

Mikko Nurminen

Sähköautoon soveltuvan vaihteenvalitsimen suunnittelu ja valmistus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinööryö

4.3.2016

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Mikko Nurminen Sähköautoon soveltuvan vaihteenvalitsimen suunnittelu ja valmistus 20 sivua + 15 liitettä 4.3.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotetekniikka
Ohjaaja(t)	Projektipäällikkö Harri Santamala
<p>Insinöörityössä oli tavoitteena suunnitella ja valmistaa sähköautoon sijoitettavan mekaanisen H-kaaviollisen vaihteenvalitsimen prototyyppi, joka kytkee vaihteet elektronisesti magneettikytkimien avulla. Projektissa tavoiteltiin klassikkoauton vaihteensiirtäjän alkuperäistä mekaanista tuntumaa ja toimintaa.</p> <p>Insinöörityössä oli lähtökohtana alkuperäinen vaihteenvalitsin Triumph GT6 -mallisesta autosta, jonka pohjalta uusi suunniteltiin. Suunnittelun ja 3D-mallinnuksen jälkeen osat valmistettiin koneistamalla.</p> <p>Insinöörityön lopputuloksena saatiin lähes kaikin puolin toimiva tuote, joka on otettu käyttöön autossa johon se suunniteltiin. Kehityskohteita löydettiin runsaasti ja saatiin ideoita suunnitelman parantamiseksi entisestään.</p>	
Avainsanat	sähköauto, vaihteenvalitsin, voimansiirto

Author(s) Title Number of Pages Date	Mikko Nurminen Design and Manufacturing of a Gear Selector Suitable for an Electric Car 20 pages + 15 appendices 4 March 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Design Engineering
Instructor(s)	Harri Santamala, Project Manager
<p>The aim of this thesis was to design and manufacture a prototype of a mechanical gear selector for an electric car which would switch gears using magnetic switches. The goal of the project was to have similar mechanical performance and feel to the gear selector as would be in an old classic car.</p> <p>The basis of this thesis was an original gear selector from a Triumph GT6 on which the new design was based. After design and 3D modeling, the parts were manufactured by machining.</p> <p>The end result of the thesis was in almost every way a working product, which has been taken into use in the car which it was designed for. Development areas were found in abundance and ideas to improve the design further.</p>	
Keywords	electric car, gear selector, transmission

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lähtökohdat	2
3	Suunnittelu	3
3.1	Valmistusmenetelmät	4
3.1.1	Koneistus	4
3.1.2	Valaminen	4
3.2	Mittaukset	5
3.3	Materiaalit	5
3.3.1	Alumiini	6
3.3.2	Teräs	6
3.4	Mallinnus	6
3.4.1	Mallinnusohjelma	6
3.4.2	Runko	7
3.4.3	Mekanismi	8
3.4.4	Elektroniikka	10
3.5	Suunnitelmien ongelmatilanteet ja niiden ratkaisu	11
4	Valmistus	12
4.1	Runko	12
4.2	Mekanismi	13
4.3	Elektroniikka	14
4.4	Valmistuksen ongelmatilanteet ja niiden ratkaisu	15
5	Kehityskohteet	17
6	Yhteenveto ja päätelmät	19
	Lähteet	21
	Liitteet	
	Liite 1. Laakeritaulukko	
	Liite 2. Magneettikytkimien tiedot	

- Liite 3. KytKentäkaavio
- Liite 4. Kokoonpanokuva
- Liite 5. Rungon alaosan työpiirustus
- Liite 6. Rungon yläosan työpiirustus
- Liite 7. Rungon osien työpiirustukset
- Liite 8. Pallonivelen työpiirustus
- Liite 9. Peruutusvaihdelukon työpiirustus
- Liite 10. Tankojen työpiirustukset
- Liite 11. Valitsintapin työpiirustus
- Liite 12. Nivelen työpiirustus
- Liite 13. Vaihteensiirtäjien työpiirustukset
- Liite 14. Kytkinpidikkeen työpiirustus
- Liite 15. Asennonohjaajan työpiirustukset

Lyhenteet

CAD Computer assisted design. Tietokoneavusteinen suunnittelu.

CNC Computerized numerical control. Tietokoneistettu numeerinen ohjaus.

1 Johdanto

Insinööri työ on toteutettu Metropolia ammattikorkeakoulun sähköautoprojektiin. Työn tilaaja on startup-yritys nimeltä e-Drive Retro, joka on erikoistunut klassikkoautojen muuttamiseen sähköautoiksi, jolle Metropolia Ammattikorkeakoulu valmistaa alihankintana sähkökonversion vuosimallin 1972 Triumph GT6 Mk III -mallisesta autosta. Kyseinen auto on brittiläisen Triumph Motor Companyn valmistama coupé-mallinen urheiluauto, jota valmistettiin vuosina 1966–1972. Kyseinen malli on kovakattoinen versio tunnetummasta Spitfire-mallista. Autossa on alun perin kaksilitrainen kuusisylinterinen moottori ja se on takavetoinen. (1, s. 89–131.) Kuvassa 1 näkyy tässä projektissa käytetty yksilö.



Kuva 1. Triumph GT6

Kokonaisuudessaan sähköautoprojektin tavoite on saada valmiiksi tilaajan näkemyksen mukainen auto. Sähköauton rinnalle opiskelijat restauroivat polttomoottorikäyttöisen mutta muuten samanlaisen yksilön. Valmiit autot tulevat aloittelevalle yritykselle mainostuskäyttöön.

Tämän insinööri työ osuus tässä projektissa on suunnitella ja valmistaa sähköautoon soveltuva ja alkuperäistä tyyliä kunnioittava H-kaaviollinen vaihteenvälitys, jolla ei tule olemaan mekaanista yhteyttä voimansiirtoon vaan ainoastaan elektroninen. Mekaanisen vaihteiston tuntuma vaihdekepillä täytyy kuitenkin säilyttää. Erityisen tästä insinööri työstä tekee se, ettei sähköautoissa normaalisti ole vaihteistoa eikä sen vuoksi mekaanista vaihteenvälitsintakaan. Sähköautoissa yleensä voima kulkee suoraan moottorilta pyörälle tai jonkin kiinteän välityssuhteen kautta. Sähkömoottorien laajat kierrosalueet sallivat kiinteän välityssuhteen käytön. Voimansiirron rakenteen yksinkertaistamiseksi

sähkömoottori voidaan sijoittaa suoraan akselille tai pyörän napaan. Tällainen napamoottori ratkaisu on ensimmäisen kerran patentoitu jo vuonna 1884. (2, s. 29–30.) Vaihteenvalitsin ei siis muuta auton voimansiirron välityssuhdetta vaan rajoittaa sähkömoottorin tehoa.

2 Lähtökohdat

Tällaiseen projektiin lähdettäessä on otettava huomioon monia eri asioita, kuten huolellinen mallinnus. Erityisesti olemassa olevien vanhojen osien mallinnus tulee suorittaa tarkasti, jotta 3D-malli vastaa todellisuutta, ettei nämä aiheuta komplikaatioita valmistus- ja kokoonpanovaiheessa. Kokoonpanon ulkomittojen rajat on oltava tiedossa, jotta kokoonpano on sopiva asennettavaksi sille suunniteltuun paikkaan autossa. Mekanismissuunnitellessa on oltava huolellinen liikeratoja ja osien mitoitus mietittäessä, jotta kaikilla mekanismin osilla on tilaa liikkua tarpeeksi.

Aikataulu on suunniteltava etukäteen mahdollisimman tarkasti. Aikataulun täytyy myös olla riittävän joustava ongelmatilanteiden varalta. Työn aikana oli myös noudatettava osin autoprojektin aikataulua. Tämän takia insinööriyön aikataulua jouduttiin valmistusvaiheessa sovittamaan autoprojektin aikatauluun, mikä viivästytti osaltaan tätä insinööriyötä.

Valmistusteknisistä vaihtoehdoista ja niiden rajoituksista täytyy ottaa selvää, jotta suunniteltu osa on mahdollista valmistaa ja että materiaalit ovat saatavilla. Eri valmistusteknisien vaihtoehtojen ominaisuudet ja niiden aiheuttamat virheet valmistettävien osien mittoihin on myös otettava huomioon. Tässä projektissa harkitut valmistusmenetelmät on käsitelty myöhempanä raportissa.

Työn tilaaja e-Drive Retro on Viroon perustettu startup-yritys. Yritys on erikoistunut polttomoottorikäyttöisten autojen sähkökäyttöisiksi muuttamiseen, erityisesti vanhojen autojen sähkökäyttöisiksi muuttamiseen sekä restaurointiin. Yrityksen tarjoama palvelu kattaa auton kunnostuksen alusta loppuun. Kunnostus aloitetaan korin ja rungon tarkastuksella ja korjauksella esim. ruostetöillä. Tämän jälkeen autosta puretaan kaikki polttomoottoriin liittyvä: moottori, voimansiirto, polttoainetankki yms. Rullaava runko 3D-skannataan, jotta voidaan aloittaa uusien osien mallintaminen ja sovittelu 3D-malliin. Suunnittelun ja osien hankinnan jälkeen alkaa auton rakennusvaihe. Tarvittavia erikois-

osia CNC-koneistetaan tai 3D-tulostetaan itse. Kaikki työvaiheet dokumentoidaan asiakkaalle myöhempien huoltotoimenpiteiden varalta. Ennen auton luovutusta auto koekäytetään täydellisesti.

Valmis tuote on käytännöllisempi, ekologisempi, helpompi huoltaa ja mukavampi ajaa kuin alkuperäisessä restauroimattomassa kunnossa oleva auto. Auto myös näyttää ulospäin täysin alkuperäiseltä (3).

3 Suunnittelu

Suunnitteluprosessin alkaessa sähköautoksi muutettavasta autosta oli purettu sen alkuperäinen vaihteenvälitsin. Suunnitelmat on luotu alkuperäisen vaihteenvälitsimen pohjalta. Alkuperäistä vaihteenvälitsintä täytyi tutkia ja mitata sen ulkomitat, joiden avulla uuden kokoonpanon suunnittelu ja mallinnus voidaan aloittaa. Alkuperäinen vaihteenvälitsin myös purettiin osiin ja tutkittiin, mitä osia voitiin säästää ja käyttää uudessa kokoonpanossa. Suunnittelussa on käytetty apuna kyseisen auton erästä korjaamokäsikirjaa (4, s. 209–210) sekä internetistä löydettyjä piirroksia (5; 6). Kirjasta ja kuvista saatiin selvitettyä tarkemmin alkuperäisen mallin kokoonpano. Lähdemateriaaleja tarvittiin, koska mallina olleessa vaihteenvälitsimessä ei ollut kaikki siihen kuuluvat osat tallella, joten siitä pelkästään ei saatu luotua kuvaa, miten se on toiminut käytännössä. Kiinnitys autoon tulee olemaan erilainen kuin alkuperäisversiossa. Alkuperäisessä autossa manuaalivaihteiston vaihteenvälitsin on vaihdelaatikossa kiinni, kun taas sähköautoon tuleva versio kiinnitetään vaihteistotunnelin alapuolelle. Vaihdekeppi sijaitsee samalla paikalla kuin alkuperäisessä autossa, joten vaihdekepin käyttökokemus ei ole muuttunut. Vaihteistotunnelia on lujitettu lasikuidulla, jotta se kestää vaihteenvälitsimen painon. Vaihteenvälitsin jäi piiloon vaihteistotunnelin ja maton alle, joten ohjaamosta katsottuna ei voi päätellä millainen vaihteensiirtomekanismi autossa on. Tämä lisää alkuperäisen auton tuntua käyttäjälle.

Tässä projektissa isossa osassa oli mekanismin suunnittelu. Mekanismi on kinemaattinen ketju, joka liikkuu vain yhdellä tunnetulla tavalla. Kinemaattinen ketju koostuu kinemaattisista pareista, jotka koostuvat mekanismin elimistä eli mekanismin liikkuvista osista. Yleensä mekanismissa on runko, johon mekanismin osat kiinnittyvät. (7, s. 299–303.)

Seuraavissa luvuissa syvennyttään suunnittelun eri aiheisiin ja vaiheisiin tarkemmin.

3.1 Valmistusmenetelmät

Työn alkuun täytyi miettiä mahdollisia valmistusmenetelmiä ja päättää, mitä näistä käytetään missäkin työn osassa. Alkuperäisen vaihteenvalitsimen runko on valmistettu valamalla, joten samaa valmistusmenetelmää rungolle harkittiin tässä projektissa. Kokoonpanon muille osille koneistus oli luonnollinen valinta. Alla on käyty läpi tarkemmin edellä mainitut valmistusmenetelmät.

3.1.1 Koneistus

Kokoonpanon osat päätettiin valmistaa koneistamalla, koska se oli tässä tapauksessa helpoin ja nopein tapa. Koneistamalla kappaleiden rouhinta- ja viimeistelytyöstö voidaan suorittaa helposti yhdellä laitteella. Koneistamalla saavutetaan hyvä mittatarkkuus, jota kokoonpanon osat vaativat. Suunnitteluvaiheessa voidaan mallintaa suoraan halutun mallinen kappale ja valmistaa se sopivasta aihioista koneistamalla. Koneistettuja kappaleita voidaan myös helposti koneistaa lisää tarvittaessa. Aihiot saatiin helposti koulun varastosta. Tämä säästi aikaa ja rahaa, koska materiaalia ei tarvinnut hankkia muualta.

3.1.2 Valaminen

Valaminen olisi ollut toinen vartenotettava vaihtoehto rungolle, koska alkuperäisen vaihteenvalitsimen runko on tällä tavoin valmistettu. Valumenetelmiä on olemassa useita, ja yleensä ne luokitellaan muotin käyttökertojen mukaan. Tässä työssä olisi ollut helpointa käyttää kertamuottia, joka olisi valmistettu hiekasta. Kertamuotit soveltuvat vain yksittäisten kappaleiden valmistamiseen, koska muotti rikotaan valun valmistumisen jälkeen. Kertamuottia varten olisi täytynyt valmistaa valumalli lopullisesta osasta, joka tässä tapauksessa olisi voitu valmistaa puusta tai muovista. Valumallin avulla olisi saatu muottiin kappaleen muotoa vastaava valuontelo. Rungon pitkiä reikiä ei olisi voitu toteuttaa pelkän valumallin avulla. Pitkät ontelot ja reiät vaativat keernojen käyttöä. Keer-nahiekasta valmistetut sylinterinmalliset keernat olisi sijoitettu muottiin kohdille, johon pitkät reiät halutaan. Rungon valua suunniteltaessa olisi täytynyt ottaa huomioon valumenetelmien mittatarkkuus valmiissa osassa, koska sula metalli jäähtyessään kutistuu. Tämä vaatisi tarkkaa osien mitoittamista, että rungon sisään sijoitettavan mekanismin osat sopisivat paikalleen ja mekanismin liikeradat säilyisivät sellaisina kuin ne ovat suunniteltu. Valetut osat olisivat vaatineet lastuavaa työstöä viimeistelyyn, joka taas olisi vennyttänyt aikataulua. Lopulta valaminen katsottiin huonommaksi vaihtoehdoksi, koska valamisen useisiin mahdollisiin valumenetelmiin ja muottityyppeihin perehtyminen olisi vienyt turhan paljon aikaa ja resursseja. (8, s. 65–97.)

3.2 Mittaukset

Mittaukset suoritettiin käsin työntömittaa apuna käyttäen. Alkuperäinen vaihteenvaihtin oli valettua alumiinia ja siten hyvin monimutkaisen muotoinen. Alkuperäisestä saatiin käsin mitattua oleelliset mitat, jotta saatiin mallinnettua koneistettavaksi soveltuva malli. 3D-skannaukseen ei ollut tarvetta, koska käsin mittaamalla saatiin mitattua oleelliset mitat. Alkuperäisestä kokoonpanosta otetut mitat olivat kuitenkin vain suuntaa antavia. Monien osien mitat muuttuivat suunnittelun aikana, kun osia optimoitiin kokoonpanoon sopiviksi.

3.3 Materiaalit

Taulukossa 1 näkyy itse tehtyjen osien materiaalit ja painot. Osat on numeroitu nimeämisen sijaan, koska kaikille osille ei keksitty niitä tarpeeksi kuvaavaa nimeä. Liitteenä olevista työpiirroksista käy ilmi numeroita vastaavat osat. Osien massat on määritetty 3D-mallinnusohjelman avulla. Loput osista on vanhoja, joita ei ole punnittu työn aikana. Projektissa valmistetuille osille ei ollut tarkkoja materiaalivaatimuksia, joten materiaalit valittiin lähinnä saatavuuden perusteella. Kaikki projektissa käytetyt materiaalit saatiin suoraan Metropolia ammattikorkeakoululta, eikä materiaaleja jouduttu tilaamaan ulkopuolisilta materiaalitoimittajilta.

