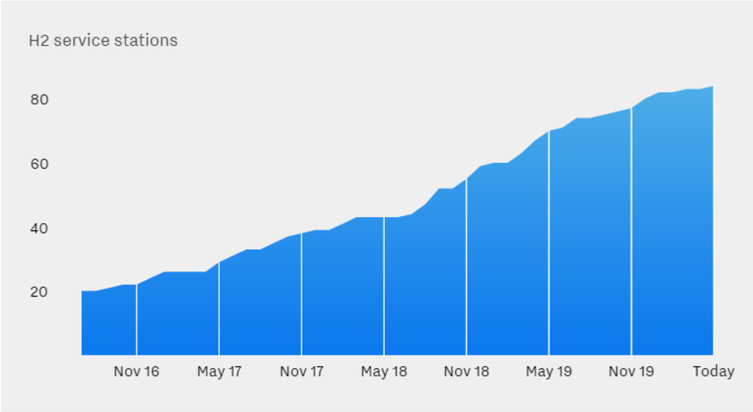
BcA. DANIEL KOVALIK | MODULÁRNI STANICE NA VODÍK
FA ČVUT | ÚSTAV PRŮMYSLOVÉHO DESIGNU
ATELIER TVARŮŽEK | 4. ROČNÍK | 8. SEMESTR

Úvod

Tato práce se zabývá studii vodíkové stanice pro Fuel Cell automobily v návaznosti na zadání atelieru Tvarůžek – Smart Cities. Za úkol jsme měli navrhnout objekt / zařízení, které bude vyhovovat parametrům smart city. Tzv. objekt zlepšující prostředí, usnadňující některé úkony anebo přidávání nových moderních technologii do oblasti města. Já jsem si vybral vodíkové stanice pro osobní automobily.

As of today: 84 H2 service stations are open
in Germany



Vodíkové stanice

Vodíkové stanice slouží pro doplnění vodíku automobilům označených FCV – fuell cell vehicle. Vozidla vybavená vodíkovým palivovým článkem jsou elektrická vozidla, které generují elektrickou energii z palivových článků. Elektrická energie vzniká chemickou reakcí vodíku a kyslíku ze vzduchu, kdy odpadním produktem je vodní pára.

V současné době je tato technologie stále málo rozšířena mezi širší veřejnost, ale to by se mělo do budoucna změnit. Několik především Asijských automobilek už mají ve své nabídce automobily na vodík a v budoucnu očekávají vzrůst zájmu o tyto vozy. V současné době mají nejrozšířenější síť stanic v Japonsku, kde je více než 120 stanic. V Evropě jich je dle údajů z H2.live okolo 110 včetně Velké Británie a 43 jich je ve výstavbě. Takže můžeme předpokládat, že v budoucnu se tyto čísla budou zvyšovat a začneme zde více vídat vozy poháněné Vodíkem. Viz graf otevření nových vodíkových stanic v Německu od listopadu 2019 kde jich bylo okolo 20, po současnost, kdy už jich je více než 80.

Stávající stanice na Vodík

FCV vs Elektroauta

Hlavní výhodou vodíkových aut oproti těm elektrickým je doba doplnění. Zatímco u elektrických je to počítáno v řádech hodin, vodíkové auto trvá doplnit stejně jako to na fosilní paliva, takže mezi 5–10 minutami. Zároveň nemusí vozit tolik baterii, takže je lehčí než auta na elektřinu. S tím také souvisí dojezd, který se u vodíkových aut téměř rovná dojezdu aut se spalovacími motory, takže někde okolo 700 km na nádrž. Velkou kritiku dostávají vodíková auta za nemožnost si je doplnit doma, ale dle mého názoru je to zbytečné, pokud doplnění trvá několik minut a auto není třeba tankovat každý den, auto na fosilní paliva také netankujeme doma.
Hlavní nevýhoda zatím je dostupnost jak automobilů, tak síť doplňování. Ale to by se mělo v budoucnu změnit. I především tím, jak je vodík doplňován a vyráběn.

Produkční FCV vozidla

Mercedes - Benz GLC F Cell

Honda Clarity FCV

Toyota Mirai

Hyundai Nexo

Výroba vodíku

Vodík může být vyráběn mnoha způsoby z širokého spektra vstupních zdrojů. V celosvětové produkci vodíku dominuje v současné době výroba z fosilních paliv. Využívání takto vyrobeného vodíku může pomoci lokálně snížit produkci některých zdraví poškozujících látek, globálně by však vedlo pouze k méně hospodárnému využívaní primární energie a s tím souvisejícímu nárůstu produkce oxidu uhličitého.

