

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

STAATILINE ARVUTUS CULVERT CU037081

MINIMAALNE SARRUS HÜDRATATSIOONISOOJUSE ÄRAJUHTIMINE

Projekti nr	087453-24
Ehitusobjekt	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA RAILWAY LINE / CULVERT / CU037081
Tellijä	OÜ Keskkonnaprojekt Ringtee 12 50105 Tartu Eesti
Esitaja	Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 1	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

Sisukord

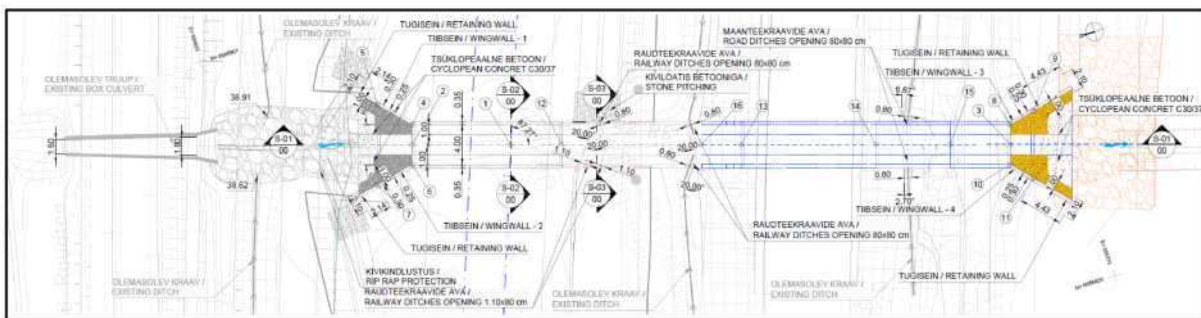
1	Üldosa	3
1.1	Ehitis/konstruksioon	3
1.2	Ehitis/geomeetria	6
1.3	Ehitis/sarrus	8
1.4	Tehnilised eeskirjad	13
1.5	Materjalid	14
1.6	Kokkupuuteklassid	14
1.7	Betoonkate	14
1.8	Praolaiuste piiramine	14
1.9	Betooni tugevuse kujunemine	15
1.10	Koormused	15
2	Staatiline arvutus / minimaalne sarrus	20
2.1	Staatiline arvutus / arvutiprogramm	20
2.2	Culvert CU037081 / põhjaplaat	21
2.3	Culvert CU037081 / seinad	23
2.4	Culvert CU037081 / laeplaat	25
2.5	Minimaalne sarrus / üldteave	27
3	Sarrus/lisasarrus	28
3.1	Culvert CU037081	28

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 2	

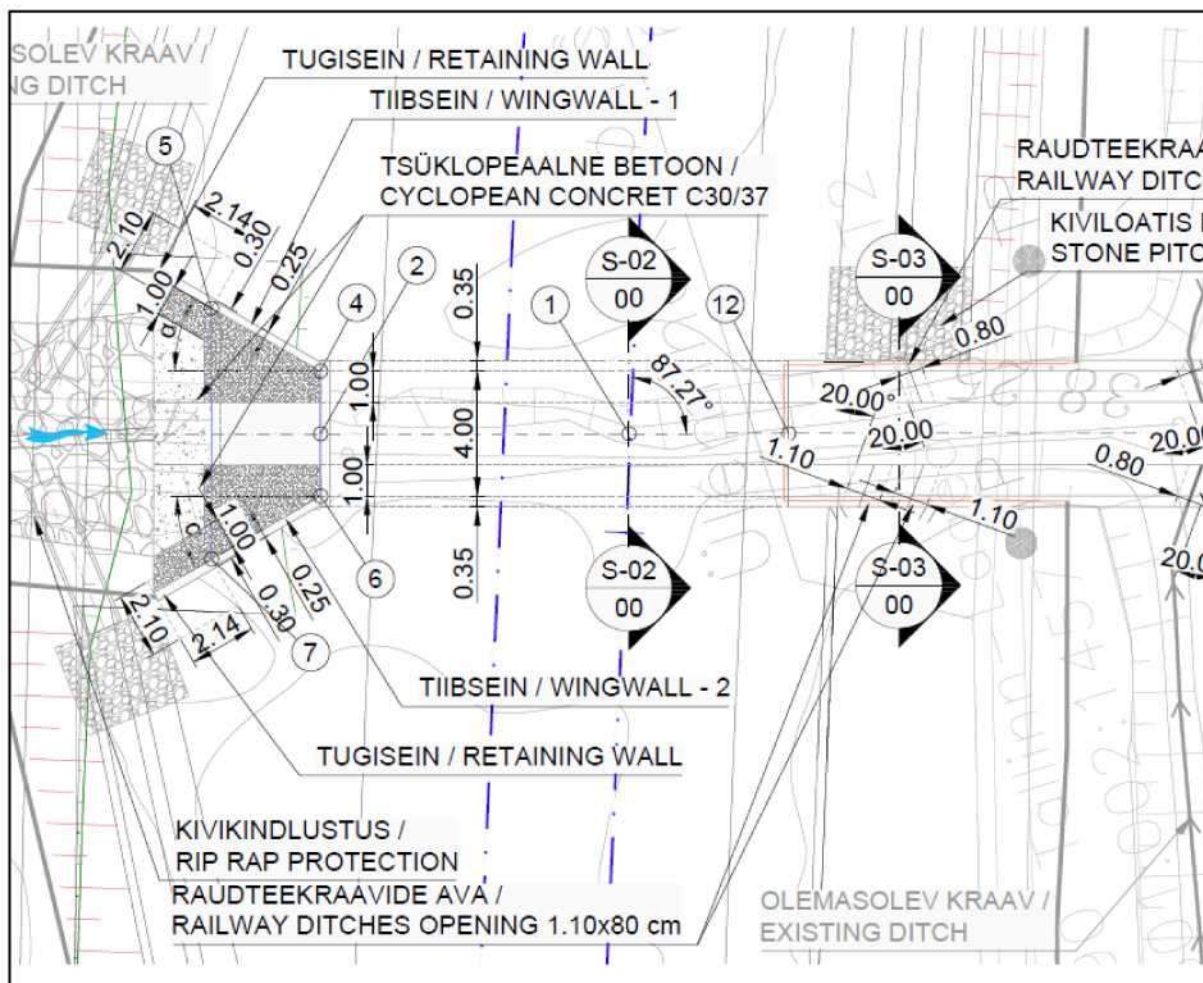
KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

1 Üldosa

1.1 Ehitis/konstruksioon



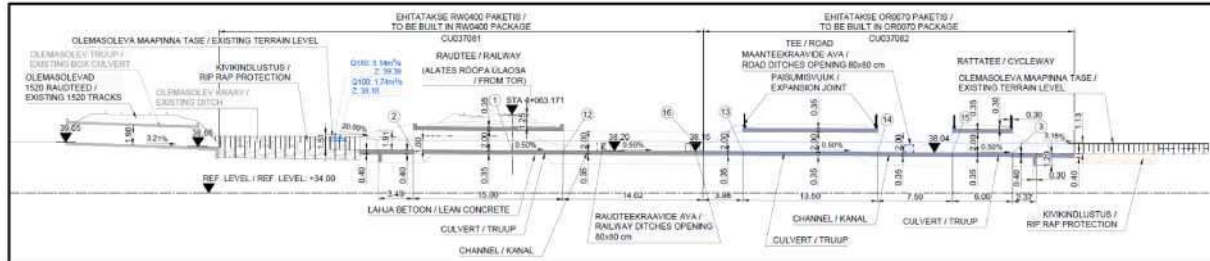
(Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_IDO_BR0070-ZZ_0005_D3_RTI-TL_MD_00011_002)



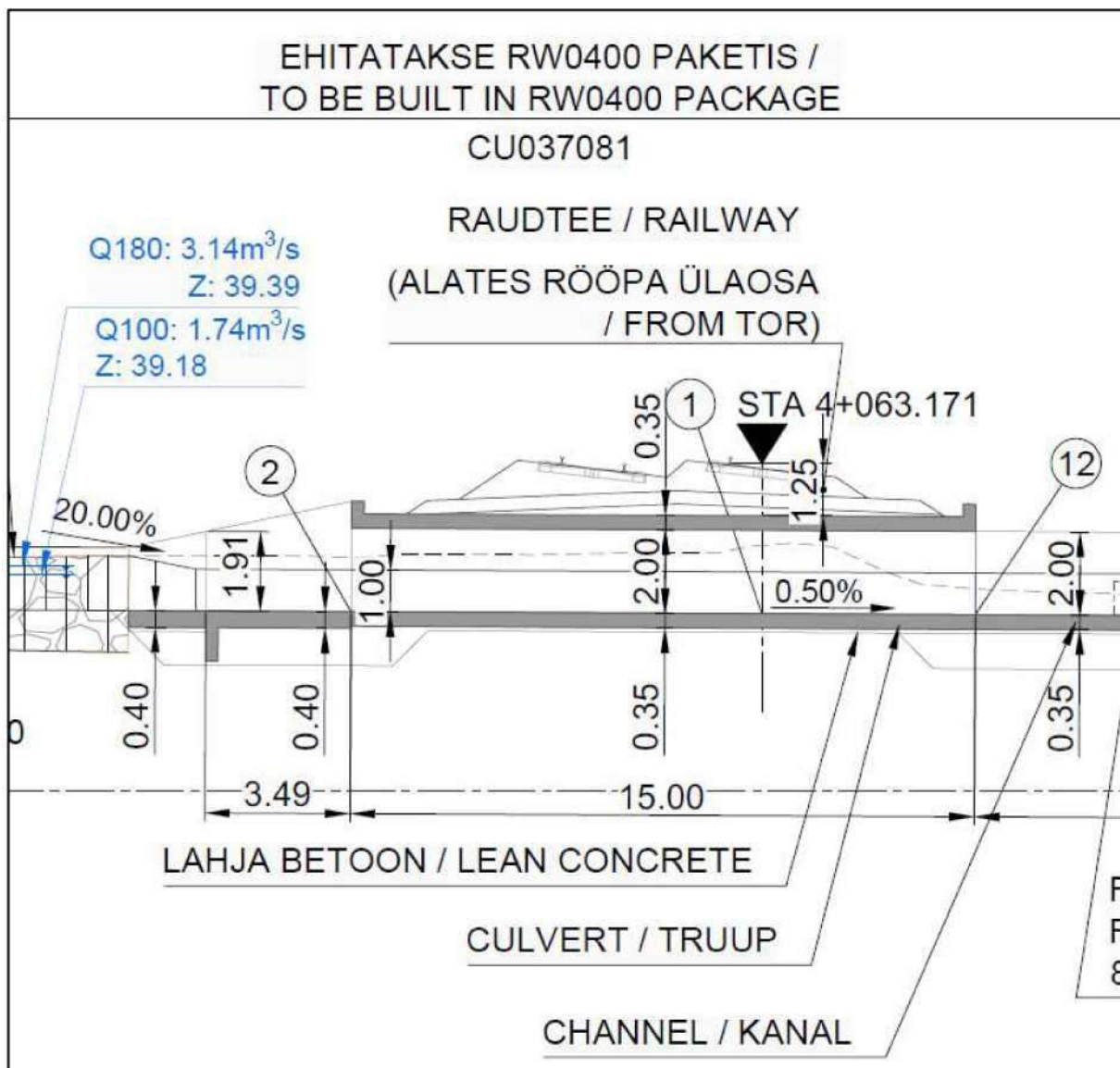
(Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_IDO_BR0070-ZZ_0005_D3_RTI-TL_MD_00011_002)

