



AS PLANSERK

GEODEETILISTE TÖÖDE ARUANNE

TALLINNA KÕRGUSSÜSTEEMI REKONSTRUEERIMINE

**RIIKLIKKU KÕRGUSSÜSTEEMI KAASAMATA
REEPERITE SIDUMINE LINNA KÕRGUSVÕRGUGA JA
KÕRGUSVÄÄRTUSTE AJAKOHASTAMINE KESKLINNA
PIIRKONNAS**

PROJEKT

Juhataja

Rein Lainevool

Peainsener

Andres Rüdja

**LAAGRI
2017**

SISUKORD

1. TÖÖDE ÜLDISELOOMUSTUS	3
2. LÄHTEMATERJALID	4
3. MÄRKIDE ÜLEVAATUS	4
4. NIVELLEERIMISKÄIKUDE PROJEKTEERIMINE	8
5. UUTE SEINAREEPERITE KONSTRUKTSIOONID	18
6. GEODEETILISTE MÄRKIDE REMONT JA ASUKOHAKIRJELDUSTE KOOSTAMINE	18
7. MÕÕTMISMETOODIKA	19
8. ANDMETÖÖTLUS	19

LISA 1. PROJEKT DIGITAALFORMAADIS	21
LISA 2. ÜLEVAATUSE SKEEM	23
LISA 3. GEODEETILISTE MÄRKIDE TÜÜBIJONISED	25
LISA 4. NIVELLEERIMISKÄIKUDE PROJEKTSKEEM	73

1. TÖÖDE ÜLDISELOOMUSTUS

Käesolev aruanne käsitleb Tallinna kõrgussüsteemi rekonstrueerimise raames läbi viidud geodeetiliste märkide ülevaatus ja nivelleerimiskäikude projekteerimist. Tööde teostamise aluseks oli Tallinna Linnaplaneerimise Ameti ja AS PLANSERK vahel sõlmitud töövõtuleping nr 5-7/72.

Tööde läbiviimisel lähtuti riigihanke “Tallinna kõrgussüsteemi rekonstrueerimistööd” (viitenumber 199816) Lisast 1 „Teenuse tehniline kirjeldus“, Lisast 6 „Kõrgusvõrgu rekonstrueerimise ja nivelleerimise juhend“ ja Lisast 7 „Tallinna peeli reeperite loetelu“.

Tööde läbiviimisel järgiti keskkonnaministri määrusi „Geodeetiline süsteem“ (RT I, 28.10.2011, 3) ja „Geodeetiliste tööde tegemise ja geodeetilise märgi tähistamise kord, geodeetilise märgi kaitsevööndi ulatus ning kaitsevööndis tegutsemiseks loa andmise kord” (RT I, 03.07.2013, 14).

Geodeetiliste märkide ülevaatus ja nivelleerimiskäikude projekteerimisega seotud väli- ja kameraaltööd viidi läbi ajavahemikul november – detsember 2018.a.

Geodeetiliste märkide ülevaatus ja kõrgusvõrgu projekteerimisele eelnevalt koguti ning süstematiseeriti varasematel aegadel rajatud geodeetiliste märkide kohta olemasolev informatsioon.

Ülevaatus käigus hinnati saja viiekümne nelja (154) geodeetilise märgi olemasolu ja seisukorda. Korras märke oli 120 (78 %), rikutuid 10 (6 %), leidmata 4 (3 %) ja hävinenuid 20 (13 %). Korras märkidest 20 (13 %) osutusid nivelleerimiseks mittesobiva märgitüübiga kindlustatuteks.

Projekteeritud käikudesse on kaasatud kokku kakssada kaheksakümmend seitse (287) märki. Neist kakssada kaheksakümmend (280) on olemasolevad ja seitse (7) uued. Projekteeritud käikude orienteeruv üldpikkus on viiskümmend (50) kilomeetrit.

2. LÄHTEMATERJALID

Geodeetiliste märkide ülevaatusetele ja kõrgusvõrgu projekteerimisele eelnevalt koguti ning süstematiseeriti varasematel aegadel rajatud geodeetiliste märkide kohta olemasolev informatsioon. Selleks kasutati Maa-ameti geodeetiliste punktide andmekogu ja erinevaid Tallinna kohaliku geodeetilise võrgu ning kõrgusvõrgu rekonstrueerimistööde aruandeid. Kasutatud allikad on loetletud alljärgnevalt.

- [1] Tallinna 2. klassi kõrgusvõrgu rekonstrueerimine. Ehitusaruanne.
AS PLANSERK. Tallinn 2005.
- [2] Tallinna 2. klassi kõrgusvõrgu rekonstrueerimine. Mõõtmisaruanne.
AS PLANSERK. Tallinn 2005.
- [3] Aastatel 1999 – 2000 kogutud digitaalandmete ekspertiis ja analüüs.
AS PLANSERK. Tallinn 2006.
- [4] Tallinna kõrgusvõrgu rekonstrueerimine. Ehitusaruanne.
AS PLANSERK. Tallinn 2008.
- [5] Tallinna kõrgusvõrgu rekonstrueerimine. Mõõtmisaruanne.
AS PLANSERK. Tallinn 2008.
- [6] Tallinna 2. järgu geodeetilise võrgu Kesklinna piirkonna rekonstrueerimine.
AS K&H. Tartu 2009.
- [7] Tallinna kõrgusvõrgu tasandamine. AS PLANSERK. Tallinn 2010.
- [8] Tallinna kohaliku kõrgusvõrgu tasandamine. Eesti Maaülikool, Metsandus- ja maaehitusinstituut, Geomaatika õppetool. OÜ Metricus. Tartu 2017.
- [9] Tallinna kõrgussüsteemi rekonstrueerimine. Reeperite kambrid. Mõõtmis- ja arvustustööd. AS PLANSERK. Laagri 2018.

3. MÄRKIDE ÜLEVAATUS

Ülevaatusete käigus vaadati üle hanke dokumentide Lisas 7 toodud sada kaks (102) Tallinna peeli kõrgusväärtusi omavat geodeetilist märki. Märkide seisukorda hinnati järgmistest põhimõtetest lähtuvalt:

- Korras – Märk asub kataloogis kirjeldatud kohas ja on ilma vigastusteta. Seinareeperite ja märkide puhul ka juhul kui hoone ning märgi kinnitus seinas on korras ning märgile saab asetada nivelleerimislati.

- Rikutud – Märgil on mehhaanilised vigastused, märk loksus seinas, märki on püütud kõrvaldada jne. Seinareeperite ja märkide puhul ka juhul kui nivelleerimislatti ei saa asetada reeperile.
- Hävinenud – Plaaniliste ja kõrguslike sidemete olemasolul saab väita, et märk puudub või on säilinud märgi jäänused. Seinamärkide puhul loetakse märk hävinenuks ka juhul kui hoone on hävinenud.
- Leidmata – Märki ei leitud kuid puuduvad eelpool loetletud tõendid märgi hävimise kohta.

Märkide ülevaatus viisid novembris – detsembris 2018.a läbi Rein Lainevool, Lemmi Park ja Andres Rüdja. Ülevaadatud Tallinna peeli kõrgusväärtusi omavate märkide üldist seisukorda kajastab Tabel 1. Korras märkidest 20 (28%) osutusid nivelleerimiseks mittesobiva märgitüübiga kindlustatuteks.

Kokku	Korras		Rikutud		Leidmata		Hävinenud	
	[tk]	[%]	[tk]	[%]	[tk]	[%]	[tk]	[%]
102	72	70	10	10	3	3	17	17

Tabel 1. Tallinna peeli kõrgusväärtusi omavate geodeetiliste märkide üldine seisukord.

Hanke koosseisu kuulusid ka Tallinna peeli reeperite linna kõrgusvõrku kaasamiseks vajalike lähtepunktide ülevaatus. Töökoosolekul Tallinna Linnaplaneerimise Ametis 10.12.2018. a. otsustati rekonstrueeritava kõrgusvõrgu ala laiendada, vt lähemalt peatükk 4. Seetõttu on ülevaadatud märkide nimistu mõnevõrra laiem. Mainitud geodeetiliste märkide, neid oli kokku viiskümmend kaks (52), üldist seisukorda kajastab Tabel 2. Samas ei hõlma ülevaatus nõupidamisel otsustatu põhjal kogu laiendatud rekonstrueerimispiirkonda. Hanke mahtu oluliselt ületavana jääb teatud osa märkide ülevaatusest järgmise hanke koosseisu.

Kokku	Korras		Rikutud		Leidmata		Hävinenud	
	[tk]	[%]	[tk]	[%]	[tk]	[%]	[tk]	[%]
52	48	92	0	0	1	2	3	6

Tabel 2. Lähtepunktide ja täiendavate geodeetiliste märkide üldine seisukord.

Märkidekohased ülevaatus tulemused on leitavad Tabelites 3 ja 4 ning digitaalkujul (csv) Lisa 1 kataloogis \ULEVAATUS. Ülevaatus tulemusi kajastav skeem mõõtkavas 1 : 15 000 on esitatud Lisas 2 ja PDF formaadis Lisas 1. Märgitüüpide joonised on paigutatud Liasse 3.

Jrk nr	Punkti nr	Maa-ameti ID	Märgi-tüüp	x [m]	y [m]	Seisukord	Märkus
1	11	63-843-90011	9713	6589162	542037	korras	puhastada
2	16	63-843-91016	-	6589187	542026	leidmata	suletud territoorium (Stenbocki maja)
3	19	63-843-90019	9713	6589336	542304	korras	
4	26	63-843-90026	9713	6589367	542147	korras	
5	27	63-843-91027	9713	6589302	542231	korras	puhastada
6	39	63-843-90039	9713	6589429	542480	rikutud	liiga sügaval seinas
7	40	63-843-90040	9713	6589380	542462	korras	puhastada
8	46	63-843-90046	9713	6589099	542413	korras	lõigata veeplekk
9	47	63-843-90047	-	6589012	542353	rikutud	krohvi sees; reklaamtahvel märgi kohal
10	50	63-843-90050	9713	6588962	542131	korras	puhastada; laia tallaga 2 m latt
11	51	63-843-90051	9713	6589012	542135	rikutud	märgi kohal klaasplaat
12	55	63-843-90055	9713	6588797	542103	korras	laia tallaga 2 m latt (sein kõver)
13	170	63-832-90170	9306	6581788	538572	korras	
14	172	63-941-90172	9713	6590054	541534	korras	laia tallaga 2 m latt (sein viltu)
15	173	63-832-90173	9310	6582300	538174	korras	laia tallaga 2 m latt (veeplekk)
16	174	63-843-90174	9713	6588982	541534	korras	krohvist välja raiuda; laia tallaga 2 m latt
17	180	63-941-90180	9713	6590055	542114	korras	
18	182	63-941-90182	9323	6590092	542256	korras	nurk katki; laia tallaga 2 m latt
19	183	63-941-90183	9713	6590193	542136	korras	
20	184	63-941-90184	9713	6590223	542226	korras	laia tallaga 2 m latt (karniis)
21	204	63-843-90204	9713	6588199	542094	korras	
22	205	63-832-90205	-	6582589	538033	hävinenud	soojustus
23	207	63-843-592	9319	6587726	541570	korras	1 m latt (veelauad)
24	223	63-843-90223	-	6588221	542026	hävinenud	hoone remonditud
25	227	63-392-90227	9713	6588465	541756	korras	2 m latt
26	232	63-843-91232	9713	6588554	541319	korras	
27	235	63-843-91235	9713	6588591	541188	korras	laia tallaga 2 m latt (karniis; märk ulatub napilt seinast välja)
28	238	63-843-90238	9713	6587488	541681	korras	lõigata veeplekk või laia tallaga 2 m latt
29	303	63-843-90303	9713	6589074	540885	korras	puhastada
30	304	63-843-90304	-	6589226	540744	hävinenud	paigaldatud elektrikilp
31	305	63-843-90305	9713	6589454	540649	korras	
32	316	63-843-90316	-	6587928	544056	hävinenud	ära murtud
33	339	63-843-90339	-	6589483	542041	hävinenud	müür ette chitatud
34	341	63-843-91341	9713	6588966	541480	korras	lõigata veelaud
35	343	63-843-90343	9713	6588927	541477	korras	
36	344	63-843-90344	-	6588907	541389	hävinenud	
37	421	63-843-90421	-	6588789	542732	hävinenud	ära murtud
38	433	63-843-90433	9713	6588732	541984	korras	
39	435	63-843-90435	-	6589024	542290	leidmata	ilmselt krohvikihki all
40	437	63-843-90437	9713	6588957	542079	rikutud	märgi kohal plekkplaat
41	438	63-843-90438	9713	6589078	542229	rikutud	aknakarniis plekiga
42	440	63-843-90440	9713	6588890	542234	korras	
43	443	63-843-90443	9713	6588744	541549	korras	2 m latt (karniis)
44	444	63-843-90444	9713	6588688	541176	korras	laia tallaga 2 m latt (märk sügaval seinas)
45	447	63-843-90447	-	6588288	541152	hävinenud	uus hoone
46	448	63-843-90448	9713	6588518	541219	korras	
47	458	63-843-90458	9713	6589360	542351	korras	laia tallaga 2 m latt (müür kaldu)
48	459	63-843-90459	9713	6589376	542241	korras	
49	470	63-941-90470	9713	6590158	541845	korras	laia tallaga 2 m latt; uuristada krohvi
50	471	63-843-90471	-	6588475	541081	hävinenud	soojustus
51	473	63-941-90473	9713	6590365	541842	korras	lõigata vee lauda sälk või laia tallaga 2 m latt
52	474	63-843-90474	9713	6589230	542290	korras	2 m latt (latern)

Tabel 3. Ülevaatusse koondtabel. Tallinna peeli kõrgusväärtusi omavad geodeetilised märgid.

Jrk nr	Punkti nr	Maa-ameti ID	Märgitüüp	x [m]	y [m]	Seisukord	Märkus
53	502	63-843-90502	-	6586493	541794	leidmata	tõenäoliselt üleni krohvi all
54	506	63-843-90506	-	6586722	542177	rikutud	sügaval krohvi sees; veelaud
55	511	63-843-91511	9713	6587693	542246	korras	
56	528	63-843-91528	9325	6587991	544541	korras	
57	548	63-941-90548	9713	6590264	541868	rikutud	sein viltu
58	550	63-941-90550	9713	6590290	541756	korras	1 m latt (veelaud)
59	551	63-941-90551	9713	6590092	541848	korras	
60	552	63-941-90552	-	6590017	541712	hävinenud	soojustus
61	605	63-843-90605	-	6587863	544921	hävinenud	soojustus
62	611	63-843-91611	9325	6587810	544805	korras	
63	652	63-843-91652	9713	6587396	542048	korras	2 m latt (varikatus)
64	659	63-843-90659	9713	6587635	541614	korras	
65	663	63-843-90663	9713	6587800	541438	korras	2 m latt (varikatus)
66	664	63-843-90664	9713	6587931	541422	rikutud	0.5 m kõrgemal gaasitoru
67	670	63-843-90670	9323	6588305	542098	korras	ebasobiv märgitüüp
68	678	63-843-90678	-	6587400	542725	hävinenud	soojustus
69	679	63-843-90679	9713	6587514	542699	korras	
70	685	63-843-90685	9713	6587383	541714	korras	2 m latt (varikatus)
71	692	63-834-90592	-	6588017	538956	hävinenud	hoone ümberehitatud
72	696	63-832-90696	-	6583353	537006	hävinenud	torni remont
73	697	63-832-90697	-	6583062	537015	hävinenud	soojustus
74	708	63-841-90708	9305	6583609	541120	korras	
75	723	63-834-90732	9830	6582957	539800	korras	laia tallaga 2 m latt (märk napilt seinast väljas)
76	743	63-844-90743	9320	6587867	545297	rikutud	segab betoonist sokkel
77	787	63-843-90787	9315	6589808	541947	korras	
78	813	63-832-90813	-	6583116	537442	korras	
79	844	63-843-90844	9314	6589896	541716	korras	samas seinas seinareeper nr 173, märgitüüp 9713
80	853	63-844-90853	-	6589477	545576	hävinenud	soojustus
81	854	63-844-90854	9303	6589630	545729	korras	
82	855	63-844-90855	-	6589619	545362	hävinenud	truup renoveeritud
83	856	63-844-90856	-	6589520	545084	korras	kolmnurk kivil; ebasobiv märgitüüp
84	KM2	63-843-93002		6589558	541504	korras	
85	M7	63-843-92007	9344	6589760	542145	korras	ebasobiv märgitüüp
86	M9	63-843-90009	9344	6588776	541581	korras	ebasobiv märgitüüp
87	M10	63-843-90010	9344	6588452	541968	korras	ebasobiv märgitüüp
88	M12	63-843-90012	9344	6589046	542715	korras	ebasobiv märgitüüp
89	M23	63-843-90023	9344	6588873	544859	korras	ebasobiv märgitüüp
90	KM23	63-843-91023	9344	6587727	541574	korras	ebasobiv märgitüüp
91	M71	63-843-90071	9344	6589582	542499	korras	ebasobiv märgitüüp
92	M74	63-843-5282	9344	6589170	542286	korras	ebasobiv märgitüüp
93	M75	63-843-90075	9344	6589108	542194	rikutud	märgi kohal metalltähed; ebasobiv märgitüüp
94	M78	63-843-90178	9344	6589376	542476	korras	ebasobiv märgitüüp
95	M82	63-843-90182	9344	6589104	542415	korras	lõigata veeplekk; ebasobiv märgitüüp
96	M84	63-843-90084	9344	6589195	542395	korras	ebasobiv märgitüüp
97	M85	63-843-90085	9344	6589075	542330	korras	2 m latt (lipuhoidik); ebasobiv märgitüüp
98	M87	63-843-90087	9344	6588962	542126	korras	ebasobiv märgitüüp
99	M90	63-843-90090	9344	6588939	542360	korras	laia tallaga 2 m latt (kivikarniis); ebasobiv märgitüüp
100	M93	63-843-7172	9344	6588952	542053	korras	ebasobiv märgitüüp
101	M94	63-843-90094	9344	6588998	541979	korras	1 m latt (karniis); ebasobiv märgitüüp
102	M95	63-843-90095	9344	6588791	541951	korras	ebasobiv märgitüüp

Tabel 3 järg. Ülevaatus koondtabel. Tallinna peeli kõrgusväärtusi omavad geodeetilised märgid.

Jrk nr	Punkti nr	Nn vana punkti nr	Niv nr	Maa-ameti ID	Märgitüüp	x [m]	y [m]	Seisukord	Märkus
1	0012	0012	157 3	63-844-90012	9316	6589802	545704	korras	2 m latt (katuseserv)
2	14	14		63-843-91014	9315	6589021	542007	korras	
3	015	015	81 5	63-832-90015	9316	6582208	538503	hävinenud	
4	nr-ta	38	131 3	63-843-90038	9713	6589635	542513	korras	
5	43	43	131 9	63-843-90043	9325	6589272	542486	korras	
6	53	53	83 2	63-841-90053		6583617	541123	korras	
7	067	067	76 4	63-832-90067	9316	6582990	537435	korras	gaasitoru seinast 4 cm
8	70	70	131 16	63-843-10533	9325	6589002	542573	korras	
9	079	079	65 4	63-834-90079	9325	6585318	539660	korras	
10	231	231	38 3	63-843-90231	9325	6588492	541124	korras	löögiäljed
11	231	231	147 5	63-843-91231	9319	6588030	544182	korras	löögiäljed
12	232	232	144 5	63-843-90232	9319	6588109	544243	korras	
13	237	237		63-843-91237	9319	6589185	541197	korras	vihmaveetoru vajadusel nihutatav
14	340	340	30 5	63-843-91340	9325	6588959	541597	korras	
15	nr-ta	345	55 3	63-843-345	2768	6587304	541796	korras	puudub katteluuk
16	470	470		63-843-470	4590	6589608	541345	korras	
17	510	510	54 2	63-843-90510	9325	6587591	542176	korras	2 m latt (vihmaveetoru)
18	521	521		63-843-90521	9335	6589760	542145	korras	
19	533	533	131 15	63-843-533	9335	6588998	542561	korras	
20	nr-ta	534	147 4	63-843-90534	9713	6587846	544142	korras	2 m latt
21	548	548		63-843-548	4590	6589566	541675	korras	
22	577	577	53 4	63-843-577	9335	6588086	542128	korras	2 m latt (karniis)
23	580	580	54 3	63-843-580	9335	6587367	542186	korras	
24	588	588	53 2	63-843-588	9335	6588303	542048	korras	
25	nr-ta	662	39 3	63-843-90662	9713	6587798	541359	korras	
26	nr-ta	675	139 4	63-843-90675	9713	6587264	542756	korras	
27	nr-ta	682	139 8	63-843-90682	9713	6587678	542761	korras	
28	nr-ta	687	31 3	63-843-90687	9713	6588717	541115	korras	
29	nr-ta	700	81 4	63-832-90700	4851	6582545	538384	korras	
30	nr-ta	701	88 3	63-832-90701	4851	6582121	538611	korras	kaetakse 2019.a soojustusega
31	nr-ta	766	88 4	63-832-766	2768	6581942	538646	korras	
32	767	767		63-843-90767	9713	6588872	540818	korras	
33	775	775		63-843-90775	9325	6589899	541152	korras	
34	778	778		63-843-90778	9713	6589745	541519	korras	
35	779	779		63-941-90779	9325	6590064	541285	korras	
36	nr-ta	784	30 4	63-843-90784	9315	6589509	541924	korras	
37	786	786		63-843-90786	9315	6589975	541984	korras	kasutada laia tallaga latti
38	nr-ta	862	151 6	63-844-90862	9303	6589766	545049	korras	
39	7168	7168		63-843-7168	4585	6589685	541197	korras	
40	7935	7935	132 2	63-843-97935	9376	6587927	542194	korras	
41	8066	8066	146 3	63-843-98066	9331	6587619	544798	korras	
42	8155	8155	32 6	63-843-98155	9331	6589034	541038	korras	
43	8177	8177	75 3	63-832-98177	9331	6583522	537355	hävinenud	
44	8331	8331	157 2	63-844-98331	9316	6589763	545402	korras	
45	8709	8709	138 5	63-843-98709	9331	6588484	543127	korras	
46	8716	8716	34 5	63-843-98716	9331	6589639	542737	hävinenud	hoone lammutatud
47	8794	8794	153 5	63-843-98794	9331	6588875	544859	korras	
48	10384-1	10384-1		63-843-103841	4580	6588917	540848	korras	
49	10384-2	10384-2		63-843-103842	4580	6588934	540868	korras	kasutada laia tallaga latti
50	nr-ta	318-A	139 7	63-843-90318	9713	6587601	542852	leidmata	
51	nr-ta	AM-1	33 5	63-843-91201	9105	6588638	540751	korras	asukoht puutumata; talvistes oludes ei avatud
52	-	-			9325			korras	Vabriku 37 N vundamendis

Tabel 4. Ülevaatus koondtabel. Lähtepunktid ja täiendavad geodeetilised märgid.

4. NIVELLEERIMISKÄIKUDE PROJEKTEERIMINE

Reeperite paiknemine ja neid ühendavad mõõtmised Tallinna kõrgusvõrgus on erinevatel aegadel olnud väga isesugused. Tallinn peeli kõrgusi omavate reeperite sidumisel Tallinna kõrgusvõrguga ja seeläbi riikliku ning Euroopa kõrgussüsteemiga pole seetõttu võimalik linna praeguse kõrgusvõrgu teatud osade kordusmõõtmisi vältida.

On teada, et teatud piirkonnad linnas, eelkõige Liivalaia tänavast mere poole jäävad alad, on lokaaldeformatsioonist mõjutatud. Aruandes [9] ja seal toodud viidete põhjal on tõenäoliselt prevaleeriv maapinna vajumine. Tulenevalt sellest on stabiilsete lähtekõrguste leidmine Tallinna peeli reeperite sidumiseks nende lähikonnas komplitseeritud ja tingib omakorda sidumiskäikude pikenemise. Siinkohal on oluliseks aspektiks ka reeperite püsivus tulenevalt nende või ehitiste konstruktsioonist mille külge nad on kinnitatud.

BK77 ja EH2000 erinevuste üleminekuparameetrite arvutamisel lähtuti töös [8] aastatel 2003 – 2007 rekonstrueeritud Tallinna kõrgusvõrgu reeperite BK77 ja EH2000 kõrguste erinevusest. Kuna kasutati samu nivelleerimisandmeid, väljendub erinevus pea konstandina $+0.2353$ m. Antud töös toodud üleminekuparameetreid on rakendatud ka varasematele mõõtmistele tuginevate BK77 kõrguste ümberarvutamiseks. Viidates eelmainitud lokaaldeformatsiooni ilmingutele, varasemate mõõtmiste madalamale täpsusele, teatud geodeetiliste märkide ebapiisavale stabiilsusele ja ka jääajajärgsele maapinna kerkele, ei pruugi see optimaalset tulemust anda. Teatud punktide puhul annab Maa-ameti geodeetiliste punktide andmekogu BK77 kõrguste lähteviiteks „Tallinna linna geodeetilise põhivõrgu märkide ja reeperite ülevaatus 1962 – 1965“. Usutavasti on antud juhul tegu BK77 eellase, Balti Kõrgussüsteemiga. Teatud piirkondades, eelkõige Vanalinn ja Toompea, paiknevad seotavate Tallinna peeli reeperite vahetus läheduses reeperid, mis on kaasatud linna 2. järgu geodeetiliselt võrku seinamärkidena, mille kõrgused on saadud madalama täpsusklassi mõõtmiste, trigonomeetrilise nivelleerimise teel. Eeltoodule tuginedes võib lähestikku paiknevate reeperite kõrgusväärtuste täpsus olla küllalt heterogeenne. See, eelkõige lähestikku paiknevate märkide puhul, võib kaasa tuua vasturääkivusi lähteandmestiku, tänapäevase mõõtmistäpsuse (nt mõõtmistulemuste valideerimine) ja mõõtmistulemuste interpretatsioonide vahel (vajumisvaatlused, ehitiste projekteerimine ja rajamine jmt).

