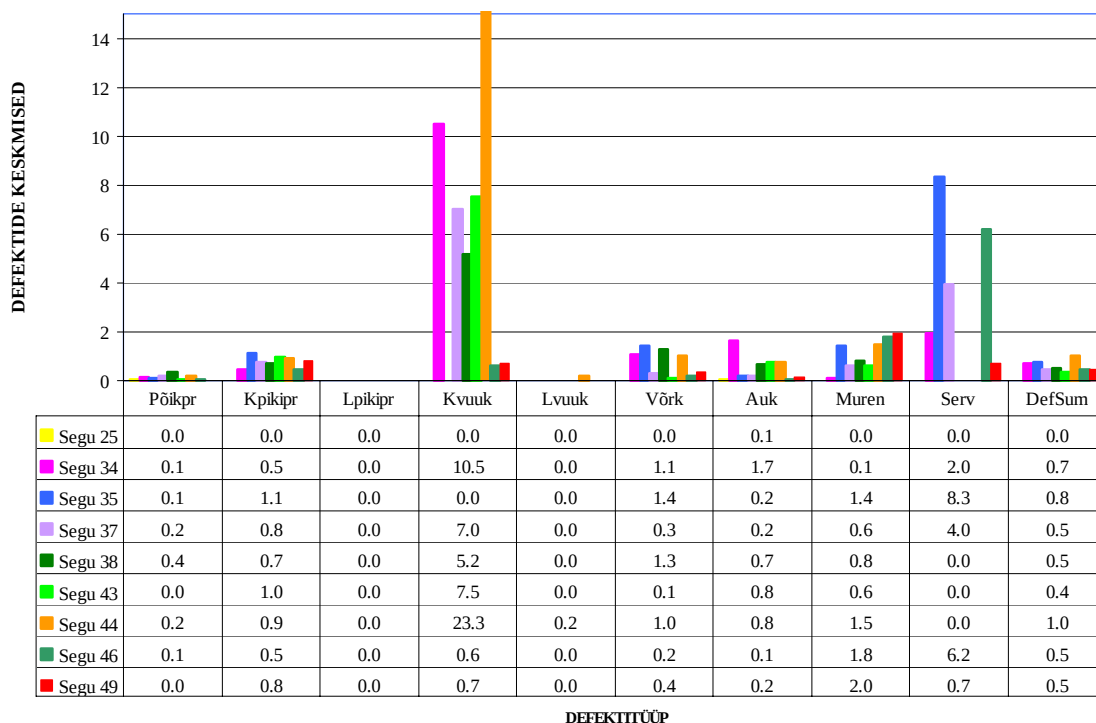
TAB16II+BS32 teekatete puhul on võrdluses kasutatud üheksa erineva asfaltbetoonsegu valmistaja kokku 40 objekti andmeid:

- Segu 25 – 2 objekti
- Segu 34 – 8 objekti



- Segu 35 – 3 objekti
- Segu 37 – 9 objekti
- Segu 38 – 2 objekti
- Segu 43 – 3 objekti
- Segu 44 – 2 objekti
- Segu 46 – 7 objekti
- Segu 49 – 4 objekti

**TAB16II+BS32 1-2A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTID SÕLTUVALT SEGU VALMISTAJAST**

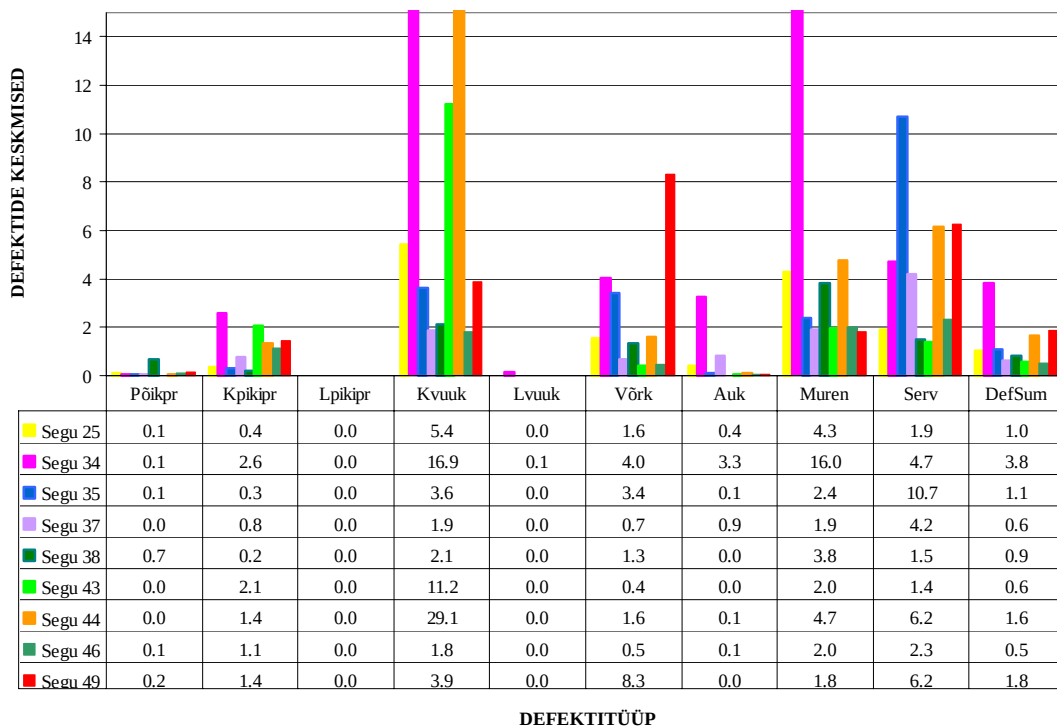


Graafik VIII-1

Segu valmistajate võrdluses omavad defektidest tähendust eelkõige need, mis võivad olla tekkinud halvast segu kvaliteedist. Nendeks defektideks on eelkõige augud ja murenemine. Kui 1-2 aastat peale teekatte ehitamist (graafik VIII-1) on defektide areng kõigil segu valmistajal olnud enam vähem sarnane, siis 3-4 aastat pärast teekatte ehitamist (graafik VIII-2) hakkavad osad segu valmistajad teistest (halvas mõttes) eralduma. Eriti tugevalt eraldub teistest segu valmistaja 34, kelle toodetud segust ehitatud objektidel on väga palju tekkinud auke ja eriti murenemist. Segu valmistajate 44, 25 ja 38 toodetud segust valmistatud katetel on teistest rohkem tekkinud murenemist. Ülejäänud segu valmistajad eriti "silma ei paista".

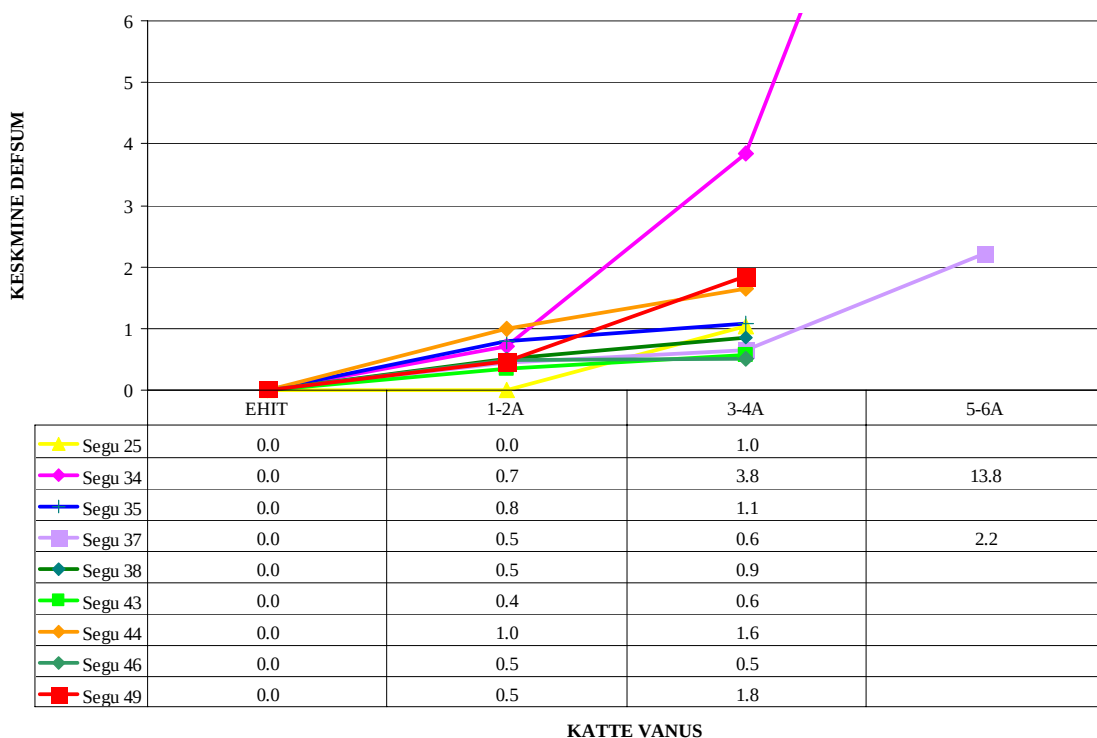


**TAB16II+BS32 3-4A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTID SÕLTUVALT SEGU VALMISTAJAST**



Graafik VIII-2

**TAB16II+BS32
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT SEGU VALMISTAJAST**



Graafik VIII-3



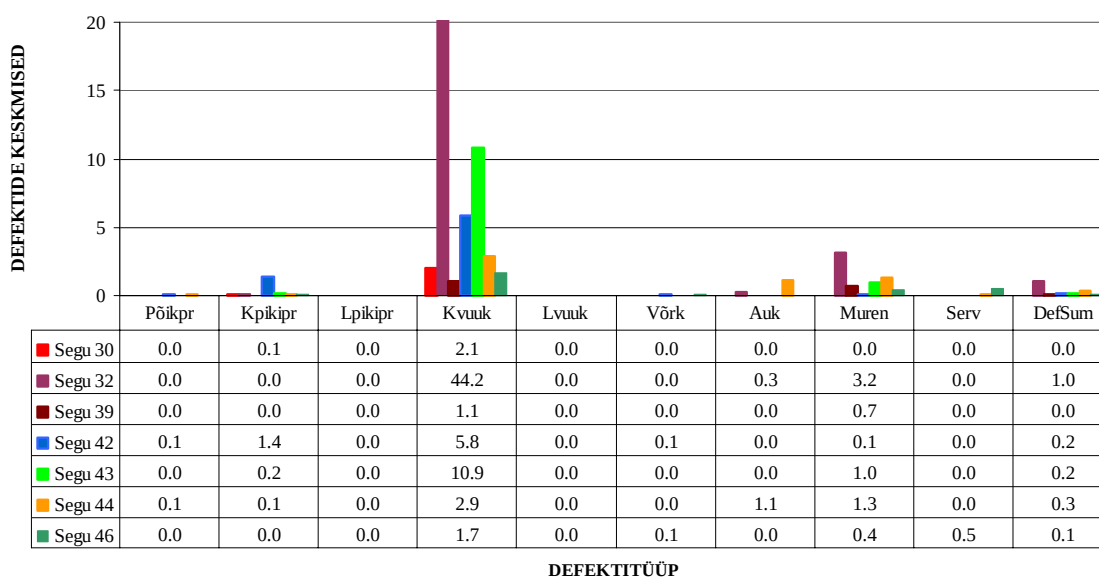
TAB16II+BS32 kattegrupis (graafik VIII-3) on defektisumma areng 1-2 aastat peale teekatte ehitust kõige halvim segu valmistajal 44, kuid hiljem tõuseb defektisumma kõige kiiremini segu valmistajal 34. Ka segu valmistajal 49 on defektide areng keskmisest kiirem, mis on küll põhiliselt tingitud võrkpragude suurest osakaalust ja mis ei pruugi olla segu probleem. Teiste segu valmistajate teekattetel arenevad defektid kokkuvõttes üsna võrdselt.

2. Kattegrupp TAB12I(16I)+PAB

TAB12I(16I)+PAB kattegrupi puhul on võrdluses kasutatud seitsme erineva asfaltbetoonsegu valmistaja kokku 22 objekti andmeid:

- Segu 30 - 2 objekti
- Segu 32 – 2 objekti
- Segu 39 – 1 objekt
- Segu 42 – 1 objekt
- Segu 43 – 2 objekti
- Segu 44 – 11 objekti
- Segu 46 – 3 objekti

**TAB12I(16I)+PAB 1-2A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTID SÕLTUVALT SEGU VALMISTAJAST**

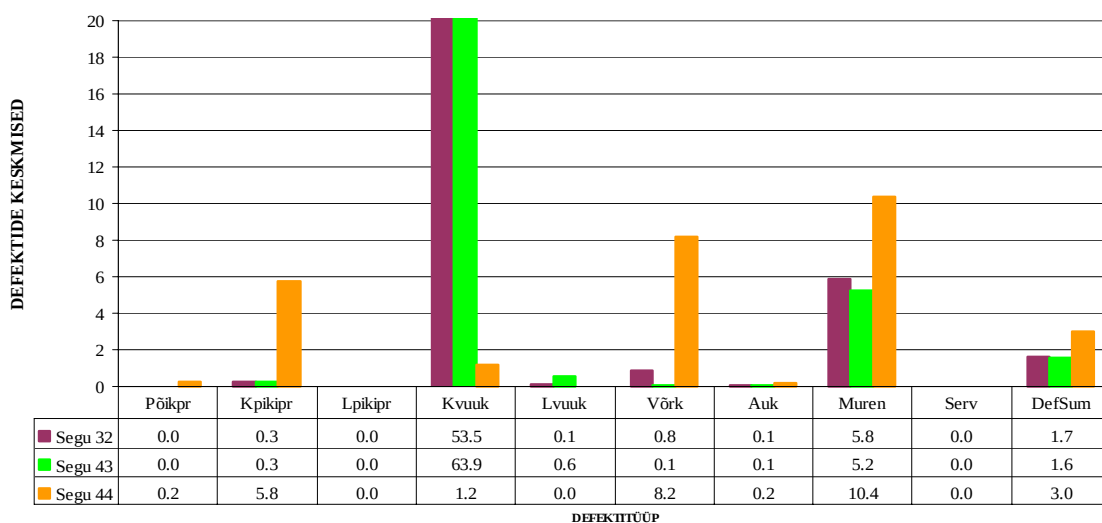


Graafik VIII-4



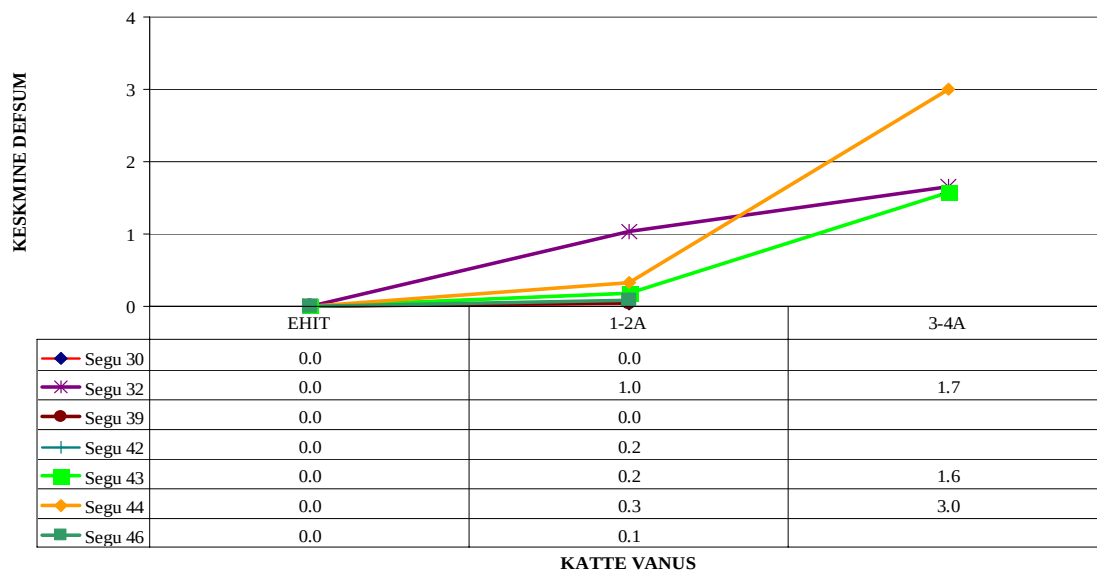
Antud kattegrupis on ehitatud teekatted vanuses 1-3 aastat ja seega on graafikutele ainult üksikute objektide andmed. Vaadeldes segu kvaliteedist sõltuvaid defekte (auk ja murenemine) paistab, et 1-2 aastat peale katte ehitust (graafik VIII-4) on murenemist teistest rohkem segu valmistaja 32 poolt toodetud segust ehitatud katetel. Ka segu valmistaja 44 poolt toodetud segust ehitatud katetel esineb teistest rohkem auke ja murenemist. 3-4 aastat peale ehitust (graafik VIII-5) on murenemist rohkem segu valmistaja 44 poolt toodetud segust ehitatud katetel. Teise kahe segu valmistaja näitajad on üsna sarnased.

**TAB12I(16I)+PAB 3-4A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTID SÕLTUVALT SEGU VALMISTAJAST**



Graafik VIII-5

**TAB12I(16I)+PAB
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT SEGU VALMISTAJAST**



Graafik VIII-6



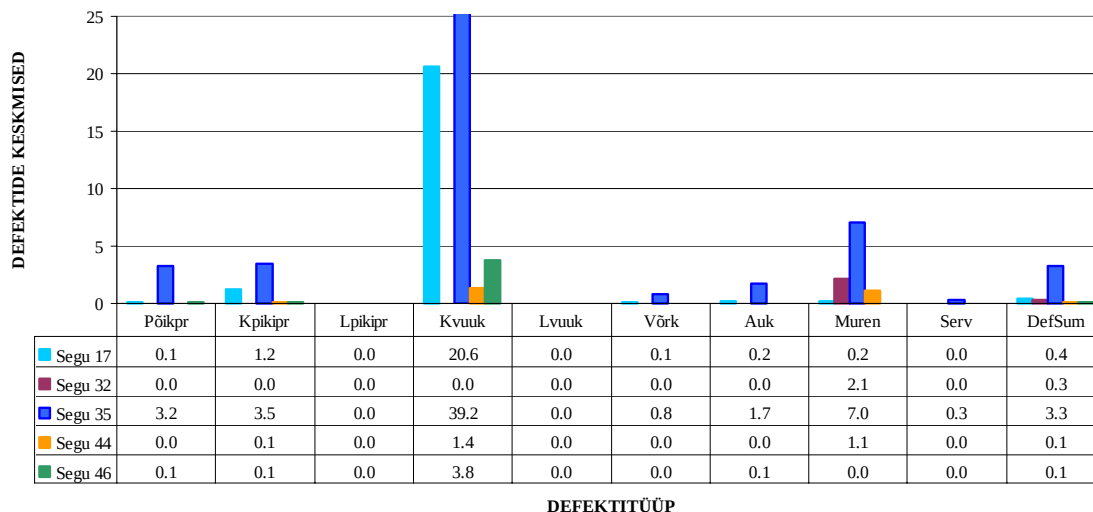
TAB12I(16I)+PAB kattegrupi defektisummade arengu graafik VIII-6 näitab sama, mis aukude ja murenemise arengu võrdlus graafikutel VIII-4 ja VIII-5. 1-2 aastat peale teekatete ehitust on defekte rohkem tekkinud segu valmistaja 32 poolt toodetud segust ehitatud katetel ja 3-4 aastat peale ehitust segu valmistaja 44 poolt toodetud segust ehitatud katetel.

3. Katte grupp TAB16II(12II)

TAB16II(12II) teekatete puhul on võrdluses kasutatud viie erineva segu valmistaja kokku 11 objekti andmeid:

- Segu 17 – 3 objekti
- Segu 32 – 1 objekt
- Segu 35 – 4 objekti
- Segu 44 – 2 objekti
- Segu 46 – 1 objekt

TAB16(12)II 1-2A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTID SÕLTUVALT EHITAJAST



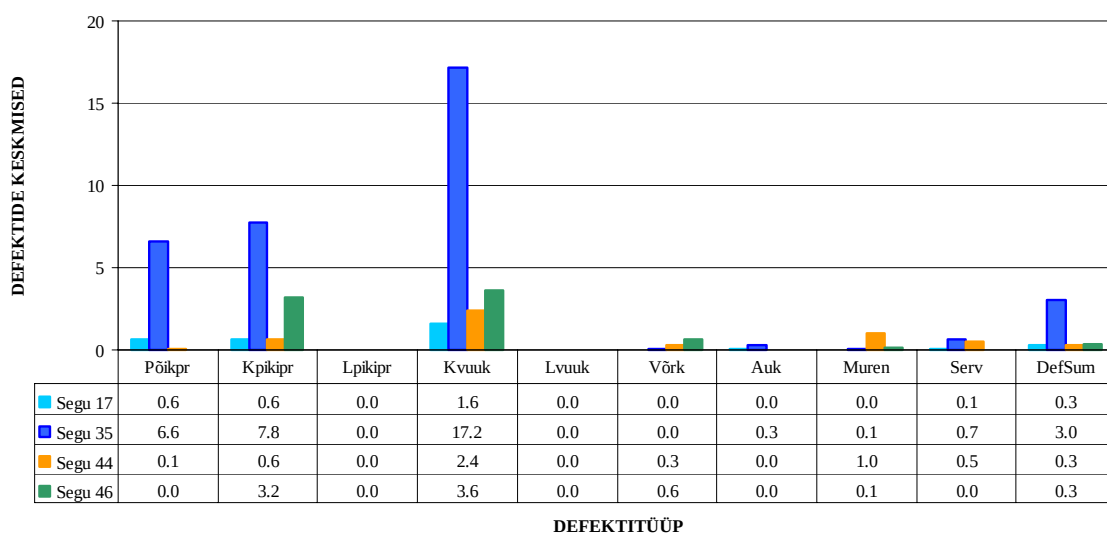
Graafik VIII-7

TAB16II(12II) kattegrupis on segu kvaliteedist mõjutatud defekte (augud ja murenemine) 1-2 aastat peale katte ehitust (graafik VIII-7) teistest tunduvalt rohkem segu valmistaja 35 poolt toodetud segust ehitatud katetel. Teiste segu valmistajate poolt toodetud segust ehitatud katetel defektide tekkimisega ja nende arenguga esimese paari aasta jooksul probleeme ei esine.



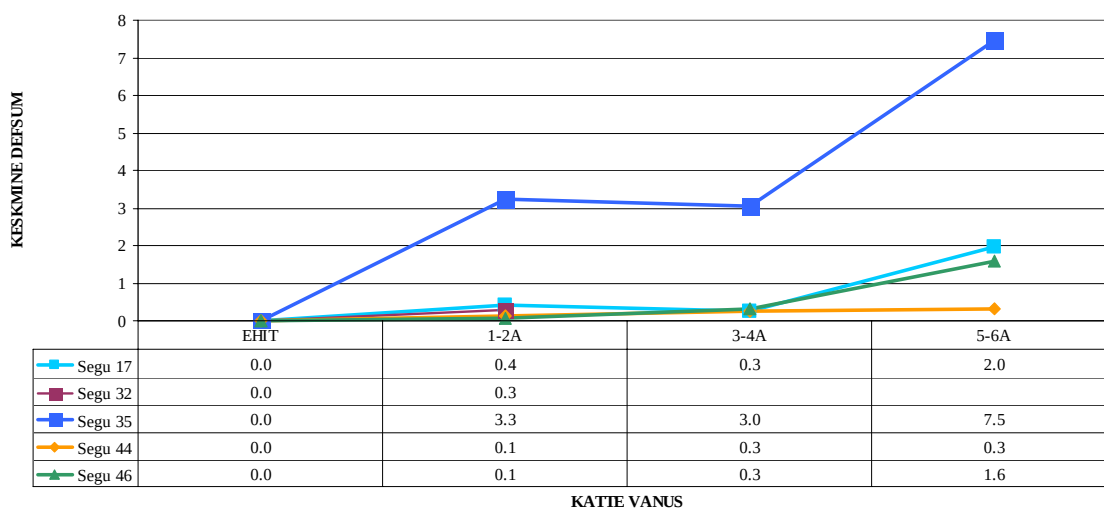
3-4 aastat pärast katte ehitamist (graafik VIII-8) arenevad defektid endiselt kõige rohkem segu valmistaja 35 poolt toodetud segust ehitatud katetel. Samas on näha, et defektidest arenevad ainult need, mis otseselt ei ole segu kvaliteedist tingitud (põik-, piki- ja vuugipraod). Antud grupi objektidel on teisel aastal peale ehitust paljudele tehtud pindamist. Seda näitab ka aukude, murenemise ning defektisumma arenemise paigalseis või vähenemine. Seega edasist segu valmistaja võrdlust teha ei saa.

**TAB16(12)II 3-4A PEALE KATTE E HITUST
DEFEKTID SÕLTUVALT SEGU VALMISTAJAST**



Graafik VIII-8

**TAB16(12)II
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT SEGU VALMISTAJAST**



Graafik VIII-9



Graafikul VIII-9 toodud defektisumma arengu sõltuvus segu valmistajast näitab üsna selgelt, et selles kattegrupis on kõige rohkem probleeme segu valmistaja 35 poolt toodetud segust ehitatud katetel. Nendel katetel areneb defektisumma umbes kümme korda kiiremini kui teiste segu valmistajate poolt toodetud segust ehitatud katetel.

Kokkuvõtteks

Kõige selgemini oli defektide areng jälgitav kattegrupi TAB16II+BS32 objektide puhul, kuna selles kattegrupis oli andmeid kõige rohkem. Teistes kattegruppides jäi andmeid tulemuslikuks analüüsiks napiks.

Samas oli huvitav see, et igas kattegrupis eraldus 1-2 segu valmistajat, kelle segust ehitatud katetel arenesid defektid teistest kiiremini. Kattegrupis 1 (TAB16II+BS32) oli selleks segu valmistaja 34, kattegrupis 2 (TAB12I(16I)+PAB) segu valmistaja 44 ja kattegrupis 3 (TAB16II(12II)) segu valmistaja 35. Kindlasti tuleks nende segu valmistajate poolt tehtud segu kvaliteedi kontrollile tulevikus tõsiselt tähelepanu pöörata. Samas tuleb tellijal kaaluda garantiiperioodi pikendamist, senisest 2 aastalt kuni 5 aastani



IX Kasutatud töömeetodid – teekatte defektid

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda teekatte ehitusmeetodite mõju teekattel esinevate defektide arengule. Analüüsi tegemiseks on kasutatud kõiki andmebaasis leiduvat 92 objekti. Andmed on usaldatavad.

