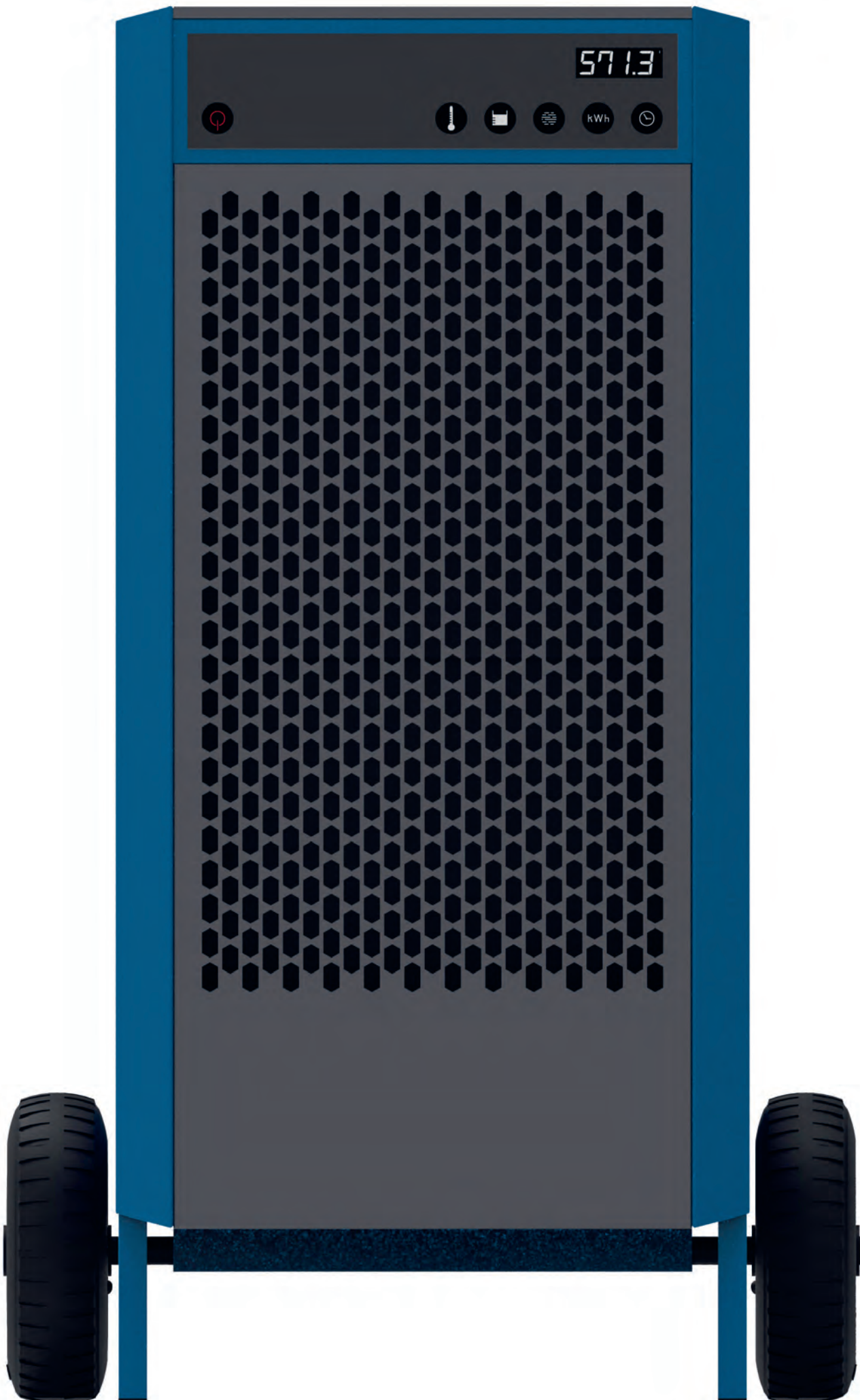




dokumentace	2–3
úvod	4
analýza	5–8
návrhová část	9–15
výsledný návrh	16–18
závěr	19

obsah

bakalářská práce

Mobilní průmyslový odvlhčovač vzduchu

autor **Tomáš Holub**

atelier **Tvarůžek / Blaha**

vedoucí práce **MgA. Martin Tvarůžek**

Ústav průmyslového designu | FA ČVUT | LS 2017/18

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury	
Autor: Tomáš Holub	
Akademický rok / semestr: LS 2017/2018	
Ústav číslo / název: 15150 / Ústav Průmyslového Designu	
Téma bakalářské práce - český název: MOBILNÍ PRŮMYSLOVÝ ODVLHČOVAČ VZDUCHU	
Téma bakalářské práce - anglický název: MOBILE INDUSTRIAL DEHUMIDIFIER	
Jazyk práce: český	
Vedoucí práce:	MgA. Martin Tvarůžek
Oponent práce:	Ing. Václav Rašek
Klíčová slova (česká):	odvlhčovač, průmysl
Anotace (česká):	Bakalářská práce zabývající se mobilitou a odolností průmyslového odvlhčovače pro univerzální použití, zejména jako pronajímaného zařízení.
Anotace (anglická):	Bachelors thesis focused on mobility, endurance of a multi-purpose industrial dehumidifier, mainly as a rented equipment.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne **23. 5. 2018**

Podpis autora bakalářské práce

Tento dokument je nedílnou, povinnou součástí bakalářské práce i portfolia (titulní list)

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury
2/ ZADÁNÍ bakalářské práce

jméno a příjmení: Tomáš Holub

datum narození: 7. 12. 1995

akademický rok / semestr: LS 2017/2018

obor: Průmyslový Design

ústav: Ústav průmyslového designu

vedoucí bakalářské práce: MgA. Martin Tvarůžek

téma bakalářské práce: *Průmyslové zařízení*
viz přihláška na BP

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

*Průmyslový vysoušeč vzduchu,
řešení ergonomie pro přenos/převoz zařízení
a ovládacích prvků.*

2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítko zpracování

2x portfolio (A3 na šířku)

Plakát výkresová dokumentace (min. 1:1)

Model 1:1

2x CD elektronické data BP

3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

26.2.2018

Datum a podpis studenta

Datum a podpis vedoucího DP

26.2.2018

M. Tvarůžek

registrováno studijním oddělením dne

27.2.18 *Z*

poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce MgA. Martinu Tvarůžkovi a jeho asistentu Tomáši Blahovi za skvělé podněty a konzultace; a Viktoru Chlupovi za jeho čas, ochotu a konzultace konstrukčních možností.

předmluva

Téma odvlhčovače vzduchu jsme s vedoucím vybrali se záměrem seznámení se s materiálem a konstrukcemi z plechu, jakožto převládajícího u podobných průmyslových zařízení.

Hlavní myšlenka – to, čím by můj návrh mohl přispět byla skladnost a mobilita zařízení.

Skladnost

Průmyslové vysoušeče jsou často krátkodobě pronajímány. Zejména po povodních, pro rychlé vysušení postižených objektů. Z toho vyplývá, že odvlhčovače budou uloženy v nějakém skladu, v množství desítek kusů.

Při zapůjčení jsou zařízení převážena auty, kam se musejí vejít. Návrh se může zaměřit na rozvoz většího počtu odvlhčovačů dodávkou, právě v případě záplav.

Mobilita

Ta přímo souvisí se skladností – pokud chci převážet více kusů v jednom vozidle.

Druhý aspekt je možnost přesunu ručně. Bude zařízení přenášeno, nebo bude mít kolečka? Je třeba se zamyslet nad terénem, vzdálenostmi přesunu a hmotností zařízení. A na základě toho řešit ergonomii celku.

Další oblasti mé intervence budou ovládací prvky (jejich poloha, typ, intuitivnost), estetika zařízení, jeho výraz. A především možnost realizace a výroby.

4úvod



domácí



univerzální



profesionální



stavební

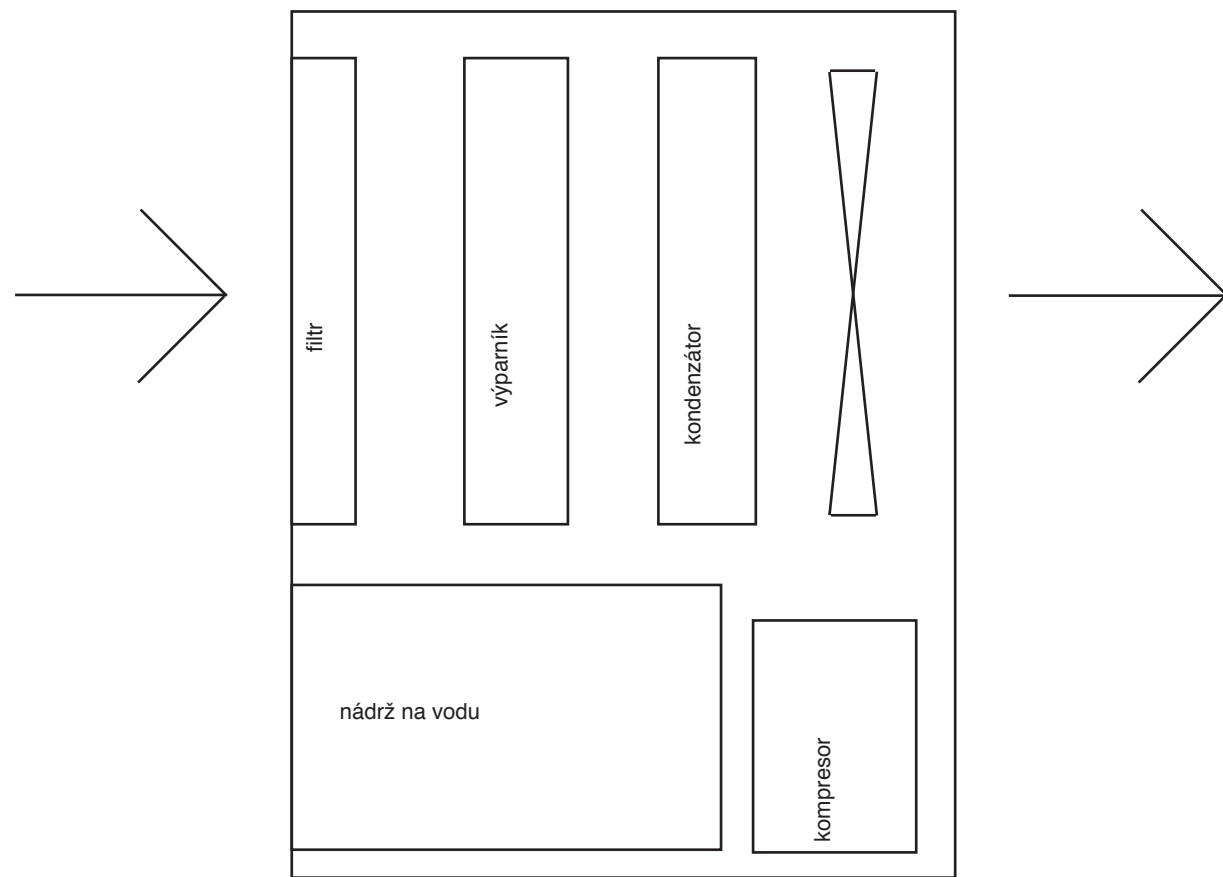


adsorpční



**miniaturní
adsorpční**





princip aktivního vysoušeče

Přes zjevnou konkrétnost jde o širokou oblast sortimentu. Zde popíši principy a druhy odvlhčovačů na trhu.