Aruandes [6] kirjeldatud tööde käigus paigaldati rida kõrgetäpsuse nivelleerimiseks sobiliku märgitüübiga, tüüp 4580, kindlustatud seinamärke. Antud märkide kaasamisel tõstab see Tallinna kõrgusvõrgu kindlustatud punktide tihedust. Oluline aspekt arvestades ehitustegevuse käigus paratamatult hävinevate märkidega, kasutusmugavusega maamöödutöödel ja vältimaks nõ tühjade nivelleerimiskäikude mõõtmist.

Eeltoodule tuginedes otsustati Tallinna Linnaplaneerimise Ametis 10.12.2018. a toimunud töökoosolekul Tallinna peeli reeperite sidumiseks vajalikud üksikud nivelleerimiskäigud asendada kõrgusvõrgu rekonstrueerimisega antud piirkondades. Vajalikuks peeti kaasata rekonstrueeritavate käikude vahetus läheduses paiknevad, praegusesse võrku mittekuuluvad reeperid ja kõrgtäpseks nivelleerimiseks sobilikud Tallinna 2. järgu geodeetilise võrgu seinamärgid. Samas otsustati rekonstrueeritavat kõrgusvõrgu ala sadama ja Kesklinna suunas laiendada. See võimaldab kõrgusväärtuste ajakohastamist maapinna eeldatava suurima ebastabiilsusega alal ja annab koos varasemate mõõtmistega võrdlusmaterjali valideerimaks kõrguste muutuste monitooringu alternatiivseid tehnoloogiaid (reeperite kambrid, InSAR (Synthetic Aperture Radar Interferometry), GNSS (Global Navigation Satellite System)).

Projekteeritud võrku kaasatavate Tallinna peeli reeperite loend on toodud Tabelis 5, täiendavalt kaasatavate geodeetiliste märkide loend Tabelis 6 ja senisesse Tallinna kõrgusvõrku kaasatud märkide loend Tabelis 7. Sama info digitaalkujul (csv) on paigutatud Lisa 1 kataloogi \PROJEKT, geodeetiliste märkide tüübijoonised Lisasse 3.

Projektlahendus näeb ette ka viieteistkümne (15) ehitiste vaatlusvõrkudesse või ehitusvõrkudesse kuuluvate sobiliku märgitüübiga kindlustatud seinamärkide kaasamist piirkondades kus linna kõrgusvõrgu reeperite tihedus on ebapiisav. Antud märgid on loetletud Tabelis 8.

Rekonstrueeritavate nivelleerimiskäikude vahetusse lähedusse jäävatesse ja eeldatavasti stabiilsetesse ehitistesse on projekteeritud seitse (7) uut seinareeperit, vt Tabel 9 Nende täpsed asukohad hoonetes tuleb selgitada rekognostseerimise ja kooskõlastuste etappides.

Projekteeritud käikudesse on kaasatud kokku kakssada kaheksakümmend seitse (287) märki. Neist kakssada kaheksakümmend (280) on olemasolevad ja seitse (7) uued. Projekteeritud käikude orienteeruv üldpikkus on viiskümmend (50) kilomeetrit. Märkide arv, käikude pikkus ja polügoonide arv tuleb täpsustada täiendava ülevaatuses raames. Projekteeritud võrgu skeem mõõtkavas 1 : 10 000 on leitav Lisas 4, selle digitaalversioon PDF formaadis Lisas 1.

Jrk nr	Punkti nr	Maa-ameti ID	Märgitüüp	x [m]	y [m]	Märkus
1	11	63-843-90011	9713	6589162	542037	puhastada
2	19	63-843-90019	9713	6589336	542304	
3	26	63-843-90026	9713	6589367	542147	
4	27	63-843-91027	9713	6589302	542231	puhastada
5	40	63-843-90040	9713	6589380	542462	puhastada
6	46	63-843-90046	9713	6589099	542413	lõigata veeplekk
7	50	63-843-90050	9713	6588962	542131	puhastada; laia tallaga 2 m latt
8	55	63-843-90055	9713	6588797	542103	laia tallaga 2 m latt (sein kõver)
9	170	63-832-90170	9306	6581788	538572	
10	174	63-843-90174	9713	6589892	541534	krohvist välja raiuda; laia tallaga 2 m latt
11	180	63-941-90180	9713	6590055	542114	
12	182	63-941-90182	9323	6590092	542256	nurk katki; laia tallaga 2 m latt
13	183	63-941-90183	9713	6590193	542136	
14	184	63-941-90184	9713	6590223	542226	laia tallaga 2 m latt (karniis)
15	207	63-843-592	9319	6587726	541570	1 m latt (veelaud)
16	232	63-843-91232	9713	6588554	541319	
17	235	63-843-91235	9713	6588591	541188	laia tallaga 2 m latt (karniis; märk ulatub napilt seinast välja)
18	238	63-843-90238	9713	6587488	541681	lõigata veeplekk või laia tallaga 2 m latt
19	303	63-843-90303	9713	6589074	540885	puhastada
20	341	63-843-91341	9713	6588966	541480	lõigata veelaud
21	343	63-843-90343	9713	6588927	541477	
22	433	63-843-90433	9713	6588732	541984	
23	440	63-843-90440	9713	6588890	542234	
24	443	63-843-90443	9713	6588744	541549	2 m latt (karniis)
25	444	63-843-90444	9713	6588688	541176	laia tallaga 2 m latt (märk sügaval seinas)
26	448	63-843-90448	9713	6588518	541219	
27	458	63-843-90458	9713	6589360	542351	laia tallaga 2 m latt (müür kaldu)
28	459	63-843-90459	9713	6589376	542241	
29	470	63-941-90470	9713	6590158	541845	laia tallaga 2 m latt; uuristada krohvi
30	474	63-843-90474	9713	6589230	542290	2 m latt (latern)
31	511	63-843-91511	9713	6587693	542246	
32	528	63-843-91528	9325	6587991	544541	
33	550	63-941-90550	9713	6590290	541756	1 m latt (veelaud)
34	551	63-941-90551	9713	6590092	541848	
35	611	63-843-91611	9325	6587810	544805	
36	652	63-843-91652	9713	6587396	542048	2 m latt (varikatus)
37	659	63-843-90659	9713	6587635	541614	
38	663	63-843-90663	9713	6587800	541438	2 m latt (varikatus)
39	685	63-843-90685	9713	6587383	541714	2 m latt (varikatus)
40	787	63-843-90787	9315	6589808	541947	
41-42	844	63-843-90844	9314	6589896	541716	samas seinas seinareeper nr 173, märgitüüp 9713
43	KM2	63-843-93002	-	6589558	541504	

Tabel 5. Nivelleerimiskäikudesse kaasatavad Tallinna peeli reeperid.

Jrk nr	Punkti nr	Maa-ameti ID	Liik	Märgi-tüüp	x [m]	y [m]
1	7	63-843-500	SM	9325	6588898	541914
2	14	63-843-91014	SR	9315	6589021	542007
3	21	63-843-91021	SR	9345	6589510	542401
4	22	63-843-90022	SR	9345	6589618	542419
5	24	63-843-537	SM	9325	6589483	542294
6	30	63-843-90030	SR	9315	6589287	542025
7	35	63-843-91035	SM	9325	6589333	542386
8	37	63-843-90037	SR	9325	6589573	542486
9	41	63-843-90041	SR	9713	6589283	542391
10	237	63-843-91237	SR	9319	6589185	541197
11	442	63-843-90442	SR	9345	6588438	541224
12	470	63-843-470	SM	4590	6589608	541345
13	504	63-843-90504	SM	9335	6589099	542142
14	505	63-843-505	SM	9336	6589106	542161
15	506	63-843-506	SM	9336	6589175	542155
16	507	63-843-507	SM	9335	6589220	542143
17	508	63-843-508	SM	9335	6589243	542088
18	520	63-941-520	SM	4590	6590000	542319
19	521	63-843-90521	SR	9335	6589866	542423
20	523	63-843-523	SM	9335	6589585	542489
21	524	63-843-10524	SM	9335	6589496	542477
22	525	63-843-525	SM	9335	6589428	542422
23	527	63-843-527	SM	9335	6589254	542358
24	528	63-843-528	SM	9335	6589170	542300
25	529	63-843-90032	SM	9325	6589133	542236
26	530	63-843-530	SM	9335	6589034	542256
27	535	63-843-535	SM	9335	6589373	542319
28	539	63-843-539	SM	9335	6589161	542170
29	548	63-843-548	SM	4590	6589566	541675
30	550	63-843-550	SM	9325	6588991	541903
31	551	63-843-551	SM	9325	6589070	541912
32	553	63-843-553	SM	9325	6589118	542066
33	560	63-843-560	SM	-	6588769	543110
34	566	63-843-90566	SR	9345	6588206	544074
35	566	63-843-566	SM	9335	6588498	543551
36	567	63-843-90567	SR	9345	6588326	544139
37	767	63-843-90767	SR	9713	6588872	540818
38	775	63-843-90775	SM	9325	6589899	541152
39	778	63-843-90778	SR	9713	6589745	541519
40	779	63-941-90779	SR	9325	6590064	541285
41	786	63-843-90786	SR	9315	6589975	541984
42	939	63-843-90939	SR	9335	6588653	542746
43	7168	63-843-7168	SM	4585	6589685	541197
44	173	-	SR	9713	6589896	541716
45	10384-1	63-843-103841	SM	4580	6588917	540848
46	10384-2	63-843-103842	SM	4580	6588934	540868
47	10387-1	63-843-103871	SM	4580	6588788	541391
48	10387-2	63-843-103872	SM	4580	6588787	541376
49	10390-1	63-843-103901	SM	4580	6588651	540889
50	10390-2	63-843-103902	SM	4580	6588656	540902
51	10396-1	63-843-103961	SM	4580	6587640	542179
52	10396-2	63-843-103962	SM	4580	6587635	542175

Tabel 6. Nivelleerimiskäikudesse kaasatavad täiendavad geodeetilised märgid.

Jrk nr	Punkti nr	Maa-ameti ID	Liik	Märgi-tüüp	x [m]	y [m]
53	10397-1	63-843-103971	SM	4580	6588046	542451
54	10397-2	63-843-103972	SM	4580	6588056	542448
55	10409-1	63-843-104091	SM	4580	6589086	543408
56	10409-2	63-843-104092	SM	4580	6589081	543405
57	10413-1	63-843-104131	SM	4580	6588791	541925
58	10413-2	63-843-104132	SM	4580	6588802	541933
59	10426-1	63-843-104261	SM	4580	6589585	542419
60	10426-2	63-843-104262	SM	4580	6589578	542421
61	10429-1	63-843-104291	SM	4580	6589527	543763
62	10429-2	63-843-104292	SM	4580	6589519	543769
63	3537-3	63-941-35373	SM	4580	6590244	542031
64	3542-4	63-843-35424	SM	4580	6589916	542134
65	3661-3	63-843-36613	SM	4580	6588855	542220
66	3668-3	63-843-36683	SM	4580	6588801	542212
67	500-4	63-843-50000	SM	4580	6588918	541911
68	501-2	63-843-90015	SM	9325	6588924	541975
69	519-3	63-941-55913	SM	4580	6590121	542277
70	519-3	63-941-55913	SM	4580	6590121	542277
71	520-3	63-843-5203	SM	4580	6589995	542323
72	523-1	63-843-5231	SM	9325	6589572	542486
73	568-3	63-843-5683	SM	4580	6588293	543857
74			SR	9325	Vabriku 37	

Tabel 6 järg. Nivelleerimiskäikudesse kaasatavad täiendavad geodeetilised märgid.

Jrk nr	Niv nr	Punkti nr	Tsentri nr	Maa-ameti ID	Liik	Märgi-tüüp	Maa-pinnast [m]	Märgi materjal	x [m]	y [m]
1	29_6	845		63-941-90845	SR	9314	0.36	pronks	6590352	541212
2	29_7	172	172	63-941-90172	SR	9325	0.08	teras	6590054	541533
3	29_8	167	167	63-941-90167	SR	9325	0.53	teras	6590235	541674
4	29_9	473	473	63-941-90473	SR	9325	0.08	teras	6590365	541844
5	29_10	nr-ta	-	63-941-463	PP	1265	-0.58	malm	6590454	541929
6	29_11	nr-ta	-	63-941-517	PP	1265	-0.12	malm	6590353	542115
7	29_12	162	162	63-941-90162	SR	9325	0.17	teras	6590172	541972
8	29_13	386	386	63-941-90386	SR	9310	0.55	malm	6590054	541862
9	30_2	nr-ta	-	63-843-90781	SR	9713	0.41	malm	6589891	541881
10	30_3	nr-ta	-	63-843-90782	SR	9315	0.60	malm	6589783	541854
11	30_4	nr-ta	-	63-843-90784	SR	9315	0.03	malm	6589509	541924
12	30_5	340	340	63-843-91340	SR	9325	0.22	malm	6588959	541597
13	30_6	213	213	63-843-90213	SR	9325	0.34	malm	6588775	541586
14	31_2	211	211	63-843-90211	SR	9325	0.33	malm	6588786	541373
15	31_3	nr-ta	-	63-843-90687	SR	9713	0.17	teras	6588717	541115
16	33_5	nr-ta	-	63-843-91201	FR	9105	-0.58	pronks	6588638	540751
17	34_2	8736	8736	63-843-98736	SR	9331	0.37	roostevaba teras	6589939	542144
18	34_3	8710	8710	63-843-98710	SR	9331	0.56	roostevaba teras	6589864	542404
19	34_4	nr-ta	-	63-843-540	PP	1266	-0.26	malm	6589810	542496
20	36_2	nr-ta	-	63-843-90425	SR	9713	0.18	malm	6588561	541766
21	36_3	227	227	63-843-90227	SR	9325	0.08	malm	6588467	541755
22	36_4	320	320	63-843-90320	SR	9310	0.89	malm	6588445	541928
23	36_5	nr-ta	-	63-843-90005	FR	9171	-1.00	malm	6588443	541933
24	37_2	nr-ta	-	63-843-981	SR	9317	0.30	malm	6588328	541845
25	37_3	8782	8782	63-843-98782	SR	9331	0.30	roostevaba teras	6588143	541556
26	37_4	nr-ta	-	63-843-90666	SR	9713	0.02	teras	6588064	541313
27	38_2	nr-ta	-	63-843-337	PP	2768	-0.16	teras	6588564	541059
28	38_3	231	231	63-843-90231	SR	9325	0.42	malm	6588492	541124
29	38_4	nr-ta	-	63-843-91229	SR	9713	0.10	malm	6588419	541180
30	38_5	nr-ta	-	63-843-338	PP	2768	-0.25	teras	6588401	541069
31	38_6	nr-ta	-	63-843-339	PP	2768	-0.32	teras	6588286	541104
32	38_7	nr-ta	-	63-843-90667	SR	9713	0.35	malm	6588154	541186
33	38_8	T090	-	63-843-10090	3. KL	2098	0.01	pronks	6588067	541208
34	39_2	nr-ta	-	63-843-341	PP	2768	-0.42	teras	6587881	541270
35	39_3	nr-ta	-	63-843-90662	SR	9713	0.26	malm	6587797	541359
36	39_5	nr-ta	-	63-843-90660	SR	9713	0.40	malm	6587576	541496
37	53_2	588	588	63-843-588	SR	9335	0.70	pronks	6588303	542048
38	53_3	204	204	63-843-90204	SR	9325	0.28	malm	6588198	542095
39	53_4	577	577	63-843-577	SR	9335	0.72	pronks	6588086	542128
40	53_5	nr-ta	-	63-843-90647	SR	9713	-0.40	malm	6587931	542193
41	54_2	510	510	63-843-90510	SR	9325	0.11	malm	6587591	542176
42	55_2	nr-ta	-	63-843-344	PP	2768	-0.20	teras	6587446	541590
43	55_3	nr-ta	-	63-843-345	PP	2768	-0.15	teras	6587304	541796
44	131_10	486	486	63-843-90486	SR	9325	0.45	malm	6589338	542548
45	131_11	77	77	63-843-90077	SR	9325	0.05	malm	6589296	542794
46	131_12	543	543	63-843-90543	SR	9335	0.64	pronks	6589147	542740
47	131_13	79	79	63-843-90079	SR	9325	0.26	malm	6589052	542716
48	131_14	69	69	63-843-90069	SR	9325	0.29	malm	6589071	542563
49	131_15	533	533	63-843-533	SR	9335	0.70	pronks	6588998	542561
50	131_16	70	70	63-843-10533	SR	9325	0.25	malm	6589002	542573
51	131_17	534	534	63-843-534	SR	9335	0.51	pronks	6589002	542642
52	131_18	nr-ta	-	63-843-90007	R	9029	-0.43	pronks	6588955	542734

Tabel 7. Nivelleerimiskäikudesse kaasatavad senise Tallinna kõrgusvõrgu geodeetilised märgid.

Jrk nr	Niv nr	Punkti nr	Tsentri nr	Maa-ameti ID	Liik	Märgi-tüüp	Maa-pinnast [m]	Märgi materjal	x [m]	y [m]
53	131_2	nr-ta	-	63-843-522	PP	1266	-0.15	malm	6589687	542518
54	131_3	nr-ta	-	63-843-90038	SR	9713	0.42	teras	6589635	542513
55	131_4	nr-ta	-	63-843-90944	SR	9304	0.47	malm	6589664	542528
56	131_5	nr-ta	-	63-843-90762	SR	9385	0.43	malm	6589674	542603
57	131_6	485	485	63-843-90485	SR	9325	0.44	malm	6589476	542541
58	131_7	42	42	63-843-90042	SR	9325	0.52	malm	6589413	542527
59	131_8	500	500	63-843-90500	SR	9325	0.34	malm	6589390	542489
60	131_9	43	43	63-843-90043	SR	9325	0.55	malm	6589272	542486
61	132_10	573	573	63-843-90573	SR	9335	0.90	pronks	6588761	542437
62	132_11	nr-ta	-	63-843-90082	SR	9713	0.72	malm	6588781	542468
63	132_2	7935	7935	63-843-97935	SR	9376	0.50	roostevaba teras	6587927	542194
64	132_3	242	242	63-843-90242	SR	9319	0.82	pronks	6588165	542207
65	132_4	576	576	63-843-576	SR	9335	0.81	pronks	6588315	542284
66	132_5	nr-ta	-	63-843-90686	SR	9713	0.27	malm	6588422	542324
67	132_6	575	575	63-843-575	SR	9335	0.80	pronks	6588465	542308
68	132_7	574	574	63-843-574	SR	9335	0.76	pronks	6588648	542325
69	132_8	nr-ta	-	63-843-90215	SR	9713	0.02	malm	6588659	542277
70	132_9	83	83	63-843-90083	SR	9325	0.92	malm	6588701	542383
71	133_2	nr-ta	-	63-843-90919	SR	9304	0.48	malm	6589406	543161
72	133_3	8752	8752	63-843-98752	SR	9331	0.50	roostevaba teras	6589673	543186
73	133_4	2411	2411	63-843-92411	SR	9366	0.48	malm	6589703	543225
74	133_5	8770	8770	63-843-98770	SR	9376	0.34	roostevaba teras	6589623	543732
75	133_6	nr-ta	-	63-843-91000	R	9010	0.47	pronks	6589468	543740
76	133_7	615	615	63-843-615	SR	9335	0.38	pronks	6589420	543844
77	133_8	559	559	63-843-90559	SR	9335	0.32	pronks	6589247	543936
78	134_10	nr-ta	-	63-843-91076	R	9027	-0.07	pronks	6589222	543608
79	134_11	558	558	63-843-558	SR	9335	0.47	pronks	6589182	543722
80	134_2	555	555	63-843-555	SR	9335	0.75	pronks	6589050	543187
81	134_3	8785	8785	63-843-98785	SR	9376	0.56	roostevaba teras	6589038	543466
82	134_4	8	-	63-843-97008	R	9051	0.71	roostevaba teras	6589038	543468
83	134_5	6	-	63-843-97006	R	9051	0.72	roostevaba teras	6589037	543468
84	134_6	4	-	63-843-97004	R	9051	0.70	roostevaba teras	6589036	543469
85	134_7	3	-	63-843-97003	R	9051	0.71	roostevaba teras	6589036	543470
86	134_8	5	-	63-843-97005	R	9051	0.71	roostevaba teras	6589037	543469
87	134_9	7	-	63-843-97007	R	9051	0.76	roostevaba teras	6589038	543469
88	135_2	593	593	63-843-593	SR	9335	0.78	pronks	6588011	542344
89	135_3	955	955	63-843-90955	SR	9316	0.58	malm	6588131	542676
90	135_4	3929	3929	63-843-93929	SR	9316	0.68	malm	6588114	542816
91	136_2	nr-ta	-	63-843-90008	R	9029	0.00	pronks	6588812	542836
92	136_3	608	608	63-843-90608	SR	9335	0.56	pronks	6588573	542604
93	136_4	607	607	63-843-90607	SR	9335	0.75	pronks	6588492	542685
94	136_5	nr-ta	-	63-843-90405	SR	9713	0.38	malm	6588504	542782
95	136_6	606	606	63-843-90606	SR	9335	0.67	pronks	6588401	542741
96	136_7	595	595	63-843-90595	SR	9335	0.42	pronks	6588169	542844
97	137_2	nr-ta	-	63-843-91006	R	-	-0.24	malm	6588965	542731
98	137_3	4	-	63-843-99006	R	9053	1.68	teras	6589024	542921
99	137_4	1	-	63-843-99015	R	9053	1.68	teras	6589025	542921
100	137_5	5	-	63-843-96005	R	9053	1.72	teras	6589026	542921
101	137_6	2	-	63-843-99004	R	9053	1.71	teras	6589026	542922
102	137_7	6	-	63-843-99007	R	9053	1.70	teras	6589025	542922
103	137_8	3	-	63-843-90111	R	9053	1.67	teras	6589024	542922
104	137_9	8715	8715	63-843-98715	SR	9331	0.71	roostevaba teras	6588809	543165

Tabel 7 järg. Nivelleerimiskäikudesse kaasatavad senise Tallinna kõrgusvõrgu geodeetilised märgid.

Jrk nr	Niv nr	Punkti nr	Tsentri nr	Maa-ameti ID	Liik	Märgi tüüp	Maa-pinnast [m]	Märgi materjal	x [m]	y [m]
105	138_2	nr-ta	-	63-843-91081	PR	9237	-0.43	malm	6588288	543137
106	138_3	nr-ta	-	63-843-91080	R	9009	-0.34	pronks	6588290	543137
107	138_4	nr-ta	-	63-843-90378	SR	9371	0.76	pronks	6588353	543062
108	138_5	8709	8709	63-843-98709	SR	9331	0.65	roostevaba teras	6588484	543127
109	143_2	596	596	63-843-596	SR	9335	0.42	pronks	6588167	542966
110	143_3	nr-ta	-	63-843-90801	PR	9226	-0.16	teras	6588060	543118
111	143_4	nr-ta	-	63-843-90803	PR	9226	-0.18	teras	6587918	543102
112	143_5	326	326	63-843-90326	SR	9325	0.06	malm	6588051	543223
113	143_6	nr-ta	-	63-843-90804	PR	9226	-0.09	malm	6587982	543209
114	143_7	598	598	63-843-598	SR	9335	0.47	pronks	6588033	543252
115	144_2	565	565	63-843-90565	SR	9335	1.01	pronks	6588507	543404
116	144_3	562	562	63-843-90562	SR	9325	0.32	malm	6588489	543550
117	144_4	564	564	63-843-5682	SR	9325	0.56	malm	6588283	543849
118	144_5	232	232	63-843-90232	SR	9319	0.62	malm	6588109	544243
119	145_2	587	587	63-843-90587	SR	9325	0.24	malm	6588788	543362
120	145_3	nr-ta	-	63-843-90812	PR	9288	-0.32	malm	6588738	543530
121	145_4	nr-ta	-	63-843-90813	PR	9288	-0.14	malm	6588715	543567
122	145_5	580	580	63-843-90580	SR	9325	0.36	malm	6588759	543670
123	145_6	nr-ta	-	63-843-90585	SR	9713	0.07	malm	6588849	543656
124	145_7	nr-ta	-	63-843-91072	R	9032	-0.47	pronks	6588821	543758
125	145_8	nr-ta	-	63-843-90381	SR	9713	0.40	malm	6588703	543983
126	145_9	456	456	63-843-456	SR	9335	0.72	pronks	6588764	544136
127	146_3	8066	8066	63-843-98066	SR	9331	0.40	roostevaba teras	6587619	544798
128	147_2	600	600	63-843-90600	SR	9335	0.78	pronks	6587978	543572
129	147_3	323	323	63-843-90323	SR	9325	0.17	malm	6587818	543973
130	147_4	nr-ta	-	63-843-90534	SR	9713	0.15	malm	6587846	544142
131	147_5	231	231	63-843-91231	SR	9319	0.36	pronks	6588030	544182
132	148_2	8755	8755	63-843-98755	SR	9331	0.64	roostevaba teras	6588378	544241
133	149_2	453	453	63-843-453	SR	9335	0.68	pronks	6589158	543961
134	149_3	nr-ta	-	63-843-4532	SR	9713	0.22	malm	6589144	543979
135	149_4	455	455	63-843-90455	SR	9335	0.69	pronks	6588926	544084
136	150_2	8721	8721	63-843-98721	SR	9331	0.57	roostevaba teras	6589195	544250
137	152_2	8723	8723	63-843-98723	SR	9331	0.58	roostevaba teras	6589133	544456
138	152_3	nr-ta	-	63-843-90858	SR	9303	0.43	malm	6589169	544854
139	152_4	nr-ta	-	63-843-90857	SR	9786	0.60	malm	6589292	544896
140	152_5	nr-ta	-	63-843-90885	PR	9108	-0.20	malm	6589362	544893
141	152_6	nr-ta	-	63-844-90852	SR	9303	0.48	malm	6589136	545190
142	153_2	977	977	63-843-90977	SR	9316	0.83	malm	6588189	544297
143	153_3	228	228	63-843-90228	SR	9319	0.70	pronks	6588262	544565
144	153_4	8732	8732	63-843-98732	SR	9370	0.55	roostevaba teras	6588535	544547
145	153_5	8794	8794	63-843-98794	SR	9331	0.65	roostevaba teras	6588875	544859
146	208_2	nr-ta	-	63-843-91064	R	9076	-0.37	pronks	6589963	542696
147	208_3	nr-ta	-	63-941-91022	R	9075	-0.25	teras	6590028	542369
148	209_7	1701	-	63-941-91701	SR	9844	0.54	roostevaba teras	6590432	541567

Tabel 7 järg. Nivelleerimiskäikudesse kaasatavad senise Tallinna kõrgusvõrgu geodeetilised märgid.