Taulukko 1. Materiaalitalukko

Osa	Materiaali	Paino (kg)
001	Alumiini	1,288
002	Alumiini	0,84
003	Alumiini	0,101
004	Alumiini	0,059
007	Alumiini	0,023
009	Teräs	0,15
010	Alumiini	0,19
011	Teräs	0,065
012	Alumiini	0,033
013	Alumiini	0,029
014	Teräs	0,165
015	Teräs	0,166
016	Alumiini	0,017
017	Alumiini	0,024
018	Alumiini	0,011
019	Alumiini	0,018
		<u>3,179</u>

3.3.1 Alumiini

Rungon ja suurimman osan osista materiaaliksi on valittu alumiini, koska se soveltuu hyvin koneistettavaksi ja on kevyttä. Sitä oli saatavilla Metropolia ammattikorkeakoulun varastosta helposti sopivina aihioina, joten lisäkustannuksilta vältyttiin. Rungon isoissa osissa käytettiin 7000-sarjan alumiinia, koska sitä oli helposti saatavilla sopivina aihioina. 7000-sarjan alumiinissa seosaineena käytetään sinkkiä, joka tekee siitä lujaa, mutta sillä on huono hitsattavuus. Kokoonpanon pienemmissä osissa on taas käytetty vahvaa Alumecc-alumiinia, koska tätäkin laatua oli saatavilla sopivina aihioina. Alumeccissä on erinomainen lastuttavuus ja hyvä mitanpitävyys työstettäessä, joten se soveltuu hyvin tämän tyyppisten yksittäisten osien valmistukseen. (9)

3.3.2 Teräs

Kokoonpanossa on käytetty terästä ainoastaan mekanismin tangoissa. Mekanismin tangot on valmistettu 12 mm halkaisijaltaan olevasta terästangosta. Käytetty teräs oli Uddeholmin laakeripintaista Arne tankoa. Uddeholm Arne on yleiskäyttöön sopiva kylmätyöteräs, jolla on hyvä lastuttavuus, ja se on pitkäikäistä. (10) Materiaalivalinnoissa otettiin huomioon niiden saatavuus. Terästankoa löytyi valmiiksi Metropolia ammattikorkeakoulun varastosta, joten se oli luonnollinen valinta mekanismiin. Tanko oli oivallinen valinta käytettäväksi mekanismin siirtotangoissa. SKS:ltä saatiin tilattua tangolle sopivat liuku-laakerit, jotka olivat myös sopivat asennettavaksi runkoon.

3.4 Mallinnus

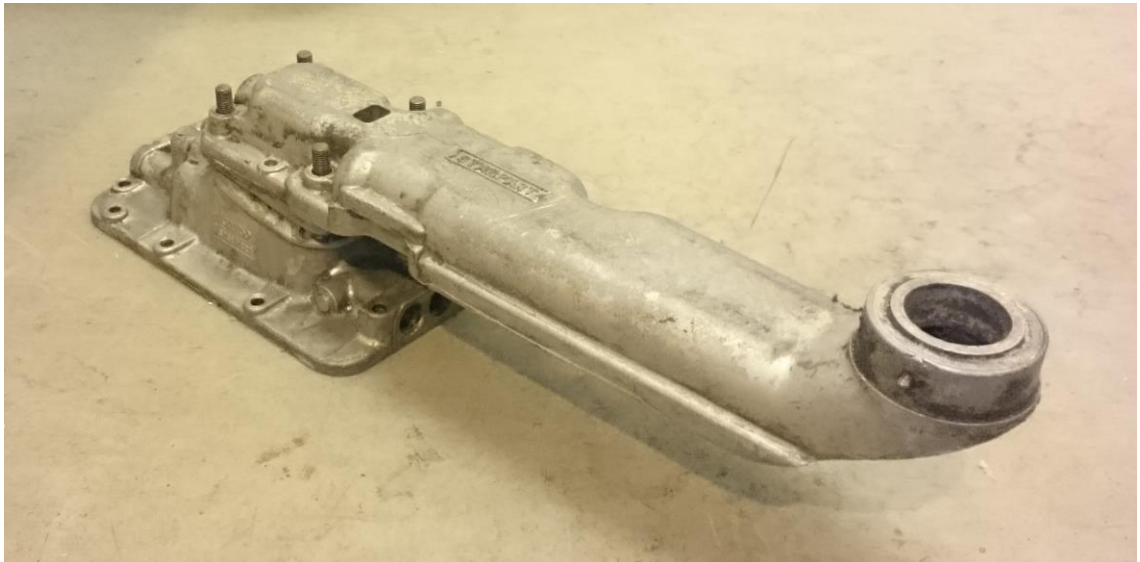
Työ suunniteltiin alusta loppuun 3D CAD -ohjelmaa käyttäen. Tietokoneella 3D-mallin kanssa työskentely takaa erittäin tarkan kuvan suunnitelluista osista ja kokoonpanosta. CAD-ohjelmalla on mahdollista tehdä kaikki suunnittelun vaiheet alusta loppuun yhtä ja samaa tietokoneohjelmaa käyttäen. Mallinnus-luvussa kerrotaan mallinnusohjelmasta ja syvennyttään kokoonpanon eri osien suunnitteluun.

3.4.1 Mallinnusohjelma

Mallinnukset on tehty Catia V5 -CAD-ohjelman part design -työkaluja käyttäen. Tähän ohjelmaan päädyttiin aikaisemman kokemuksen vuoksi. Catia V5 on ranskalaisen Dassault Systemésin tuote, jossa on erittäin laaja valikoima työkaluja eri alojen suunnittelun ja tuotannon eri vaiheisiin.

3.4.2 Runko

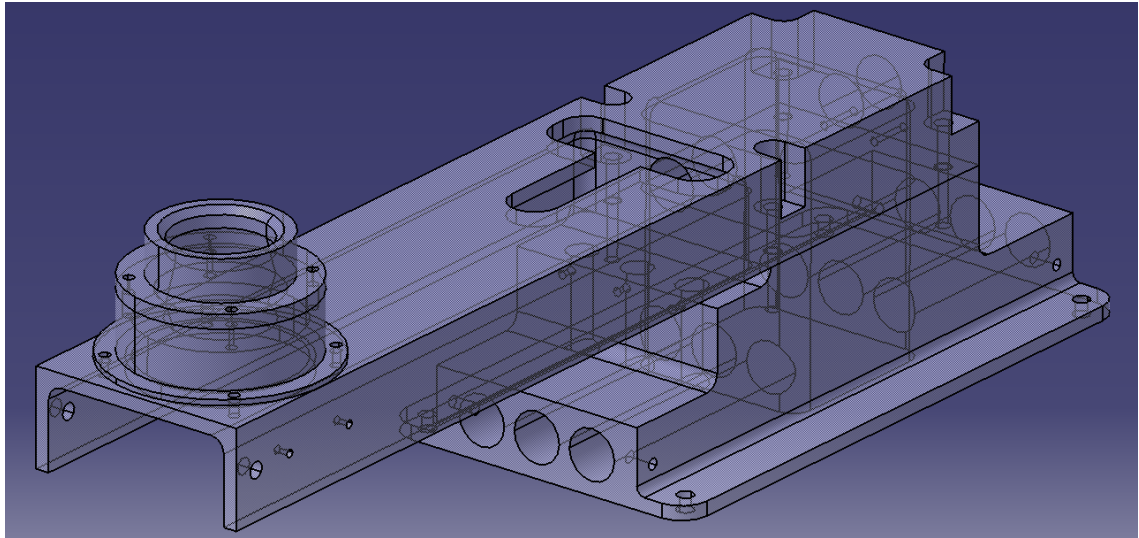
Rungon ulkomuoto on alkuperäisen mukainen, mutta yksinkertaistettu, jotta se soveltuu helpommin koneistettavaksi. Mallina käytettiin projekti-auton alkuperäistä vaihteenvälitsimen runkoa. Kuvassa 2 näkyy alkuperäisen vaihteenvälitsimen runko. Yksinkertaisempi muoto vähentää koneistamiseen kuluva aikaa ja pienentää tarvittavien koneistustyökalujen määrää.



Kuva 2. Alkuperäisen vaihteenvälitsimen runko

Rungon ulkomitat on optimoitu saatavilla olevien koneistusmateriaalien mukaisiksi, jotta välttyttiin lisäkustannuksilta ja samalla säästettiin aikaa, kun voitiin aloittaa rungon valmistus heti suunnitelmien valmistuttua. Runko täytyi myös mitoittaa sopivaksi sen sisään kuuluvalla mekanismille. Runko koostuu käytännössä ylä- ja alaosasta, jotka ovat pulteilla kiinni toisissaan. Rungon sisään on suunniteltu vaihteensiirtomekanismi, josta lisää seuraavassa luvussa. Runkoon kuuluu myös vaihdekepin tueksi alumiinista sorvattu kappaleet. Näiden sorvattujen kappaleiden välissä on paikka vaihdekepin pallonivelelle. Runko suunniteltiin suhteellisen jäykäksi, jotta se kestäisi siihen kohdistuvat rasitukset, mutta käytön kuormitusten aiheuttamia vaikutuksia runkoon tai kokoonpanon muihin osiin ei lähdetty selvittämään. Rasitukset riippuisivat käyttäjän käyttämästä voimasta ja niiden katsottiin pysyvän maltillisina, joten alumiiniset ja teräksiset osat kestäisivät ne hyvin. Kuvassa 3 näkyy lopullinen rungon 3D-malli.

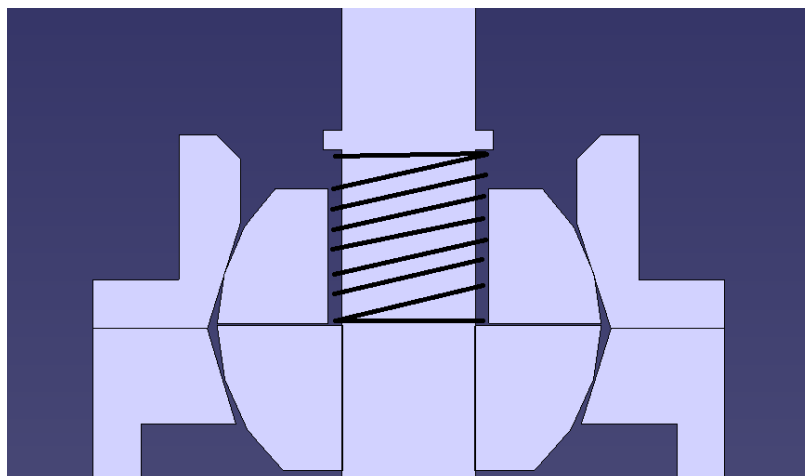
Runkoon porattaviin reikiin on asennettu liukupinnoille öljypronssiset liukulaakerit alumiinin huonojen liukuominaisuuksien takia. Laakereiden koon suhteen oli valinnanvaraa, joten laakerit on valittu lähinnä hinnan ja saatavuuden perusteella. Laakerit on hankittu SKS:ltä. Liitteessä 1 näkyy lisätietoa laakereista sekä saatavilla olevat laakerien koot kyseisestä materiaalista ja mallista.



Kuva 3. Runko

3.4.3 Mekanismi

Mekanismi on suunniteltu alkuperäisen pohjalta suurimmaksi osaksi vastaamaan alkuperäistä, jotta tuntuma ja käyttökokemus vaihteenvalitsimessa säilyy muuttumattomana. Mekanismia suunniteltaessa on otettu huomioon vanhasta hyödynnettävät osat ja mekanismi on suunniteltu säästetyt osat huomioon ottaen. Alkuperäisestä säästettiin ja käytettiin osia, jotta saatiin pienennettyä työmäärää ja nopeutettua valmistusta. Liikeradat

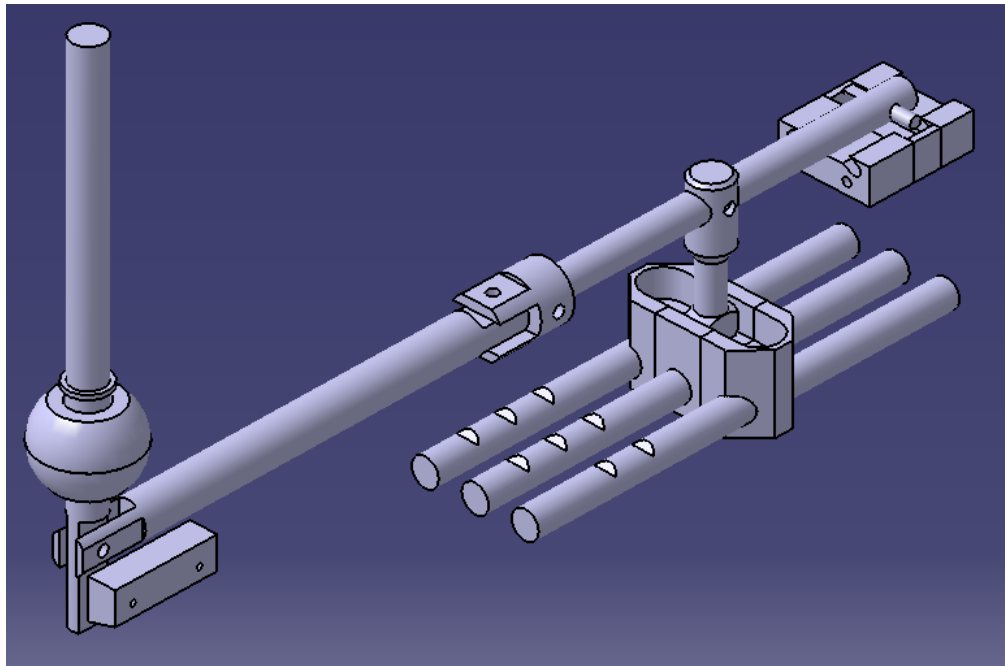


Kuva 4. Vaihdekepin nivel

on suunniteltu samanlaisiksi kuin alkuperäisessä, jolloin voitiin hyödyntää mekanismin osia alkuperäisestä vaihteentalusta. Vaihtekepin vipusuhde on sama kuin alkuperäisessä, koska vanha vaihtekeppi säilytettiin ja liitettiin uuteen kokoonpanoon. Myös vaihtekepin alapään kiinnityskohta ja tukipiste säilyivät muuttumattomana. Mekanismin välityksellä käyttäjän kädestä vaihtekepin kautta, ja tätä voimaa vastustavat siirtotankot paikallaan pitävät jouset, joista on kerrottu lisää alempana. Vaihtekepin pallonivelen vapausasteet on mekanismin käyttötavan mukaan rajoitettu kahteen. Pallonivel ei liiku minkään akselin suuntaan, mutta voi rajoitetusti pyöriä x- ja y-akseleiden ympäri. Kuvassa 4 on esitetty vaihtekepin pallonivelen läpileikkauskuva. Kuvaan on hahmoteltu mustalla vaihtekeppiä nostava jousi.

Mekanismissa on vanhan mukaisesti kolme edestakaisin liikkuvaa siirtotankoa, joiden välityksellä vaihteiston rattaat liikkuisivat. Tässä versiossa näillä tangoilla ei ole muuta virkaa kuin että tuntuma ja käyttökokemus vaihtekepissä säilyy ennallaan. Uudet siirtotangot on valmistettu 12 mm:n paksusta terästangosta. Samaa tankoa on käytetty rungon ylemmässä osassa olevassa tangossa. Kuvassa 3 näkyy lopullisen mekanismin 3D-malli.

Mekanismin kuuluu alkuperäisen tyylinen peruutusvaihdelukko. Peruutusvaihtekeppi kytkeytyy siirtämällä vaihtekeppiä vasemmalle ja eteen, mutta vaihtekeppi ei liiku keskeltä vasemmalle ilman, että vaihtekeppiä painaa alaspäin. Vaihtekepin kahdensuuntainen pystyliike on toteutettu pallonivelellä ja jousella. Tällä nivelellä myös estetään vaihtekepin liikkuminen ylöspäin ja mahdollistetaan liike alaspäin jousen vasten. Vaihtekepin liike vasemmalle, kun vaihtekeppiä ei paineta alaspäin, on estetty kiinnittämällä runkoon alumiininen osa, joka näkyy kuvassa 5 alavasemmalla. Vaihtekepin ja tangon kiinnityspultti ottaa tähän osaan kiinni ja alas painettaessa liikkuu sen alle.

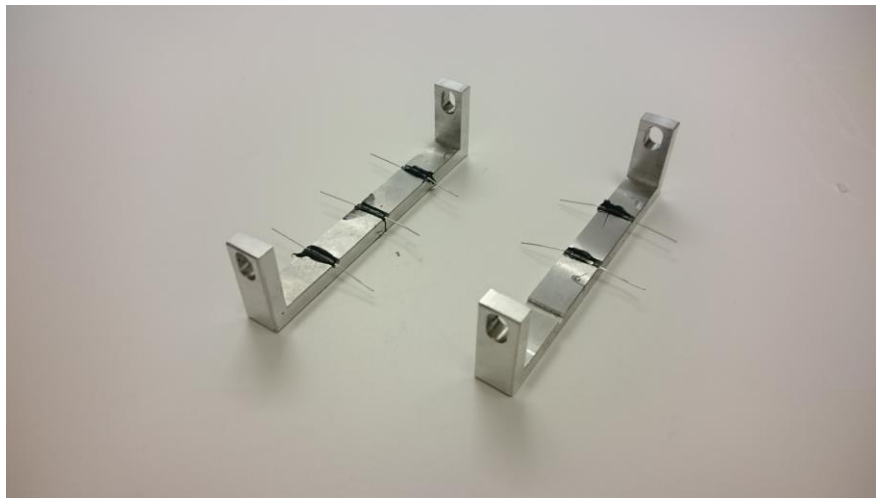


Kuva 5. Mekanismi

3.4.4 Elektronikka

Mekanismissa on viisi kappaletta magneettikytkimiä, yksi kullekin vaihteelle. Niiden tehtävä on lähettää tieto moottorinohjaukselle, kun jokin vaihde on kytketty, joka sitten rajoittaa moottorin tehoa kytketyn vaihteen mukaan. Suunnitteluvaiheessa kytkimille mietittiin sopivaa paikkaa ja niiden sijoittamiselle oli muutamakin vaihtoehto. Ensimmäinen idea oli sijoittaa kytkimet suoraan vaihdekepin alapäähän ja kiinnittää kaksi magneettia vaihdekepin alapäähän. Tämä idea olisi vaatinut monimutkaisempien pidikkeiden toteuttamista ja kytkimien paikat olisi pitänyt säätää vaihdekepin liikeradan mukaan, mikä olisi ollut paljon monimutkaisempaa kuin nykyisessä toteutuksessa. Kytkimet päätettiin lopulta sijoittaa runkoon kiinnitettäväksi siirtotankojen päiden kohdalle. Kun vaihdekepillä kytkee vaihteen, siirtotankojen päissä olevat magneetit liikuessaan kytkivät eri magneettikytkimen kullakin vaihteella. Jokaista kytkintä kytkee oma magneetti, joka on liittetty siirtotangon päähän.

