



EESTI MAAÜLIKOOL

Metsandus- ja maaehitusinstituut

Märt-Hendrik Olm

**45-KRAADISE PIKIKALDSEOTISE KINNITUSVIISIGA
TÖÖRIISTADE HOIDMISSEIN
FRENCH CLEAT WALL FOR HOLDING TOOLS**

Rakenduskõrghariduse lõputöö
Puidutöötlemise tehnoloogia

Juhendaja: dotsent Regino Kask, *PhD*

Tartu 2020

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Rakenduskõrghariduse lõputöö lühikokkuvõte	
Autor: Märt-Hendrik Olm		Õppekava: Puidutöötlemise tehnoloogia	
Pealkiri: 45-kraadise pikikaldseotise kinnitusviisiga tööriistade hoidmissein			
Lehekülgi: 49	Jooniseid: 17	Tabeleid: 9	Lisasid: 19
Osakond:		Metsakorralduse ja metsatööstuse õppetool	
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood:		T460	
Juhendaja(d):		Regino Kask, <i>PhD</i>	
Kaitsmiskoht ja aasta:		Tartu 2020	
<p>Paljud tööriistade hoidmisseinad on kas liiga kallid või piiravad kasutajal kujundada tööriistade asetust seinal. Autor töötab välja süsteemi, kus on võimalik asetada riulid või muud tööriistu hoidvad konstruktsioonid vastavalt soovidele. Lõputöö eesmärk on välja töötada 45-kraadise pikikaldseotise kinnitusviisiga tööriistade hoidmissein.</p> <p>Lõputöös kirjeldatakse erinevaid tööriistade hoidmisseina tüüpe. Kirjeldatakse 45-kraadise nurga lahendust, hoidmisseina välimust ning ehitust. Tuuakse välja masinad ja seadmed, mida tööriistade hoidmisseina jaoks kasutatakse. Tehnoloogiliste protsesside all tuuakse välja plaatmaterjali saagimine, tüübliavade puurimine, pikikaldseotiste 45-kraadise nurga alla saagimine, pindade lihvimine. Samuti arvutatakse välja materjalikulu ning hind.</p> <p>Tööriistade hoidmissein valmistatakse vineerist ning kinnitusvahenditeks kasutatakse tüübleid ning kruve. Kokku on detaile 34 tükki. Lõputöö uurimise käigus valitakse välja tööriistade hoidmisseina valmistamise jaoks kõige sobilikumad seadmed ning kinnitusvahendid.</p>			
Märksõnad: 45-kraadine nurk, vineer, masinad, hoidmissein			

Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Professional Higher Education Thesis	
Author: Märt-Hendrik Olm		Speciality: Wood Processing Technology	
Title: French cleat wall for holding tools			
Pages: 49	Figures: 17	Tables: 9	Appendixes: 19
Department/Chair:	Chair of forest Management Planning and Wood Processing Technologies		
Field of research:	T460		
Supervisors:	Regino Kask, <i>PhD</i>		
Place and date:	Tartu 2020		
<p>Many tool holding walls are too expensive or restrict the positioning of the tools on the wall. The author of this thesis comes up with a system that allows the user to organize and position their tool holders or other constructional holders as they wish. The final purpose is to develop a 45-degree angle cleat for tool holders on the wall.</p> <p>The thesis describes a 45-degree angle cleat solution and also the appearance and construction of the tool holding wall. Author brings out the machines that are used in the process. In the technological processes the author describes cutting the plywood, dowel boring, sawing the 45-degree angle cleat, polishing the surfaces and so on. The author also calculates the cost of the material.</p> <p>The cleat wall is made out of plywood and fastened with dowels and wood screws. All together there are 34 details. After a thorough research, the author chooses best machinery and fasteners.</p>			
Keywords: 45-degree angle, plywood, machines, cleat wall			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. ERINEVAD HOIDMISSEINA TÜÜBID	7
1.1. Tööriistade metallist hoidmissein	7
1.2. Tööriistade puidust hoidmissein	8
2. TÖÖRIISTADE HOIDMISSEIN	9
2.1. 45-kraadise nurga lahendus	9
2.2. Tööriistade hoidmisseina välimus ning ehitus	10
3. TOOTMISPROTSESS	11
3.1. Masinad	11
3.2. Tehnoloogiline protsess	15
3.2.1. Plaatmaterjali saagimine	15
3.2.2. Tüübliavade puurimine	16
3.2.3. 45-kraadise nurga alla saagimine	17
3.2.4. Pindade lihvimine ja kantide pehendamine	17
3.2.5. Pitskruvihoidja lõigete tegemine	18
3.2.6. Detailide montaaž koos kandurlaudade vastuste kinnitamisega	18
3.2.7. Tööriistahoidmise seinale kandurlaudade kinnitamine koos küljelaudadega	20
4. MATERJALIKULU JA HINNA ARVUTUS	21
4.1. Plaatmaterjalikulu arvutus	21
4.2. Liimikulu	23
4.3. Kinnitusvahendite kulu	24
4.4. Plaatmaterjali, kinnitusvahendite ning liimi maksumus	24
KOKKUVÕTE	26

KASUTATUD KIRJANDUS	28
LISAD	30
Lisa 1. Tööriistade hoidmissein.....	31
Lisa 2. Riiuli tagasein	32
Lisa 3. Tööriistade hoidmisseina kandurlaud	33
Lisa 4. Tööriistade hoidmisseina kandurlaua vastus 200 mm	34
Lisa 5. Tööriistade hoidmisseina külg	35
Lisa 6. Kruvikeerajate hoidja plaat	36
Lisa 7. Elektritööriistade hoidja riiul 1	37
Lisa 8. Elektritööriistade hoidja riiul 2	38
Lisa 9. Elektritööriistade hoidja külg 1	39
Lisa 10. Elektritööriistade hoidja külg 2	40
Lisa 11. Elektritööriistade hoidja tagumine sein	41
Lisa 12. Prügikasti kandurlaua vastus 200 mm	42
Lisa 13. Käsitööriistade hoidja põhi	43
Lisa 14. Käsitööriistade hoidja vaheseinad ja küljed	44
Lisa 15. Käsitööriistade hoidja kandurlaua vastus 500 mm	45
Lisa 16. Pitskruvide hoidja	46
Lisa 17. Prügikasti põhi	47
Lisa 18. Prügikasti külg 1	48
Lisa 19. Prügikasti külg 2	49

SISSEJUHATUS

Tihti peale on poest ostetavad tööriistade hoidmisriiulid kas liiga kallid või väga kehva ja nõrga konstruktsiooniga. Käesolevas töös käsitletud riul annab kasutajale vabaduse kujundada oma tööriistariiul täpselt nii, nagu temale endale meeldib. Samal ajal on riul tugeva konstruktsiooniga ning võimalik hõlpsasti paigutada igale poole.

Esimene kokkupuude analoogse tööriistade hoidmisseinaga oli kompetentsikeskuses Tsenter. Sel ajal oli toimunud üritus Garage48, kus 48 tunni jooksul tuli meeskondadel välja mõelda projekt, mis pidi valmis saama ideest teostuseni 48 tunniga. Esmakordselt tööriistade hoidmisseinana nähes tundus see väga huvitava konstruktsioonilise lahendusega.

Rakenduskõrgharidusõppe lõputöö eesmärgiks on kirjeldada puidust tööriistade hoidmisseinana konstruktsiooni ning valmistamiseks vajaminevaid materjale ning masinaid. Töös tuuakse näiteid erinevatest hoidmisseinana tüüpidest, kirjeldatakse 45-kraadise pikikaldseotise kinnitusviisi lahendust ning tootmisprotsesse. Samuti arvutab autor välja, kui palju materjali kulub tööriistade hoidmisseinana valmistamiseks. Omahinna väljaarvutamisel lähtutakse materjali-, liimi- ja kinnitusvahendite kulust.

Veel üheks eesmärgiks on autori oskuste ja teadmiste parandamine nii jooniste tegemisel kui ka tehnoloogia välja mõtlemisel.

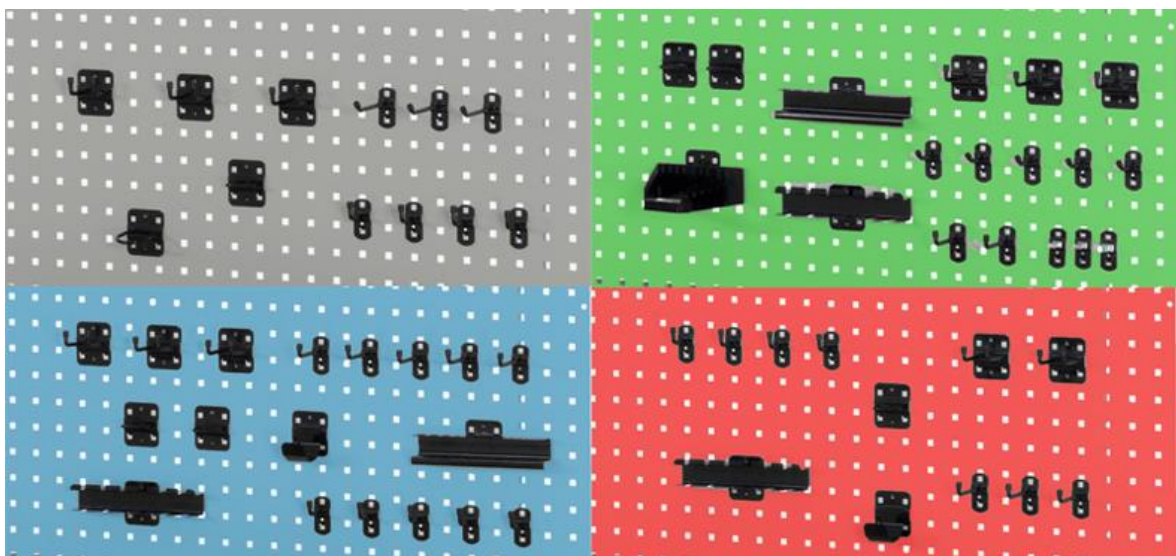
1. ERINEVAD HOIDMISSEINA TÜÜBID

1.1. Tööriistade metallist hoidmissein

Üks tööriistade hoidmise riulitüüpidest on metallriiul, näiteks „Maxstori“ lineaarselt augustatud tööriistade hoidmissein. Selline metallkonstruktsiooniga sein on valmistatud terasest, mille sisse on lõigatud 32 mm sammuga 15 mm avad, kuhu saab kinnitada erinevaid konkse ja tööriistade hoidmise agregate. Erinevad konksusüsteemid suudavad kinni hoida mutrivõtmeid, pitskruve, haamreid, kruvikeerajaid, elektritööriistu jne. Sellist tüüpi konksusüsteemi saab paigutada tööriistade hoidmisseinal ilma kruvikinnituseta. [11]

„Maxstori“ augustatud tööriistade hoidmisseina funktsioonideks on:

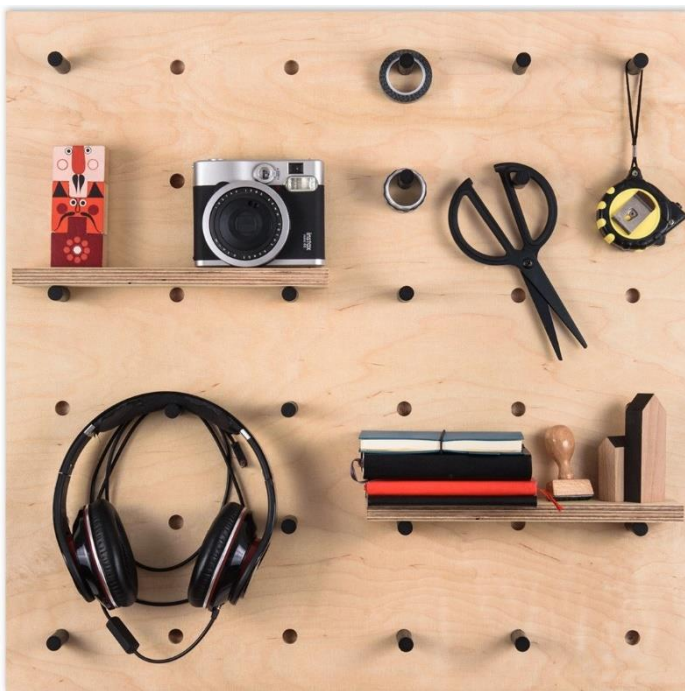
- a) vastupidav terasest konstruktsioon;
- b) augustatud paneel võimaldab kergelt ligipääsu tööriistadele;
- c) konksud ja hoidjad sisestatakse aukudesse ning nad ei vaja kruvikinnitusi;
- d) võimalik paigaldada sein.



Joonis 1.1. Metallist tööriistade hoidmissein. [11]

1.2. Tööriistade puidust hoidmissein

Tööriistade puidust hoidmisseina tüüp sarnaneb metallkonstruktsiooniga seinaga. Üks väljamõeldud lahendus hõlmab endas puidust seinat, mille sisse on puuritud avad, kuhu saab kinnitada tüüblid või nagid. Antud tööriistade hoidmisseina miinuseks on see, et tüüblite peal olevad riulid on kitsad ja ei mahuta palju asju ning tüüblite enda kandevõime on suhteliselt väike. All toodud joonisel 1.2. on näha tööriistade puidust hoidmisseina ühte tüüpi.



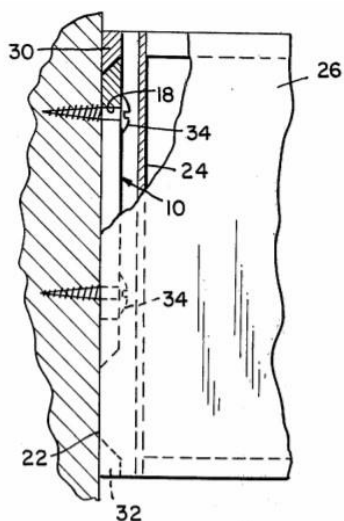
Joonis 1.2. Tööriistade puidust hoidmissein. [12]

2. TÖÖRIISTADE HOIDMISSEIN

2.1. 45-kraadise nurga lahendus

Kogu tööriistade hoidmisseina erinevus teistest seinadest on 45-kraadise nurga lahendus, mis annab kasutajale vabaduse ehitada üles ja paigutada oma tööriistad vastavalt soovidele.

Sellise kinnitussüsteemi on välja mõelnud ja ära patenteerinud 1977. aastal Jesse Califano. Tema eesmärgiks oli mõelda välja kinnitussüsteem, mis oleks mitmekülgne ning kuhu saaks kinnitada erinevaid esemeid. Ta mõtles välja süsteemi, mis võimaldab kasutajal hõlpsasti kinnitada erinevaid esemed seina külge ilma kruvi- või naelkinnitust kasutamata. Selleks võttis ta plaadi, kus ülemine ning alumine serv on lõigatud 45-kraadise nurga alla. Sinna külge saab kinnitada riuli või mõne muu eseme, millel on samuti alla serva lõigatud 45-kraadine nurk. Tänu sellisele lahendusele on võimalik esemeid liigutada horisontaalses suunas. Joonisel 2.1. on välja toodud patenteeritud 45-kraadise nurga lahendus. [8]



Joonis 2.1. 45-kraadise nurga lahendus. [8]

Joonisel 2.1. välja toodud detailide nummerdustest hõlmavad autori tööd numbrid 30, 10, 24. Detail number 30 on kandurlaua vastus, mis on 45-kraadise nurga alla saetud, number

10 tähistab kandurlauda, mille alumine ning ülemine serv on samuti 45-kraadise nurga alla saetud. Number 24 vastab näidiseks toodud kapi tagumisele seinale, millele kinnitatakse detail number 30. [5]

2.2. Tööriistade hoidmisseina välimus ning ehitus

Väljatöötatud lahendus tugineb eespool mainitud kinnitussüsteemile ning Garage48 ürituse raames tehtud tööriistade hoidmisseina prototüübile.