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 3	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024



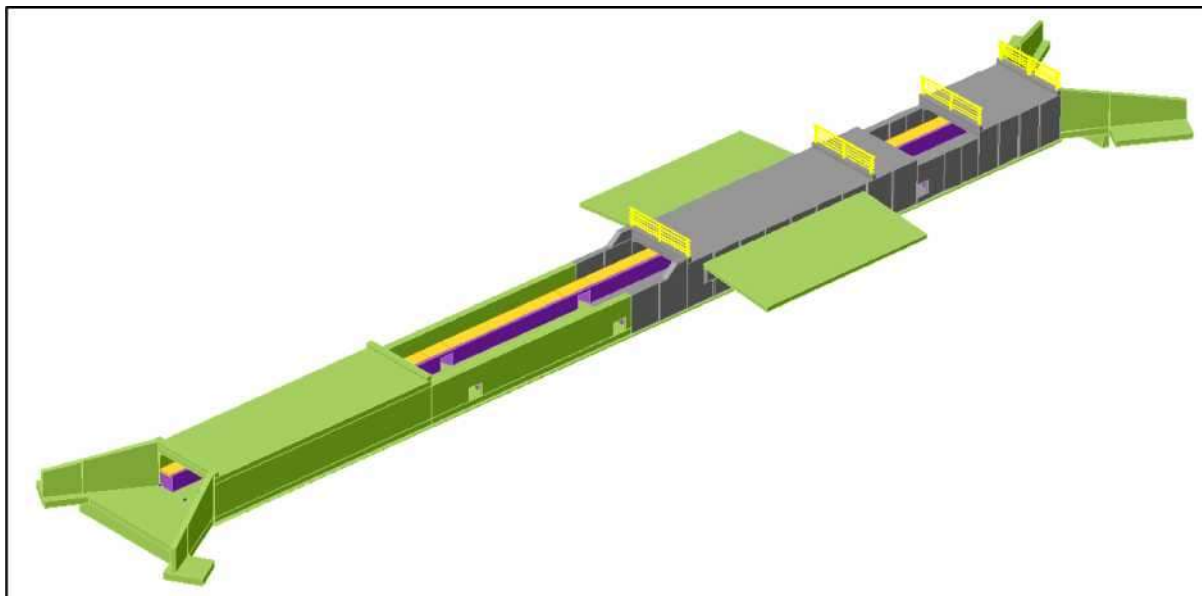
(Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_IDO_BR0070-ZZ_0005_D3_RTI-TL_MD_00011_002)



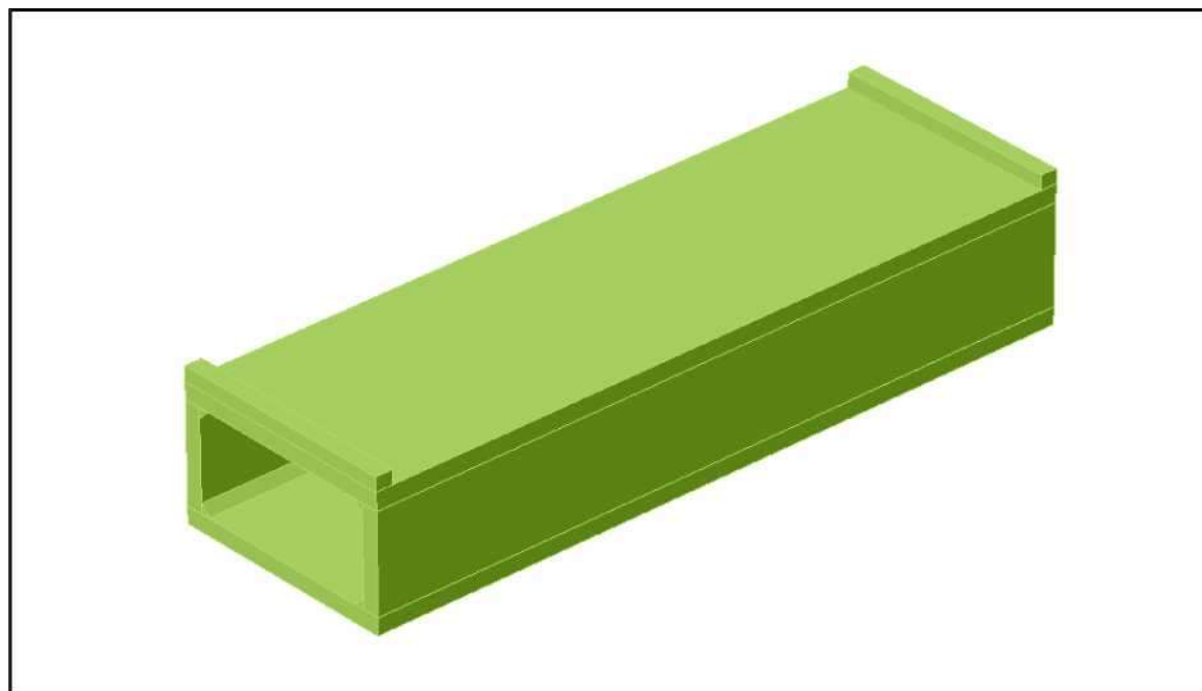
(Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_IDO_BR0070-ZZ_0005_D3_RTI-TL_MD_00011_002)

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 4	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
TELLIJA:			KUUPÄEV: 16.11.2024



(3D-mudel / IFC-fail)

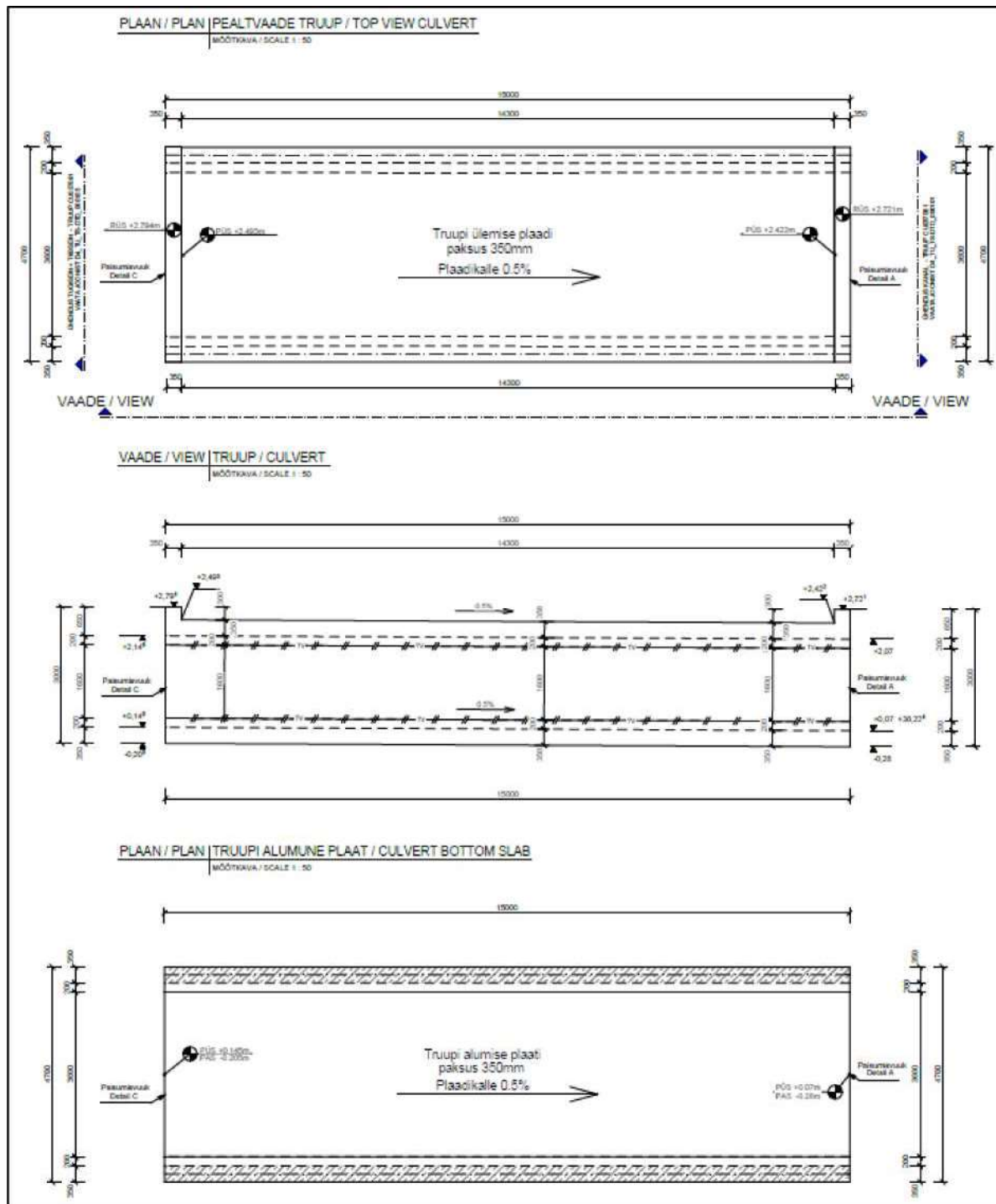


(3D-mudel / IFC-fail)

EHITIS:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
PLOKK:		
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus	Lk 5