Kytkimiksi valittiin pienet sylinterinmalliset magneettikytkimet, joista johtimet lähtivät kytkimen päistä. Kuvassa 6 näkyy kytkimien rakenne. Kytkimet ovat lepotilassa auki ja kun kytkimen lähelle tuodaan magneetti, kytkimen johtimet vetäytyvät toisiinsa kiinni magneetin vaikutuksesta. Kytkimien maksimi toimintajännite on 24 V. Tarkemmat tiedot löytyvät liitteestä 2. Kytkimien oli oltava tarpeeksi pienet, jotta ne voitiin vaivattomasti sijoittaa kokoonpanoon. Kytkimet on suunniteltu kytkeytyessään rajoittamaan auton nopeutta ajettaessa kullakin vaihteella, siten että pienellä vaihteella maksiminopeus on alhainen ja suurella vaihteella maksiminopeus on korkeampi. Tällä tavoin simuloidaan manuaalivaihteiston käyttäytymistä, jotta saadaan vanhan auton tuntua säilytettyä autossa. Kyt-kentäkaavio kytkimien kokoonpanosta löytyy liitteestä 3.



Kuva 6. Kuva 1: Kytkimet ja pidikkeet

3.5 Suunnitelmien ongelmatilanteet ja niiden ratkaisu

Suunnitteluvaiheessa oli pieniä vaikeuksia saada selville kuinka alkuperäinen vaihteen-siirtomekanismi oli suunniteltu toimimaan pallonivelen ja peruutusvaihdelukon osalta, koska mallina käytetystä vaihteenvalitsimesta puuttui mekanismin osia. Toiminta saatiin kuitenkin selville käyttämällä internetistä ja korjaamokäsikirjasta löydettyjä räjäytyskuvia, minkä jälkeen mekanismi mallinnettiin toiminnaltaan suunnilleen samanlaiseksi.

Suunnittelussa liikkuvaa mekanismia olisi ollut olennaista saada mekanismin liikkeet simuloitua 3D-mallissa, mutta ohjelman käyttötaidon ja ajan puutteen takia tämä jouduttiin jättämään väliin. Simulaatiosta olisi voitu analysoida mekanismin liikkeet kokonaisuudessaan ja ongelmat mekanismin liikeradoissa olisi huomattu ja voitu korjata ennen valmis-

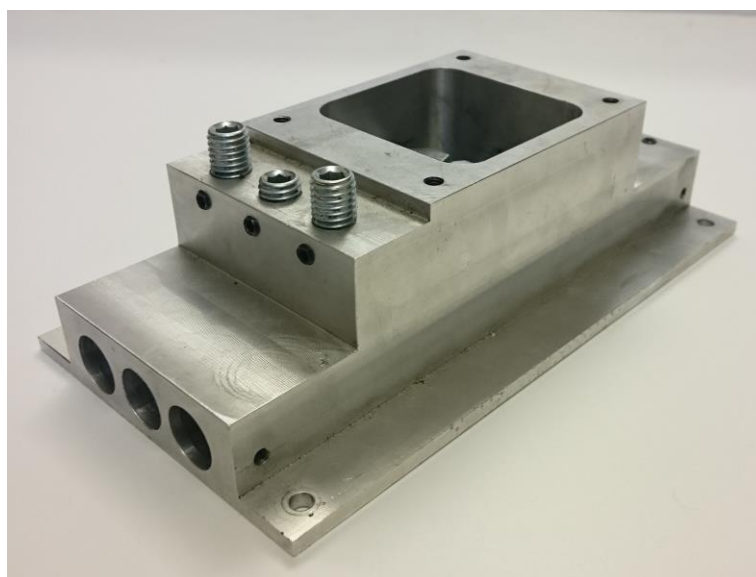
tuksen aloitusta. Tämän seurauksena mekanismin ongelmat huomattiin vasta valmistusvaiheessa. Suunnitteluvaiheessa nämä ongelmat olisi ollut helpompi korjata muuttamalla 3D-mallia ennen valmistusta.

4 Valmistus

Ensimmäinen valmistettava osa oli runko. Vanhasta rungosta on purettu ja hyödynnetty mekanismin osia. Työpiirustukset on tehty Catia V5 -CAD-ohjelmalla. Valmistuksen aikana osien koneistaja on tehnyt valmistusteknisistä syistä pieniä muokkauksia työpiirustuksiin. Nämä muokkaukset on tehty vain valmistuksen helpottamiseksi eivätkä vaikuta kokonaisuuden toimintaan vaan ainoastaan ulkoisiin ominaisuuksiin. Kokoonpanokuva löytyy liitteestä 3, ja työn lopussa on liitteinä työpiirustukset kaikista kokoonpanon osista.

4.1 Runko

Haasteellisen valmistaa rungosta tekee sen pitkät porattavat pitkittäiset reiät siirtotangoille. Lisäksi runkoon on porattu pystysuoraan kolme reikää joihin on asennettu siirtotankoihin painautuvat pienet jouset ja kupit, jotka vastustavat siirtotankojen liikettä jousen voimalla. Nämä jouset on kiristetty paikoilleen kierretangoilla, joiden avulla jousen esijännitystä voi säätää. Runkoa ja muita osia ovat olleet koneistamassa Pekka Pesonen, Juho Jalava-Kanervio sekä Matti Kymäläinen. Kuvassa 7 näkyy rungon alaosa valmiina.



Kuva 7. Valmis rungon alaosa

4.2 Mekanismi

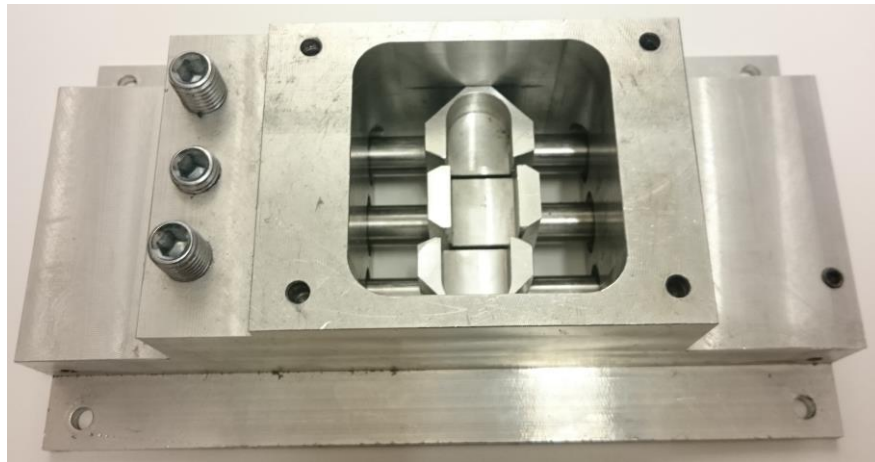
Mekanismin vanhasta säästetyt mekanismin osat on sovitettu uuteen runkoon ja uudet tarvittavat osat on valmistettu ja sovitettu paikoilleen. Vanhasta mekanismista säästettiin vaihdekeppi ja tämän alapäässä kiinni oleva terästanko, jotka näkyvät kuvassa 8. Kuvassa näkyy myös vasemmalla ylhäällä runkoon kiinnitetty peruutusvaihdelukon alumiininen pala, joka estää vaihdekepin liikkeen peruutusvaihteelle sen perusasennossa.



Kuva 8. Kuva 2: Yläosan mekanismi

Mekanismi ei toiminut täydellisesti heti ensimmäisen kokoamisen jälkeen, vaan siihen on jouduttu tekemään jälkepäin paljon muutoksia sen kunnollisen toiminnan varmistamiseksi. Suurin osa näistä muutoksista on ollut paikallisia hienosäätöjä. Valmistusvaiheessa eteen tulleista suuremmista ongelmista on kerrottu luvussa 4.4.

Siirtotangot on koneistettu 12 mm paksusta karkaistusta terästangosta, joidenka päihin jyrsittiin urat, johon jousikupit painautuisivat. Jousien kireyttä säätämällä saadaan säädettyä sopiva jäykkyys vaihdekepile. Mitä kireämmällä jousi on, sitä voimakkaammin se vastustaa siirtotangon liikettä. Kuvassa 9 näkyy vasemmalla jousien kiinnitykseen ja kirstykseen tarkoitetut kuusiokokolliset kierretangot. Keskelle tankoja tehtiin reikä ja kierre, johonka tulisi kiinni vaihteensiirtopalat, jotka näkyvät keskellä kuvassa 9. Tankojen päihin liimattiin magneetit, jotka tangon liikkuessa kytkee magneettikytkimen. Kuvassa 9 näkyy mekanismi rungon alaosan osalta.

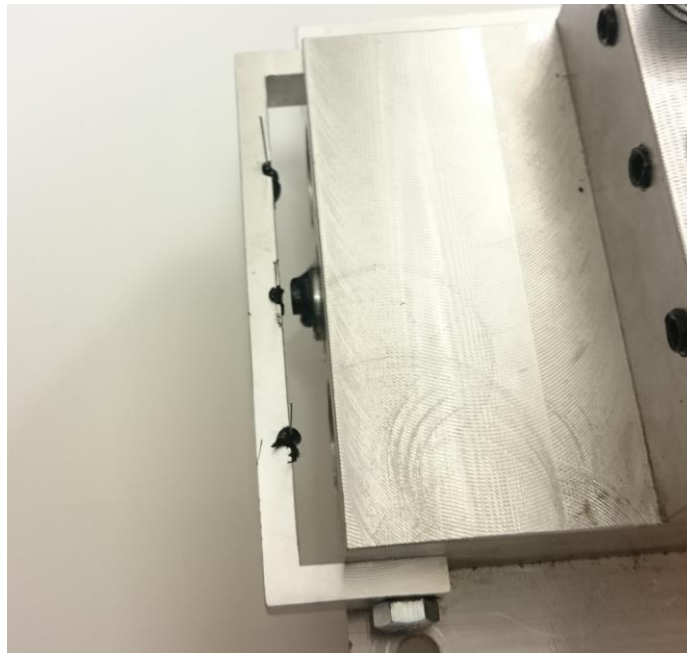


Kuva 9. Alaosan mekanismi

Koska tankoja on kolme ja ne liikkuvat kahteen suuntaan ja alkuperäisessä vaihteistossa oli neljä vaihdetta ja peruutusvaihte, uudessa mekanismissa oli yksi ylimääräinen liike. Tämä liike estettiin yksinkertaisesti tekemällä runkoon yhteen tankojen rei'istä kierre ja asentamalla siihen kierretanko, joka estää tangon liikkeen tähän suuntaan.

4.3 Elektroniikka

Magneettikytkimille on valmistettu alumiinista koneistamalla pidikkeet. Magneettikytkimet kiinnitettiin näihin pidikkeisiin liimaamalla. Pidikkeet on kiinnitetty pulteilla runkoon. Pidikkeissä on etäisyysäätövaraa, jotta saataisiin kaikki kytkimet sopivalle etäisyydelle magneeteista. Kun magneetti tulee lähelle kytkintä, se kytkeytyy ja moottorinohjaukselle menee siitä tieto. Kuvassa 10 näkyy kytkin kytkettynä, kun siirtotanko on siirtynyt sen lähelle. Kuvanottohetkellä sähkökytkentöjä ei ole vielä tehty. Sähkökytkennät on myöhemmin tehnyt Ioannis Soutanis.

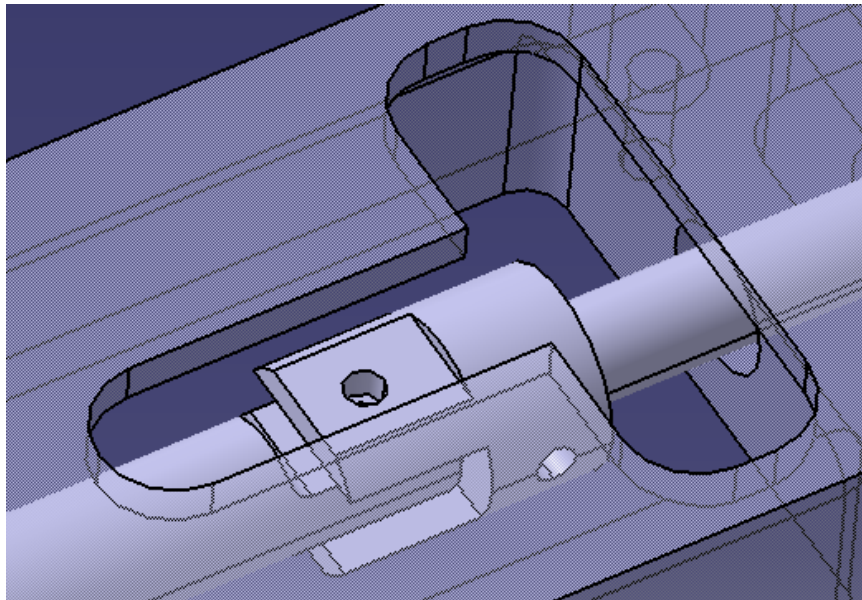


Kuva 10. Vaihteen kytKentä

4.4 Valmistuksen ongelmatilanteet ja niiden ratkaisu

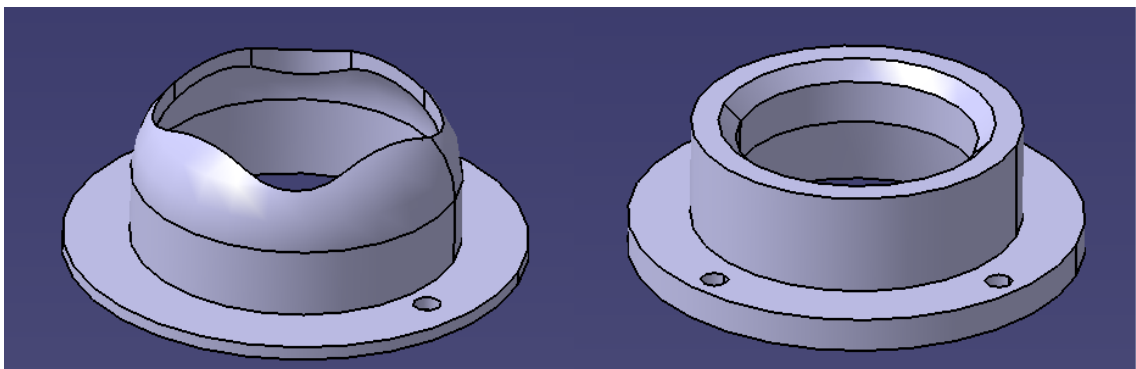
Valmistusvaiheessa vastaan tuli erinäisiä pieniä ongelmia, jotka olisi voitu ehkäistä, jos mekanismin simulointi mallinnusohjelman kanssa olisi suunnitteluvaiheessa suoritettu. Mekanismin osia jouduttiin muokkaamaan, jotta oikeanlaiset liikeradat toteutuisivat. Nämä ongelmat ratkaistiin tarkastelemalla kokoonpanoa ja tekemällä tarvittavat muokkaukset työpiirustuksiin, jotka annettiin uudestaan koneistajalle.

Mallinnuksessa ei ollut otettu tarpeeksi huomioon pultteja ja muttereita ja niiden asennukseen tarvittavaa tilaa työkaluille. Rungon yläosaan jouduttuun koneistamaan aukko, jotta sen yläpuolelta pääsee työkalulla avaamaan tankojen kiinnityspultin. Näistä ongelmista kuitenkin päästiin yli tekemällä osiin tarvittavat avarrukset, jotta pultteja ja muttereita pääsisi avaamaan työkaluilla. Kuvassa 11 näkyy rungon yläosaan koneistettu aukko.



Kuva 12. Rungon yläosan aukko

Kokoonpanon alkuvaiheessa huomattiin vaihdekepin nivelkohdalle suunnitellun 3D-tulosteisen osan olevan sopimaton. Tämä osan oli tarkoitus yhdessä jousen kanssa painaa palloniveltä alaspäin ja estää sitä nousemasta pois paikoiltaan. Tähän saatiin kuitenkin nopeasti suunniteltua alumiininen sopiva kansi, jonka sisään valmistettiin toinen puolipallon muotoinen osa. Nivel kohdassa on siis kahdesta puolipallosta muodostuva pallonivel, jotka pitää paikallaan alumiininen kuori. Alumiinista valmistettu kansi on myös kestävämpi. Kuvassa 12 vasemmalla näkyy 3D-tulosteinen malli, joka kuitenkin korvattiin oikealla näkyvällä alumiinista sorvatulla mallilla.