Tööriistade hoidmissein koosneb kruvikeerajate hoidjast, pitskruvide hoidjast, elektritööriistade hoidjast, käsitööriistade hoidjast ning kastist, kuhu on võimalik ladustada jääkmaterjale. Materjaliks valiti kasevineer, sest kasevineer on stabiilsem kui täispuit ning paisub ja kuivab vähem kokku. Tööriistade hoidmisseina kandurlauad ning kõik muud detailid peale kandurlaudade vastuste on omavahel kinnitatud tüübelühendusega. Kandurlaudade vastused kinnitatakse hoidjatele ning riulitele kruvikinnitustega. Täpsed detailide mõõdud on välja toodud lisadena 1–19. Allpool joonisel 2.2. on näidatud tööriistade hoidmisseina lahendust.



Joonis 2.2. Tööriistade hoidmissein.

3. TOOTMISPROTSESS

3.1. Masinad

Tootmisprotsessi käigus kasutatakse enamlevinud puidutöötlemise masinaid. Nendeks on formaatsaag, mitmespindiline puurpink, lailintlihvmasin, CNC-töötlemiskeskus. Kõik seadmed on välja valitud Biesse puidutöötlemismasinade nimekirjast, välja arvatud mitmespindiline puurpink.

Biesse Active 400 formaatsaaga lõigatakse plaatmaterjal toorikuteks ning tehakse 45-kraadised lõiked kandurlaudadele ning kandurlaudade vastustele. Joonisel 3.1. on ära näidatud formaatsaag ning tabelis 1 spetsifikatsioonileht.



Joonis 3.1. Biesse Active 400 formaatsaag. [21]

Tabel 1. Biesse 400 Active formaatsae spetsifikatsioonid [21]

Formaatsae mõõdud	mm	3350–3500–1480
Lõigete kaldenurk	kraad	0–45
Lõikekõrgus	mm	125 (0 kraadi) - 85 (45 kraadi)
Peaspindli kiirus	p/min	3200–4000–6000
Ettelõike spindli kiirus	p/min	8000
Peaspindli võlli läbimõõt	mm	30
Ettelõike võlli läbimõõt	mm	20
Pealõikeketta läbimõõt	mm	250–400
Ettelõikeketta läbimõõt	mm	120

Lailintlihvmasin Biesse S2 eesmärgiks on valmisdetailide pinnakvaliteedi parandamine. Lihvpaberi teralisuseks on 240 ja 360. Illustreeritud pilt on näha joonisel 3.2. ning tabelis 2 on välja toodud lailintlihvmasina spetsifikatsioonileht.



Joonis 3.2. Biesse Viet S2 lailintlihvmasin. [4]

Tabel 2. Biesse S2 lailintlihvmasin spetsifikatsioonileht [3]

Lailintlihvmasin Biesse S2 mõõdud	mm	1760–2870–2235
Maksimaalne töötlemisala	mm	1100
Min - max töötlemispaksus	mm	3–160
Lihvlindi mõõtmed	mm	1130 × 2200
Etteande kiirus	m/min	3–16
Kaal	kg	2880
Mootori max võimsus	kW	18,5

Griggio GF-21 mitmespindlilise puurpingi eesmärgiks on tüübliavade puurimine detailidele. Suuremate detailide avade puurimiseks, mida ei ole võimalik sooritada mitmespindlilise puurpingiga, kasutatakse Biesse Excel CNC-keskust. Muud vajalikud tüübliavad puuritakse detailidele Griggio GF-21 mitmespindlilise puurpingiga (joonisel 3.3.). Tabelis 3 on välja toodud mitmespindlilise puurpingi spetsifikatsioonileht.



Joonis 3.3. Griggio GF-21 mitmespindliline puurpink. [6]

Tabel 3. Griggio GF-21 mitmespindliline puurpingi spetsifikatsioonileht [6]

Padrunid	n	21
Kahe padruni vaheline tsentri kaugus	mm	32
Esimese ja viimase padruni vaheline kaugus	mm	640
Max tooriku töötlemise paksus	mm	90
Max puurimissügavus	mm	65
Töölaua suurus	mm	860 × 400
Suurim lubatud tooriku mõõt puurimisel	mm	850 × 3000
Spindli pöörlemiskiirus	p/min	2800
Mootori võimsus	kW	1,5

Biesse Excel CNC-keskusega puuritakse 1400 × 1400 tööriista hoidmisseinale kandurlaudade avad ning samuti külgmiste laudade tüübliavad (joonis 3.4.). Samuti sooritatakse puurimistsüklid suurtel detailidel, mida ei ole võimalik saavutada mitmespindlilise puurpingiga. Antud CNC- keskus valiti just sellepärast, et sellega on võimalik puurida hoidmisseina plaadile kõik avad, nii pealispinnale kui ka servpindadele. Kõik detailid on võimalik töödelda antud CNC- keskusega ning kui mõelda suurettevõtetele ning masstootmisele, siis oleks kõige mõistlikum variant kasutada kõikide detailide töötlemiseks Biesse Excel CNC-keskust.



Excel single table in FT version.

Joonis 3.4. Biesse Excel ühe töötlemislauaga CNC-keskus. [2]

Tabel 4. Biesse Excel CNC-keskuse spetsifikatsioonileht [2]

Töötlemislaua mõõdud	mm	2200 × 2600
Puurimisüksus puuride max arv	n	29
5-teljelise spindlipea võimsus	kW	21

3.2. Tehnoloogiline protsess

Tehnoloogiliste protsesside alla kuuluvad järgnevad tegevuse: plaatmaterjali saagimine ettenähtud pikkuseks, tüübliavade puurimine mitmespindlilise puurpingi ja CNC-keskusega, formaatsaega 45-kraadise nurga all kandurlaudade ning kandurlaudade vastuste saagimine, pitskruihoidja avade saagimine tikksaega. Lisaks veel kantide pehmendamine ekstsentrilihvijaga, riiulite, hoidjate ja kasti montaaž ning kandurlaudade vastuste kinnitamine neile. Viimaseks tööriistahoidmise seinale kandurlaudade kinnitamine koos küljelaudadega.

3.2.1. Plaatmaterjali saagimine

Plaatmaterjal saetakse vastavatesse pikkustesse all toodud tabeli 5 järgi. Selleks kasutatakse Biesse formaatsaagi ja plaatmaterjali lõikamiseks ettenähtud saeketast mõõtudega 250/2,2/30/z80. Numbrid tähistavad saeketta diameetrit, saetee laiust, peaspindli võlli läbimõõtu ning lõikekõrgust z. Kõik mõõdud on antud millimeetrites.

Tabel 5. Plaatmaterjali detailide mõõdud ja kogused

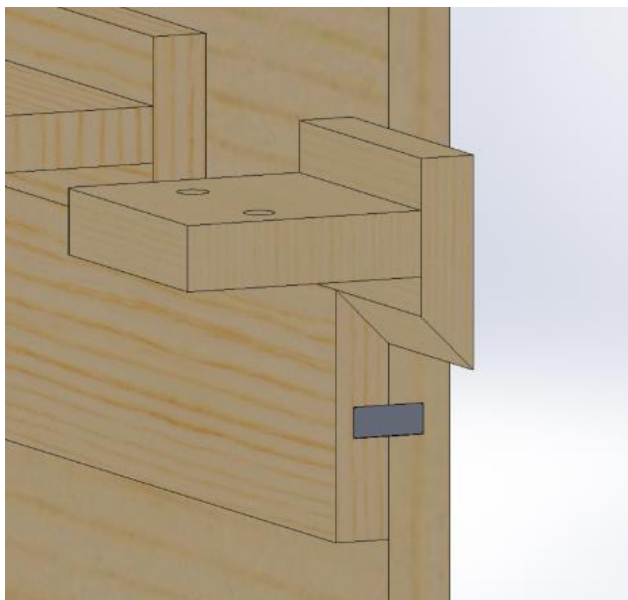
Nr.	Detaili nimetus	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kogus (tk)
1	Hoidmisseina plaat	1400	1400	21	1
2	Kandurlaud	1400	80	18	5
3	Kandurlaua vastus 1	200	68	18	3
4	Hoidmisseina külg	1400	39	18	2
5	Kruvikeerajate hoidja	200	80	21	1
6	Elektritööriistade hoidja riul 1	564	200	18	2
7	Elektritööriistade hoidja riul 2	564	200	18	1
8	Elektritööriistade hoidja külg	800	200	18	2
9	Elektritööriistade hoidja tagus	800	600	18	1
10	Käsitööriistade hoidja põhi	500	80	18	1
11	Käsitööriistade vaheseinad ja küljed	382	80	18	5
12	Kandurlaua vastus 2	500	80	18	4
13	Pitskruvide hoidja	500	80	18	1
14	Prügikasti põhi	450	336	18	1
15	Prügikasti külg 1	600	300	18	2
16	Prügikasti külg 2	600	450	18	2

3.2.2. Tüübliavade puurimine

Tüübliavade puurimine toimub Griggio GF-21 mitmespindlilise puurpingi ja Biesse Excel CNC-keskusega. Tüübliavade puurimissügavuseks on 12 mm ja diameetriks 10 mm. Kõik detailid peale tööriistade hoidmisseina plaadi, külgmiste laudade ning suuremate detailide augustatakse mitmespindlilise puurpingiga. CNC-keskuse kasutamine seinaplaadi avade puurimisel on vajalik seetõttu, et CNC-keskuse puurimisfunktsioon on võimekas puurima nii horisontaaltasapinnal kui ka vertikaaltasapinnal. Just seetõttu sai valitud CNC-keskus hoidmisseina aukude puurimiseks.

3.2.3. 45-kraadise nurga alla saagimine

Kogu tööriistahoidjate süsteem on välja töötatud 45-kraadise pikikaldseotise kinnitussüsteemina (joonis 3.5.).



Joonis 3.5. 45-kraadise nurga lahendus.

Just seetõttu on vaja saagida kandurlaudadel ning kandurlaudade vastustel 45-kraadine nurk formaatsaega Biesse Active 400.

3.2.4. Pindade lihvimine ja kantide pehmdamine

Baaspindade lihvimine toimub Biesse Viet S2 lailintlihvmasinaga. Ainuke detail, mis ei mahu lailintlihvmasinasse, on 1400 × 1400 mm seinaplaat. Seinaplaadi lihvimiseks kasutatakse ekstsentriklihvijat. Kui detailide baaspinnad on lihvitud, pehmdatakse kapid ekstsentriklihvijaga (joonis 3.6.). Lihvpaberi teralisuseks on 240 ja 360. Lailintlihvmasina lihvpaberi teralisuseks on 240.



Joonis 3.6. Makita ekstsentrilhvija BO5041. [9]

3.2.5. Pitskruvihoidja lõigete tegemine

Pitskruvide lõigete tegemisel kasutatakse tikksaagi, et teha erinevates suundades lineaarsed lõiked. Selleks on sobilik tikksaag Makita 4327 (joonis 3.7.).



Joonis 3.7. Makita tikksaag 4327. [10]

3.2.6. Detailide montaaž koos kandurlaudade vastuste kinnitamisega

Kõikide detailide kokkupanekul kasutatakse polüvinüülsetaati liimi Casco Silva (joonis 3.8.). Kinnitusvahenditena kasutatakse 10 × 24 mm tüübleid, mida on kokku 139 tükki.

Tüüblite kasutamisel on mõtet, kui kõnesolev seotis pole disaini oluline osa ja kui seotisele mõjuvad jõud ei rakendu tüüblite sihis. Tavaliselt on tüübelseotis sileservkontakt, mistõttu ei ole vaja konstrueerida keerulisi tappseotisi ja piisab lihtsast toorikute liitumisest. [13]

Tüüblid ostetakse mõõduga 10 × 40 mm ning saetakse 24 mm pikkuseks [19]. Liimi kuivamise ajal kokku pressimiseks ja surve avaldamiseks kasutatakse Bessey REVO KRV (joonis 3.9.) pitskruve [18]. Esimesena liimitakse kokku riulid, hoidjad ning kast. Seejärel kinnitatakse neile kandurlaudade vastused, kuhu on ette puuritud kruvide uputamise jaoks 10 mm laiused ja 5 mm sügavused kruvipeauputusavad. Kruvideks kasutatakse peitpeaga tsingitud puidukruve 3,5 × 25 mm [1]. Kruvide kinnitamiseks kasutatakse 2,0 Ah akuga trell-kruvikeerajat Makita DDF483RAJ (joonis 3.10.) [20].



Joonis 3.8. Casco Silva liim. [15]



Joonis 3.9. Bessey REVO KRV pitskruvi. [18]



Joonis 3.10. Trell-kruvikeeraja Makita DDF483RAJ. [20]

3.2.7. Tööriistahoidmise seinale kandurlaudade kinnitamine koos küljelaudadega

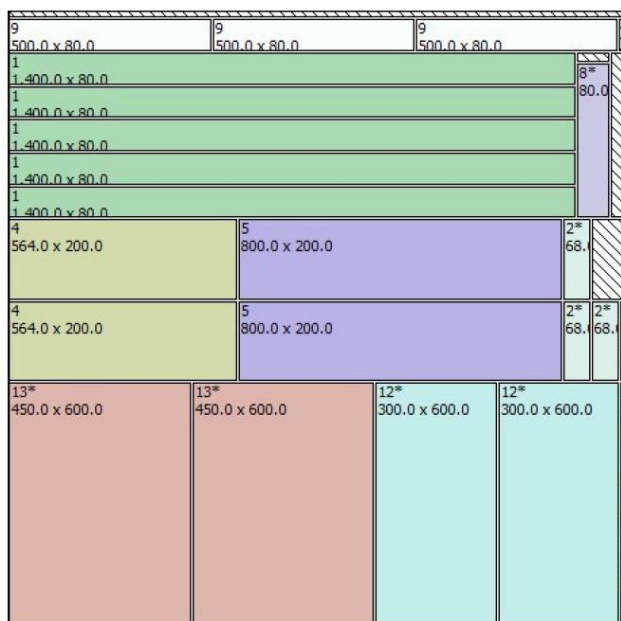
Suure hoidmisseina plaadi ja temale kinnituvate kandurlaudade survestamiseks liimi kuivamise ajal kasutatakse pitskruve Bessey REVO KRV ning raskusplaate.