Aktivní (kondenzační)

Vzduch je nasáván ventilátorem přes výparník chladicího systému. Ochlazením vlhkého vzduchu pod rosný bod vzniká na povrchu výparníku kondenzát, který odkapává z výparníku do sběrné nádržky. Ochlazený a odvlhčený vzduch je veden přes kondenzátor chladicího systému, kde se ohřeje a je vyfukován zpět do místnosti. Vyfukovaný vzduch má vyšší teplotu než okolní vzduch v místnosti, a tak může být opět nasycen vlhkostí z místnosti. Cirkulací vzduchu přes přístroj se kontinuálně snižuje vlhkost v místnosti na požadované hodnoty relativní vlhkosti vzduchu.

domácí

Pro dlouhodobé udržování požadované vlhkosti obytných prostor. Obsahují aktivní filtr a jsou zaměřeny na zlepšení životního prostředí v objektu. Mohou být kombinované s čističkou vzduchu (pomocí odlišných filtrů)

10 - 45 l/24h
1000 – 15 000,-

průmyslové

univerzální

Mobilní výkonné stroje pro vysoušení různých objektů.

20 - 72 l/24h
10 000 – 70 000,-

stavební

Vysoce výkonné a odolné stroje pro rychlé vysoušení objektů v průběhu stavby.

27 - 80 l/24h
10 000 – 50 000,-

profesionální – halové

Vysoušeče nejvyšších výkonů, značně větší skříně s menším zaměřením na mobilitu (přesun probíhá v halách), případně skříňové bez jakýchkoli možností pohybu.

166 - 220 l/24h
80 000 – 400 000,-

Bazénové

Mohou být volně stojící pro vysoušení objektu s bazénem, či nástěnné s instalací ve vedlejší místnosti (za vysoušečem jsou pak vzduchové lamely pro průchod vzduchu).

15 – 112 l/24h
15 000 – 150 000,-

Pasivní (adsorpční)

Využívají adsorpčních sorbentů – granulátů (například silikagel), které do sebe absorbují vzdušnou vlhkost a odvádějí ji jako zkondenzovanou vodu do zachytne vaničky. Případně se granulát vysuší za pomoci topného tělíska obsaženého v odvlhčovači. Pasivních odvlhčovače mají menší účinnost. Ke spotřebě sorbentu přitom nedochází. Jejich předností je vyšší výkon v nízkých pracovních teplotách, i pod 0°C.

Miniaturní

Nejmenší používají vyměnitelné adsorpční tablety, jsou využitelné v menších pokojích s relativně nízkou vlhkostí.

200 – 1000,-

Domácí

Pro mírné, dlouhodobé snižování vlhkosti v domácnosti.

7 – 24 l/24h
5 000 – 15 000,-

Průmyslové

Do prostředí s nízkými teplotami, okolo –30°C. Použitelný ve výrobních halách, nebo na lodích.

20 – 34 l/24h
50 000 – 150 000,-

analýza5

příslušenství

hygrostat

Některé odvlhčovače jej mají integrovaný. Umožňuje sledování vlhkosti vzduchu a nastavení zařízení pro udržování vlhkosti na požadované úrovni.

čerpadlo

Taktěž v některých případech integrováno do odvlhčovače, umožňuje čerpat vodu z nádrže, pro nepřetržitý běh bez nutnosti vodu pravidelně vylévat. Voda je vedena hadicí pryč. Odvlhčovač tak může být navržen bez nádrže na kondenzát.

závěs

Slouží pro dlouhodobé umístění odvlhčovače na vyšší místo u zdi.

flexibilní hadice pro odvod suchého vzduchu

Umožní vést suchý vzduch dál od zařízení – může zlepšit efektivitu vysoušení.

ovládací prvky

Zařízení se liší výrazně způsobem nastavení. Některé jen zapnete, jiným nastavíte výkon, další zajistí dlouhodobé hlídání vlhkosti v objektu pomocí hygrostatu. Současné průmyslové odvlhčovače nepoužívají ovládání na dálku, například IoT.

otočný přepínač

nastavení požadované vlhkosti

nastavení výkonu

kolébkový / tlačítkový spínač

zapnutí/vypnutí zařízení

membránová tlačítka

zapnutí/vypnutí

pro komplexnější možnosti nastavení (vlhkost, čas, výkon, objem kondenzátu)

kapacitní / dotikový displej

na těchto zařízeních nebyl použit

zobrazovače

segmentový displej

levný, spolehlivý a snadno programovatelný

monochromatický LED displej

dražší, spolehlivý, umožňuje zobrazit jakoukoli grafiku v rozlišení displeje

mechanické počítadlo kWh, případně času

nejspolehlivější, s nejlepší čitelností na světle (nevznikají odrazy)

výstupy/vstupy

hadice

různé průměry, na odtok kondenzátu, pokud je přítomné čerpadlo

síťový kabel

220V, nevyměnitelný, s místní koncovkou

6analýza



čerpadlo pro odvod kondenzátu mimo odvlhčovač



závěsný díl na zeď



externí hygromet



externí termostat



antivibrační podpěry



ovládací panel s membránovými tlačítky a monochromatickým LED displejem



komplexní ovládací panel s tlačítky a segmentovým displejem



princip výměny filtru



řešení uložení síťového kabelu



zařízení lze kompletně odkrýt a umýt proudem vody



otočný prepínač

konstrukce a materiály

šasi

kovové opláštění

plastový kryt

manipulace

ohýbaná trubka jako podpěra a madlo pro manipulaci

dvě kolečka o průměrech ~ 70 – 125 mm

čtyři kolečka

bez koleček (pohyb přenosem, nebo sunutím po lyžinách)

pod krytem vzduchový filtr chránící technologie uvnitř před nečistotami

přístupy

výměna nádrže na kondenzát

nejčastěji vysunovací plastová nádrž, někdy schovaná za dvířky

výměna filtru

vysunutí ze strany zařízení, případně sejmutí části krytu

servisní oprava / výměna vnitřních dílů

po odšroubování části krytu, či snadněji po jeho odklopení

servis

Během rešerše jsem navštívil čtyři opravny. Opravy tohoto typu zařízení nejsou nijak časté. Stroje jsou spolehlivé, s životností ~ 10 let. Je třeba měnit / čistit vzduchový filtr, u kterého záleží na prašnosti prostředí provozu. Nelze říci počet hodin provozu, po kterém je nutné jej vyčistit.

analýza7

co je vyřešené / čeho se budu držet

Předmětem je Průmyslový odvlhčovač pro univerzální použití.

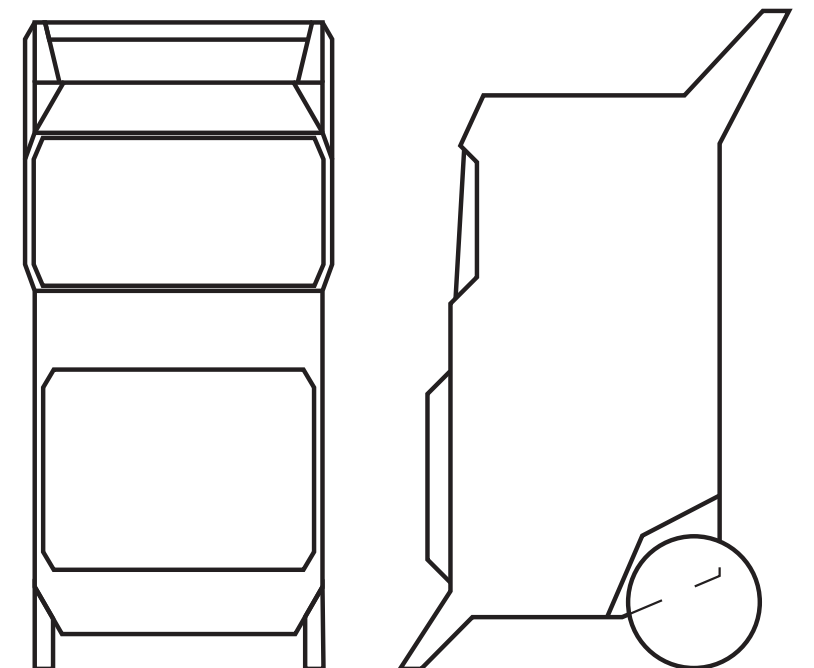
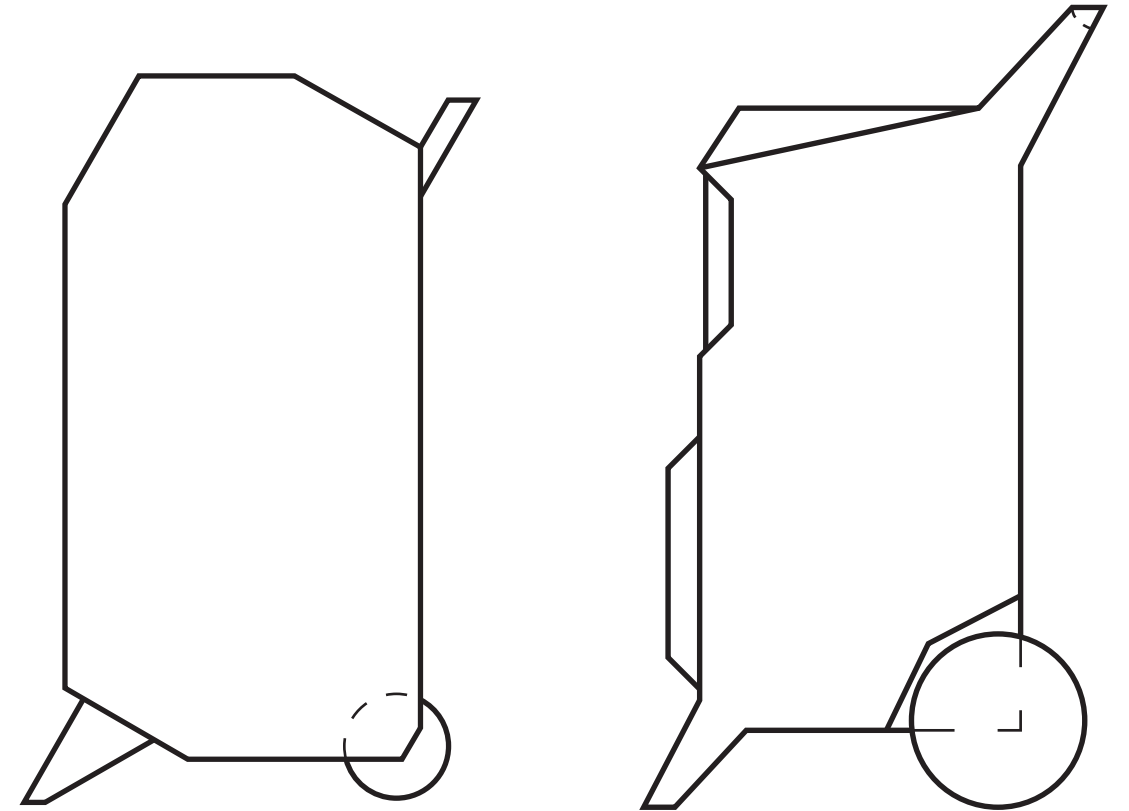
parametry