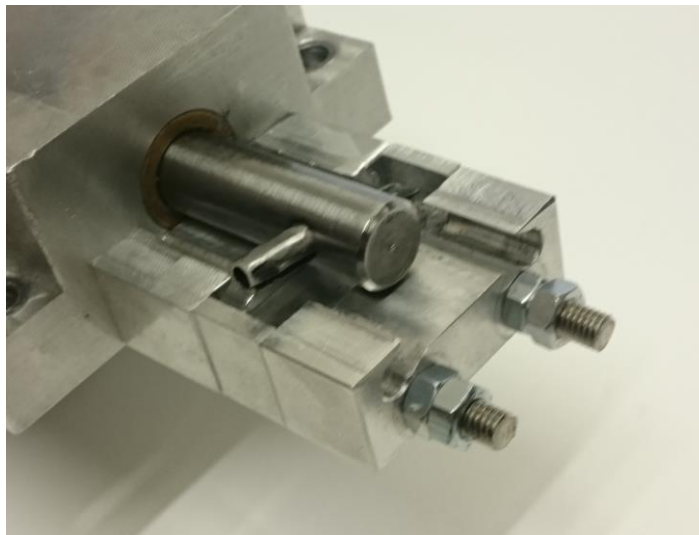


Kuva 11. Pallonivelen kuoret

Autoon soviteltaessa tuli vastaan tilanpuute vaihteistotunnelissa, johon vaihteenvältsin kiinnitettäisiin auton ohjaamossa. Vaihteistotunneli oli alun perin muovia, johon oli lamiinoitu lasikuitua päälle. Tämä teki siitä jäykemmän kuin alkuperäinen oli. Vaihteistotun-

nelin täytyi olla vahvempi, koska vaihteensiirtäjä kiinnitettiin siihen kiinni, toisin kuin alkuperäisessä. Vaihteistotunnelia kuitenkin pystyttiin kuiduttamaan uudestaan ja tekemään siitä tilavampi, jotta vaihteensiirtäjä saatiin sijoitettua sen alle.

Koekäytettäessä huomattiin mekanismeissa pieni ongelma. Käytettäessä saattoi mennä kaksi vaihdetta samanaikaisesti päälle. Mekanismiin päätettiin tehdä lisäosat, jotka estäisivät tämän. Vaihteet haluttiin menevän päälle ainoastaan tietyssä vaihdekepin kulmassa. Uudessa osassa on lovet, johon tangossa kiinni oleva tappi menee tietyssä kulmassa sekä vaihdekepin ollessa suorassa. Kuvassa 13 näkyy edellä mainittu osa. Ongelmia tuli myös peruutusvaihdelukon toiminnan kanssa. Ensimmäinen versio peruutusvaihdelukon palasta oli liian leveä ja rajoitti vaihdekepin liikettä sivusuunnassa liikaa. Uudelleen muotoilemalla osaa siitä saatiin sopiva ja peruutusvaihde meni sulavasti päälle.



Kuva 13. Vaihdeohjuri

5 Kehityskohteet

Vaikka työssä saatiin aikaiseksi toimiva malli, asioita joita voitaisiin kehittää kokoonpanossa, löytyi työn edetessä huomattavasti. Niistä on kerrottu tässä luvussa. Nämä kehityskohteet jäivät tämän projektin ulkopuolelle aikataulun vuoksi.

Mekanismiin olisi mahdollista lisätä kaksi vaihdetta suhteellisen helposti lisäämällä neljäs siirtotanko runkoon. Tällöin tietysti joudutaan suunnittelemaan ja valmistamaan hieinan erilainen ja suurempi runko. Tällöin peruutusvaihteelle olisi oma siirtotanko, jolla olisi vain yksi liike ja sen vastakkaisuuntainen liike tulisi estää niin kuin nykyisessäkin on tehty. Jos haluttaisiin kolmella siirtotangolla peruutusvaihteen lisäksi viisi vaihdetta,

tämä vaatisi uudenlaisen peruutusvaihdelukon suunnittelun jos lukko haluttaisiin säilyttää mekanismeissa. Peruutusvaihdelukko voisi olla sellainen, että vaihdekeppi liikkuu vapaasti vasemmalle ja tästä asennosta menee ykkösvaihde päälle työntämällä keppiä eteenpäin, mutta vasta vaihdekeppiä painettaessa alaspäin saadaan peruutusvaihde kytkettyä vetämällä keppiä taaksepäin sen ollessa alas painettuna. Tämä voitaisiin toteuttaa muuttamalla rungossa kiinni olevaa palaa, joka estää vaihdekepin liikkeen vasemmalle, kun vaihdekeppiä ei paineta alaspäin. Tästä palasta voisi tehdä lyhemmän, jolloin se estäisi vaihdekepin liikkeen peruutusvaihteen suuntaan, jos keppiä ei paineta alaspäin.

Liikkeiden osalta mekaniismista voisi saada tarkemman, vähentämällä mekaniismin nivelkohtien väljyyttä. Väljyys kuitenkin päätettiin säilyttää tässä mekaniismeissa alkuperäisen tuntuksen epätarkkuuden säilyttämisen vuoksi. Tämä kuitenkin vaikeutti mekaniismin suunnittelua osaltaan, koska väljien nivelien liikkeitä on vaikeampi ennakoida kun tiukkojen nivelien. Nimenomaan tämä epätarkkuus näkyi vaihdekepin sivuttaisliikkeessä. Rungon sisällä oleva heiluritappi ei aina siirtynyt tarpeeksi sivulle, mikä on tärkeää, että saadaan 3-, 4- ja peruutusvaihde kytkettyä. Myös heiluritapista sekä keskimmäisestä vaihteensiirtopalikasta voisi tehdä kapeammat. Tällöin heiluritapilla olisi lyhempi matka siirtyä liikuttamaan viereistä siirtotankoa. Toinen mahdollisuus mekaniismin parantamiseen olisi jos heiluritapin sivuttaisliikettä saataisiin laajemmaksi. Mahdollisesti pallonivelen ylempää kuorta voisi koneistaa avarammaksi kohdasta, jossa vaihdekeppi ottaa siihen ääriasennoissaan kiinni.

Osat, jotka oli suunniteltu estämään kahden vaihteen samanaikainen kytkeytyminen, eivät lopullisessa tuotteessa toimineetkaan toivotulla tavalla. Kahden vaihteen samanaikainen kytkeytyminen saatiin estettyä, mutta mekaniismeissa ilmeni muita ongelmia. Vaihteet eivät enää kytkeytyneet yhtä sulavasti ja välillä eivät ollenkaan. Urat, joihin tangossa kiinni olevan tapin tulisi mennä, eivät olleet täydellisesti oikeilla kohdilla. Lisäksi osien kiinnitystapa pitkillä kierretangoilla ja muttereilla aiheutti pientä vinoutta osiin, koska kierretangot eivät olleet täydellisen suorat. Tämä vika jäi työn aikataulun vuoksi kunnolla tutkimatta ja korjaamatta.

Pitempiaikaista käyttöä ajatellen olisi voitu ehkäistä lian pääseminen järjestelmään sekä voiteluaineiden valuminen ulos. Tätä olisi voitu miettiä jo suunnitteluvaiheessa jättämällä rungon pohja umpinaiseksi tai valmistamalla siihen erillinen pohjalevy. Siirtotankojen asennukseen tarkoitetut pitkät reiät rungossa voitaisiin jälkikäteen tulpata esim. muovisilla tulpilla. Näistä rei'istä täytyy kuitenkin päästä purkamaan siirtotangot tarvittaessa. Rungon yläosassa on kaksi laakeria ja muita mekaniismin osia, jotka ovat lialle alttiina.

Näiden osalta ongelmaa on vaikeampi korjata jälkikäteen. Tämä vaatisi rungon yläosan uudelleensuunnittelua.

Magneettikytkimet eivät kytkeytyneet halutulla tavalla kokoonpanossa, koska rinnakkais-ten kytkimien etäisyyksissä oli yksittäisiä eroja. Sekä liimattaessa kytkimiä pidikkeeseen, ne ovat saattaneet jäädä hieman eri etäisyyksille suhteessa toisiinsa. Kun kytkimet on asennettu linjaan niin joidenkin kytkimien kohdalla magneetti jää liian kauas kytkimestä. Tähän siis täytyisi suunnitella uusi kiinnitys, sellainen, jossa pystyy säätämään yksittäin kytkimien etäisyyttä.

6 Yhteenveto ja päätelmät

Tämän insinööriyön tavoitteena oli suunnitella ja valmistaa sähköautoon soveltuva vaihteensiirtomekanismi. Vaatimuksia työlle oli, että vaihteensiirtäjässä säilyy alkuperäinen tuntuma ja että toiminta vastaa alkuperäisen vaihteenvaihtimeen toimintaa. Toiveena oli, että vaihteita kytkettäessä käyttäjä voisi kuvitella autossa olevan alkuperäinen vaihteensiirtomekanismi, jos käyttäjä ei tietäisi totuutta. Työllä vastattiin tilaajan tarpeeseen saada vaihteensiirtomekanismi uudelleen sähköautoon. Kuvassa 14 näkyy valmis kokoonpano ilman sähkökytkentöjä. Sähkökytkennät tehtiin samalla, kun vaihteenvaihtin asennettiin lopullisesti autoon.



Kuva 14. Valmis kokoonpano

Työ voidaan ajatella onnistuneeksi, koska tärkeimpiin tavoitteisiin päästiin ja toimiva prototyyppi saatiin valmistettua. Kehityskohteita kuitenkin löydettiin työn aikana, mutta kaikkia niistä ei lähdetty toteuttamaan, koska se olisi vaatinut aikataulun venyttämistä, johon ei ollut varaa. Työn loppupuolella huomattiin asioita, jotka olisi voitu tehdä toisin; näistä on mainittu luvussa 5. Lopputulos on kuitenkin toimiva kokonaisuus, jonka työn tilaaja otti käyttöönsä. Työn toteutukseen voidaan siis olla tyytyväisiä. Kuva 15 on otettu valmiin auton sisustasta, ja siinä näkyy vaihdekeppi asennettuna.



Kuva 15. Vaihdekeppi valmiissa autossa

Valmistusvaiheessa erityisesti korostui huolellisen suunnittelun tärkeys: huolellinen suunnittelu on tärkeää, jotta suunniteltu osa olisi helpompi valmistaa eikä suunnitteluvirheitä tarvitsisi palata korjailemaan työn edistyessä. Työ saatiin valmiiksi alkuperäisen aikataulun puitteissa.

Lähteet

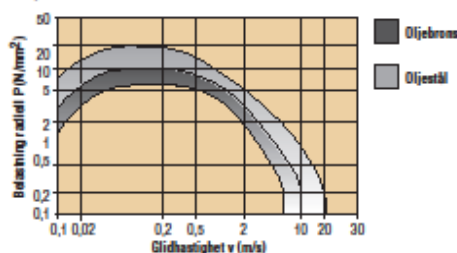
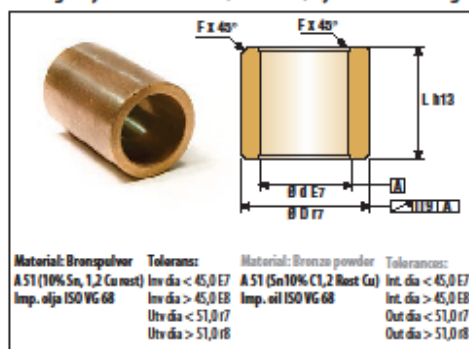
- 1 Dredge, Richard. 2014. Triumph Spitfire and GT6 The Complete Story. Ramsbury: The Crowood Press.
- 2 Hietalahti, Lauri. 2011. Sähkökäyttö- ja hybriditekniikka. Tampere: AMK-Kustannus Oy Tammertekniikka
- 3 E-Drive Retro. 2015. Verkkosivu. <<http://e-driveretro.com/>> Luettu 11.10.2015.
- 4 Workshop Manual GT6 MK1, 2 & 3 and VITESSE 2-litre. 1967. Surrey: Brooklands Books Limited.
- 5 Gearbox - Top cover and selectors. 2015. Verkkodokumentti. <<http://www.canleyclassics.com/triumph-gt6-mkiii-top-cover-and-selectors/>> Luettu 5.6.2015.
- 6 Gearbox - Top cover extension and hand lever assembly. 2015. Verkkodokumentti. <<http://www.canleyclassics.com/triumph-gt6-mkiii-top-cover-extension-and-hand-lever-assembly/>> Luettu 5.6.2015.
- 7 Blom, Seppo. 1999. Koneenelimet ja mekanismit. Helsinki: Edita.
- 8 Vuorinen, Jouko. 2003. Valmistustekniikka. Helsinki: Otatieto.
- 9 Alumec 89. 2011. Verkkodokumentti. Uddeholm Oy. <http://www.uddeholm.fi/files/alumec_89.pdf> Luettu 5.2.2016.
- 10 Uddeholm Arne. 2010. Verkkodokumentti. Uddeholm Oy. <http://www.uddeholm.fi/files/uddeholm_arne.pdf> Luettu 5.2.2016.

Laakerien taulukko



Sintrade oljebronsleger / Sintered oilbronze-bearing

Glidlager Cylindriska SS2991/ISO 2795 / Cylindrical bearing SS2991 / ISO 2795



d mm	D mm	Längd L mm / Length L mm			
2	4	4	—	—	—
3	8	4	—	—	—
4	8	4	6	8	—
4	10	8	—	—	—
5	10	6	8	10	—
5	12	10	—	—	—
6	9	4	6	8	—
6	10	4	6	10	—
6	12	6	8	10	—
6	14	12	—	—	—
8	11	6	8	12	—
8	12	6	8	12	—
8	14	8	12	16	—
8	18	16	—	—	—
10	14	8	10	16	—
10	16	8	10	16	20
10	22	20	—	—	—
12	16	8	12	20	—
12	18	8	12	16	20
12	25	25	—	—	—
14	18	10	14	20	—
14	20	10	14	20	30
14	28	30	—	—	—
15	19	10	15	25	—
15	20	10	15	20	25
15	22	16	20	30	—
15	30	30	—	—	—
16	20	12	16	25	—
16	22	12	16	20	25
16	32	30	—	—	—
18	22	12	18	30	—
18	24	12	18	30	—
18	25	15	20	25	—
18	35	30	—	—	—
20	25	15	20	25	—
20	26	15	20	25	30
20	28	20	30	40	—
20	40	40	—	—	—
22	27	15	20	25	—
22	32	20	30	—	—

d mm	D mm	Längd L mm / Length L mm			
25	30	20	25	30	—
25	32	20	25	30	35
25	35	25	35	50	—
25	45	35	—	—	—
30	35	20	25	30	—
30	38	20	25	30	40
30	40	30	45	60	—
30	50	60	—	—	—
35	41	25	35	40	—
35	45	25	35	40	50
40	46	30	40	50	—
40	50	30	40	50	60
45	51	35	45	55	—
45	55	35	45	55	60
45	65	80	—	—	—
50	60	35	50	70	100
50	70	70	—	—	—
55	65	40	55	70	—
55	70	70	—	—	—
60	68	50	60	70	—
60	70	50	60	—	—
60	72	50	60	70	—
60	75	60	90	—	—
60	85	90	—	—	—
65	75	60	90	—	—
65	80	60	90	—	—
70	80	60	90	—	—
70	85	60	90	—	—
75	85	70	100	—	—
75	90	70	100	—	—
75	100	100	—	—	—
80	90	70	100	—	—
80	95	70	100	—	—
80	105	100	—	—	—
85	95	100	—	—	—
85	100	100	—	—	—
90	105	80	—	—	—
90	110	80	—	—	—
100	120	80	—	—	—


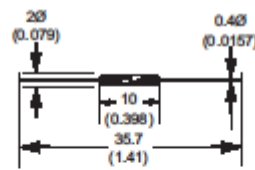

Magneettikytkimien tiedot




Reed Switch - Sub-Micro - Normally Open Contacts

Part Number : ORD211

Product Data Sheet

PICTURE	DIMENSIONS
	
	Drawings not to scale All dimensions in mm (Inches) nominal.

SPECIFICATION		
Contact Form		Normally Open
Contact Material		Rhodium
Switching Capacity	Max.	1 VA
Switching Voltage	Max.	24 VAC/DC
Switching Current	Max.	0.1 A
Carrying Current	Max.	0.3 A
Dielectric Strength	Min.	150 VDC
Contact Resistance	Max.	100 mOhms
Insulation Resistance	Min.	10 ⁷
Pull - In - Sensitivity		10 - 40 AT
Drop - Out - Sensitivity	Min.	5
Bounce Time	Max.	0.3 ms
Release Time	Max.	0.05 ms
Resonant Frequency	Typ.	7500 Hz
Operating Frequency	Max.	500 Hz
Vibration (10-1000Hz)		20 g
Shock (11 ms)		30
Capacitance	Typ.	0.2pF
Operating Temperature Range		-40°C + 125°C
Test Coil	Type	0211

NOTE	Ordering Information
<ul style="list-style-type: none"> When cutting or bending switch leads it is important that the glass seal is not damaged. The cutting or bending point should be no closer than 3mm (.118in.) to the glass to metal seal and the lead should be supported between the cutting or bending point and the glass to metal seal. We offer a crop and form service for Reed Switches to be customized to your specification. 	<p style="text-align: center;">PART NUMBER ORD211 10 40</p> <ul style="list-style-type: none"> Type _____ Minimum (AT) Sensitivity _____ Maximum (AT) Sensitivity _____ <p>Example: Type ORD211 Standard Sensitivity. Pull-in sensitivity between 10-40 AT is PART NO: ORD211 10 40 Available in ranges of 5 AT e.g: 10-15, 15-20 etc.</p>
Did you know we also sell?	
	