4. MATERJALIKULU JA HINNA ARVUTUS

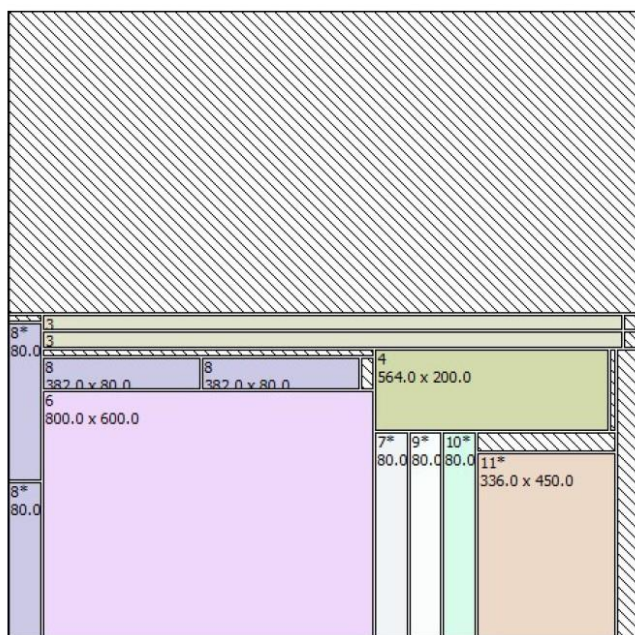
4.1. Plaatmaterjalikulu arvutus

Plaatmaterjalikulu leidmiseks kasutatakse Cutlogic 2D tarkvara, mis arvutab välja plaatmaterjali koguse ning optimeerib detailide paigutuse vineeritahvlil. Töös kasutatakse 21 mm paksust ning 18 mm paksust vineeri.

Vineer on mitmekihiline, mis tähendab, et vineer koosneb paaritust arvust kihtidest. Need võivad olla ühepaksused, kuid ristkihtidena võidakse kasutada ka paksemat spooni. See tagab kummaski suunas võrdse jäikuse. [7] Vineer soetatakse Estoply ettevõttest ning tahvlite laiuks on 1525 mm ning pikkuseks samuti 1525 mm [5]. Mõlema plaadilõikuse juures saetakse igast küljest maha 5 mm, et saavutada parim servakvaliteet. Kuna tegemist on mittevastutusrikaste detailidega, mis asetatakse soonele, siis saetakse detailid mõõtu ilma varudeta [14]. 18 mm paksusest vineerist lõigatakse 32 detaili, mis on ära jaotatud kahe vineeritahvli peale (joonis 4.1. ning joonis 4.2.).



Joonis 4.1. 18 mm plaatmaterjali lõikuskava 1.



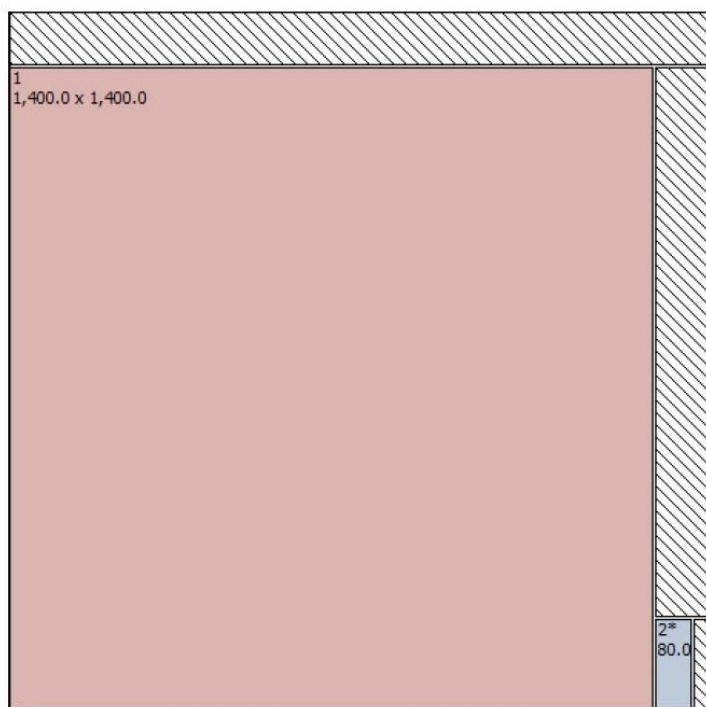
Joonis 4.2. 18 mm plaatmaterjali lõikuskava 2.

Allpool on tabelis 6 välja toodud iga detaili pindala ning detailide kogupindala

Tabel 6. Detailide mahutabel 18 mm vineerplaadi puhul

Nr.	Detaili nimetus	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kogus (tk)	Maht (m ²)
1	Kandurlaud	1400	80	18	5	0,56
2	Kandurlaua vastus 1	200	68	18	3	0,04
3	Hoidmisseina külg	1400	39	18	2	0,11
4	Elektritööriistade hoidja riul 1 ja 2	564	200	18	3	0,34
5	Elektritööriistade hoidja külg	800	200	18	2	0,32
6	Elektritööriistade hoidja tagus	800	600	18	1	0,48
7	Käsitööriistade hoidja põhi	500	80	18	1	0,04
8	Käsitööriistade vaheseinad ja küljed	382	80	18	5	0,15
9	Kandurlaua vastus 2	500	80	18	4	0,16
10	Pitskruvide hoidja	500	80	18	1	0,04
11	Prügikasti põhi	450	336	18	1	0,15
12	Prügikasti külg 1	600	300	18	2	0,36
13	Prügikasti külg 2	600	450	18	2	0,54
					Kokku (m²)	3,29

21 mm paksusest vineerist lõigatakse 2 detaili, mis on jaotatud ära ühe vineeritahvli peale (joonis 4.3.).



Joonis 4.3. 21 mm plaatmaterjali lõikuskava.

Tabelis 7 on välja toodud iga detaili pindala ning detailide kogupindala.

Tabel 7. Detailide mahutabel 21 mm vineerplaadi puhul

Nr.	Detaili nimetus	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Paksus (mm)	Kogus (tk)	Maht (m ²)
1	Hoidmisseina plaat	1400	1400	21	1	1,96
2	Kruvikeerajate hoidja	200	80	21	1	0,02
					Kokku (m²)	1,98

4.2. Liimikulu

Liimitavate pindade arvutusel lähtuti tüübliavade kogusest ning samuti kantakse liimi tabelis 8 välja toodud detailide servpindadele, et kogu tööriistade hoidmisseina konstruktsioon oleks tugevam.

Tabel 8. Liimitavate pindade pindala

Nr.	Liimitav pind	Kõrgus	Laius	Kogus	Pindala
1	Tüübliavad	24	10	139	0,14
2	Kandurlauad	1400	62	5	0,43
3	Hoidmisseina külg	1400	18	2	0,05
4	Elektritööriistade hoidja riulid	764	18	3	0,04
5	Elektritööriistade hoidja küljed	800	18	2	0,03
6	Käsitööriistade hoidja põhi	500	18	1	0,01
7	Käsitööriistade hoidja vaheseinad ja küljed	382	18	5	0,03
8	Prügikasti küljed	1500	18	2	0,05
				Kokku (m2)	0,79

Kasutatava liimi pealekandmiseks ettenähtud kulu on 200 g/m² kohta [15]. Väljaarvutatud liimitavate pindade kogupindala on 0,79 m², mis tähendab, et kogu liimikulu antud töö kohta tuleb 157,88 g. Liimikoguse kaalu väljaarvutamisel võeti aluseks liimi erikaal 1170-1200 kg/m³ [17].

4.3. Kinnitusvahendite kulu

Kandurlaudade vastused kinnitatakse elektritööriistade hoidjale, käsitööriistade hoidjale, pitskruidude hoidjale, kruvikeerajate hoidjale ning kastile 3,5 × 25 mm puidukruvidega [1]. Kruvisid kasutatakse mõnikord sileservseotiste või pool poolega seotiste kindlustamiseks, mis võimaldab seotisi vajadusel lahti võtta [13]. Kruvidele on ette puuritud 10 mm läbimõõduga avad, kuhu uputatakse kruvipea ära. Kokku läheb kruvisid vaja 31 tükki.

4.4. Plaatmaterjali, kinnitusvahendite ning liimi maksumus

Plaatmaterjali hinna aluseks võeti Estoply ettevõtte hinnakiri ning plaatide suuruseks on 1525 × 1525 mm [5]. Puidukruvide maksumus saadi Bauhofi kodulehelt [1] ning arvatati

välja tükihinna meetodil. Puidust tüüblite hind saadi Tööriistamaailma kodulehelt [19]. Liim ostetakse Ehituskaup24 kodulehelt [16]. Tabelis 9 on välja toodud materjalide maksumus.

Tabel 9. Materjalide maksumus

Nr.	Nimetus	Kogus	Hind (euro)
1	Puidust tüübel 10×40	139 tk	5,7
2	Kasevineeritahvel 18 mm	2 tk	50,4
3	Kasevineeritahvel 21 mm	1 tk	28,8
4	Puidukruvi 3,5×25 mm	31 tk	0,34
5	Liim Casco Silva	157,88 g	0,64
		Kokku	85,88

KOKKUVÕTE

Rakenduskõrghariduse lõputöö eesmärk on välja mõelda puidust tööriistade hoidmisel, mis annab kasutajale vabaduse paigutada ja korrastada tööriistad vastavalt soovidele. Antud lahendus võimaldab hõlpsasti muuta erinevate riulite, hoidjate ja kastide paigutust tööriistade hoidmisel.

Võttes aluseks Jesse Califano välja mõeldud ja patenteeritud 45-kraadise nurga lahendusega kinnitussüsteemi ning kompetentsikeskuses Tsender nähtud tööriistade hoidmisel prototüübi, töötati välja tööriistade hoidmisel lahendus, mille materjaliks kasutati 21 mm ning 18 mm kasevineeri.

Lõputöös kirjeldatakse tööriistade metallist ning puidust valmistatud hoidmisel tüüpe. Kirjeldatakse 45-kraadise nurga lahendust, seinavälimust ning ehitust. Tootmisprotsesside alla kuuluvad masinate kirjeldused ning spetsifikatsioonilehed, tehnoloogilise protsessi kirjeldamine, mille alla omakorda kuuluvad plaatmaterjali saagimine, tüüblavade puurimine, 45-kraadise nurga alla saagimine, pindade lihvimine ja kantide pehmenemine, pitskruihoidja lõigete tegemine, detailide montaaž koos kandurlaudade vastuste kinnitamisega ning lõpuks tööriistade hoidmisel kanturlaudade kinnitamine koos küljelaudadega. Materjalikulu ja hinna arvutuses leitakse plaatmaterjali kulu, liimikulu, kinnitusvahendite kulu, plaatmaterjali, kinnitusvahendite ning liimi maksumus.

Paatmaterjali saagimisel kasutatakse Biesse Active 400 formaatsaagi, millega saetakse samuti kandurlaudadele ja kandurlaudade vastustele 45-kraadine nurk. Valmisdetailide pinnakvaliteedi parandamiseks kasutatakse Biesse Viet S2 lailintlihvmasinat. Avade puurimiseks kasutatakse Griggio GF-21 mitmespindilist puurpinkki ning Biesse Excel CNC-keskust. Keerukamate lõikuste puhul kasutatakse Makita tikksaagi 4327 ning 1400 × 1400 mm seinaplaadi lihvimiseks Makita ekstsentrilihvijat BO5041. Detailide kokkuliimimiseks kasutatakse Casco Silva liimi, Besse REVO KRV pitskruike. Kandurlaudade vastuste kinnitamiseks kasutatakse Makita trell-kruikeerajat DDF483RAJ ning 3,5 × 25 mm puidukruike.

Materjalikulu alla kuuluvad kasevineeritahvlid, mille paksuseks on 18 mm ja 21 mm. 18 mm kasevineeri kulub 2 tahvlit ja 21 mm kasevineeri 1 tahvel. Tahvli mõõduks on 1525 × 1525 mm. Puidust tüübleid läheb kokku tarvis 139 tükki, puidukruve 31 tükki. Liimikulu antud töö kohta tuleb 157,88g. Kinnitusvahendite, liimi ning plaatmaterjalide kogumaksumuseks tuleb 85,88 eurot.

3D mudeli valmistamiseks kasutatakse *Solidworks* joonestusprogrammi, mis võimaldas 2D joonised muuta 3-dimensionaalseteks mudeliteks ning tänu sellele sai üksikud detailid omavahel ühendada ja kokku panna üheks tervikuks. Valmis tööriistade hoidmisseina pildi genereerimiseks kasutati *Autodesk Fusion 360* programmi, mis võimaldas genereerida realistliku pildi.