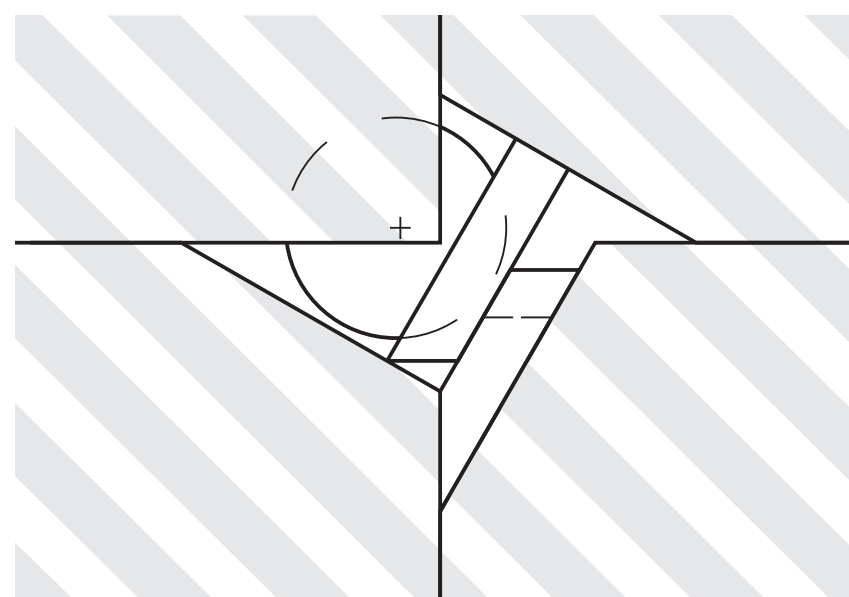
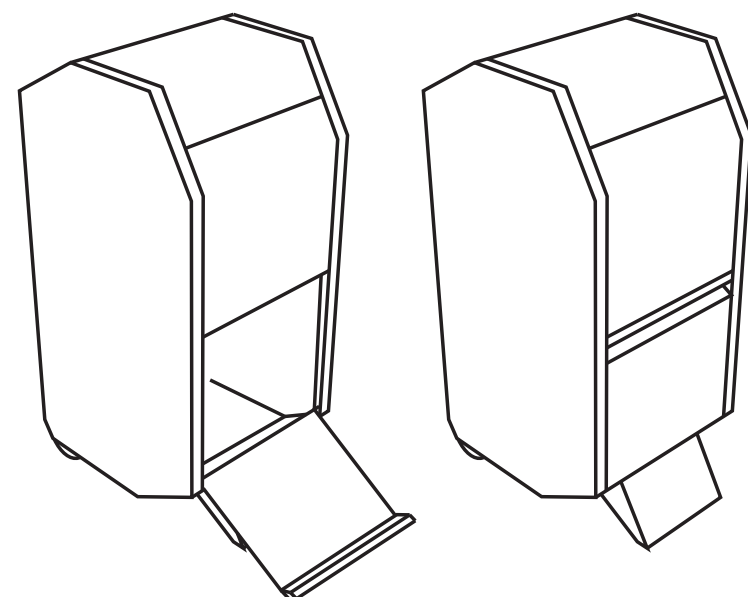
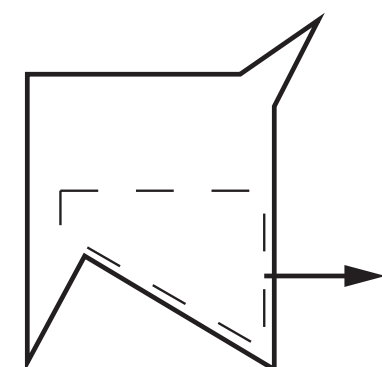
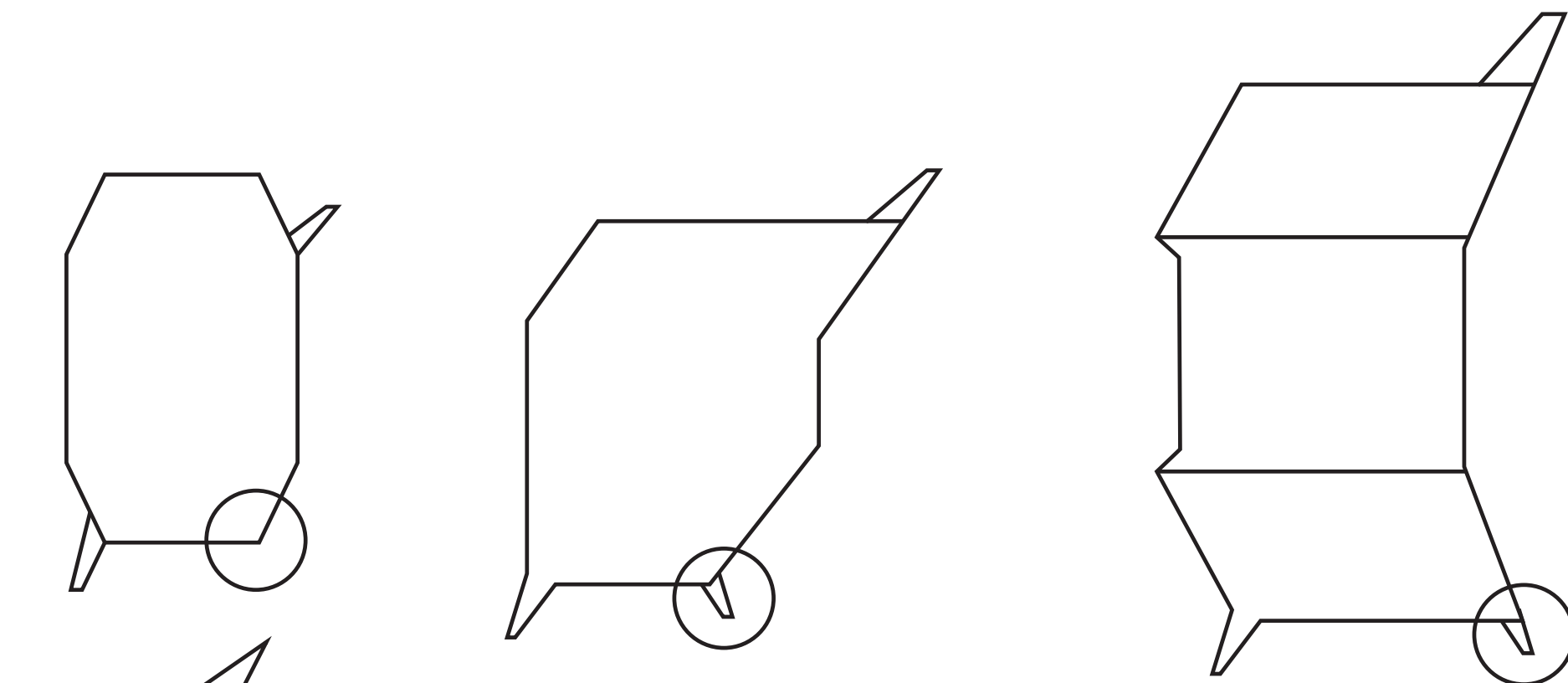
- dvě kola vhodného průměru
- madlo pro přesun
- zařízení s prodejní cenou ~ 40 000,-
- zaměření na půjčovny (zamyslím se nad cílovou skupinou a uživatelem)
- počítám s hmotností jednotky ~ 50 kg (bez vody)
- Životnost zařízení je

co mohu zlepšit

- vzhled zařízení (prodejnost, přívětivost v provozu, výraz)
- kompatibilita síťových adaptérů
- přístup do útrob pro servis
- vhodný poměr jednoduchosti a komplexnosti ovládacích prvků
- stohovatelnost zařízení pro co největší úsporu místa

8výstup analýzy





stohovatelnost

Zaměřil jsem se na maximální úsporu místa a tomu přizpůsobil celý design zařízení. Počítal jsem se šikminami a různými úkosi pro ozvláštnění návrhu.

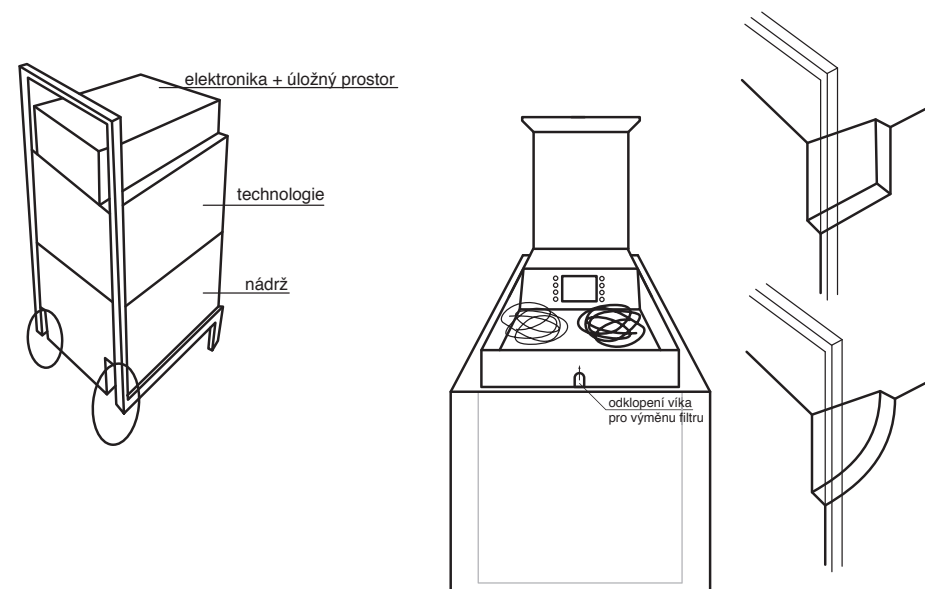
Zařízení bylo možné skládat za sebe, vedle sebe i do pater. To díky přesnému uspořádání kol, podpěr a madla, která se přesně poskládají.

návrh9

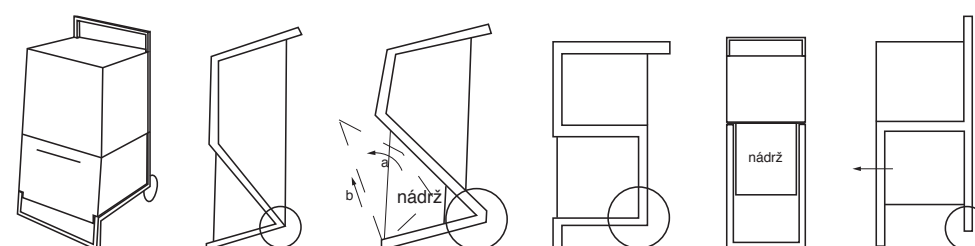
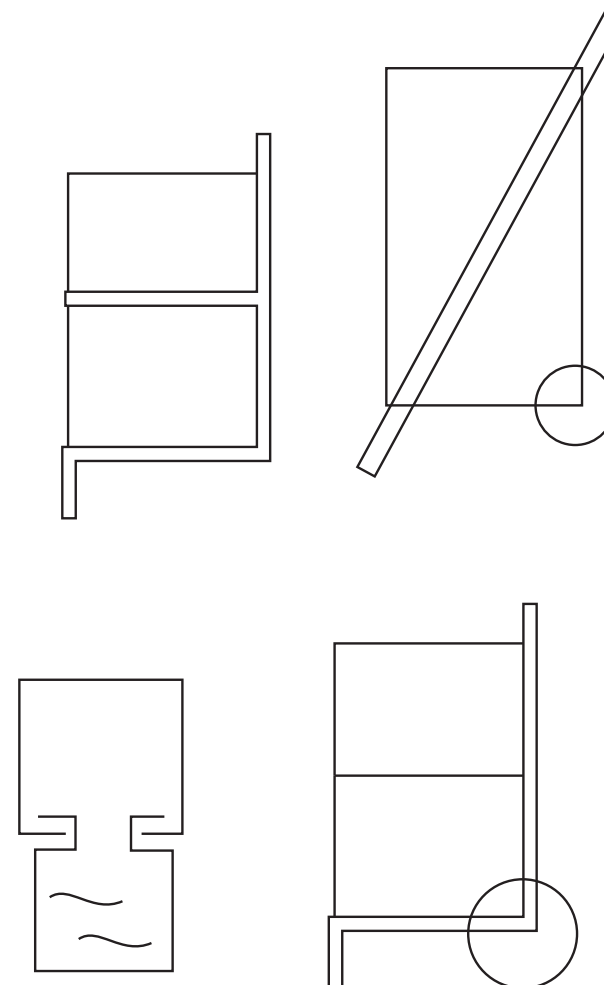
jednoduchost

Zvážil jsem znovu potřebu skládání odvlhčovačů do pater. Po upřesnění hmotnosti ~50 kg, jsem sebral, že se nikomu nebude chtít zařízení zvedat. To mi dalo značnou svobodu v navrhování zcela odlišných tvarů.