Rev. No.	Revision Note	Date	Signature
2	Datasheet Redesign	08-06-06	NG



As part of the company policy of continued product improvement, specifications may change without notice. Our sales office will be pleased to help you with the latest information on this product range and the details of our full design and manufacturing service. All products are supplied to our standard conditions of sale unless otherwise agreed in writing.

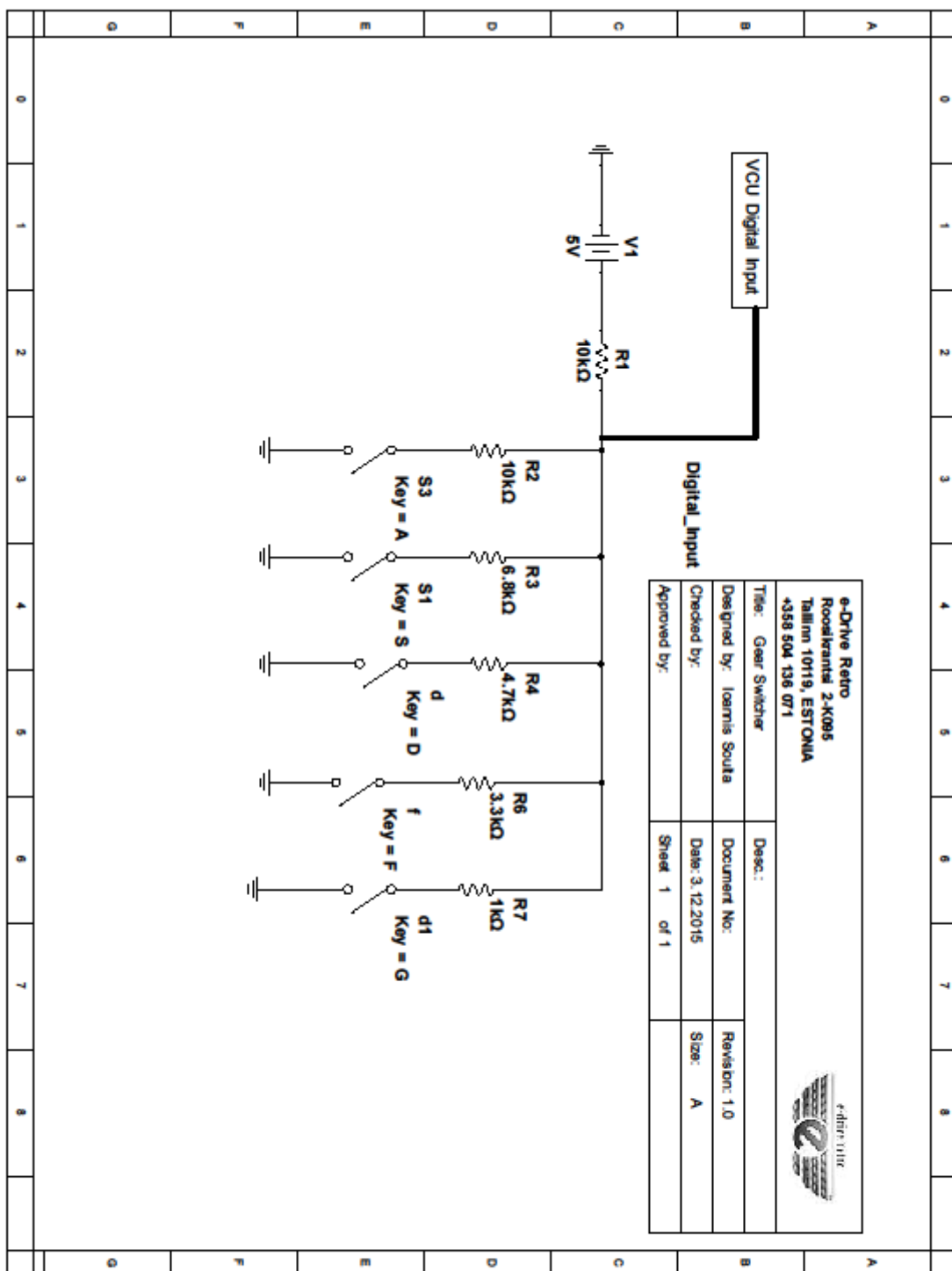
Phone : (1) 973 777 6900

www.comus-intl.com

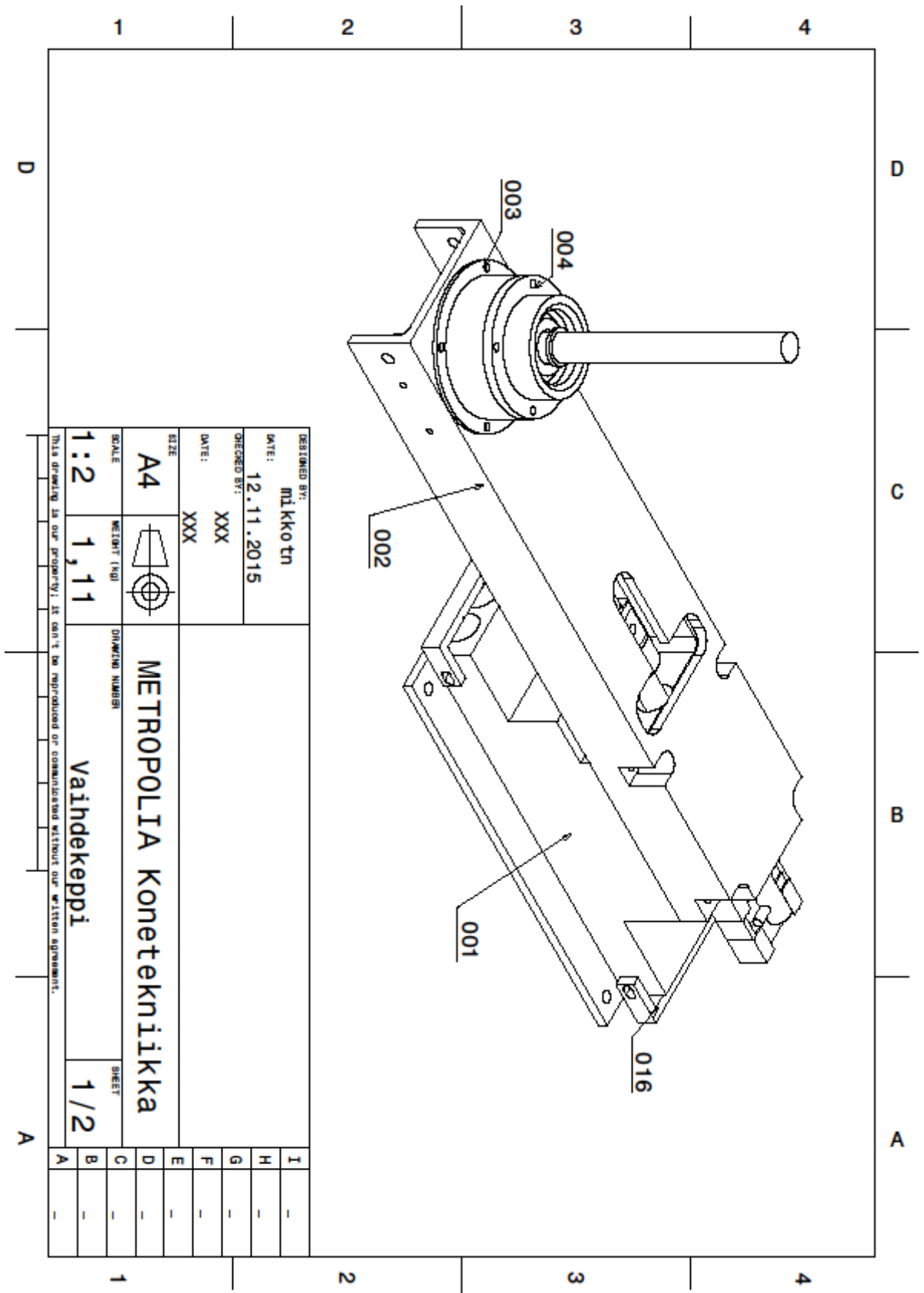
Fax: (1) 973 777 8405

©2006 Copyright Comus International Ltd, 454 Allwood Road, Clifton, New Jersey, 07012, USA.