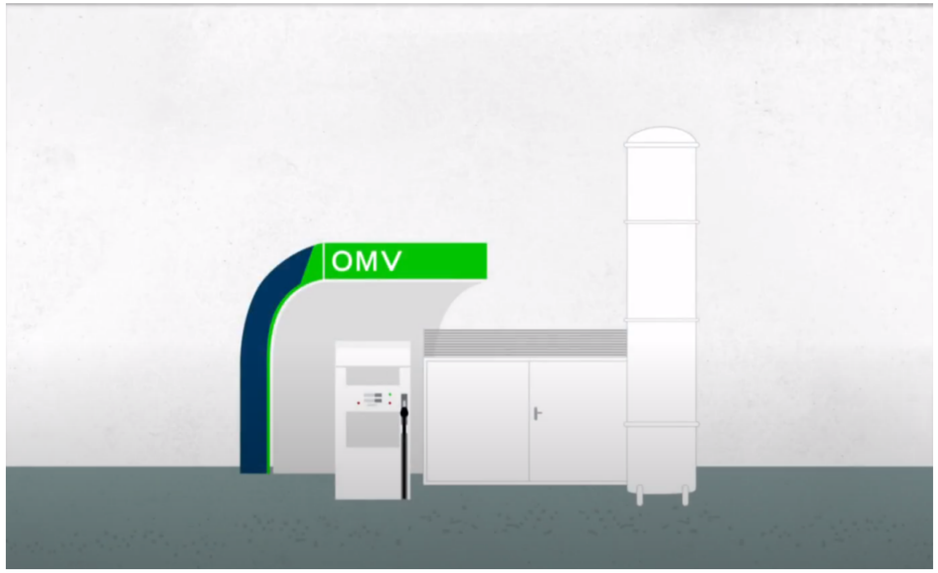
Další možností je výroba vodíku z obnovitelných zdrojů. Z nich se vodík získává pomocí elektrolýzy vody, vysokoteplotního rozkladu vody anebo zplyňováním či pyrolýzou biomasy.
Hlavním motorem rozvoje vodíkového hospodářství je nalezení alternativy k využívání fosilních paliv, a to především v dopravním sektoru. Výroba vodíku pro tyto účely z fosilních paliv by proto byla z výše uvedených důvodů neobhajitelná.

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$$

Elektrolýza

Elektrolýza je proces, při kterém stejnosměrný proud při průchodu vodným roztokem štěpí chemickou vazbu mezi vodíkem a kyslíkem.
H+ poté reaguje na katodě za vzniku plynu, který je jímán a následně skladován. Proces elektrolýzy probíhá za pokojových teplot a pro jeho chod je nutná pouze elektrická energie. Tímto způsobem jsou vyrobena asi 4 % z celkové světové produkce vodíku.

Účinnost procesu se pohybuje v rozmezí 80–92 %. Výstupem elektrolýzy je kyslík a vysoce čistý vodíkový plyn, pro většinu aplikací bez nutnosti dodatečného dočišťování.
Konvenční elektrolýza je výhodná zejména tam, kde je levná elektřina a dostatek vody. Elektrolytické zařízení je modulární, může být navrženo jako velká centrální jednotka či jako malé zařízení pro lokální použití se stejnou účinností. K výhodám elektrolýzy patří možnost použití různých zdrojů vstupní energie a vysoká čistota elektrolytického vodíku. Nevýhodou jsou vysoké náklady na membránu v elektrolyzéru a vysoké ceny el. energie.
Na celkové účinnosti elektrolytické výroby vodíku se podílí především účinnost výroby elektrické energie (30–40 % pro konvenční zdroje). Celková účinnost elektrolýzy se tedy pohybuje přibližně v rozmezí 25–35 %.



Složení Stanice na vodík

Stanice pro doplnění vodíku mají několik hlavních součástí.