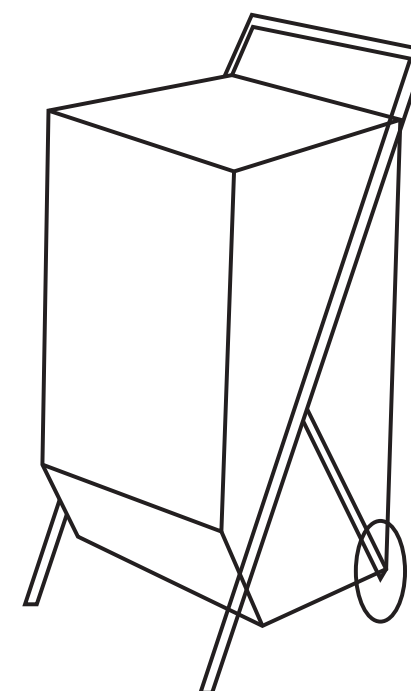
Vzhledem k plánovanému provedení z plechu jsem pracoval s kubickými tvary. Pro madlo, podpěru a zároveň jako zpevňující prvek celé zařízení obepínal jákl. Esteticky šlo o přesun k minimalismu. Bílý kvádr obepnutý výrazným rámem.



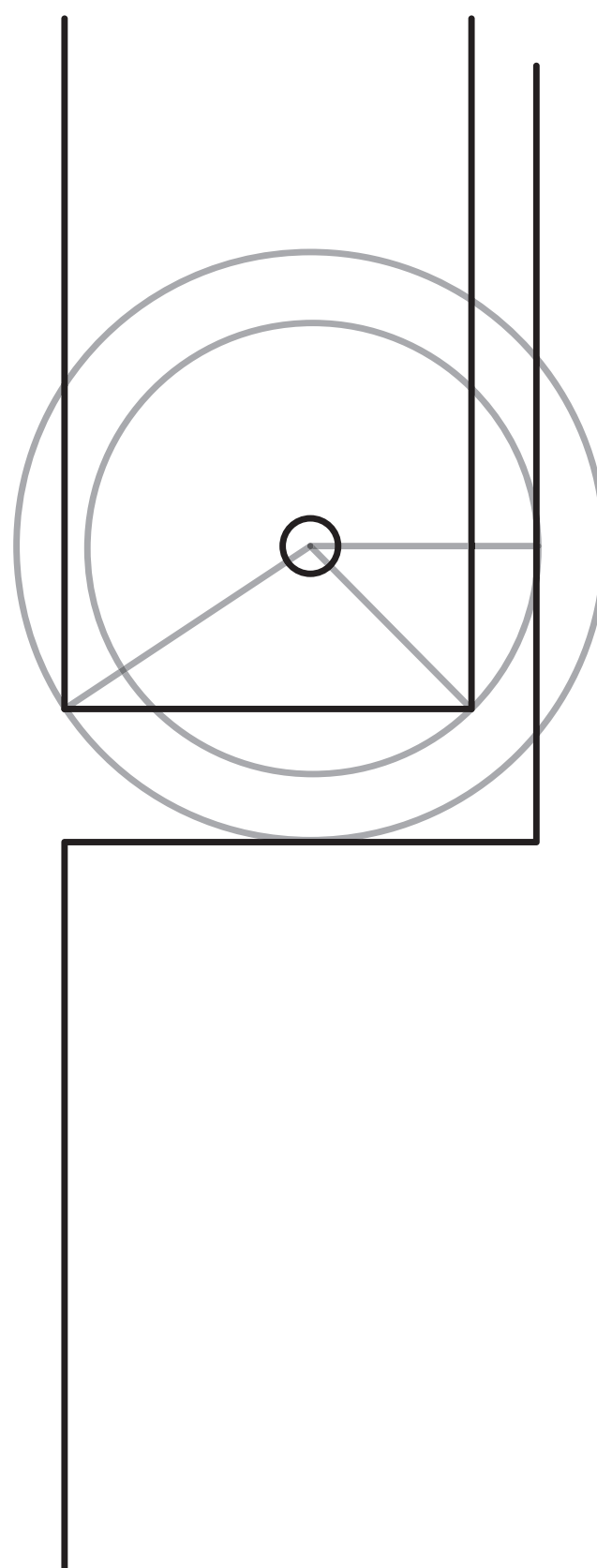
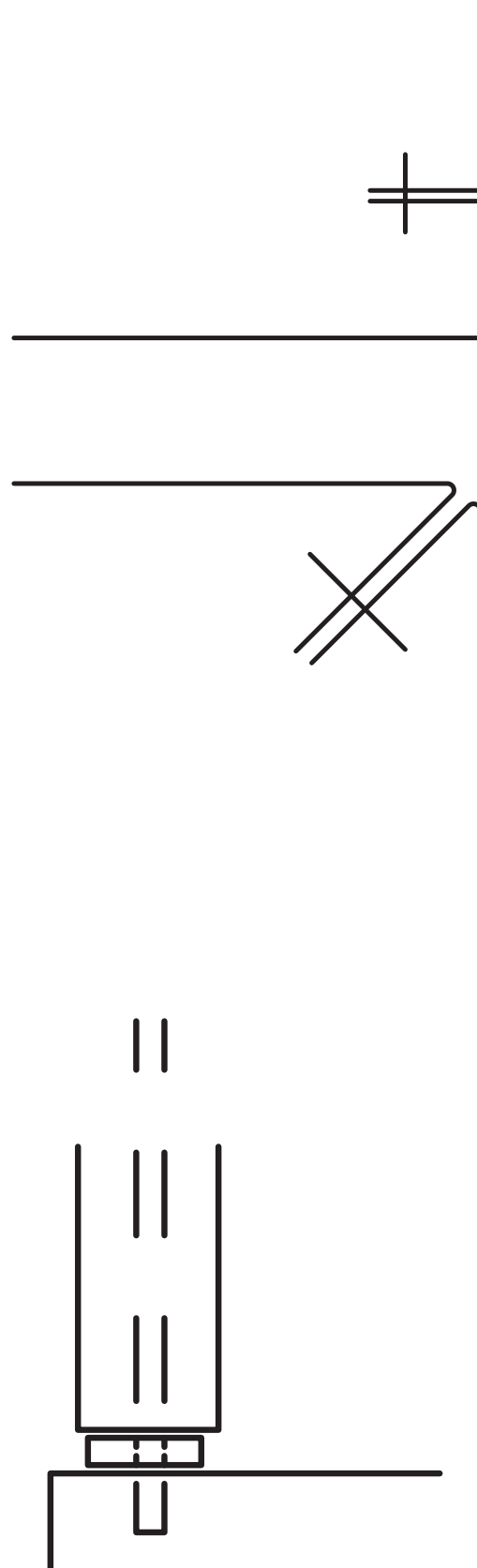
vlevo a uprostřed: krabice pro ochranu ovládacího panelu s displejem sloužící jako úložný prostor pro síťový kabel
vpravo: návrat k myšlence skládání zařízení na sebe a možnosti výkrojů pro kolečka



různé možnosti tvaru rámu s ohledem na zpevnění zařízení



10návrh



setkání s konstruktérem

Pro další postup, výběr možných variant a určení směru bylo potřeba seznámit se s postupem výroby a zásadami konstrukcí.

Původní řešení s úkoso lze vyrobit pomocí nosné konstrukce, na kterou jsou upevněné plechy. Jákl je možné ohýbat ve dvou směrech (2D), což splňují. Druhé tvarové řešení (kubické) také, navíc může být konstrukce přiznaná – viditelná a chránící hrany (jako case). Pro lehčí výsledek, umožňující efektivnější výrobu je vhodná samonosná plechová konstrukce. Všechny díly dohromady tvoří pevnou konstrukci, čímž odpadá spousta svařování. Díly lze nýtovat, či sešroubovat. Tato konstrukce nicméně snižuje odolnost. Pokud zařízení spadne, konstrukce se snáz uvolní / zkrhne...

Kolečka je možné uchytit k případnému rámu i k samonosným plechům.

Objemná nádrž by neměla být řešena jako plnovýsuvný šuplík, z důvodu její hmotnosti. Řešením je tedy použití dvířek, za kterými je plastový kanistr. Ten lze po plechu vysunout.

Ovládací panel by měl být vidět – zařízení je v obchodě, či na veletrhu atraktivnější.

Kabel lze schovat ke kanistru.

Kolečka by měla mít vzorek vhodný do terénu (kluzké bláto).