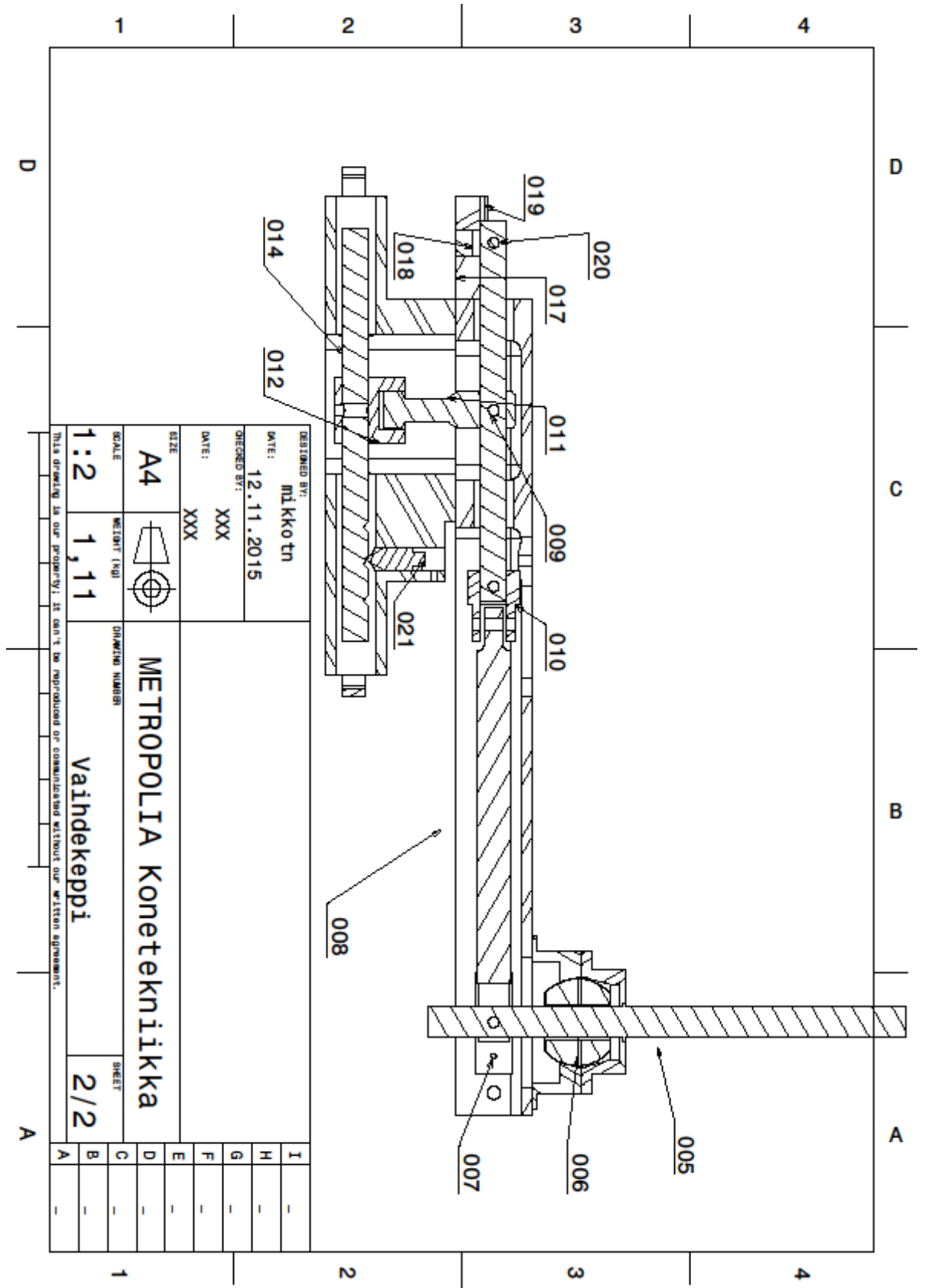
Kytentäkaavio



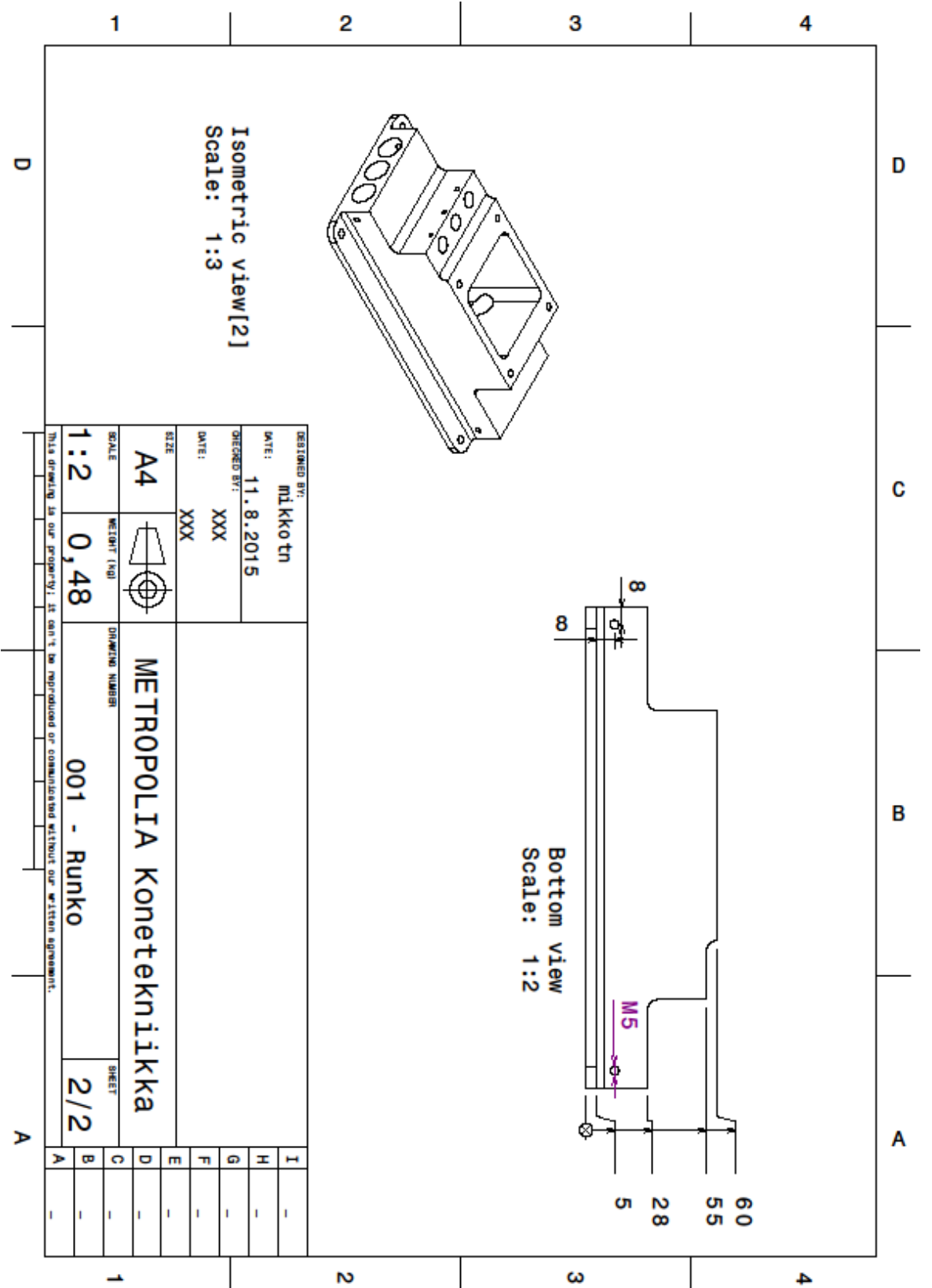
Kokoonpanon työpiirustus



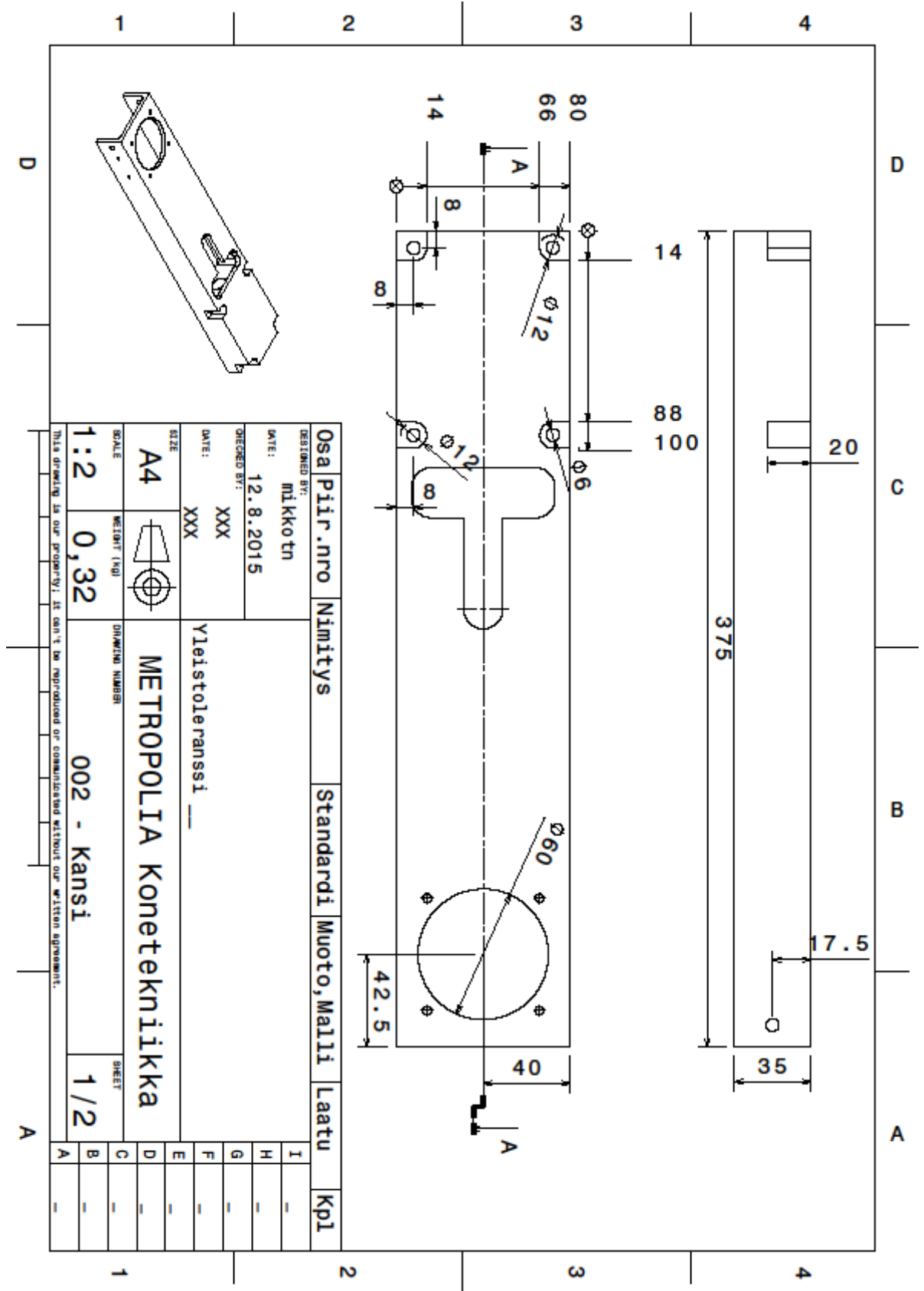
Kokoonpanon työpiirustus



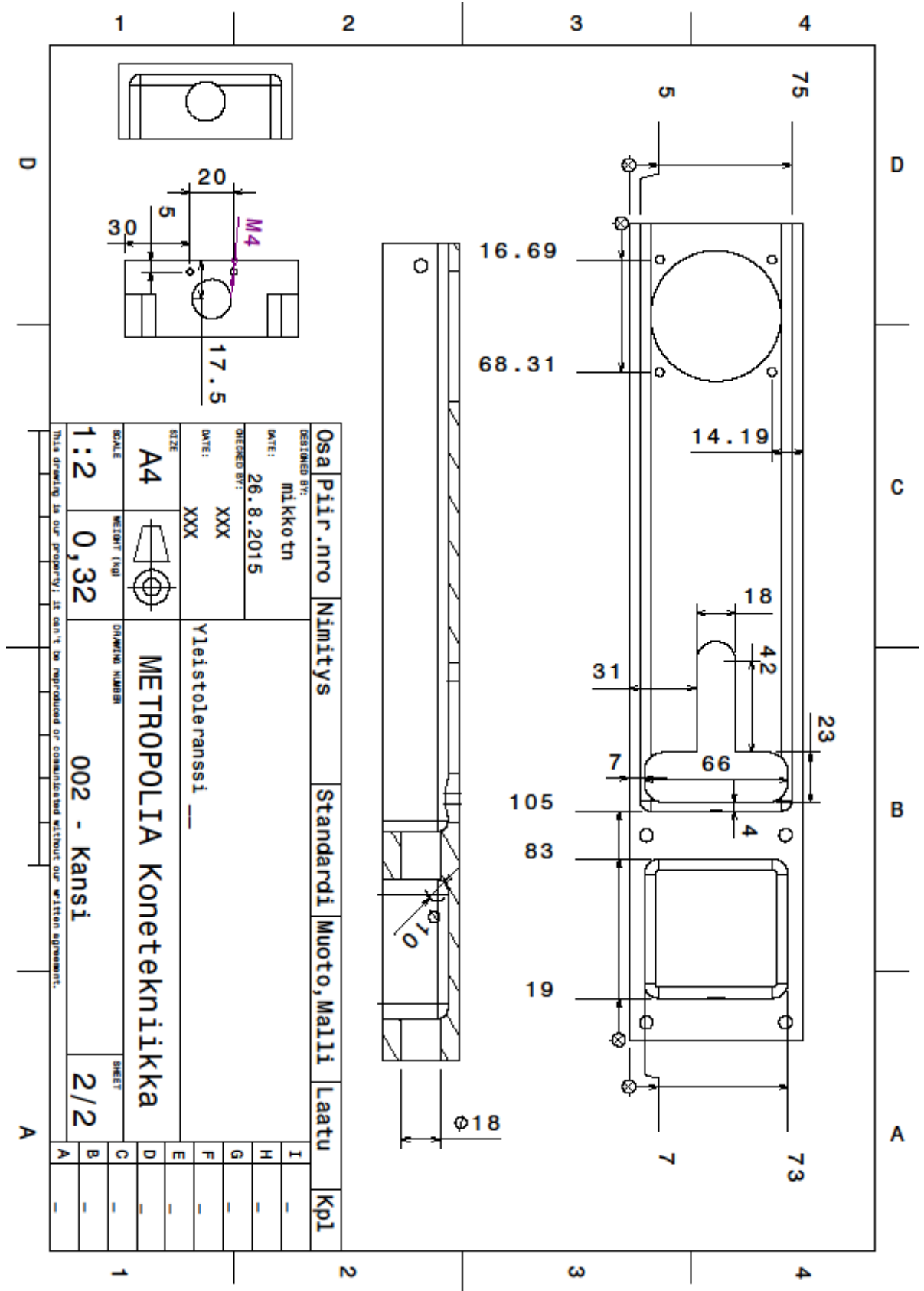
Rungon alaosan työpiirustus



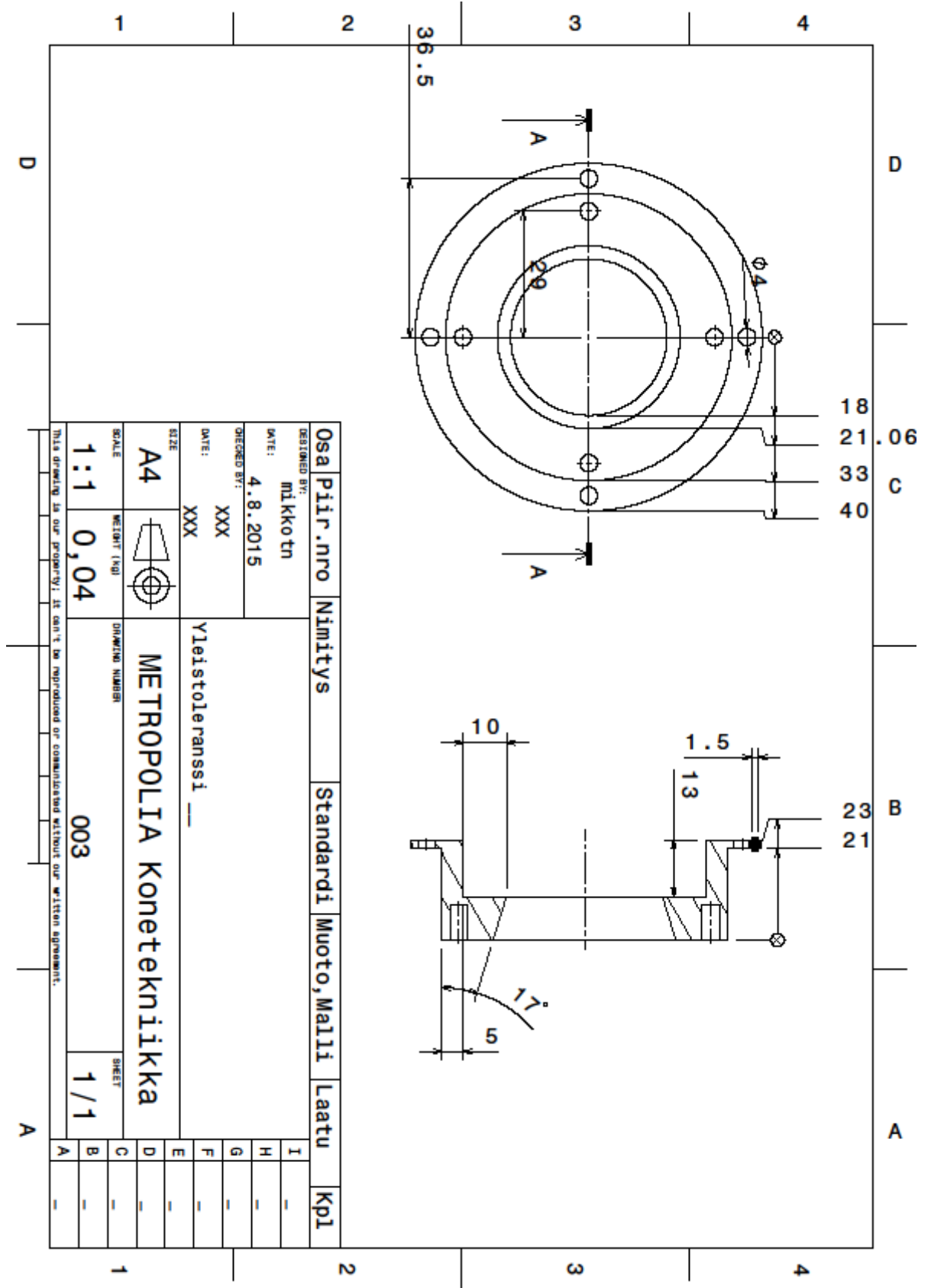
Rungon yläosan työpiirustus



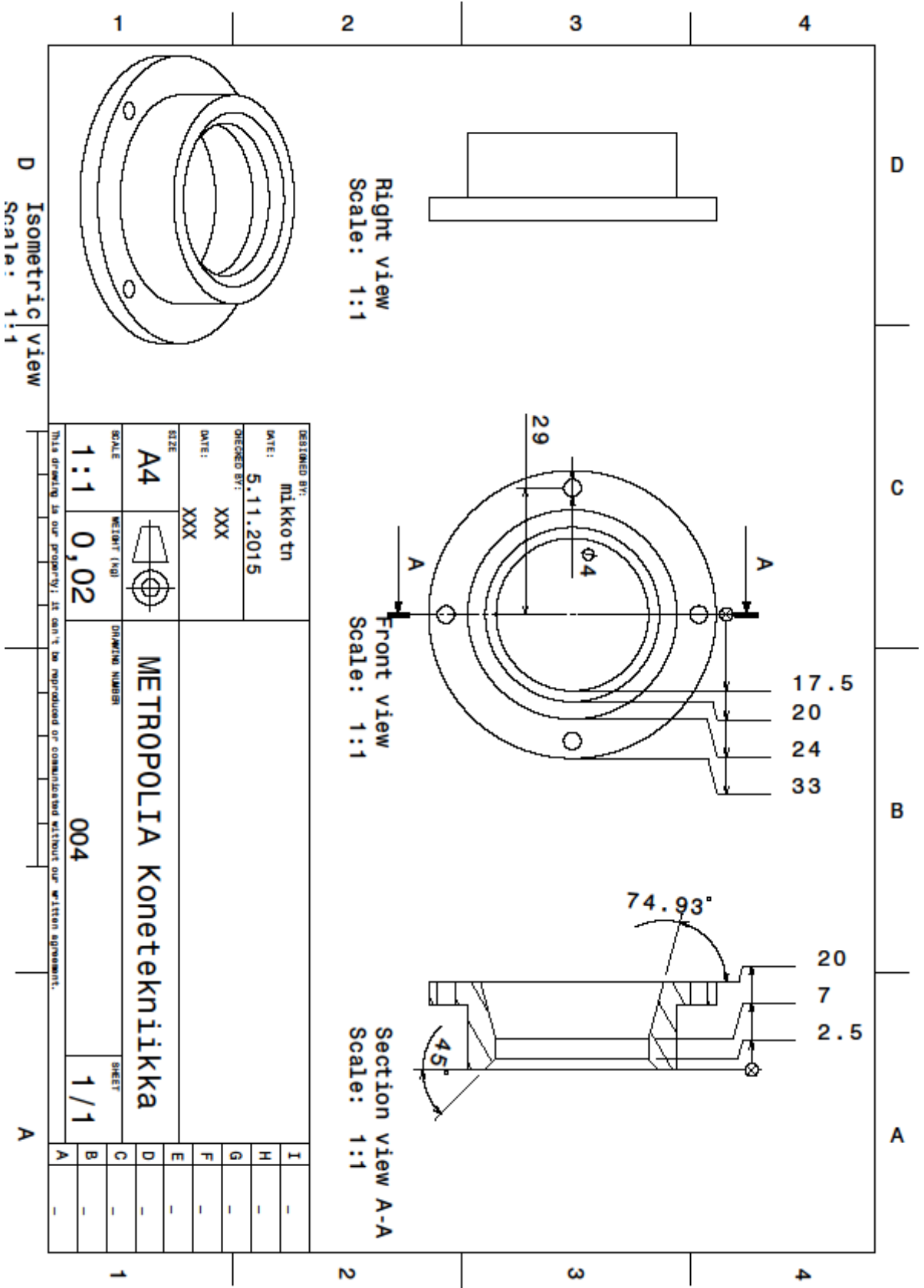
Rungon yläosan työpiirustus



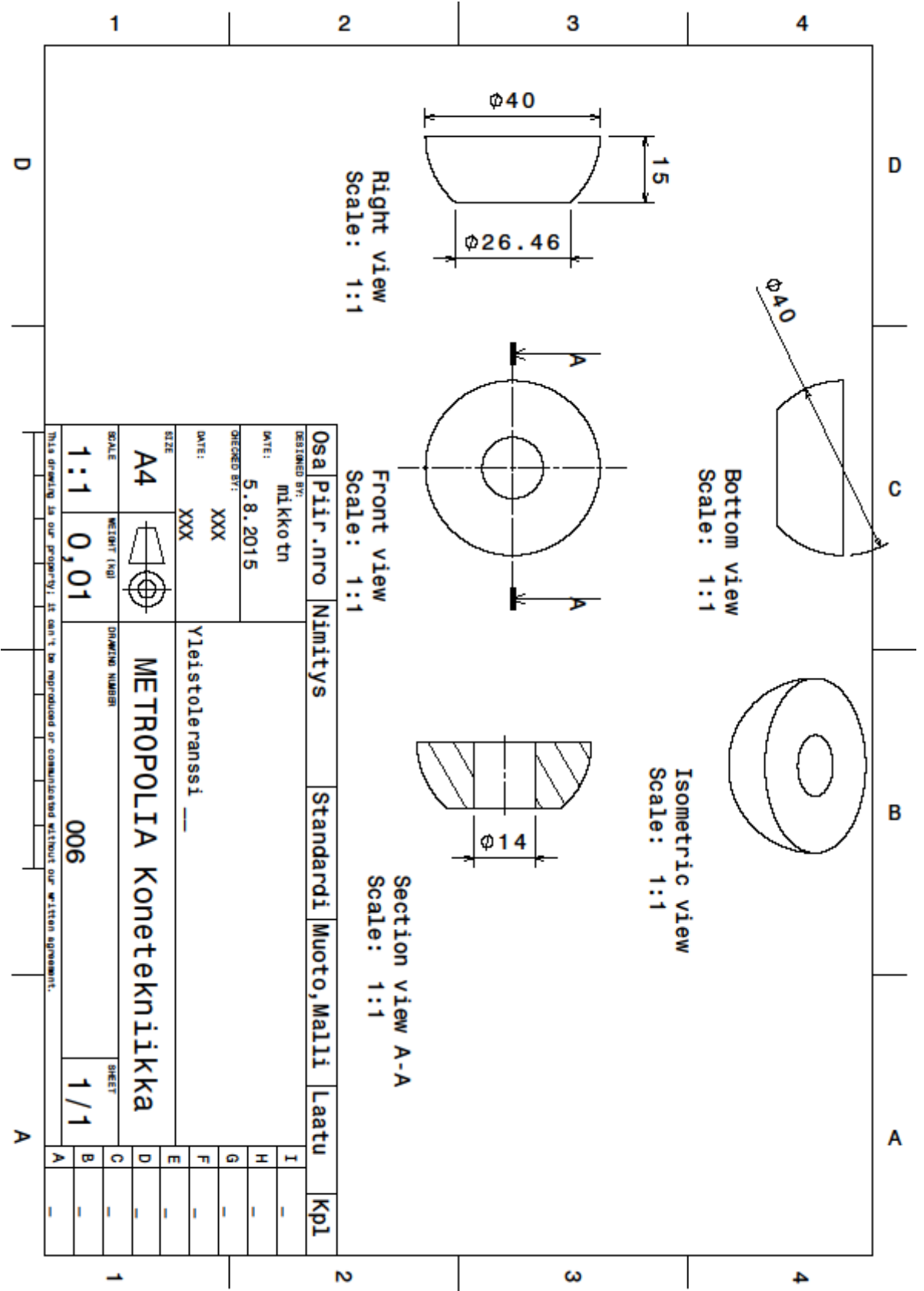