Jrk nr	Aadress
1-4	Kopli tn 3; 4 tk
5-6	Kopli tn 18 S küljel; 2 tk
7-9	Kopli tn 6 S küljel; 3 tk
10	Põhja pst 27a E küljel
11	Toompuiestee 17a E küljel
12-13	Maakri tn 23a W küljel; 2 tk
14-15	Tartu mnt 17 E küljel; 2 tk

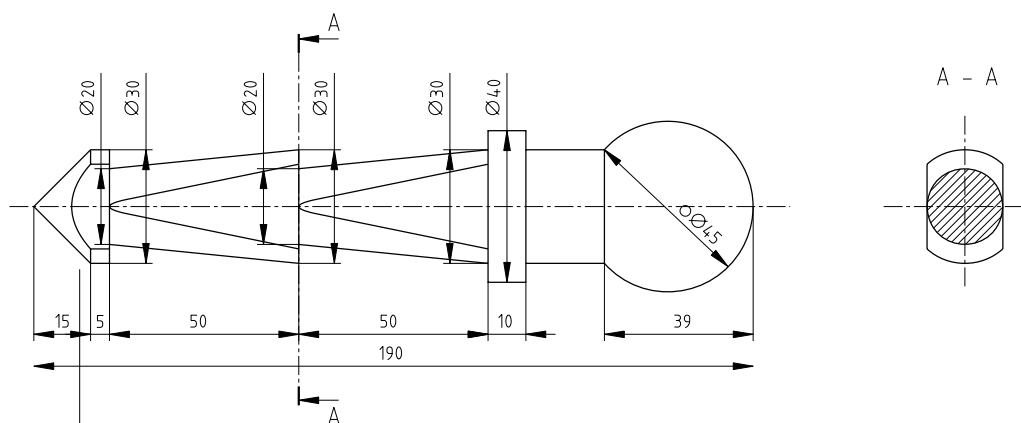
Tabel 8. Nivelleerimiskäikudesse kaasatavad ehitiste vaatlusvõrkudesse või ehitusvõrkudesse kuuluvad seinamärgid.

Jrk nr	Aadress
1	Telliskivi tn 57
2	Kopli tn 1
3	Kotzebue tn 1
4	Väike Rannavärv 4
5	Ahtri 2
6	Lootsi tn 8 või Lootsi tn 10/2
7	Toom-Kooli 6

Tabel 9. Uued seinareeperid. Projekteeritud asukohtade aadressid.

5. UUTE SEINAREEPERITE KONSTRUKTSIOONID

Rajatavate seinareeperite puhul kasutatakse reeglina märgitüüpi 9843 (Joonis 1). Erandjuhtudel selle modifikatsioone, milliste puhul on pikendatud reeperi seinast väljaulatuvat osa (märgitüübid nr 9844 ja 9845, pikkused vastavalt 230 mm ja 290 mm, vt Lisa 3). Reeperid valmistatakse happekindlast roostevabast terasest SS2348. Reeperi hoonest välja ulatuv osa värvitakse värviga FERREX. Värvimata jäetakse reeperi ülaosa kuhu asetub nivelleerimislatt. Reeper betoneeritakse ehitisse puuritavasse auku. Betoneerimisel kasutatakse mittekahanevat betoonisegu M 300.



Joonis 1. Seinareeperi tseenter.

6. GEODEETILISTE MÄRKIDE REMONT JA ASUKOHAKIRJELDUSTE KOOSTAMINE

Ülevaadatud geodeetiliste märkide remondivajadused on toodud ülevaatuses Tabelis 5.

Tallinna kõrgusvõrku kaasatavad nn Tallinna peeli, ehitiste vaatlusvõrkudesse või ehitusvõrkudesse kuuluvad ja uued reeperid vajavad asukohakirjelduste (koordineerimine, abriss, fotod) koostamist täies mahus. Antud nimistusse lisanduvad seinareeperid nr 442, 566, 567, 767, 775, 778, 779 ja Vabriku tn 37 paiknev.

Ülejäänud geodeetiliste märkide asukohakirjeldused on suhteliselt uued, koostatud valdavalt ajavahemikus 2003 – 2015. Paljud märkidest on rajatud ehitistesse ja võimalikud muutused ümbruskonnas ei ole nende asukohtade tuvastamisel otseselt takistuseks. Uute fotode tegemise vajadus selgub ülevaatuses tulemusel nagu ka abrisside ja fotode uuendamise vajadus pinnasesse rajatud märkide puhul.

7. MÕÕTMISMETOODIKA

Nivelleerimistööd tuleb teostada vastavalt juhendile „Kõrgusvõrgu rekonstrueerimise ja nivelleerimise juhend“ (Maa-amet 2006) alljärgnevate erisustega.

– Juhendi P 8.1.8. Nivelleerimislattide kalibreerimisel võib piirduda skaalajaotiste ja skaalade joonpaisumistegurite kalibreerimisega enne ja pärast välitöid akrediteeritud laboris.

– Juhendi P 8.2.29. Piirdatakse järgmiste suuruste registreerimisega:

- käigu number,
- sektsiooni (käigu) alg- ja lõppreeperi number,
- mõõtmise suund (A, B),
- kuupäev ja kellaaeg,
- vaatleja nimi,
- esimese lati hoidja nimi,
- teise lati hoidja nimi,
- varjuhoidja nimi,
- nivelliiri tüüp ja number,
- statiivi tüüp,
- esimese lati tüüp ja number,
- teise lati tüüp ja number,
- invarskaala termomeetrite tüüp ja numbrid (esimene latt ja teine latt),
- reeperile asetatud lati talla koht (keskel, parem esimene, parem tagumine, vasak esimene, vasak tagumine).

– Meteoroloogiliste vaatluste puhul piirdatakse nivelleerimislattide invarskaala ala- ja ülaosa temperatuuride mõõtmisega. Reeperite kambrite nivelleerimisel mõõdetakse lisaks õhurõhk ja veetasemed puuraukudes.

8. ANDMETÖÖTLUS

Nivelleerimisandmetesse viiakse sisse alljärgnevad parandid:

- Nivelleerimislattide skaala- ja temperatuuriparandid. Parandite arvvaartused saadakse kasutades lattide skaalaparandeid, latiskaalade joonpaisumistegureid ning mõõtmis- ja kalibreerimistemperatuuride erinevusi.
- Gravimeetrilised parandid. Parandid rakendatakse kas läbi normaalparandite lisamise või läbi ülemineku geopotensiaaliarvude juurdekasvudeks.

– Maalkoore vertikaalliikumise parand. Kasutatakse mudeli NKG2005LU arväärtusi.

Peale eelmainitud parandite rakendamist viiakse läbi võrgu tasandusarvutused vähimruutude meetodil. Kasutatav tarkvara peab mh võimaldama tasandatud suuruste (kõrguskasvude) ja tasandusarvutuste tulemusel saadud kõrguste standardhälvete hinnanguid.

Tasandusarvutused viiakse esmalt läbi nii vaba võrguna, so fikseeritakse vaid ühe reeperi kõrgus. Lähtepunktiks valitakse süvareeper nr 1000, vt Tabel 10. Tasanduses hinnatakse lisaks mõõtmisandmete täpsusele ka kokkusobivust seniste EH2000 kõrgustega Tallinnas, sh Tabelis 10 loetletud, varasemate mõõtmiste võrdluste põhjal eeldatavasti stabiilsete punktide EH2000 kõrgustega. Sõltuvalt võrdlustulemustest võib lähtepunkti valik vajada iteratsioone.

Seotud võrgu lahenduses kasutatakse Tabelis 10 loetletud lähtepunkte ja nende EH2000 kõrgusi või lähtuvalt vaba võrgu lahenduste võrdlustulemustest valikut nendest. Hinnatakse kokkusobivust seniste EH2000 kõrgustega Tallinnas.

Tasandusarvutuste käigus saadud normaalkõrgused tahke Maa keskmises püsiloodete süsteemis tuleb võrdlustele ja lõplike kõrguste arvutamisele eelnevalt viia tahke Maa püsivate null-loodete süsteemi.

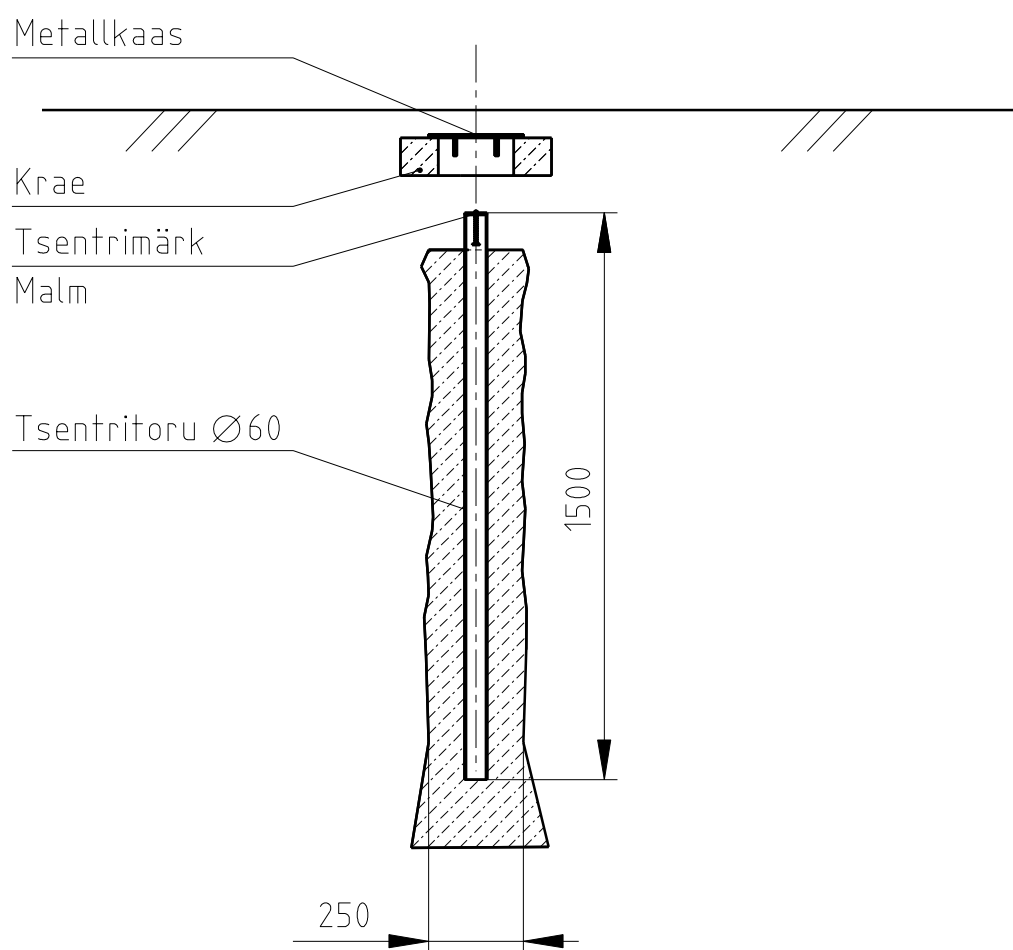
Jrk nr	Niv nr	Punkti nr	Nn vana punkti nr	Maa-ameti ID	Liik	x [m]	y [m]	H_{EH2000} [m]
1	30_3	nr-ta	782	63-843-90782	SR	6589785	541853	13.8814
2	33_5	nr-ta	AM-1	63-843-91201	FR	6588638	540751	5.4819
3	36_5	nr-ta	AM-5	63-843-90005	FR	6588443	541933	27.6833
4	39_5	nr-ta	660	63-843-90660	SR	6587574	541497	11.2774
5	55_3	nr-ta	345	63-843-345	PP	6587304	541796	12.7084
6	131_9	43	43	63-843-90043	SR	6589272	542485	6.6769
7	132_8	nr-ta	215	63-843-90215	SR	6588659	542278	17.4993
8	133_6	nr-ta	1000	63-843-91000	R	6589466	543741	2.3002
9	134_4	8	8	63-843-97008	R	6589038	543468	5.4827
10	137_6	2	2	63-843-99004	R	6589026	542922	3.7354
11	142_6	nr-ta	337	63-843-90337	SR	6587922	543420	18.3758
12	147_5	231	231	63-843-91231	SR	6588030	544181	21.8583
13	152_3	nr-ta	858	63-843-90858	SR	6589166	544857	11.0765

Tabel 10. Lähtepunktid ja nende EH2000 kõrgused.

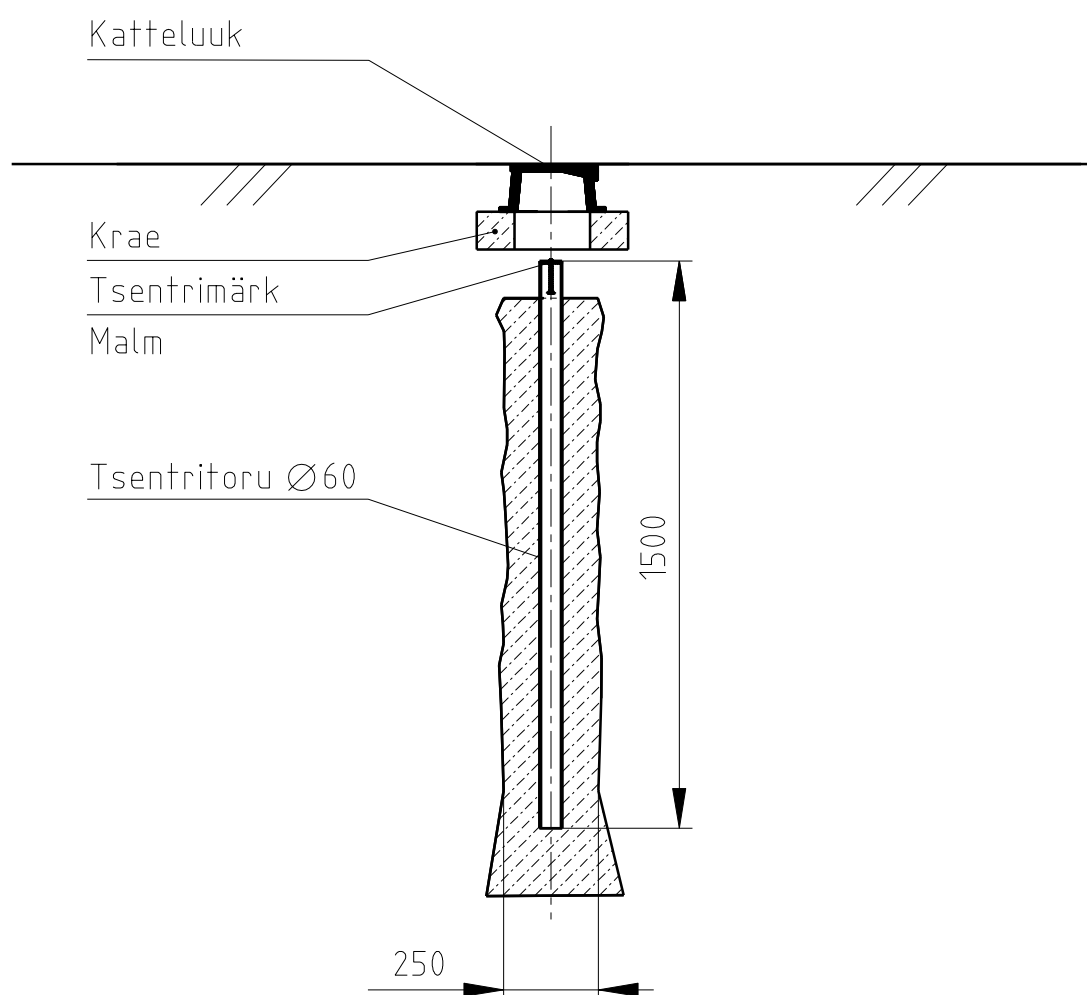
LISA 1. PROJEKT DIGITAALFORMAADIS

LISA 2. ÜLEVAATUSE SKEEM

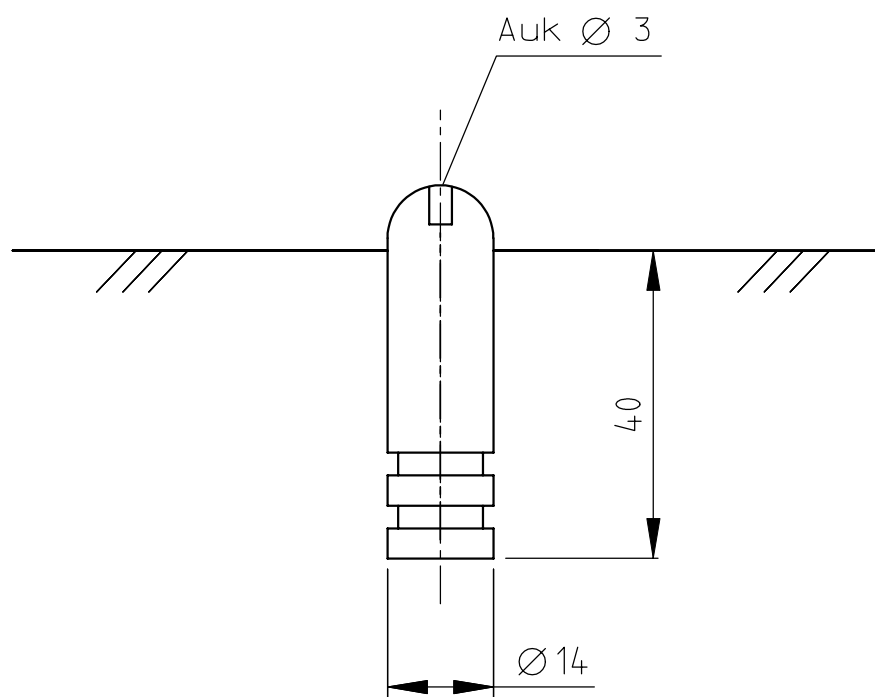
LISA 3. GEODEETILISTE MÄRKIDE TÜÜBIJONISED



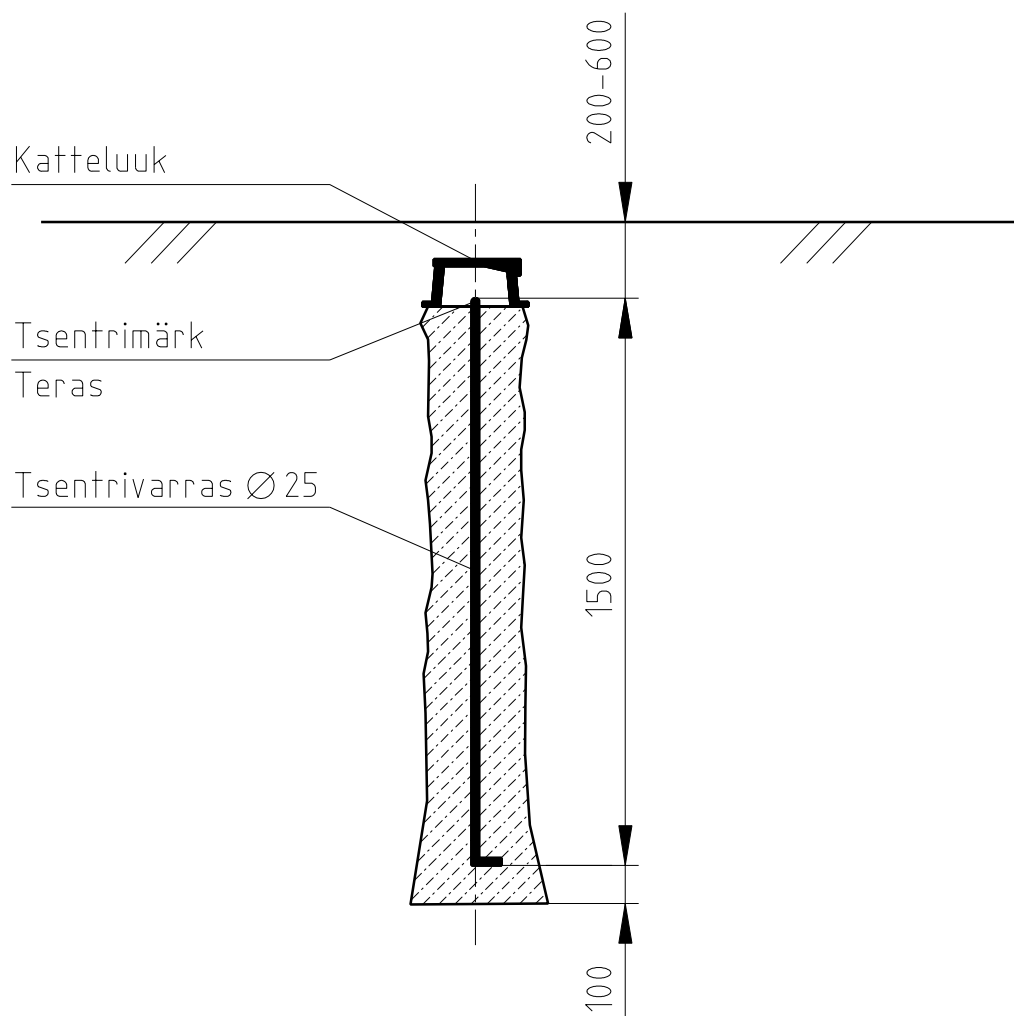
Tüüp 1265 (M 1:20).



Tüüp 1266 (M 1:20).

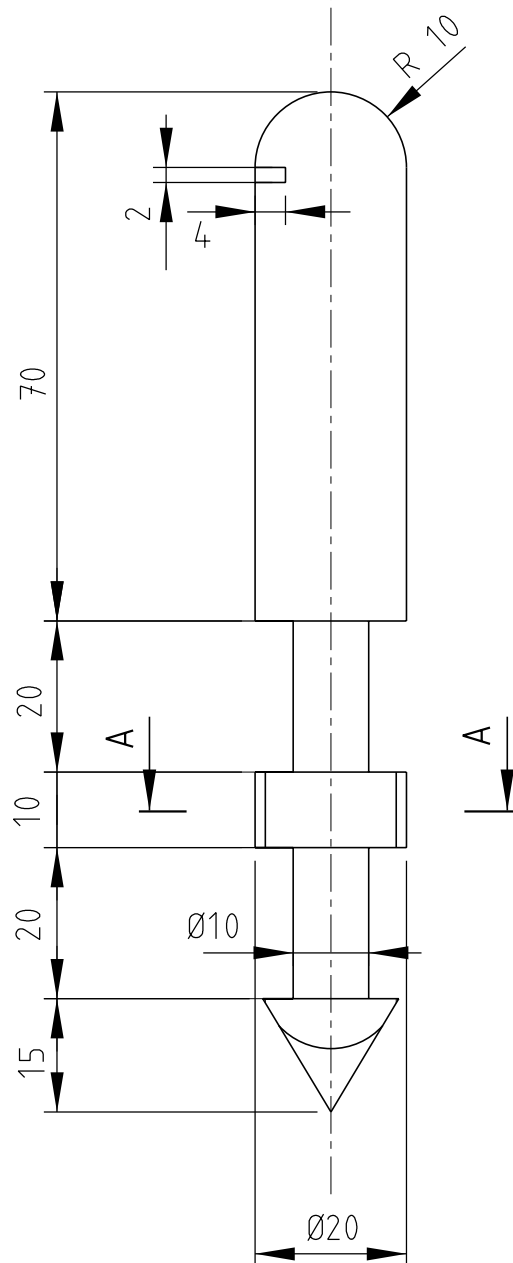


Tüüp 2098 (M 1:1).

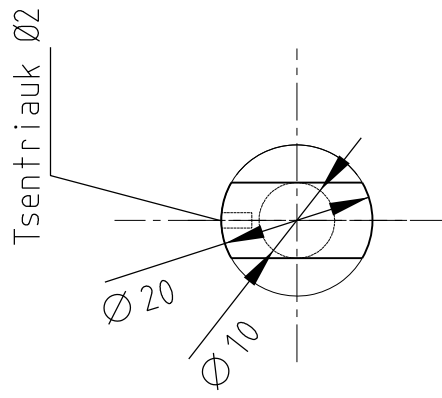


Tüüp 2768 (M 1:20).