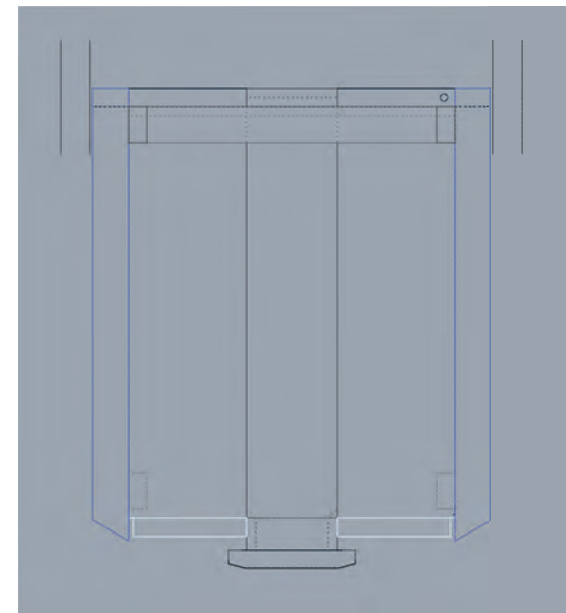
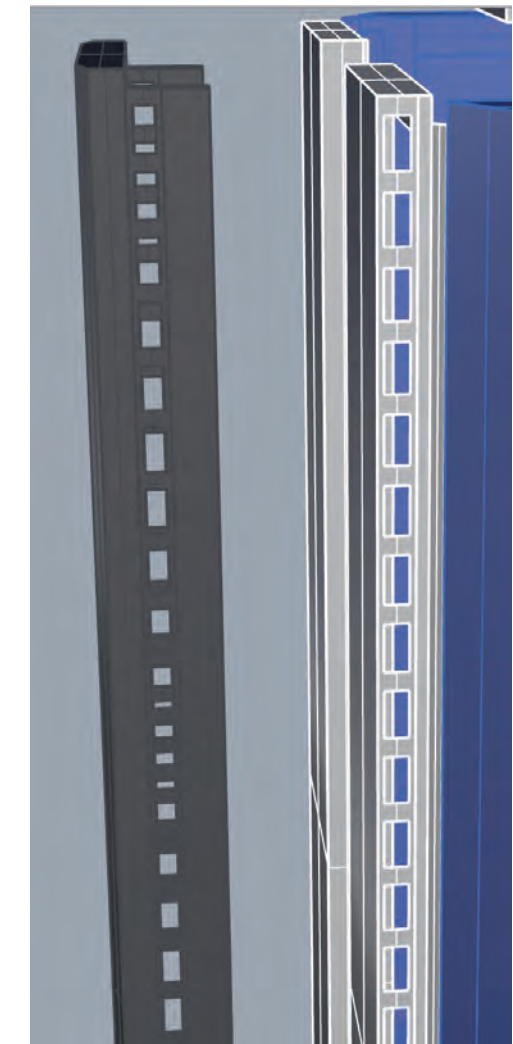
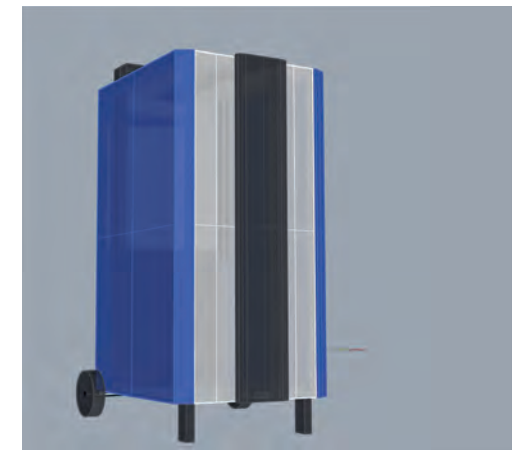
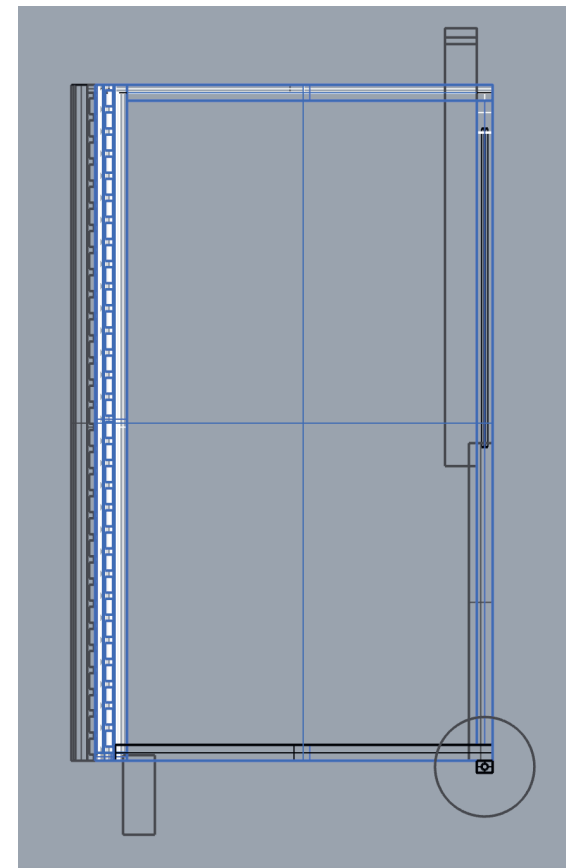
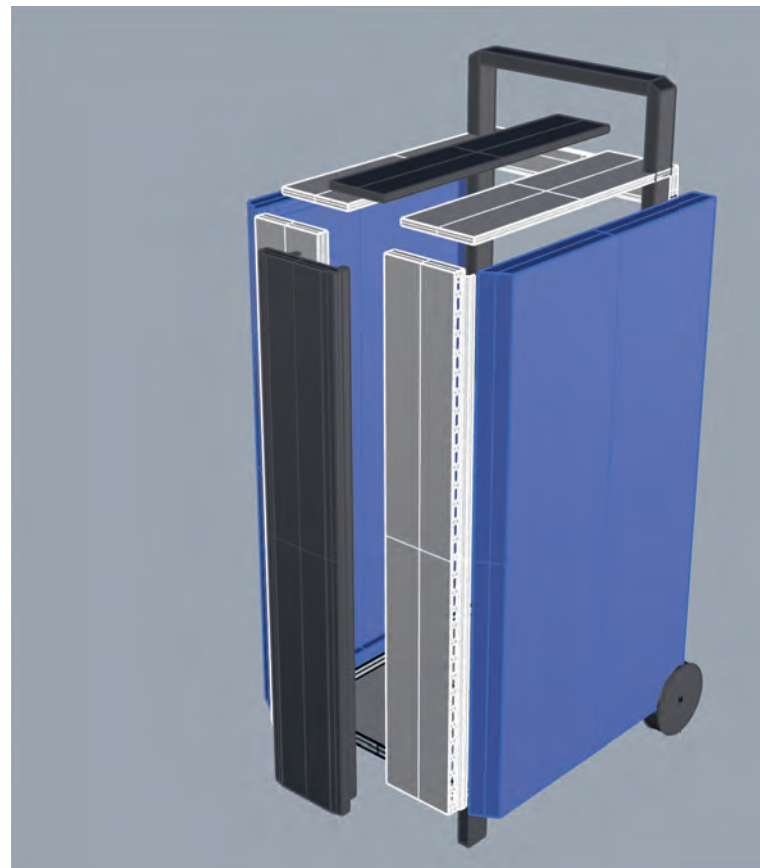
Madlo může být hranatější, se zařízením se nemanipuluje dlouhou dobu.

návrh11

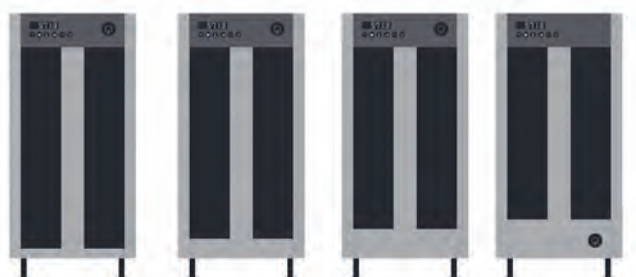
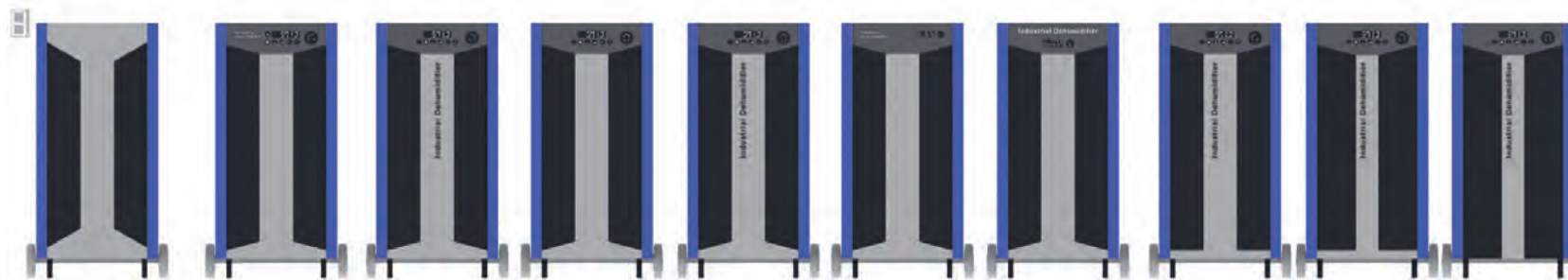
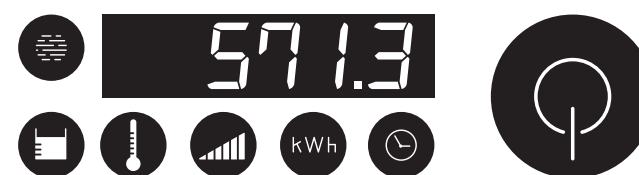
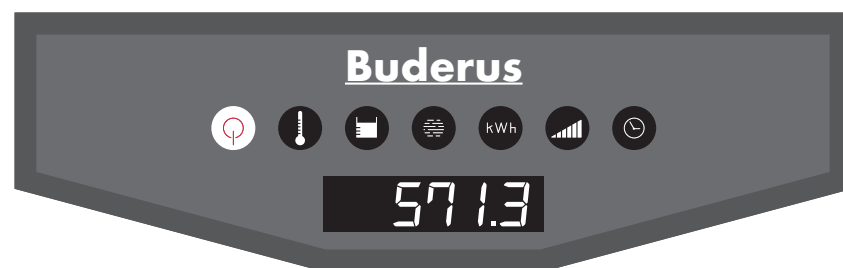
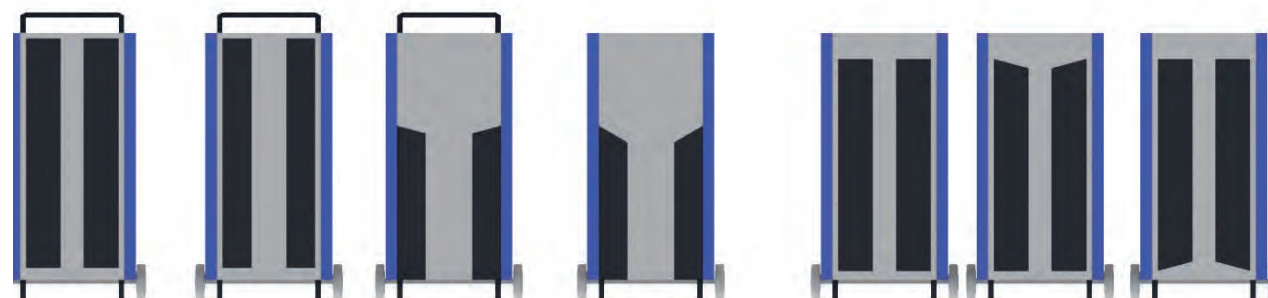
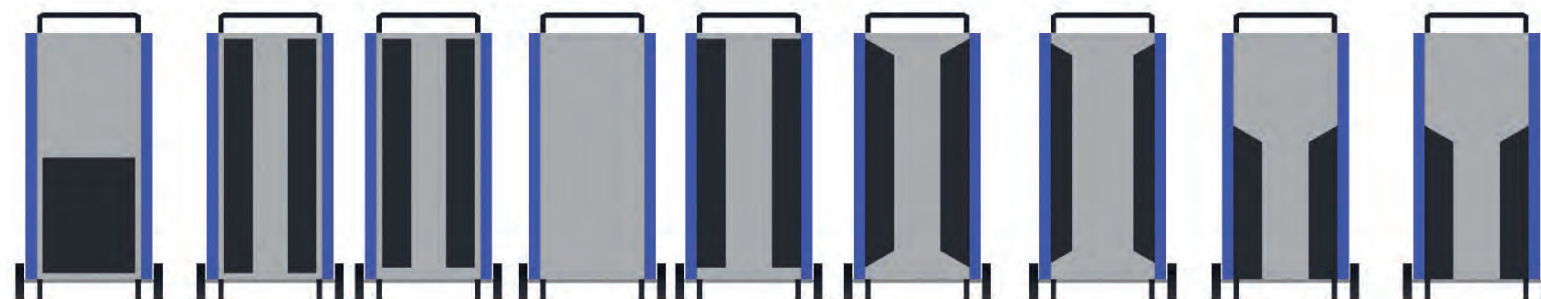
dvě věže

Po návratu a utřídění nabytých vědomostí jsem návrh přepracoval a nejprve uvažoval skrytí průduchů na přední části zařízení. Vytvořením dominantního svislého panelu uprostřed měl vzniknout výraz výkoného stroje. Nicméně po rozvaze nad okem zákazníka bylo od potlačení průduchů upuštěno. Je to přeci právě ten prvek, který odvlhčovače odlišuje od jiných. Vzpomněl jsem na heatery, které jsou rozpoznatelné právě podle průhledu na topné těleso uvnitř.

Tvaru jsem se nicméně držel a navrhl svislé perforované pásy po stranách předního panelu. Opět vyzdvihující vertikály.



12návrh



cesta k výsledku

Následovaly zkoušky spousty možností tvarů předních průduchů. Návrhy počítaly s výřezem v předním plechu a vložení tahokovu, či jen pevnějšího filtru za něj.