Teekatete osas on objektid jaotatud viide gruppi:

- **TAB16II+BS32** (pealmine kiht tihe asfaltbetoon mark TAB16II või TAB12II + bituumeniga stabiliseeritud alus) – 40 objekt;
- **TAB12I(16I)+PAB** (pealmine kiht tihe asfaltbetoon margid TAB12I või TAB16I + alumine kiht poorsne asfaltbetoon mark PAB16A või PAB32) – 23 objekti;
- **TAB16II(12II)** (tihe asfaltbetoon margiga TAB16II või TAB12II) – 11 objekti;
- **PIN+BS32** (pinnatud bituumeniga stabiliseeritud kate) – 11 objekti;
- **PIN+MSE20A** (pinnatud mustsegu) – 7 objekti.

Defektide andmed on jaotatud teekatte vanuse järgi, mis antud teekattel oli defektide inventeerimise ajal. Enamuse objektide kohta on kasutada kahe või kolme defektide inventeerimise tulemused. Kuna defekte inventeeritakse üle ühe aasta on otstarbekas ka defektide andmeid ajaliselt sama intervalliga jaotada:

- **EHIT** – katte ehituse aeg (eeldatakse, et defekte ei esine);
- **1-2A** – defektide inventeerimise kuupäev 1-2 aastat peale katte ehitust;
- **3-4A** – defektide inventeerimise kuupäev 3-4 aastat peale katte ehitust;
- **5-6A** – defektide inventeerimise kuupäev 5-6 aastat peale katte ehitust.

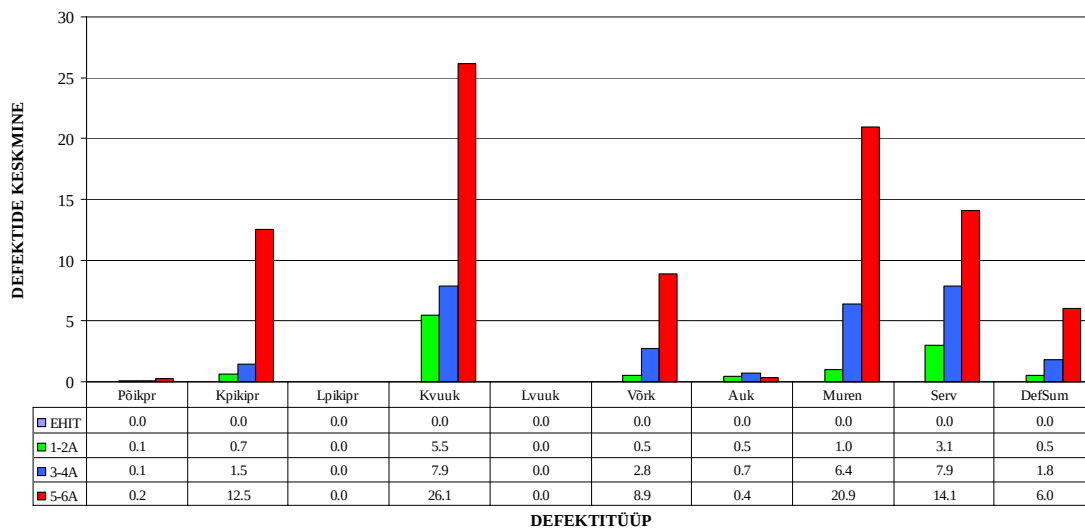
Allpool on toodud erinevate defektitüüpide ja defektisumma arenemine ajas eespool nimetatud viie kattegrupi objektidel.

1. Kattegrupp TAB16II+BS32

Graafikult IX-1 on näha, et TAB16II+BS32 kattegrupis on defektidest arvuliselt kõige rohkem kitsast vuugipragu ja murenemist. Veidi vähem on kitsast pikipragu, võrkpragu ja servadefekti. Samas on enamuse defektide arenemine sarnane ja üsna kiire. Põikpragused tekivad juurde vähe ja väheste aukude ühtlane tase on seletatav nende vahepealse võimaliku remondiga, mida aga andmebaas kahjuks ei kajasta. Laia pikipragu ja laia vuugipragu esimese kuue aastaga ei teki.



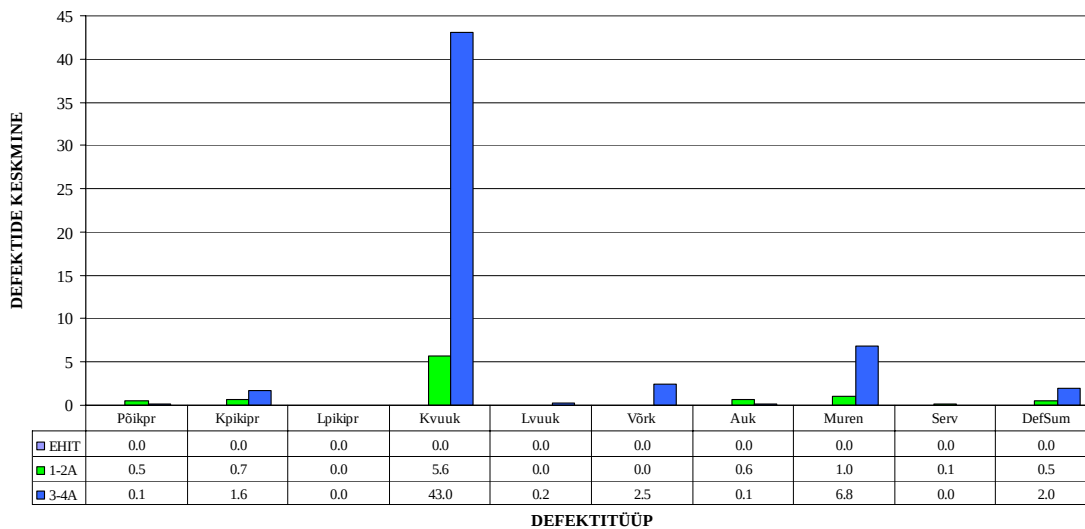
TAB16II+BS32 DEFEKTIDE ARENG



Graafik IX-1

2. Kattegrupp TAB12I(16I)+PAB

TAB12I(16I)+PAB DEFEKTIDE ARENG



Graafik IX-2

Graafikult IX-2 on näha, et TAB12I(16I)+PAB kattegrupis omavad defektidest suuremat osakaalu kitsas vuugipragu ja murenemine. Nende arenemiskiirus on ligilähedaselt võrdne. Teisi defekte esineb vähem ja ka nende arenemiskiirus on üsna väike. Põikpragusid tekib juurde vähe ja väheste aukude ühtlane tase on

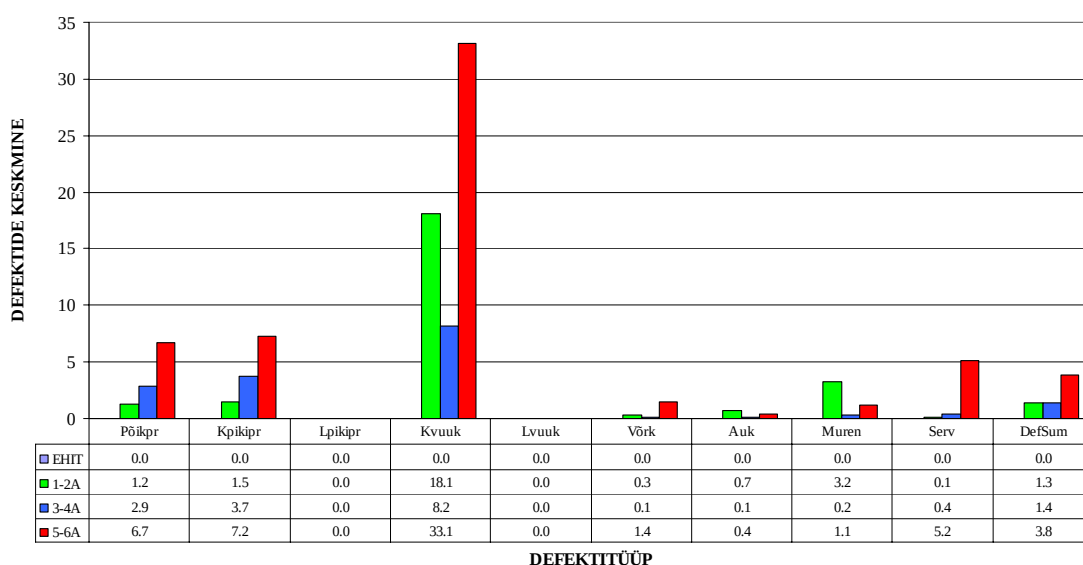


seletatav nende vahepealse võimaliku remondiga, mida andmebaas ei kajasta. Laia pikipragu ja laia vuugipragu esimese 3-4 aastaga ei esine.

3. Kattegrupp TAB16II(12II)

Graafikult IX-3 on näha, et TAB16II(12II) kattegrupis omavad defektidest suuremat osakaalu põikpragu, kitsas pikipragu ja kitsas vuugipragu. Teisi defekte on tunduvalt vähem. Defektidest arenevad üsna sarnaselt põik- ja pikipragu ning serva defekt. Teiste defektide osas on täheldatav 3-4 aastal tuntav vähenemine, mis on tingitud eelkõige sellest, et enamuse antud grupi katetest on teisel aastal peale ehitamist pinnatud. Pinnatud objektide andmeid võrdlusest välja jättes ei oleks sellest grupist enam õiget pilti saanud. Põikprao tunduvalt suurem osakaal võrreldes teiste kattegruppidega võib olla tingitud sellest, et uus kate on paigaldatud otse vanale kattele ja mõne aja möödudes tulevad alumise kihi defektid (antud juhul põikpragu) üles välja. Laia pikipragu ja laia vuugipragu ei esine.

TAB16II(12II) DEFEKTIDE ARENG



Graafik IX-3

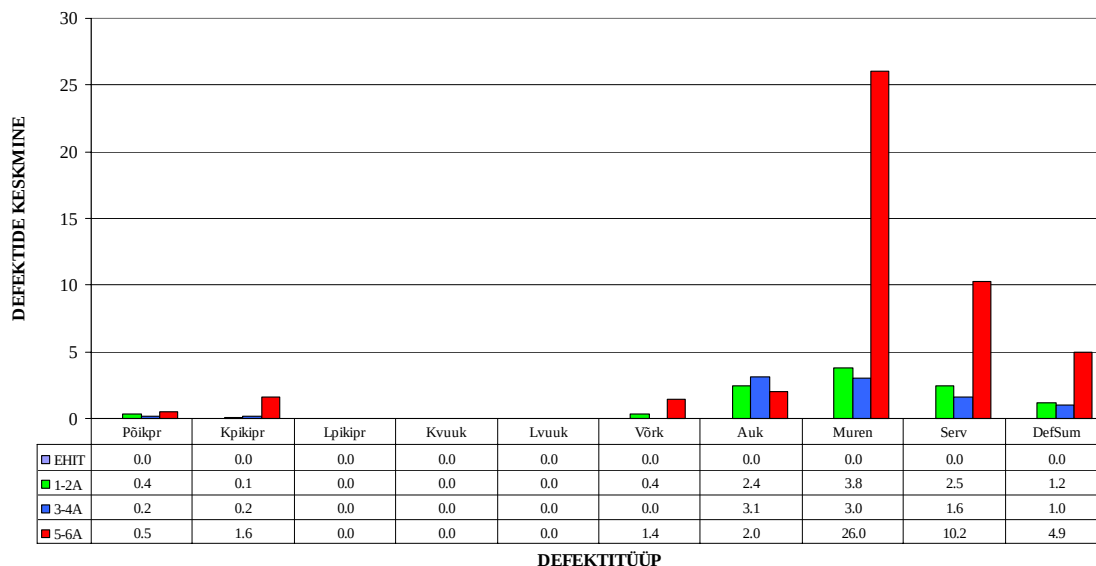
4. Kattegrupp PIN+BS32

PIN+BS32 kattegrupis (graafik IX-4) omavad defektidest suuremat osakaalu augud, murenemine ja servadefekt, kusjuures peamiseks defektiks on murenemine. Vähemal määral esineb kitsast pikipragu ja võrkpragu. Põikpragusid tekib juurde vähe. Defektide areng on üsna ebaühtlane ja see on tingitud sellest, et mitmetel



(halbemas seisus) objektidel on ehitusele järgnevatel 3-4 aastal tehtud pindamist või ribapindamist. Laia pikipragu ning kitsast ja laia vuugipragu ei esine.

PIN+BS32 DEFEKTIDE ARENG

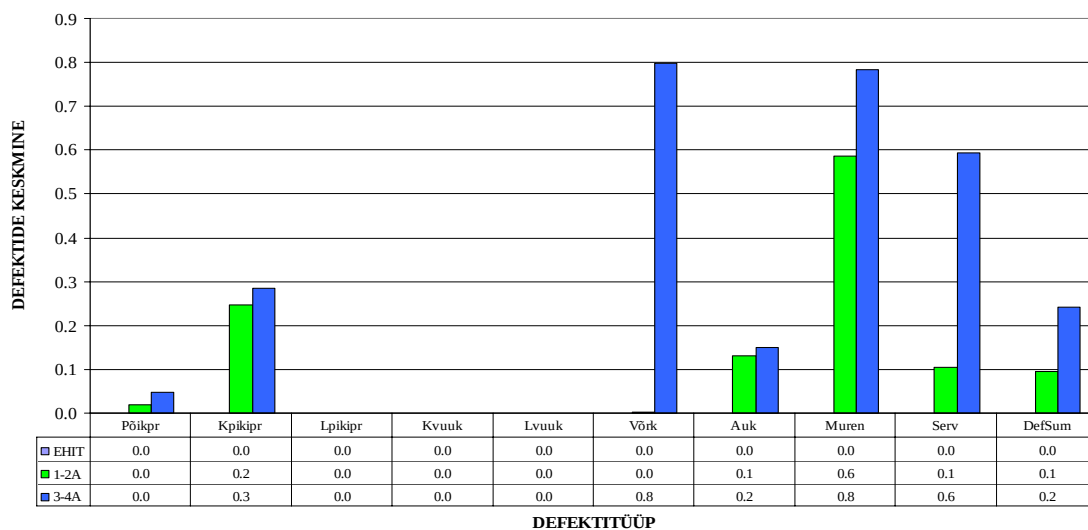


Graafik IX-4

5. Kattegrupp PIN+MSE20A

PIN+MSE20A grupis on vanimad katted kolme aastased ja defekte vähe. Suuremat osakaalu (graafik IX-5) omavad defektidest võrkpragu, murenemine ja servadefekt. Vähemal määral esineb põikpragu, kitsast pikipragu ja auke. Laia pikipragu ning kitsast ja laia vuugipragu ei esine.

PIN+MSE20A DEFEKTIDE ARENG

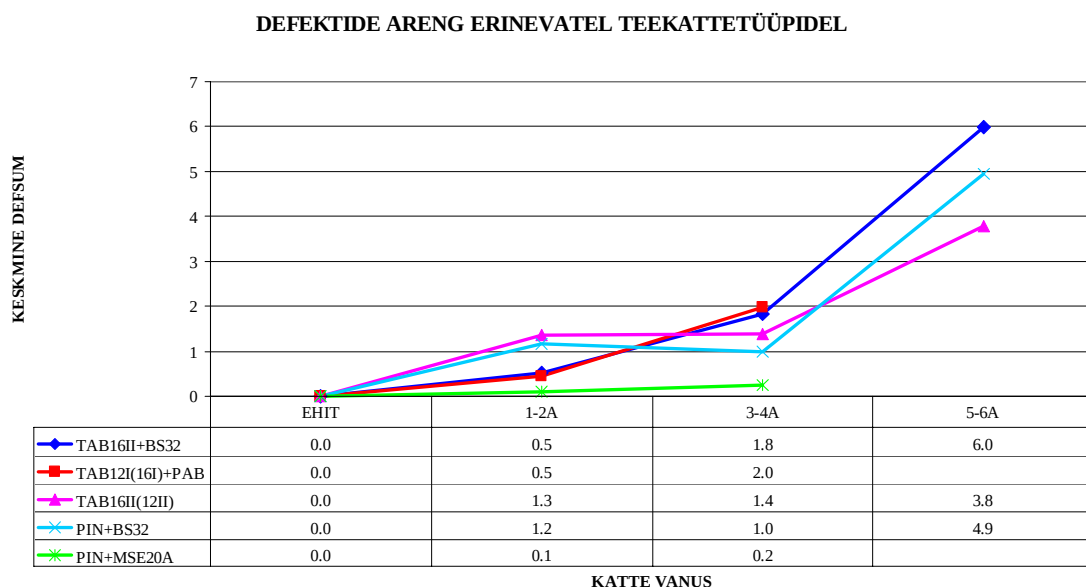


Graafik IX-5



Kõik katted

Nagu graafikult IX-6 näha arenevad 1-2 aastal peale ehitust kiiremini kattegruppide TAB16II(12II) ja PIN+BS32 defektid. Edasi defektide areng peatub, kuna paljudel



Graafik IX-6

halvemas seisus objektidel on tehtud 2-4 aastal pärast katte ehitust kas pindamine või ribapindamine, millega on suurem osa defekte ajutiselt paariks aastaks kinni kaetud. 2-3 aastat pärast pindamist suurenevad defektisummad antud kattegruppidel järsult, kusjuures suurenemine on lähedane grupi TAB16II+BS32 defektisumma suurenemisele peale 4 aasta möödumist katte ehitamisest.

Kattegrupis TAB12I(16I)+PAB on kõik objektid uuemate katetega, kuid samas on defektide arengu algus on võrreldav grupiga TAB16II+BS32.

Kattegruppi PIN+MSE20A kuuluvad väikese liiklussagedusega objektid ja defektide areng on nendel katetel võrreldes teiste gruppidega tunduvalt aeglasem.

Kokkuvõtteks

Kõigis TAB (tiheda asfaltbetooniga) kattegruppides on selgelt suurimaks probleemiks vuugipragu, mida esineb 5-6 aastal peale katte ehitust juba ligikaudu 30% ulatuses



objektide kogupikkusest. Samas on kõige tõsisemaks defektiks ja kõige rohkem defektisummat mõjutavaks katte defektiks kõigis kattegruppides murenemine (välja arvatud TAB16II(12II), kus pärast pindamist murenemine edasi nii kiirelt ei arene). Ülejäänud defektidest esineb rohkem kitsast pikipragu ja võrkpragu (välja arvatud PIN+BS32). Auke esineb võrreldes teiste kattegruppidega kõige rohkem grupis PIN+BS32, mis on seletatav katte suhtelise nõrkusega (murenemisest areneb kiiresti auk). Serva defekti esineb ühtlaselt kõigil katetel (välja arvatud grupp TAB12I(16I)+PAB, kus põhjuseks võib olla see, et kattekonstruktsioon on tugevam, kuna on paigaldatud 2 kihti asfaltbetooni).

Lõpetuseks tuleb märkida, et kõigil katteliikidel (peale grupi PIN+MSE20A) tuleks 4-5 aastat peale ehitust tõsiselt jälgida, kas ei peaks tegema pindamist või uut ülekatet, kuna defektid võivad hüppeliselt kasvada ja teekatte seisukord üsna ruttu väga kehvaks muutuda. Lihtsalt ülekatte tegemisel peaks enne lõpliku otsuse tegemist tõsiselt uurima, millised on alla jääva vana katte defektid ja tuleb arvestada, et piki- ja põikpraod tulevad paari aasta pärast uue katte pinnale välja (uue katte paksuse 4-5 cm juures).



X Veokaugus – teekatte defektid

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda katendi pealmisesse kihti paigaldatud segu veokauguse mõju defektide arengule. Analüüsi tegemiseks uuriti kõiki andmebaasis leiduvat 92 objekti. Veokaugus on teada 62 objekti kohta. Kõikidel nendel objektidel on pealmiseks kihiks tihe asfaltbetoonkate. Andmed on keskmiselt usaldatavad.

Analüüsi tegemiseks on objektid jagatud veokauguse järgi viide gruppi:

- **<10 km** – veokaugus alla 10 kilomeetri – 19 objekti;
- **10-30 km** – veokaugus 10-30 kilomeetrit – 14 objekti;
- **30-50 km** – veokaugus 30-50 kilomeetrit – 16 objekti;
- **>50 km** – veokaugus suurem kui 50 kilomeetrit – 13 objekti.

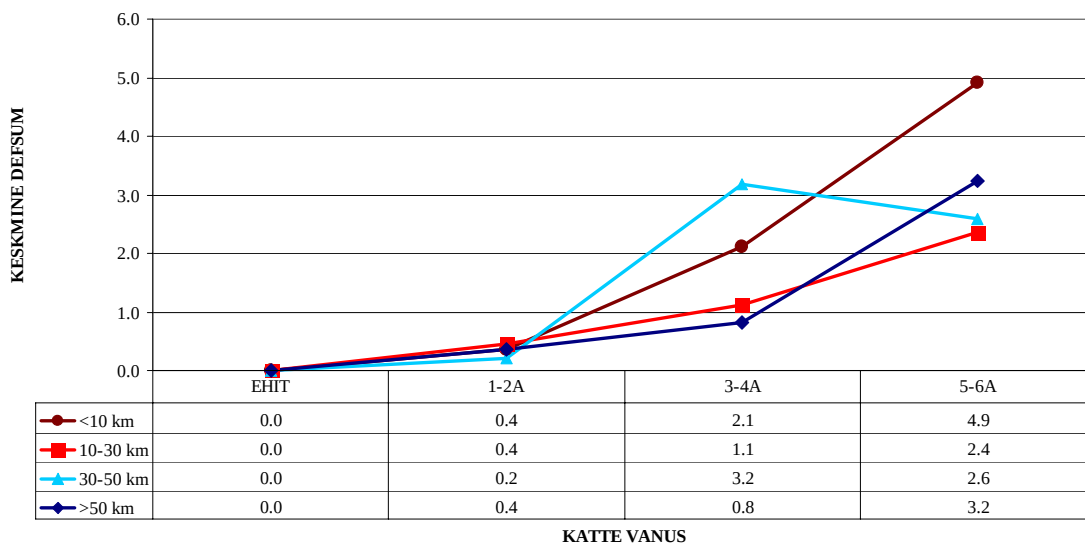
Defektide andmed on jaotatud teekatte vanuse järgi, mis antud teekattel oli defektide inventeerimise ajal. Enamuse objektide kohta on kasutada kahe või kolme defektide inventeerimise tulemused. Kuna defekte inventeeritakse üle ühe aasta on otstarbekas ka defektide andmed ajaliselt sama intervalliga jaotada:

- **EHIT** – katte ehituse aeg (eeldatakse, et defekte ei esine);
- **1-2A** – defektide inventeerimise kuupäev 1-2 aastat peale katte ehitust;
- **3-4A** – defektide inventeerimise kuupäev 3-4 aastat peale katte ehitust;
- **5-6A** – defektide inventeerimise kuupäev 5-6 aastat peale katte ehitust.

Graafikul X-1 on toodud defektisumma arengu sõltuvus katte pealmisesse kihti paigaldatud segu veokaugusest. Esimese kahe aastaga arenevad defektid iga veokauguse grupi puhul üsna sarnaselt. Järgmiseks perioodiks (3-4 aastat pärast teekatte ehitamist) on defektid kõige kiiremini arenenud nendel objektidel, kus asfaltbetoonsegu veokaugus on vahemikus 30-50 kilomeetrit. Defekte on nende objektide teekatetele tekkinud keskmiselt kohati kuni 4 korda rohkem kui teistel. Huvitav on see, et järgmisena tulevad need objektid, kus veokaugus on alla 10 kilomeetri. 5-6 aastat pärast teekatte ehitamist on defekte kõige rohkem nendel teekatetel, kus asfaltbetoonsegu veokaugus on alla 10 kilomeetri. Iseenesest täiesti ebalooiline tulemus. Mõningal moel selgitab olukorda see, et nendel objektidel, kus asfaltbetoonsegu veokaugus on vahemikus 30-50 kilomeetrit, on vahepeal tehtud pindamist või ribapindamist (seda näitab defektide järsk vähenemine). Kuid lõplikku vastust see siiski ei anna ja endiselt jääb küsimus, miks on nende remondiobjektidel,



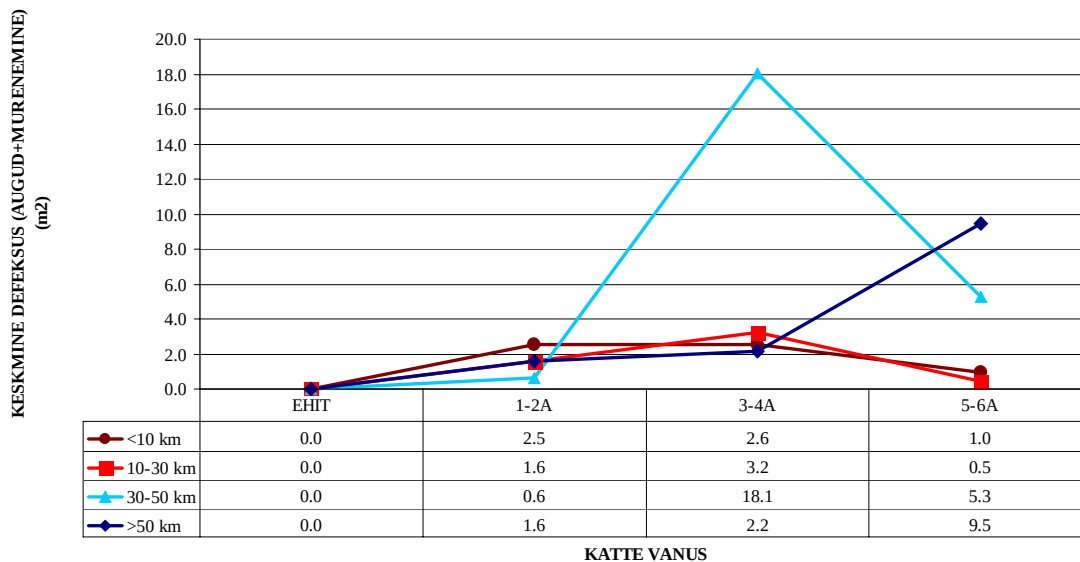
DEFEKTIDE ARENG SÕLTUVALT VEOKAUGUSEST



Graafik X-1

kus asfaltbetoonsegu veokaugus on alla 10 kilomeetri, defektisumma 5-6 aastat pärast teekatte ehitamist keskmiselt 1,5 korda suurem võrreldes nende objektidega, kus asfaltbetoonsegu veokaugus on üle 50 kilomeetri.

AUKUDE JA MURENEMISE ARENG SÕLTUVALT VEOKAUGUSEST



Graafik X-2

Edasi on analüüsitud ainult aukude ja murenemise, ehk võimalike asfaltbetoonsegu veokaugusest tingitud defektide arengut. Selleks on aukude ja murenemise väärtused summeeritud. Tulemused on toodud graafikul X-2 ja sealt on näha, et 3-6 aastat pärast teekatte ehitust hakkavad suurema asfaltbetoonsegu veokaugusega



objektidel augud ja murenemine väiksema asfaltbetoonsegu veokaugusega objektidest tunduvalt kiiremini arenema. Seos ei ole aga väga selge, kuna defektisumma arengut kirjeldavad jooned graafikul on hüplevad, mis omakorda on ilmselt tingitud vahepealsest teekatete remontidest, mida ei ole aga andmebaasis kajastatud.