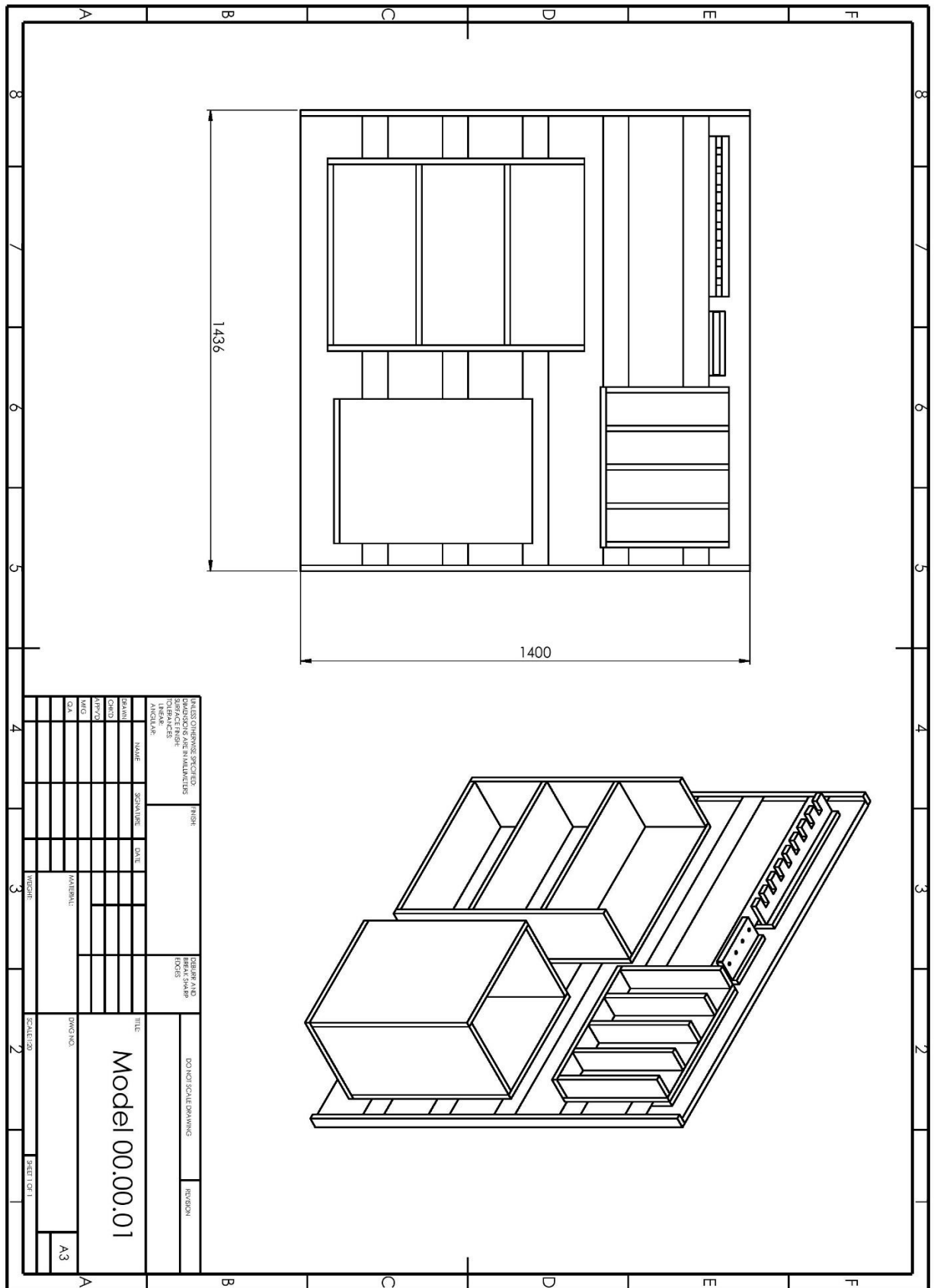
KASUTATUD KIRJANDUS

1. Bauhof Group AS. Puidukruvi peitpea 3.5x25 kollane zn. [veebileht] <https://www.bauhof.ee/et/puidukruvi-peitpea-3-5x25-kollane-zn-tx-15-500tk-497936> (26.04.2020)
2. Biesse Group. NC Processing centre. [veebileht] https://www.biesse.com/downloads/17810/1035/5808A0701%20Cat_Excel_Eng_Lr.pdf (25.04.2020)
3. Biesse Group. S2 calibrating sanding machine. [veebileht] https://www.biesse.com/downloads/11891/488/5808A0927_Viet_Cat_S2_apr16_1_NG_Lr.pdf
4. Biesse Group. S2 calibrating sanding machine. [veebileht] https://www.biessecdn.com/media/cache/img/1240/652_n_biesse_viet_s2_cover.png (22.04.2020)
5. Estoply OÜ. Vineer. [veebileht] <http://estoply.ee/tooted/vineer/> (01.05.2020)
6. Höchsmann. Mitmespindiline puurpink GF 21 [veebileht] https://files.hoehsmann.com/lexikon/pdf/original/gri_gf21_35_2011_de_ru_en.pdf?lang=en (28.04.2020)
7. **Jackson, A., Day, D.** (2005). Puutöömeistri käsiraamat. Tallinn: TEA kirjastus. 352 lk.
8. Jesse Califano. (1979). Adjustable, modular wall cleat: Ameerika patent US4149692A. [veebileht] <https://patentimages.storage.googleapis.com/73/42/63/a0c1aff528960f/US4149692.pdf> (28.04.2020)
9. Makserv OÜ. Ekstsentriline lihvmasin Makita BO5041. [veebileht] <https://www.makserv.ee/toode/ekstsentriline-lihvmasin-makita-bo5041/> (26.04.2020)
10. Makserv OÜ. Tikksaag Makita 4327. [veebileht] <https://www.makserv.ee/toode/tikksaag-makita-4327/> (26.04.2020)

11. Maxstor Storage Redefined. Perforation tool panel. [veebileht] <https://www.maxstor.in/perforation-panel.htm> (26.04.2020)
12. Mr. Wood. Pegboard natural birch. [veebileht] <https://mrwoodshop.com/products/natural-birch> (28.04.2020)
13. **Noll, T.** (2002). Puitühenduste piibel: Täielik seotiste ja tappide käsiraamat. Tallinn: Sinisukk. 192 lk.
14. **Pikk, J.** (1998). Puidutöötlemine I. Tartu. 178 lk.
15. Sika Estonia OÜ. Silva. [veebileht] <https://www.casco.eu/ee/casco/?pc=83&p=550> (22.04.2020)
16. Soosing OÜ. Casco Silva Baltic puiduliim 750ml. [veebileht] <https://www.ehituskaup24.ee/ee/casco-silva-baltic-puiduliim-750ml.html> (20.04.2020)
17. Tartu Kutsehariduskeskus. PVA. [veebileht] https://e-ope.khk.ee/ek/2012/moobli_ja_puittoodete_viimistlemine/materjalid/pva.html (28.04.2020)
18. Tööriistamaailm OÜ. Pitskruvi kiirlukustuv Bessey REVO KRV 1000/95 kuni 8000N. [veebileht] <https://www.tooriistamaailm.ee/pitskruvi-kiirlukustuv-bessey-revo-krv-1000-95-kuni-8000n> (17.04.2020)
19. Tööriistamaailm OÜ. Puittüübel 6 - 12 x 30 - 50 mm. [veebileht] <https://www.tooriistamaailm.ee/puittuubel-6-12-x-30-50-mm-20-50-tk> (15.04.2020)
20. Verkter Eesti OÜ. Trell-kruvikeeraja Makita DDF483RAJ [veebileht] <https://www.verkter.ee/kruvikeerajad-trellid/akukruvikeerajad/trell-kruvikeeraja-makita-ddf483raj-18-v-2x2-0-ah-aku.html> (14.04.2020)
21. W.S. Woodmachinery. Biesse Active 400 Sliding Table Circular Saw. [veebileht] <https://wswoodmachinery.co.uk/products/uncategorized/biesse-active-400-sliding-table-circular-saw/> (26.04.2020)

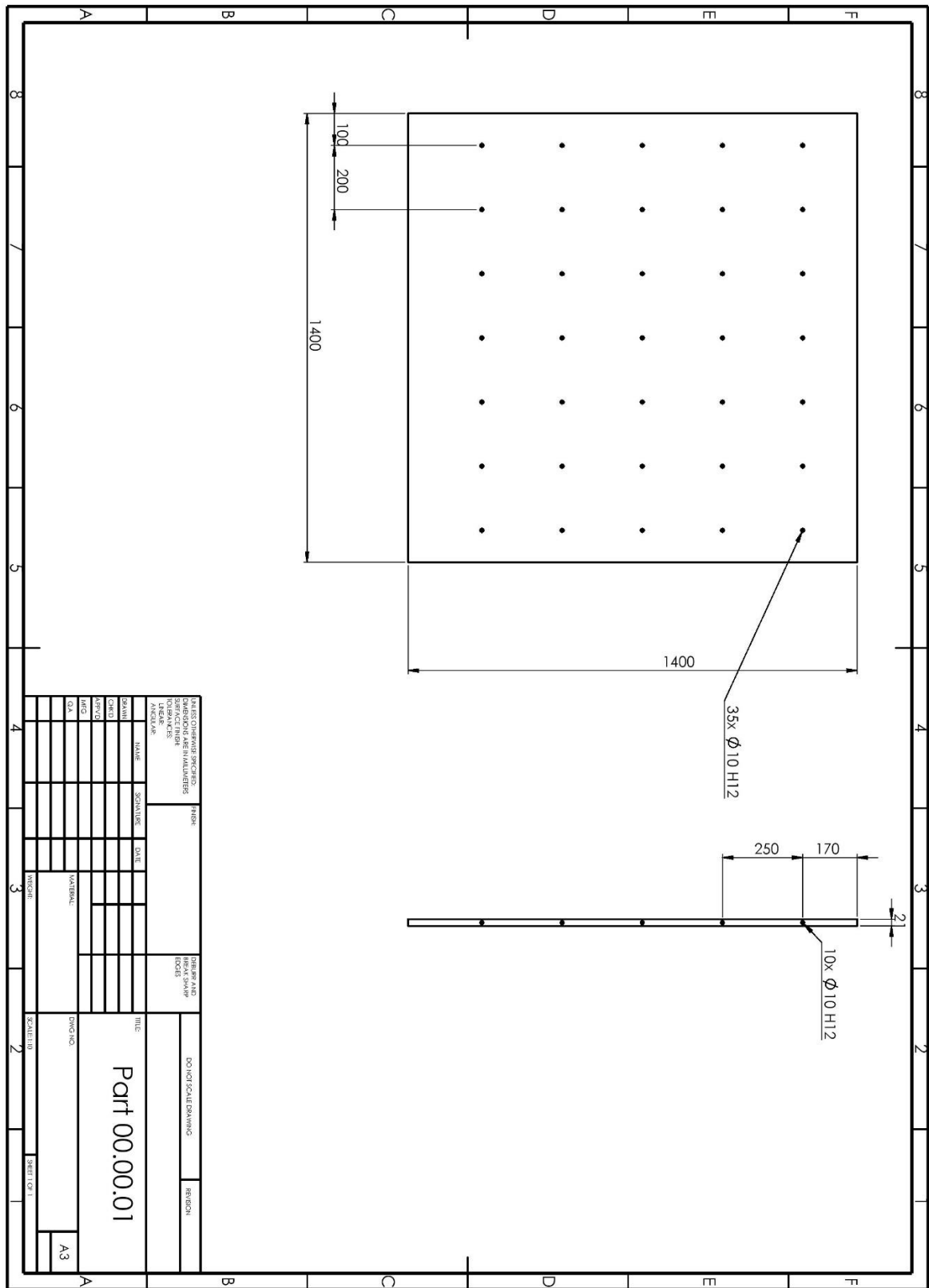
LISAD

Lisa 1. Tööriistade hoidmissein



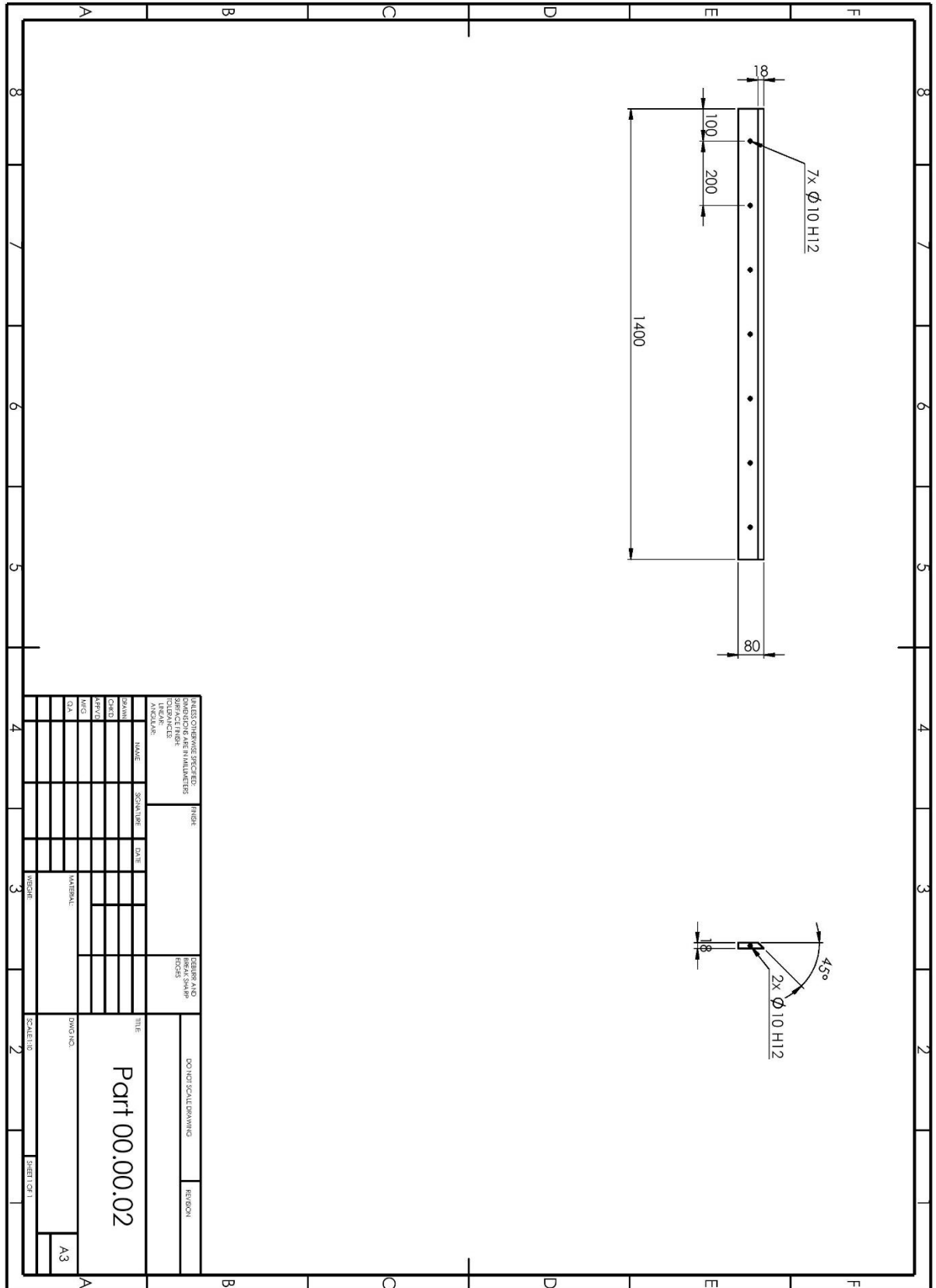
KÄSITÖLASEN PÕHISKOOL DRAHTSÕNNE/ÄRITÄNNA/ÄRITÄNNA SURFACE FINISH TÄRBEKES		FINISH	PAINTING AND FINISHES/ÄRITÄNNA/ÄRITÄNNA	REVISION
NAME	SIGNATURE	DATE		
DESIGN				
DRAWN				
CHECK				
APPROVED				
DATE				
SCALE: 1:20	DRAWING NO.		SHEET 1 OF 1	
TITLE		Model 00.00.01		
A3				