Zároveň jsem vybíral kolečka.
klasická (vysoká nosnost, nízká cena)

s terénním vzorkem (dražší, méně „hezka“)

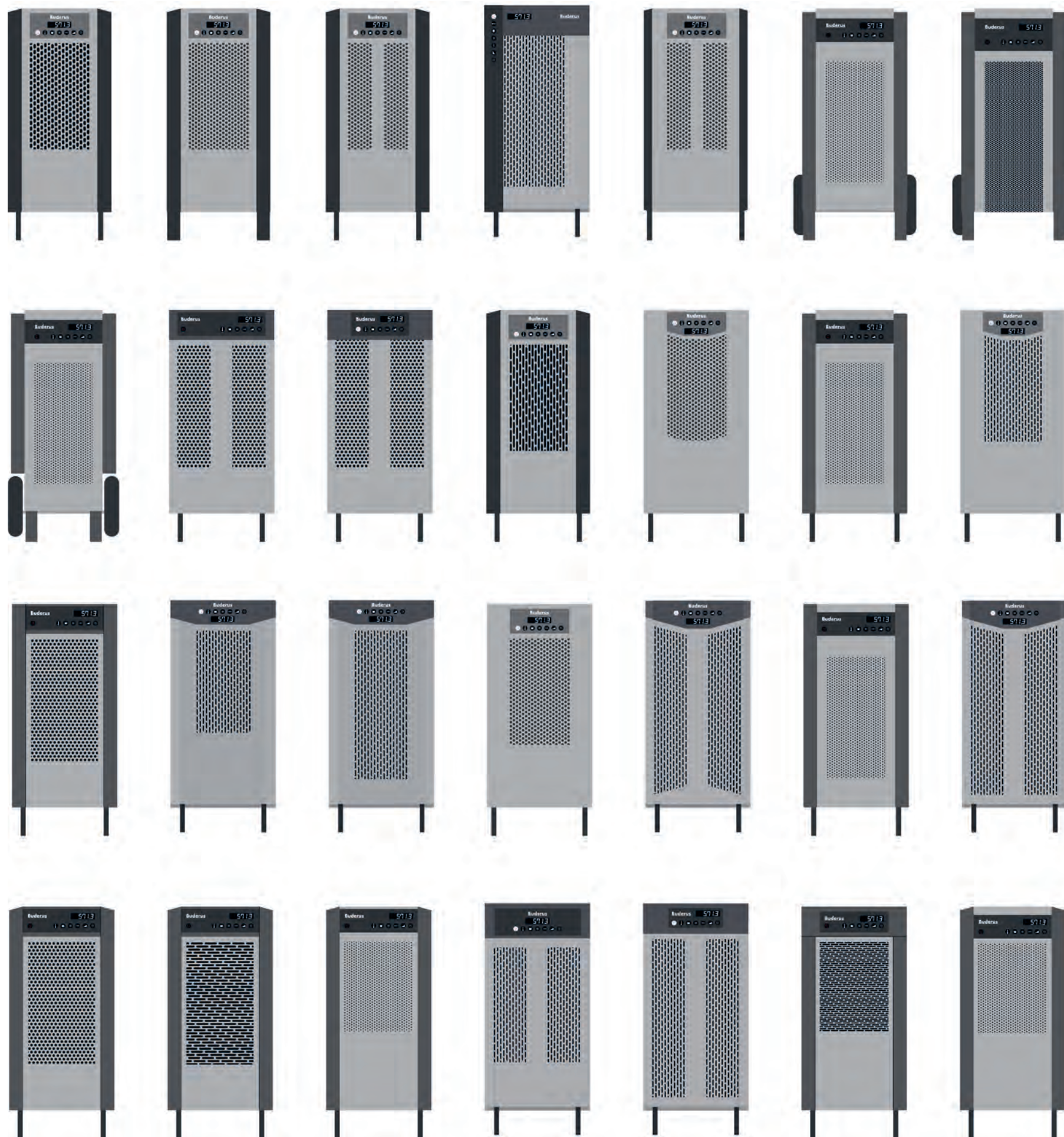
s duší a pneumatikou (značně dražší, degradují v mrazu, potřeba hlídat nahuštění, nicméně pruží a jsou vhodná do terénu; 300,-/ks)

návrh13

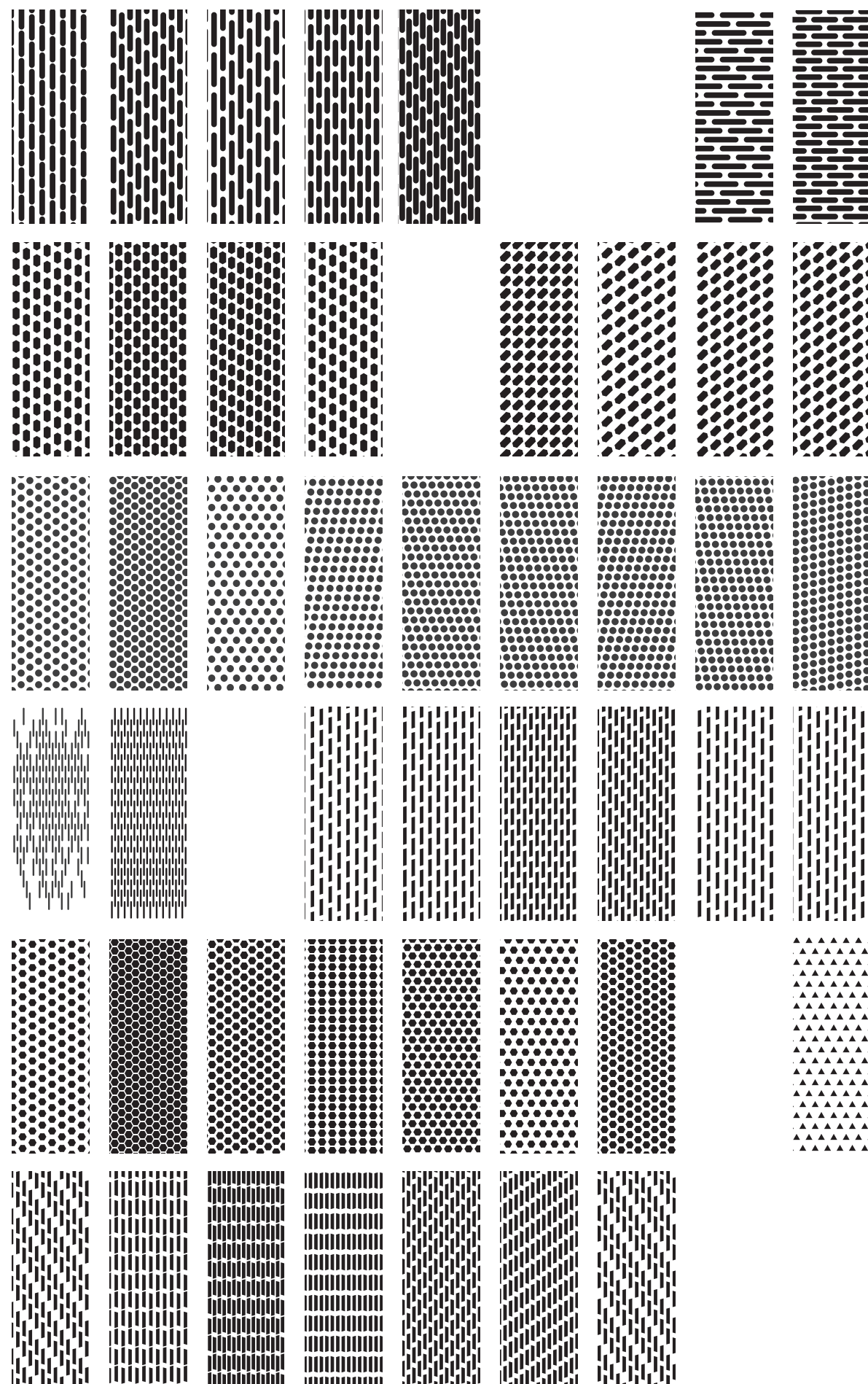
cesta k výsledku

Předposledním krokem bylo zjednodušení a ujasnění konstrukce – přední plech bude perforovaný, nebude za něj vsazen tahokov. Filtr bude zcela chráněn proti poškození. Veškerý uživatelský přístup bude skrz dvířka dole v zadní části, kde bude uložen kanistr.

Zkoušel jsem tedy různé tvary ovládacího panelu, uspořádání prvků a tvar perforace.



14 návrh



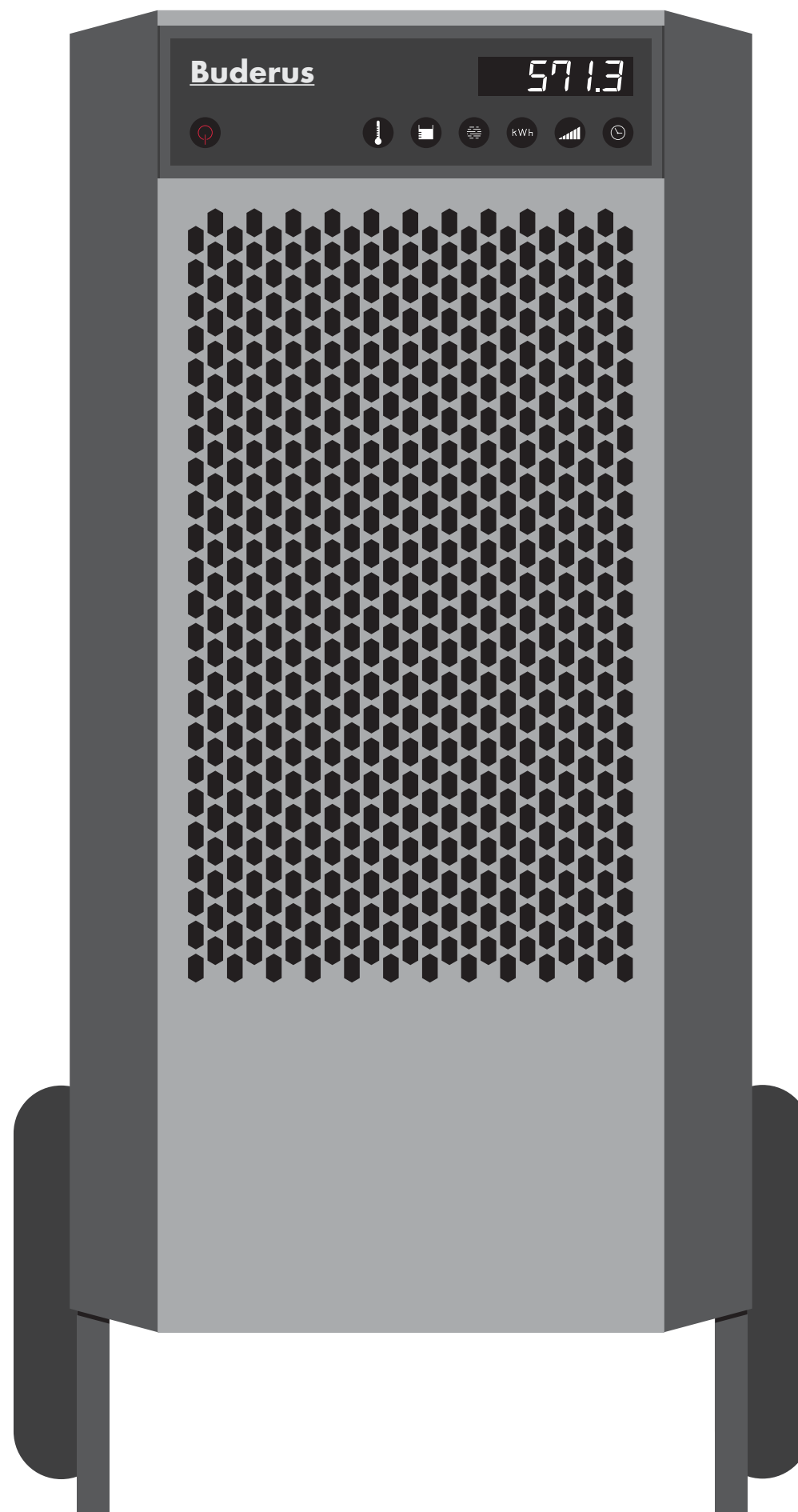
vzor perforace

Zároveň s rozmýšlením tvaru ohraničení perforace bylo třeba řešit jednotlivé vzory. Zásadní byla pevnost – zachovat dobré propletení materiálu aby snadno nedocházelo k prohnutí, či proražení. Ovšem další rozbor pevnosti by byl možný formou zkoušek, mimo možnosti této práce.