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

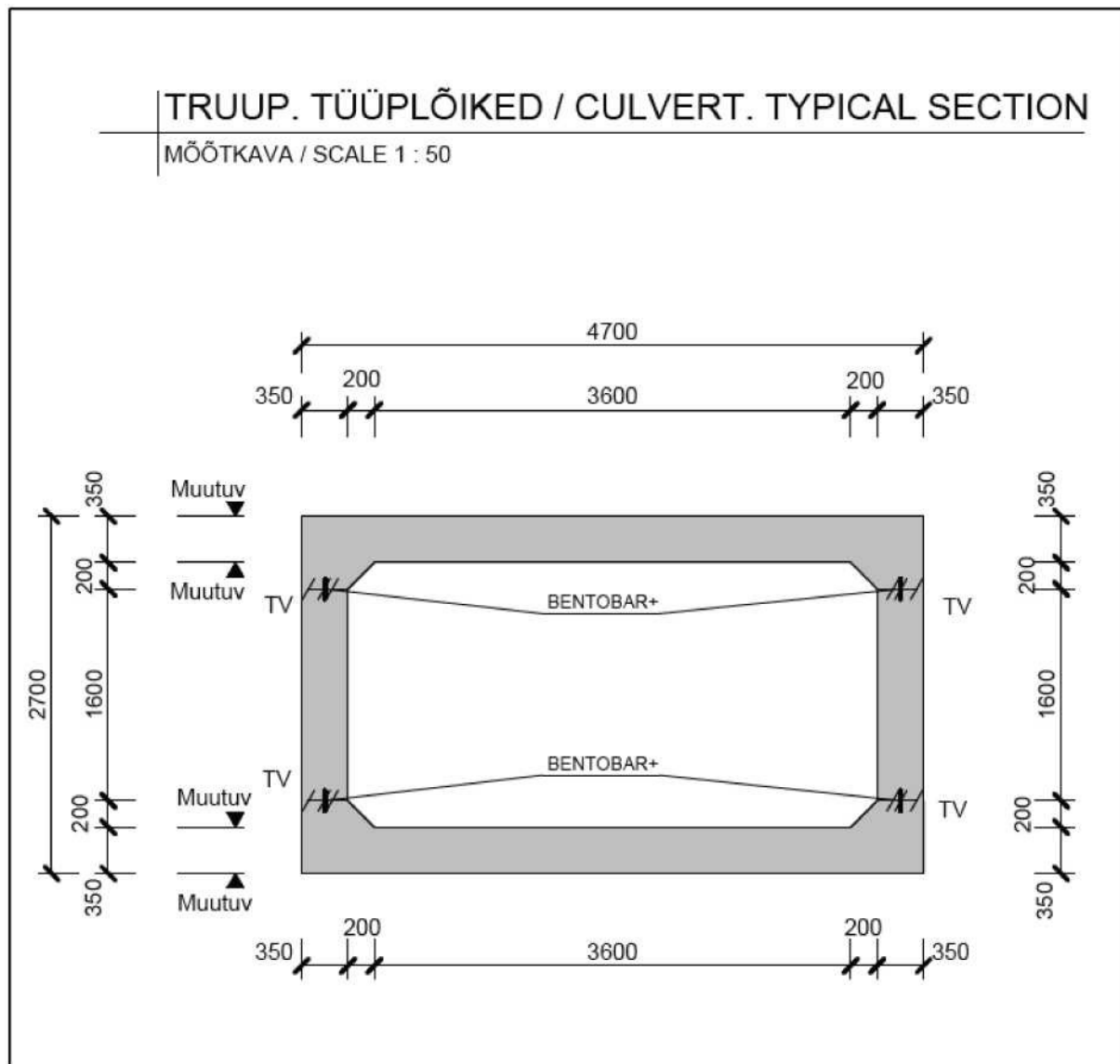
1.2 Ehitis/geomeetria



Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 6	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
TELLIJA:			KUUPÄEV: 16.11.2024

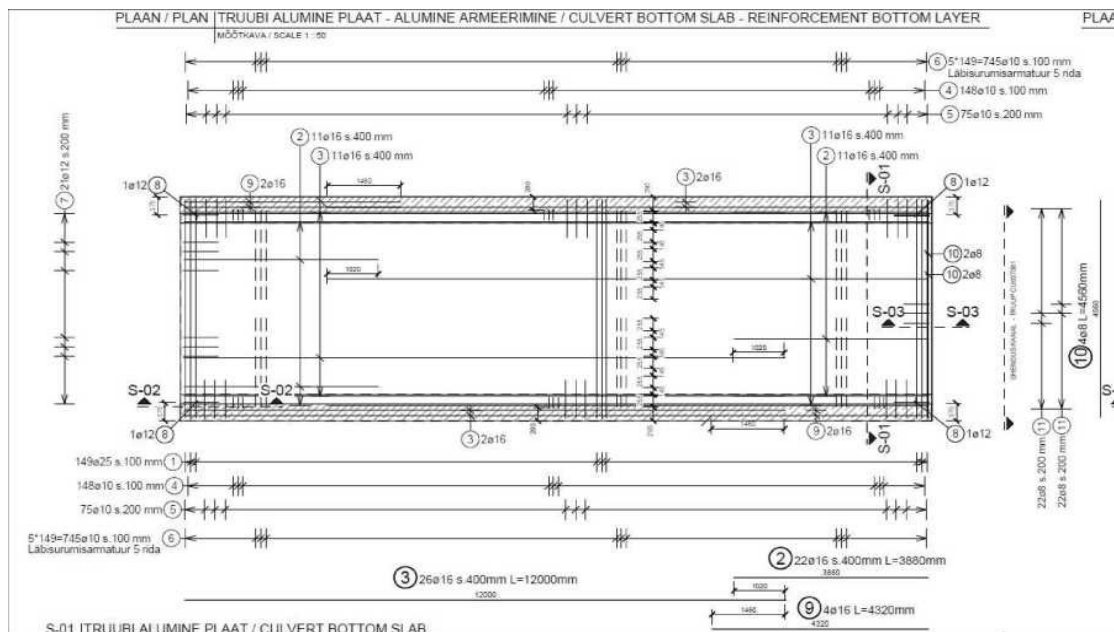


Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)

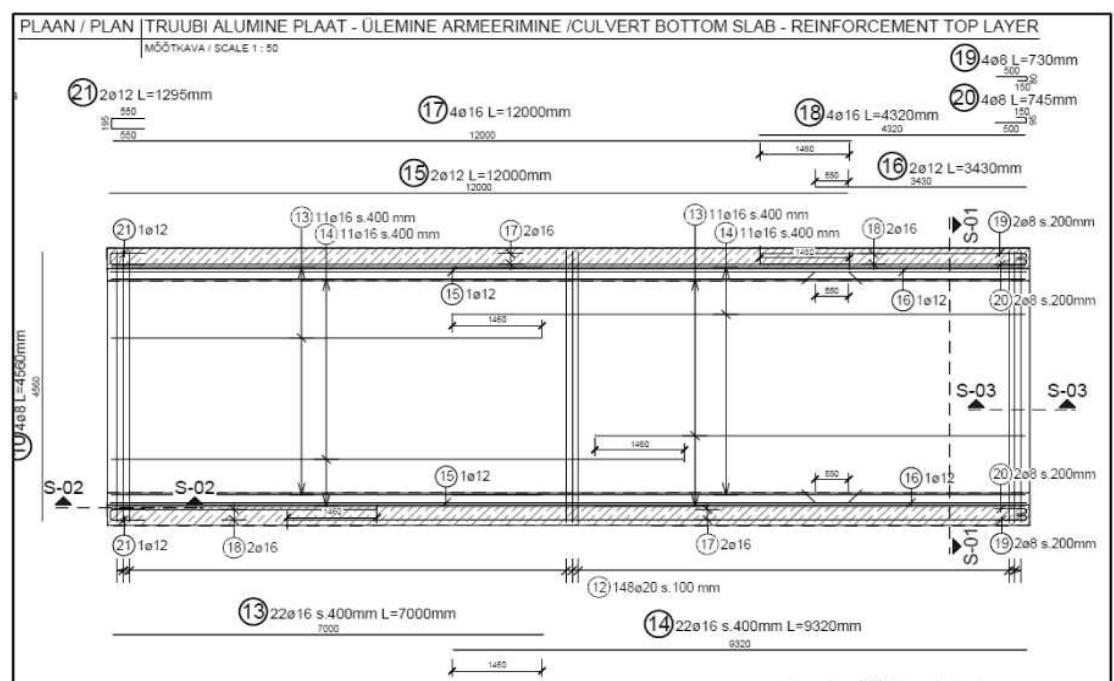
EHITIS:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
PLOKK:		
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus	Lk 7

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
TELLIJA:			KUUPÄEV: 16.11.2024

1.3 Ehitis/sarrus



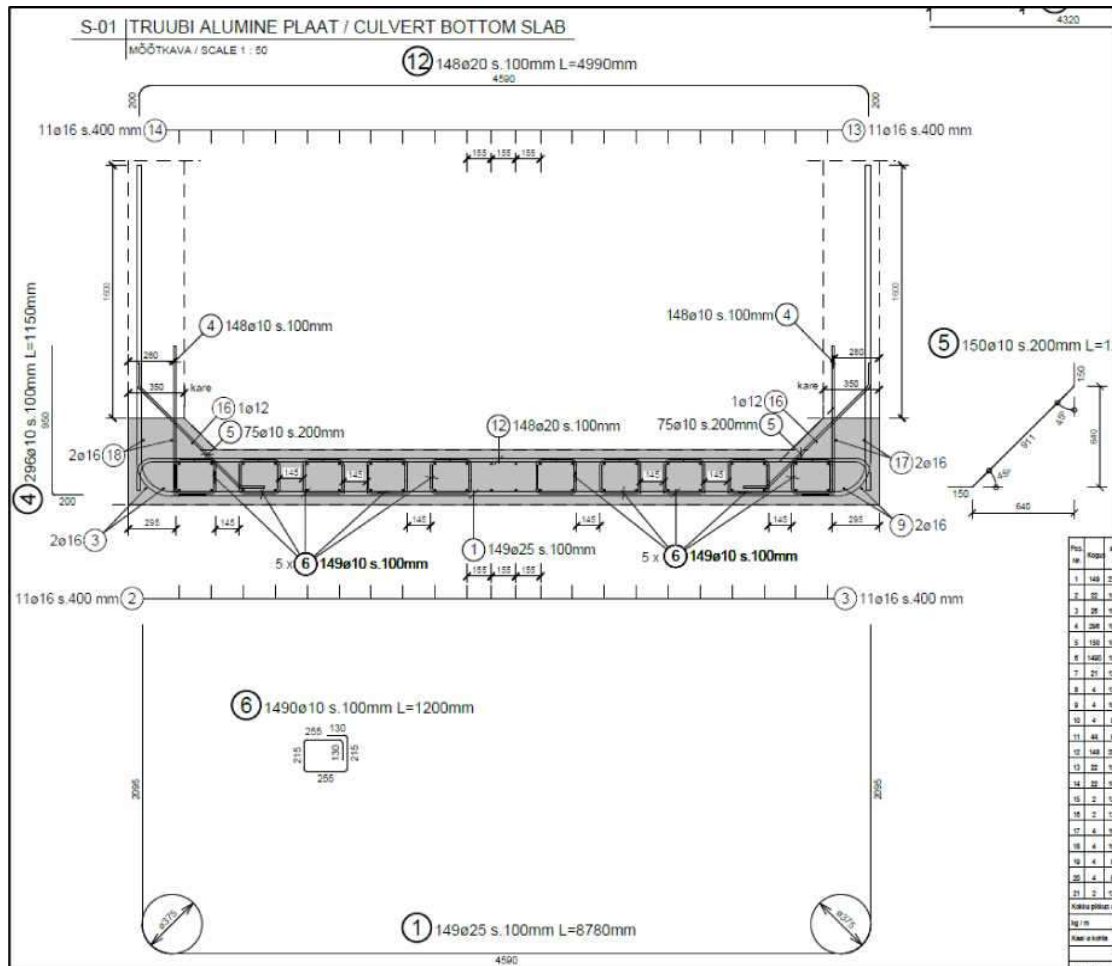
Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)