Kokkuvõtteks

Antud seose uurimise tulemusena saab järeldada, et kindlat seost asfaltbetoonsegu veokauguse ja teekattel esinevate defektide kogusumma arengu vahel ei ole. Samas on seos täheldatav, kui vaadelda ainult osasid defekte (augud ja murenemine). Esimese kahe aasta jooksul ei ole antud defektide arengul suurt erinevust, kuid pärast seda hakkavad augud ja murenemine kiiremini arenema suurema segu veokaugusega objektidel. 5-6 aastat pärast teekatte valmimist on suurem segu veokaugusega (>30 km) objektidel auke ja murenemist kuni 10 korda rohkem, kui väiksema segu veokaugusega (<30 km) objektidel.

See näitab seda, et lähema paari aasta jooksul tuleks seda seost uuesti uurida, sest siis on vanemaid objekte tunduvalt rohkem ja siis saab ka kindlamaid järeldusi teha. Vahepeal tuleb jätkata senist praktikat defektide inventeerimise alal ja rohkem tuleks rõhku panna remondi- ja hooldetööde kohta käivate andmete kogumisele ning registreerimisele. Selleks tööks kasutatud andmebaasist puuduvad sellised asfaltbetoonsegu paigalduskvaliteeti mõjutavad andmed nagu segu temperatuur tehases ja segu temperatuur paigaldamisel. Kindlasti mõjutavad puudused nende nõuete täitmisel defektide arengut



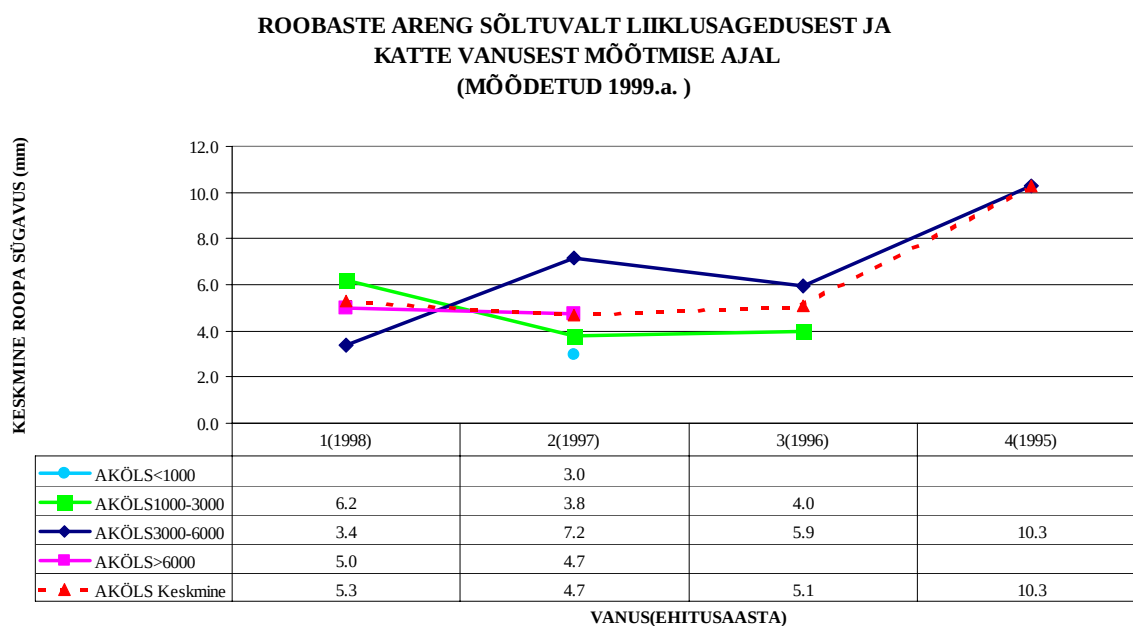
XI Liiklussagedus – roopa sügavus (+aeg)

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda liiklussageduse mõju teekattel esineva roopa sügavuse arengule. Analüüsi tegemiseks on andmebaasist välja otsitud remondiobjektid, kus roopa sügavus on mõõdetud. 92-st objektist oli neid 42. Nendest 40-l on pealmiseks kihiks tihe asfaltbetoon ja 2-l pindamine. Kuna roopa sügavus on kõigil objektidel mõõdetud 1999 aastal, siis on analüüsist välja jäetud enne 1999 aastat pinnatud objektid. Seega on analüüsiks kasutatud 32 objekti andmeid ja kõik need tihedast asfaltbetoonsegust (TAB) kattega. Andmed on keskmiselt usaldatavad.

Liiklussageduse (aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus, AKÖLS) osas on objektid jaotatud nelja gruppi:

- AKÖLS <1000 autot/ööpäevas – 1 objekt;
- AKÖLS 1000-3000 autot/ööpäevas – 17 objekti;
- AKÖLS 3000-6000 autot/ööpäevas – 11 objekti;
- AKÖLS >6000 autot/ööpäevas – 3 objekti.

Analüüsi tegemiseks on objektid jaotatud vanuse (ehitusaasta) järgi. Tulemused on esitatud kokkuvõtvalt graafikul XI-1



Graafik XI-1



Graafikult XI-1 on näha, et esimese aastaga tekib n.n. algroobas, mille sügavus on keskmiselt 5,0 mm. Seejärel läheb 2-3 aastat, mille jooksul roopa sügavus praktiliselt ei muutu ja alles seejärel hakkab roopa sügavus edasi arenema. Seda saab väita liiklussageduse klassi AKÖLS 3000-6000 baasil. Teiste liiklussageduse gruppide osas üle kolme aasta vanuseid objekte ei leidu.

Kokkuvõtteks

Järeldused on selle seose puhul väga esialgsed, kuna seni on tehtud roopa sügavuse mõõtmisi ainult ühel aastal. Kindlasti tuleks roopa sügavuse mõõtmistega hakata tegelema regulaarselt. See võimaldaks edaspidi täpsemalt analüüsida roopa sügavuse arengut ja võimaldaks vajalikke meetmeid õigeaegselt teostada.



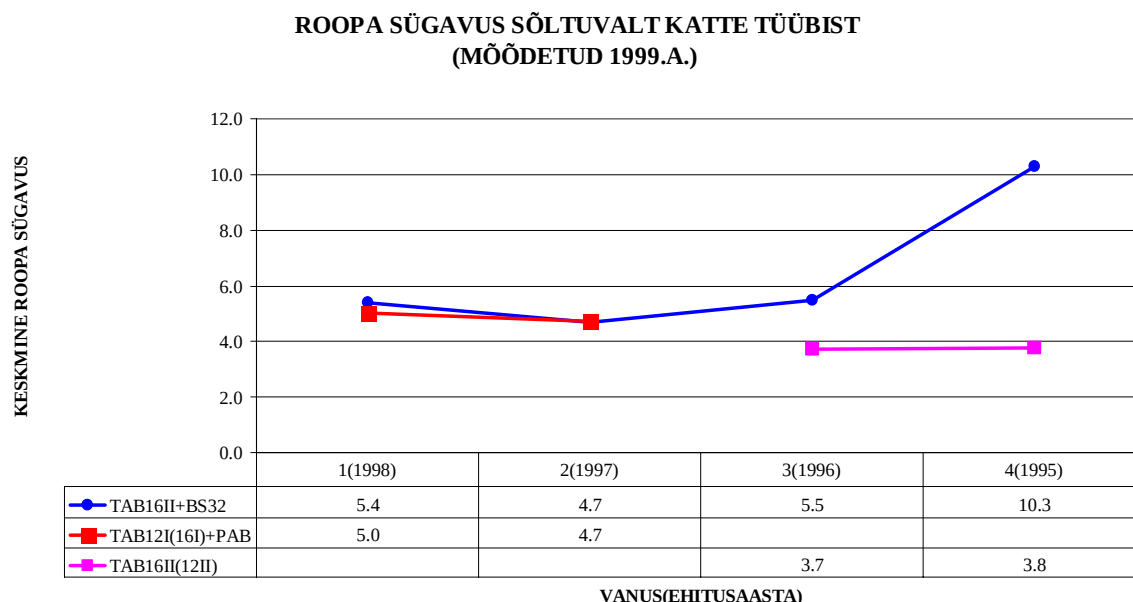
XII Teekatte tüüp – roopa sügavus (+aeg)

Analüüsi eesmärgiks on uurida roopa sügavuse arengut erinevate teekatte tüüpide puhul. Analüüsi tegemiseks on andmebaasist välja otsitud objektid, kus roopa sügavus on mõõdetud. 92-st objektist oli neid 42. Nendest 40-l oli pealmiseks kihiks tihe asfaltbetoon ja 2-l pindamine. Kasutatud on 40 objekti andmeid, kus kattetüübiks on tihe asfaltbetoon (TAB). Roopa sügavus on kõigil objektidel mõõdetud 1999 aastal. Andmed on keskmiselt usaldatavad.

Teekatete osas on objektid jaotatud kolme gruppi:

- **TAB16II+BS32** (pealmine kiht tihe asfaltbetoon mark TAB16II või TAB12II+ bituumeniga stabiliseeritud alus) – 28 objekti;
- **TAB12I(16I)+PAB** (pealmine kiht tihe asfaltbetoon mark TAB12I või TAB16I+ alumine kiht poorne asfaltbetoon mark PAB16A või PAB32) – 3 objekti;
- **TAB16II(12II)** (tihe asfaltbetoon mark TAB16II või TAB12II) - 9 objekti.

Analüüsi tegemiseks on objektid jaotatud vanuse (ehitusaasta) järgi. Tulemused on toodud graafikul XII-1



Graafik XII-1

Graafikult XII-1 on näha, et kattegrupi TAB16II(12II) puhul roopa sügavuse osas arengut toimunud ei ole. Põhjus on selles, et enamus selle grupi teekatetest olid



1999 aastaks pinnatud, seega olid võimalikud tekkinud roopad täidetud. Selgemalt on näha roopa sügavuse arenemine kattegrupil TAB16II+BS32. Esimesed kolm aastat roopa sügavus praktiliselt ei muutunud ja alles neljandal aastal on näha roopa sügavuse suurenemist. Analoogseid tulemusi oli näha ka seose liiklussagedus – roopa sügavus uurimisel. Kolmas kattegrupp TAB12I(16I)+PAB on üsna uus, kuid ka selle grupi katetel võib vähemalt esialgu täheldada seda, et esimeste aastate jooksul roopa sügavus ei muutunud.

Kokkuvõtteks

Järeldused on selle seose puhul väga esialgsed, kuna seni on tehtud mõõtmisi ainult ühel aastal. Kindlasti tuleks roopa sügavuse mõõtmistega hakata tegelema regulaarselt. See võimaldaks edaspidi täpsemalt analüüsida roopa sügavuse arengut ja võimaldaks vajalikke töömeetmeid õigeaegselt teostada.



XIII Vajalik kandevõime – tegelik kandevõime

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda teekonstruktsiooni mõõdetud elastsusmooduli vastavust või mittevastavust arvutuslikule elastsusmoodulile (Evaj). Analüüsi tegemiseks uuriti kõiki andmebaasis leiduvat 92 objekti. Peale objekti valmimist on kandevõimet mõõdetud 61 objektil. Vajalik elastsusmoodul (arvutuslik) on teada 41 objektil. Mõlemad andmed on teada 21 objektil. Andmed on keskmiselt usaldatavad.

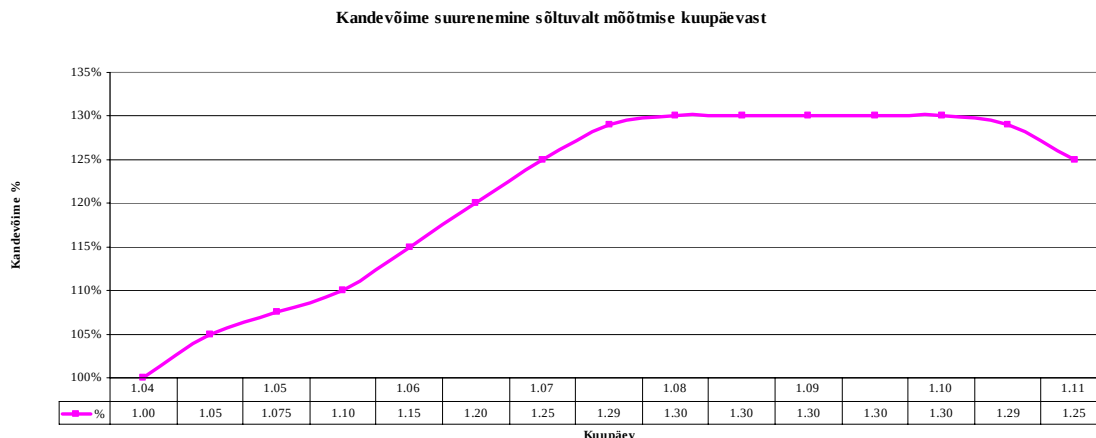
Esialgsel andmebaasis sisalduvate andmete analüüsil selgus, et vajalikud andmed selle seose uurimiseks on olemas suhteliselt väikesel arvul kõigist objektidest. Seetõttu otsustas uurija võtta kasutusele suuruse arvatav vajalik elastsusmoodul. Arvatava vajaliku elastsusmooduli leidmisel on arvestatud teada olevaid arvutuslikke elastsusmooduleid ja objektil olevat liiklussagedust. Analüüsis kasutatud arvatavad vajalikud elastsusmoodulid on järgmised:

- AKÖLS <1000 autot/ööpäevas – ArvatavEvaj – 185 MPa;
- AKÖLS 1000-3000 autot/ööpäevas - ArvatavEvaj – 220 MPa;
- AKÖLS 3000-6000 autot/ööpäevas - ArvatavEvaj – 250 MPa;
- AKÖLS >6000 autot/ööpäevas - ArvatavEvaj – 250 MPa.

Arvatava vajaliku elastsusmooduli kasutuselevõtt võimaldas suurendada analüüsiga hõlmatavate objektide arvu 61-ni.

Kuna kandevõime on mõõdetud enamuses suvel ja sügisel, ehk siis kui teekonstruktsiooni kandevõime on üldiselt parimas seisus, on tulemuste usaldatavuse tõstmiseks kasutatud paranduskoefitsenti. Paranduskoefitsent on saadud AS Teede Tehnokeskuse poolt tehtavate kandevõime muutumise jälgimise mõõtmistulemuste esialgsel töötlemisel. Paranduskoefitsiendi väärtus, sõltuvalt mõõtmiste teostamise kuupäevast on toodud graafikul XIII-1. Kuna need tulemused on alles esialgsed, siis tuleks leitud koefitsientidesse suhtuda teatud ettevaatlikusega. Samas on siiski õigem neid kasutada, kuna vastasel juhul ei oleks selle seose uurimisel mõtet.

Kandevõime mõõtmise tulemused on vastavalt mõõtmise teostamise kuupäevale korrutatud paranduskoefitsendiga, mis saadakse graafikult XIII-1



Graafik XIII-1

Nagu eespool oli toodud, on analüüsis kasutatud 61 objekti andmeid. Kokku oli nendel 61 objektil 4012 kandevõime mõõtmistulemust. Andmebaasis olevate kandevõime mõõtmistulemuste analüüs näitas järgmist:

Ilma paranduskoefitsiendita

- alla vajaliku elastsusmooduli väärtuse – 1119 mõõtmistulemust – 28 %
- üle vajaliku elastsusmooduli väärtuse – 2893 mõõtmistulemust – 72 %

Seega peaaegu iga kolmas mõõtmistulemus on olnud alla arvutatud vajaliku elastsusmooduli väärtuse.

Koos paranduskoefitsiendiga

- alla vajaliku elastsusmooduli väärtuse – 2382 mõõtmistulemust – 59 %
- üle vajaliku elastsusmooduli väärtuse – 1630 mõõtmistulemust – 41 %

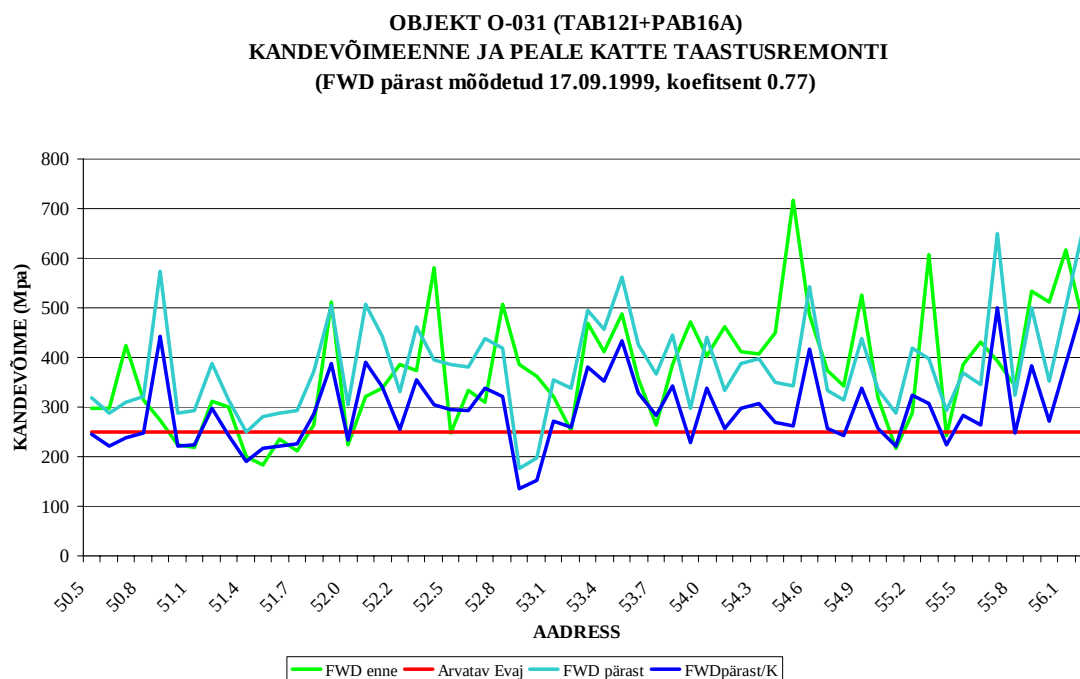
See tulemus on aga lausa ehmatav, sest üle poolte mõõtmistulemuste puhul ei ole teekonstruktsiooni kandevõimele kehtestatud nõue täidetud.

Järgnevalt on toodud kolm näidet erinevatest objektidest. Näidetes toodud graafikutel on toodud:

- vajalik (arvutuslik) elastsusmoodul (punane joon);
- mõõdetud elastsusmoodul enne uue teekatte ehitust (heleroheline joon);
- mõõdetud elastsusmoodul peale uue teekatte ehitust (helesinine joon);
- paranduskoefitsiendiga korrutatud mõõdetud elastsusmoodul peale uue teekatte ehitust (tumesinine joon).

**Näide 1 (graafik XIII-2).**

Objekt O-031, Tallinn–Narva maantee, sõidutee 2, kilomeetrid 50,4 – 56,2. Ehitatud 1999 aastal, kate projekteeriti kahekihiline, pealmine projekteeriti 40 mm TAB16I, ehitati keskmiselt 39 mm paksune TAB12I, alumine projekteeriti 60 mm PAB16A, ehitati PAB16A, kuid paksuse kontrolli kohta pole andmebaasis ühtegi kirjet. Alus projekteeriti 200 mm BS32 ja ehitati keskmiselt 199 mm BS32.

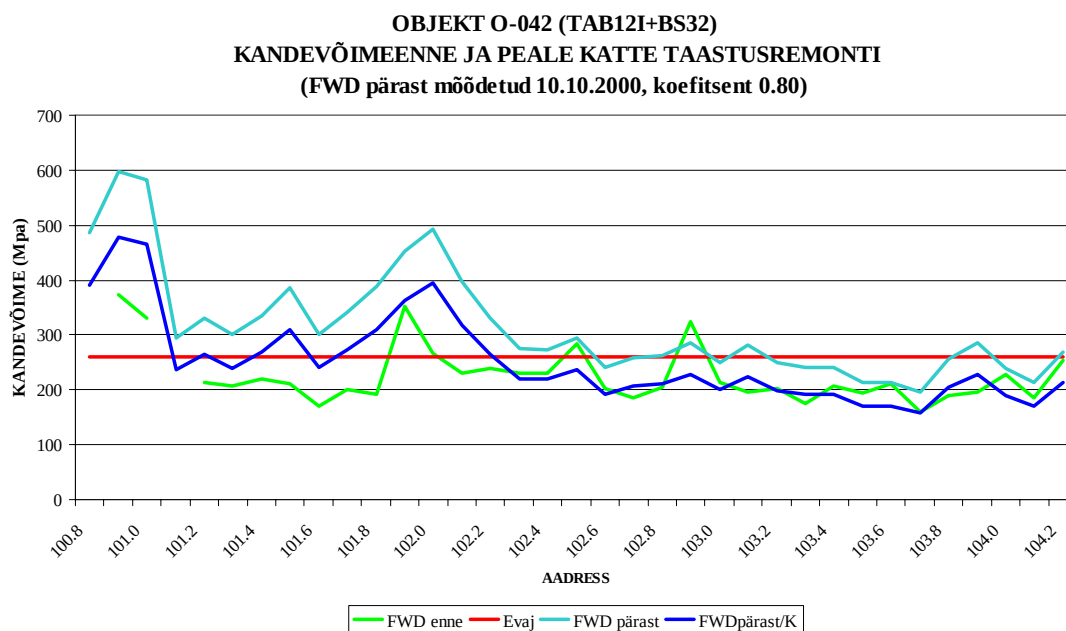


Graafik XIII-2

Objekt O-031 on üks väheseid kahekihilise asfaltbetoonkattega objekte, kus kandevõimet on mõõdetud peale katte valmimist. Nagu on graafikult XIII-2 näha, on antud objektil enamuses kõik korras, kuid esineb ka nõrgemaid kohti, kus teekonstruktsiooni kandevõime ei vasta ettenähtule. Ka on selgelt näha, et enne uue katte paigaldamist tehtud mõõtmiste tulemused kõiguvad veidi rohkem ning uue katte puhul veidi vähem. Nendes kohtades, kus kandevõime oli enne madal, on ta seda ka peale katte uuendamist. Kokkuvõttes on näha, et teekonstruktsiooni kandevõime sellel objektil ei ole üldiselt tõusnud ega ka langenud (kandevõime enne ehitust ei ole koefitsendiga korrutatud – mõõdetud 12.06.96 – koefitsent, millega mõõtmistulemust tuleks korrutada on 0,833).

**Näide 2 (graafik XIII-3).**

Objekt O-042, Tallinn–Tartu–Võru–Luhamaa maantee, kilomeetrid 100,7 – 104,2. Ehitatud 1999 aastal, kate projekteeriti 50 mm TAB12I, ehitati TAB12I, kuid katte paksuse kontrolli kohta pole andmebaasis ühtegi kirjet. Alus projekteeriti 150 mm BS32, kuid andmebaasis olevate andmete põhjal ehitati keskmiselt 126 mm paksune BS32.



Graafik XIII-3

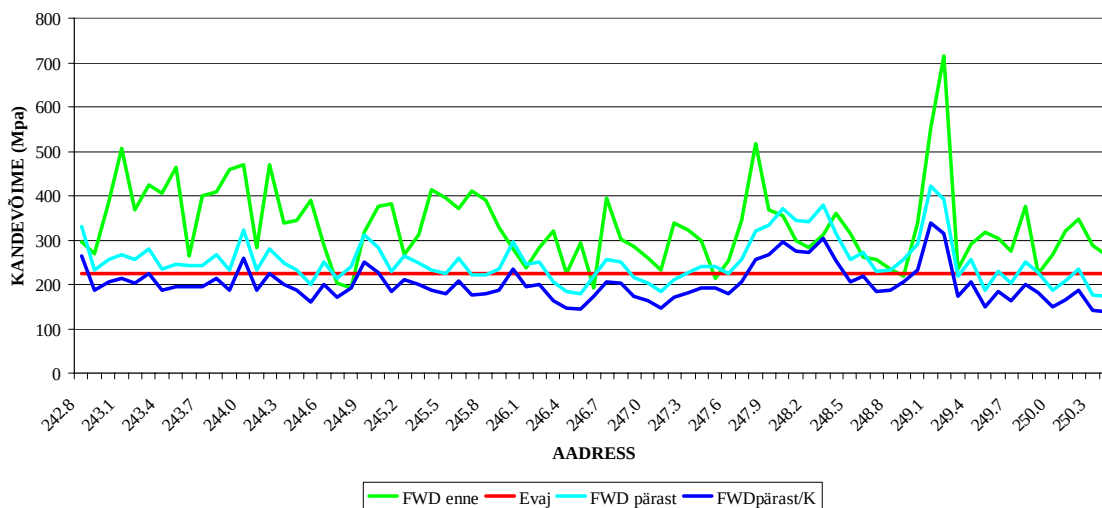
Objektil O-042 on enne katte ehitust mõõdetud kandevõime suhteliselt madal isegi ilma paranduskoefitsiendiga läbi korrutamata (kandevõime mõõdetud 04.08.96 – paranduskoefitsent, millega mõõtmistulemust tuleks korrutada on 0,77). Peale uue katte ehitust on kandevõime umbes 20-30 % tõusnud, kuid sellegipoolest ei ole vajalik (arvutuslik) kandevõime tagatud. Ilmselt on üheks põhjuseks projekteeritust tunduvalt õhema aluse ehitamine (150 mm – 126 mm)

Näide 3 (graafik XIII-4).

Objekt O-047, Tallinn–Tartu–Võru–Luhamaa maantee, kilomeetrid 242,8 – 250,4. Ehitatud 1998 aastal, kate projekteeriti 50 mm TAB16II, ehitati TAB16II keskmine paksus 53 mm. Alus projekteeriti 140 mm BS32, ehitati BS32, kuid aluse paksuse kontrolli kohta andmed andmebaasist puuduvad.



OBJEKT O-047 (TAB16II+BS32)
KANDEVÕIMEENNE JA PEALE KATTE TAASTUSREMONTI
(FWD pärast mõõdetud 16.07.1998, koefitsent 0.80)



Graafik XIII-4

Objektil O-047 on enne katte ehitust mõõdetud kandevõime (graafik XIII-4) ebaühtlane kuid enamuses üle vajaliku (mõõdetud 15.10.97 – paranduskoefitsent, millega mõõtmistulemust tuleks korrutada on 0,80). Peale uue katte ehitust mõõdetud kandevõime on keskmiselt vajalikul tasemel, kuid paranduskoefitsendiga korrutades on enamusel objektist teekonstruktsiooni kandevõime alla arvutusliku elastsusmooduli.

Kokkuvõtteks

Esialgsete väheste andmete põhjal on kahekihiliste asfaltbetoonkattega ja bituumeniga stabiliseeritud alustega objektidel teekonstruktsiooni kandevõimega olukord suhteliselt hea, mõõdetud elastsusmoodul vastab arvutuslikule elastsusmoodulile. Probleem on aga ühekihiliste bituumeniga stabiliseeritud kattega objektidel. Nende teekonstruktsioonid tunduvad olevat liiga nõrgad, see tähendab, et mõõdetud elastsusmoodul on alla arvutusliku elastsusmooduli. Samas on väga halb see, et kandevõime osas esineb nõrke löike kõikidel objektidel.