Lisa 2. Riuli tagasein

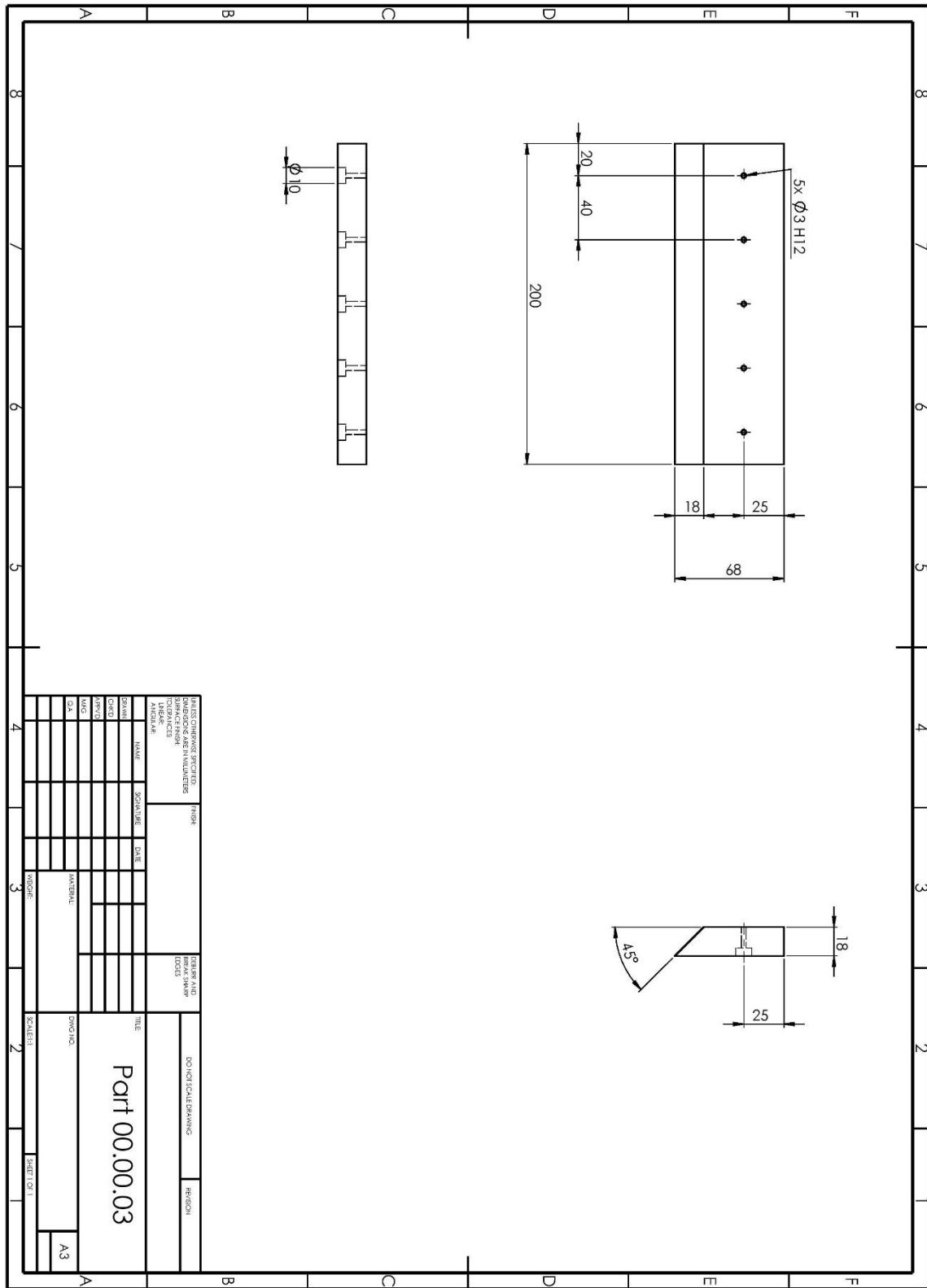


KATISUOHTOIMISTO SPC/CAE EMISSIOSELVITYSTYÖ TULOSTAMA KESKUS TALONKATU 1 00030 VANTAA		FINRIS	HÄRSFORSKENTRÄNGS BYGGMÄSTARE FÖRETAG	
KATISUOHTOIMISTO SPC/CAE EMISSIOSELVITYSTYÖ TULOSTAMA KESKUS TALONKATU 1 00030 VANTAA			BYGGMÄSTARE FÖRETAG	
DRAGNING	NÄMNE	SÄKELSTYCKE	DATUM	TITEL
DRAGNING				DOORSCALE DRAWING
ÄRVID				REGION
ÄRVID				
GÅ	MATERIAL:		DRAGNING	
BYGGNADEN			SKALLEN	
			SHEET NO.	
			A3	
			Part 00.00.01	

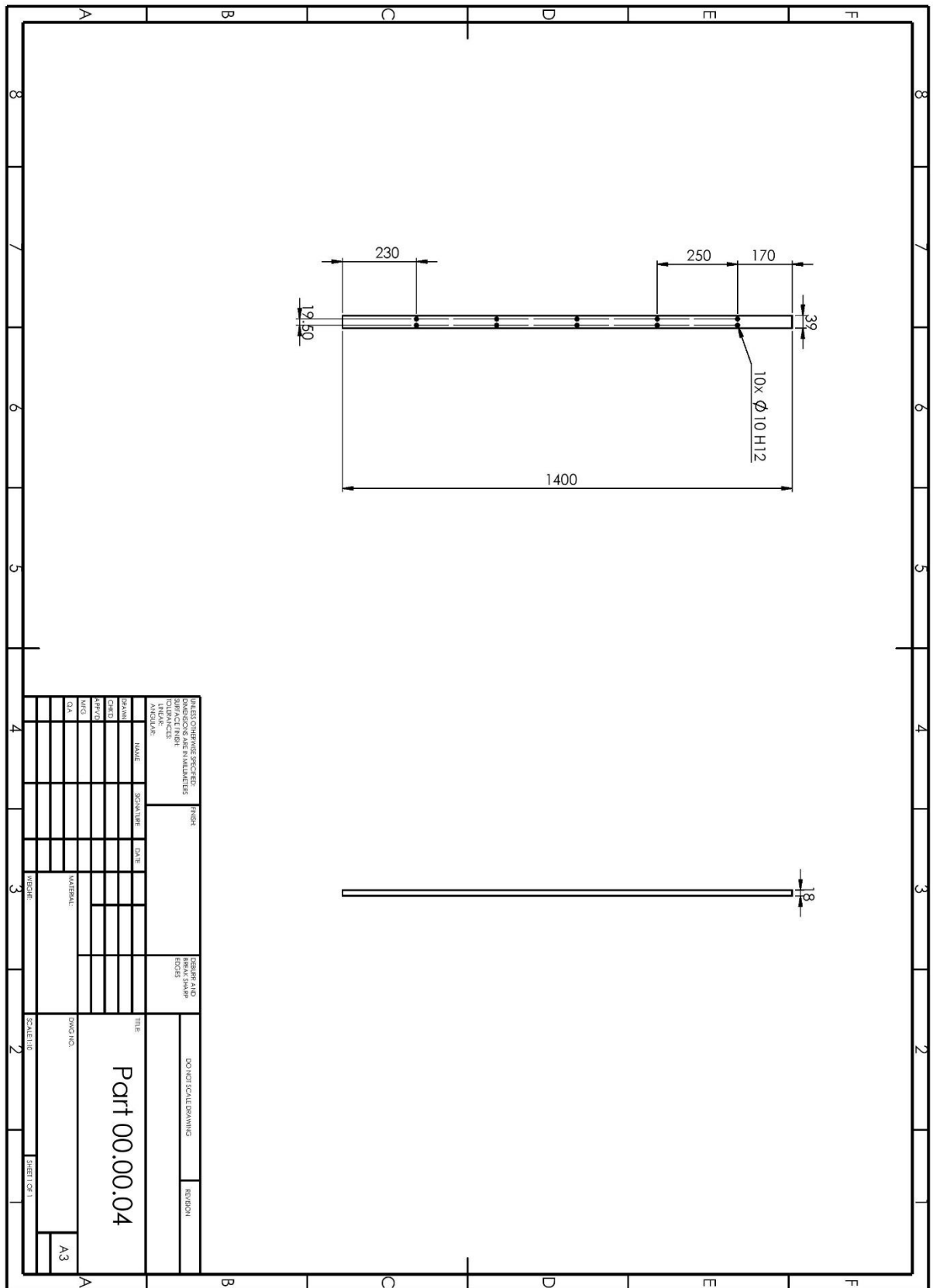
Lisa 3. Tööriistade hoidmiseina kandurlaud



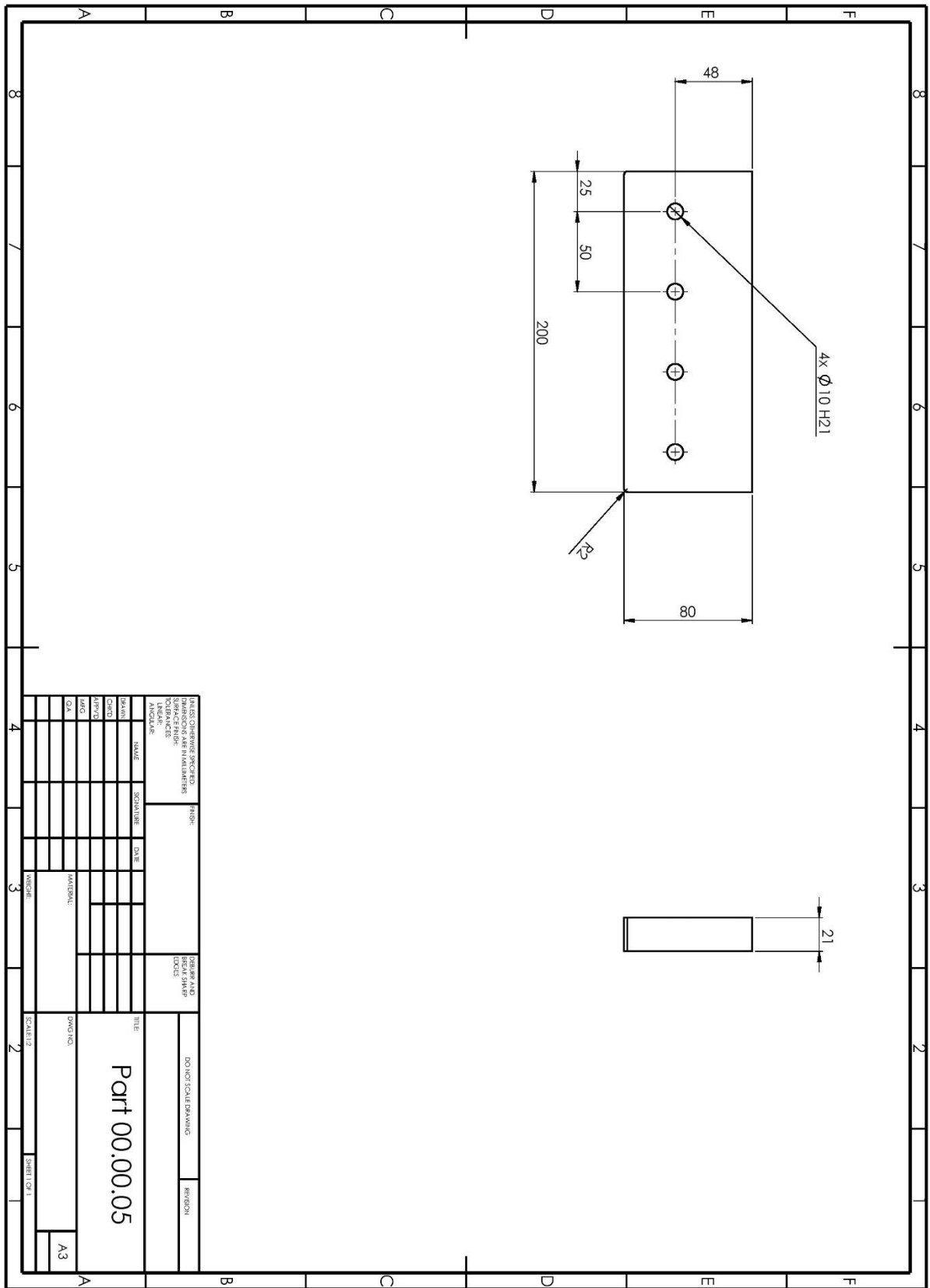
Lisa 4. Tööriistade hoidmiseina kandurlaua vastus 200 mm