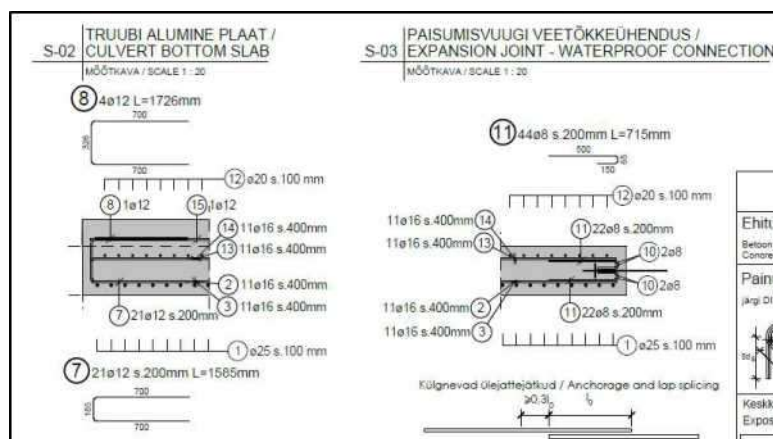
Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)

EHITIS:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
PLOKK:		
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus	Lk 8

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024



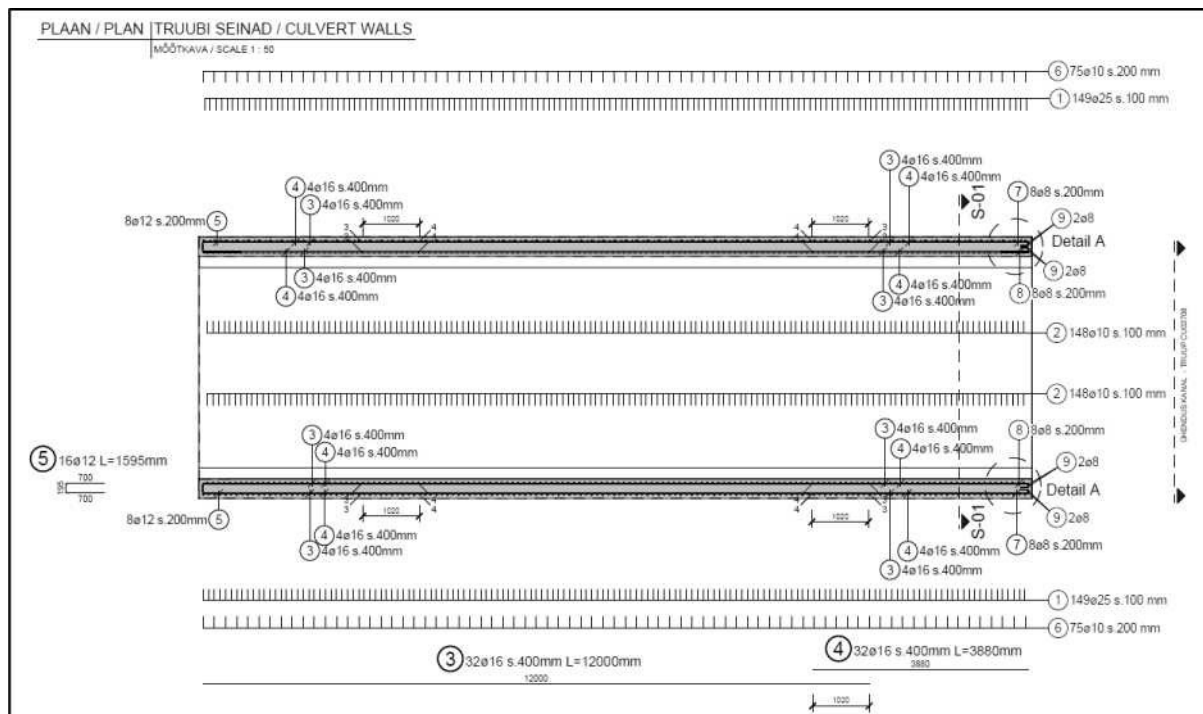
Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)



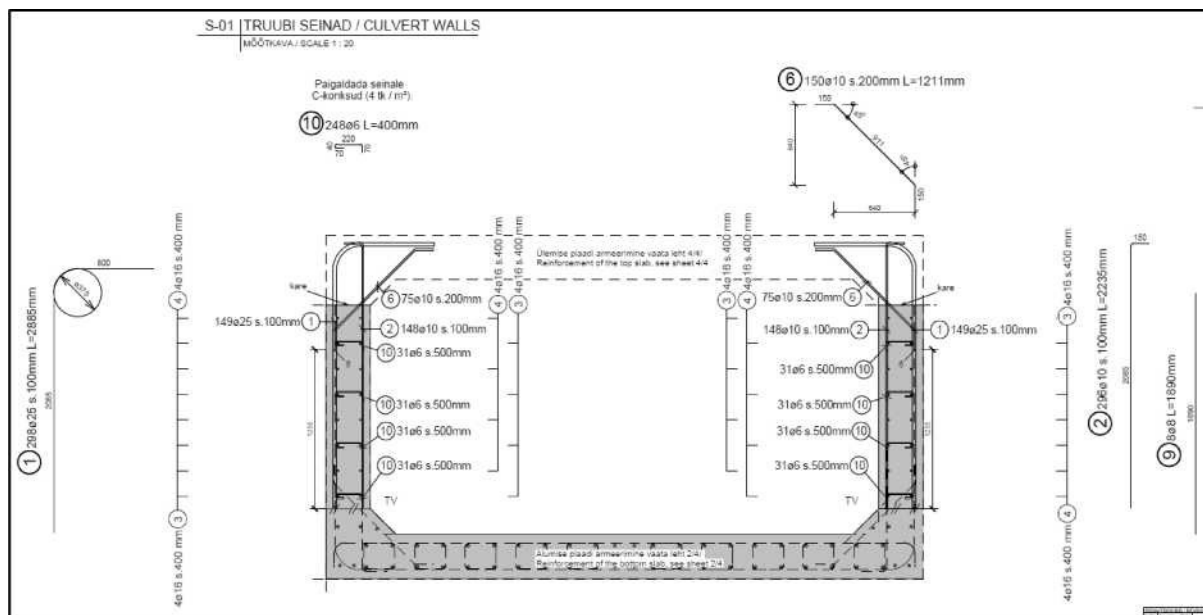
Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 9	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024



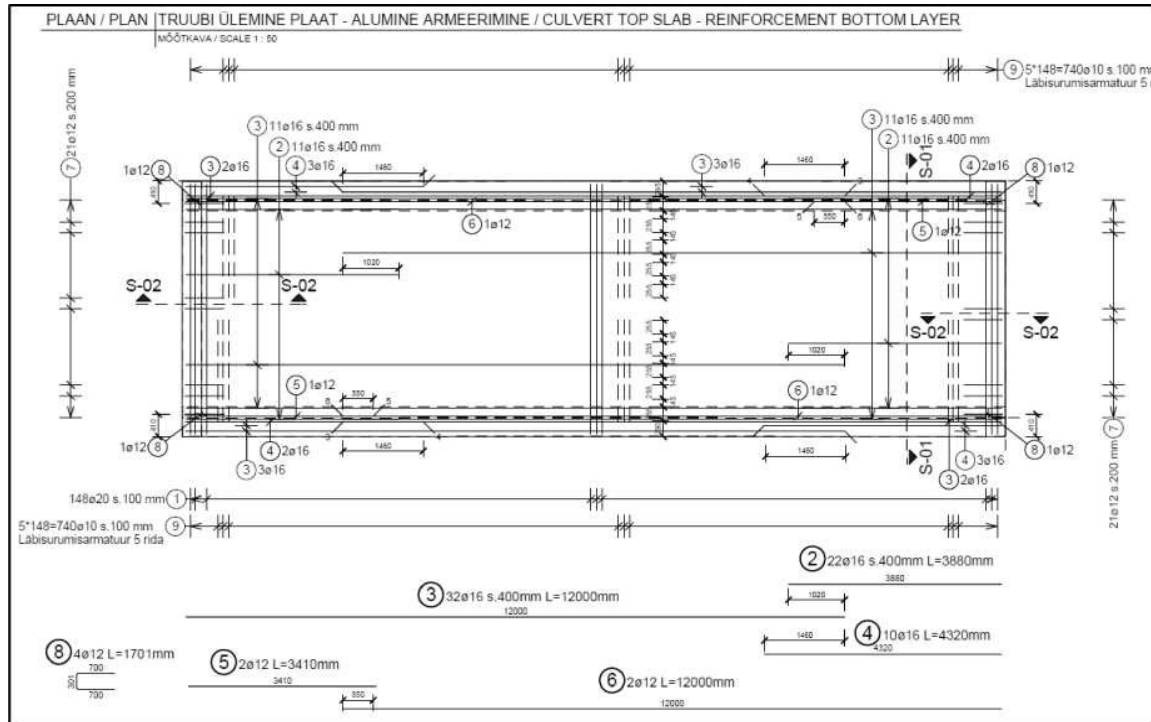
Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)