Et saada antud seosest paremat ülevaadet tuleks kandevõime mõõtmised teha enamusel objektidel ja seejärel uurimist korrata. Kontrollimist vajavad ka arvutuslikud vajaliku elastsusmooduli väärtused, eriti seal, kus need andmebaasist puuduvad.



XIV Ehitajad – teekatte tasasus

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda erinevate katendi pealmise kihi ehitajate poolt saavutatud teekatte tasasuse väärtusi erinevatel aastatel. Analüüsi tegemiseks on uuritud kõiki andmebaasis sisalduvaid objekte. Andmed on usaldusväärsed.

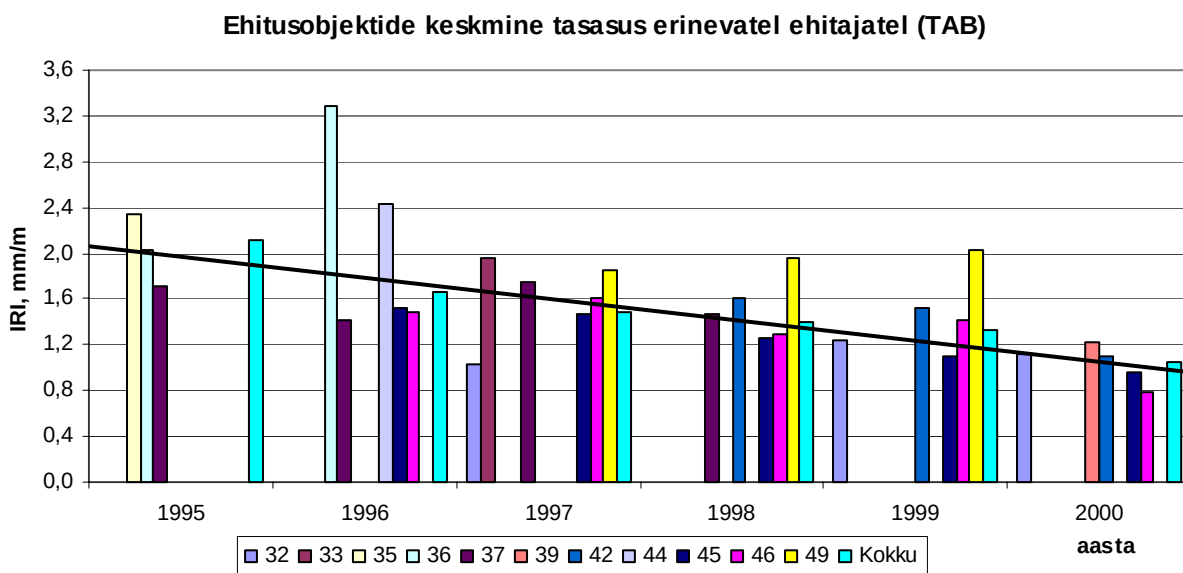
Analüüsi tegemiseks on andmebaasis olevad ehitusobjektid jagatud katendi pealmise kihi tüübi järgi kahte osasse:

- ehitusobjektid, kus katendi pealne kiht on tihedast asfaltbetoonist (TAB) – 66 objekti;
- ehitusobjektid, kus bituumeniga stabiliseeritud alus või mustsegu on pinnatud (PIN) – 17 objekti.

Antud analüüsist jäi välja 9 objekti, sest nendel teekatte tasasuse mõõtmised puudusid või esines probleeme tasasuse mõõtmise tulemustes.

Esmalt on uuritud ehitajate poolt erinevatel aastatel ehitatud keskmiste teekatte tasasuse väärtuste arengut.

1. Kattegrupp TAB



Graafik XIV-1

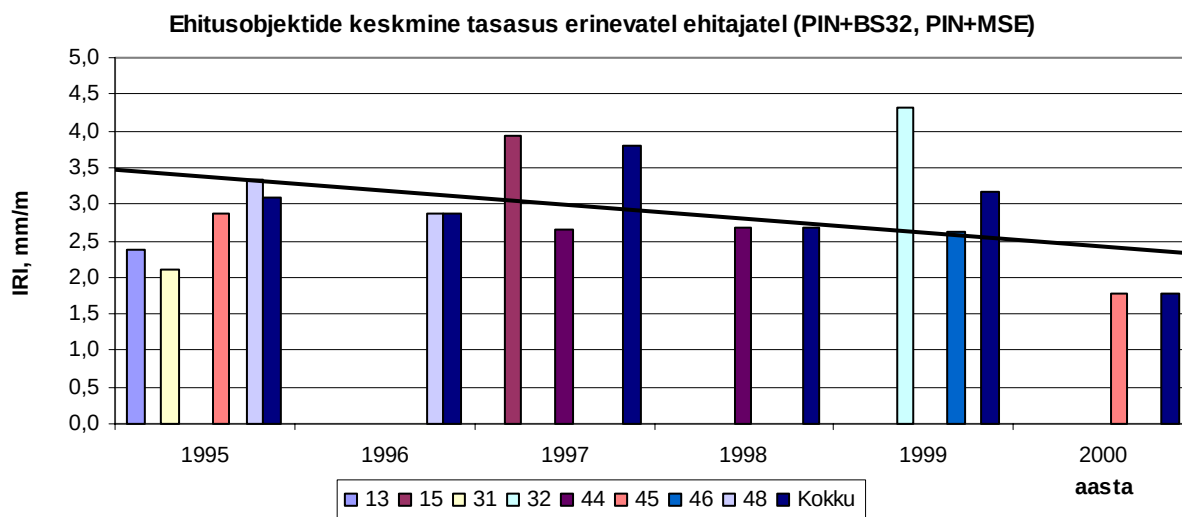
TAB kattega ehitusobjektide puhul (graafik XIV-1) on selgelt näha, et erinevate ehitajate poolt ehitatud objektide teekatete tasasus on iga aastaga läinud paremaks.



Kui võrrelda iga aasta kõikide objektide keskmisi tasasuse väärtusi (must joon graafikul XIV-1), siis on näha, et 2000 aastal ehitatud uute katete tasasus on kaks korda parem, kui see oli 1995 aastal.

2. Kattegrupp PIN

PIN+BS32 ja PIN+MSE kattega ehitusobjektide puhul (graafik XIV-2) ei ole teekatte tasasuse paranemine aastate jooksul nii selgelt näha, kuid kokkuvõttes on siiski trend selles suunas kergelt aimatav. Kui aastatel 1995-1999 oli uue katte tasasus üldiselt vahemikus 2,5-3,5 mm/m, siis 2000 aastal ehitatud katte puhul oli tasasus alla 2,0 mm/m.



Graafik XIV-2

Kokkuvõtteks võib selle seose uurimise kohta öelda, et uue ehitatud teekatte tasasus on aasta aastalt paranenud (eriti TAB katted). Tasasuse paranemine on tingitud mitmest põhjusest. Peamised on ilmselt:

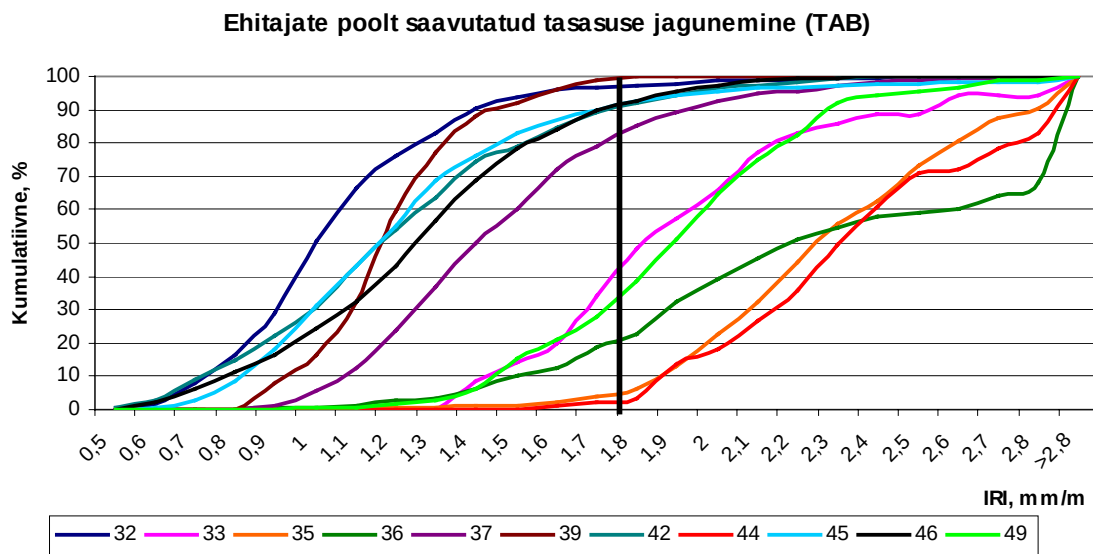
- aastate jooksul ehitajate poolt saadud kogemused;
- järjekindlalt teostatud erapooletu tasasuse kontroll objektide vastuvõtmisel;
- konkreetsed sanktsioonid/preemiad saavutatud tasasuse väärtuste eest;
- ehitajate poolt aastate jooksul tehtud investeeringud tehnikasse.

Edasi on uuritud tasasuse väärtuste jagunemist erinevatel ehitajatel 1995-2000 aastal ehitatud katete puhul. Ka siin on vaadeldud eraldi tihedast asfaltbetoonist ehitatud katteid ja pinnatud stabiliseeritud alusega või mustseguga katteid.



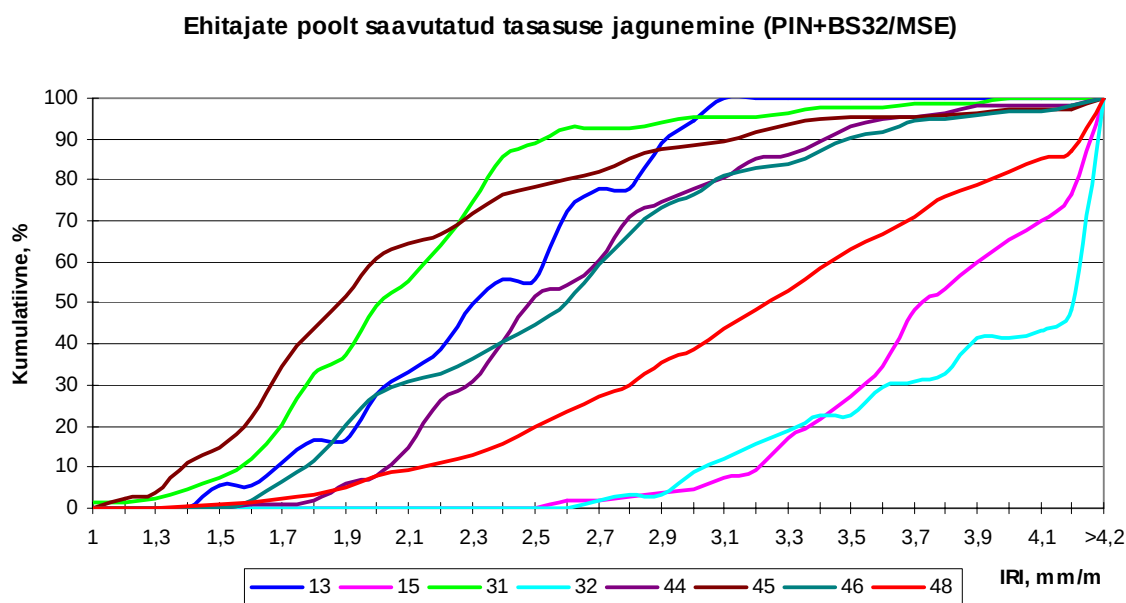
1. Kattegrupp TAB

Graafikult XIV-3 on selgelt näha, et tihedast asfaltbetoonsegust ehitatud katete puhul jagunevad ehitajad kahte rühma. Ühelt poolt ehitajad, kes suudavad vägagi tasast katet ehitada (32, 37, 39, 42, 45 ja 46) ning teiselt poolt ehitajad, kes seda teha ei suuda (33, 35, 36, 44 ja 49).



Graafik XIV-3

2. Kattegrupp PIN



Graafik XIV-4



Graafikult XIV-4 on näha, et pinnatud stabiliseeritud aluse ja mustsegu puhul on ehitajate poolt saavutatud teekatte tasasuse väärtused üsna suures vahemikus – 1,0 mm/m kuni kohati üle 4,2 mm/m. Selgelt on näha, et seda tüüpi katete ehitamisel tasasuse väärtust alla 1,0 mm/m on raske saavutada. Ka selles kattegrupis jagunevad ehitajad kahte rühma. Ühelt poolt ehitajad, kes ehitavad tasasuse osas paremat teekatet (13, 31, 44, 45 ja 46) ning teiselt poolt ehitajad, kelle poolt ehitatud teekatetel on tasasus üsna kehv (15, 32 ja 49).

Kokkuvõtteks

Analüüsi tulemuste põhjal saab järeldada, et erinevate ehitajate poolt ehitatud uute teekatete tasasus on paranenud aasta aastalt ja seda eriti just tihedast asfaltbetoonsegust ehitatud katete puhul. Ka pinnatud stabiliseeritud aluste ja mustsegu puhul on see tendents aimatav, kuid nende katete puhul ei ole see suund nii selgelt nähtav. Seega tuleks tulevikus rõhku panna just nende katete ehitustehnoloogia täiustamisele ning investeerida nende katete ehitamise seadmetesse. Kindlasti annaks teekatte tasasuse osas paremaid tulemusi stabiliseeritud aluste paigaldamine laoturiga.

Seni tehtud pidev ja erapooletu tasasuse kontroll teekatete vastuvõtul on ennast selgelt õigustanud ja ilmselt tuleks analoogset meetodit kasutada ka teiste teekatte seisukorra parameetrite kontrollimisel enne nende katete vastuvõtmist või enne garantiiperioodi lõppemist.



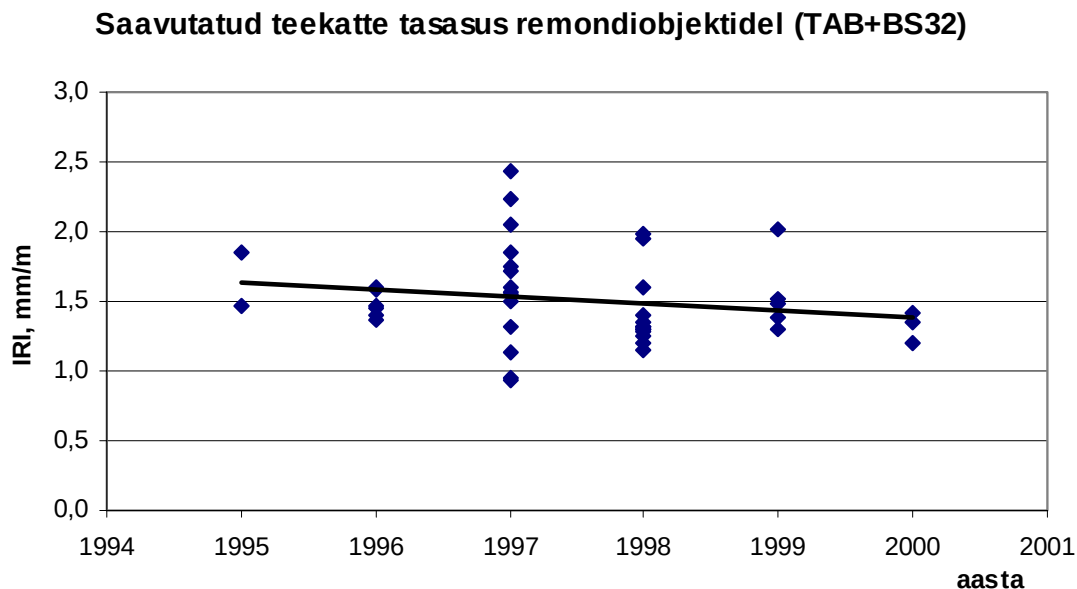
XV Kasutatud töömeetod – teekatte tasasus

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda erinevate töömeetodite mõju teekatte tasasusele pärast objekti valmimist ja tasasuse muutumist nende teekatetel ajas. Andmebaasis olevast 92-st objektist on selles analüüsis kasutatud 85 objekti andmeid. Analüüsist välja jäänud objektidel kas puudusid tasasuse mõõtmise andmed või esines probleeme tasasuse mõõtmise tulemustes. Andmed on usaldatavad.

Analüüsi tegemiseks on andmebaasis olevad objektid sarnase katendi pealmise kihi ehitamise töömeetodi järgi jagatud nelja gruppi:

- objektid, kus töömeetodiks on ühekihiline asfaltbetoon stabiliseeritud alusel (TAB+BS32) – 43 objekti;
- objektid, kus töömeetodiks on kahekihiline asfaltbetoon kas stabiliseeritud, killustik või freesitud alusel (TAB+PAB) – 16 objekti;
- objektid, kus töömeetodiks on ühekihiline asfaltbetoon (TAB) – 9 objekti;
- ehitusobjektid, kus ehitusmeetodiks on pindamine stabiliseeritud alusel või mustsegul (PIN+BS32) – 17 objekti.

1. Kattegrupp TAB+BS32



Graafik XV-1

Graafikult XV-1 on näha, et keskmine ehitatud teekatte tasasus on antud töömeetodi puhul veidi paranenud aasta aastalt. Kui 1995 aastal ehitatud teekatete keskmine

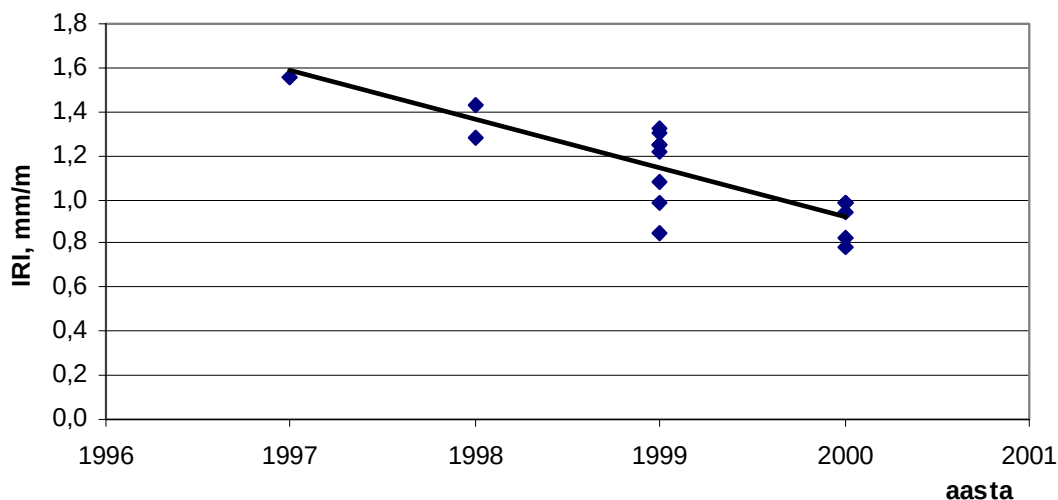


tasasuse väärtus oli 1,6 mm/m, siis 2000 aastal oli see 1,4 mm/m. Samas on erinevate objektide puhul saavutatud teekatte keskmise tasasuse hajuvus väiksemaks muutunud. Eriti hull oli selles suhtes 1997 aasta, kui ehitatud teekatete keskmine tasasus kõikus vahemikus 0,9 – 2,4 mm/m. 2000 aastal olid samad näitajad 1,2 – 1,4 mm/m.

2. Kattegrupp TAB+PAB

Graafikul XV-2 on näha, et keskmine teekatte tasasus on antud töömeetodi puhul tunduvalt paranenud aasta aastalt. Kui 1997 aastal ehitatud teekatete keskmine tasasuse väärtus oli 1,6 mm/m, siis 2000 aastal oli see 0,9 mm/m, ehk peaaegu kaks korda parem. Erinevate objektide puhul saavutatud teekatte keskmise tasasuse hajuvus on kogu aeg olnud üsna väike. Teekatte tasasuse osas ei ole olnud selle töömeetodi puhul probleeme ühelgi objektil.

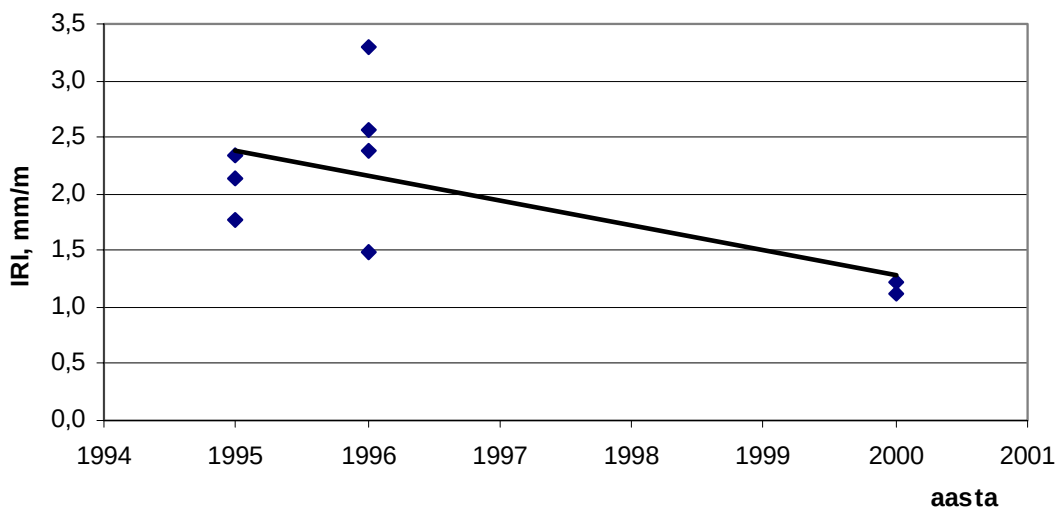
Saavutatud teekatte tasasus remondiobjektidel (TAB+PAB)



Graafik XV-2

3. Kattegrupp TAB

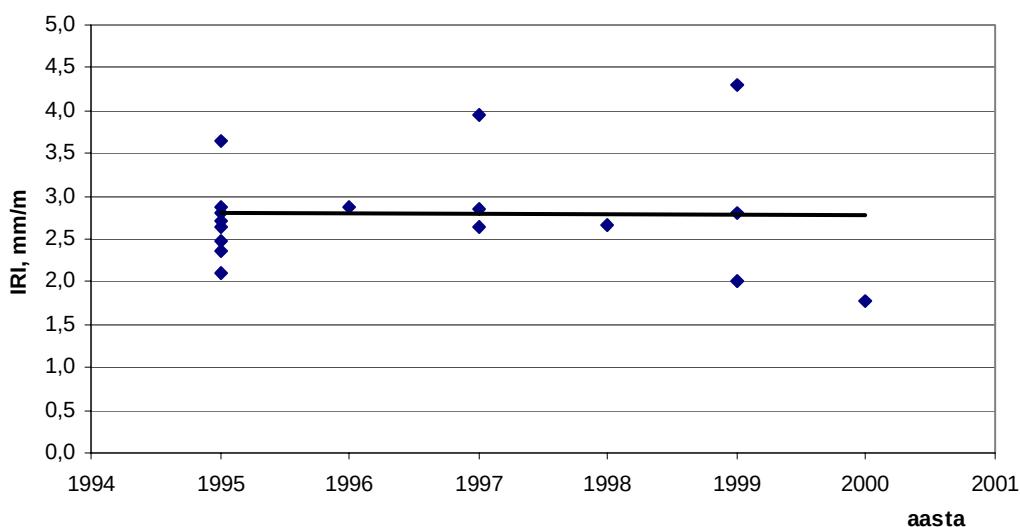
Antud kattegrupi omapära on selles, et seda töömeetodit kasutati aastatel 1995 ja 1996 ning seejärel alles 2000 aastal. Ka vana katte seisukord on olnud üsna erinev. Vanemate objektide puhul oli vana katte tasasus tunduvalt kehvem kui 2000 aasta objektide puhul. See on ka põhjuseks, miks 2000 aastal saavutati selle töömeetodiga tasasuse osas tunduvalt parem tulemus (graafik XV-3).

**Saavutatud teekatte tasasus remondiobjektidel (TAB)**

Graafik XV-3

4. Kattegrupp PIN+BS32

Graafikult XV-4 on näha, et selle kattegrupi osas saavutatud uue teekatte tasasus ei ole aastate jooksul eriti paremaks muutunud. 2000 aastal ehitatud objektil saavutati küll üsna hea tasasuse väärtus, kuid sel aastal ehitati seda töömeetodit kasutades ainult üks objekt ja põhjalikema järelduste tegemiseks on andmeid vähe. Ilmselt tuleks aga tulevikus sellele töömeetodile tulevikus rohkem tähelepanu pöörata nii kasutuse kui ka tehnoloogia osas.

Saavutatud teekatte tasasus remondiobjektidel (PIN+BS32)

Graafik XV-4



Kokkuvõtteks

Kokkuvõtteks saab öelda, et teistest paremaid tulemusi annab teekatte tasasuse saavutamiseks kahekihilise asfaltbetoonkatte kasutamine (kattegrupp TAB+PAB). Järgmisena tuleb ühekihiline asfaltbetoon stabiliseeritud alusel, seejärel ühekihiline asfaltbetoon ja viimasena pinnatud stabiliseeritud alus. Samas on pinnatud stabiliseeritud aluse puhul saavutatud teekatte tasasus väga suurtes piirides hajuv – $IRI = 1,5...4,4$ mm/m. Antud kattetüübi paigaldamisel on vaja hakata kasutama laotureid, mis kindlustaks nende teekatete parema ja ühtlasema tasasuse ning ka homogeensema segu.



XVI Teekatte tasasuse areng

Analüüsi eesmärgiks on võrrelda teekatte tasasust ehitusjärgsel mõõtmisel ja aastal 2000 ning esitada tasasuse muutumise mudel. Andmebaasis olevast 92-st objektist on selles analüüsis kasutatud 56 objekti andmeid. Analüüsist välja jäänud objektidel kas puudusid tasasuse mõõtmise andmed või esines probleeme tasasuse mõõtmise tulemustes. Lisaks on analüüsist kõrvale jäetud need objektid, mis enne 2000 aastal tehtud teekatte tasasuse mõõtmisi on pinnatud või on tehtud uus ülekate. Antud tööd muudavad teekatte tasasust ja seetõttu on analüüsi tulemuste usaldatavuse tõstmiseks need välja jäetud. Andmed on usaldatavad.