konečný tvar

v

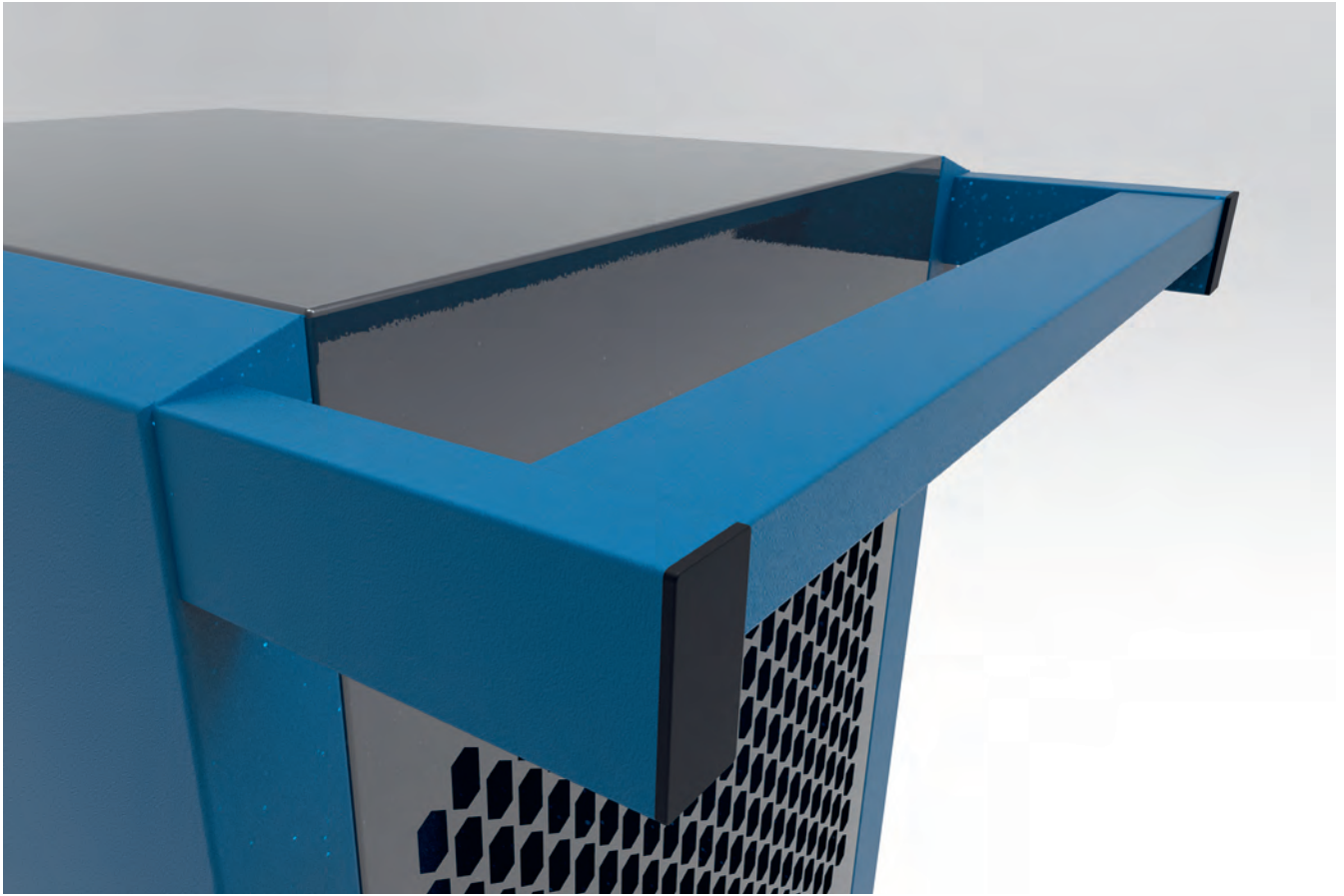
16syntéza

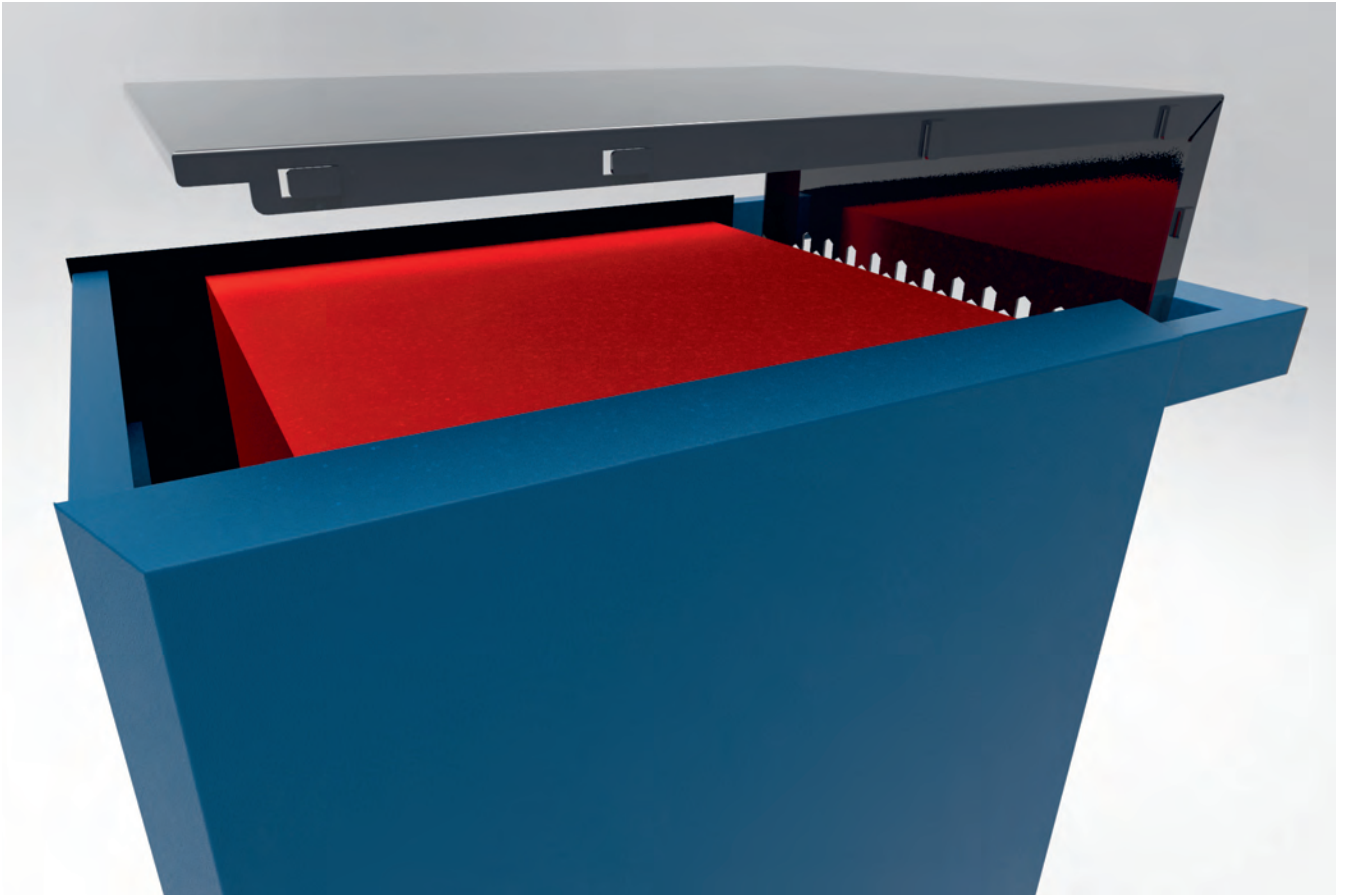




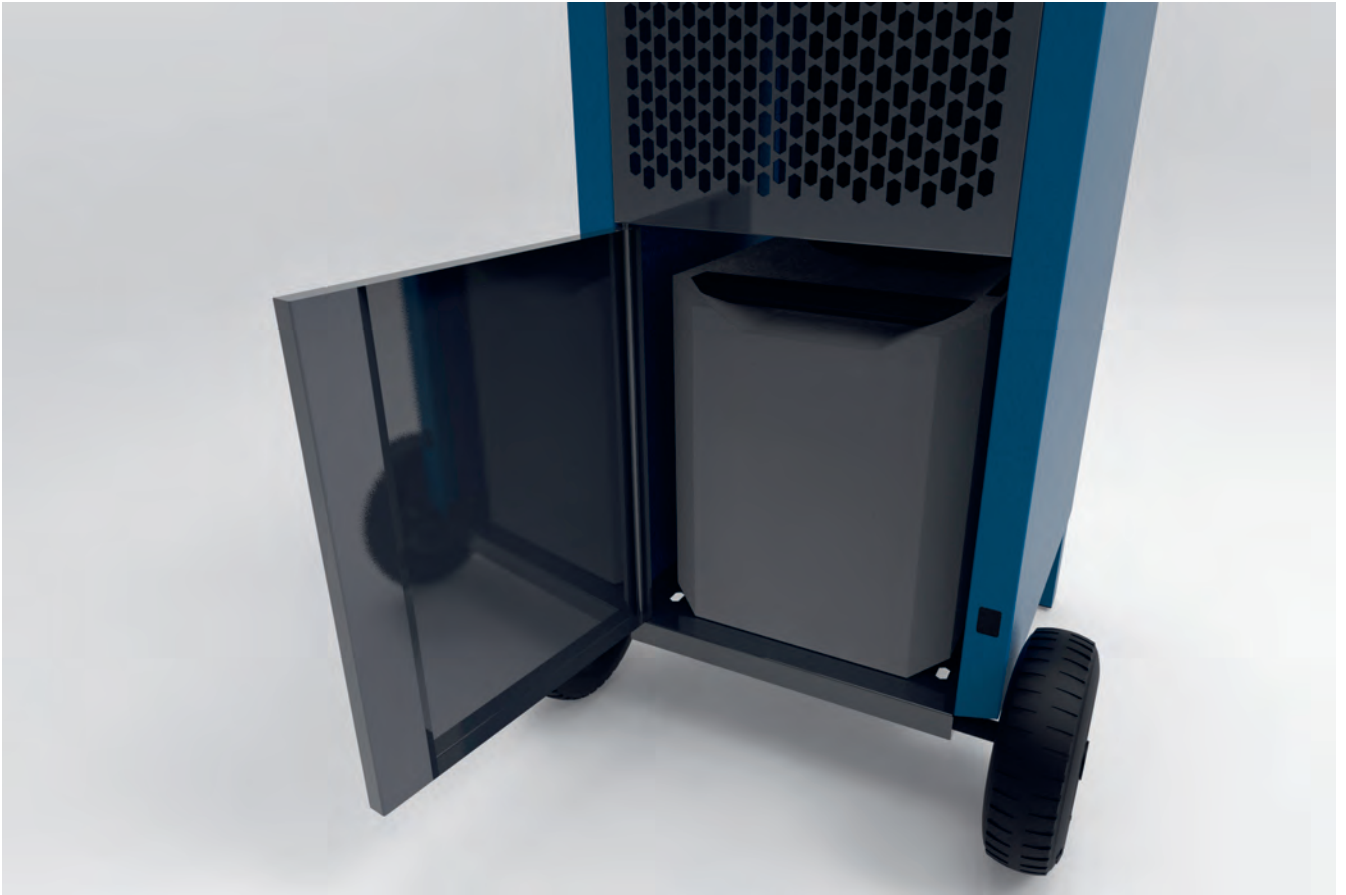


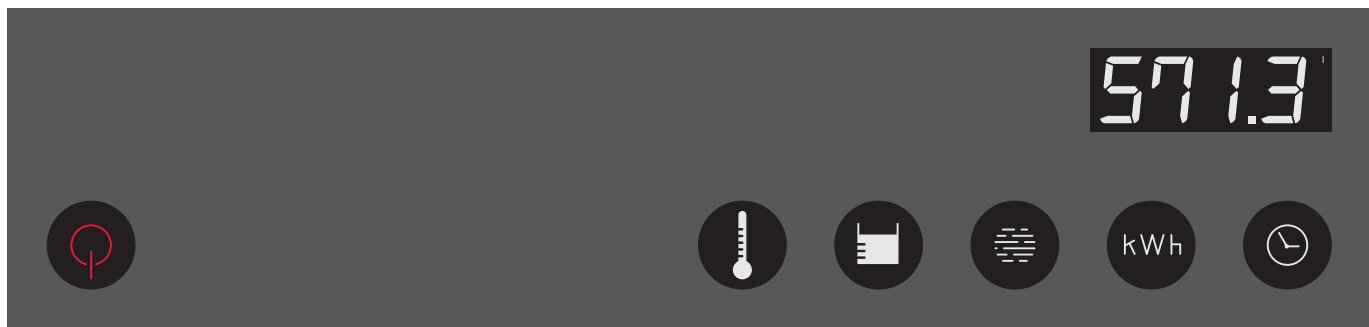
**sejmutý kryt a dvířka
s odhaleným zařízením**











ovládací panel se segmentovým displejem

výsledný návrh

Výsledkem je samonosná plechová konstrukce připravena pro vsazení samotného zařízení. Součástí je návrh barevného řešení, výběr koleček, madla a kompletní řešení ovládacího panelu.

Do návrhu samotného zařízení přesahuji výběrem způsobu sledování objemu kondenzátu.

Uživatel a cílová skupina

Mým zaměřením návrhu pro půjčovny je okruhem uživatelů menší stavební firma, případně dospělý majitel objektu, jenž si sám rekonstruuje. Nakonec jsou to lidé postiženi záplavami. Uživatel není odborník přes odvlhčovače a pravděpodobně bude zařízení používat poprvé, či po mnoha letech.

Zařízení však bude kupovat zejména zmíněná půjčovna. Ta bude při výběru upřednostňovat odolnost, snadnost ovládání a použití.

Konstrukce

Navržena je samonosná konstrukce z plechu o síle 2 mm. Díly jsou spojeny šrouby, na několika místech zaháknutím pro možnost přístupu při opravách.

Kolečka jsou nafukovací s duší, upevněna na kovové ose pod tělem odvlhčovače. Jejich průměr je 220 mm, vhodný pro překonání menšího počtu schodů.

Podpěry naproti kolům a madlo pro manipulaci jsou ze standardizovaných jáklů upevněných na plechovou konstrukci. podpěry umožňují dvěma lidem nést odvlhčovač v ruce, například do patra.

V zádech jsou dvířka, usazena na kovové ose pro přístup k nádrži na kondenzát, výměnu filtru a uložení síťového kabelu.

Deska tvořící dno obsahuje otvory pro odtok vody, pokud se uvnitř vysráží, nebo je vylita z nádrže.

Ovládání

Zvolil jsem sadu membránových tlačítek. Zejména pro jejich odolnost (voda, prach, nevyčnívají z plochy). Folie, která tlačítka překrývá zároveň řeší krytí segmentového displeje a označení výrobku (značka, typ). Pro tlačítka jsem zvolil sadu piktogramů.

ON/OFF – zapne, či vypne zařízení
vlhkost [%] – nastaví požadovanou vlhkost vzduchu a automaticky spíná pro její udržení. V závislosti na parametrech vnitřního zařízení reguluje výkon pro nejlepší efektivitu.
objem [l] – vypíše objem kondenzátu v nádrži, v případě přítomnosti čerpadla sleduje odvedený objem dlouhodobě. Dlouhým stiskem dojde k vynulování. Umožní nastavit objem k odčerpání do automatického vypnutí.
kWh – údaj o spotřebě odvlhčovače. Dlouhým stiskem dojde k vynulování.
čas [h] – zobrazí informaci, jak dlouho je zařízení v provozu a umožní nastavit čas do automatického vypnutí.

Konektivita