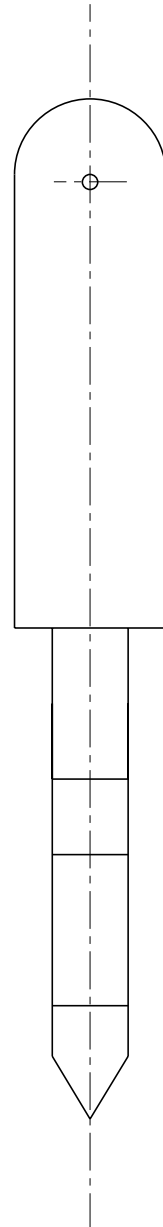
Vaade



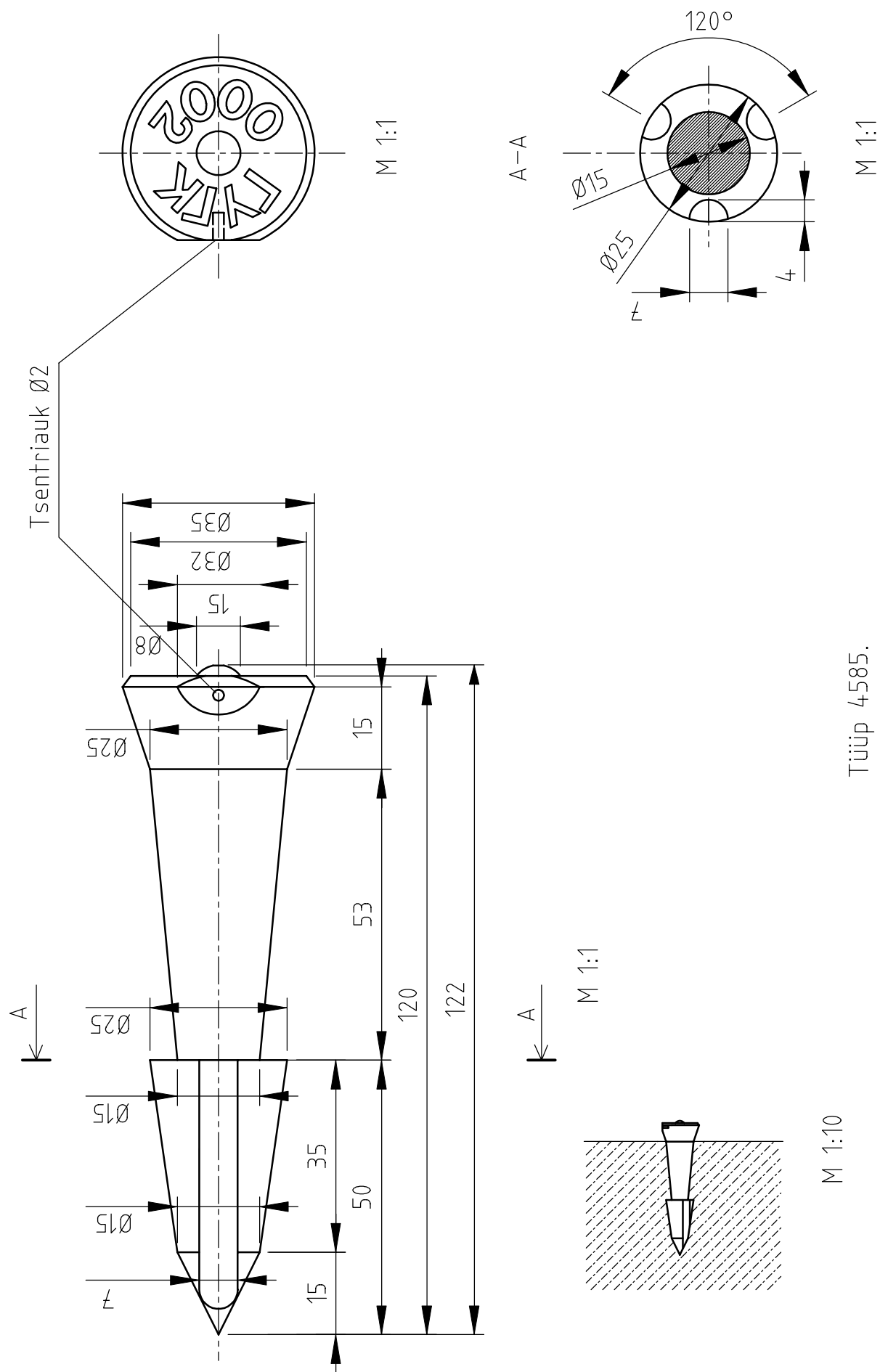
Lõige A - A



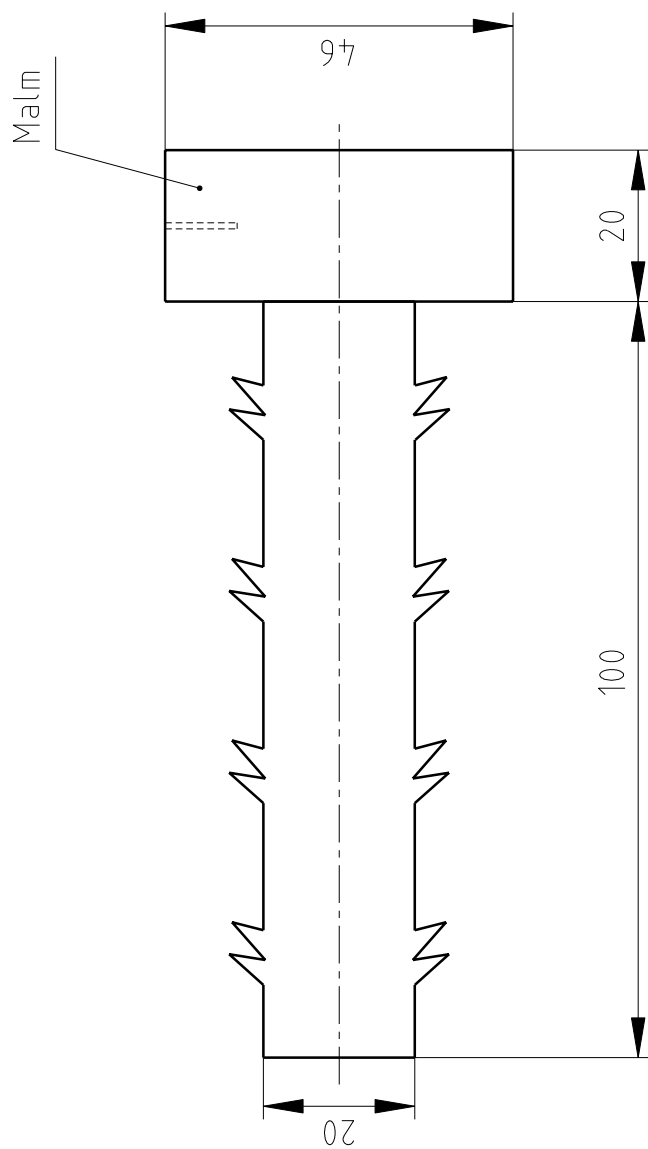
Vaade



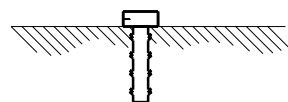
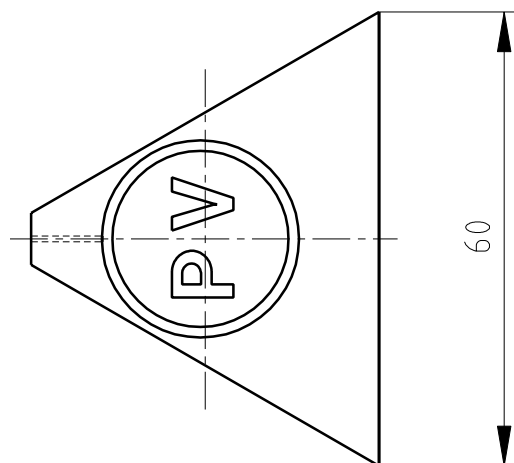
Tüüp 4580 (M 1:1).



Tüüp 4585.

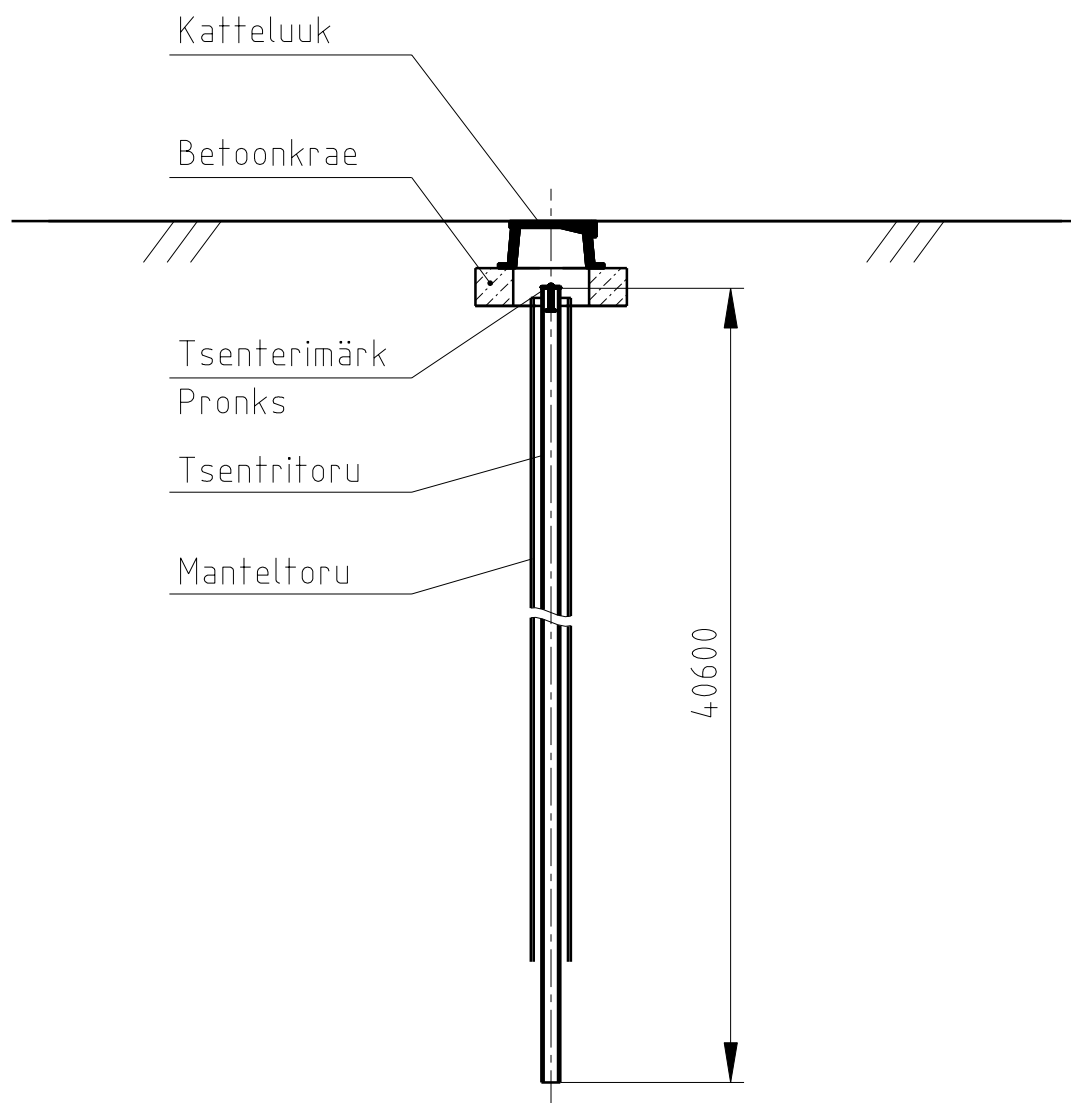


M 1:1

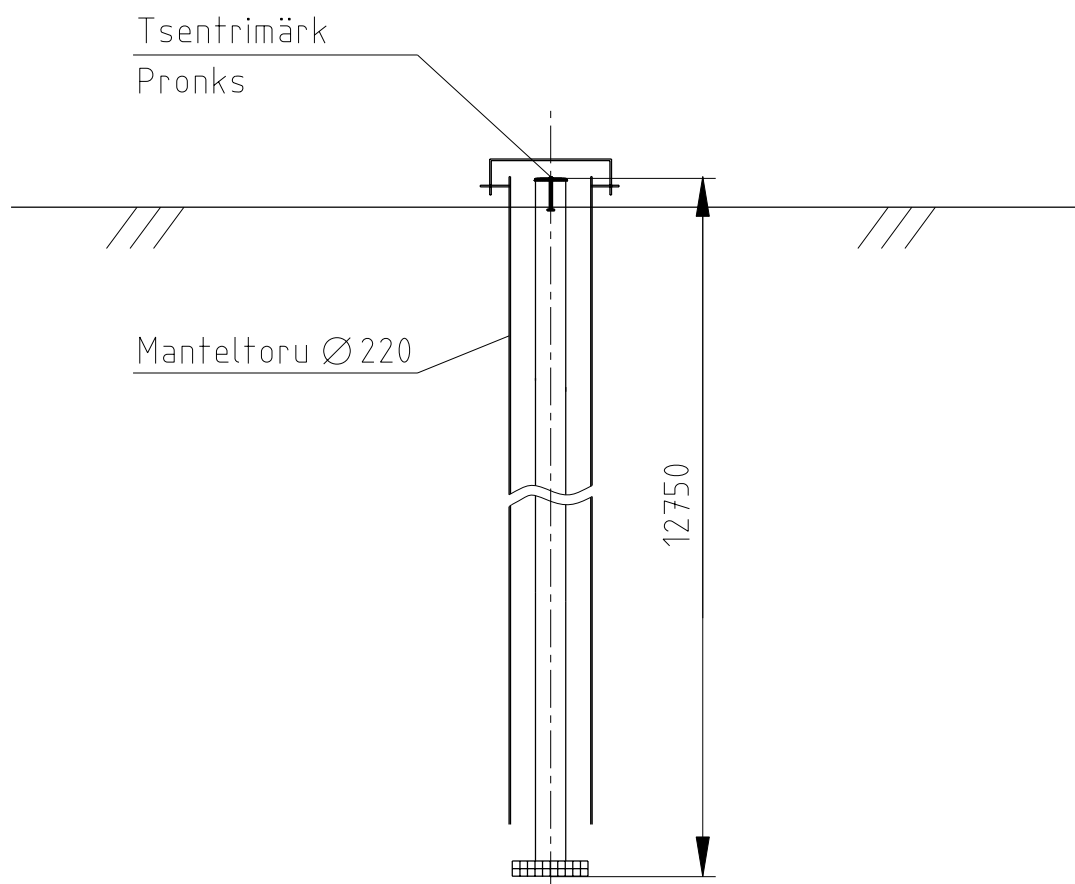


M 1:10

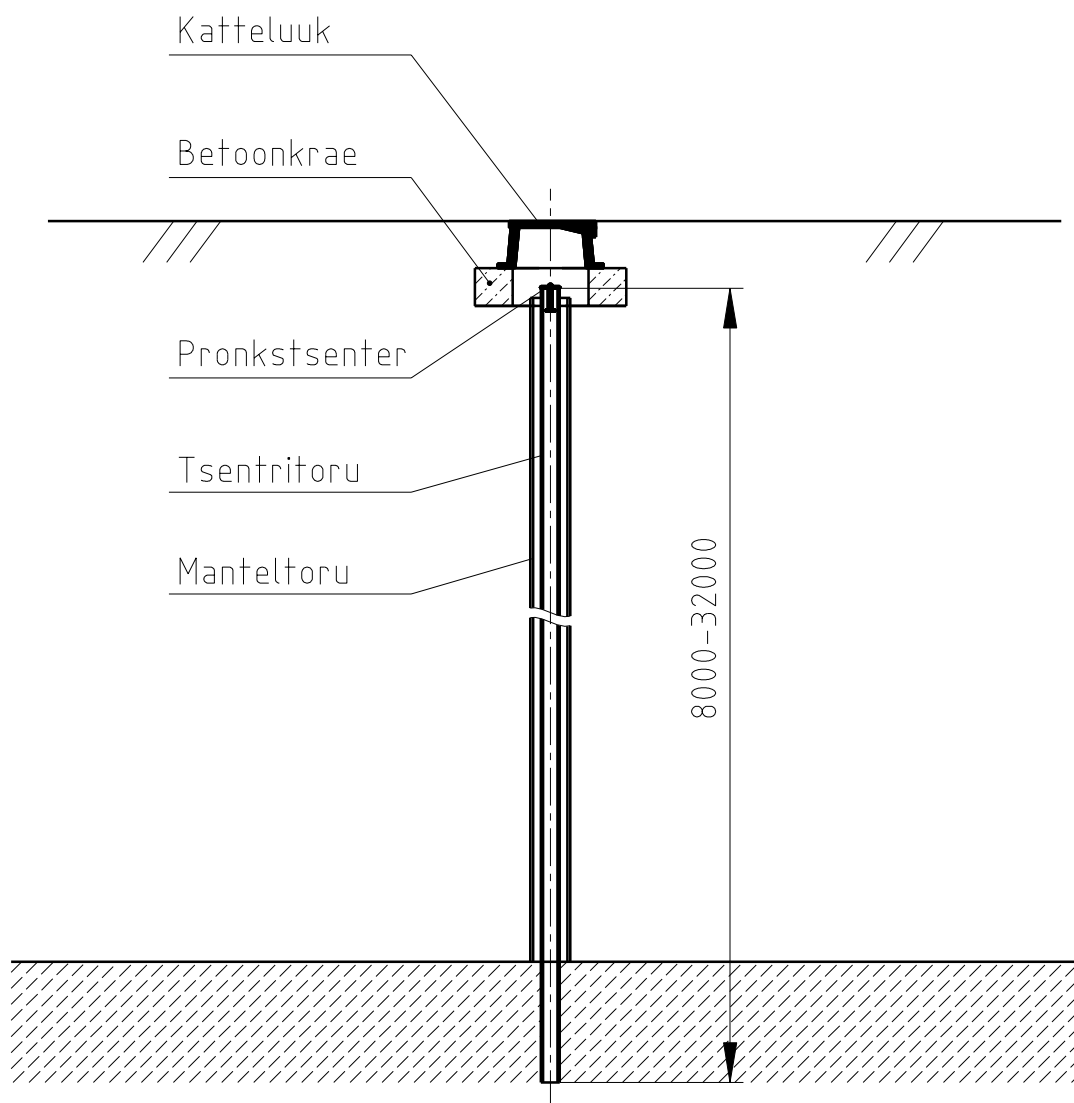
Tüüp 4851.



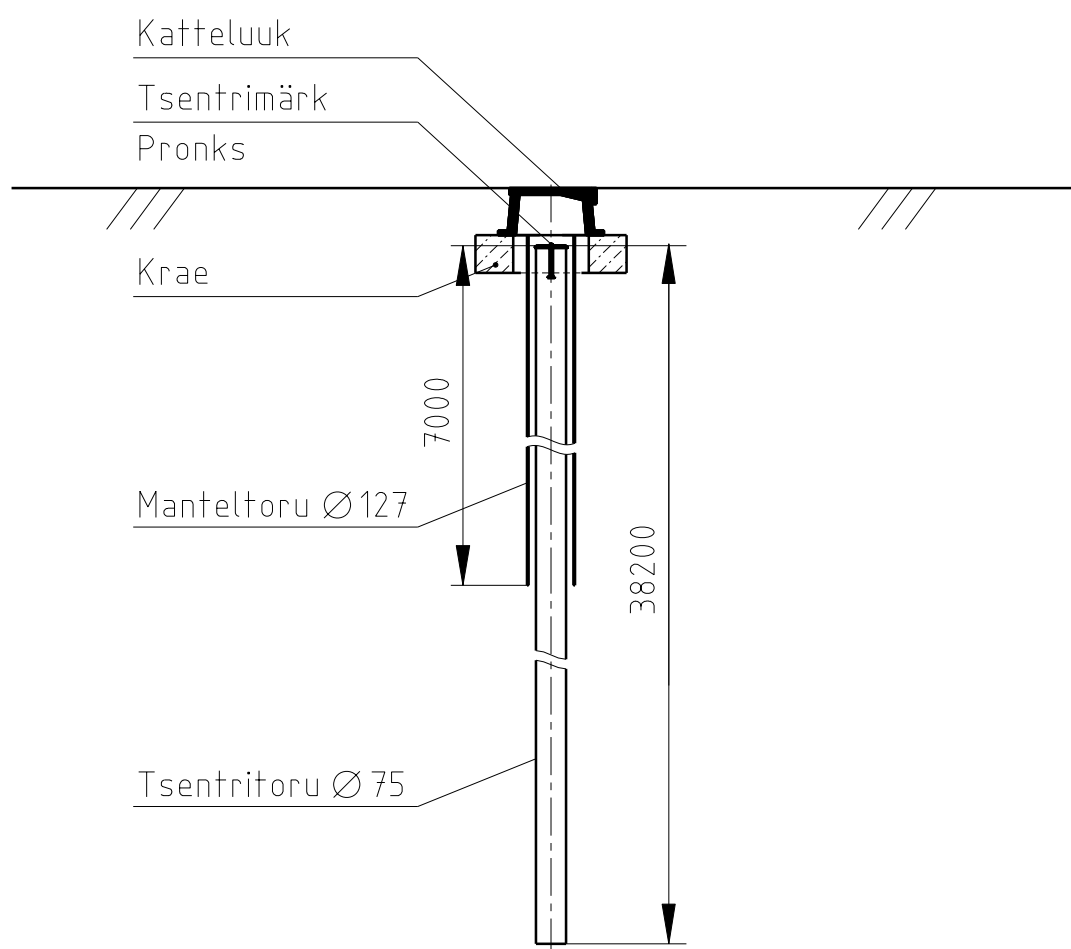
Tüüp 9009 (M 1:20).



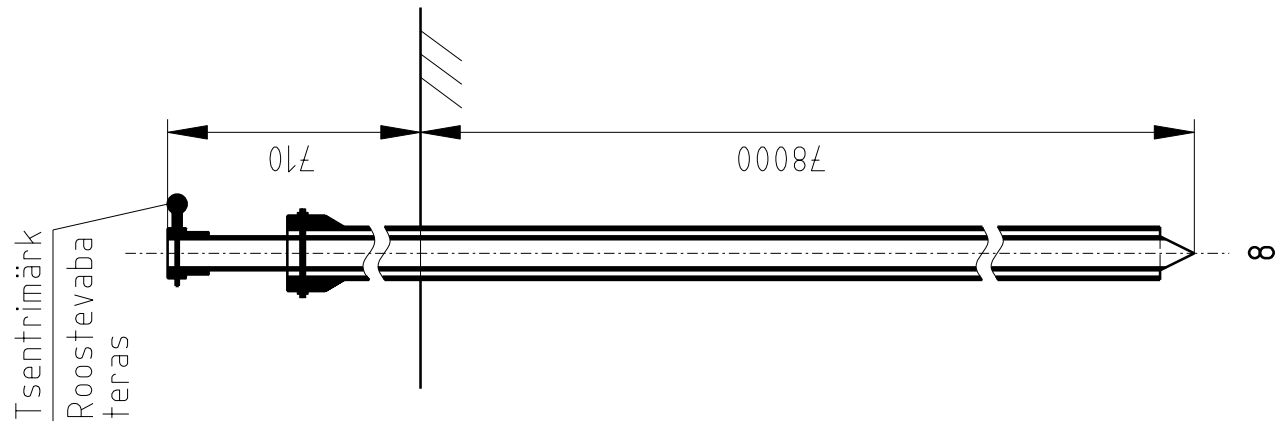
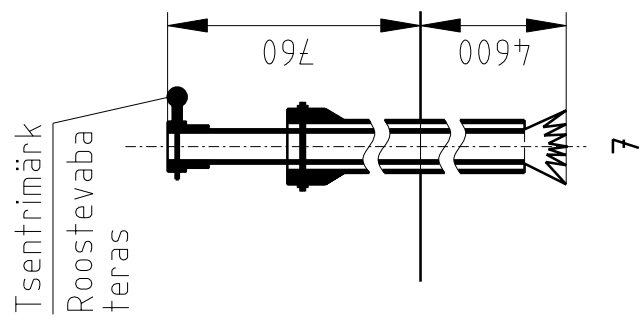
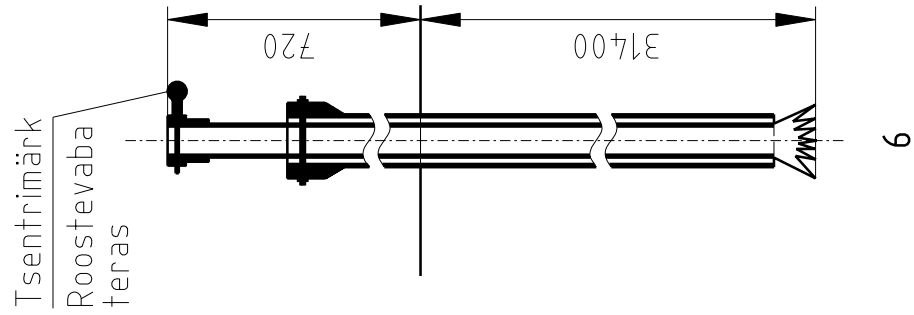
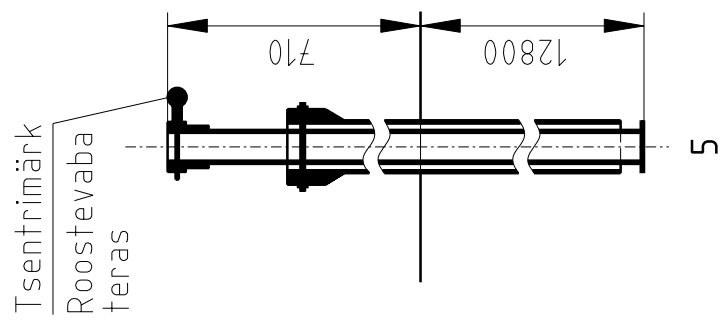
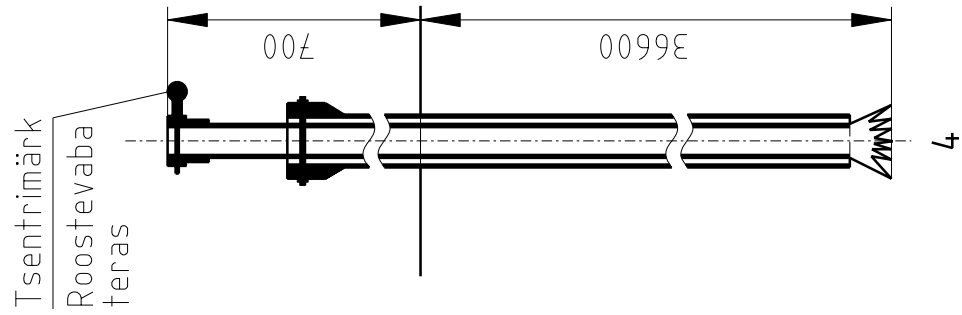
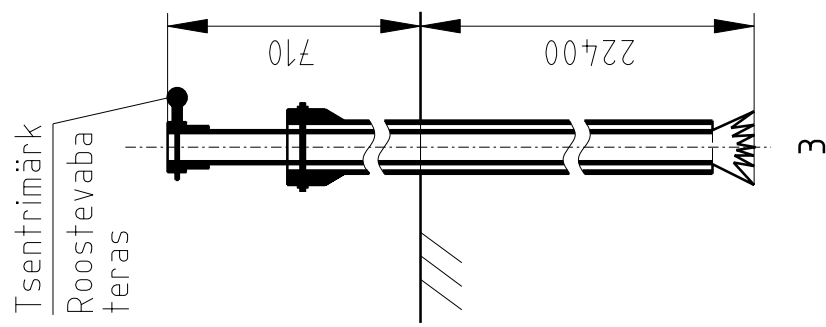
Tüüp 9010 (M 1:20).