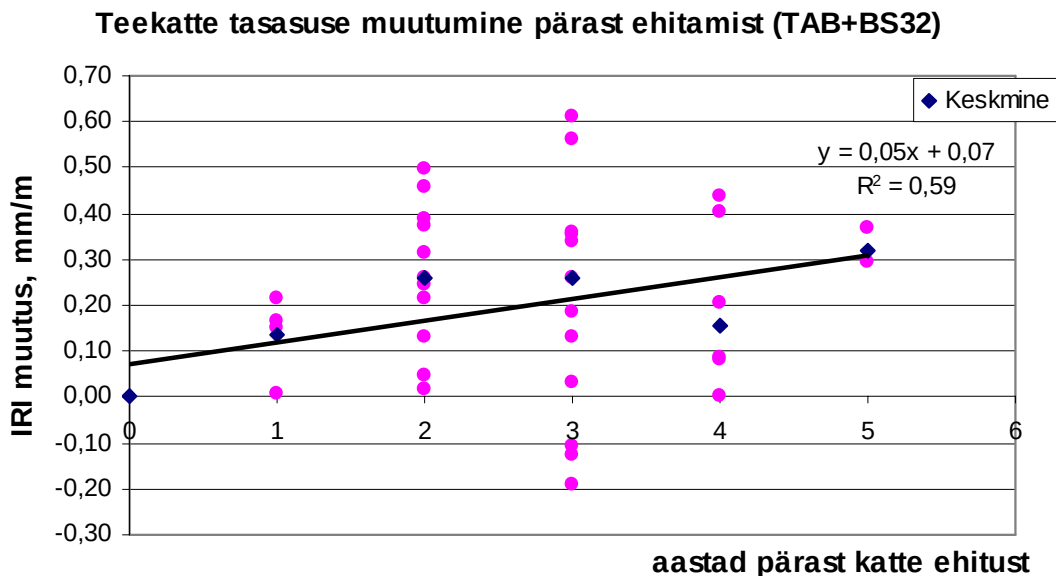
Analüüsi tegemiseks on andmebaasis olevad objektid sarnase katendi pealmise kihi ehitamise töömeetodi järgi jagatud nelja gruppi:

- objektid, kus töömeetodiks on ühekihiline asfaltbetoon stabiliseeritud alusel (TAB+BS32) – 33 objekti;
- objektid, kus töömeetodiks on kahekihiline asfaltbetoon kas stabiliseeritud, killustik või freesitud alusel (TAB+PAB) – 9 objekti;
- objektid, kus töömeetodiks on ühekihiline asfaltbetoon (TAB) – 4 objekti;
- ehitusobjektid, kus ehitusmeetodiks on pindamine stabiliseeritud alusel või mustsegul (PIN+BS32) – 10 objekti.

Seoses on välja toodud erinevatel aastatel ehitatud objektide keskmise tasasuse väärtuse muutus võrreldes teekatte tasasuse mõõtmistulemusega 2000 aastal.

1. Kattegrupp TAB+BS32

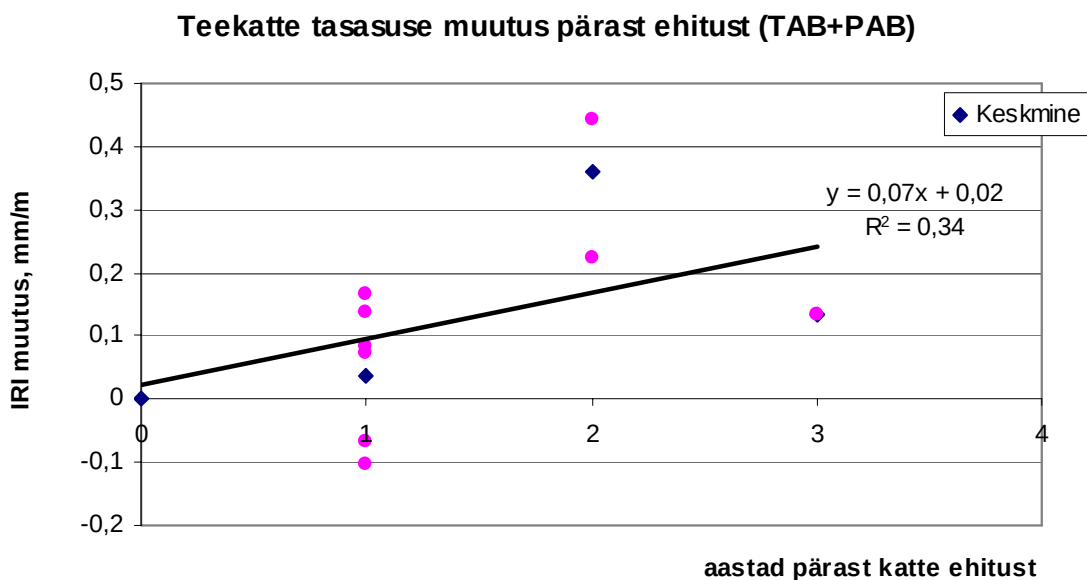
Graafikult XVI-1 on näha, et katendi konstruktsiooni TAB+BS32 puhul on tasasuse muutumise kohta ajas seos olemas. Tasasuse muutumist kirjeldava valemi korrelatsioonikordaja $R^2=0,59$, mis on suhteliselt hea, eriti kui arvestada, et väga palju puudub informatsiooni pärast katte ehitust tehtud tööde kohta. See võib olla ka üheks põhjuseks, miks osadel objektidel on tasasus kohati aastate jooksul paremaks läinud. Keskmiselt muutub tasasus sellel kattegrupil 0,06 mm/m aastas, mis on tegelikult väga väike muutus.



Graafik XVI-1

2. Kattegrupp TAB+PAB

Graafikult XVI-2 on näha, et sellel kattegrupil on seos tasetasuse arengu osas tunduvalt väiksem kui eelmisel kattegrupil. Keskmise teekatte tasetasuse muutus on selles kattegrupis 0,08 mm/m aastas. Korrelatsioonikordaja $R^2=0,34$, mis on üsna väike.



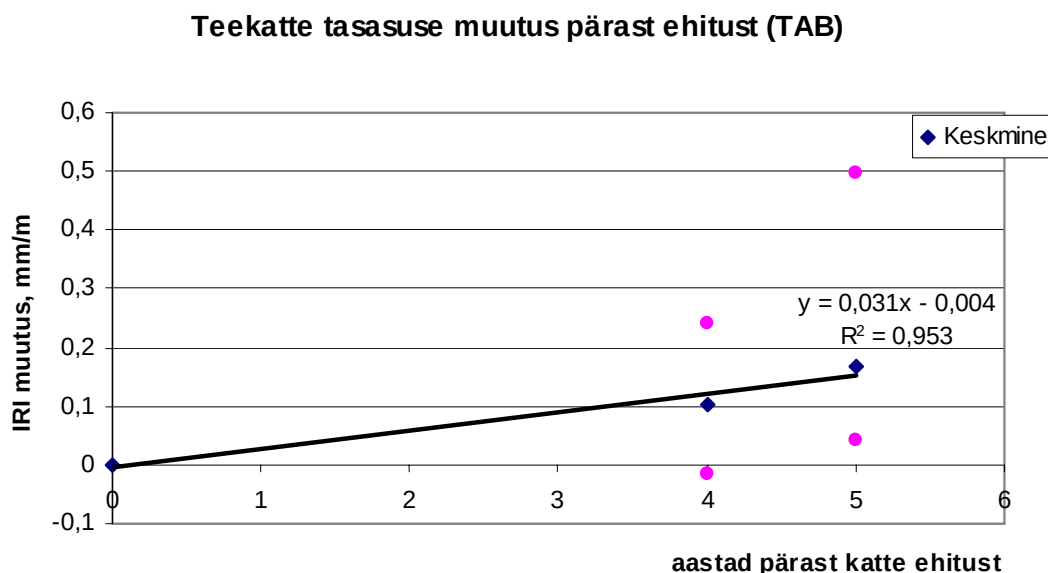
Graafik XVI-2



Samas peab tõdema, et selles kattegrupis on objekte suhteliselt vähe ja samas on need vähesed objektid teineteisest üsna erinevad. Osad on täiesti uued ehitatud maanteelõigud, teised on jälle taastatud vanad katted. Täiesti uute maanteelõikude katted käituvad kindlasti teistmoodi kui vanad taastatud teekatted. Ilmselt toimub uute maanteelõikude teekatete osas teekonstruktsiooni mõningane järeltiihenemine, mida ilmselt näitab ka graafikul XVI-2 üks aasta pärast ehitust olevate osade objektide teekatte tasetasuse paremaks muutumine.

3. Kattegrupp TAB

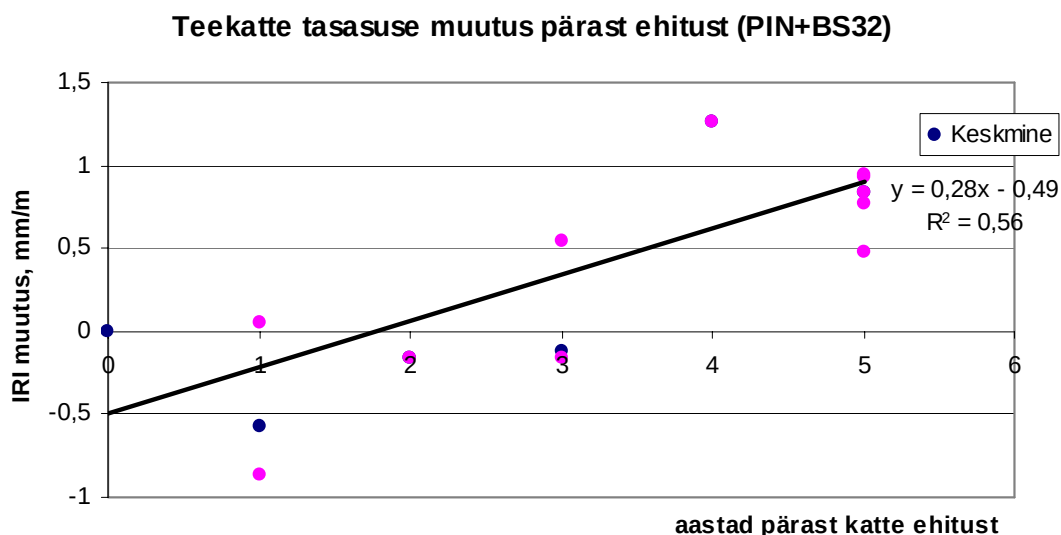
Graafikult XVI-3 on näha, et selles kattegrupis on seos teekatte tasetasuse arengu kohta esialgsel vaatlusel olemas. Korrelatsioonikordaja $R^2=0,95$, mis näitab väga tugevat seost. Teekatte keskmine tasetasuse väärtuse muutus on 0,03 mm/m aastas, mis on väga väike arv. Probleemiks on aga selles kattegrupis kasutada olnud andmete vähesus. Objekte on ainult 4 ja nendest kahel on teekatte vanus 4 aastat ja ülejäänud kahel 5 aastat. Vahepealsete aastate osas objekte andmebaasis ei olnud ja see muutis kokkuvõttes analüüsi tulemused suhteliselt vähe usaldatavateks. Et saada täpsemat ettekujutust teekatete tasetasuse käitumise kohta selles kattegrupis tuleks järgmistel aastatel uuringuid jätkata.



Graafik XVI-3

4. Kattegrupp PIN+BS32

Graafikul XVI-4 esitatud andmete alusel saab väita, et antud kattegrupil on teekatte tasasuse arengu seos olemas. Korrelatsioonikordaja $R^2=0,56$. Teekatte keskmine tasasuse väärtuse muutus on (välja arvatud esimene aasta) $+0,2$ mm/m aastas. Selle kattegrupi omapäraks on see, et pärast katte ehitamist tundub järgneva aasta jooksul toimuvat üsna tugev tasasuse paremaks muutumine. Alles kolmandal aastal pärast katte ehitust saavutab teekatte tasasus taseme, mis oli kohe pärast katte valmimist. Edasi muutub teekatte tasasus kehvemaks suhteliselt kiiresti. Analüüsi tulemuste usaldusväärsuse tõstmiseks oleks võinud andmeid olla rohkem. Osade aastate kohta oli analüüsida ainult ühe objekti andmed.



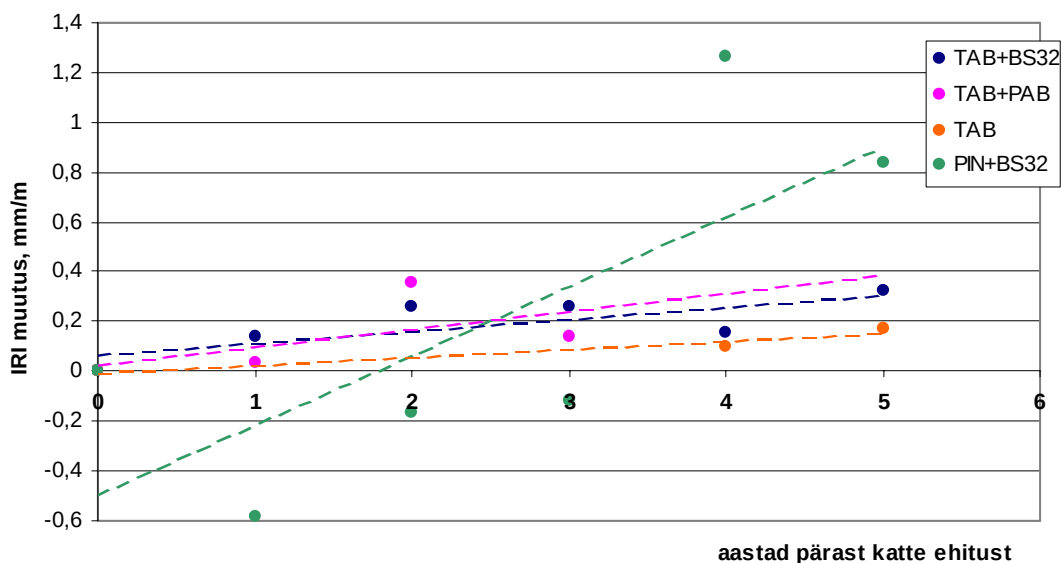
Graafik XVI-4

Kokkuvõtteks

Kokkuvõtteks saab antud seose uurimise kohta öelda seda, et tulemused on üsna loogilised. Vaadates graafikut XVI-5 on näha, et teekatte tasasus areneb selgelt kõige kiiremini pärast ehitust kattegrupis PIN+BS32, ehk teekattel, mis on suhteliselt nõrk. Ilmselt on seda tüüpi katteid ehitatud liiga suure liiklussagedusega maanteedele ja see on mõjutanud ka nende teekatete seisukorda. Asfaltbetoonsegust katete puhul on teekatte tasasuse areng tunduvalt aeglasem.



Teekatte tasetasuse muutus pärast ehitust



Graafik XVI-5

Nendest kolmest kattegrupist on teekatte tasetasuse areng kõige kiirem grupis TAB+PAB, ehk kahekihilise teekatte puhul. Siin saab seletuseks olla ainult see, et reeglina on seda tüüpi katted ehitatud maanteedele, kus liiklussagedus on suhteliselt suur. Suur liiklussagedus mõjutab aga kindlasti tasetasuse arengut nendel teekatetel (vaata seost liiklussagedus – tasetasus).

Kõige aeglasem on teekatte tasetasuse areng kattegrupis TAB (ühe kihiline asfaltbetoonsegu). Selles grupis oli aga probleemiks andmete vähesus ning selle kattegrupi tulemust eriti usaldatavaks lugeda ei saa.

Kindlasti tuleb arvestada sellega, et 5 aastat on teekatte tasetasuse arengu uurimiseks suhteliselt lühike aeg. Suuremad muutused teekatte tasetasuse osas hakkavad toimuma ilmselt alles pärast viiendat aastat ja see tähendab seda, et kindlasti tuleks jätkata antud objektidel tasetasuse arengu uurimist. Seni toimunud tasetasuse muutus (0,05 mm/m aastas TAB katetel) on väga väike.



XVII Liiklussagedus (+aeg) – teekatte tasasus

Analüüsi eesmärgiks on uurida liiklussageduse mõju teekatte tasasuse arengule. Andmebaasis olevast 92-st objektist on selles analüüsis kasutatud 86 objekti andmeid. Analüüsist välja jäänud objektidel kas puudusid tasasuse mõõtmise andmed või esines probleeme tasasuse mõõtmise tulemustes. Andmed on usaldatavad.

Analüüsi tegemiseks on andmebaasist välja otsitud ehitusobjektid, kus katendi konstruktsioon on sarnane. Objektid on jagatud kahte gruppi:

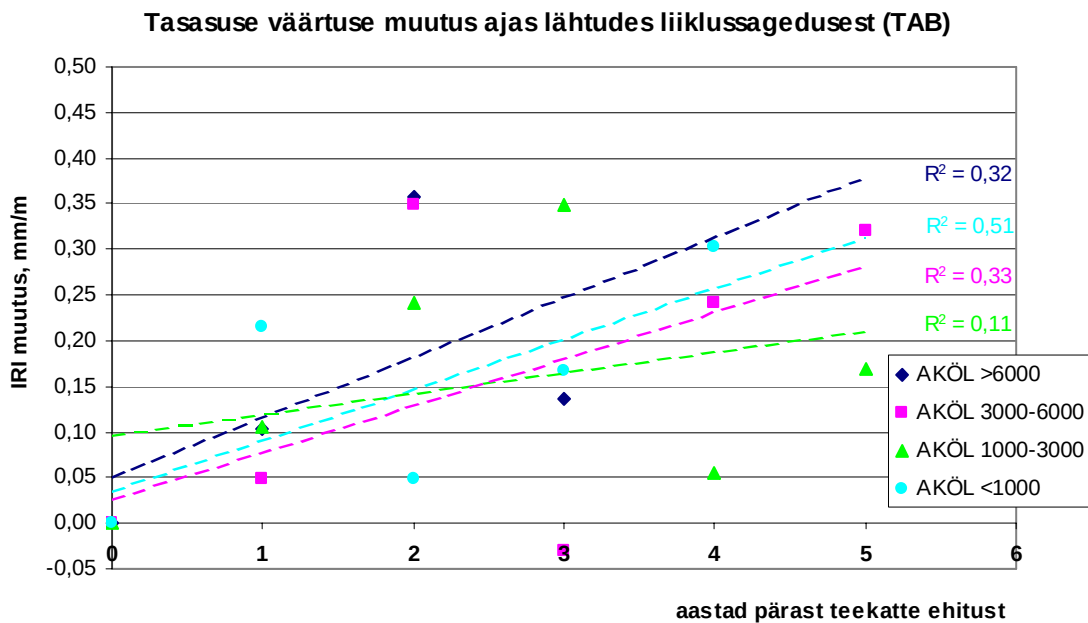
- objektid, kus katend koosneb tihedast asfaltbetooni kihist (TAB) – 72 objekti;
- objektid, kus bituumeniga stabiliseeritud alus või mustsegu on pinnatud (PIN) – 14 objekti.

Liiklussageduse (aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus, AKÖLS) osas on objektid jagatud nelja gruppi:

- AKÖLS < 1000 auto/ööp – 13 objekti (TAB) ja 10 objekti (PIN);
- AKÖLS 1000 – 3000 autot/ööp – 28 objekti (TAB) ja 4 objekti (PIN);
- AKÖLS 3000 – 6000 autot/ööp – 26 objekti (TAB);
- AKÖLS > 6000 auto/ööp – 5 objekti (TAB).

1. Kattegrupp TAB

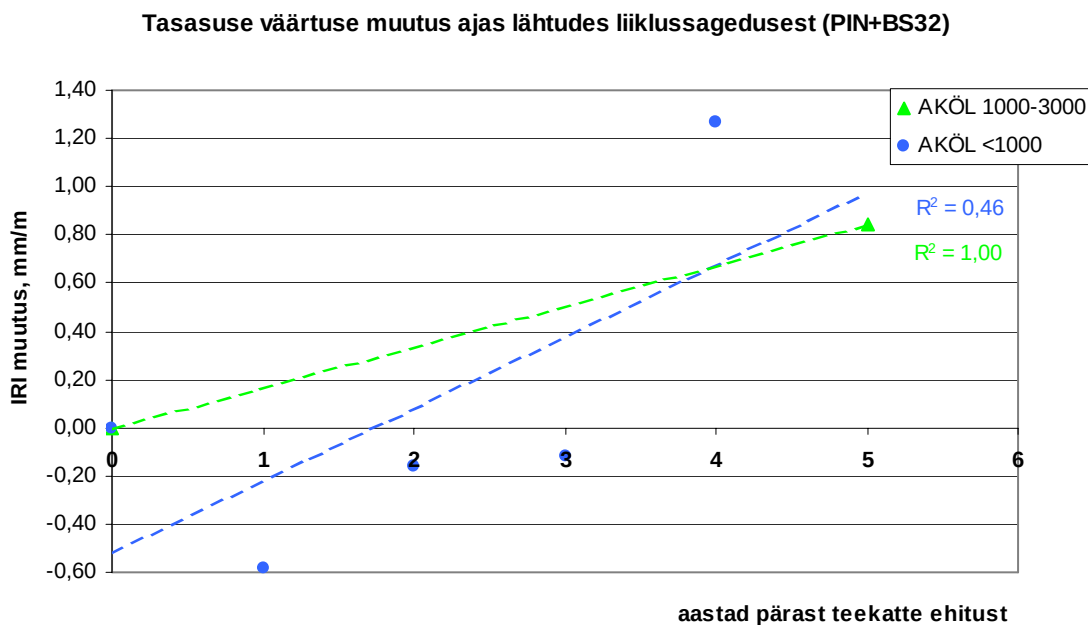
Kattegrupi TAB analüüsi tulemused (graafik XVII-1) on ühelt poolt päris loogilised. Suurema liiklussagedusega teekatetel areneb tasasus kiiremini. Kõigil gruppidel kokku on keskmine tasasuse arenemise kiirus 0,05 mm/m kohta aastas. Korrelatsioonikordaja R^2 on vahemikus 0,11 – 0,51, mis on tegelikult üsna väike. Ainukesena on liiklussageduse grupil AKÖL<1000 see seose olemasolu kinnitav. Samas on mõnevõrra üllatav, et madalaima liiklussageduse grupi teekatetel tasasus siiski üsna kiiresti areneb. Põhjus võib olla selles, et nendel objektidel on katend liiga nõrk projekteeritud või ehitatud.



Graafik XVII-1

2. Kattegrupp (PIN)

Antud kattegrupi analüüsi tulemusi mõjutas väga tugevalt andmete vähesus. Kokku oli kasutada ainult 14 objekti andmeid ja nende jagunemine aastate vahel oli kohati väga ebaühtlane.



Graafik XVII-2



Graafikult XVII-2 on siiski näha, et mõlema liiklussagedusgrupi puhul on teekatte tasasuse areng enam vähem sama kiirusega. Keskmiselt on selles kattegrupis tasasuse arengu kiiruseks 0,2 mm/m aastas.

Kokkuvõtteks

Kuni 5 aastat on teekatte tasasuse arengu uurimiseks suhteliselt lühike aeg. Samas on siiski näha, et suurem liiklussagedus avaldab mõju teekatte tasasuse arengule (kattegrupp TAB AKÖLS > 6000 autot/ööp), kuigi vahe teiste liiklussagedusegruppidega on suhteliselt väike. Tulevikus tuleks sellele teemale kindlasti jätkuvalt tähelepanu pöörata, et analüüsiga saadavate tulemuste usaldusväärsust tõsta.



XVIII Katendi pealmise kihi (PEALIS1) paksus – ehitaja – ehitusaasta

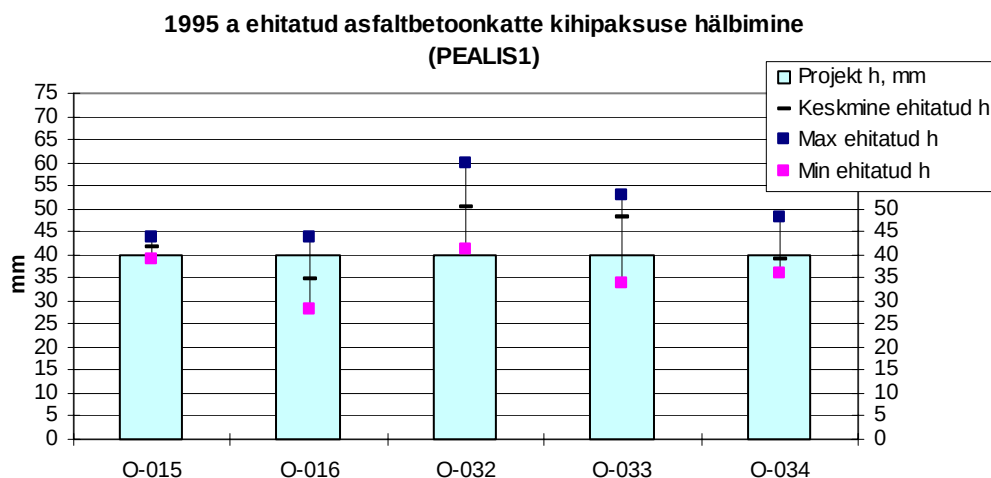
Analüüsi eesmärgiks on kontrollida kas ja kui suures ulatuses erinevad üksteisest projekteeritud katendi pealmise kihi paksus ja ehitatud katendi pealmise kihi paksus. Andmebaasis olevast 92-st objektist on selle analüüsiga hõlmatud 64 objekti. Analüüsi tegemisel on kasutatud ainult neid objekte, kus katendi pealne kiht on tehtud tihedast asfaltbetoonisegust. Andmed on keskmiselt või vähe usaldatavad, kuna andmebaasis on väga palju andmeid puudu.

1. Pealmise kattekihi paksuse hälvimine

Esmalt on vaadeldud erinevate ehitajate poolt erinevatel aastatel ehitatud objektidel katendi pealmise kihi paksuse hälvimist. Selle analüüsiga hõlmatud aastatel 1995 – 2000 ehitatud objektid jagunevad arvuliselt järgmiselt:

- ehitatud 1995 aastal – 5 objekti;
- ehitatud 1996 aastal – 10 objekti;
- ehitatud 1997 aastal – 12 objekti;
- ehitatud 1998 aastal – 12 objekti;
- ehitatud 1999 aastal – 13 objekti;
- ehitatud 2000 aastal – 12 objekti.

Graafikutel XVIII-1 kuni XVIII-6 toodud tulemustest on näha, et katendi pealmise kihi paksuse osas esineb kohati suuri probleeme. Kõige tõsisem probleem on see, et katendi pealmise kihi paksust kontrollitakse kohati väga vähe.