Zařízení je opatřeno vstupem pro síťový kabel IEC 13/14, který je rozšířený napříč elektronickými zařízeními a spolehlivý. Kabel je odejímatelný pro zajištění jeho vyšší životnosti. Při manipulaci by docházelo k poškození nárazy. Nikomu však nic nebrání kabel v zařízení zapojený nechat a volný konec obmotat okolo madla.

Servis

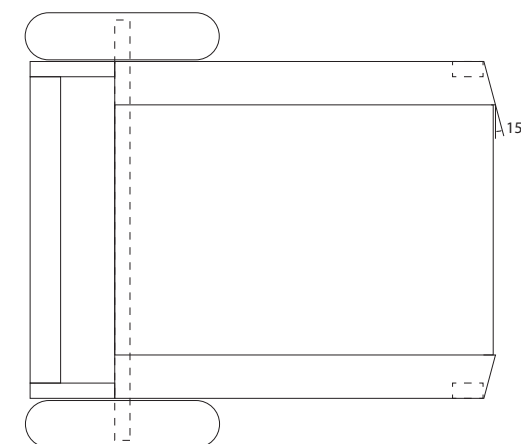
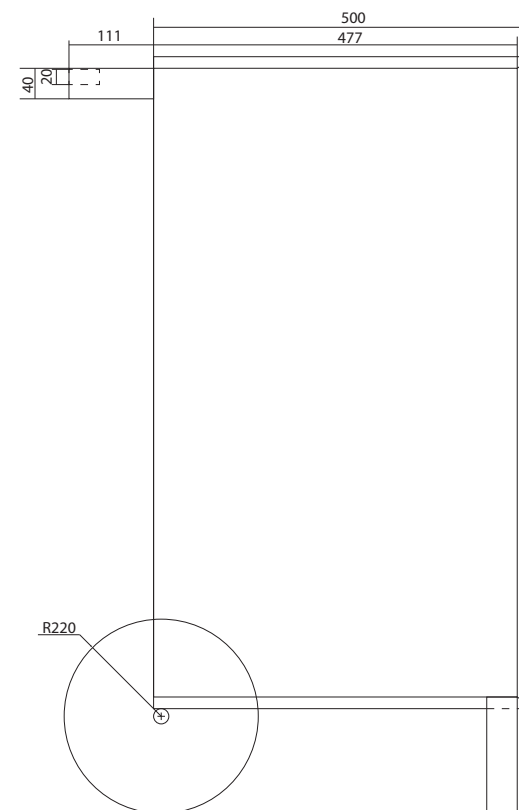
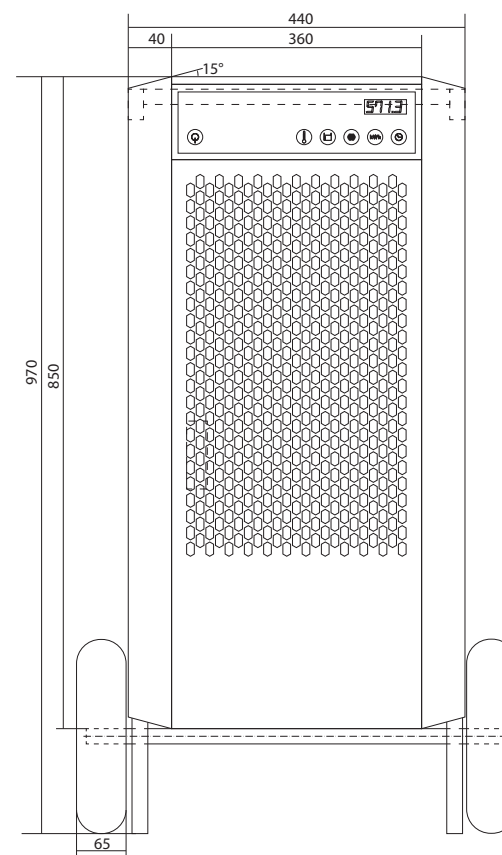
Přístup pro opravu vnitřních součástí je umožněn po povolení čtyř šroubů a následném odháknutí vyzvednutím vrchního plechu.

Mobilita

Odvlhčovač je vybaven dvěma koly o průměru 220 mm. Jejich výběr byl proveden po zvážení terénu. Zařízení je často stěhováno: ze skladu do automobilu, z automobilu do domu, v interiéru pak překonává prahy, schody. Musí snášet bahno, beton i být šetrný k podlahám v interiéru. Proto jsem zvolil kola s duší, velký průměr pomůže do schodů.

syntéza17

18výkres



zdroje

PERFEKTUM Group, s.r.o. Dantherm - CDT MK II [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.perfektum.cz/produktove-portfolio/odvlhcovace-dantherm/>

PERFEKTUM Group, s.r.o. Stavební odvlhčovače [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.perfektum.cz/wp-content/uploads/2018/01/Stavebni-odvlhcovace.pdf>

Blickle, a.s. Kola a kladky s pneumatikami [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: http://www.blickle.cz/~media/files/website/downloadcenter-pdf/kataloge/cz/s_190-199_rubrik_06_blickle_cz.ashx

Blickle, a.s. Rádce Blickle - část 9 [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.blickle.cz/~media/files/website/ratgeber-pdf/cz/09-blickle-ratgeber-cz.ashx>

Master Climate Solutions [online]. DANTHERM group [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.masterheaters.co.uk/>

DANTHERM [online]. DANTHERM group [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.dantherm.com/>

Remko [online]. REMKO s.r.o. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <https://www.remko.cz/>

Eurgeenh [online]. Zhejiang Oulun Electric Co., Ltd [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.sinodehumidifier.com/>

Perfektum [online]. PERFEKTUM Group, s.r.o. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.perfektum.cz>

reflexe

Jsem rád za toto zadání; práce to byla zajímavá, zejména pro poznání procesu návrhu od skic po výrobu – opět v jiném materiálu. Díky možnosti zpětné vazby přímo od konstruktéra jsem na věc mohl nahlédnout ze zcela jiného úhlu. Největším úskalím byla spokojenost s vlastním návrhem a rozvíjení jeho detailů bez ujištění se nad technickou stránkou, tedy jak to půjde vyrobit. Tím jsem ztratil mnoho času. Naopak zásadní přehodnocení návrhu otevřelo novou cestu jiným nápadům. V konečné fázi jsem s návrhem spokojený, zejména díky pohledu zpět na celý projitý proces. Nejde jen o skicování, ale o komunikaci. S výrobcí a dodavateli, ve školním prostředí pak s vedoucím ateliéru.