Tüüp 9029 (M 1:20).

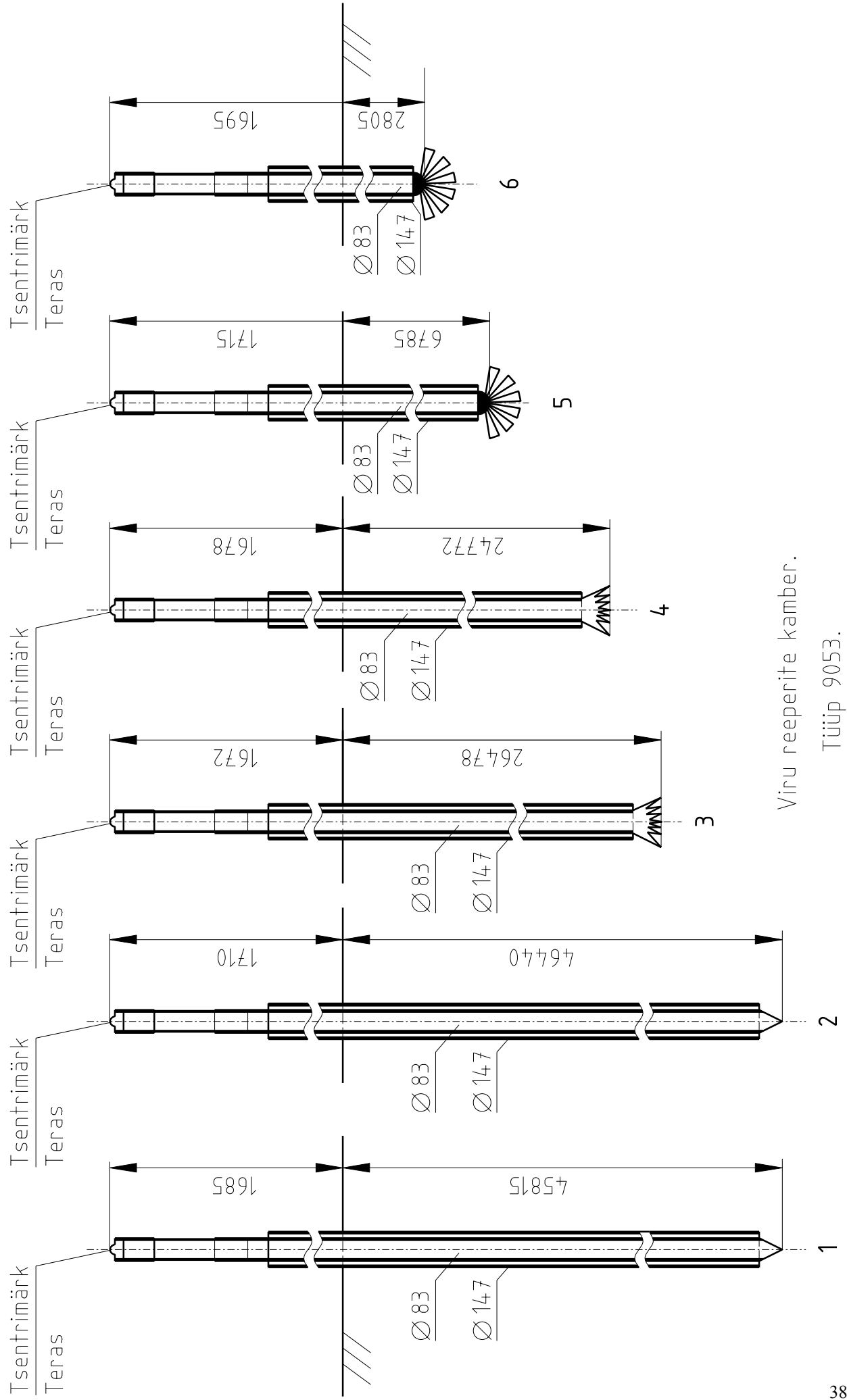


Tüüp 9032 (M 1:20).



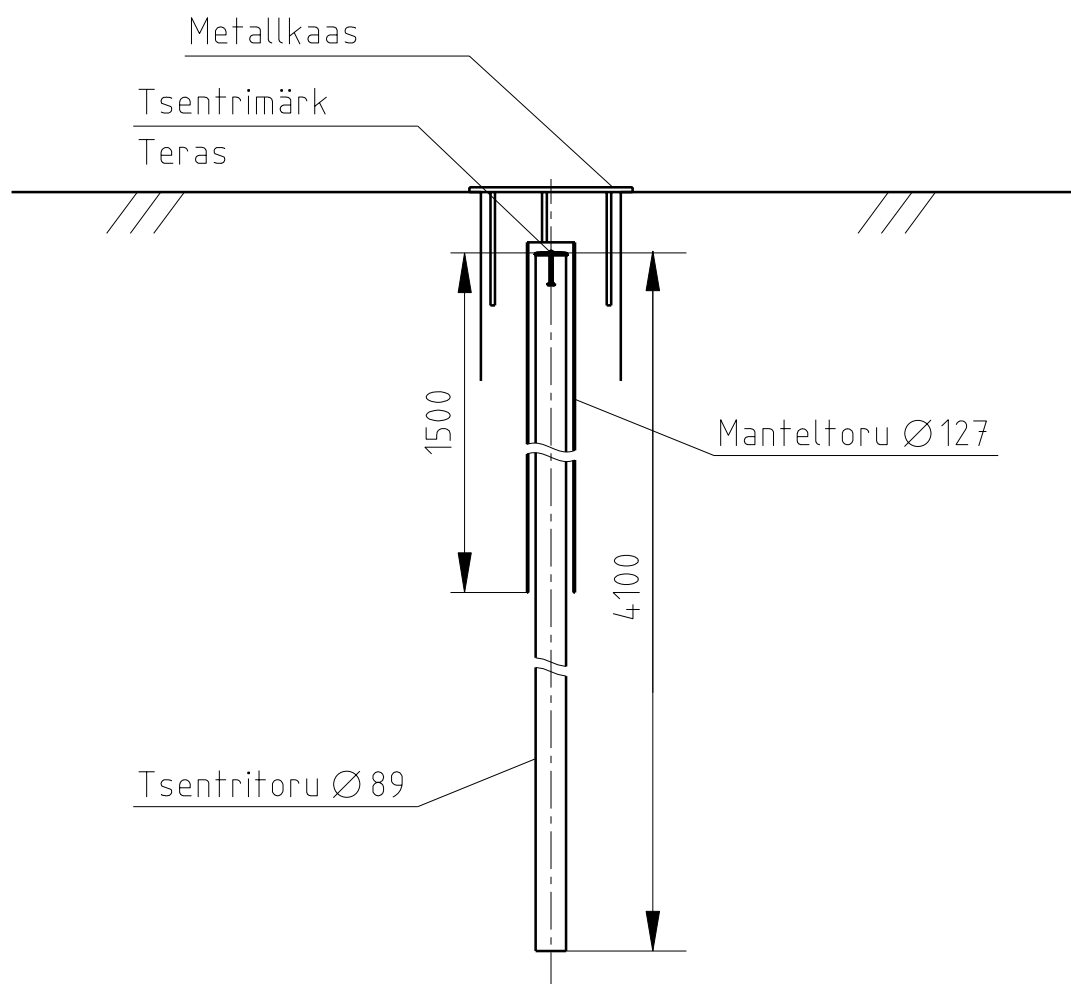
Pronksi reeperite kamber.

Tüüp 9051.

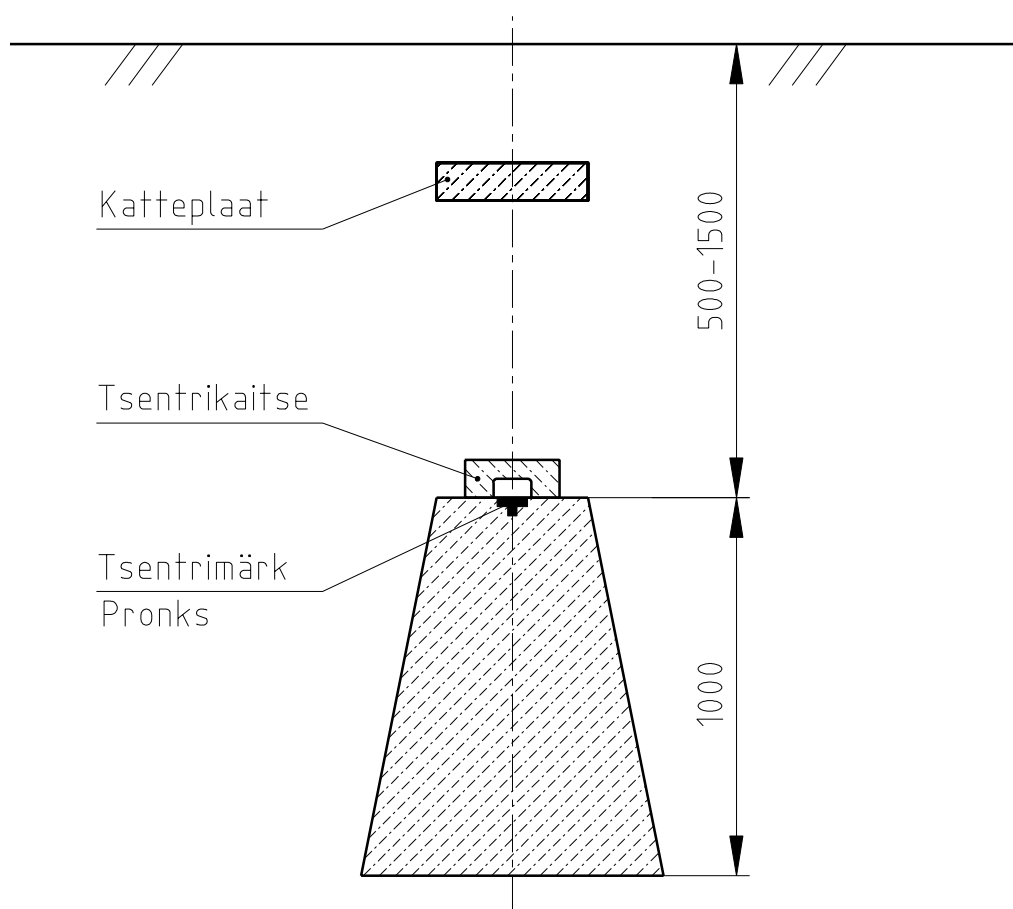


Viru reeperite kamber.

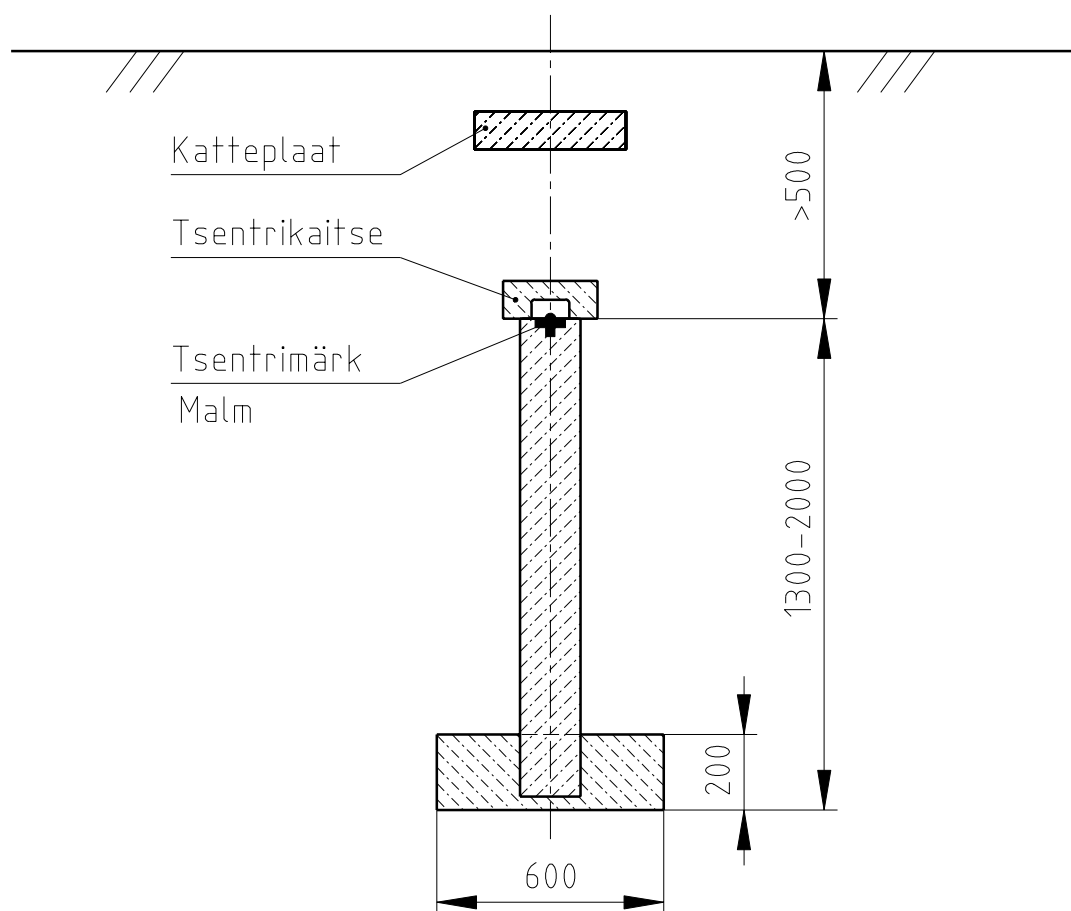
Tüüp 9053.



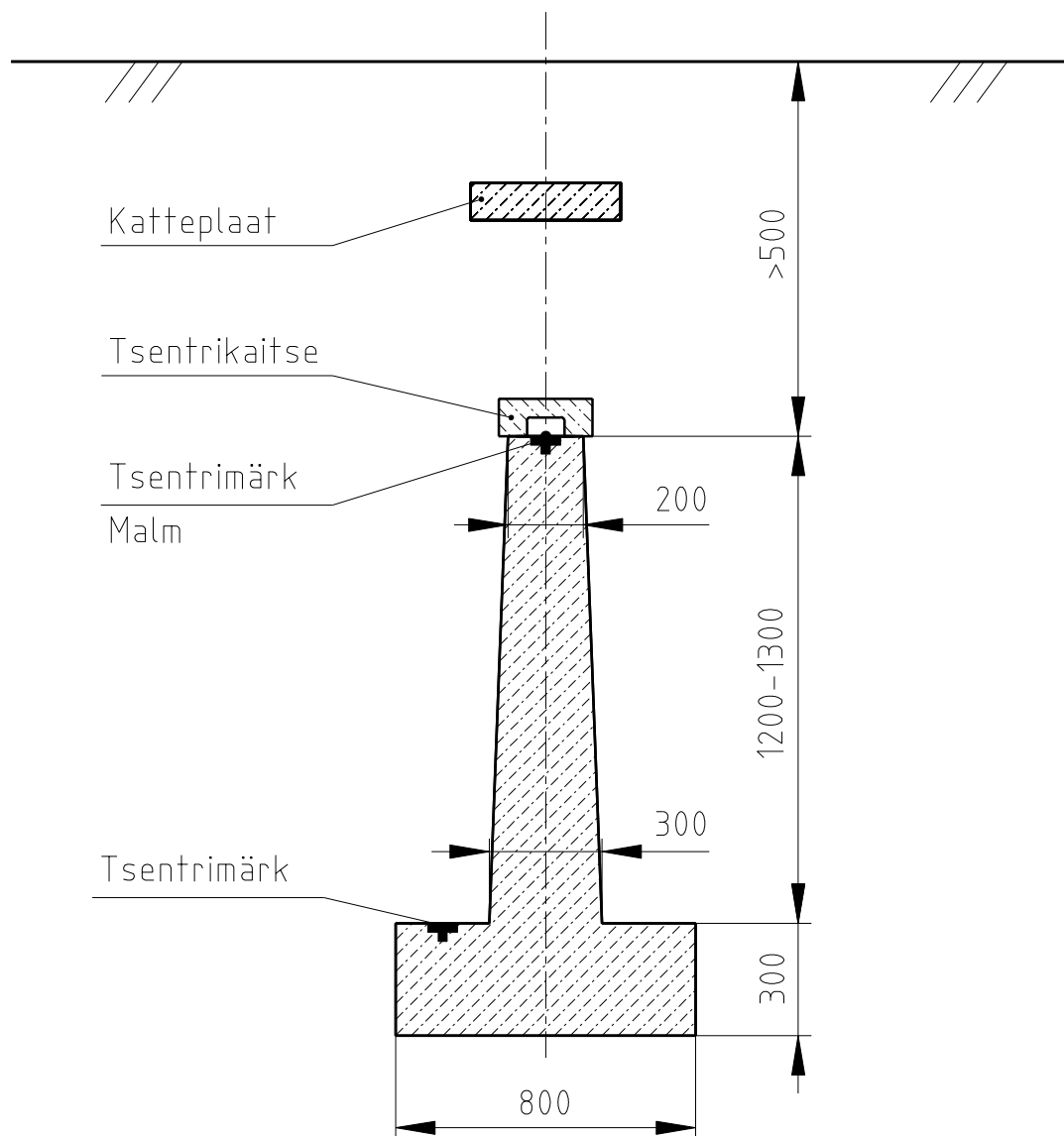
Tüüp 9075 (M 1:20).



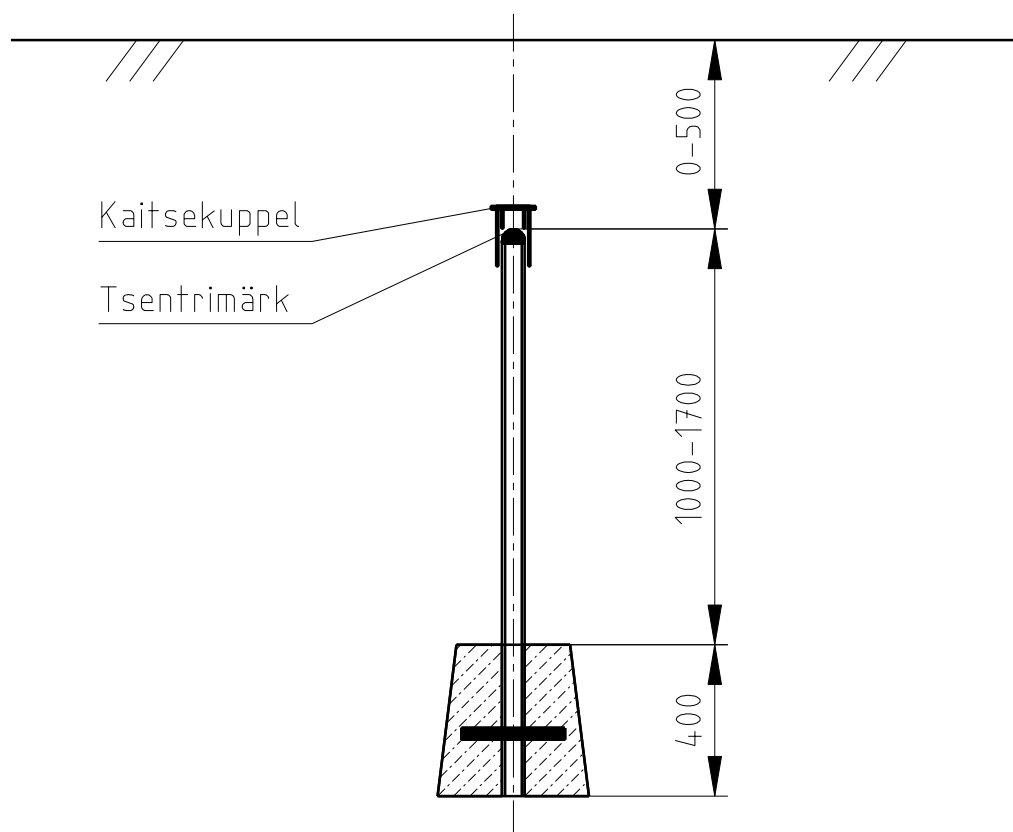
Tüüp 9105 (M 1:20).



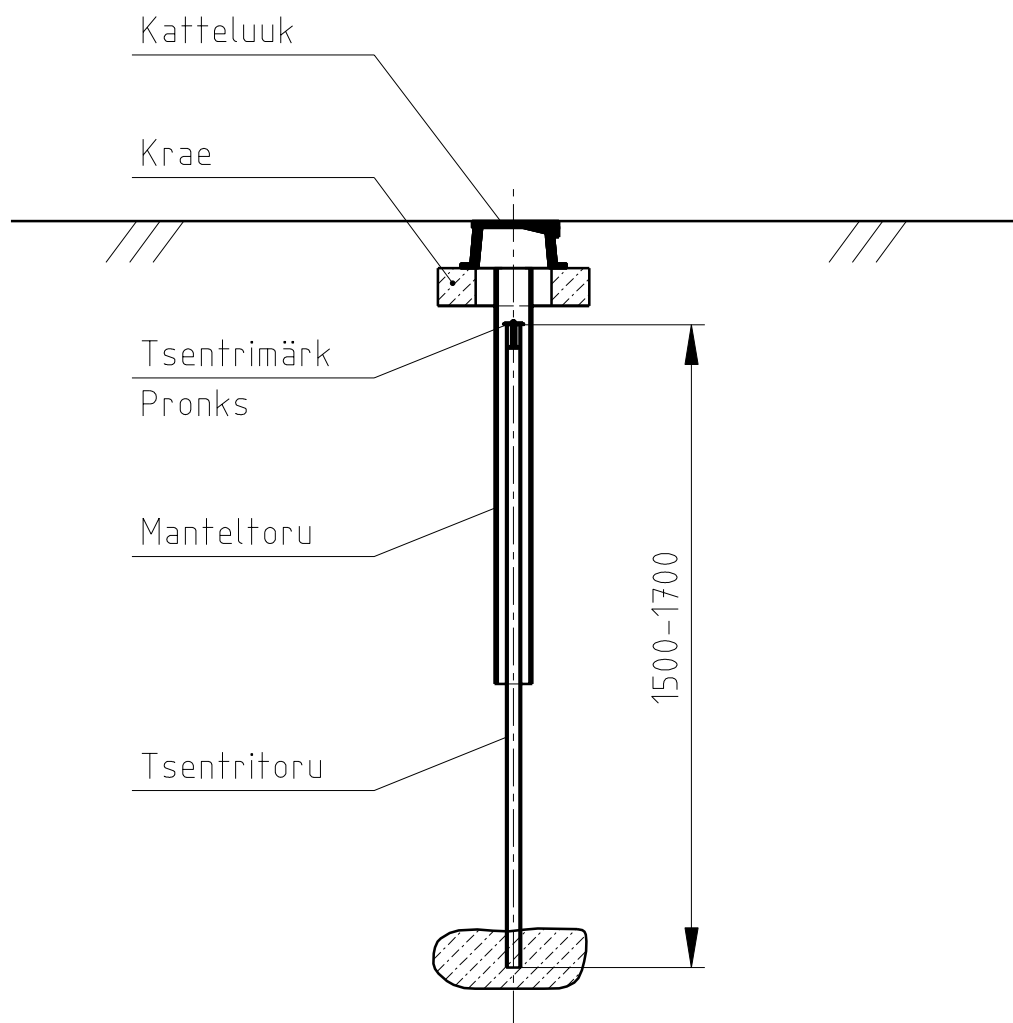
Tüüp 9108 (M 1:20).



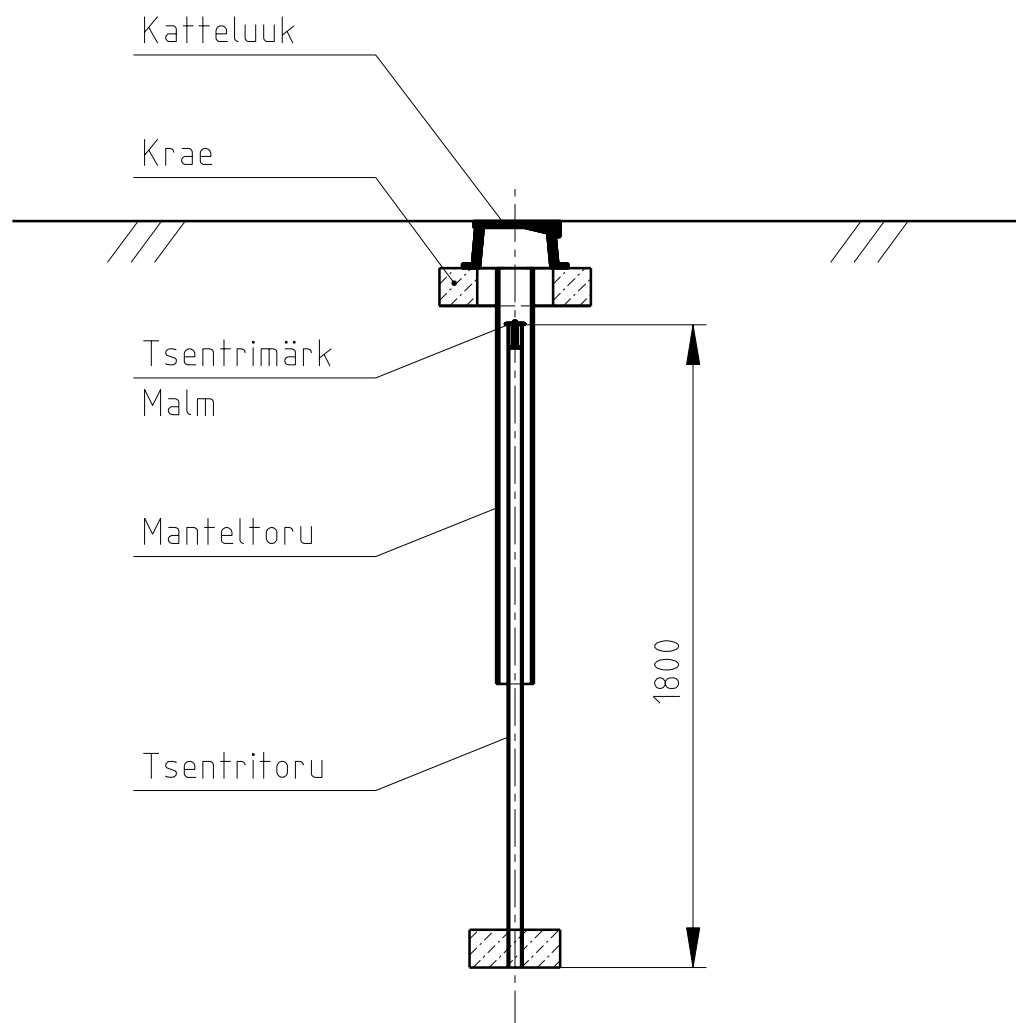
Tüüp 9171 (M 1:20).