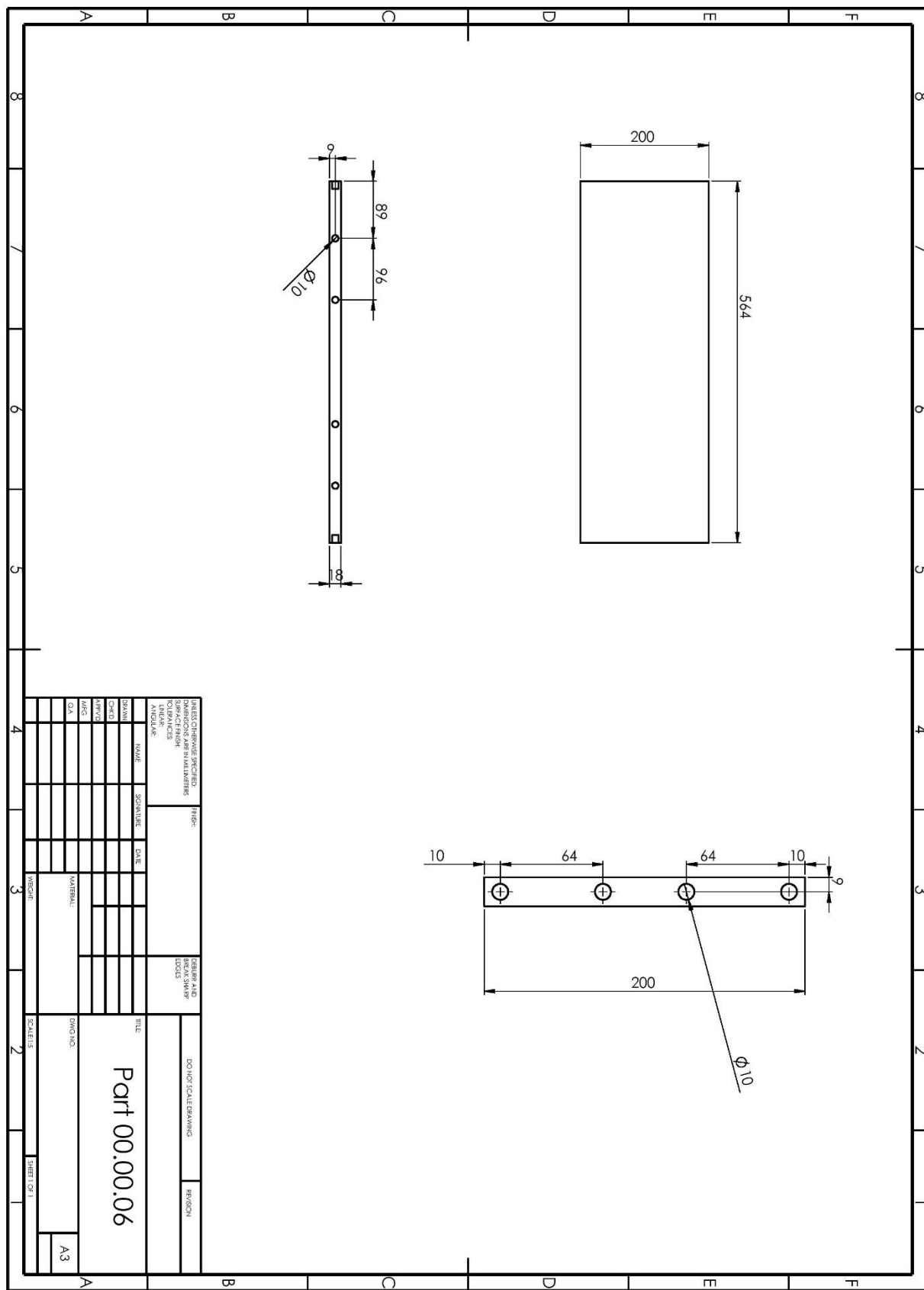
Lisa 5. Tööriistade hoidmiseina külg



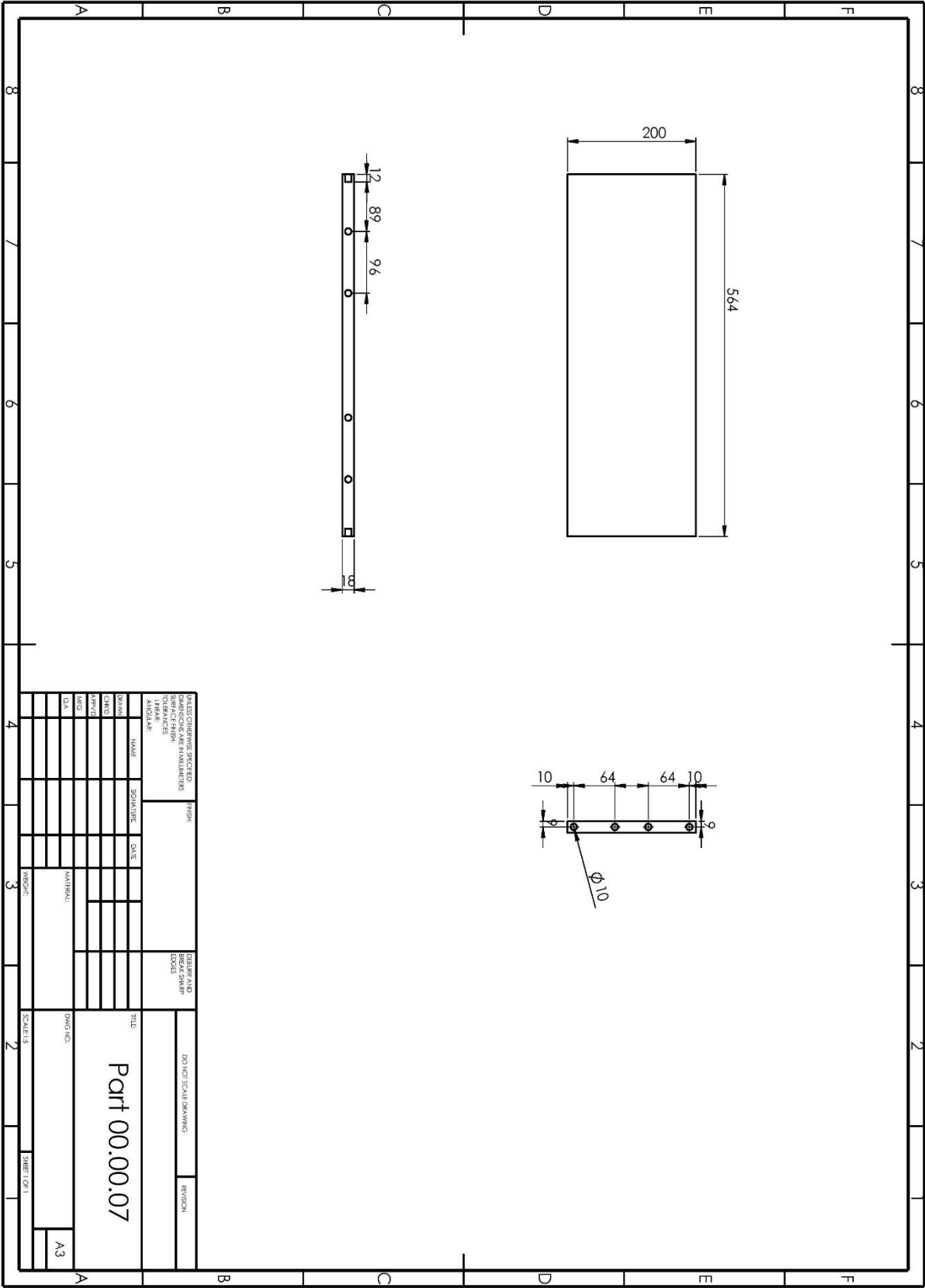
Lisa 6. Kruvikeerajate hoidja plaat



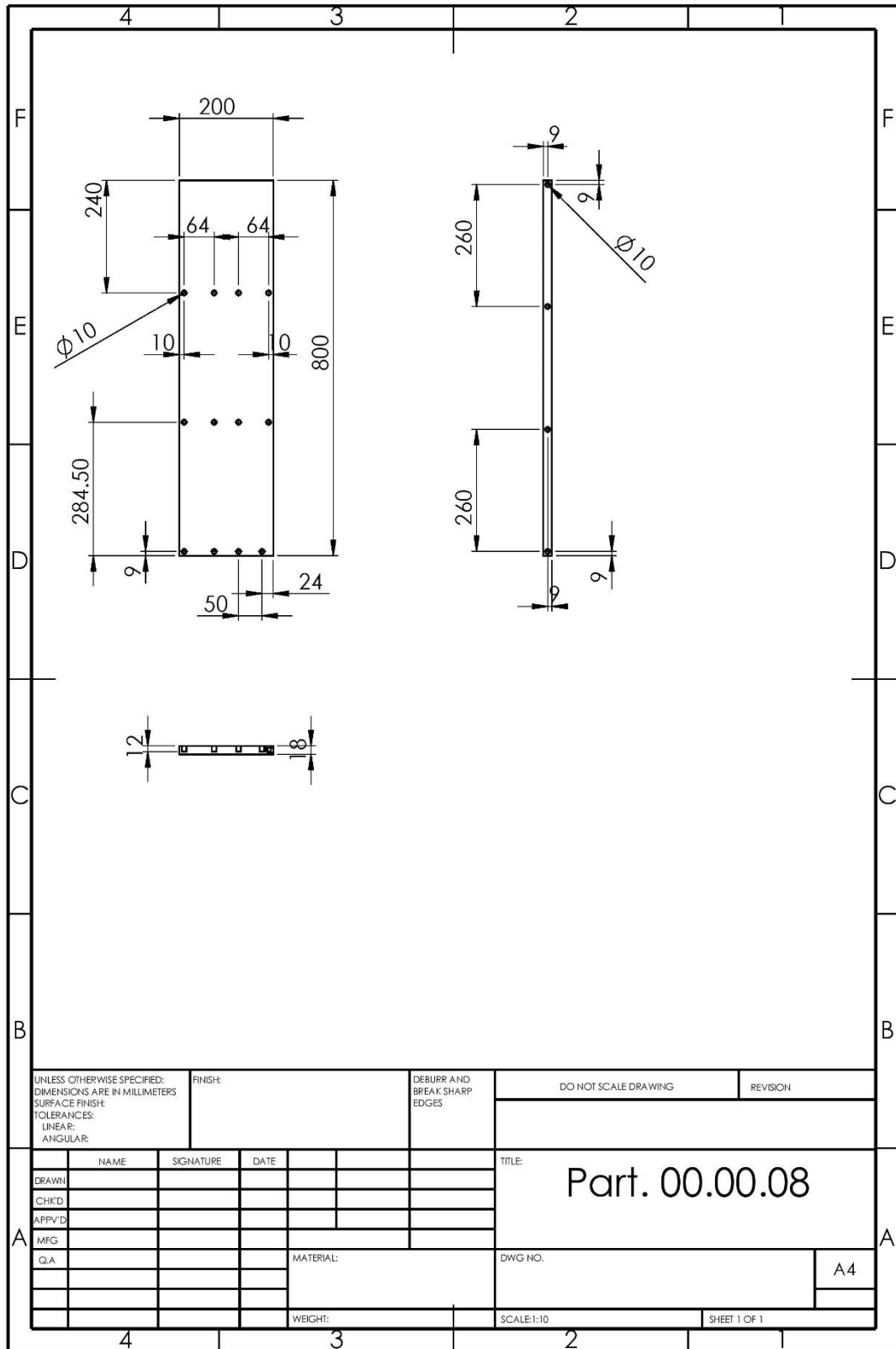
Lisa 7. Elektriööriistade hoidja riiul 1



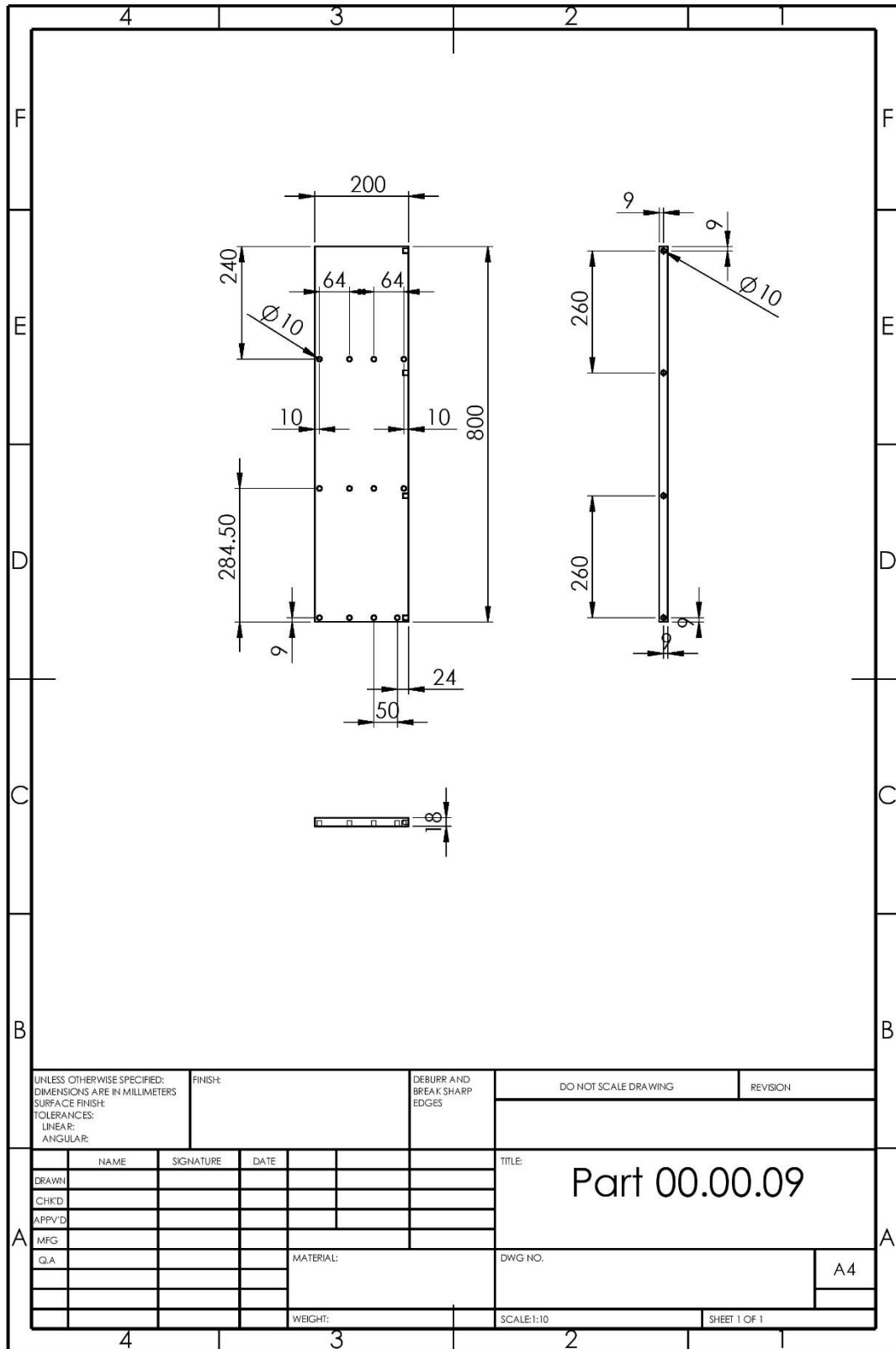
Lisa 8. Elektritööriistade hoidja riiul 2



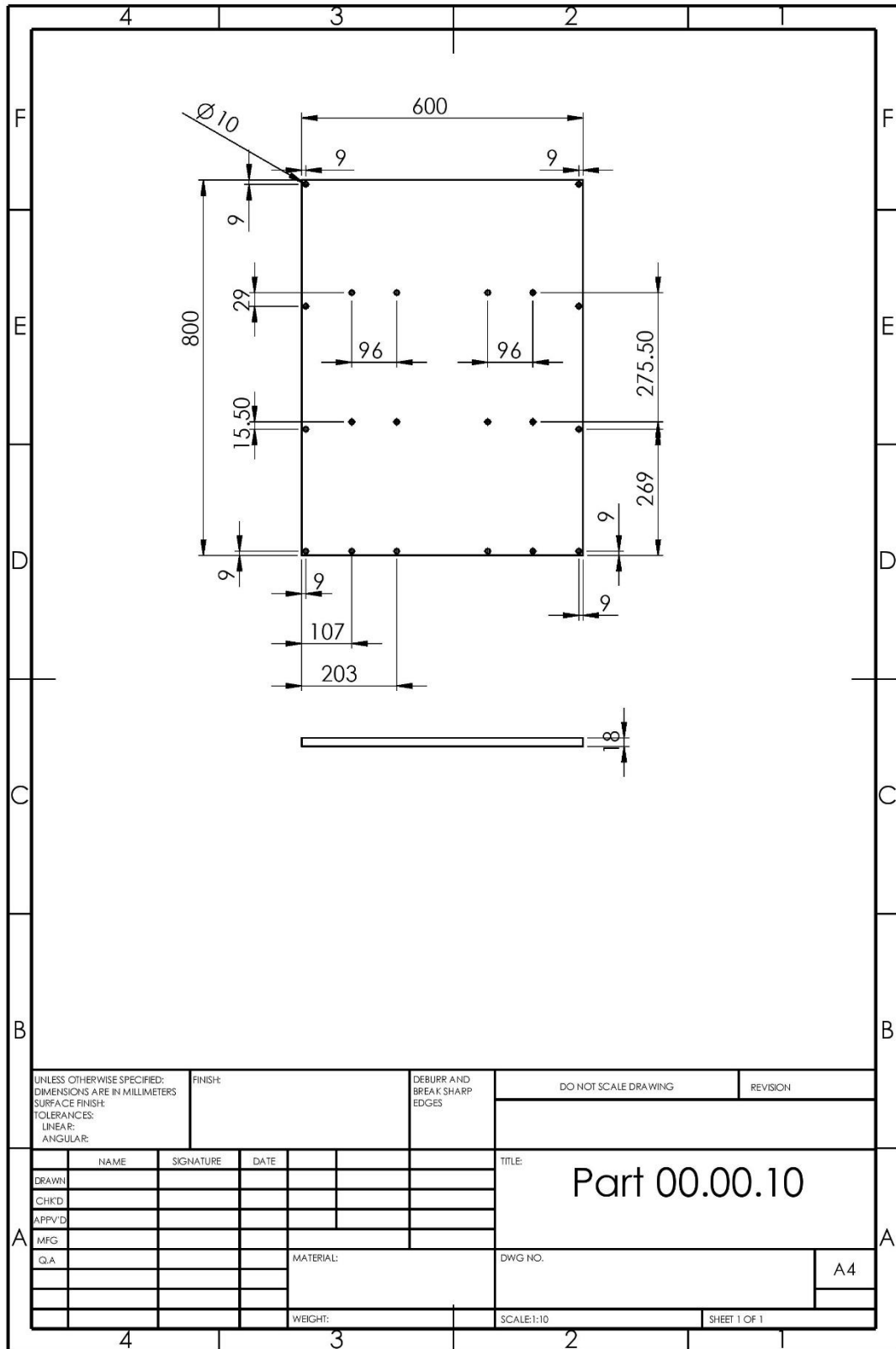
Lisa 9. Elektritööriistade hoidja külg 1