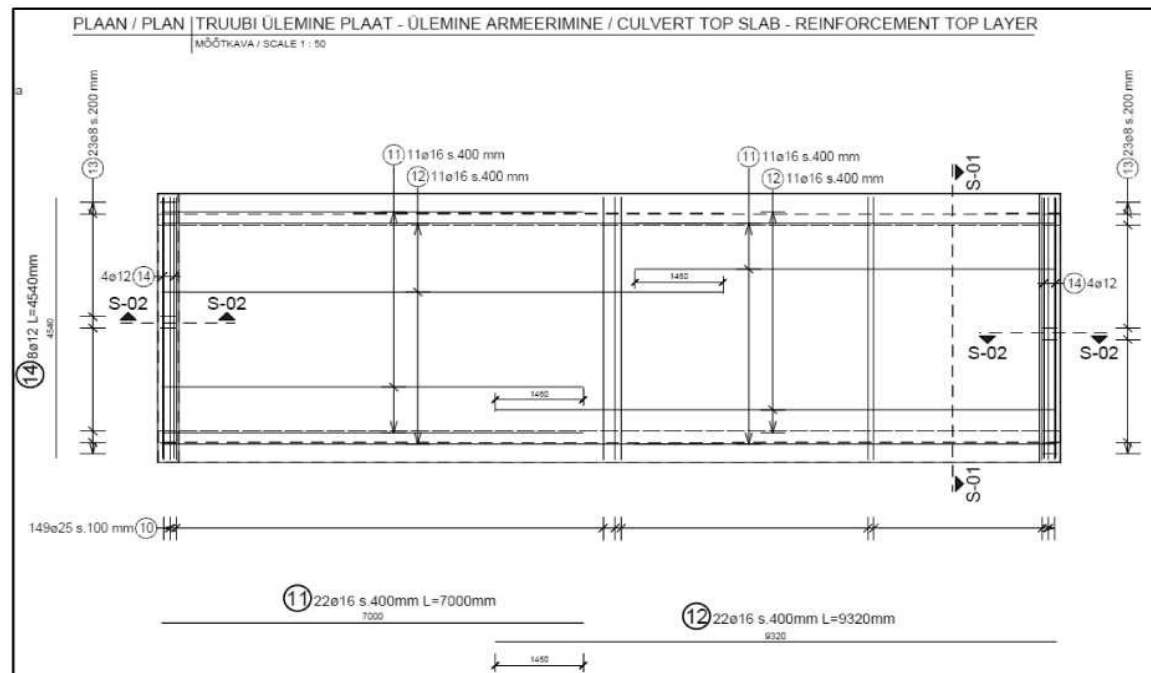
Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 10	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024



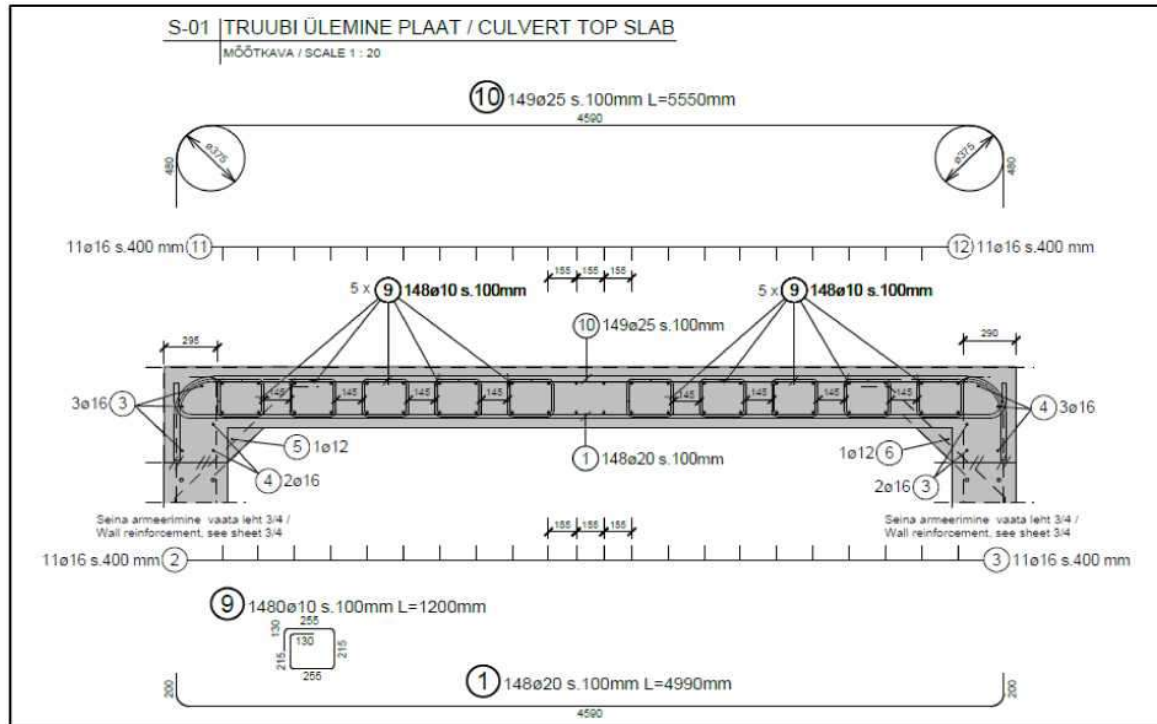
Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)



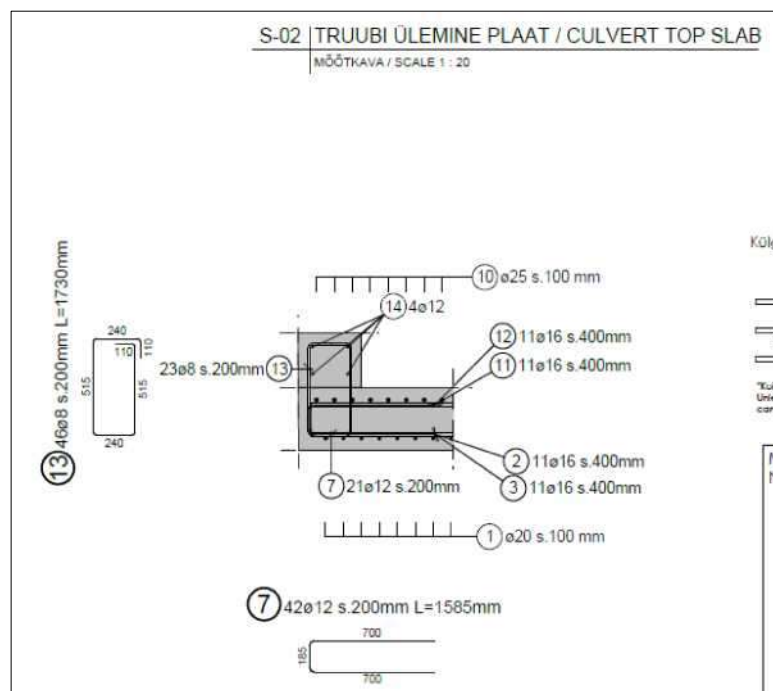
Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)

EHITIS:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
PLOKK:		
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus	Lk 11

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
TELLIJA:			KUUPÄEV: 16.11.2024



Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)



Projekteerimisdokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)

EHITIS:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
PLOKK:		
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus	Lk 12

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

1.4 Tehnilised eeskirjad

DIN EN 1990	Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused
DIN EN 1990/NA	Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused. Riigisisene lisa
DIN EN 1992-1-1	Raudbetoonkonstruktsioonide ja eelpingestatud betoonkonstruktsioonide projekteerimine ning ehitamine Üldised arvutuseeskirjad ja reeglid hoonetele
DIN EN 1992-1-1/NA	Raudbetoonkonstruktsioonide ja eelpingestatud betoonkonstruktsioonide projekteerimine ning ehitamine Üldised arvutuseeskirjad ja reeglid hoonetele. Riigisisene lisa
DIN EN 1992-2	Raudbetoonkonstruktsioonide ja eelpingestatud betoonkonstruktsioonide projekteerimine ning ehitamine Betoonsillad. Arvutus- ja detailiseerimisreeglid
DIN EN 1992-2/NA	Raudbetoonkonstruktsioonide ja eelpingestatud betoonkonstruktsioonide projekteerimine ning ehitamine Betoonsillad. Arvutus- ja detailiseerimisreeglid. Riigisisene lisa
DIN EN 206	Betoon Spetsifitseerimine, toimivus, tootmine ja vastavus

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 13	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti	Culvert: CU037081
		KUUPÄEV: 16.11.2024

1.5 Materjalid

Raudbetoon C 35/45

Raudbetoon B 500

Ehitusmaterjali kirjeldus / Description of construction material

Betoon / Concrete: C 35/45 Sarruse klaas / Reinforcement grade: B 500

Dokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)

1.6 Kokkupuuteklasseid

Kokkupuuteklasseid: XC4, XD1, XF3

Rakkendusala / Application area	Keskkonnaklass /Exposure class	Betoonkaitsekiht /Concrete cover
Truubi alumine plaat / Culvert bottom slab	XC4, XD1, XF3	$c_v = 55 \text{ mm}$ $c_{dev} = 15 \text{ mm}$

Dokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)

1.7 Betoonkate

Betoonkate $c_{min} = 40 \text{ mm}$
 $\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$
 $c_{nom} = 55 \text{ mm}$

Rakkendusala / Application area	Keskkonnaklass /Exposure class	Betoonkaitsekiht /Concrete cover
Truubi alumine plaat / Culvert bottom slab	XC4, XD1, XF3	$c_v = 55 \text{ mm}$ $c_{dev} = 15 \text{ mm}$

(Dokumendi osa / RBDTD-EE-DS2-DPS1_TRE_CU037081-ZZ_0005_D4_STR_EK-DTD_000102_003)

1.8 Praolaiuste piiramine

Pragude lubatud laius $on_{max} = 0,30 \text{ mm}$

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdrotatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 14	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

1.9 Betooni tugevuse kujunemine

Tugevuse kujunemine: keskmine ($r < 0,5$)

(2) Järeltöötuse kestuse määramiseks vajaliku teabe betooni tugevuse kujunemise kohta võib esitada kas tabelis 16 toodud väärtuste või tugevuse kujunemise kõvera abil temperatuuril 20 °C ning kahe päeva ja 28 päeva vahele jäävas ajavahemikus.	
Tabel 16. Betooni tugevuse kujunemine temperatuuril 20 °C	
Tugevuse kujunemine	Tugevuse suhe $r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$
Kiire	$\geq 0,5$
Keskmine	$\geq 0,3$ kuni $< 0,5$
Aeglane	$\geq 0,15$ kuni $< 0,3$
Väga aeglane	$< 0,15$
(3) Tugevuse arengu kirjeldamiseks kasutatav tugevuse suhtarv on kahe päeva ($f_{cm,2}$) ja 28 päeva pärast mõõdetud keskmise survetugevuse ($f_{cm,28}$) suhe alates esmasest katsest või võrreldava koostisega betooni teadaoleva käitumise alusel. Esmaste katsete jaoks tuleb võtta ja valmistada katsekehad ning neid järeltöödelda ja katsetada, et määrata tugevus standardite EN 12350-1, EN 12390-1, EN 12390-2 või EN 12390-3 kohaselt.	