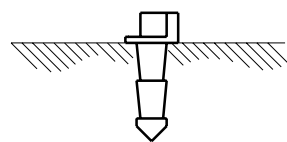
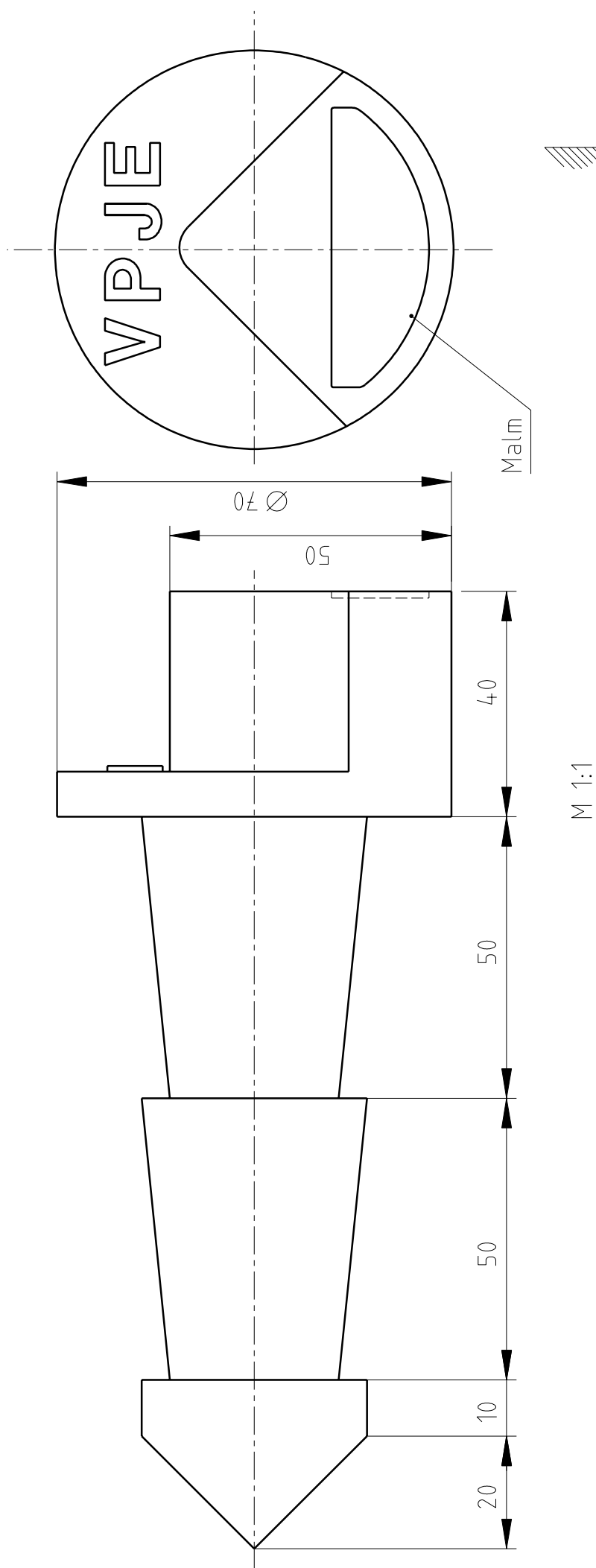
Tüüp 9226 (M 1:20).



Tüüp 9237 (M 1:20).

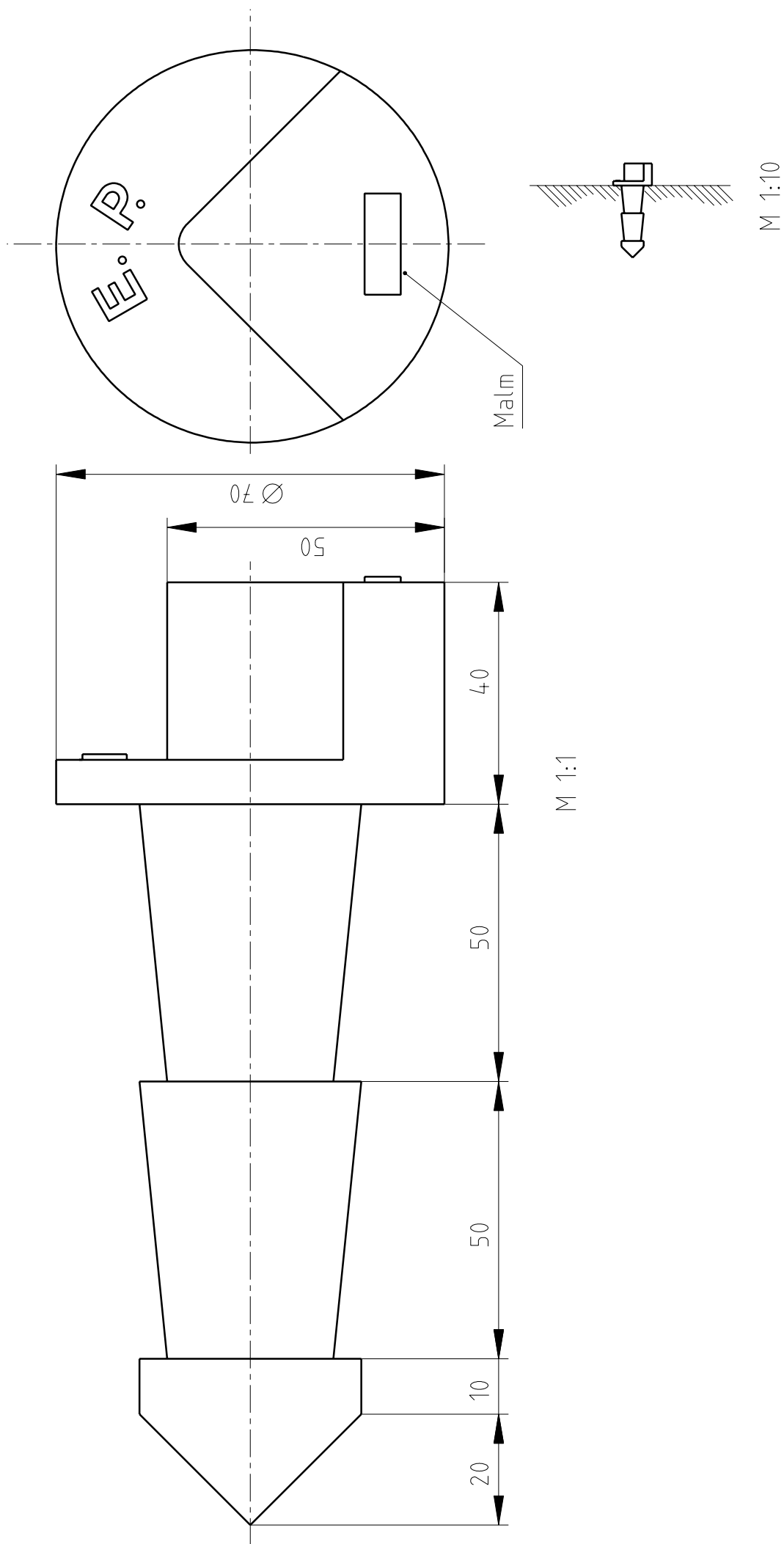


Tüüp 9288 (M 1:20).

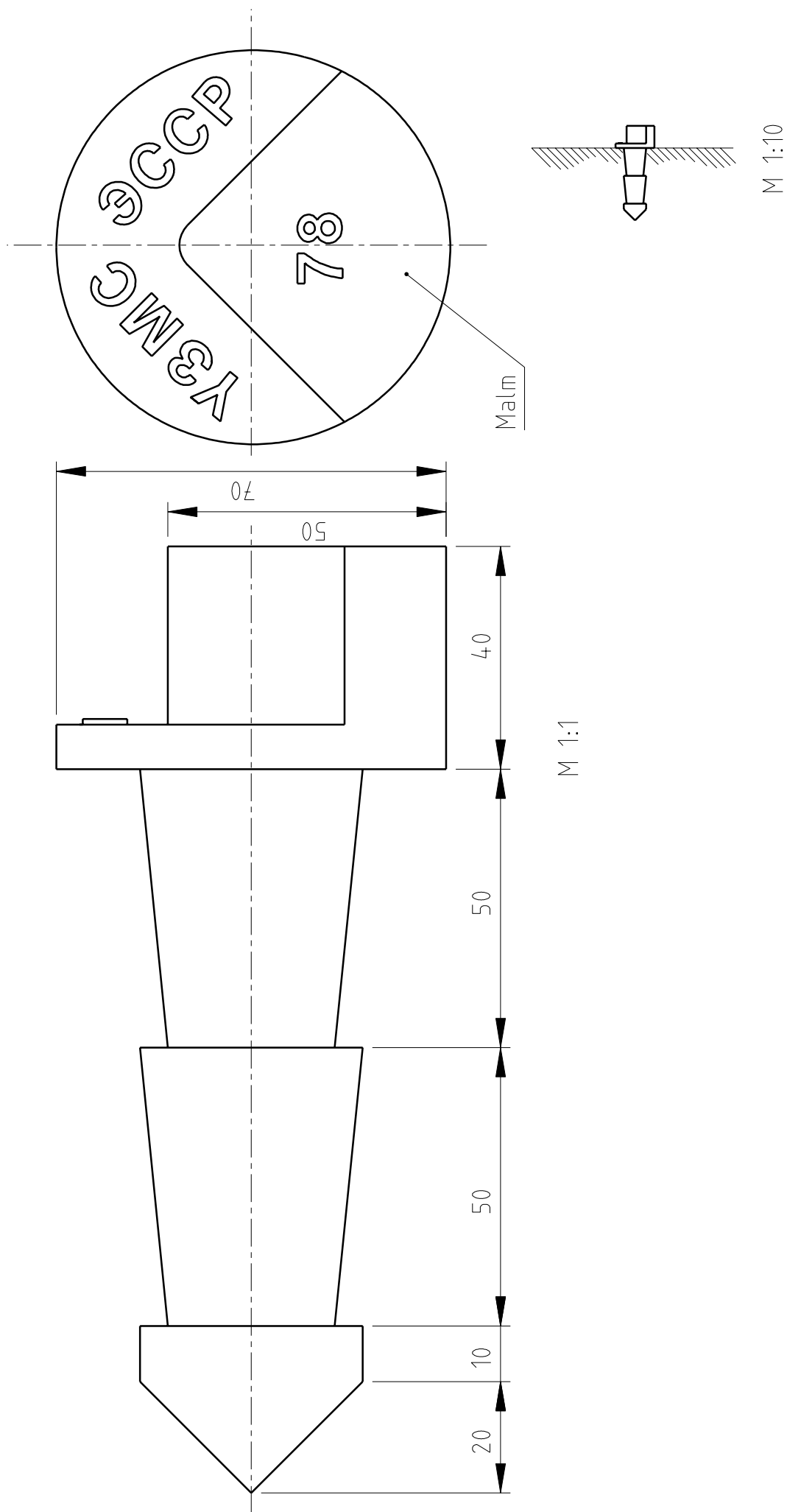


M 1:10

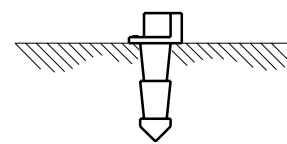
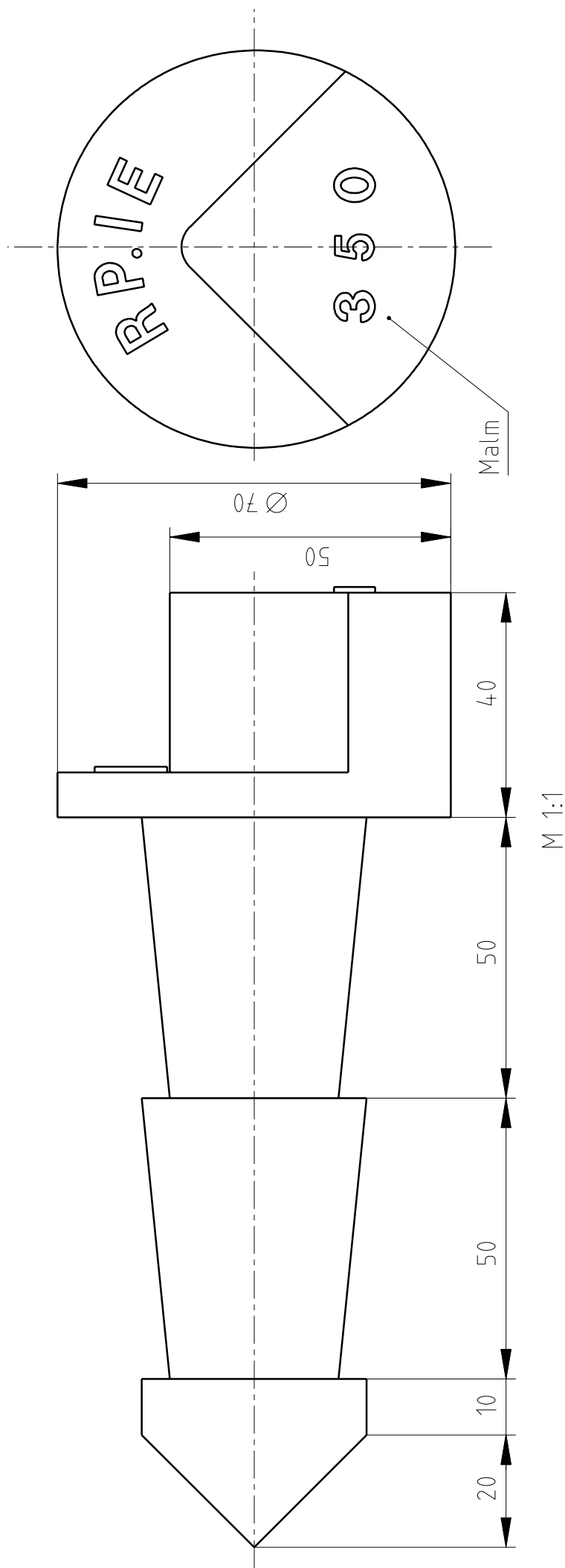
Tüüp 9303.



Tüüp 9304.

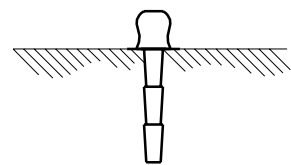
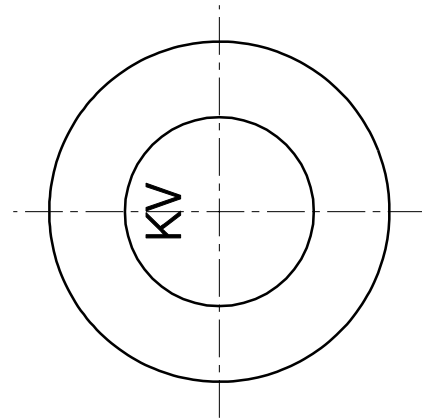
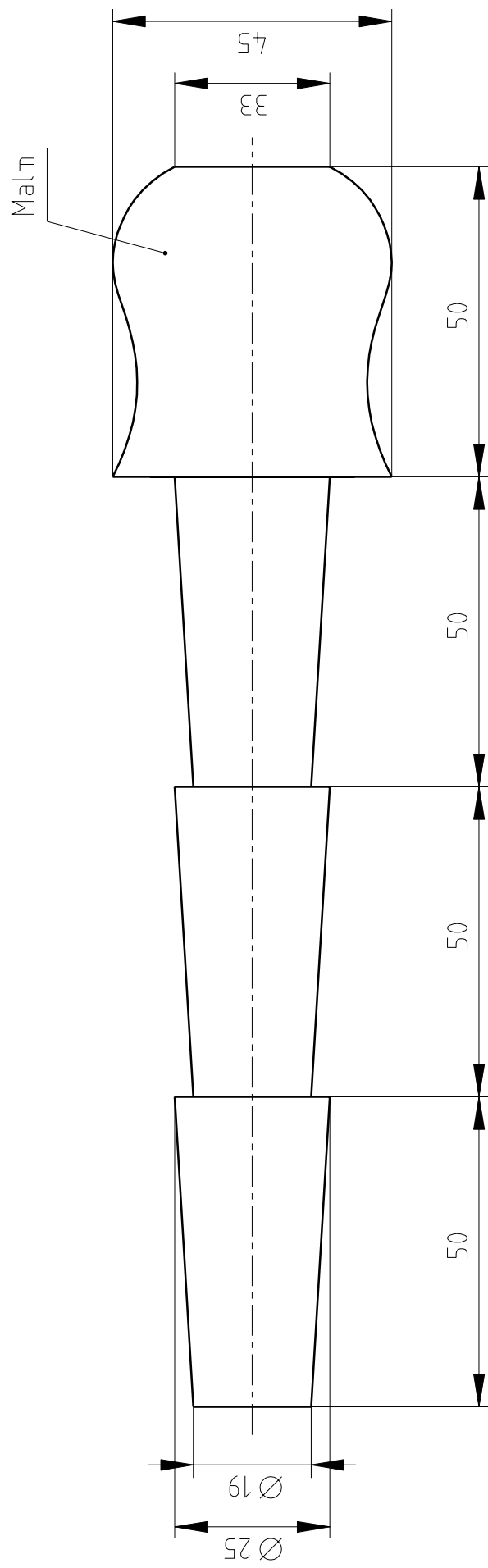


Tüüp 9306.



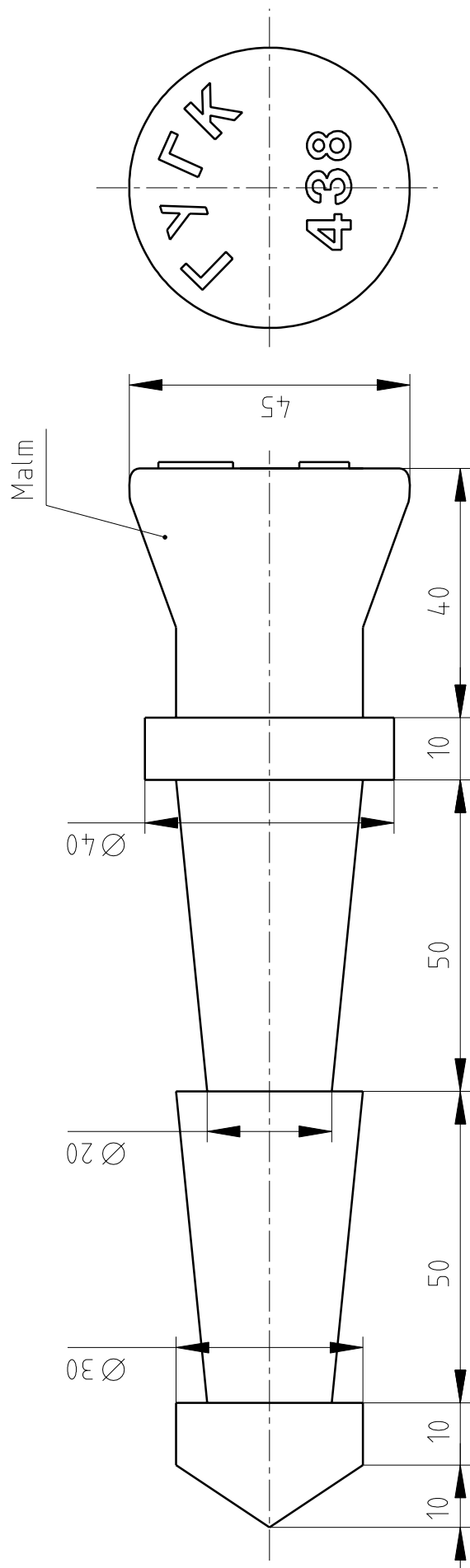
M 1:10

Tüüp 9310.

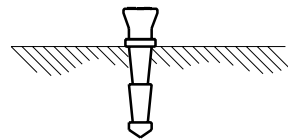


M 1:10

Tüüp 9315.

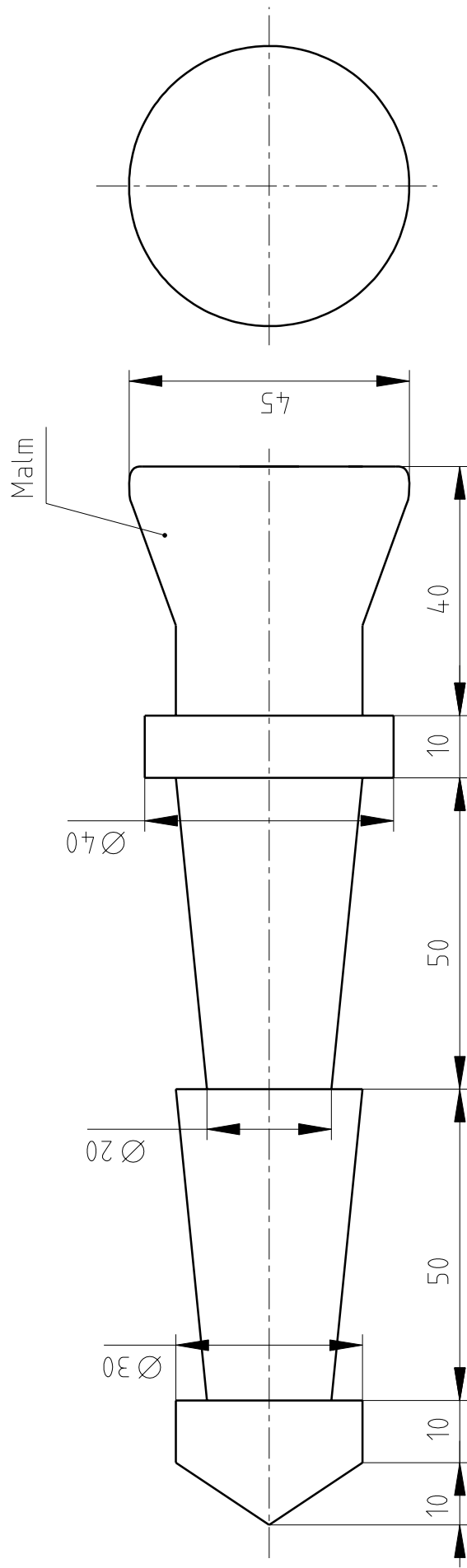


M 1:1

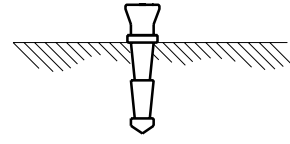


M 1:10

Tüüp 9316.

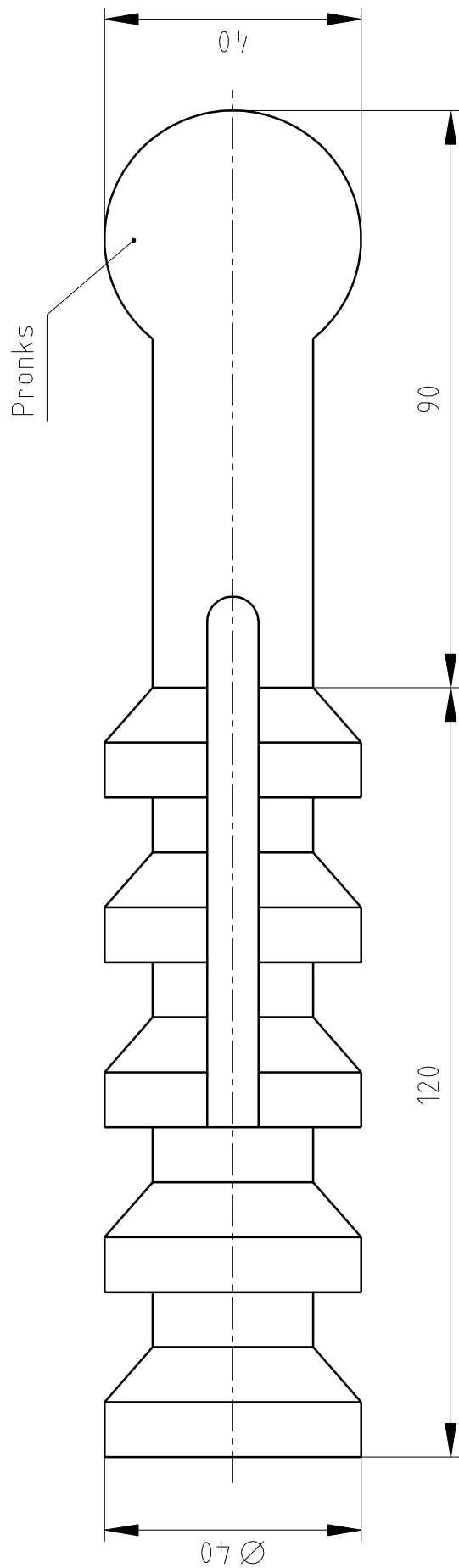


M 1:1

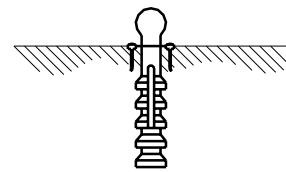
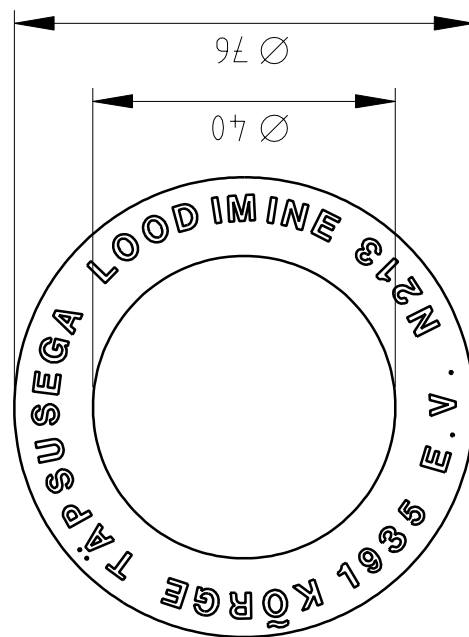


M 1:10

Tüüp 9317.