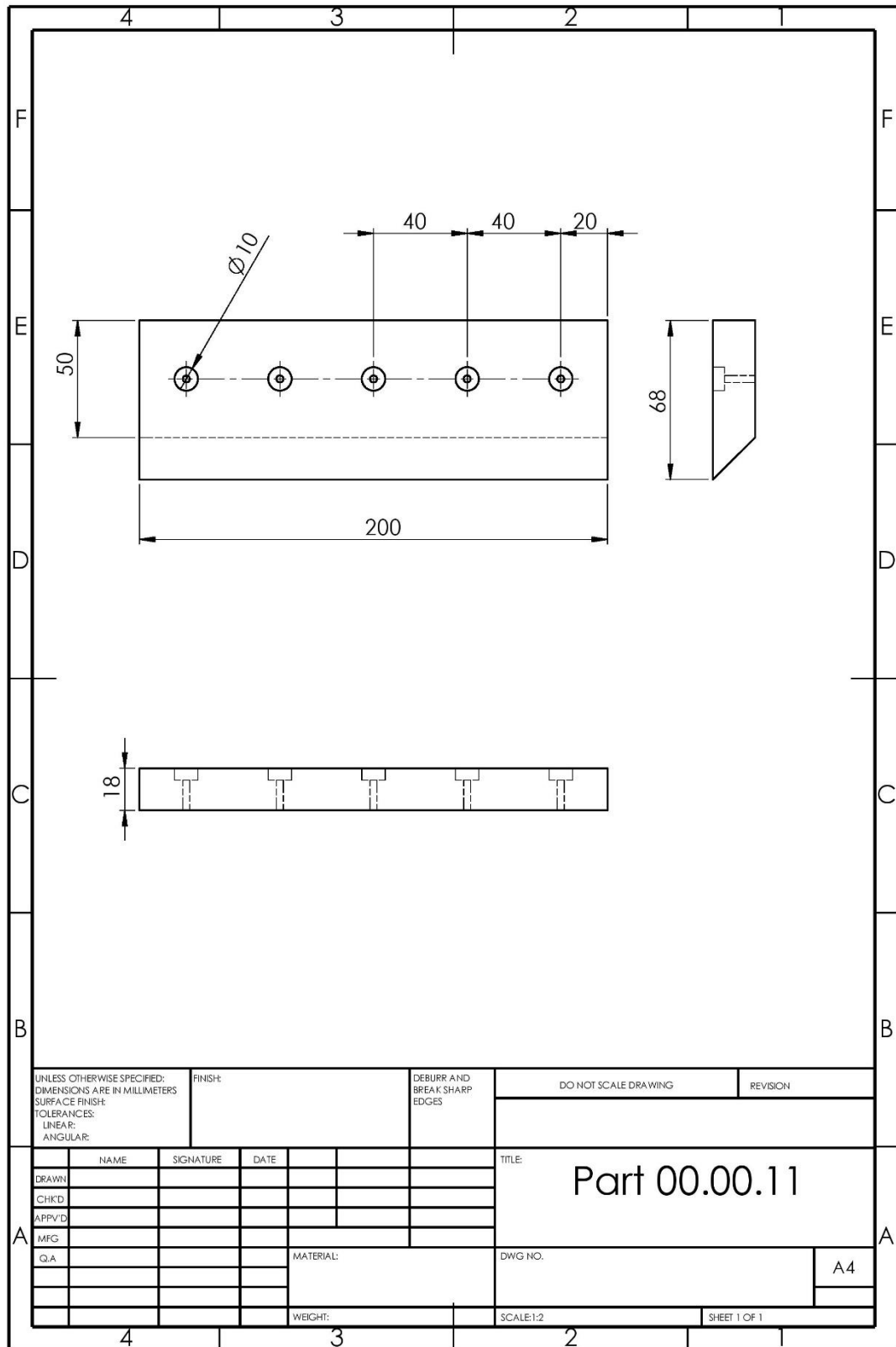
Lisa 10. Elektritööriistade hoidja külg 2



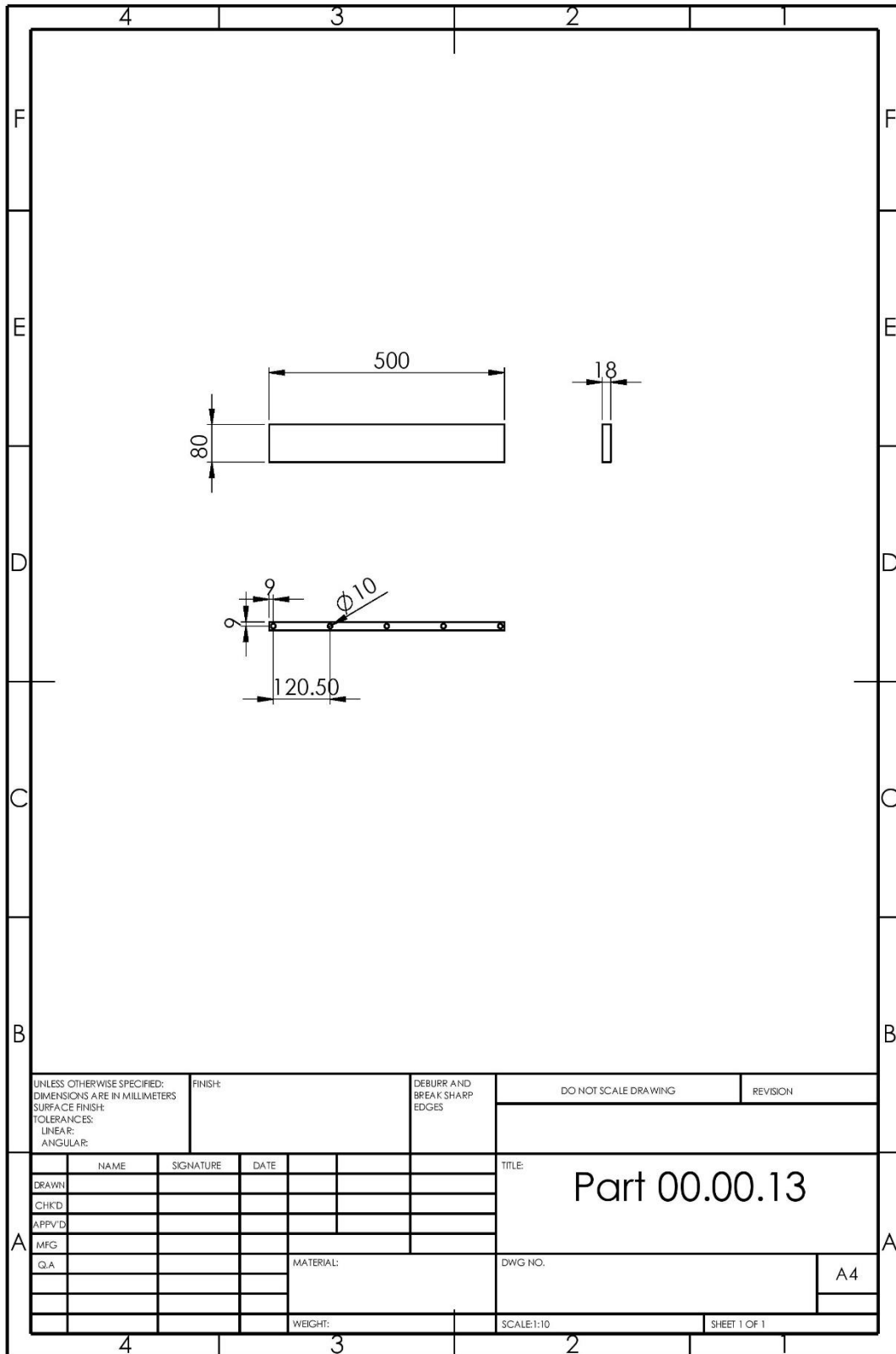
Lisa 11. Elektritööriistade hoidja tagumine sein



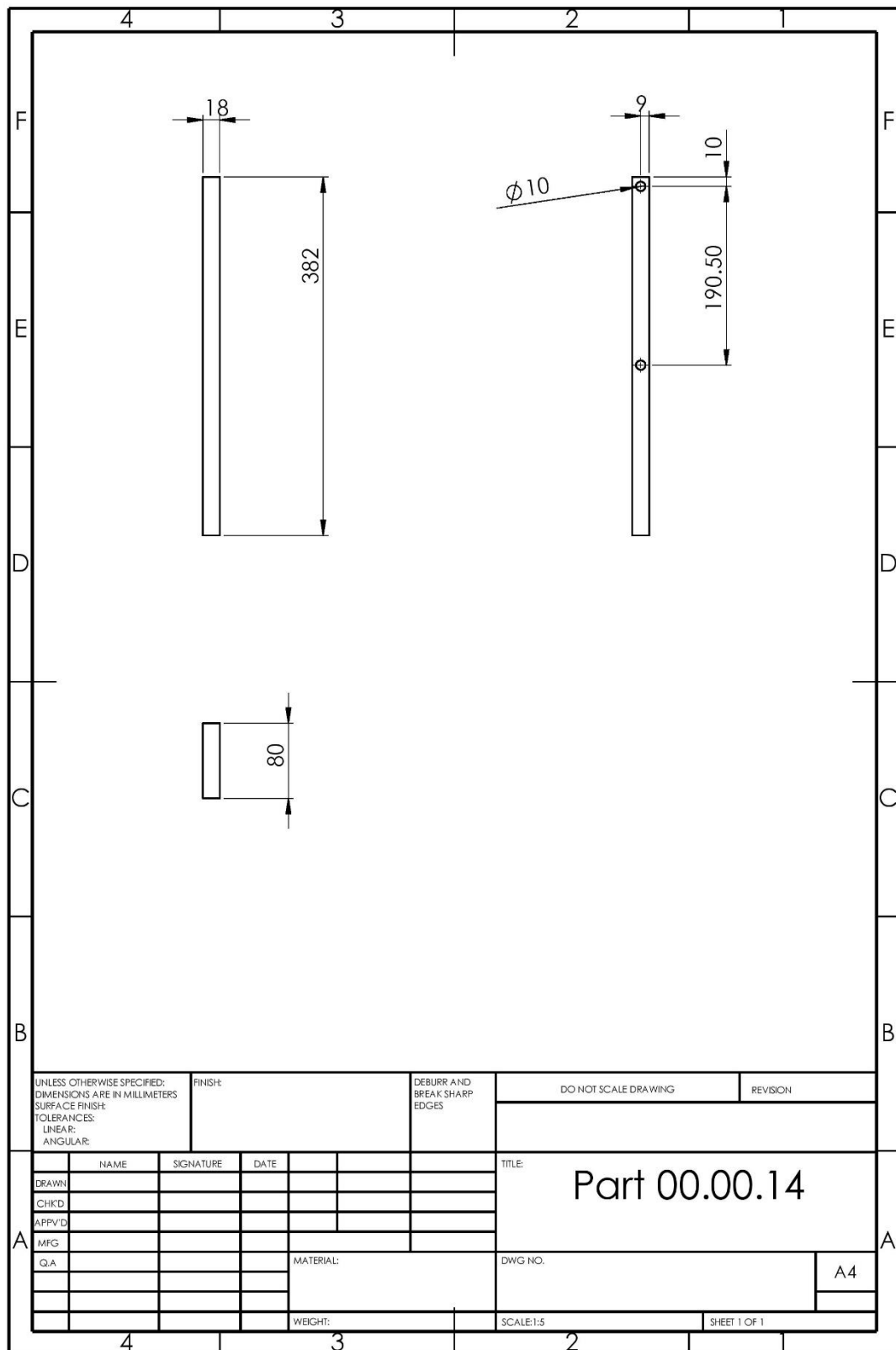
Lisa 12. Prügikasti kandurlaua vastus 200 mm