DIN EN 206)

1.10 Koormused

1.10.1 KONSTANTSETE VÄÄRTUSTEGA PÜSIKOORMUSED

1.10.1.1 OMAKAAL

Vastavalt projekti alusdokumendile „Teesildade projekteerimisalus. Põhiprojekt

RBDTD-EE-DS2-ZZ_IDO_ZZZZ-ZZ_ZZZZ_RP_BR-TS_MD_00002“

Ehitise omakaalu arvestatakse igas mudelis. Projekteerimisaluste näidete järgi on raudbetooni tiheduse väärtus 25 kN/m³.

1.10.1.2 LISATUD OMAKAAL

Vastavalt projekti alusdokumendile „Teesildade projekteerimisalus. Põhiprojekt

RBDTD-EE-DS2-ZZ_IDO_ZZZZ-ZZ_ZZZZ_RP_BR-TS_MD_00002“

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 15	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

Selle ehitise korral arvestatakse järgnevaid väärtusi:

- ballast: omakaal 20kN/m³ (keskmine väärtus ja hüpoteetiline suurendus või vähendus 30%);
- liiprid: 4,8 kN/m rööbastee kohta (9,6 kN/m);
- rööpad: 1,5 kN/m/rööbastee (3,0 kN/m);
- kaablite betoonkanal: Nominaalväärtus 3,0 kN/m/kanal (Nominaalväärtus 6,0 kN/m hälbega 20%);
- elektrifitseerimine ja õhuliinimast: 1,5 kN/m/rööbastee (3,0 kN/m);
- maastikukate: täitematerjal, et jõuda igal juhul raudtee tasemeni, tüüpilise täitematerjali tihedus 20 kN/m³.

1.10.2 MUUTUVATE VÄÄRTUSTEGA PÜSIKOORMUSED

1.10.2.1 EELPINGEKOORMUSED

Ei kohaldata, sest tegemist on raudbetoonist ehitisega.

1.10.2.2 ROOME JA MAHUKAHANEMINE

Selle ehitise korral ei kohaldata. Pole seda tüüpi ehitise puhul asjakohane.

1.10.2.3 GEOTEHNILISED MÕJUD

1.10.2.3.1 Horisontaalne mullakoormus

Vastavalt projekti alusdokumendile „Teesildade projekteerimisalus. Põhiprojekt

RBDTD-EE-DS2-ZZ_IDO_ZZZZ-ZZ_ZZZZ_RP_BR-TS_MD_00002“

Selles rajatises on mulla- ja aluspinna surve korral võetud arvesse kõige ebasoodsamaid puhkeseisundi ja aktiivse surve näitajaid.

Täitematerjali korral on arvesse võetud järgnevaid omadusi:

- $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ (ühikukaal);
- $\phi = 35^\circ$ (sisehõõrdenurk);
- $c = \text{null}$ (nidususe väärtus).

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 16	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

1.10.2.3.2 Ebaühtlane vajum

Selle ehitise korral ei kohaldata.

1.10.3 HÕÖRDEJÕUD POTT-TUGIOSADEL

Ei kohaldata, sest ehitisel pole pott-tugiosi.

1.10.4 MUUTUVAD MÕJUD

1.10.4.1 VERTIKAALNE KOORMUS RAUDTEELIIKLUSE TÕTTU

Vastavalt projekti alusdokumendile „Teesildade projekteerimisalus. Põhiprojekt

RBDTD-EE-DS2-ZZ_IDO_ZZZZ-ZZ_ZZZZ_RP_BR-TS_MD_00002“

Maastikukatte pealmisele osale rakenduvad koormused jaotatakse piki ballasti ja täitematerjali $\frac{1}{4}$ osakaaluga ballastis ja 35° koonusega täitematerjalis. See vähendab nende mõju ehitisele, arvestades selle sügavust. Mainitud koormuse jaotuste ristumisel maastikul võetakse arvesse ka kahest paralleelsest liinist tulenevate koormuste omavahelist mõju.

Ehitise arvutustes on arvesse võetud koormusmodelit 71, SW/0 ja SW/2.

Järgmistele koormusmodelitele on kohaldatud klassifikatsioonikoefitsienti 1,33:

- vertikaalne teljekoormus ja ühtlaselt jaotunud koormus vastavalt koormusmodelile 71;
- vertikaalne teljekoormus ja ühtlaselt jaotunud koormus vastavalt koormusmodelile SW/0;
- ekvivalentne vertikaalkoormus mullatöödel ja pinnasesurve mõju.

Staatilise analüüsi tulemused koormusmodelitel LM71, SW/0 ja SW/2 tuleb korrutada dünaamilise teguriga ϕ_3 .

Dünaamiline tegur ϕ_3 , mis võimendab staatilise koormuse mõju, on ϕ_3 (standardselt hooldatav rööbastee vastavalt tehnilisele kirjeldusele (RBDG-MAN-017-0103, punkt 3.3.1.2)):

kus $1,0 \leq \phi_3 \leq 2,0$.

$L\phi_3$ “määrav” pikkus (pikkus, mis on seotud suurusega ϕ_3), mis on määratletud standardis

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 17	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti	Culvert: CU037081
		KUUPÄEV: 16.11.2024

EN 1991-2, tabel 6.2 [m].

Üle 1,0 m kattega mistahes tüüpi kaarsildade ja betoonsildade korral võib dünaamilist tegurit ϕ_3 vähendada järgmiselt:

$$red\Phi_3 = \Phi_3 - \frac{h - 1,0}{10} \geq 1,0$$

Järgmises tabelis on näidatud iga truubi kohta koormusmodelitele LM71, SW/0 ja SW/2 rakendatav dünaamiline koefitsient, mida on maastikukatte tõttu ehitise peal vähendatud.

KOOD MD	DP pikett	Kirjeldus	Dünaamiline tegur
CU037081	4+063	TRUUP+LOOMADE ÜLEKÄIGUKOHT	1,918

Truupide dünaamilised tegurid

Raudteeliikluse vertikaalsetest koormustest tingitud horisontaalse tõukejõu leidmiseks on kasutatud perrooni kogu laiusele laiendatud lihtsustatud ühtlast ülekoormust 30 kN/m², võttes arvesse klassifikatsioonikoefitsienti 1,33.

1.10.4.2 RAUDTEELIIKLUSE HORISONTAALSED MÕJUD

1.10.4.2.1 Karptruupidele on rakendatud pidurdus- ja veo jõud.

Vastavalt projekti alusdokumendile „Teesildade projekteerimisalus. Põhiprojekt

RBDTD-EE-DS2-ZZ_IDO_ZZZZ-ZZ_ZZZZ_RP_BR-TS_MD_00002“

1.10.4.2.2 Tsentrifugaaljõud

Tsentrifugaaljõud ei ole truupide projekteerimisel asjakohased, sest sellist tüüpi jõud mõjuvad suure jäikusega truubi pikisuunas. Tsentrifugaaljõud kanduvad üle ja neelduvad

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 18	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

muldkehasse, millesse truu on paigaldatud.

1.10.4.2.3 Võnkumismõjud

Sarnaselt tsentrifugaaljõududele pole võnkumismõjud truupide projekteerimisel asjakohased. Võnkumismõjud kanduvad üle truupi ümbritsevasse maapinda kuni vundamendini.

1.10.4.2.4 Aerodünaamilised mõjud

Aerodünaamilised mõjud pole truupide projekteerimisel asjakohased, sest raudtee platvormist kõrgemal pole elemente.

1.10.4.2.5 Muud

Selle ehitise korral ei kohaldata.

1.10.4.3 MAANTEESILDADE LIIKLUSKOORMUSTE RÜHMAD (EN 1991-2:2003 TABEL 4.4.A)

Selle ehitise korral ei kohaldata.

1.10.4.4 MITTEAVALIKE JALGRADADE MÕJU

Selle ehitise korral ei kohaldata.

1.10.4.5 TEMPERATUUR

Selle ehitise korral ei kohaldata. Pole seda tüüpi ehitise puhul asjakohane.

1.10.5 ERAKORDSED KOORMUSED

1.10.5.1 RAUDTEELIIKLUSE ERAKORDSED KOORMUSED (EN 1991-2:2003 PUNKT 6.7)

Selle ehitise korral ei kohaldata.

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 19	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

1.10.5.2 MAANTEELIIKLUSE ERAKORDSED KOORMUSED (EN 1991-1-7:2006 PUNKT 4.3)

Selle ehitise korral ei kohaldata.