Rungon osien työpiirustukset



Rungon osien työpiirustukset



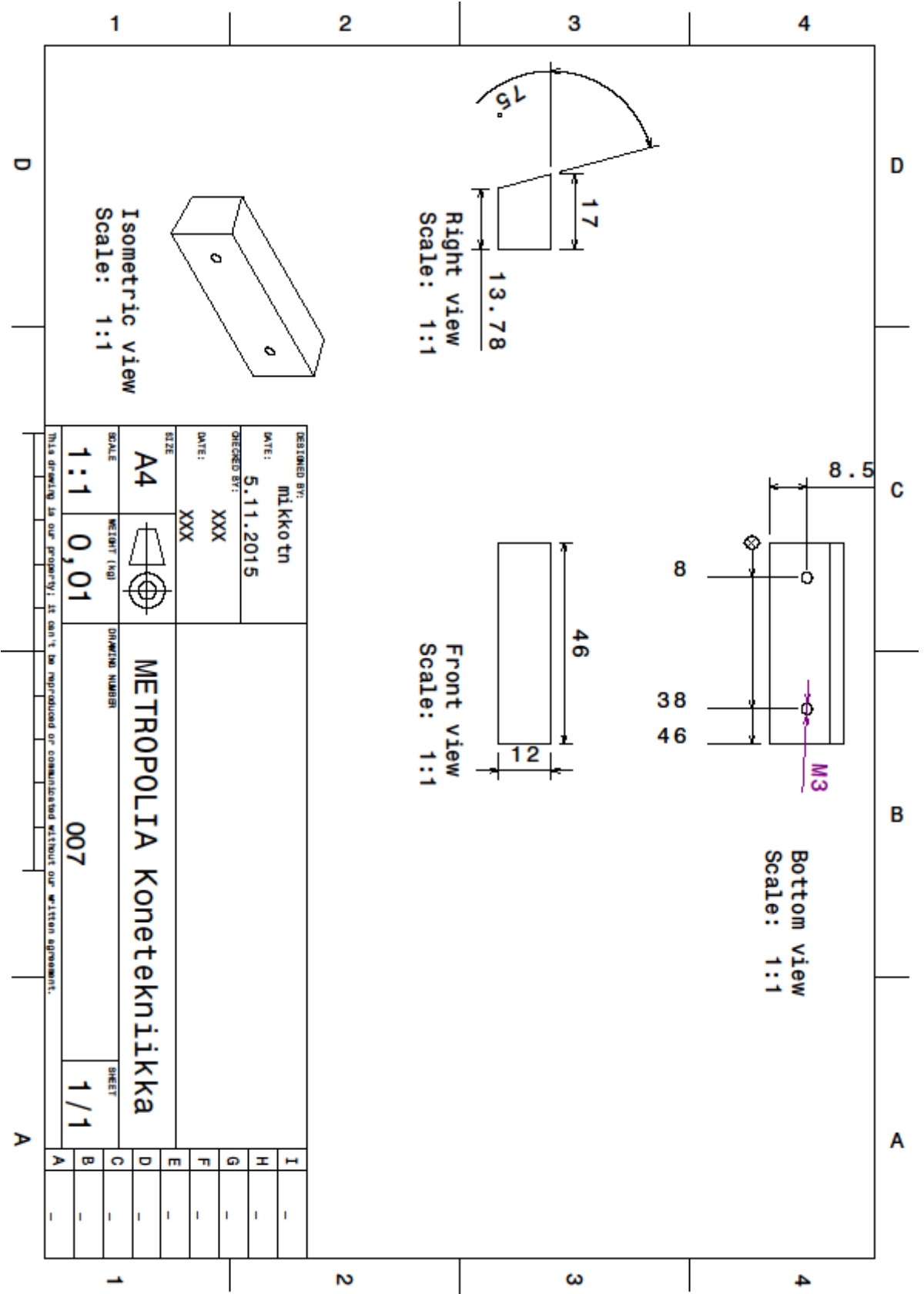
Pallonivelen työpiirustus



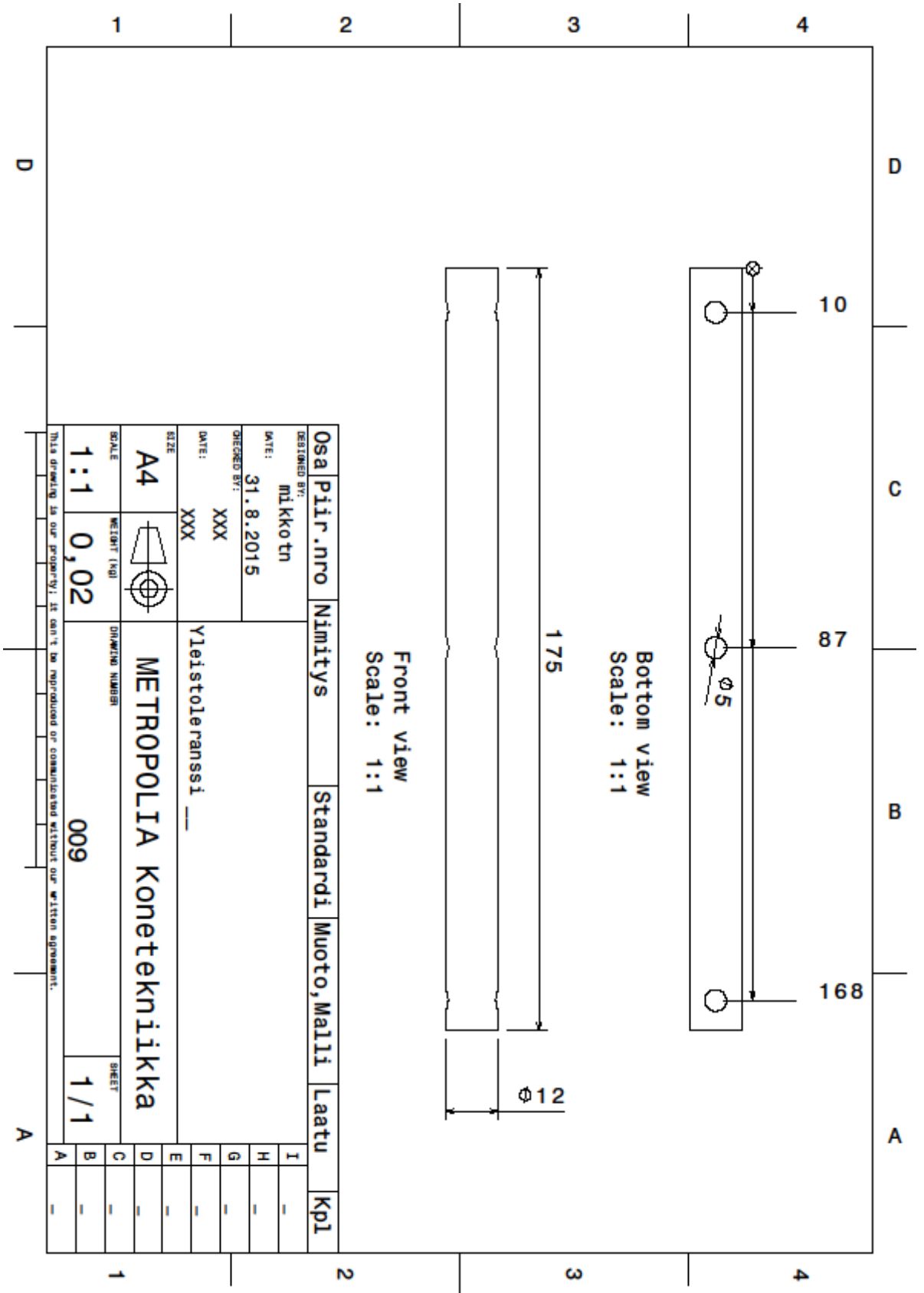
DESIGNED BY: mlkko tn		Nimitys		Standardi		Muoto, Malli		Laatu		Kpl	
DATE: 5.8.2015		Yleistoleranssi									
CHECKED BY: XXX		METROPOLIA Konetekniikka									
DATE: XXX		006									
SIZE: A4		DRAWING NUMBER									
SCALE: 1:1		WEIGHT (kg)		0,01							
		SHEET		1/1							