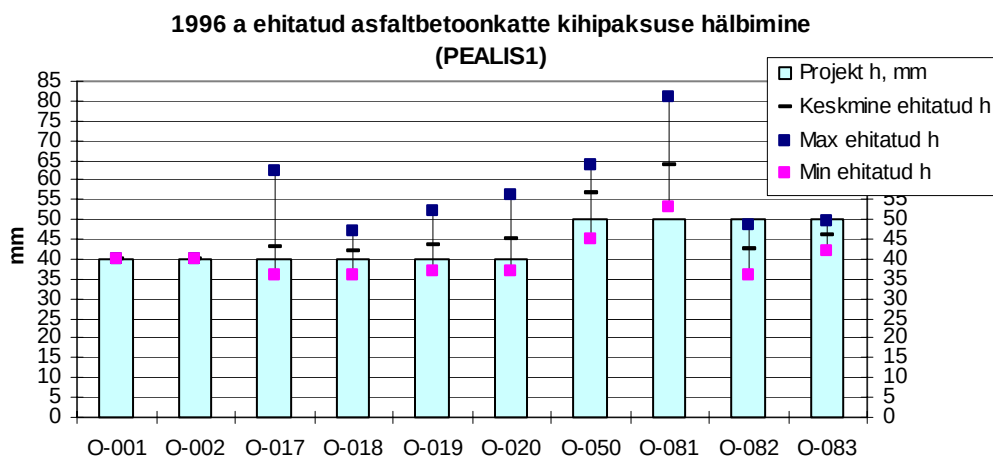


Graafik XVIII-1

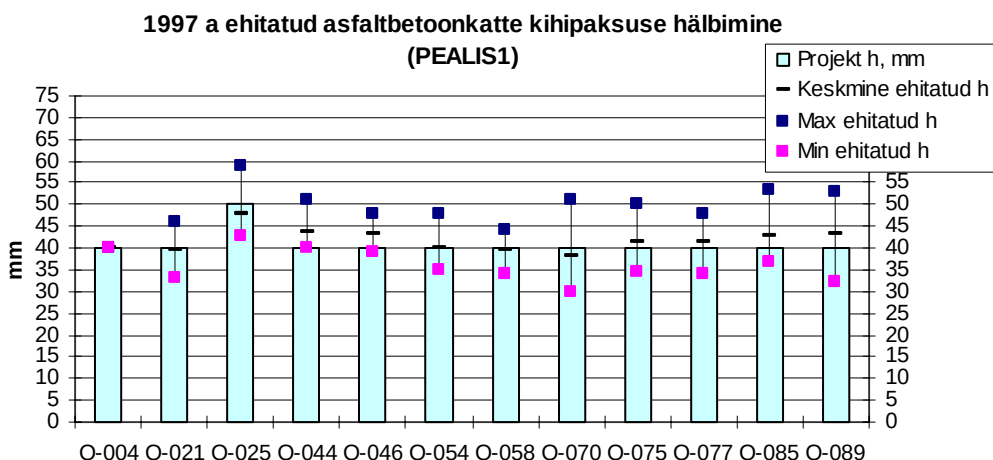


Graafikult XVIII-1 on näha, et 1995 aastal ehitatud viiest objektist ei vasta keskmine ehitatud katte paksus projekteeritule ühel objektil (O-016). Minimaalset mõõdetud katte paksust alla lubatu esineb kahel objektil viiest (O-016 ja O-033). Samas on näha, et ehitatud katte paksust on kontrollitud või on andmed olemas kõigil sellel aastal ehitatud objektidel.

1996 aastal ehitatud objektidest (graafik XVIII-2) ei vasta mõõdetud keskmine katte paksus projekteeritule ühel objektil (O-082) kümnest. Minimaalse mõõdetud katte paksuse osas on probleeme kahel objektil (O-082 ja O-083). Samas on ka näha, et kahel objektil ei ole katte paksuse kontrolli tulemusi andmebaasis olemas (O-001 ja O-002).



Graafik XVIII-2

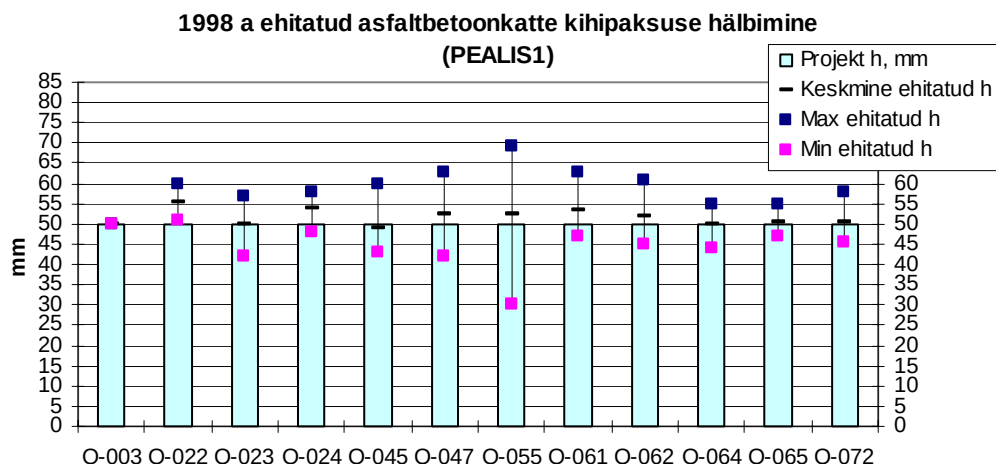


Graafik XVIII-3



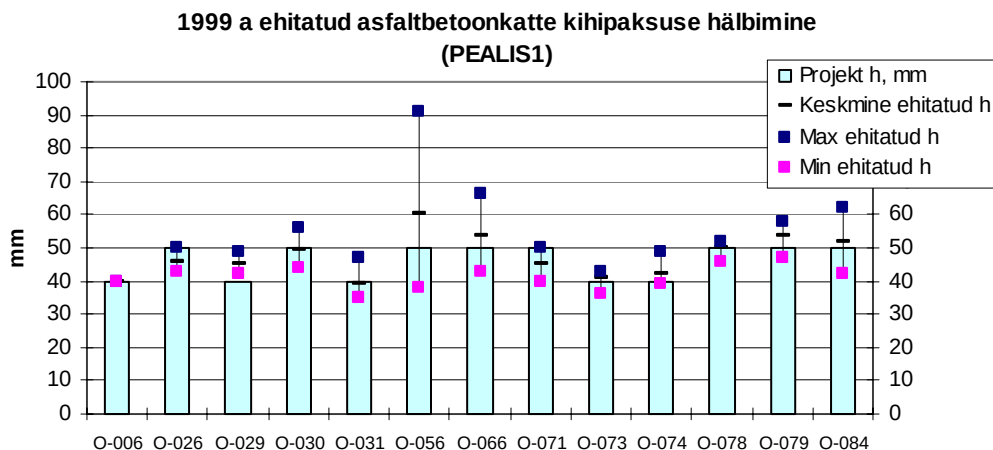
1997 aastal ehitatud objektide (graafik XVIII-3) puhul vastab kõigil mõõdetud keskmine katte paksus projekteeritule. Samas esineb minimaalset mõõdetud katte paksust alla lubatu koguni seitsmel objektil kaheteistkümnest. Ühel objektil (O-004) puuduvad andmebaasist andmed katte paksuse kontrollmõõtmiste tegemise kohta.

1998 aastal ehitatud objektide (graafik XVIII-4) puhul vastab kõigil mõõdetud keskmine katte paksus projekteeritule. Minimaalset mõõdetud katte paksust alla lubatu esineb viiel objektil kaheteistkümnest. Ühel objektil (O-003) puuduvad andmebaasist andmed katte paksuse kontrollmõõtmiste tegemise kohta. Eriti drastiline on olukord objektil O-055, kus projekti järgi peaks katte paksus olema 50 mm, kuid kohati on ehitatud ainult 30 mm paksust katet. Samas on jälle kohati ehitatud katte paksus kuni 70 mm ja kokkuvõttes ületab kogu objekti keskmine katte paksus projekteerituga ettenähtu tunduvalt.

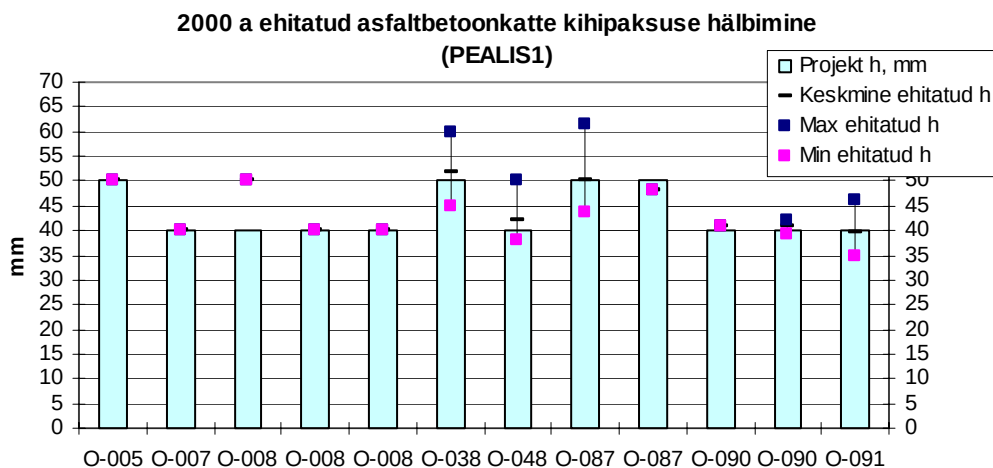


Graafik XVIII-4

1999 aastal ehitatud objektide (graafik XVIII-5) puhul vastab kõigil mõõdetud keskmine katte paksus projekteeritule. Minimaalset mõõdetud katte paksust alla lubatu esineb seitsmel objektil kolmeteistkümnest. Ühel objektil (O-006) puuduvad andmebaasist andmed katte paksuse kontrollmõõtmiste tegemise kohta. Omapärane on olukord objektil O-056, kus projekti järgi peaks katte paksus olema 50 mm, kuid kohati on ehitatud ainult 38 mm paksust katet. Samas on jälle kohati ehitatud katte paksus kuni 91 mm ja kokkuvõttes ületab kogu objekti keskmine katte paksus (60 mm) projekteerituga ettenähtu tunduvalt. Ka objektide O-066 ja O-084 puhul kõiguvad mõõdetud katte paksuse tulemused üsna suures vahemikus.



Graafik XVIII-5



Graafik XVIII-6

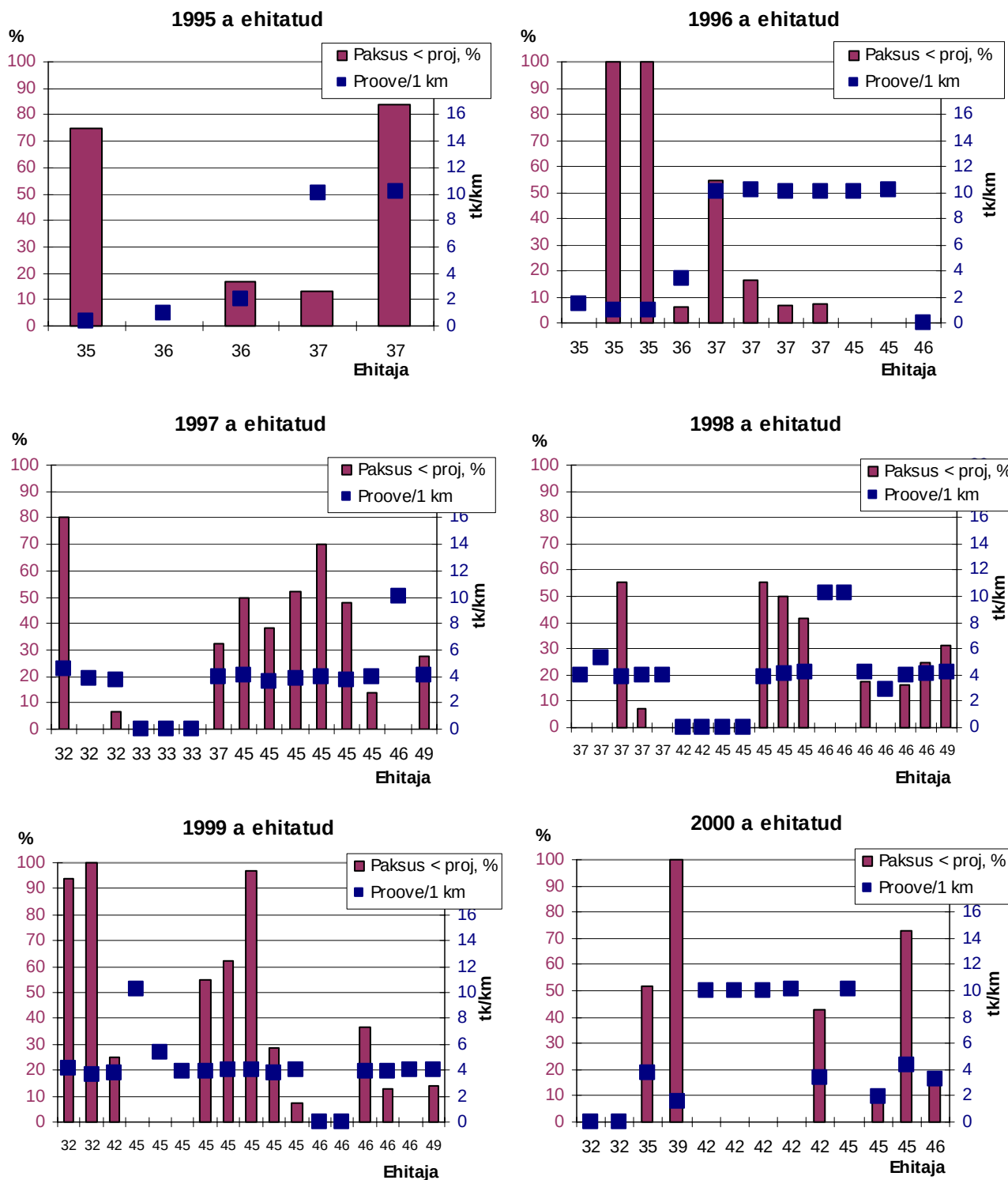
Võrreldes 1995 – 1999 aastal ehitatud objekte 2000 aastal ehitatud objektidega (graafik XVIII-6) on olukord hoopis erinev. 2000 aastal ehitatud objektidest koguni seitsmel objektil kaheteistkümnest on andmebaasist puudu andmed katte paksuse kontrolli teostamise kohta või võib olemasolevates andmetes kahelda (nii minimaalne, maksimaalne kui keskmine mõõdetud kattepaksum on samad). Järelejäänud viiel objektil vastab keskmine mõõdetud katte paksum projekteeritule, kuid kahel objektil esineb minimaalset mõõdetud katte paksumust alla lubatu.

2. Pealmise kattekihi paksum erinevatel aastatel

Järgmisena on võrreldud erinevatel aastatel ehitatud katendi pealmiste kihtide paksumi. Analüüsis ei ole arvestatud tingimust, mille kohaselt on lubatud katte ehitamisel paksum osas hälvida projekteeritud väärtusest kuni 10 %.



Graafikul XVIII-7 on esitatud protsentuaalselt tulpadena objektidel tehtud katte paksuse mõõtmistulemuste vastavus projekteeritule, ehk mitu protsenti tehtud kattepaksume mõõtmistulemustest ei vasta projekteeritud katte paksumele. Punktidena on välja toodud igal objektil tehtud keskmiste katte paksuse kontrollmõõtmiste arv ühe kilomeetri kohta.



Graafik XVIII-7



Graafikult on näha, et 30-I objektil 64-st, ehk 47 % on katendi pealmise kihi katte paksuse kontrollmõõtmised kas tegemata või ei saa tehtud kontrollmõõtmisi usaldada (kontrollmõõtmiste arv on kas 0 või 10 tk/km). Ülejäänud objektidel on enamuses tehtud katte paksuse kontrollmõõtmisi keskmiselt 4 tk/km kohta.

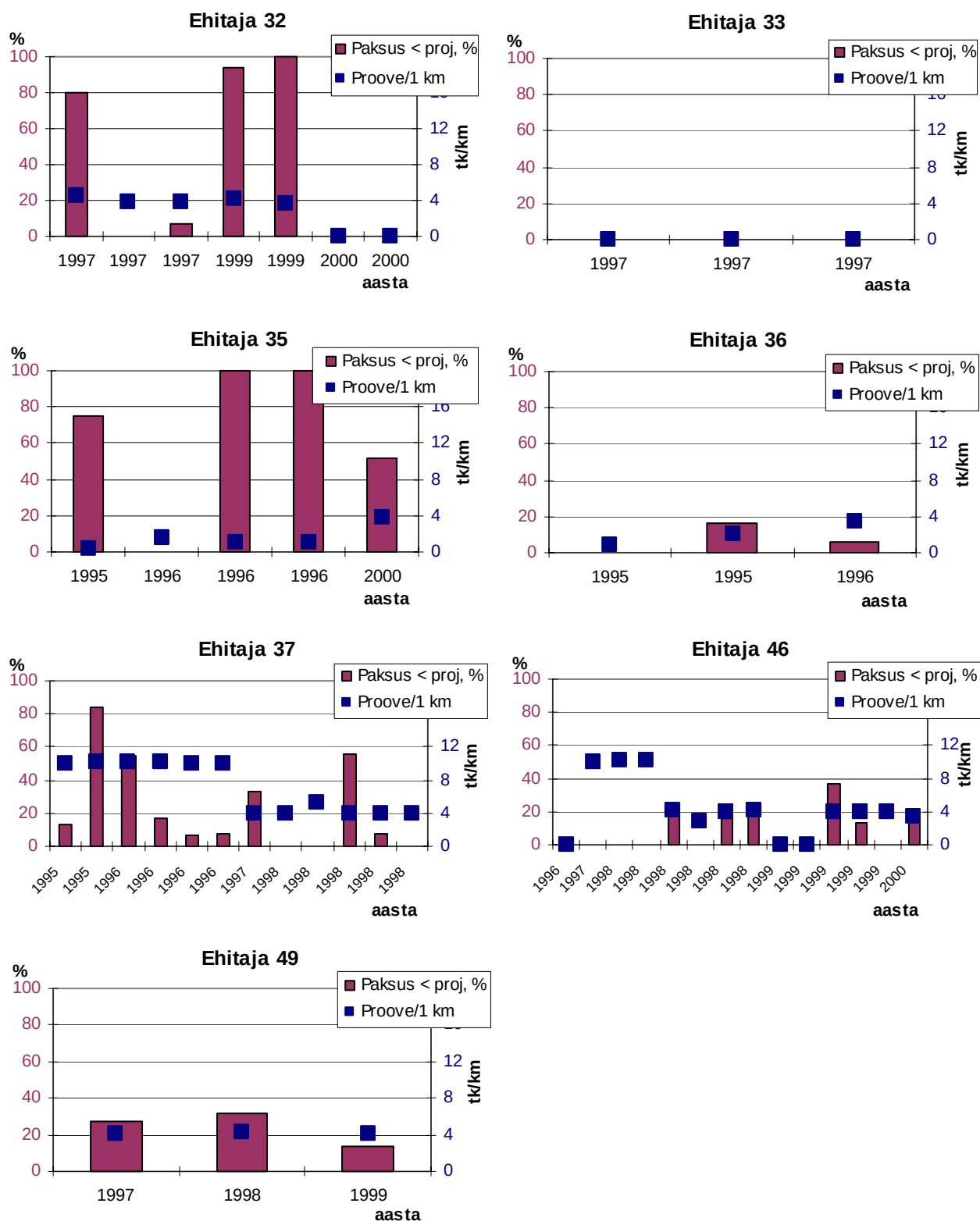
Ehitatud objektidest on 20-I rohkem kui pooled katte paksuse mõõtmistulemused alla projekteeritud väärtuse. Huvitav on see, et erilist vahet ehitusaastate osas ei ole täheldada. See tähendab, et ehitajatel lubatakse pidevalt ehitada projekteeritust õhemaid katteid.

3. Pealmise kattekihi paksus erinevatel ehitajatel

Edasi on võrreldud erinevate ehitajate poolt ehitatud katendi pealmiste kihtide paksusi. Analüüsis ei ole arvestatud tingimust, mille kohaselt on lubatud katte ehitamisel paksuse osas hälvida projekteeritud väärtusest kuni 10 %.

Graafikul XVIII-8 on esitatud protsentuaalselt tulpadena objektidel tehtud katte paksuse mõõtmistulemuste vastavus projekteeritule, ehk mitu protsenti tehtud katte paksuse mõõtmistulemustest ei vasta projekteeritud katte paksusele. Punktidenä on välja toodud igal objektil tehtud keskmiste katte paksuse kontrollmõõtmiste arv ühe kilomeetri kohta.

Analüüsi tulemustest on selgelt näha, et osa ehitajaid ehitab projekteeritule vastavaid katte paksusi, osa aga ehitab pidevalt õhemaid katteid. Projekteeritud katte paksusele vastavaid katteid ehitavad ehitajad 36, 46 ja 49. Ehitajad 32, 35 ja 37 kipuvad ehitama projektis ettenähtust õhemaid katteid. Ehitaja 33 kohta ei saa kahjuks midagi öelda, kuna tema ehitatud katete paksuste kohta kontrollmõõtmised puuduvad. Samas ei ole kogu süü kindlasti ainult ehitajal. Kui tellija sellist tööd lubab teha ja tegelikku kontrolli nii vähe tehakse, siis eriti paremat tulemust oodata oleks liig.



Graafik XVIII-8



Kokkuvõtteks

Uute ehitatavate kattekihtide paksuste kontrollimisele peaks Maanteeamet tulevikus väga tugevat rõhku panema. Sama kehtib ka ehitatavate aluste kohta. Projekteeritud paksustest õhemate kihtide ehitamine mõjutab kogu teekonstruktsiooni kandevõimet. Projekteeritud õhemate kihtide ehitamine ja nende vähene kontrollimine on kindlasti üks põhjustest, miks on probleeme uute ehitatud teekonstruktsioonide kandevõimega üle pooltel mõõtmisjuhtudel.

Maanteeade ehitus- ja remonditööde vastuvõtu eeskirja kohaselt on ehitajal lubatud ehitada uus katte kiht keskmiselt 10% õhem võrreldes projekteeritud väärtusega. Antud analüüsi tulemuste põhjal saab väita, et osa ehitajaid on hakanud seda võimalust ära kasutama ja ehitavad praktiliselt kogu objektile kattekihi 10 % õhema. See aga mõjutab kindlasti teekatendi kandevõimet ja sellega seoses defeltide arengut kattel. Uurijate ettepanek on see tingimus ümber sõnastada ja lubada võiks ainult mõnede üksikute mõõtmistulemuste hälbimise. Ka ei tundu õige kasutada kattekihtide paksuste mõõtmistulemuste arvestamisel keskmiseid tulemusi. Arvesse peaks võtma kõik mõõdetud tulemused eraldi.

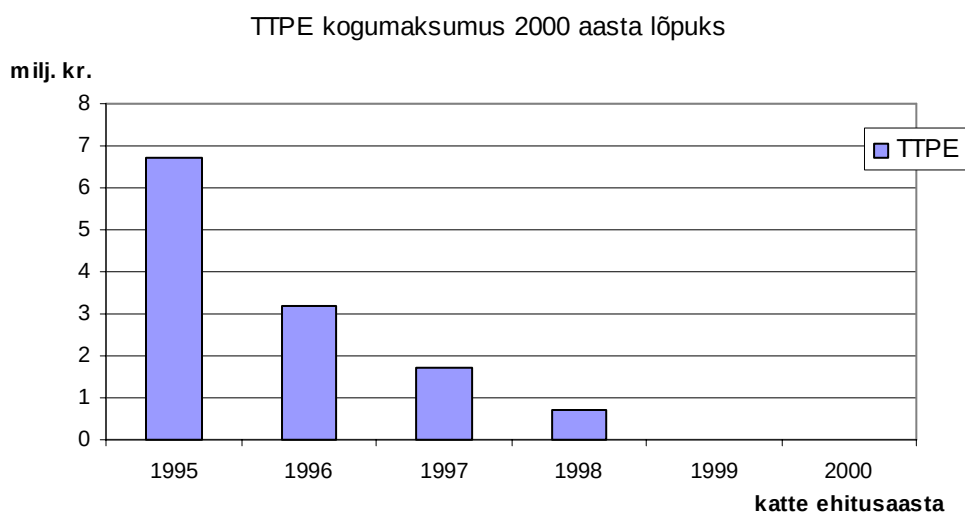
Eraldi probleem on pealmise kattekihi all olevad teised ehitatavad kihid, millede paksust ja ilmselt ka teisi omadusi üldse ei kontrollita. See annab ehitajatele piiramatuid võimalusi kulutuste kokkuhoiuks teekatendi vastupidavuse arvel. Tellija on korduvalt rõhutanud, et neil ei ole piisavalt jõude kõikide kontrollmõõtmiste teostamiseks. Üheks võimaluseks kontrollmõõtmiste mahu vähendamisele ja samas ehitatava teekatte kvaliteedi tõstmisele oleks garantiiperioodi tunduv pikendamine (näiteks 5 aastat). See tagaks ilmselt ka ettenähtud paksusega kattekihtide ehitamise.



XIX Tehtud tööd pärast ehitust (TTPE)

Analüüsi eesmärgiks on saada ülevaade ehitusobjektidel tehtud töödest pärast ehitust. Kõik andmebaasis olevad 92 objekti on analüüsitud. Tõsiseks probleemiks selle analüüsi tegemisel on TTPE andmete ebaühtlus. Suhteliselt hästi on olemas andmed pindamiste kohta. Samas on ilmselt palju andmeid puudu riba- ja paikpindamiste kohta ning eriti hull on olukord aukude lappimiste ja pragude täitmise osas.

Graafikul XIX-1 on toodud TTPE dünaamika teekatte ehitusaasta järgi. 1995 aastal ehitatud katetele on 2000 aasta lõpuks tehtud täiendavaid töid pärast ehitust 6,7 miljoni krooni eest. Kokku on viimase viie aasta jooksul teada olevalt tehtud uutele katetele täiendavaid töid 12,4 miljoni krooni eest. Sellele lisanduvad tööd, millede kohta andmed on teadmata – need on garantiiperioodil ehitaja poolt tehtud tööd ning lisaks võimalikud aukude lappimised ja pragude täitmised. Täpsemad andmed iga objekti TTPE kohta on toodud LISA 3-s.



Graafik XIX-1

LISA 4-s toodud tabelis on võrreldud omavahel TTPE-d ja objekti ehitusega seotud ehitajaid. Tabelis on toodud järgmised andmed:

- objekti tunnus – Obj ID;
- objekti ehituse maksumus lähtudes põhitee pindalast – ehituse maksumus;
- pärast ehitust tehtud tööde maksumus kokku – TTPE kokku;
- pärast ehitust tehtud muud tööd – TTPE muu;



- objekti ehitus aasta – ehitusaasta;
- pärast ehitust tehtud tööde maksumuse osa kogu ehituse maksumusest protsentuaalselt – TTPE % maksumusest;
- objekti projekteerija – projekteerija;
- objektil peatöövõtja – peatöövõtja;
- objektil aluskihi ehitaja – aluskiht;
- objektil pealiskihi ehitaja – pealiskiht;
- objektil kasutatud segu tootja – segu.

Tabelis olevad andmed on reastatud veeru TTPE % maksumusest järgi. Saadud tulemusest on näha, et esimesest 20 objektist on projekteerija teadmata või puudub hoopis 17-l. Ainult kolme objekti kohta võib öelda, et projekt on olemas olnud. Tabelist on näha ka see, et andmebaasis olevate andmete põhjal on pärast ehitust tehtud töid 92-st objektist 27-l, ehk umbes 30 %. Samas näitavad teiste seoste uurimise tulemused, et pärast ehitust on töid tunduvalt rohkem tehtud.