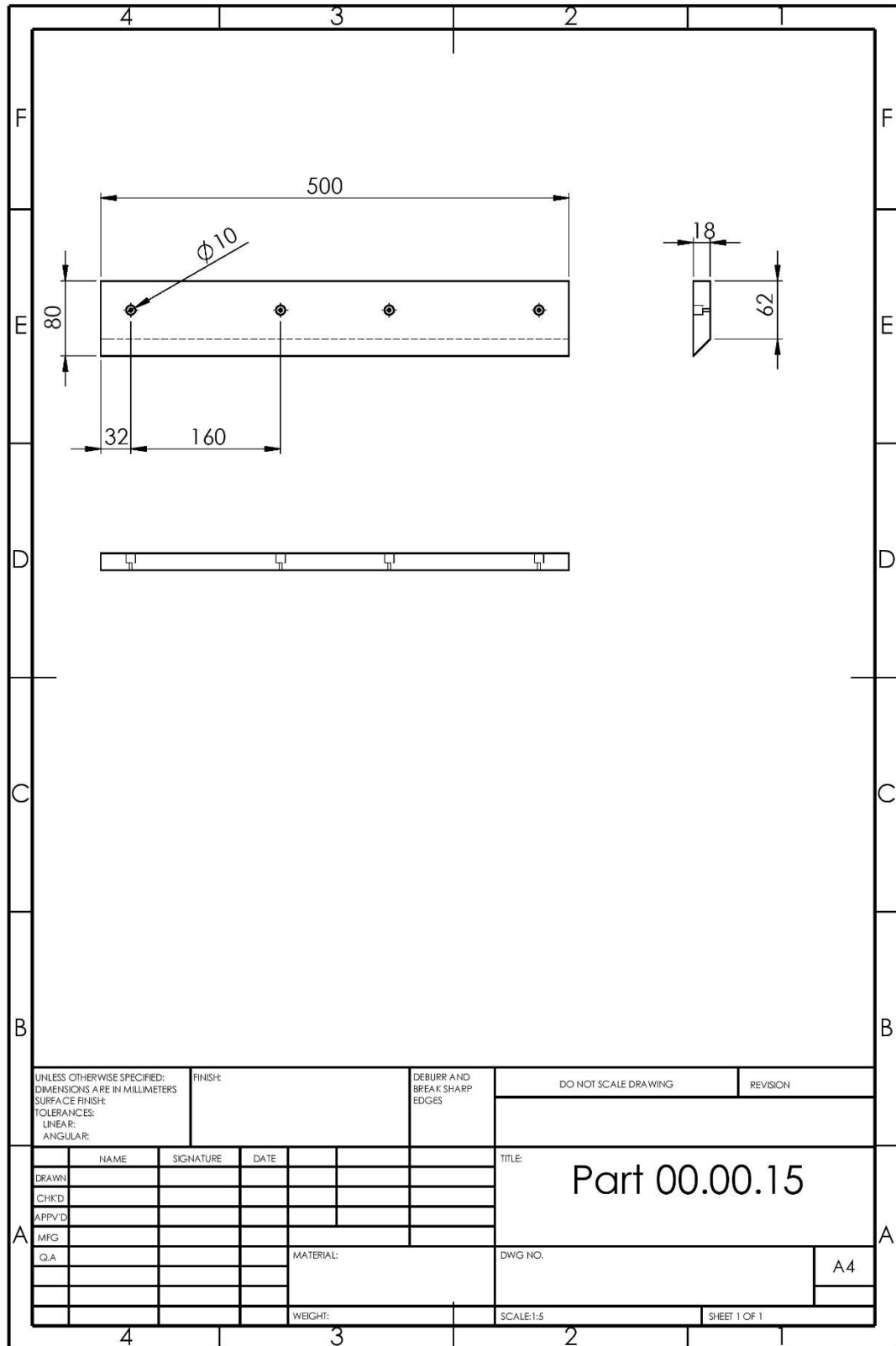
Lisa 13. Käsitööriistade hoidja põhi



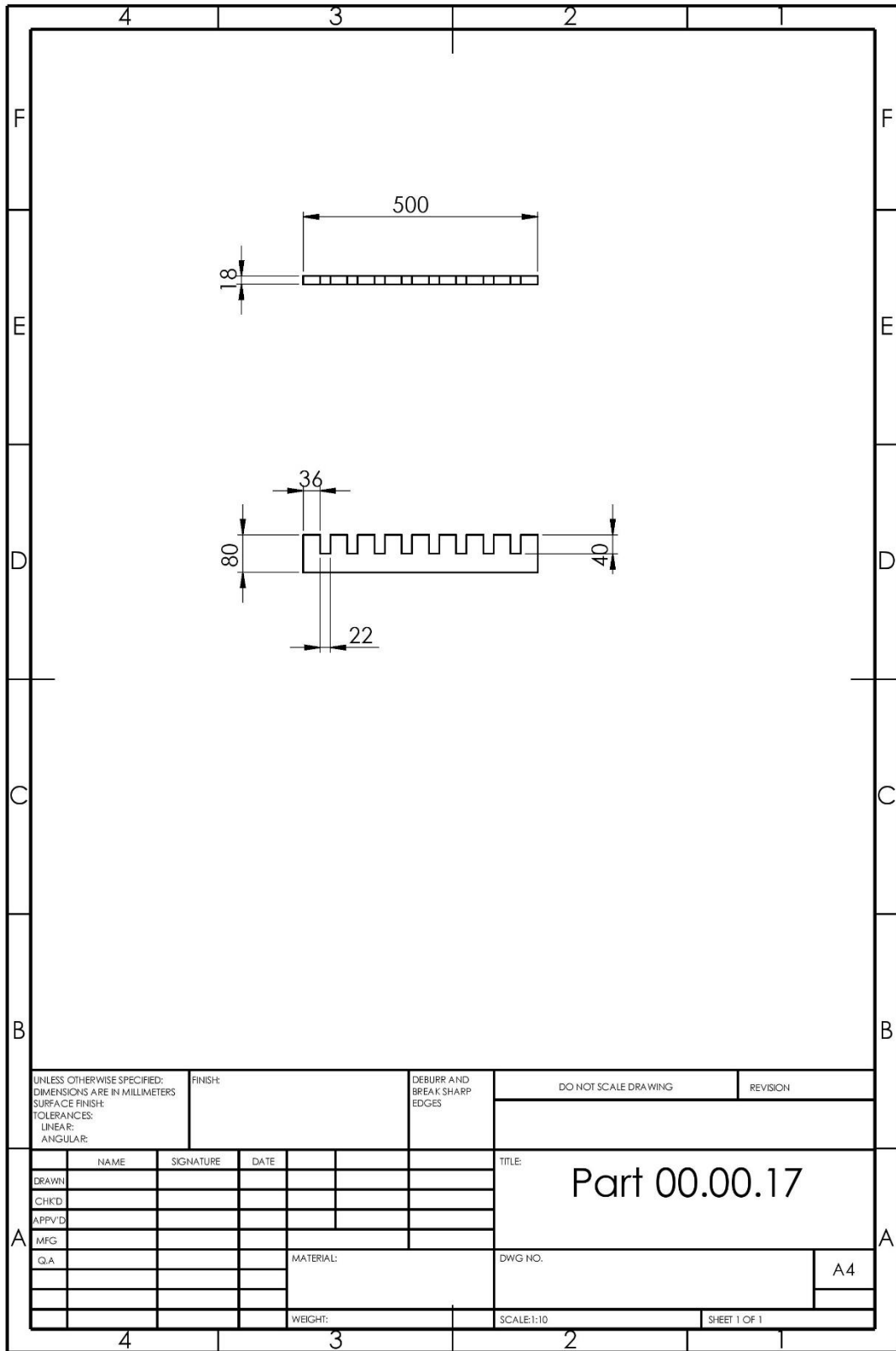
Lisa 14. Käsitööriistade hoidja vaheseinad ja küljed



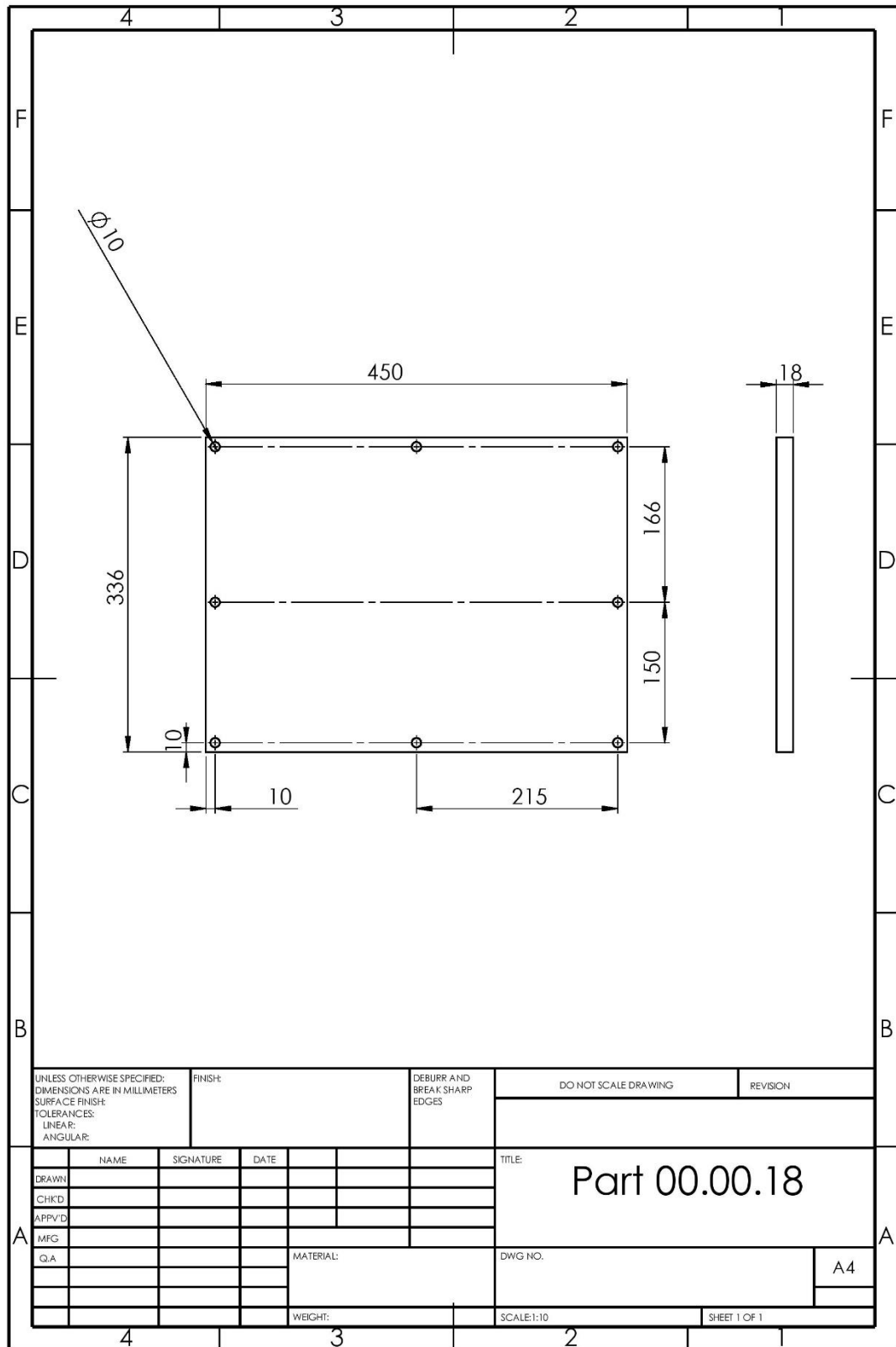
Lisa 15. Käsitööriistade hoidja kandurlaua vastus 500 mm



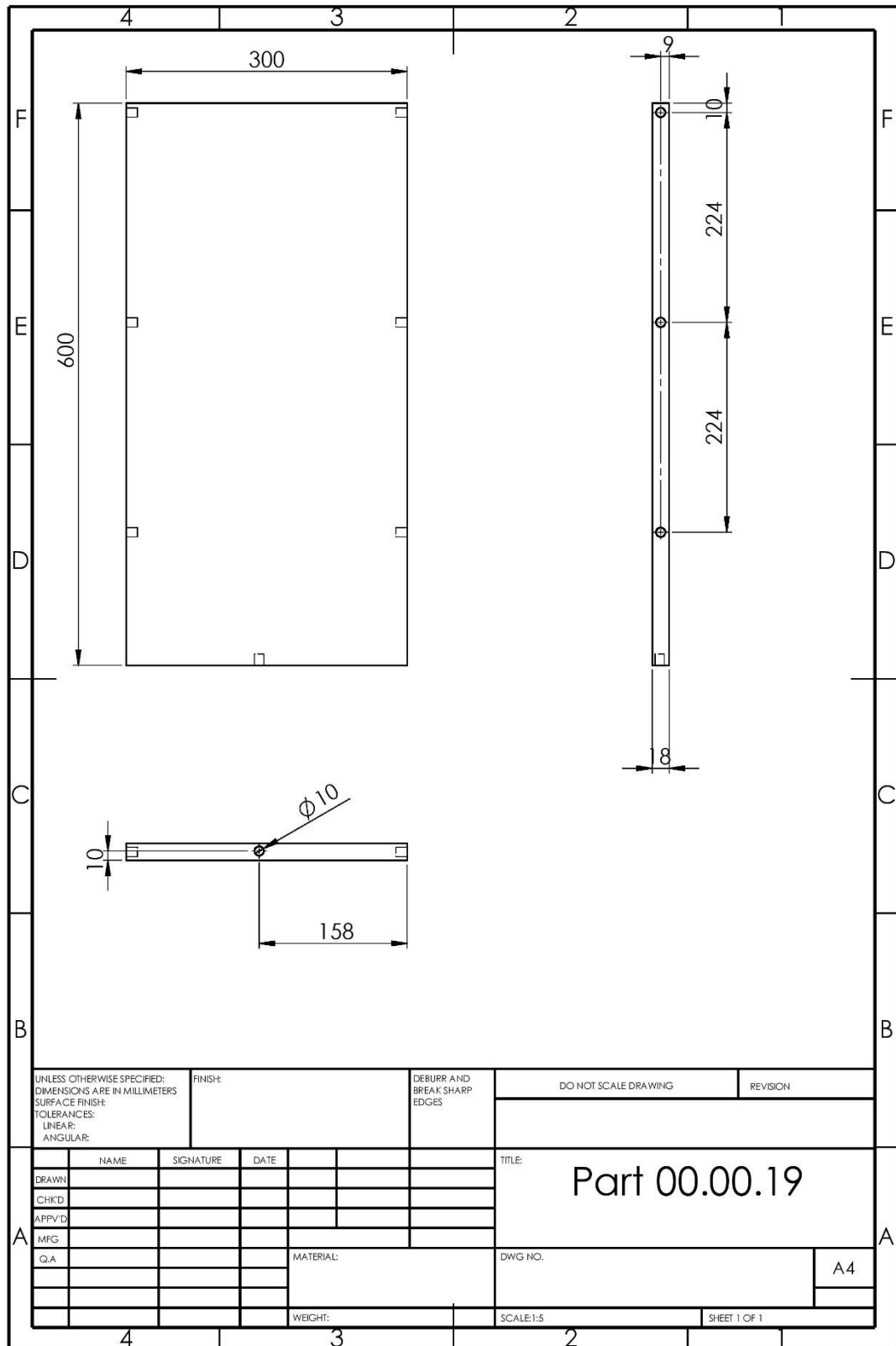
Lisa 16. Pitskruvide hoidja



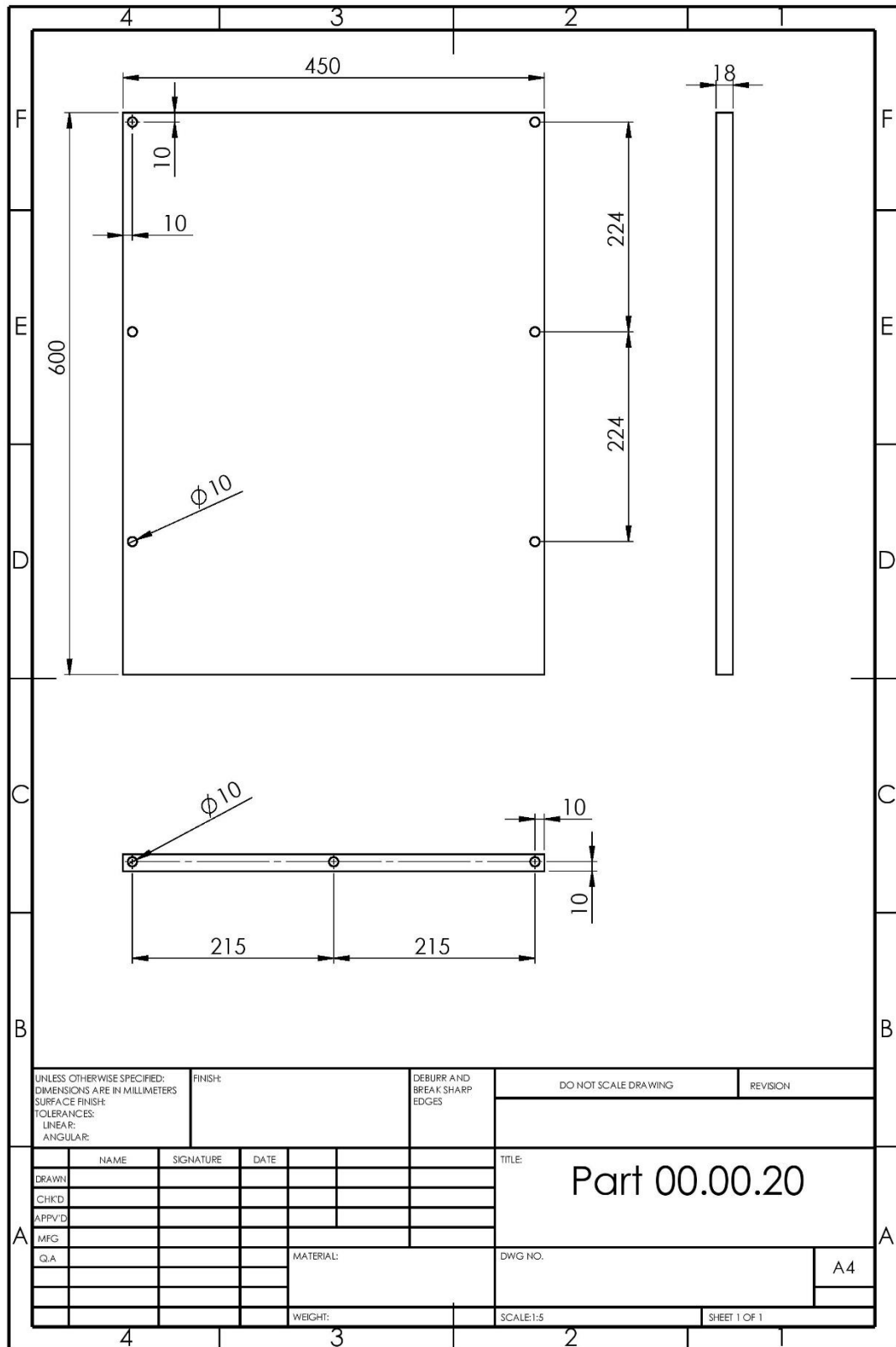
Lisa 17. Prügikasti põhi



Lisa 18. Prügikasti külg 1



Lisa 19. Prügikasti külg 2



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN			SIGNATURE		DATE		TITLE:		Part 00.00.20	
CHKD										
APPV'D										
MFG							MATERIAL:		DWG NO.	
Q.A									A4	
							WEIGHT:		SCALE:1:5	
									SHEET 1 OF 1	