2 Staatiline arvutus / minimaalne sarrus

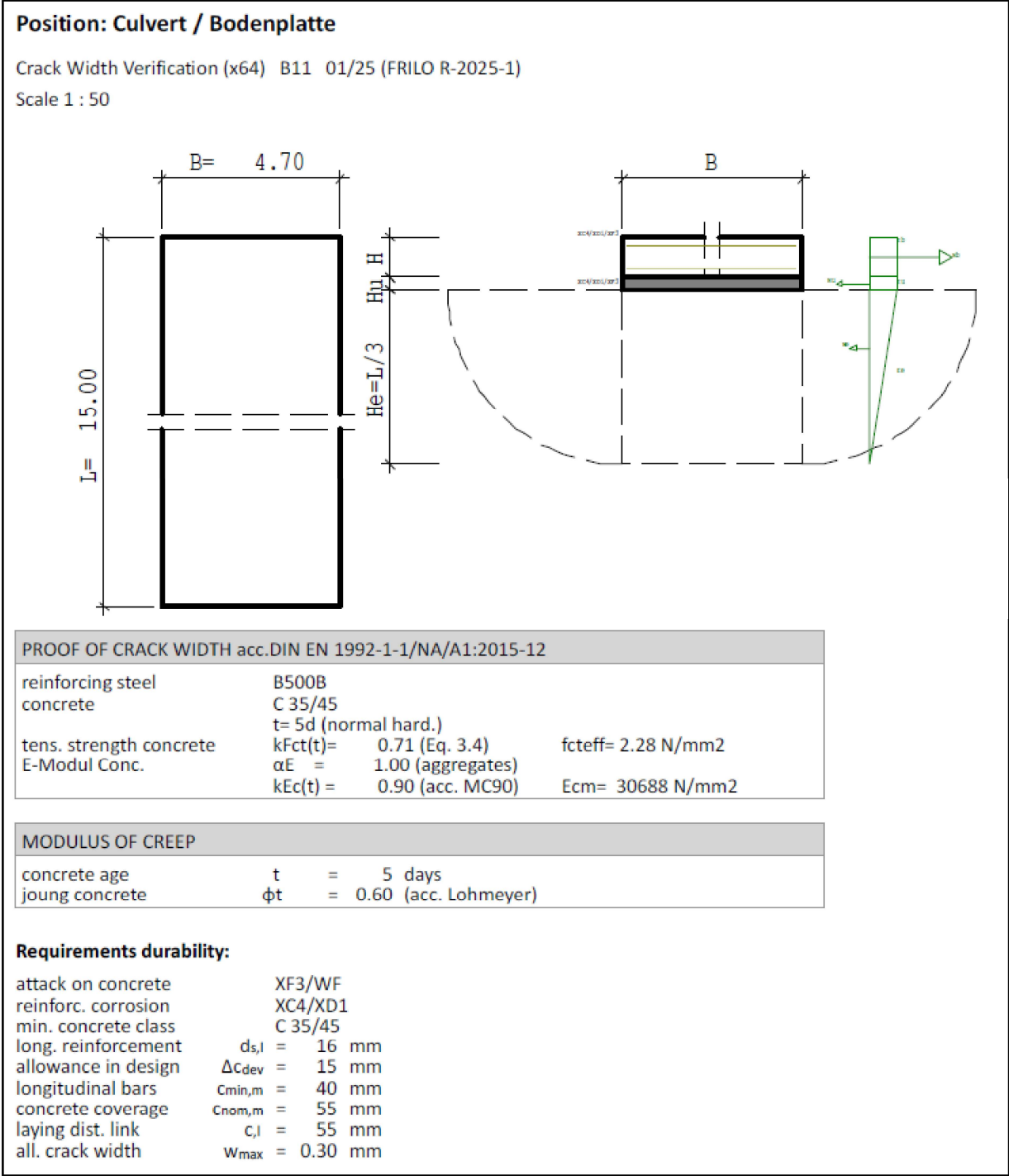
2.1 Staatiline arvutus / arvutiprogramm

Arvutus tehakse järgmistel lehekülgedel arvutiprogrammidega FRILO / R-2025-1 / B11 ja Risse firmalt InfoGraph, versioon 24.00.

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 20	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

2.2 Culvert CU037081 / põhjaplaat



FRILO / pos põhjaplaat)

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 21	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

FLOOR SLAB	
Dimensions	B = 4.70 m H = 0.35 m L = 15.00 m reinforcem. dtop= 8.3 cm dbot= 8.8 cm
RESTRAINT FROM HYDRATION (PREVIOUSLY RESTRAINT)	
The constraining force in the direction of the side L is determined. Method acc. to DAfStb booklet 466 foundation slab: $\Delta T = -25.00 \text{ K}$ $\alpha T = 10.00 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$ $\epsilon_b = -0.250 \text{ o/oo}$ $C_b = 1.0741 \cdot 10^5 \text{ kN/cm}$	

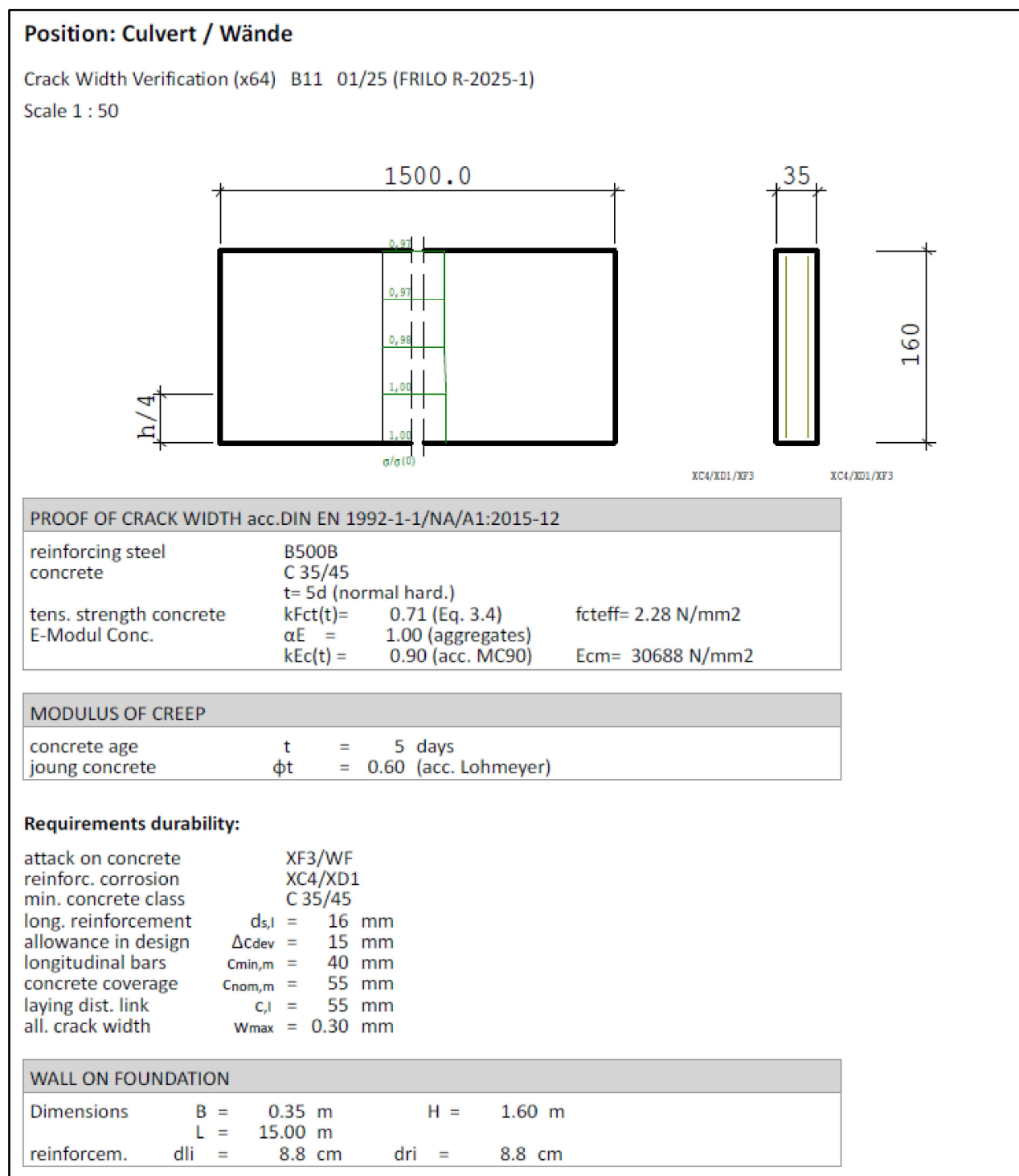
RESTRAINT FROM HYDRATION (PREVIOUSLY RESTRAINT)	
subsoil: $E_e = 50.00 \text{ MN/m}^2$ $C_e = 1.2420 \cdot 10^6 \text{ KN}$ bottom concrete: C 16/20 $\alpha E = 1.00$ $k_{Ec}(t) = 1.00$ $E_{cm} = 29000 \text{ N/mm}^2$ $H_u = 0.10 \text{ m}$ $C_u = 2.9000 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}$ $\epsilon_s = 0.000 \text{ o/oo}$ $N_{zw} = 611.05 \text{ kN/m}$ restraint from soil friction (top limit) $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$ $\phi = 32.5 \text{ Grd}$ $\mu = 0.56$ $\gamma_R = 1.35$ $\mu_d = 0.75$ $N_{zw} = 49.39 \text{ kN/m}$ decisive: $N_{zw} = 49.39 \text{ kN/m}$	
PROOF CRACK WIDTH	
most unfavourable assumptions (top,bottom): distance of reinforcement max(top,bot) $w_{max} = 0.30 \text{ mm}$ $d_s = 16.0 \text{ mm}$ restraint from hydration (permanent load k_t = 0.4) centric restraint $N_x = 49.39 \text{ kN/m}$ $\epsilon_{2s} = 1.13 \text{ o/oo}$ $F_s = 49.4 \text{ kN/m}$ $h_{eff} = 35.0 \text{ cm}$ $F_{cre} = 798.4 \text{ kN/m}$ required: $A_{sbot} = 1.09 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{stop} = 1.09 \text{ cm}^2/\text{m}$ The reinforcement is to be distributed over the side B. It is necessary to verify whether a proof of later restraint is decisive.	

(FRILO / pos põhjaplaat)

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 22	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

2.3 Culvert CU037081 / seinad



FRILO / pos seinad)

EHITIS:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
PLOKK:		
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus	Lk 23

KOOSTAJA: <div>  Roxeler Ingenieurgesellschaft </div>	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJ:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti	Culvert: CU037081 KUUPÄEV: 16.11.2024

RESTRAINT FROM HYDRATION (PREVIOUSLY RESTRAINT)			
procedure acc. Lohmeyer 9. edition			
Cement	: 32.5R;42.5	Z =	340 kg/m ³
t _m	= 1.28 d	Q _H =	195 kJ/kg
α _b	= 0.74	T _{bH} =	19.7 K
T _{cO}	= 20.0 °C	ktV =	0.50
T _{b,m}	= 29.7 K	T _f =	15.0 °C
α _T	= 10 10 ⁻⁶ /K	kV =	1.00
restraint stresses at the f		o _{ot} : σ _{ct}	= 4.50 N/mm ²
design value for stress at H/4: kc		t _d =	1.00
		σ _{ct,d} =	4.50 N/mm ² > f _{cteff}
N _{zw,hydr} = σ _{ct,d} * Ac	=	1575.15 kN/m	
N _{zw,max} = k* f _{cteff} * Ac=		616.35 kN/m	k= 0.77 relevant

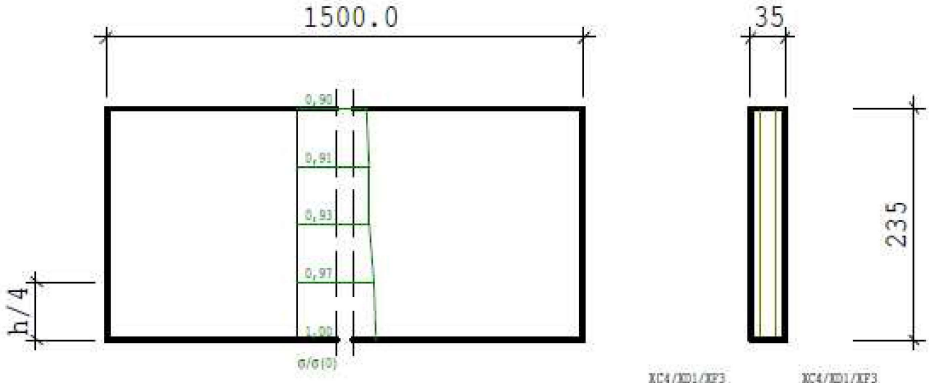
FRILO / pos seinad)