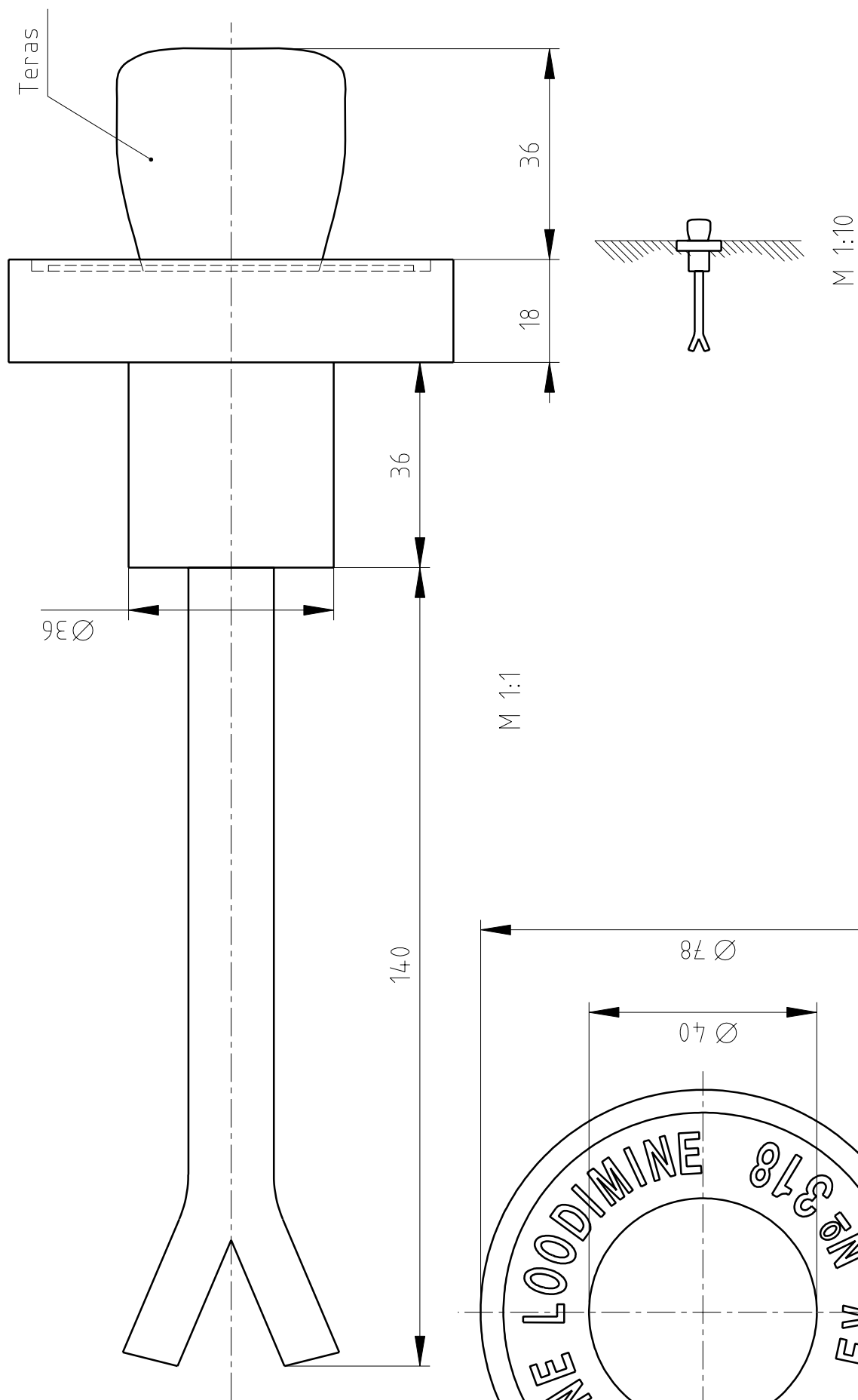


M 1:1

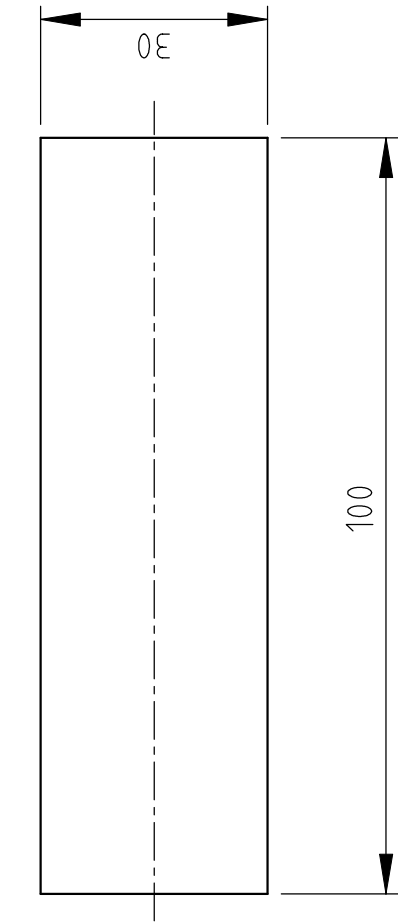


M 1:10

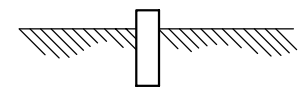
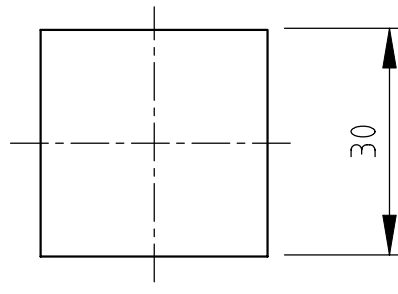
Tüüp 9319.



Tüüp 9320.

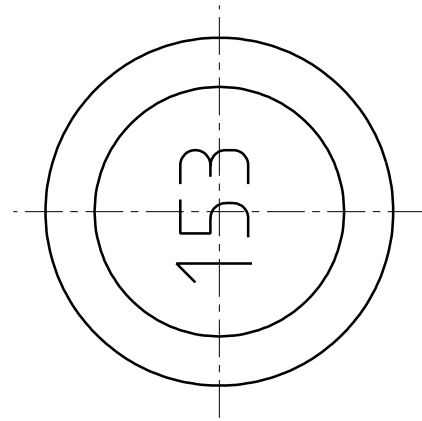
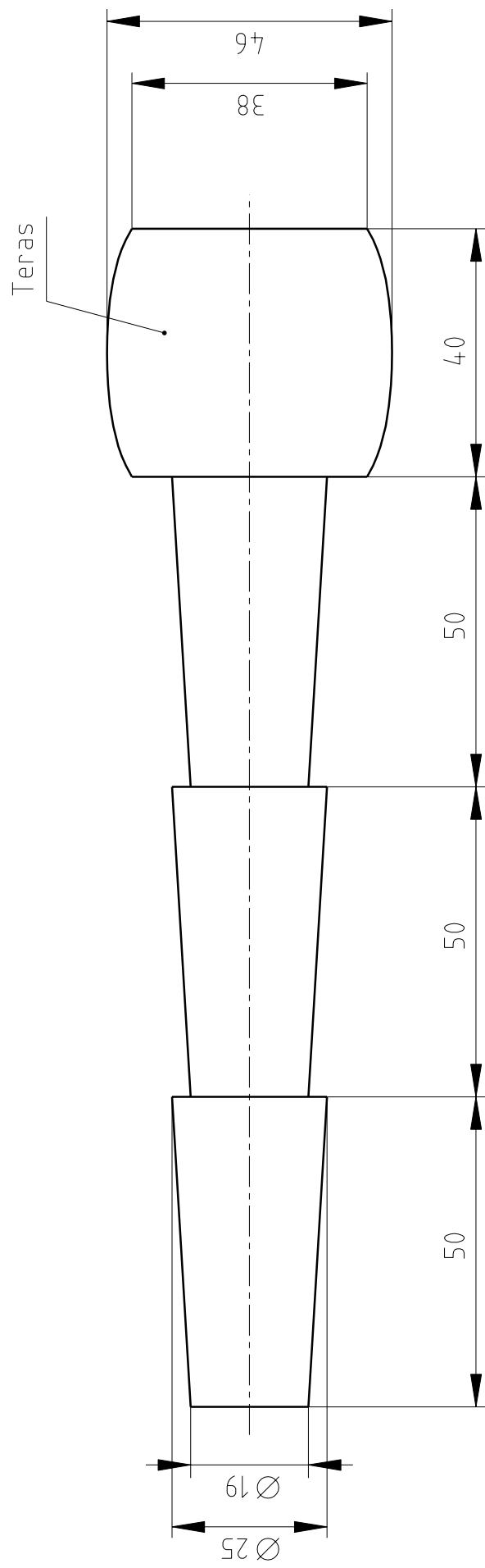


M 1:1

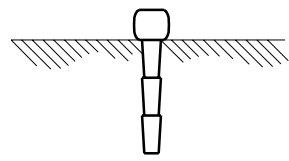


M 1:10

Tüüp 9323.

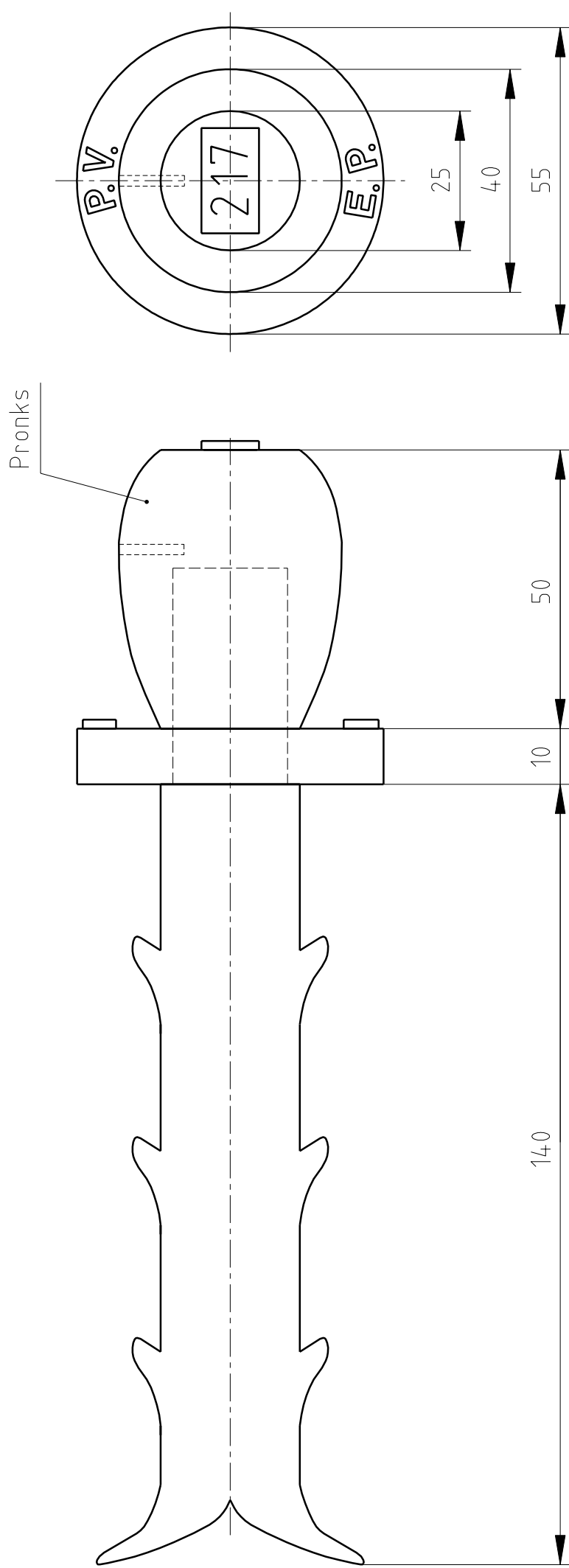


M 1:1

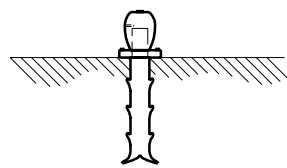


M 1:10

Tüüp 9325.

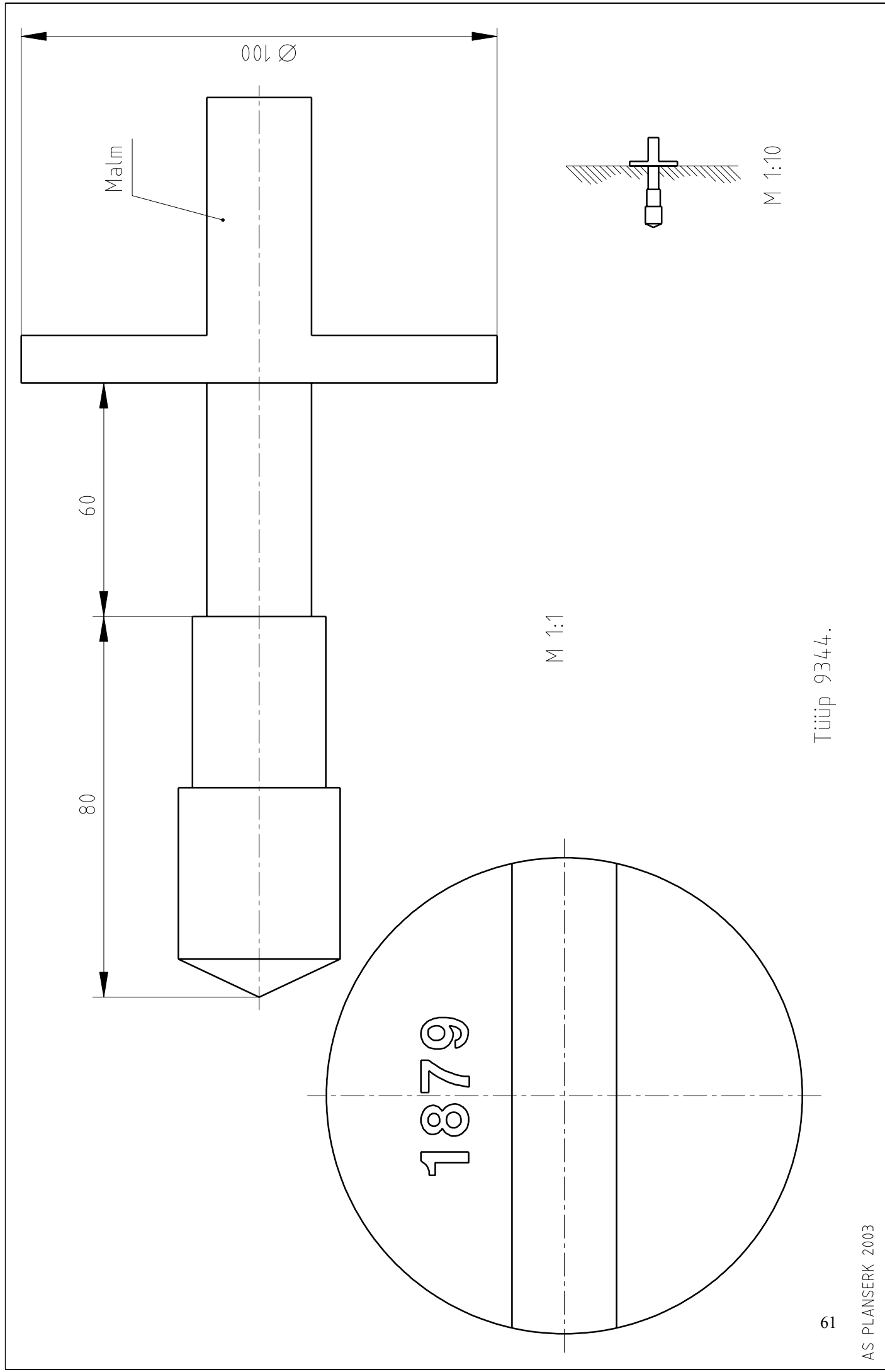


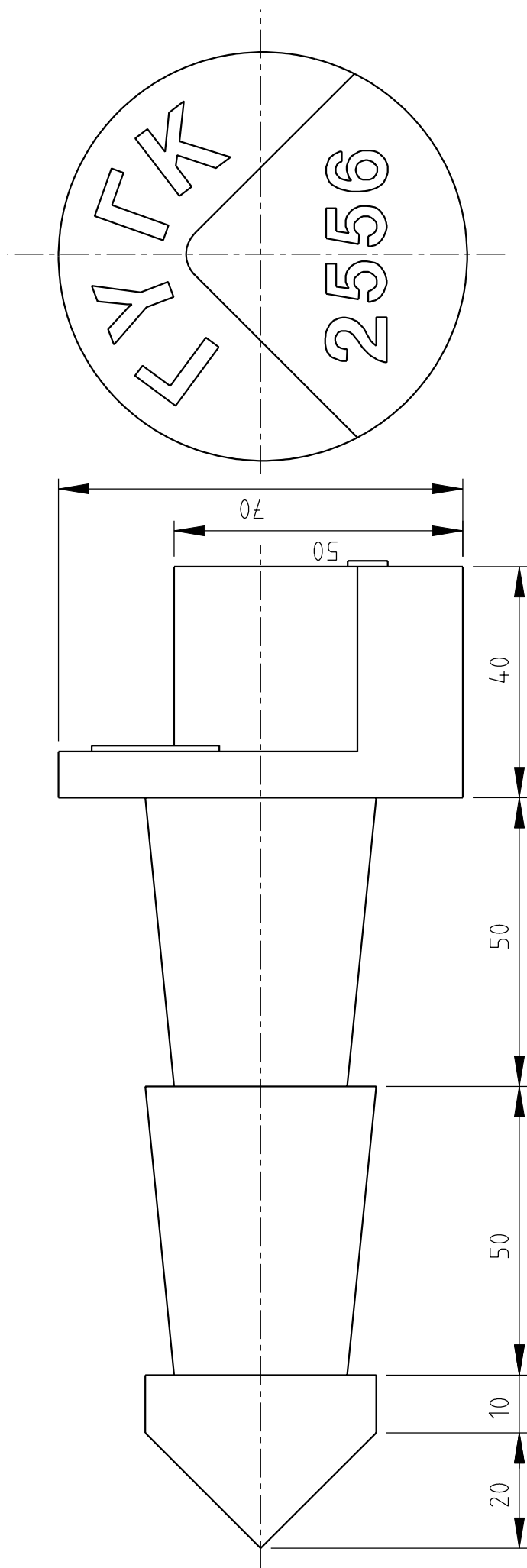
M 1:1



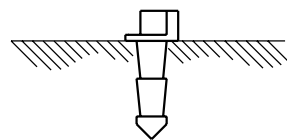
M 1:10

Tüüp 9335.



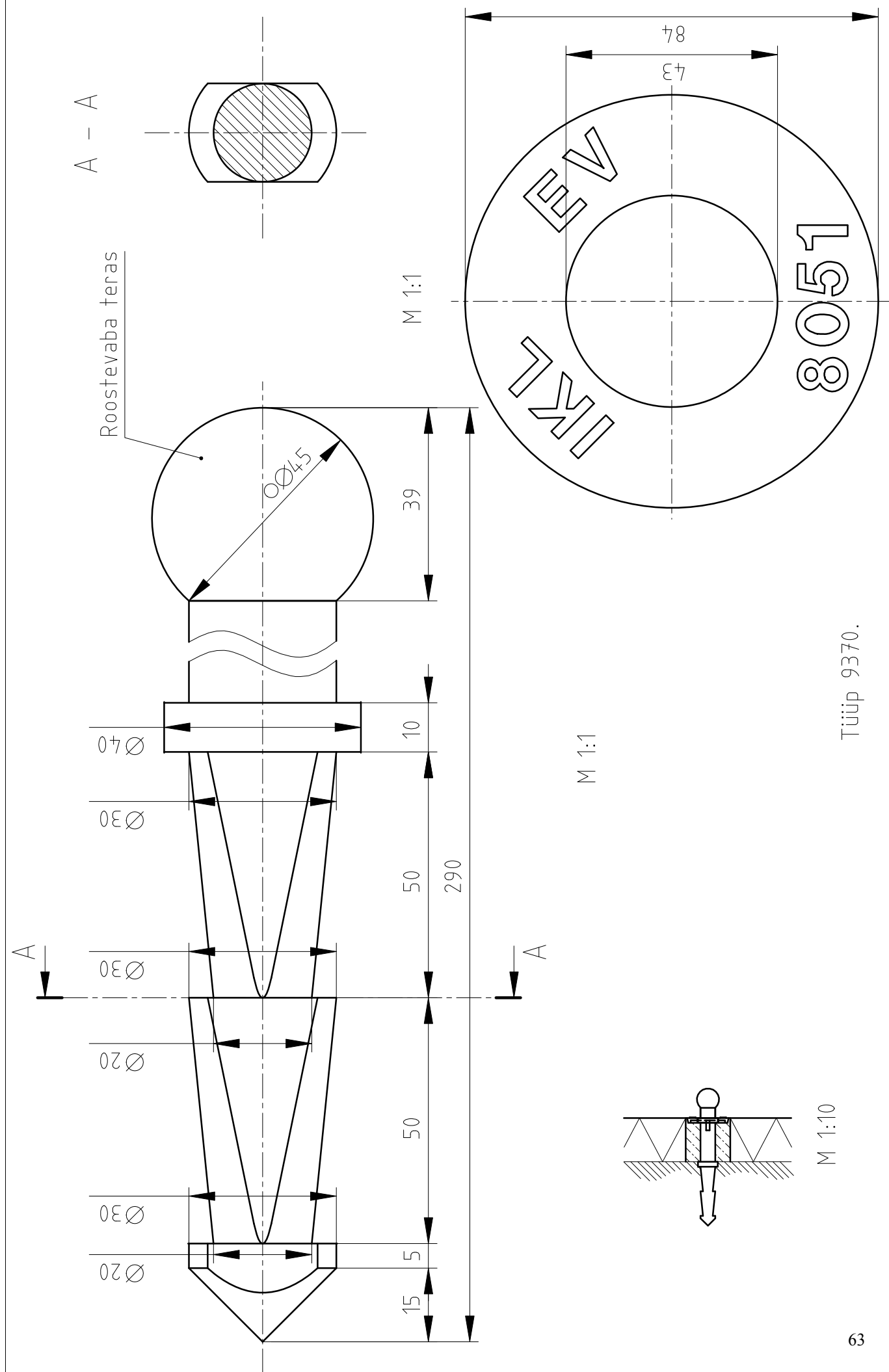


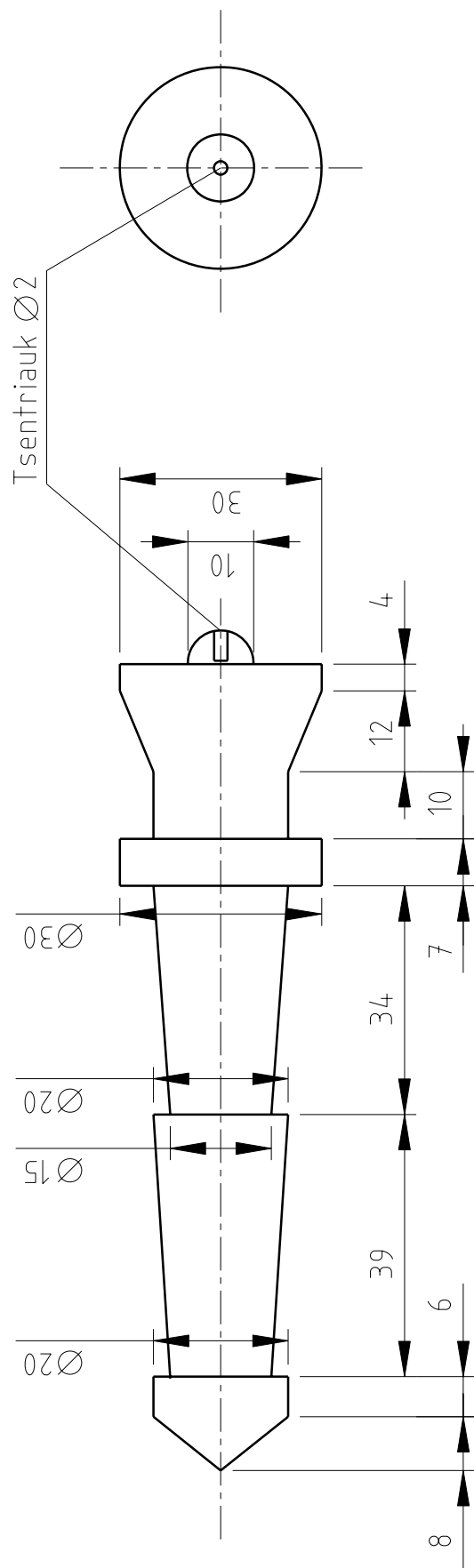
M 1:1



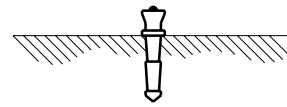
M 1:10

Tüüp 9366.