Kokkuvõtteks

Pärast ehitust tehtud tööde (TTPE) uurimist takistas väga palju nende andmete ebaühtlus. Kahjuks puudub Maanteeametil praktika kõigi TTPE andmete kogumise korraldamiseks. Praktiliselt võimatu on teada saada aukude lappimise ja pragude täitmise mahtu ning tegelikku maksumust. Ka riba- ja paikpindamiste andmete saamise osas esineb kohati suuri raskusi, puudub ühtne praktika. See tähendab aga seda, et TTPE analüüs on poolik ja tulemused maksimaalselt suunda näitavad. Ka ei ole momendil võimalik TTPE tegemisel kasutatud erinevaid materjale ning tehnoloogiaid omavahel võrrelda.

Probleemi lahendab vastava aruandluse korra kehtestamine. Iga nädal esitab teemeister või maanteehooldaja teedevalitsusele täpse aruande TTPE kohta. Registreeritud peavad olema täpne asukoht, kuupäev, kasutatud materjalid, kogused, jne... Teedevalitsus esitab Maanteeametile kord kuus kokkuvõtte TTPE kohta. Maanteeametil on seega võimalik üsna operatiivselt teostada pistelist kontrolli andmete õigsuse osas. Kogu see protseduur peab olema elektrooniline.



KOKKUVÕTTEKS

Uurimistöö "1995-2000 aastal ehitatud katete seisukorra analüüs" ei anna ühest vastust küsimusele uute ehitatud või renoveeritud teekatete lagunemise põhjuste kohta. Teekonstruktsioon on oma iseloomult väga keeruline struktuur ja teda mõjutavad eksploatatsiooni eri staadiumites väga erinevad faktorid. Uurimistöö annab siiski ülevaate seni teedehituses kasutatud materjalide, töömeetodite ja ehitajate mõjust teekatte erinevatele seisukorra parameetritele ning aitab tulevikus nii tellijal, ehitajal kui ka järelvalve teostajal rakendada meetmeid katendi seisundi parandamiseks ning seni tehtud vigade vältimiseks.

Järgnevalt on lühidalt kokku võetud analüüsi käigus uuritud seoste tulemused ja esile kerkinud probleemid.

KANDEVÕIME

- kandevõime analüüsi oli võimalik teha suhteliselt väikesele arvule objektidest, kuna Maanteeregistris ja/või täitedokumentatsioonis puudusid andmed mõõdetud kandevõime kohta. See näitab, et teekonstruktsiooni kandevõimele ei pöörata piisavalt tähelepanu ning objektide vastuvõtmisel vajaliku elastsusmooduli (arvutusliku) saavutamist ei registreerita või ei kontrollita. Olemasolevate andmetega tehtud analüüs näitas, et võrkprao tekkimine ja areng on otseselt seotud teekonstruktsiooni mõõdetud kandevõimega;
- kandevõime mõõtmistulemustest (ilma paranduskoefitsienti arvestamata, ehk reeglina suvistest ja sügisestest mõõtmistulemustest) on alla vajaliku 1119 tulemust, ehk ~30% kogu mõõtmiste arvust;
- kui suvis-sügiseseid kandevõime mõõtmistulemusi viia paranduskoefitsienti kasutades üle kevadisele, ehk siis nõrgimale perioodile, on kandevõime mõõtmistulemustest alla vajaliku koguni 2382 mõõtmispunktis, ehk ~60% kogu mõõtmiste arvust;
- peale teekatte uuendamist mõõdetud kandevõime on küll ühtlasem, kuid teekonstruktsiooni üldine kandevõime on reeglina pigem vähenenud.



DEFEKTID

- objektidel, kus on tehtud ainult ülekate, on defektide tekkimine ja nende areng võrreldes teiste kattegruppidega kiirem. Põhjuseks on ilmselt uue katte alla jäänud vanade teekatte defektide peegeldumine pinnale (eriti põik- ja pikipraad);
- pinnatud mustsegudel esines defekte väga vähe. Antud tüüpi katted sobivad ilmselt väga hästi väiksema liiklussagedusega maanteedele ning antud töömeetodi kasutamist tuleks nendes tingimustes rohkem praktiseerida;
- varasematel aastatel ehitatud teekatetel on defektide tekkimine ja nende areng kiirem, mis näitab, et mida aastad edasi, seda parema kvaliteediga katendeid projekteeritakse ning ehitatakse (teekonstruktsioon on tugevam, materjalid on paremad);
- siiski on jäänud mõned defektid, mille osas teekatte ehitusaasta ei ole nende arengu suhtes mingit muutust näidanud. Need on eelkõige murenemine ning vuugipragu. Kõige rohkem defektisummat mõjutavaks teekatte defektiks ongi kõigis kattegruppides murenemine;
- kõigis tiheda asfaltbetooni kattegruppides on selgelt probleemiks vuugipragu, mida esineb 5-6 aastal peale teekatte ehitust ligikaudu 30%!!! ulatuses objektide kogupikkusest;
- nii katendi pealmise kihi ehitajatest, kui asfaltbetoonsegu valmistajatest on võimalik käesoleva analüüsi tulemusena välja tuua töövõtjaid, kelle poolt realiseeritud objektidel ilmnevad defektid märgatavalt varem kui teistel. Selgub ka tõsiasi, et valmimisjärgselt vägagi heal kattel ilmnevad defektid küllaltki kiiresti, juba 2-3 aasta möödumisel. Samas ei saa alati süüdistada ehitajat, kuna tihti on tellija poolt ette kirjutatud või vähemalt kooskõlastatud oludesse mitesobiva katendikonstruktsiooni või madala kvaliteediga materjalide kasutamine;
- novembris vastu võetud remondiobjektidel on defekte tunduvalt rohkem kui teistel. See näitab, et hilissügisel tuleb teekatte paigaldamist piirata;
- nõrgemate kattekonstruktsioonide puhul on defekte rohkem pinnatud bituumeniga stabiliseeritud katetel. Nendel katetel on selgelt näha liiklussageduse mõju defektide tekkele ja arengule. Kahel objektil, kus liiklussagedus on üle 2000 auto ööpäevas oli teisel aastal peale teekatte ehitust väga palju defekte;
- selgelt oli näha, et defekte on vähem tugevama klassiga killustiku kasutamisel;



- teekatetel, kus asfaltbetoonsegu on valmistatud vedela bituumeniga (ART tehnoloogia, mark B1000) on defektide areng tunduvalt kiirem võrreldes sitkete bituumenitega. Sitkete naftabituumenite eri markide kasutamisel oli vahe defektide arengu osas olemas, kuid see oli üsna väike;
- asfaltbetoonsegu veokaugus mõjutab teekatte aukude ja murenemise tekkimist ning arenemist. Esimese kahe aasta jooksul ei ole defektide arengul erinevate segu veokauguste puhul suurt erinevust, kuid pärast seda hakkavad augud ja murenemine tunduvalt kiiremini arenema suurema segu veokaugusega objektidel. 5-6 aastat pärast teekatte valmimist on suurema segu veokaugusega (>30 km) objektidel auke ja murenemist kohati kuni 10 korda rohkem, kui väiksema segu veokaugusega (< 30 km) objektidel;
- liiklussageduse otsest mõju teekatte defektide tekkele ja nende arengule ei olnud tiheda asfaltbetoon kattegruppide puhul nähtav. Samas pinnatud stabiliseeritud katete puhul oli see seos aga olemas;
- objektidel, kus kraavid korrastati, oli defekte vähem ja need arenesid aeglasemalt.

KIHIPAKSUS

- katendi pealmise kihi paksust kontrollitakse või kontrollimise tulemusi registreeritakse väga ebaühtlaselt;
- katendi pealne kiht ehitatakse väga tihti projekteeritust õhemana, samas vastuvõtueeskirjad lubavad seda. On võimalik välja tuua üksikuid ehitajaid, kelle puhul on taolise praktika kasutamine valdav.

TASASUS

- teekatte tasasuse osas on kõik ehitajad tulemusi aasta aastalt parandanud. Siiski oli võimalik eristada ehitajaid, kes ehitavad tasasemat teekatet kui teised;
- katendi pealmise kihi ehitamisel kasutatud töömeetodi mõju teekatte tasasusele oli nähtav. Parim teekatte tasasus saavutatakse kahekihiliste asfaltbetoonkatete kasutamisel, halvim on see pinnatud stabiliseeritud katete või mustsegude kasutamisel;
- keskmine tasasuse väärtuse muutumine aastate jooksul oli asfaltbetoonsegu katete puhul 0,05 mm/m kohta aastas. Pinnatud stabiliseeritud katete või mustsegu puhul oli see 0,2 mm/m kohta aastas;



- uute teelõikude ehitamisel ja pinnatud stabiliseeritud aluste ning mustsegude puhul oli täheldatav teekonstruktsiooni n.n. järeltihenemist, mille tulemusena muutus teekatte tasetas pärast ühe aastast ekspluatatsiooni paremaks;
- liiklussageduse mõju teekatte tasetas arengule ei olnud esimese viie aasta jooksul võimalik täheldada. Rahvusvahelise kogemuse põhjal esimese viie aasta jooksul liiklussagedus teekatte tasetasust oluliselt ei mõjuta.

REMONDIJÄRGNE TÖÖDEMAHT

- TTPE (tehtud tööd pärast ehitust) analüüsi mõjutas andmete ebaühtlus. Puudu oli palju informatsiooni teostatud augulappimiste, pragude täitmise ning riba- ja paikpindamiste kohta;
- reastades objektid olemasolevate andmete põhjal TTPE mahu järgi kogu remondiobjekti maksumusest, on nimekirjas esimese 20 objekti seas 17, millel on projekteerija kas teadmata või see hoopis puudub;
- tõsisemad teekatte parandustööd (lauspindamine) tehakse paljudel objektidel vahetult pärast garantiiperioodi lõppemist. Enne seda tehakse töövõtja poolt reeglina väiksemaid töid, mis esinenud defektid küll peidavad, kuid tegelikult neid olematuks ei tee. Maanteeamet peaks kaaluma katendiga seotud tee-ehitustööde garantiiperioodi pikendamist.

ROOPAD

- Roopa sügavuse tekke ja arengu uurimisel mõjutas tulemusi nende mõõtmistulemuste väheesus. Roopa sügavust on mõõdetud ainult 1999 aastal ja selgeid seoseid ei olnud võimalik välja tuua. Samas oli siiski näha, et esimese aasta jooksul tekib n.n. algroobas, mille sügavus on keskmiselt 4 mm ja mis püsib üsna muutumatuna 3-4 aastat. Algroopa tekkepõhjus vajab täiendavat uurimist, see võib olla tingitud mitteküllaldasest tihendamisest, segu koosseisust või veel millestki muust.



ETTEPANEKUD

Uurijate seisukoht on, et tulevikus peab erinevate parameetrite kohta rohkem andmeid koguma ning uurimistööd sellel alal peavad jätkuma. Käesoleva aruande puhul on tegemist eelkõige kvantiteetuuriringuga, kus kõigist uurijate käsutuses olnud piisavat usaldusväärsust omavatele lähteandmetele tuginedes koostati üldistav kokkuvõte, mis näitab erinevate muutujate vahelisi seoseid. Järgnevalt on mõningad uurimistöö realiseerimise käigus töö teostaja ja tellija esindajate poolt välja toodud teede seisundit mõjutavate tegevuste osas muutmist või suuremat tähelepanu vajavad aspektid.

PROJEKTEERIMINE

Uurimistöö põhjal saab järeldada, et praeguses olukorras avaldab katendite vastupidavusele suurimat mõju projekteerimise ja selle korraldamise ning projektimuudatuste algatamise ja nende realiseerimise kvaliteet.

- maanteede ehitus- ja taastusremondiprojektid tuleb koostada täies vastavuses projekteerimismõõnidega ja -nõuetega või mõjuvatel põhjustel algatada mittesobivate või aegunud mõõnide muutmise;
- projekteerimise ning investeerimise filosoofia lähtub arenenud riikides teekonstruktsiooni eluea printsiibist. On tõestatud, et konstruktsioonivigade eiramine on majanduslikult ebaotstarbekas, ehk lõppkokkuvõtteks kulukam. Meie puhul on projekteerimisel tõsiseks probleemiks muldkehast või alusest põhjustatud defektide eiramine, mis on ülalmainitust lähtudes majanduslikult ebaotstarbekas. Kuigi käesolevast tööst tulenevalt olid valdavalt defektid katte murenemine ja vuugipragu, näitab kandevõime ja ka roobaste tekke analüüs, et ennekõike pööratakse tähelepanu katte välisele kvaliteedile ja väga tihti ei ole eesmärgiks püsiva kattekonstruktsiooni tagamine;
- kvaliteetse teeprojekti eelduseks on projekteerimise korraldamine loogilist projekteerimistsükli järgides, eelkõige silmas pidades, et uurimistööd teostataks ehitusele eelneval hooajal ning et kõik projekti puudutavad olulised küsimused saaksid oma lahenduse enne ehitustööde pakkumise väljakuulutamist;
- kui tööde teostamise käigus ilmneb projektimuudatuse vajalikkus, tuleb see omanikujärelevalvel kooskõlastada kindlasti projekteerijaga. Samuti peab projekteerija olema kaasatud tööde käigus ja/või nende vastuvõtmisel tekkivate



projektist tingitud probleemide lahendamisse. Selline toimimine lahendab projektimuudatustega seotud vastutuse küsimused ning projekteerimisvigade puhul võimaldab projekteerijatel tulevikus sarnaseid vigu või puudusi vältida;

- projekteerimisel tehtud vigade eest peab projekteerija majanduslikult vastutama. Vastutuse praktilise realiseerimise osas tasub uurida teiste riikide kogemusi;
- projekteerimisele eelnevalt tuleb teostada kõik vajalikud uurimistööd, sealhulgas kindlasti ka muldkeha materjalide omadusi (eriti külmakindlust) puudutavad uuringud. Põhjalike uurimistööde teostamine tuleks teha rangelt kohustuslikuks vanemate, üle 20 a. vanuste muldkehade puhul. Kui uuringute käigus ilmnevad teekonstruktsiooni tugevdamise vajadused, tuleb need kindlasti projekteerimise ja ehituse käigus teostada;
- kõik eelnev tingib tõenäoliselt projekteerimisele tehtavate kulutuste suurenemise (praeguselt ca 1-1,5%-lt kuni 5-6%-ni ehitusmaksumusest), kuid pikas perspektiivis aitab kindlasti säästa;
- projekteerimisel tuleb hoolikamalt uurida raskete veokite osakaalu projekteeritaval katendil. Seniste kogemuste põhjal võib öelda, et osadel teelõikudel, kus on piiratud stabiliseeritud aluse pindamisega, ei vasta projekteeritud teekonstruktsioon tegelikule liikluskoormusele.

EHITAMINE

- Maanteeamet peab kehtestama asfaltkatete paigaldamise viimaseks tähtajaks 30. septembri;
- tellija peab kehtestama maksimaalseks asfalbetoonsegude veokauguseks 40 km ja vajaduse korral kehtestama veelgi rangemaid nõudeid sõltuvalt konkreetsetest vajadustest (näiteks KMA paigaldamisel);
- edaspidisel töövõtjate valikul peab Maanteeamet hakkama eelistama head tööd tegevaid ettevõtjaid (seda ka mõningase tööde kallinemise arvelt). Samuti peab peatöövõtja kooskõlastama kasutatavad alltöövõtjad tellijaga ning ka nende kooskõlastamisel tuleb lähtuda seni tehtud tööde kvaliteedist. See eeldab loomulikult korraliku andmebaasi olemasolu. Tellija peab kindlasti nõudma töövõtjatelt kaasaegse tehnika kasutamist.



JÄRELEVALVE

- tellija peab tunduvalt suuremat rõhku asetama järelevalve teostajatele ja teostatava järelevalve usaldusväärsusele;
- järgnevatel uurimistöö etappidel tuleb kogutavate andmete hulka lisada konkreetsed järelevalve teostajad;
- oluline oleks kehtestada järelevalve teostajatele kvalifikatsiooninõuded sarnaselt ehitajate valikul rakendatavatega, diferentseerides neid sõltuvalt ehituse keerukusest;
- suuremat tähelepanu on vaja pöörata litsentside väljastamisel nende saajate ettevalmistusele – ilmselt ei ole piisav vaid kolmepäevane, paljuski formaalne kursus AS Teede Tehnokeskuses;
- Maanteeametil, ehk riiklikul järelevalvel, on soovitatav iga-aastaselt teostada 2-3 vastuvõetud objekti täitedokumentatsiooni süvaanalüüs. Analüüside põhjal on võimalik hinnata omanikujärelevalve hetketaset ning tuvastada aktuaalseid probleeme omanikujärelevalve teostamisel. Analüüside tulemused oleksid aluseks (näiteks) kord aastas toimuvale täienduskoolitusele või omanikujärelevalve probleemide arutelule;
- järelevalveametnik peab nõudma objektide täitedokumentatsiooni korrektset vormistamist;
- kõik eelnev tingib tõenäoliselt järelevalvele tehtavate kulutuste suurenemise (praeguselt ca 1-2%-lt kuni 4-5%-ni ehitusmaksumusest), kuid aitab oluliselt kaasa tööde kvaliteedi suurenemisele;
- katte tasasusnäitajate areng on klassikaline näide, kus mõõdetava parameetri järjekindel kontroll ja ettevõtja rahaline huvitus on viinud väga heade tulemusteni. Antud praktikat on mõttekas järjepidevalt rakendada kõigi mõõdetavate parameetrite korral.

EHITAJATE JA OMANIKUJÄRELEVALVE ANDMEBAAS

- enamuse seoste uurimise juures on toodud väide, et probleeme esineb ühtede või teiste andmete olemasolu või kvaliteedi osas. Samas on Maanteeamet 1995 aastal vastuvõtnud "Maanteehoiu arengukava aastani 2005", mille p. 2.9. ütleb, et "nõutava kvaliteedi tagamiseks on vaja säilitada ehitatavate või remonditavate objektide kvaliteedi kontrolli tulemused andmepangas". Vajalik on asuda



planeeritud andmepanga loomisele ja tagada selle integreeritus teiste andmebaasidega;

- Maanteeametil tasub uurida sarnaste "kvaliteediandmebaaside" loomise, olemasolu, ülesehituse ja kasutusprintsippe välisriikides.

GARANTIIPERIOOD

- töö koostajad leiavad, et teekatete vastupidavuse suurendamisele ning samas ka järelevalvetööde hõlbustamisele aitab kaasa garantiiperioodi pikendamine (5 aastat või isegi enam);
- Maanteeametil tasuks kaaluda eksperimendina kogu töövõtu protsessi muutmist. Töö koostajad teevad ettepaneku võtta kasutusele (esialgu katseliselt mõne pikema objekti puhul) tööde väljapakkumisel süsteem, kus pakkumisdokumentatsioonis näidatakse ainult objekti algus- ja lõppkilomeeter ning tingimused, millele peab uus ehitatav kattekonstruktsioon teatud perioodi jooksul vastama. Kogu muu protsess oleks ühe peatöövõtja vastutusel, kes teostaks vajalikud uuringud, koostaks projekti, ehitaks ning hiljem ka hooldaks seda teelõiku teatud aja jooksul. Loomulikult eeldab selline süsteem remondiobjektide varajast määramist ja väljapakkumist, et peatöövõtja jõuaks teha vajalikud uuringud ning koostada nõuetekohase projekti. Garantii- või hooldusperiood peab sellise süsteemi puhul olema pikk (10 või isegi enam aastat) ja ka remondiobjektide pikkused ei tohiks olla väga lühikesed. Analoogete süsteeme on maailmas kasutusel ja kindlasti tasub uurida sarnaste ettevõtmiste nii positiivseid kui ka negatiivseid kogemusi.

TTPE

- vajalik on välja töötada mehhanism, mis aitaks kontrollida TTPE kulutuste taset ning aitaks saada täiendavat teavet ettevõtjate poolt teostatud tööde kvaliteedist.

UURIMISTÖÖD

- järjepidevalt peaks teostama uutel objektidel (kuni 5 aasta vanused) ilmnenud n.n. probleemsete lõikude süvauuringuid. Probleemsete teelõikude määrajaks võiks olla Maanteeameti järelevalve osakond või kasutada selleks EPMS tarkvara poolt võimaldatavat. Uuringute eesmärgiks on saada tagasisidet



probleemide olemusest ja tekkepõhjustest eesmärgiga neid tulevikus vältida. Antud uurimistööde aruanded peaksid olema "kohustuslikuks kirjanduseks" kõigile projekteerimis- ja ehitusprotsessis osalejatele;

- kindlasti vajab eraldi uurimist, millest konkreetselt on tingitud uutel teekatetel massiliselt esinevad defektid vuugipragu ja murenemine. Nende mõlema defekti tekkimiseks on mitmeid põhjuseid, kuid millised meie kliimatingimustes ja kasutatavate tehnoloogiliste lahenduste juures neid tekitavad, selles osas lähevad erinevate spetsialistide arvamused lahku. Selge on, et teekatte murenemine viitab probleemidele segu kvaliteedis, kuid kas see on tingitud kasutatud materjalidest, segu temperatuurist, veokaugusest, kloriididest või millestki muust oli antud töö aluseks oleva andmebaasi põhjal raske öelda. Sama probleem on vuugiprao osas. Esimese defektide inventeerimise ajal see defekt loendatakse, kuid millal ta siiski tekib ja mis on selle põhjuseks, on seni põhjalikult analüüsimata. Kas ta on olemas kohe pärast katte paigaldamist, tekib kuu aja pärast või pärast talviseid külmumistsükleid kevadeks, sellele küsimusele ei olnud kahjuks võimalik ammendavalt vastata;
- võimalikul järgmisel uurimisetapil tuleks andmebaasis olevast 92 objektist välja valida 1-2 väga heas seisukorras olevat objekti ja 1-2 väga halvas seisukorras olevat objekti. Kasutatud tehnoloogiad ja ehitusmeetodid peavad olema nendel objektidel võrreldavad. Põhjalike uuringutega tuleb seejärel neid objekte võrrelda ning leida põhjused, miks teatud objektide puhul on märgata kiiret defektide arengut, kui samas teiste puhul säilib ehitusjärgne kvaliteet pikemat aega. Kindlasti eeldab see töö väliuuringute tegemist ning laboratoorsete katsete teostamist. Antud uurimistöö etapp võib anda soovitusi uute andmete kogumiseks ning võimaldada ka uute põhjuslike seoste leidmiseks.

SEADUSANDLUS

- Teedelas esadusandluses, eriti teede- ja sideministri määruste puhul, vajavad ühtlustamist mõisted.



LÕPETUSEKS

Uurimistöö teostajate seisukoht on, et Maanteeamet peab tehtavate tööde puhul kvantiteedi (kilometraazi) taotluse asemel rohkem tähelepanu pöörama nende kvaliteedile. See tähendab üsna kindlalt mõningast tehtavate tööde kallinemist, kuid samas tasub ennast pikema perioodi jooksul ära. Seda ühelt poolt nii majanduslikult, kuna hilisemad teekatte hooldus- ja remondikulud on väiksemad ja ehitatud katted peavad kauem vastu, ja teiselt poolt ka klientide ehk teedekasutajate suhtumise paremaks muutumise osas. Kaob ära vajadus põhjenduste otsimiseks, miks uusi ehitatud teekatteid hakatakse kohe remontima.