EHITIS:	Railway Line / Culvert / CU037081	ARHIIVI NR:
PLOKK:	Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus	087453-24
	Lk 24	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

2.4 Culvert CU037081 / laeplaat

Position: Culvert / Deckenplatte
 Crack Width Verification (x64) B11 01/25 (FRILO R-2025-1)
 Scale 1 : 75



PROOF OF CRACK WIDTH acc.DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12			
reinforcing steel	B500B		
concrete	C 35/45		
	t= 5d (normal hard.)		
tens. strength concrete	kFct(t)=	0.71 (Eq. 3.4)	fcteff= 2.28 N/mm2
E-Modul Conc.	αE =	1.00 (aggregates)	
	kEc(t) =	0.90 (acc. MC90)	Ecm= 30688 N/mm2

MODULUS OF CREEP			
concrete age	t	=	5 days
young concrete	φt	=	0.60 (acc. Lohmeyer)

Requirements durability:

attack on concrete	XF3/WF
reinforc. corrosion	XC4/XD1
min. concrete class	C 35/45
long. reinforcement	d _{s,l} = 16 mm
allowance in design	Δcdev = 15 mm
longitudinal bars	c _{min,m} = 40 mm
concrete coverage	c _{nom,m} = 55 mm
laying dist. link	c _l = 55 mm
all. crack width	w _{max} = 0.30 mm

WALL ON FOUNDATION			
Dimensions	B =	0.35 m	H = 2.35 m
	L =	15.00 m	
reinforcem.	d _{li} =	8.8 cm	d _{ri} = 8.8 cm

(FRILO / pos laeplaat)

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR:
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 25	087453-24

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

RESTRAINT FROM HYDRATION (PREVIOUSLY RESTRAINT)	
procedure acc. Lohmeyer 9. edition Cement : 32.5R;42.5 Z = 340 kg/m ³ t _m = 1.28 d QH = 195 kJ/kg α _b = 0.74 T _{bH} = 19.7 K T _{cO} = 20.0 °C ktV = 0.50 T _{b,m} = 29.7 K T _F = 15.0 °C α _T = 10 10 ⁻⁶ /K kV = 1.00 restraint stresses at the f oot: σ _{ct} = 4.50 N/mm ² design value for stress at H/4: k _c t _d = 0.87 σ _{ct,d} = 3.91 N/mm ² > f _{cteff} N _{zw,hydr} = σ _{ct,d} * A _c = 1369.04 kN/m N _{zw,max} = k * f _{cteff} * A _c = 616.35 kN/m k = 0.77 relevant	
PROOF CRACK WIDTH	
W _{max} = 0.30 mm d _s = 16.0 mm restraint from hydration (permanent load k _t = 0.4) centric restraint N _x = 616.35 kN/m ε _{2s} = 1.13 o/oo F _s = 616.3 kN/m h _{eff} = 35.0 cm F _{cre} = 798.4 kN/m required: A _{sli} = 13.60 cm ² /m A _{sri} = 13.60 cm ² /m It is necessary to verify whether a proof of later restraint is decisive.	

(FRILO / pos laeplaat)

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 26	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

2.5 Minimaalne sarrus / üldteave

Crack width limitation acc. to DIN EN 1992-1-1: 2015 with NA: 2015-12

Requirements

Permissible crack width $w_{\max} = 0,30$ mm.

Materials, geometry

Rectangular cross section with height = 35,0 cm; width = 100,0 cm

Concrete quality: C35/45

Type of cement: CEM 32,5 R, CEM 42,5 N

Concrete cover c : 5,5 cm

Bar diameter: $d_{s,\text{given}} = 16,0$ mm (Reinforcing steel)

Reinf. steel: $f_{yk} = 500$ MN/m²

Check of the minimum reinforcement

Action: Central tension

Location of restraint: Inside of the component

Concrete age at time of cracking: 5 days

$$A_{s,\min} \cdot \sigma_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,\text{eff}} \cdot A_{ct} \quad (7.1)$$

$$\text{with } k_c = 1,00 \quad k = 0,77 \quad f_{ct,\text{eff}} = 2,27 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{ct} = 3500,0 \text{ cm}^2 \quad \sigma_s = \text{see following calculation}$$

The limiting of crack width can be proved by limiting of the bar diameter.

$$\phi_s = \phi_s^* \cdot \frac{k_c \cdot k \cdot h_{cr}}{8 \cdot (h - d)} \cdot \frac{f_{ct,\text{eff}}}{2.9} \geq \phi_s^* \cdot \frac{f_{ct,\text{eff}}}{2.9} \quad (7.7DE)$$

$$\text{with } k = 0,77 \quad h_{cr} = 35,0 \text{ cm} \quad f_{ct,\text{eff}} = 2,27 \text{ N/mm}^2$$

$$h = 35,0 \text{ cm} \quad d = 28,7 \text{ cm} \quad \phi_s = d_{s,\text{given}} = 16 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \phi_s = \phi_s^* \cdot 0,42 < \phi_s^* \cdot 0,78 \quad \Rightarrow \phi_s^* = 16,0 \text{ mm} / 0,78 = 20,40 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \sigma_s = \sqrt{(3.48 \cdot 10^6 \cdot w_k / d_s^*)} = 226,20 \text{ N/mm}^2 \text{ as per Table 7.2DE with } \sigma_s \leq f_{yk}$$

$$A_{s,\min} = 13,58 \text{ cm}^2 \text{ per layer}$$

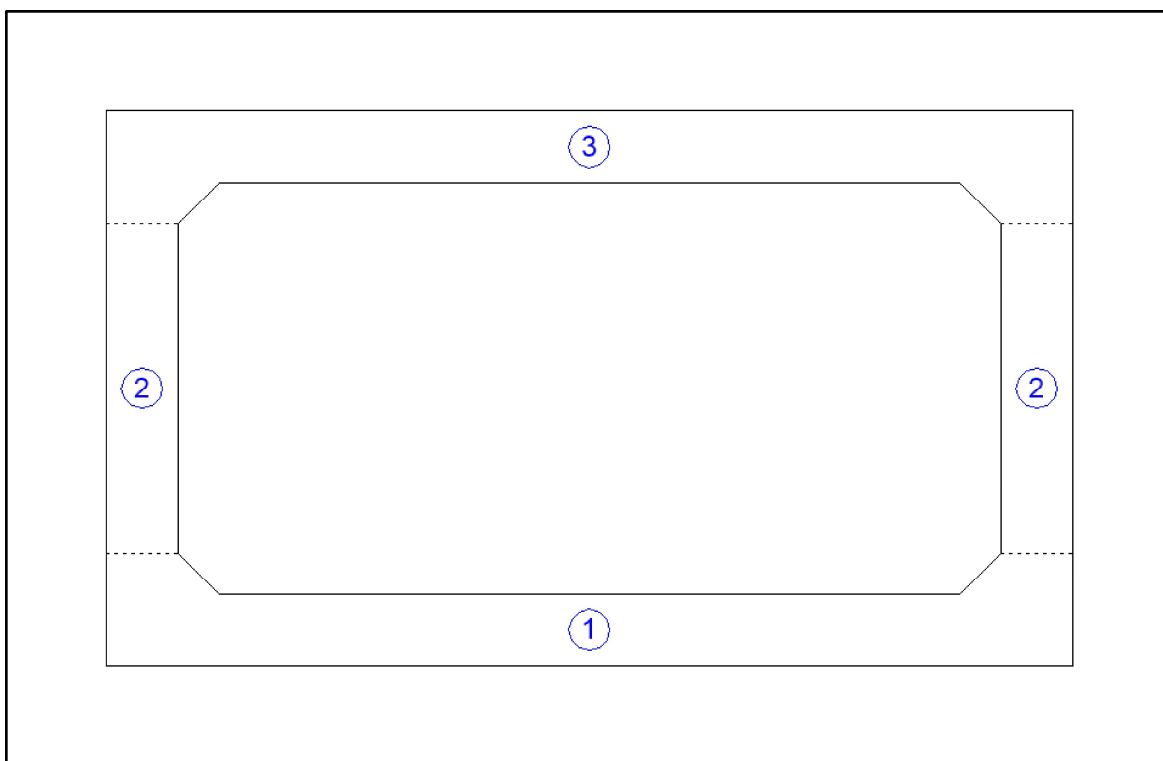
(Praolaiuse piiramine 24.00 / InfoGraph)

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 27	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

3 Sarrus/lisasarrus

3.1 Culvert CU037081



(eskiis / Culvert CU037081)

Piki-/lisasarrus

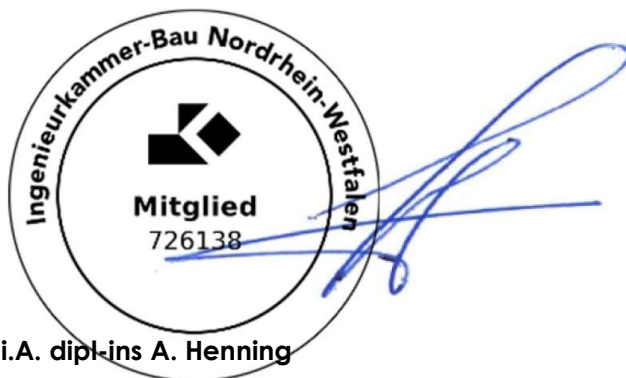
- ① Põhjaplaat (sarrus / sees ja väljas)
Pikisarrus **Ø 16/200**
- ② Seinad (sarrus / sees ja väljas)
Pikisarrus **Ø 6/200** + lisasarrus **010/200**
- ③ Laeplaat (sarrus / sees ja väljas)
Pikisarrus **Ø 16/200** + lisasarrus **010/200**

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 28	

KOOSTAJA:	 Roxeler Ingenieurgesellschaft	Otto-Hahn-Str. 7 48161 Münster Tel 025 346 2000, faks -32	PROJEKTI NR: 087453-24
EHITUSOBJEKT: TELLIJA:	NEW LINE FROM TALLINN TO RAPLA OÜ Keskkonnaprojekt / Ringtee 12 / 50105 Tartu / Eesti		Culvert: CU037081
			KUUPÄEV: 16.11.2024

ESITAJA

Münster, 16.11.2024



i.A. dipl.-ins A. Henning



**Roxeler
Ingenieurgesellschaft**

Tel 0 25 34 / 62 00 - 86

Faks 0 25 34 / 62 00 - 32

EHITIS: PLOKK:	Railway Line / Culvert / CU037081 Minimaalne sarrus / hüdratatsioonisoojuse ärajuhtimine	ARHIIVI NR: 087453-24
TOIMING:	Tugevusarvutus / minimaalne sarrus Lk 29	