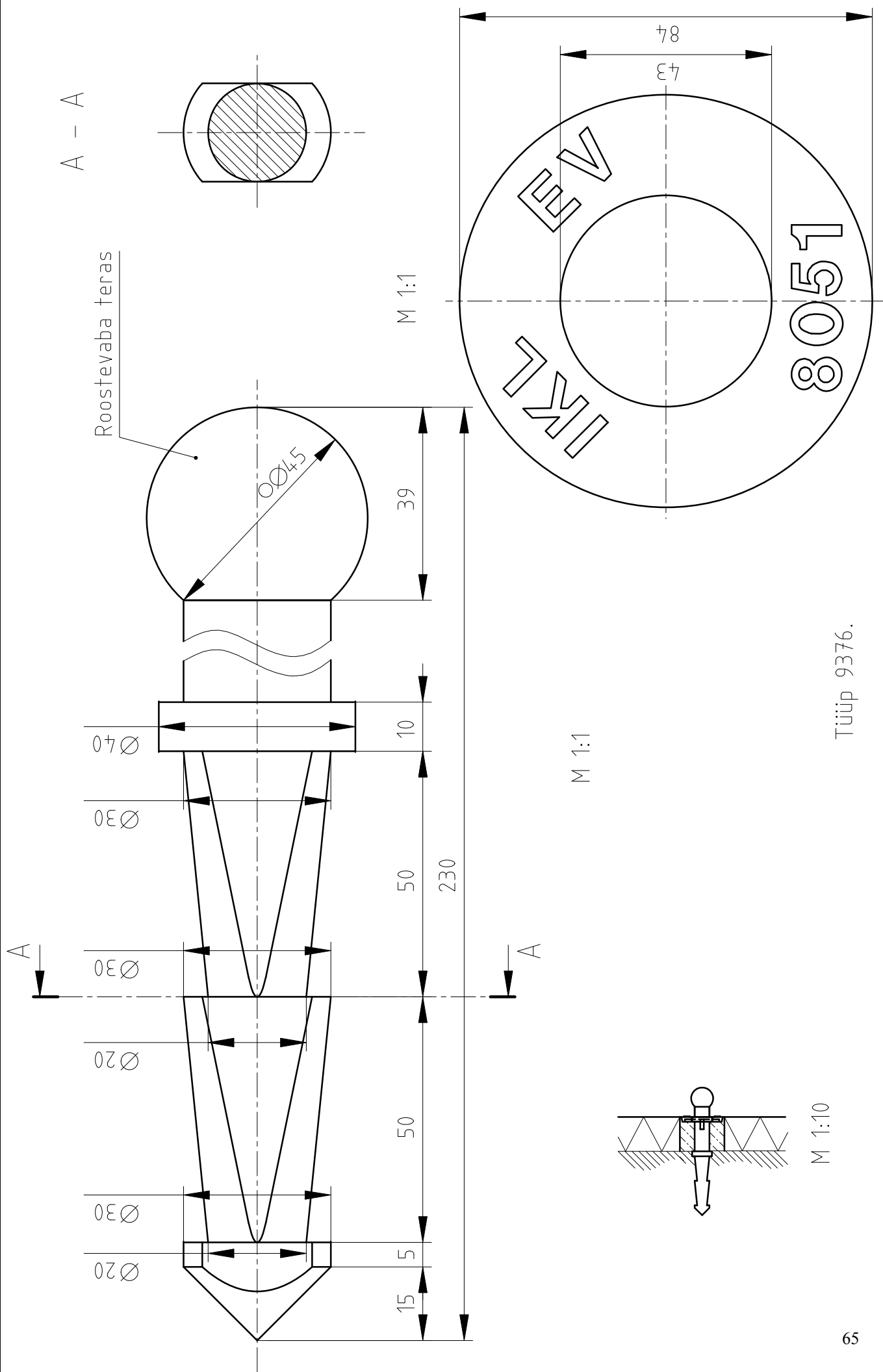


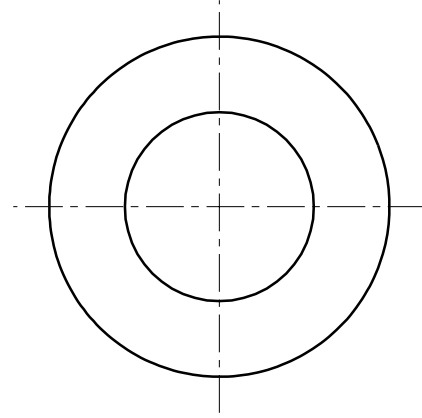
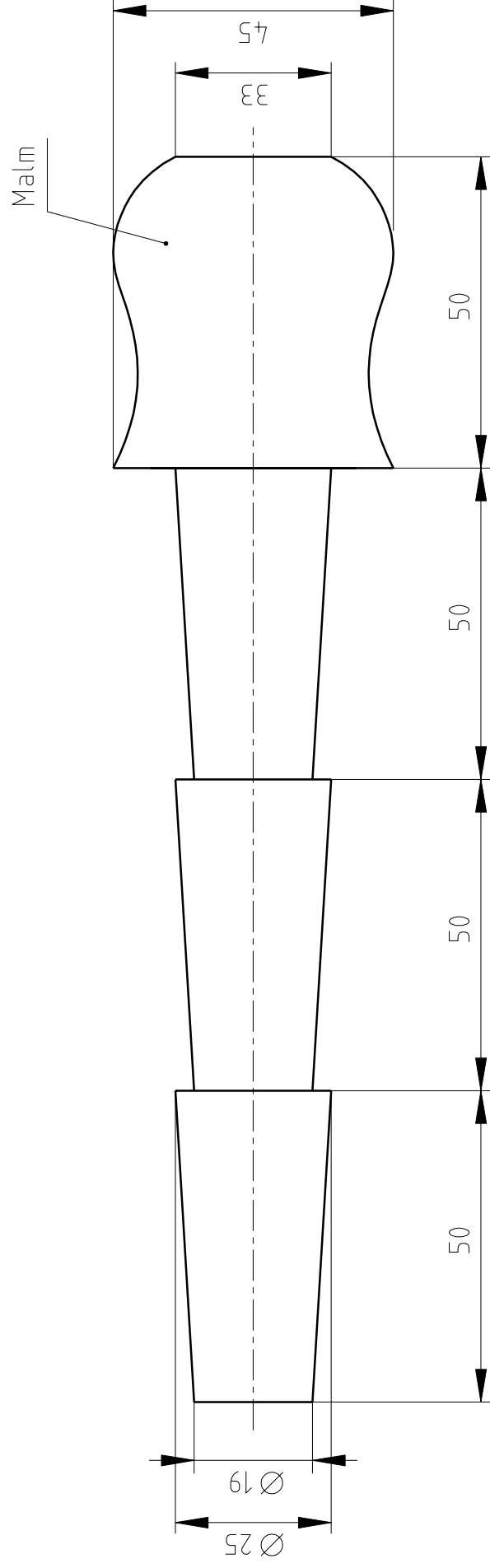
M 1:1



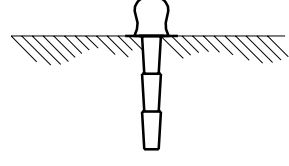
M 1:10

Tiūp 9371



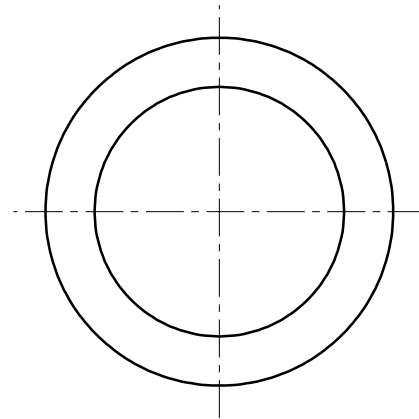
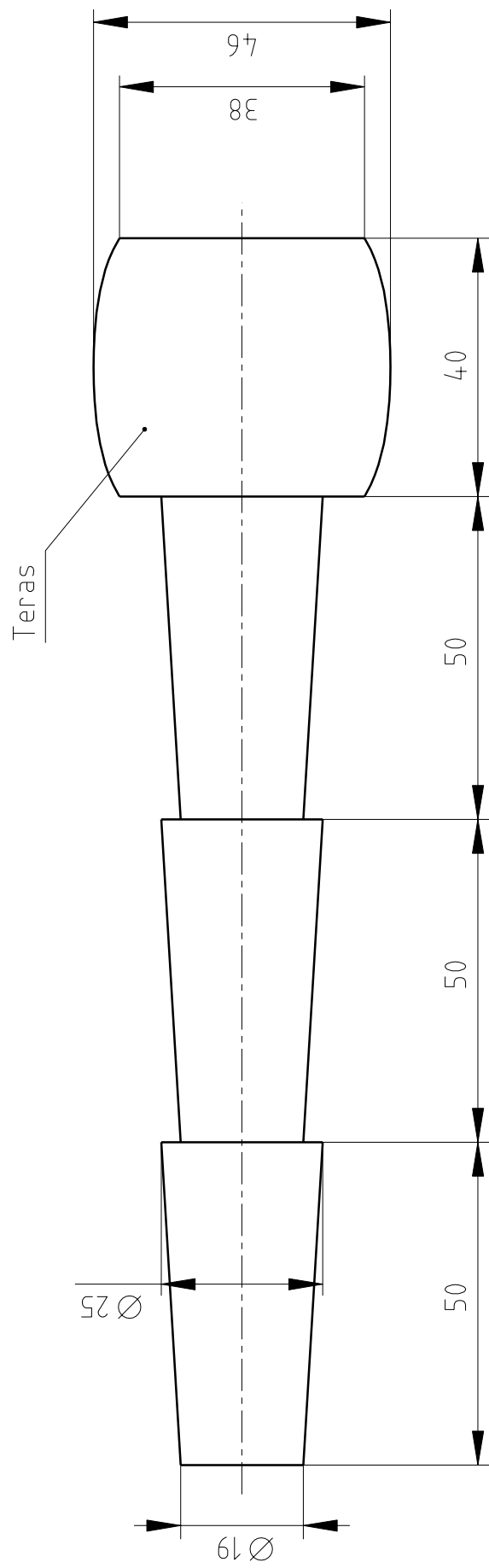


M 1:1

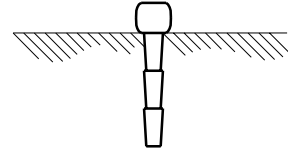


M 1:10

Tüüp 9385.

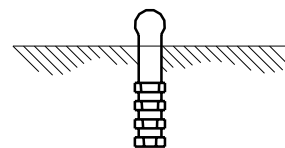
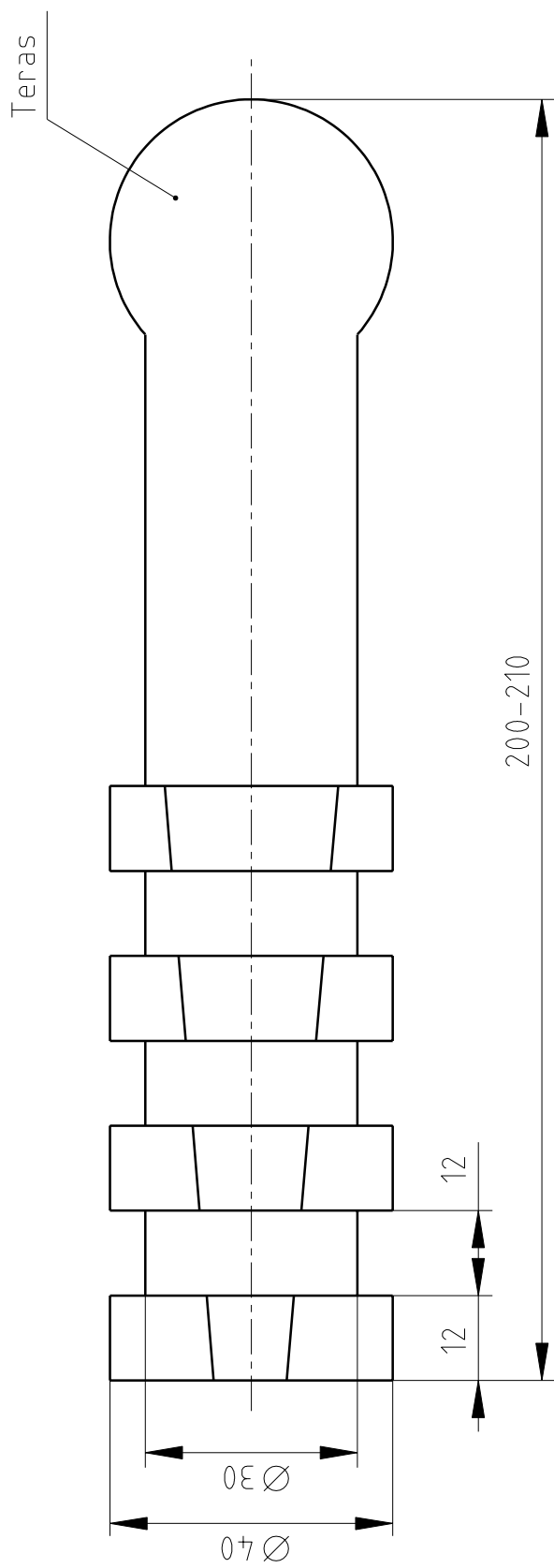


M 1:1



M 1:10

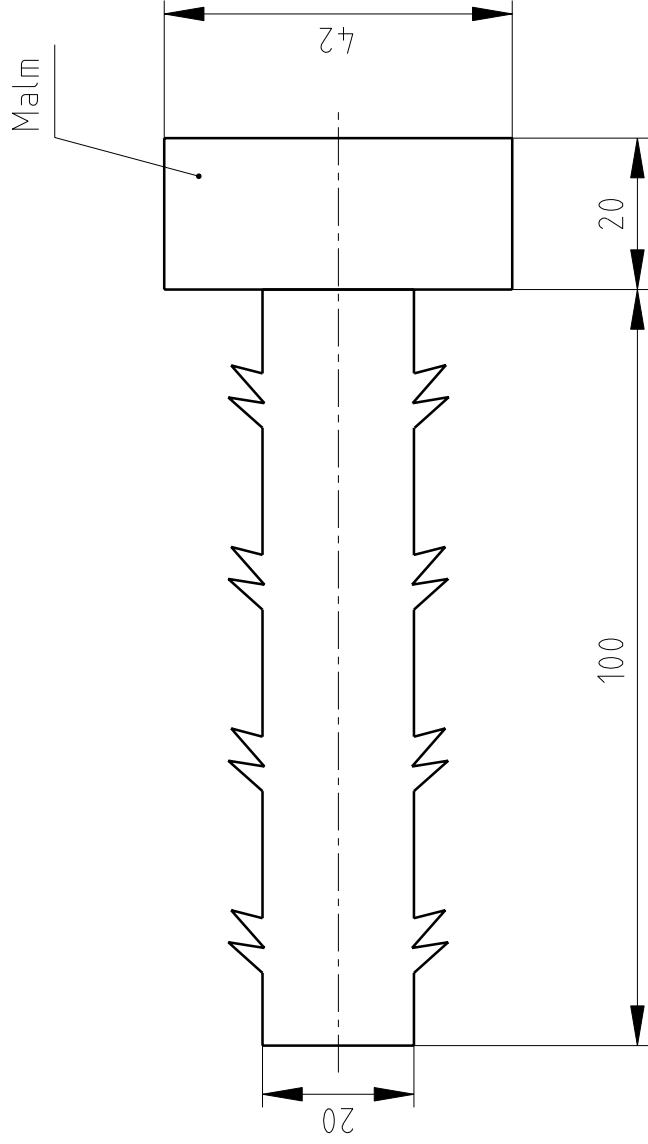
Tüüp 9713.



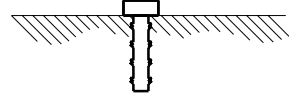
M 1:1

M 1:10

Tüüp 9786.

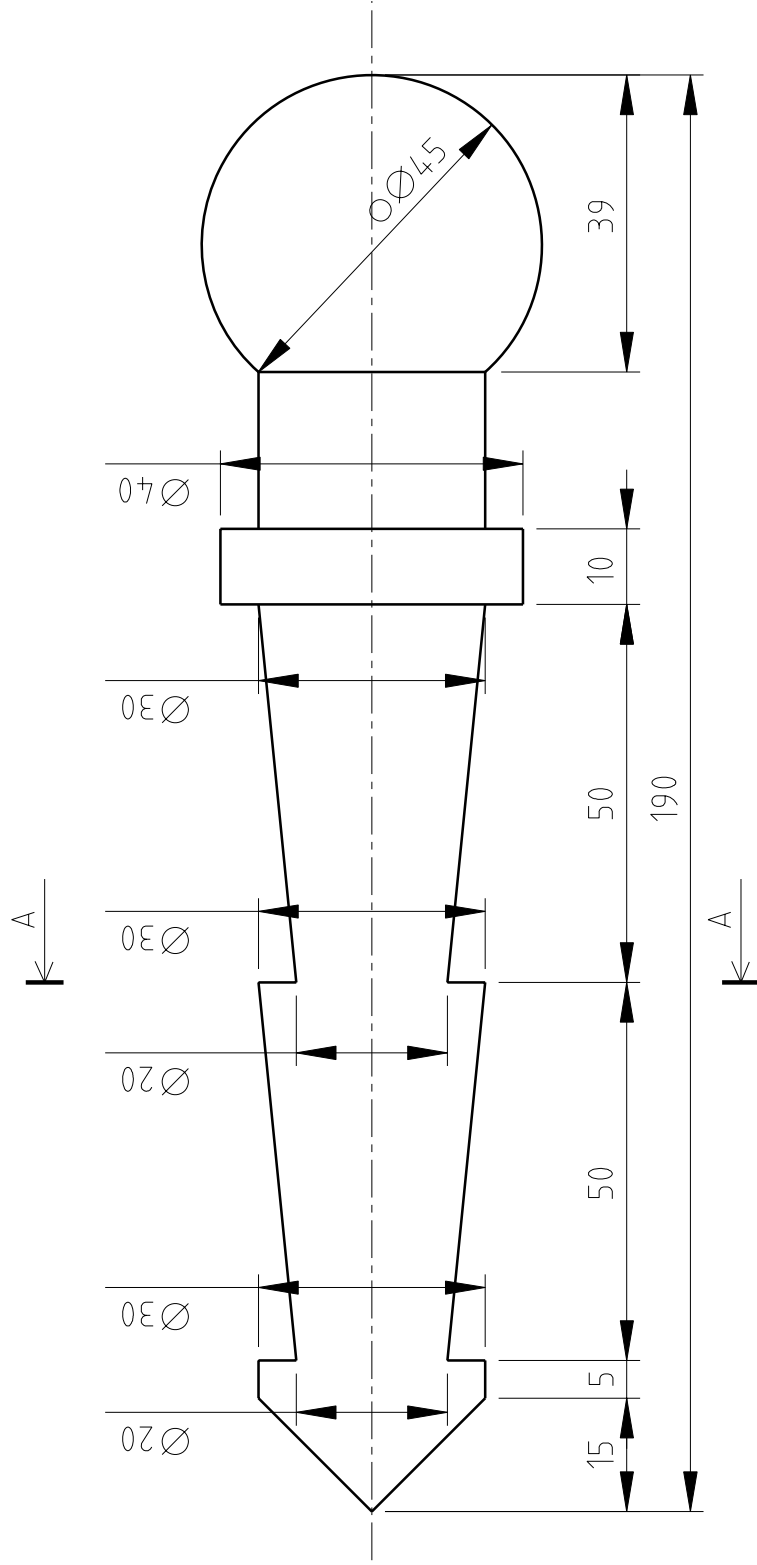


M 1:1

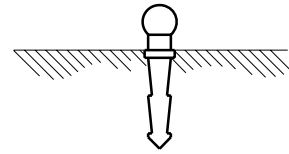


M 1:10

Tüüp 9830

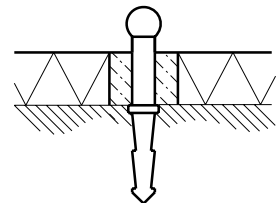
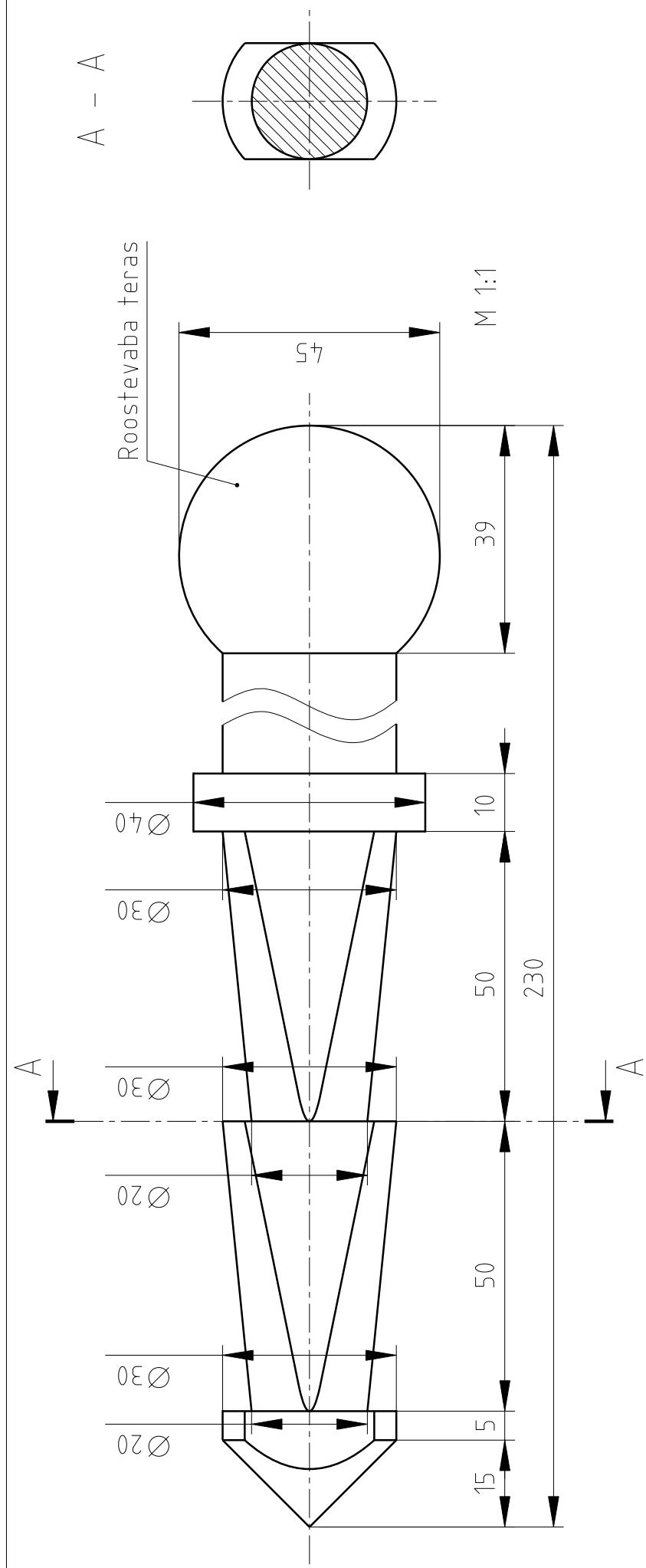


M 1:1



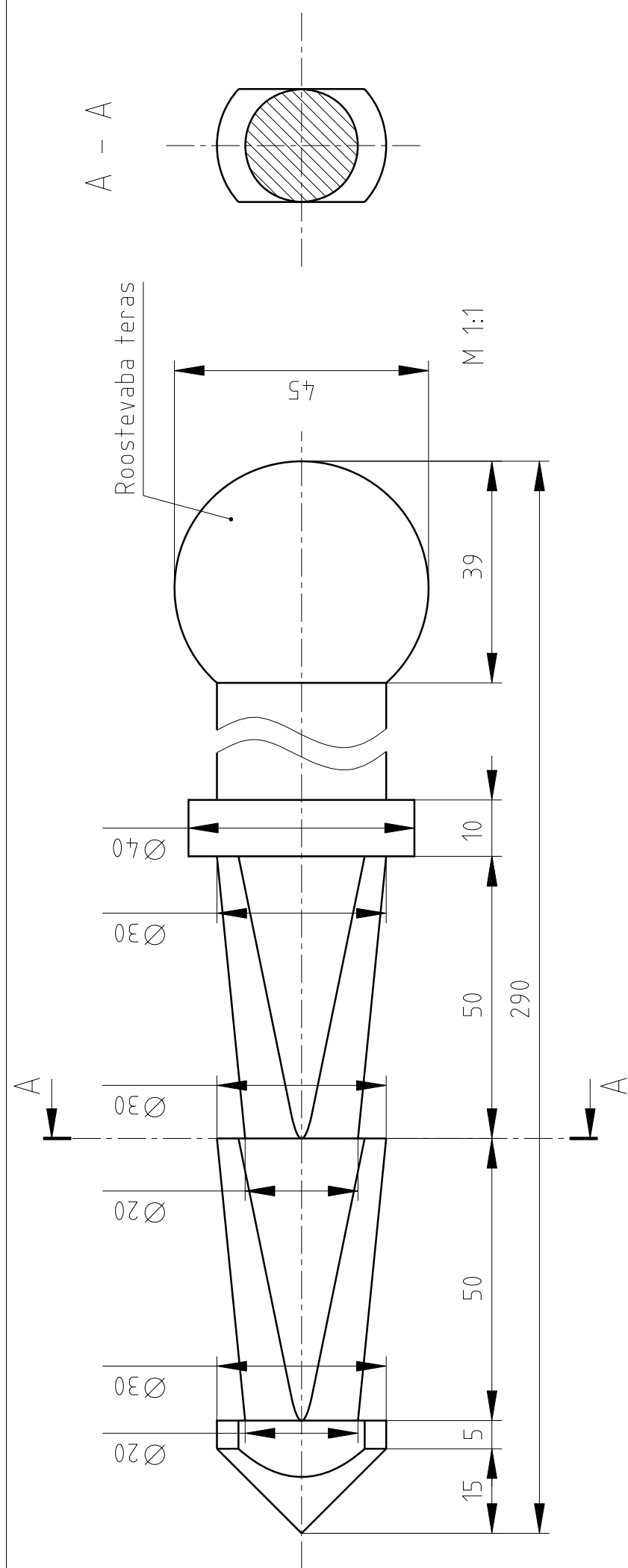
M 1:10

Tüüp 9843

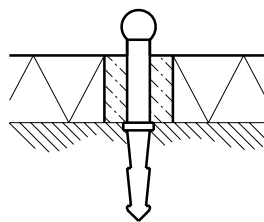


M 1:10

Tüüp 9844



M 1:1



M 1:10

Tüüp 9845

LISA 4. NIVELLEERIMISKÄIKUDE PROJEKTSKEEM

Käesolevas aruandes on seitsekümmend viis (75) nummerdatud lehte.

Detsember 2018. a. /Andres Rüdja