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

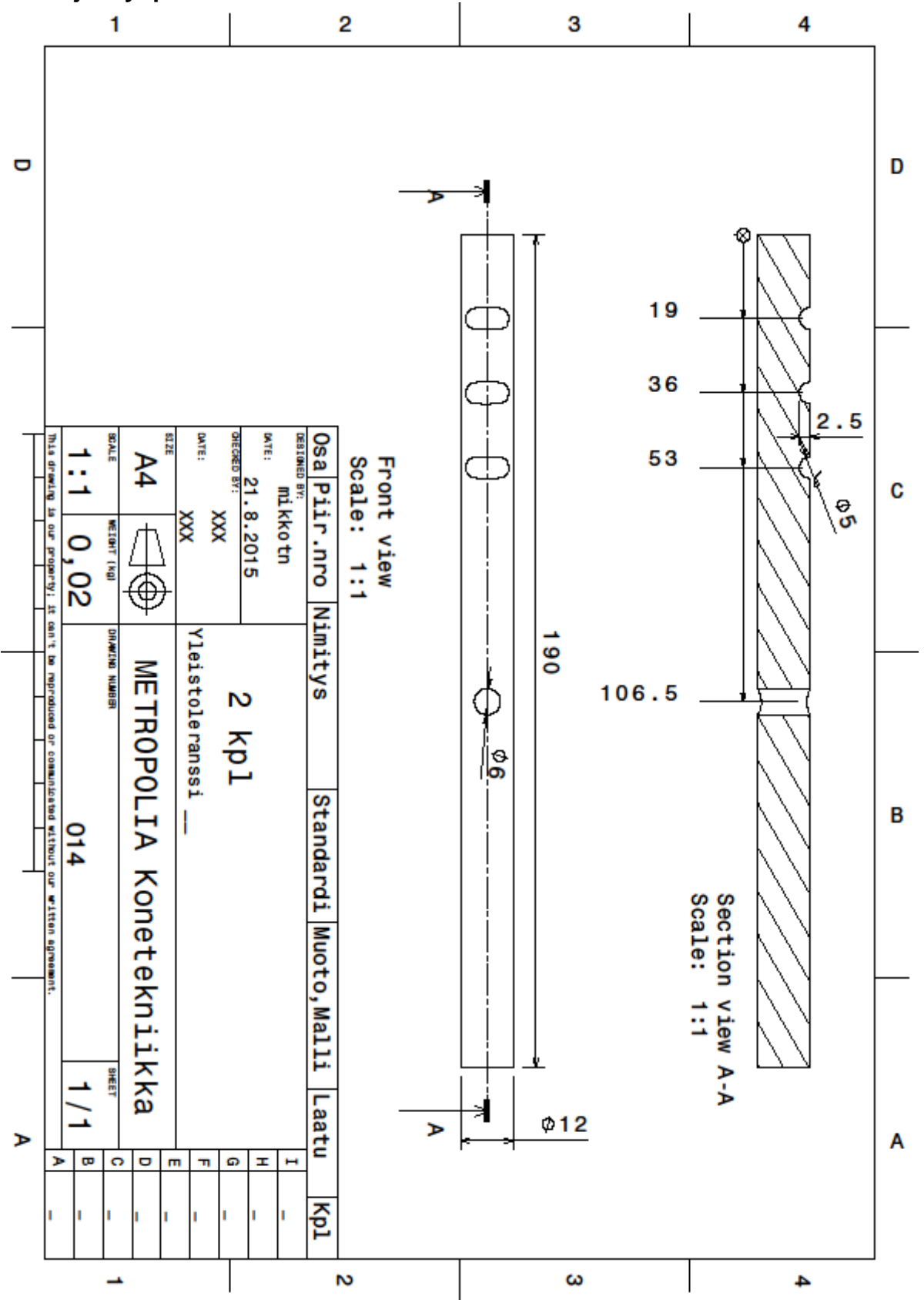
Peruutusvaihdelukon työpiirustus



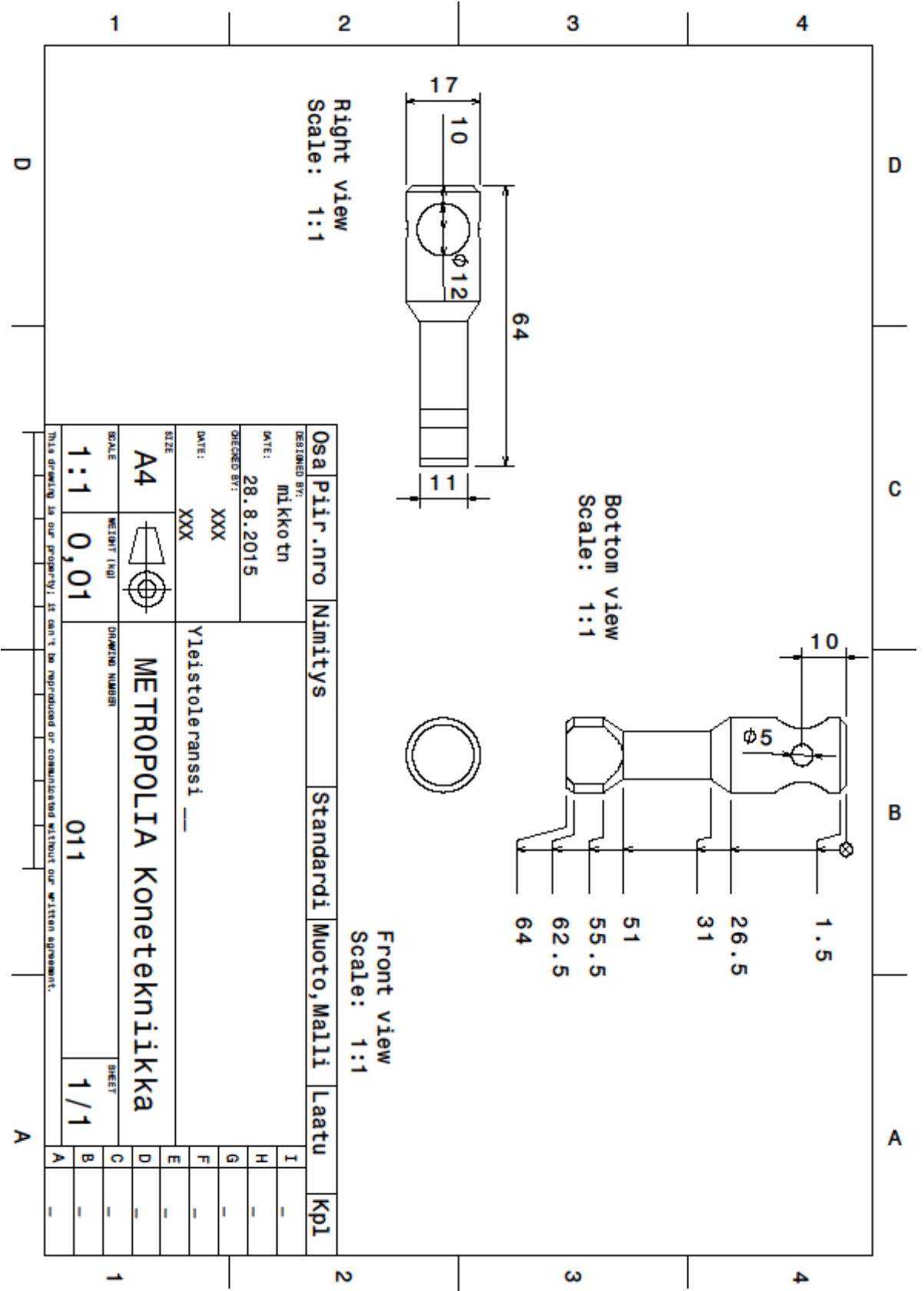
Tankojen työpiirustukset



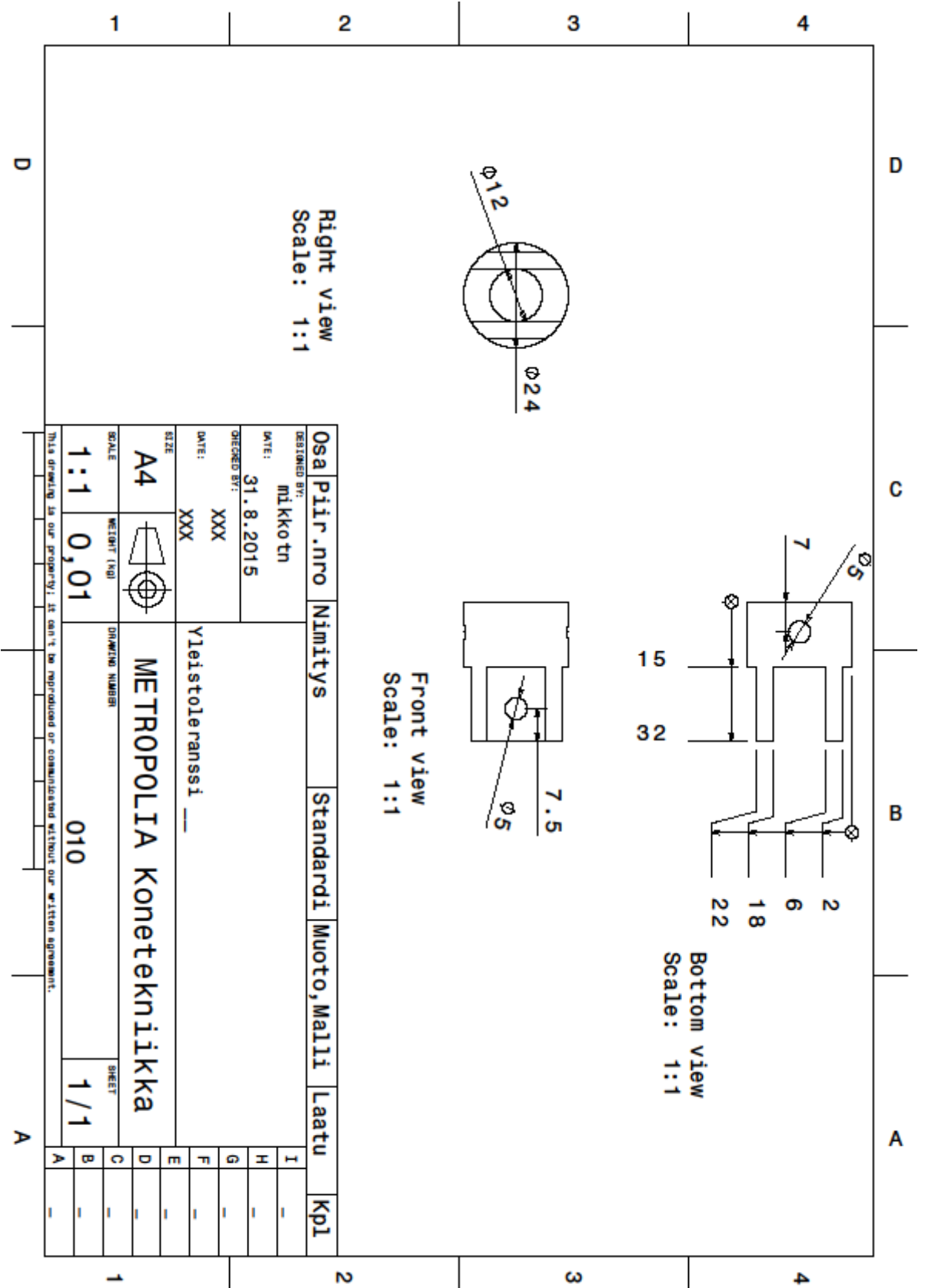
Tankojen työpiirustukset



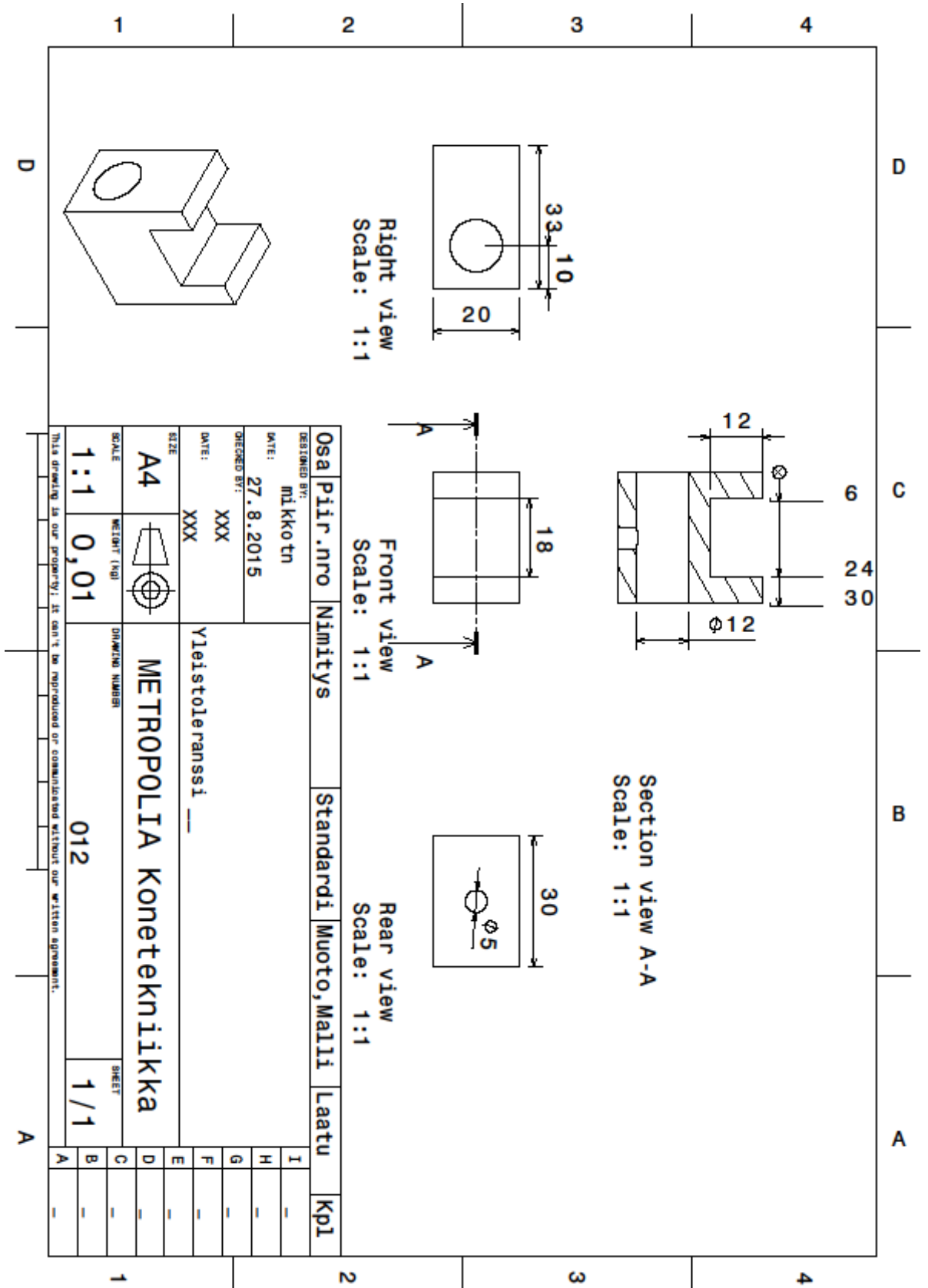
Valitsintapin työpiirustus



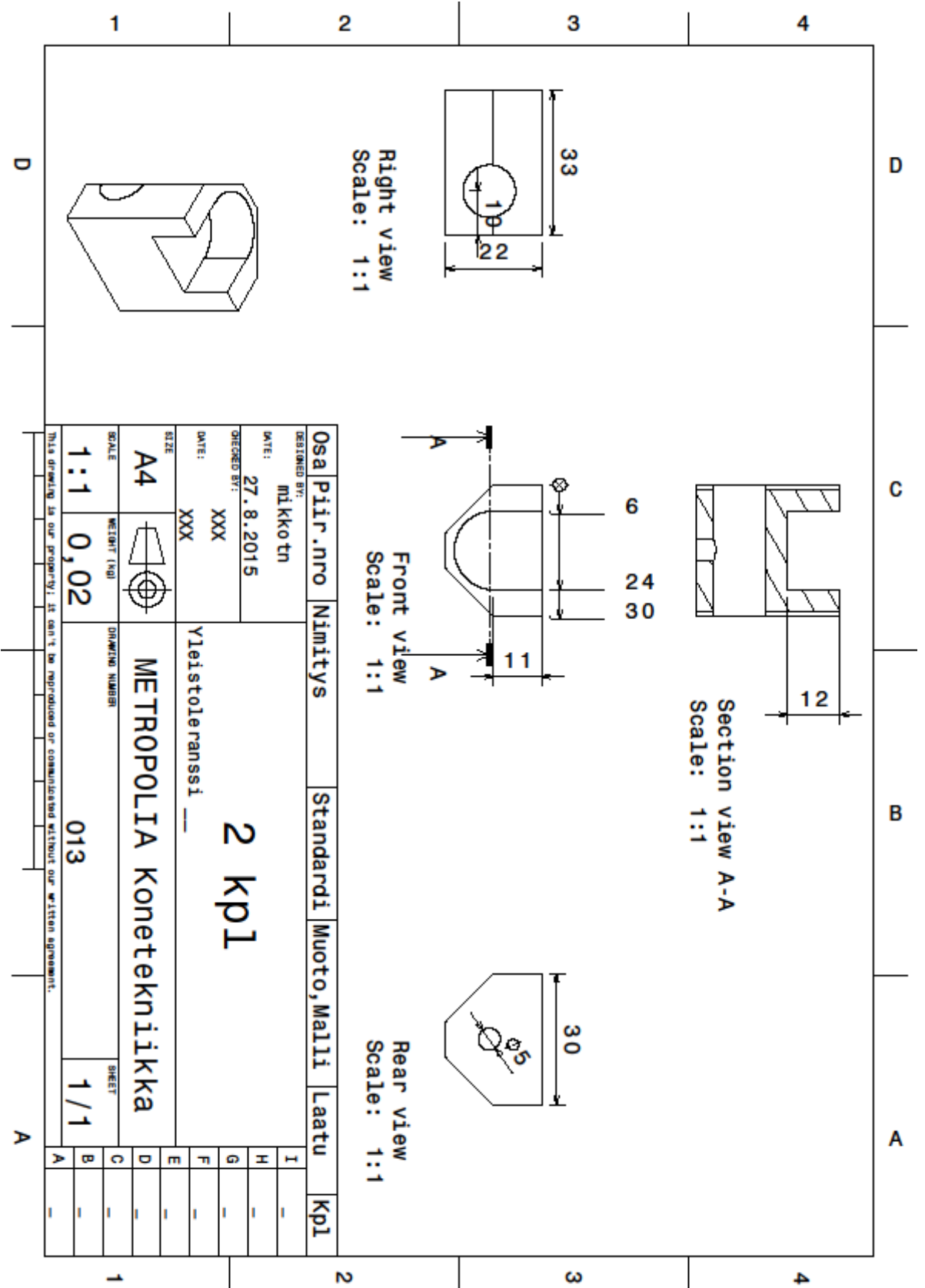
Nivelen työpiirustus



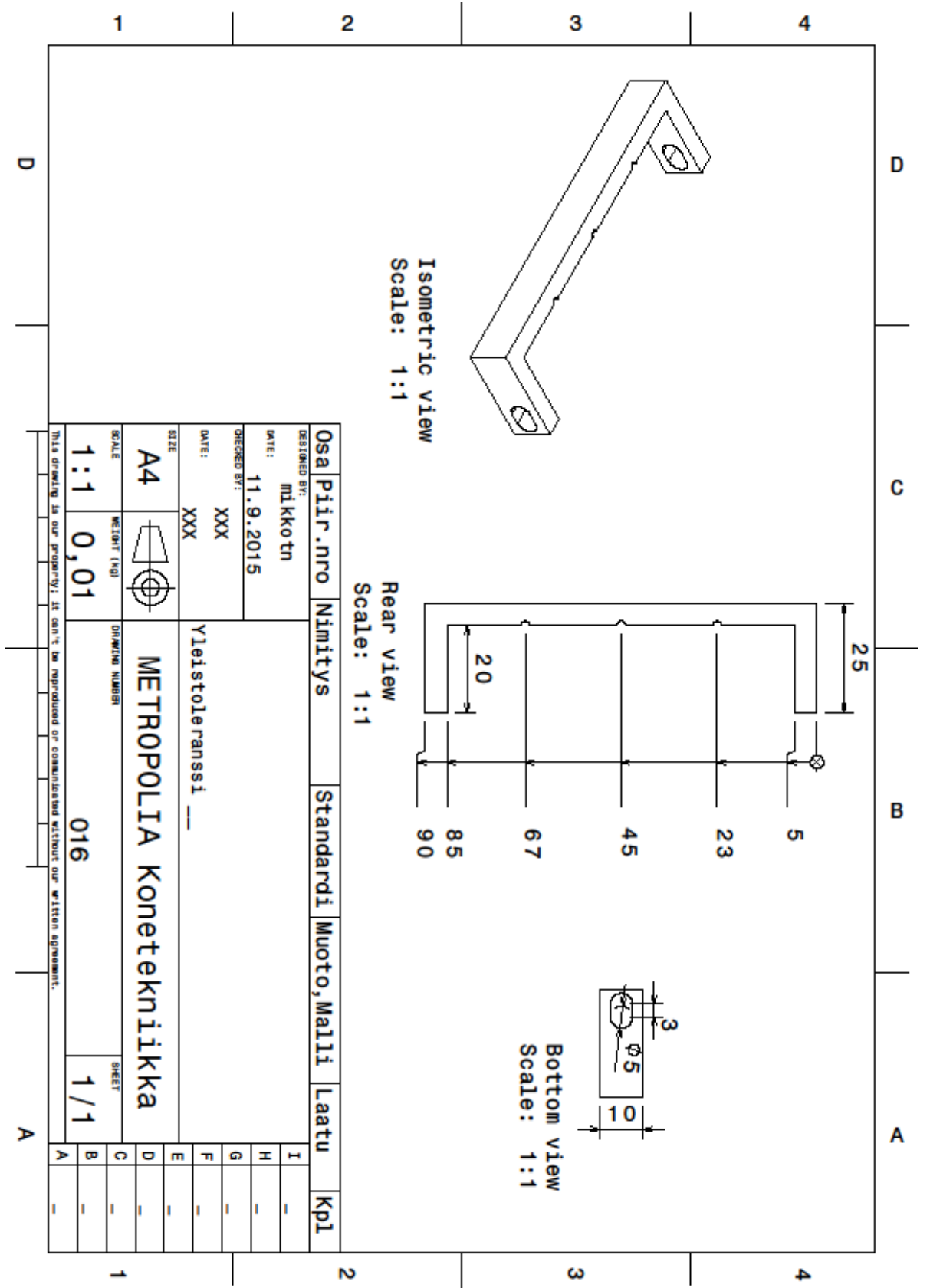
Vaihteensiirtäjien työpiirustukset



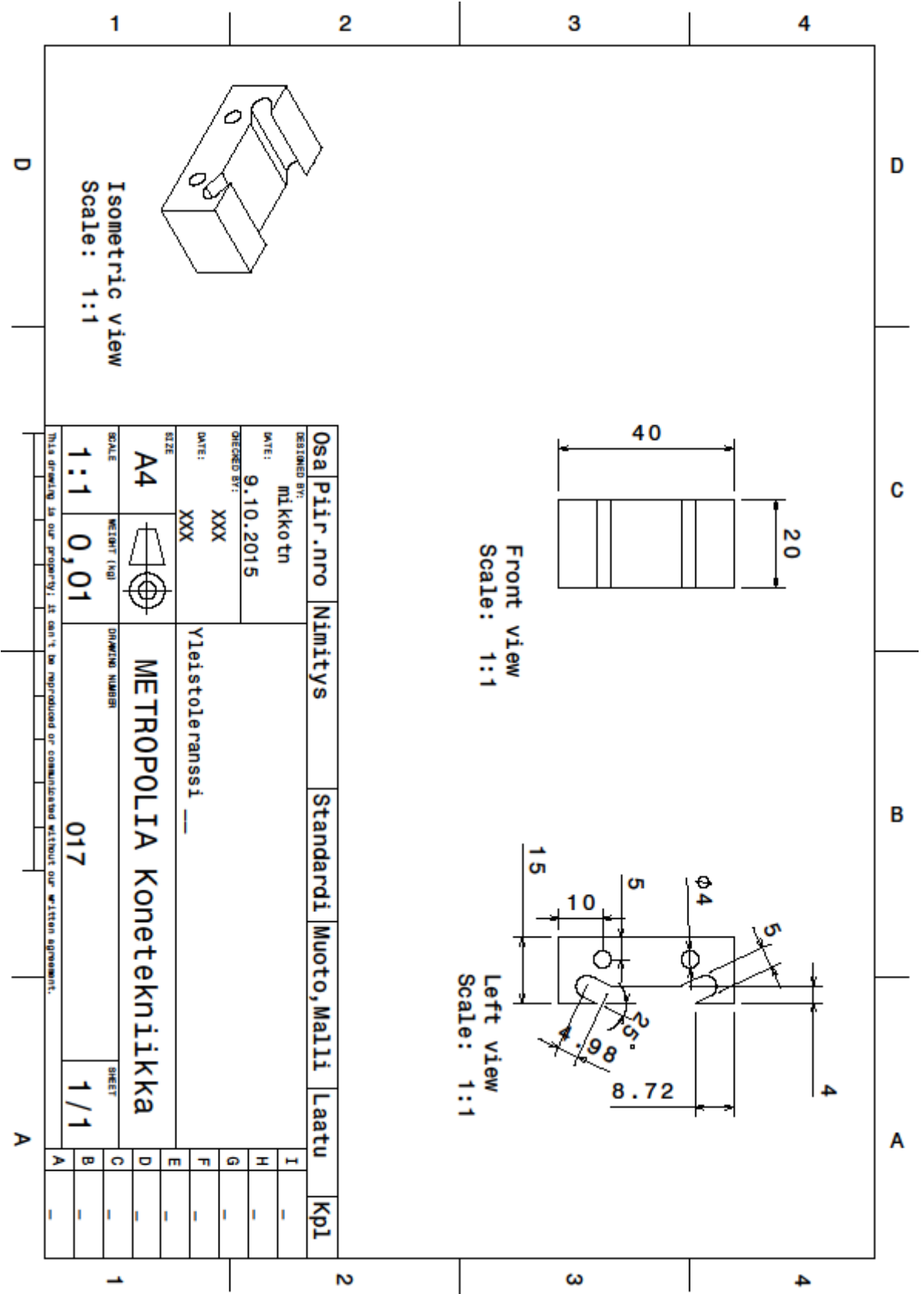
Vaihteensiirtäjien työpiirustukset



Kytkinpidikkeen työpiirustus



Asennonohjaajan työpiirustukset



Asennonohjaajan työpiirustukset