LISA 1. Nimekiri analüüsitud objektidest

Jrk nr	Obj ID	Mnt nr	Maantee nimi	Ehitusaasta	Alg km, m	Lõpp km, m	Pikkus, m
1	O-001	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1996	115 341	124 141	8 800
2	O-002	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1996	132 258	139 491	7 233
3	O-003	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1998	125 539	132 279	6 740
4	O-004	3	Jõhvi-Tartu-Valga	1997	103 271	109 236	5 965
5	O-005	3	Jõhvi-Tartu-Valga	2000	91 473	103 210	11 737
6	O-006	11105	Kiiu-Soodla	1999	1 113	3 953	2 840
7	O-007	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	2000	40 319	50 251	9 932
8	O-008	4	Tallinn-Pärnu-Ikla	2000	28 000	40 099	12 099
9	O-009	14	Kose-Purila	1999	11 369	13 165	1 796
10	O-010	13	Jägala-Käravete	1995	1 657	5 677	4 020
11	O-011	13	Jägala-Käravete	1995	8 507	10 007	1 500
12	O-012	12	Kose-Jägala	1995	29 374	33 374	4 000
13	O-013	14	Kose-Purila	1995	0	2 000	2 000
14	O-014	17	Keila-Haapsalu	1995	9 497	15 422	5 925
15	O-015	15	Tallinn-Rapla-Türi	1995	4 518	8 284	3 766
16	O-016	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1995	65 800	72 016	6 216
17	O-017	8	Tallinn-Paldiski	1996	25 412	26 500	1 088
18	O-018	8	Tallinn-Paldiski	1996	32 109	40 926	8 817
19	O-019	9	Ääsmäe-Haapsalu-Rohuküla	1996	1 283	18 382	17 099
20	O-020	9	Ääsmäe-Haapsalu-Rohuküla	1996	18 382	40 980	22 598
21	O-021	4	Tallinn-Pärnu-Ikla	1997	39 259	44 180	4 921
22	O-022	11390	Tallinn-Rannamõisa-Kloogaranna	1998	6 000	9 512	3 512
23	O-023	11390	Tallinn-Rannamõisa-Kloogaranna	1998	14 014	18 824	4 810
24	O-024	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1998	14 963	18 463	3 500
25	O-025	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1997	18 463	20 687	2 224
26	O-026	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1999	14 963	20 163	5 200
27	O-027	1	Tallinn-Narva	1998	30 866	36 179	5 313
28	O-028	8	Tallinn-Paldiski	1998	40 926	45 722	4 796
29	O-029	1	Tallinn-Narva	1999	39 043	41 556	2 513
30	O-030	1	Tallinn-Narva	1999	50 286	57 696	7 410
31	O-031	1	Tallinn-Narva	1999	50 380	56 336	5 956
32	O-032	21	Rakvere-Luige	1995	17 607	25 010	7 403
33	O-033	5	Pärnu-Rakvere-Sõmeru	1995	178 739	181 661	2 922
34	O-034	1	Tallinn-Narva	1995	124 027	145 813	21 786
35	O-035	34	Kiviõli-Varja	1995	0	8 700	8 700
36	O-036	20	Põdruse-Kunda-Pada	1995	26 343	28 212	1 869
37	O-037	60	Pärnu-Lihula	1995	21 082	48 748	27 666
38	O-038	11251	Viimsi-Rohuneeme	2000	1 141	7 328	6 187
39	O-039	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1997	72 273	72 873	600
40	O-040	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1997	76 673	77 986	1 313
41	O-041	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1997	81 186	83 286	2 100
42	O-042	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1999	100 702	104 292	3 590
43	O-043	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1999	108 722	115 351	6 629
44	O-044	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1997	221 656	231 883	10 227
45	O-045	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1998	50 251	57 698	7 447
46	O-046	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1997	238 773	242 773	4 000

LISA 1. Nimekiri andmebaasis sisalduvatest objektidest

Jrk nr	Obj ID	Mnt nr	Maantee nimi	Ehitusaasta	Alg km, m	Lõpp km, m	Pikkus, m
47	O-047	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	1998	242 773	250 383	7 610
48	O-048	2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	2000	278 065	288 653	10 588
49	O-049	31	Haapsalu-Laiküla	1998	2 509	12 509	10 000
50	O-050	5	Pärnu-Rakvere-Sõmeru	1996	151 707	156 707	5 000
51	O-051	60	Pärnu-Lihula	1996	48 748	55 260	6 512
52	O-052	6	Valga-Uulu	1996	74 773	81 720	6 947
53	O-053	6	Valga-Uulu	1996	82 748	84 858	2 110
54	O-054	9	Ääsmäe-Haapsalu-Rohuküla	1997	73 585	80 737	7 152
55	O-055	24	Tapa-Loobu	1998	20 227	24 738	4 511
56	O-056	45	Tartu-Räpina-Värska	1999	31 331	38 531	7 200
57	O-057	39	Tartu-Jõgeva-Aravete	1997	81 571	92 415	10 844
58	O-058	6	Valga-Uulu	1997	51 449	57 459	6 010
59	O-059	13126	Mäetaguse ümbersõit	2000	19 387	23 975	4 588
60	O-060	17164	Arkna-Rakvere	1999	0	1 727	1 727
61	O-061	56	Viljandi-Kilingi=Nõmme	1998	27 973	34 173	6 200
62	O-062	6	Valga-Uulu	1998	47 539	51 449	3 910
63	O-063	16127	Riguldi-Dirhami	1999	0	9 671	9 671
64	O-064	4	Tallinn-Pärnu-Ikla	1998	142 084	144 061	1 977
65	O-065	4	Tallinn-Pärnu-Ikla	1998	149 223	152 048	2 825
66	O-066	24124	Viljandi-Suure=Jaani	1999	490	3 710	3 220
67	O-067	24172	Sultsi-Abja=Paluoja	1997	11 159	12 569	1 410
68	O-068	84	Emmaste-Luidja	2000	15 685	27 560	11 875
69	O-069	19101	Audru-Tõstamaa-Nurmsi	1999	47 457	50 307	2 850
70	O-070	4	Tallinn-Pärnu-Ikla	1997	176 066	192 188	16 122
71	O-071	4	Tallinn-Pärnu-Ikla	1999	50 403	58 029	7 626
72	O-072	15	Tallinn-Rapla-Türi	1998	78 709	83 709	5 000
73	O-073	4	Tallinn-Pärnu-Ikla	1999	80 805	82 686	1 881
74	O-074	4	Tallinn-Pärnu-Ikla	1999	88 740	92 250	3 510
75	O-075	3	Jõhvi-Tartu-Valga	1997	171 762	177 339	5 577
76	O-076	22159	Elva-Palupera-Kähri	1999	1 075	6 891	5 816
77	O-077	15	Tallinn-Rapla-Türi	1997	59 365	70 366	11 001
78	O-078	3	Jõhvi-Tartu-Valga	1999	32 533	35 333	2 800
79	O-079	3	Jõhvi-Tartu-Valga	1999	38 620	44 550	5 930
80	O-080	3	Jõhvi-Tartu-Valga	1996	44 550	50 536	5 986
81	O-081	3	Jõhvi-Tartu-Valga	1996	3 463	5 495	2 032
82	O-082	3	Jõhvi-Tartu-Valga	1996	7 763	11 847	4 084
83	O-083	3	Jõhvi-Tartu-Valga	1996	13 147	22 202	9 055
84	O-084	6	Valga-Uulu	1999	12 708	24 717	12 009
85	O-085	6	Valga-Uulu	1997	31 285	38 579	7 294
86	O-086	80	Heltermaa-Kärdla-Luidja	1998	14 500	24 400	9 900
87	O-087	4	Tallinn-Pärnu-Ikla	2000	176 066	192 188	16 122
88	O-088	74	Kuressaare-Valjala-Kuivastu	1997	55 200	58 841	3 641
89	O-089	74	Kuressaare-Valjala-Kuivastu	1997	69 793	75 203	5 410
90	O-090	1	Tallinn-Narva	2000	57 728	63 089	5 361
91	O-091	1	Tallinn-Narva	2000	62 474	65 044	2 570
92	O-092	75	Tumala-Orissaare-Väike väin	1997	7 526	8 257	731

LISA 2. Analüüsis kasutatud lühendid ja nende selgitused

Lühend	Selgitus
B100	- sitke naftabituumen, penetratsioon ~100
B100/150	- sitke naftabituumen, penetratsioon 100-150
B100/200	- sitke naftabituumen, penetratsioon 100-200
B120	- sitke naftabituumen, penetratsioon 100-145
B120/150	- sitke naftabituumen, penetratsioon 120-150
B130	- sitke naftabituumen, penetratsioon ~130
B200	- sitke naftabituumen, penetratsioon ~200
B300	- sitke naftabituumen, penetratsioon ~300
B70	- sitke naftabituumen, penetratsioon ~70
B70/100	- sitke naftabituumen, penetratsioon 70-100
B80	- sitke naftabituumen, penetratsioon ~80
B800	- pehme naftabituumen, penetratsioon ~800
B85	- sitke naftabituumen, penetratsioon 70-100
B90	- sitke naftabituumen, penetratsioon ~90
B90/130	- sitke naftabituumen, penetratsioon 90-130
BDU100	- sitke naftabituumen, penetratsioon ~100
BDU100/130	- sitke naftabituumen, penetratsioon 100-130
BE60M	- bituumenemulsioon, keskmise kiirusega lagunev, sitke naftabituumeni baasil
BE60M/2000	- bituumenemulsioon, keskmise kiirusega lagunev, vedela naftabituumeni baasil
BE65R	- bituumenemulsioon, kiiresti lagunev, sitke naftabituumeni baasil
BEM	- bituumenemulsioon, keskmise kiirusega lagunev
BS32	- bituumenstabiliseering, max. teramõõt 32 mm
GRK	- graniitkillustik
KRK	- kruuskillustik
MB1000	- vedel naftabituumen, kineetiline viskoossus 1000 mm ² /s
MSE16B	- mustsegu, max. teramõõt 16 mm, väiksema killustiku sisaldusega
MSE20A	- mustsegu, max. teramõõt 20 mm, rohkema killustiku sisaldusega
MSE20B	- mustsegu, max. teramõõt 20 mm, väiksema killustiku sisaldusega
PAB16A	- poorne asfaltbetoon, max. teramõõt 16 mm, rohkema killustiku sisaldusega
PAB16AF	- poorne asfaltbetoon, max teramõõt 16 mm, rohkema killustiku sisaldusega, filleriga
PAB32	- poorne asfaltbetoon, max. teramõõt 32 mm
PB1	- põlevkivibituumen, tingviskoossus ava 5 mm juures 15 - 35 s
PB2	- põlevkivibituumen, tingviskoossus ava 5 mm juures 36 - 70 s
PB3	- põlevkivibituumen, tingviskoossus ava 5 mm juures 71 - 130 s
PB4	- põlevkivibituumen, tingviskoossus ava 5 mm juures 131 - 200 s
PBE	- põlevkivibituumenemulsioon
PBET	- põlevkivibituumenemulsioon, tsemendi lisandiga (tähistus kompleksstabiliseerimise jaoks)
PIN	- ühekordne pindamine
PIN2	- kahekordne pindamine
PB	- põlevkivibituumen
TAB	- tihe asfaltbetoon
TAB12	- tihe asfaltbetoon, max. teramõõt 12 mm
TAB12I	- tihe asfaltbetoon, max. teramõõt 12 mm, killustiku rikkam
TAB12ID	- tihe asfaltbetoon, max. teramõõt 12 mm, killustiku rikkam, lisandiga
TAB12II	- tihe asfaltbetoon, max. teramõõt 12 mm, killustiku vaesem
TAB16	- tihe asfaltbetoon, max. teramõõt 16 mm
TAB16I	- tihe asfaltbetoon, max. teramõõt 16 mm, killustiku rikkam
TAB16II	- tihe asfaltbetoon, max. teramõõt 16 mm, killustiku vaesem
TS32	- tsementstabiliseering, max. teramõõt 32

LISA 3. Tehtud tööd pärast ehitust (TTPE), nende mahud ning maksumused.

Eh aasta	Leping nr	Obj ID	Maantee nimi	Alg km	Lõpp km	Pikkus	TTPE 1996			TTPE 1997			TTPE 1998			TTPE 1999			TTPE 2000			Kulutused TTPE 1996-2000 kokku, kr.-																
							Nimetus	Maht m2	Maksumus kr./m2	Nimetus	Maht m2	Maksumus kr./m2	Nimetus	Maht m2	Maksumus kr./m2	Nimetus	Maht m2	Maksumus kr./m2	Nimetus	Maht m2	Maksumus kr./m2																	
1995	L-25	O-010	Jägala-Käravete	1 657	5 677	4 020												pind	32 000	15,0	480 000																	
		O-011	Jägala-Käravete	8 507	10 007	1 500															0																	
	L-26	O-012	Kose-Jägala	29 374	33 374	4 000											pind	17900	15,0	268 500																		
	L-27	O-013	Kose-Purila	0	2 000	2 000															0																	
	L-28	O-014	Keila-Haapsalu	9 497	15 422	5 925															0																	
	L-29	O-015	Tallinn-Rapla-Türi	4 518	8 284	3 766															0																	
	L-30	O-016	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	65 800	72 016	6 216						pind	14323	8,8	pind	41283	9,1				501 002																	
	L-41	O-032	Rakvere-Luige	17 607	25 010	7 403																0																
	L-42	O-033	Pärnu-Rakvere-Sõmeru	178 739	181 661	2 922																0																
	L-43	O-034	Tallinn-Narva	124 027	145 813	21 786	frees+kate paikpind	875 10136	garantii garantii	pind	217860	12,4										2 701 464 + garantii																
	L-44	O-035	Kiviõli-Varja	0	8 700	8 700																0																
	L-45	O-036	Põdruse-Kunda-Pada	26 343	28 212	1 869												kate	16180	59,5		962 710																
L-46	O-037	Pärnu-Lihula	21 082	48 748	27 666	paikpind	3200	17,0	paikpind	800	17,0	paikpind	1800	20,0	paikpind pind	5100 208900	20,0 7,6				1 793 640																	
1995 kokku							97 773														6 707 316																	
1996	L-07	O-080	Jõhvi-Tartu-Valga	44 550	50 536	5 986																0																
		L-08	O-081	Jõhvi-Tartu-Valga	3 463	5 495																2 032	201 168															
		O-082	Jõhvi-Tartu-Valga	7 763	11 847	4 084																404 316																
		O-083	Jõhvi-Tartu-Valga	13 147	22 202	9 055																896 445																
	L-17	O-001	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	115 341	124 141	8 800																						paikpind kate	9444 1010	11,9 69,1					181 756			
		O-002	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	132 258	139 491	7 233																						paikpind	1637	11,9					19 415			
	L-31	O-017	Tallinn-Paldiski	25 412	26 500	1 088																														0		
		O-018	Tallinn-Paldiski	32 109	40 926	8 817																														0		
	L-32	O-019	Ääsmäe-Haapsalu-Rohuküla	1 283	18 382	17 099																											pind	33700	20,0		674 000	
		O-020	Ääsmäe-Haapsalu-Rohuküla	18 382	40 980	22 598																															0	
	L-56	O-050	Pärnu-Rakvere-Sõmeru	151 707	156 707	5 000																									pind	47700	10,3				488 925	
	L-57	O-051	Pärnu-Lihula	48 748	55 260	6 512																									praod	150	25,0	praod	460	55,0	29 050	
	L-58	O-052	Valga-Uulu	74 773	81 720	6 947																			pind	10430	9,8							ribapind	440	11,4		111 049
		O-053	Valga-Uulu	82 748	84 858	2 110																			pind	18550	9,8							paikpind	335	11,4		181 790
	1996 kokku																					107 361														3 187 914		
1997	L-04	O-077	Tallinn-Rapla-Türi	59 365	70 366	11 001																1 071 137																
		L-06	O-075	Jõhvi-Tartu-Valga	171 762	177 339																5 577	0															
	L-12	O-085	Valga-Uulu	31 285	38 579	7 294																								pind	59600	9,1			542 360			
	L-15	O-088	Kuressaare-Valjala-Kuivastu	55 200	58 841	3 641																praod	2	garantii	praod	3	garantii									garantii		
		O-092	Tumala-Orissaare-Väike väin	7 526	8 257	731																														0		
	L-16	O-089	Kuressaare-Valjala-Kuivastu	69 793	75 203	5 410																														0		
	L-19	O-004	Jõhvi-Tartu-Valga	103 271	109 236	5 965																														0		
	L-33	O-021	Tallinn-Pärnu-Ikla	39 259	44 180	4 921																														0		
	L-35	O-025	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	18 463	20 687	2 224																														0		
	L-48	O-039	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	72 273	72 873	600																															0	
		O-040	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	76 673	77 986	1 313																															0	
		O-041	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	81 186	83 286	2 100																															0	
	L-50	O-044	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	221 656	231 883	10 227																															0	
	L-52	O-046	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	238 773	242 773	4 000																															0	
	L-59	O-054	Ääsmäe-Haapsalu-Rohuküla	73 585	80 737	7 152																															0	
	L-62	O-057	Tartu-Jõgeva-Aravete	81 571	92 415	10 844																											pind	1520	20,4		30 993	
	L-64	O-058	Valga-Uulu	51 449	57 459	6 010																			ribapind paikpind	620 860	garantii garantii										garantii	
	L-71	O-067	Sultsi-Abja=Paluoja	11 159	12 569	1 410																									kate+pind	495	39,6				19 602	
	L-74	O-070	Tallinn-Pärnu-Ikla	176 066	192 188	16 122																									paikpind frees+kate+pind	300 290	20,0 150,0	kate, v.t. Obj O-087			49 500 + uus kate 2000 a.	
1997 kokku							106 542														1 713 592																	

LISA 3. Tehtud tööd pärast ehitust (TTPE), nende mahud ning maksumused.

Eh aasta	Leping nr	Obj ID	Maantee nimi	Alg km	Lõpp km	Pikkus	TTPE 1996			TTPE 1997			TTPE 1998			TTPE 1999			TTPE 2000			Kulutused TTPE 1996-2000 kokku, kr.-			
							Nimetus	Maht m2	Maksumus kr./m2	Nimetus	Maht m2	Maksumus kr./m2	Nimetus	Maht m2	Maksumus kr./m2	Nimetus	Maht m2	Maksumus kr./m2	Nimetus	Maht m2	Maksumus kr./m2				
1998	L-02	O-072	Tallinn-Rapla-Türi	78 709	83 709	5 000													praod ribapind	385 400	83,0 13,4	37 315			
	L-13	O-086	Heltermaa-Kärdla-Luidja	14 500	24 400	9 900																			0
	L-18	O-003	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	125 539	132 279	6 740																		0	
	L-34	O-022	Tallinn-Rannamõisa-Kloogaranna	6 000	9 512	3 512																		0	
		O-023	Tallinn-Rannamõisa-Kloogaranna	14 014	18 824	4 810																		0	
	L-35	O-024	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	14 963	18 463	3 500																		0	
	L-36	O-027	Tallinn-Narva	30 866	36 179	5 313																		0	
	L-37	O-028	Tallinn-Paldiski	40 926	45 722	4 796																		0	
	L-51	O-045	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	50 251	57 698	7 447																		0	
	L-53	O-047	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	242 773	250 383	7 610																		0	
	L-55	O-049	Haapsalu-Laiküla	2 509	12 509	10 000										ribapind	1788	garantii					garantii		
	L-60	O-055	Tapa-Loobu	20 227	24 738	4 511																	0		
	L-67	O-061	Viljandi-Kilingi=Nõmme	27 973	34 173	6 200													paikpind pind	100 49600	20,0 9,1	453 360			
	L-68	O-062	Valga-Uulu	47 539	51 449	3 910										praod paikpind	5 420	garantii garantii				garantii			
	L-69	O-064	Tallinn-Pärnu-Ikla	142 084	144 061	1 977										frees+kate+pind paikpind	10 30	150,0 20,0				2 100			
		O-065	Tallinn-Pärnu-Ikla	149 223	152 048	2 825										frees+kate+pind ribapind	1285 2320	150,0 20,0				239 150			
1998 kokku						88 051															731 925				
1999	L-01	O-071	Tallinn-Pärnu-Ikla	50 403	58 029	7 626																0			
	L-03	O-073	Tallinn-Pärnu-Ikla	80 805	82 686	1 881																			0
		O-074	Tallinn-Pärnu-Ikla	88 740	92 250	3 510																			0
	L-05	O-078	Jõhvi-Tartu-Valga	32 533	35 333	2 800																		0	
		O-079	Jõhvi-Tartu-Valga	38 620	44 550	5 930																		0	
	L-09	O-076	Elva-Palupera-Kähri	1 075	6 891	5 816										praod ribapind	20 1200	100,0 10,2	14 240						
	L-11	O-084	Valga-Uulu	12 708	24 717	12 009																	0		
	L-21	O-006	Kiiu-Soodla	1 113	3 953	2 840																	0		
	L-24	O-009	Kose-Purila	11 369	13 165	1 796																	0		
	L-35	O-026	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	14 963	20 163	5 200																	0		
	L-38	O-029	Tallinn-Narva	39 043	41 556	2 513																	0		
	L-39	O-030	Tallinn-Narva	50 286	57 696	7 410																	0		
	L-40	O-031	Tallinn-Narva	50 380	56 336	5 956																	0		
	L-49	O-042	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	100 702	104 292	3 590																	0		
		O-043	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	108 722	115 351	6 629																	0		
	L-61	O-056	Tartu-Räpina-Värska	31 331	38 531	7 200																	0		
	L-63	O-063	Riguldi-Dirhami	0	9 671	9 671										ribapind	6450	garantii	garantii						
	L-66	O-060	Arkna-Rakvere	0	1 727	1 727																	0		
	L-70	O-066	Viljandi-Suure=Jaani	490	3 710	3 220																	0		
	L-73	O-069	Audru-Tõstamaa-Nurmsi	47 457	50 307	2 850										paikpind	280	20,0	5 600						
1999 kokku						100 174															19 840				
2000	L-10	O-090	Tallinn-Narva	57 728	63 089	5 361																			
		O-091	Tallinn-Narva	62 474	65 044	2 570																			
	L-14	O-087	Tallinn-Pärnu-Ikla	176 066	192 188	16 122																			
	L-20	O-005	Jõhvi-Tartu-Valga	91 473	103 210	11 737																			
	L-22	O-007	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	40 319	50 251	9 932																			
	L-23	O-008	Tallinn-Pärnu-Ikla	28 000	40 099	12 099																			
	L-47	O-038	Viimsi-Rohuneeme	1 141	7 328	6 187																			
	L-54	O-048	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	278 065	288 653	10 588																			
	L-65	O-059	Mäetaguse ümbersõit	19 387	23 975	4 588																			
L-72	O-068	Emmaste-Luidja	15 685	27 560	11 875																				
2000 kokku						91 059																			
Kokku (1995-2000)						590 960													12 360 587						
																			+ garantii tööd + pragude ja aukude lappimine + uus ülekate obj. O-087						

LISA 4. Tehtud tööd pärast ehitust ja ehitajad

Obj ID	Ehituse maksumus	TTPE kokku	TTPE muu	Ehitus aasta	TTPE % maksu-musest	Ehitaja				
						Projek-teerija	Peatöö-võtja	Aluskiht	Pealiskiht	Segu
O-036	986 832	962 710		1995	97,6%	-1	31	31	13	0
O-034	8 326 609	2 701 464	garantii	1995	32,4%	-1	33	0	35	35
O-081	647 761	201 168		1996	31,1%	-1	33/35	0	35	33/35
O-083	2 886 553	896 445		1996	31,1%	-1	33/35	0	35	33/35
O-082	1 301 898	404 316		1996	31,1%	-1	33/35	0	35	33/35
O-050	2 028 600	488 925		1996	24,1%	0	36	0	36	17
O-053	828 724	181 790		1996	21,9%	-1	44	0	44	44
O-010	2 557 042	480 000		1995	18,8%	-1	31	31	48	31
O-077	6 640 204	1 071 137		1997	16,1%	-1	37	37	37	37
O-085	4 390 699	542 360		1997	12,4%	3	44	44	45	34
O-037	15 129 982	1 793 640		1995	11,9%	-1	31	31	48	0
O-012	2 544 320	268 500		1995	10,6%	-1	31	31	48	31
O-061	4 536 912	453 360		1998	10,0%	19	46	44	46	46
O-016	5 659 295	501 002		1995	8,9%	0	37	37	37	37
O-065	3 040 067	239 150		1998	7,9%	19	44	44	45	38
O-019	9 048 239	674 000		1996	7,4%	-1	37	37	37	37
O-052	2 728 504	111 049		1996	4,1%	-1	44	0	44	44
O-067	540 340	19 602		1997	3,6%	0	44	44	44	44
O-001	6 590 232	181 756		1996	2,8%	-1	44	44	45	34
O-051	2 538 638	29 050		1996	1,1%	-1	44	44	48	44
O-072	3 677 452	37 315		1998	1,0%	20	37	37	37	43
O-070	12 381 212	49 500	kate 2000 a	1997	0,4%	3	44	44	45	34
O-002	5 416 721	19 415		1996	0,4%	-1	44	44	45	34
O-057	9 112 539	30 993		1997	0,3%	3	15	15	15	0
O-069	3 080 879	5 600		1999	0,2%	19	46	46	46	46
O-076	7 839 503	14 240		1999	0,2%	2	32	32	32	46
O-064	2 127 509	2 100		1998	0,1%	19	44	44	45	38
O-062	3 628 089	1	garantii	1998	0,0%	3	46	44	46	46
O-063	4 553 300	1	garantii	1999	0,0%	1	46	46	46	46
O-058	4 702 585	1	garantii	1997	0,0%	-1	44	44	45	34
O-088	4 770 584	1	garantii	1997	0,0%	3	40	40	49	49
O-049	8 025 600	1	garantii	1998	0,0%	3	44	44	44	44
O-003	5 196 136	0		1998	0,0%	14	44	44	46	46
O-004	3 888 226	0		1997	0,0%	-1	46	44	46	46
O-005	-1	0		2000	0,0%	4	42	-1	42	42
O-006	2 544 867	0		1999	0,0%	11	44	44	45	44
O-007	18 448 789	0		2000	0,0%	4	44	44	45	44
O-008	21 741 177	0		2000	0,0%	4	42	42	42	43
O-009	1 540 059	0		1999	0,0%	11	44	44	44	44
O-011	954 120	0		1995	0,0%	-1	31	31	48	31
O-013	1 272 160	0		1995	0,0%	-1	31	31	48	31
O-014	3 300 325	0		1995	0,0%	-1	44	44	45	34
O-015	3 428 717	0		1995	0,0%	0	37	37	37	37
O-017	825 386	0		1996	0,0%	-1	37	37	37	37
O-018	6 688 664	0		1996	0,0%	-1	37	37	37	37
O-020	11 967 633	0		1996	0,0%	-1	37	37	37	37
O-021	3 150 799	0		1997	0,0%	-1	44	44	45	34
O-022	2 195 242	0		1998	0,0%	11	37	41	37	37
O-023	3 006 582	0		1998	0,0%	11	37	41	37	37
O-024	17 111 920	0		1998	0,0%	3	44	44	37	43
O-025	10 865 385	0		1997	0,0%	3	44	32	32	34/37

LISA 4. Tehtud tööd pärast ehitust ja ehitajad

Obj ID	Ehituse maksumus	TTPE kokku	TTPE muu	Ehitus aasta	TTPE % maksu-musest	Ehitaja				
						Projek-teerija	Peatöö-võtja	Aluskiht	Pealiskiht	Segu
O-026	25 845 843	0		1999	0,0%	3	44	44	32	32
O-027	12 900 124	0		1998	0,0%	-1	44	44	45	44
O-028	7 854 985	0		1998	0,0%	11	44	44	45	44
O-029	2 221 907	0		1999	0,0%	11	44	0	45	44
O-030	11 424 387	0		1999	0,0%	3	44	44	45	44
O-031	6 988 894	0		1999	0,0%	-1	44	44	45	44
O-032	2 272 425	0		1995	0,0%	-1	36	0	36	17
O-033	1 009 054	0		1995	0,0%	-1	36	0	36	17
O-035	4 593 600	0		1995	0,0%	-1	31	0	31	0
O-038	8 633 587	0		2000	0,0%	11	42	42	42	43
O-039	469 422	0		1997	0,0%	3	33	31	33	35
O-040	1 027 252	0		1997	0,0%	3	33	31	33	35
O-041	1 642 977	0		1997	0,0%	3	33	31	33	35
O-042	2 891 745	0		1999	0,0%	3	46	44	46	46
O-043	5 339 660	0		1999	0,0%	3	46	44	46	46
O-044	8 632 713	0		1997	0,0%	3	32	44	32	25
O-045	6 505 923	0		1998	0,0%	3	44	44	45	44
O-046	2 871 720	0		1997	0,0%	3	32	44	32	25
O-047	5 968 904	0		1998	0,0%	25	46	44	46	46
O-048	18 803 017	0		2000	0,0%	3	46	44	46	46
O-054	4 519 492	0		1997	0,0%	-1	44	44	45	34
O-055	3 302 052	0		1998	0,0%	3	40	41	49	49
O-056	7 378 128	0		1999	0,0%	18	40	41	49	49
O-059	3 228 621	0		2000	0,0%	1	32	32	32	32
O-060	-1	0		1999	0,0%	1	-1	-1	-1	-1
O-066	2 511 600	0		1999	0,0%	24	40	41	42	46
O-068	11 010 500	0		2000	0,0%	12	44	44	45	44
O-071	8 375 201	0		1999	0,0%	20	44	44	45	44
O-073	2 661 070	0		1999	0,0%	1	47	44	45	44
O-074	4 965 632	0		1999	0,0%	1	47	44	45	44
O-075	3 695 989	0		1997	0,0%	3	44	44	45	34
O-078	2 137 716	0		1999	0,0%	13	46	44	46	30
O-079	4 527 377	0		1999	0,0%	13	46	44	46	30
O-080	2 639 826	0		1996	0,0%	-1	46	0	46	46
O-084	-1	0		1999	0,0%	23	46	44	46	46
O-086	4 700 916	0		1998	0,0%	3	44	44	42	43
O-087	16 279 053	0		2000	0,0%	3	32	0/39	39/32	39/32
O-089	4 360 283	0		1997	0,0%	3	40	44	49	49
O-090	15 371 406	0		2000	0,0%	1	44	44	45	44
O-091	7 368 870	0		2000	0,0%	1	44	44	45	44