- **Tank na Vodík** – pod zemí, venkovní nádrž

- **Výrobník vodíku**

- **Kompresor**

- **Chladič**

- **Doplňovací Stojan**

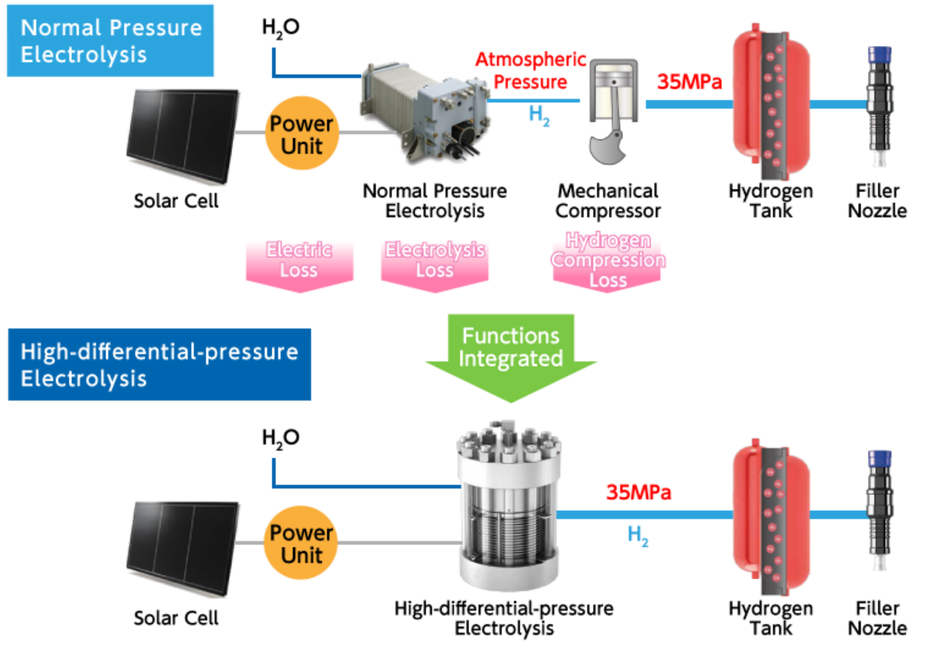
- **Zastřešení**

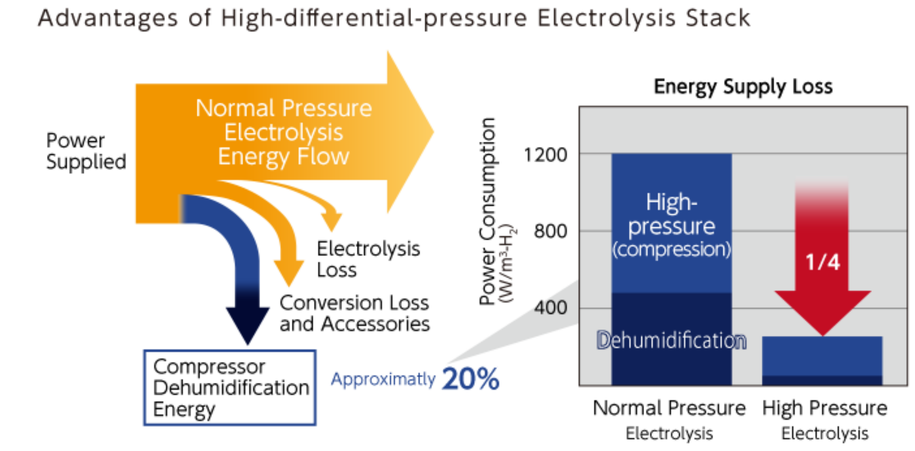
Všechny tyto komponenty zabírají určité místo, které je potřeba mít u stanice. Takže pokud chce prodejce mít u své čerpací stanice i stojan na vodík všechny tyto věci musí být obsaženy. Je možné některé součásti vynechat, například výrobník vodíku, je možné vodík doplňovat a pouze skladovat v nádržích, ale tím je zas potřeba větší nádrž.
To je další důvod, který zpomaluje rozšíření pohonu na vodík.

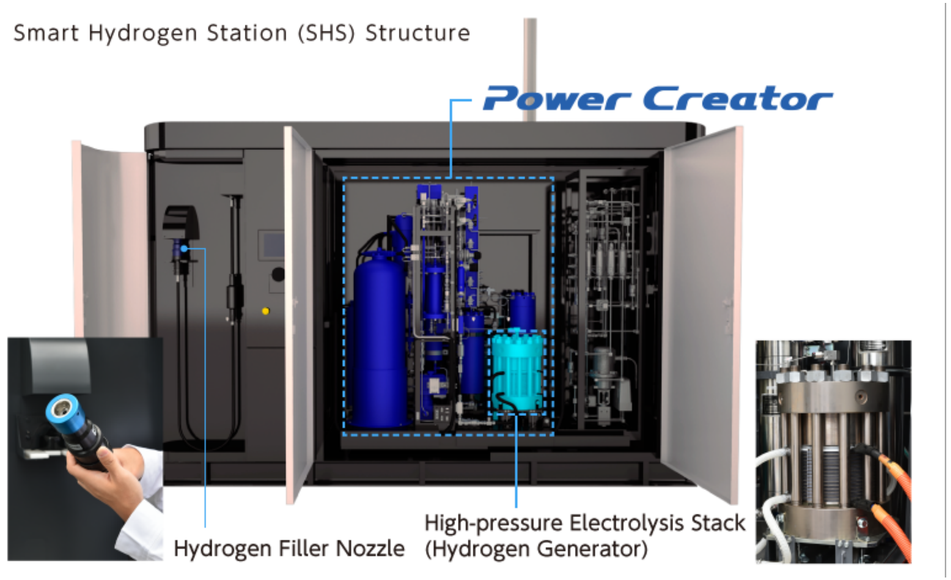
Honda SHS – smart hydrogen station

Honda má s vodíkovými vozy docela dlouhou historii, kdy první model FCX clarity se objevil na trhu už v roce 2007. Zároveň se také dlouho věnovala vývoji lepší stanice pro doplňování vodíku. V roce 2014 se objevil první prototyp stanice SHS – stanice ve které se nachází vše potřebné pro výrobu vodíku na co nejmenším prostoru.

V roce 2015 přišla s revoluční technologii výroby vodíku pomocí elektrolýzy za vysokého tlaku se svým vlastním zařízením nazvaným Power Creator.
Stanice SHS je velmi kompaktní způsob jak, vyrobit, uskladnit a doplnit vodík, a to vše pouze s připojením na vodu a elektřinu. Dodávaná energie je předpokládána především z obnovitelných zdrojů tím pádem snížení emisí CO2 i při výrobě vodíku.





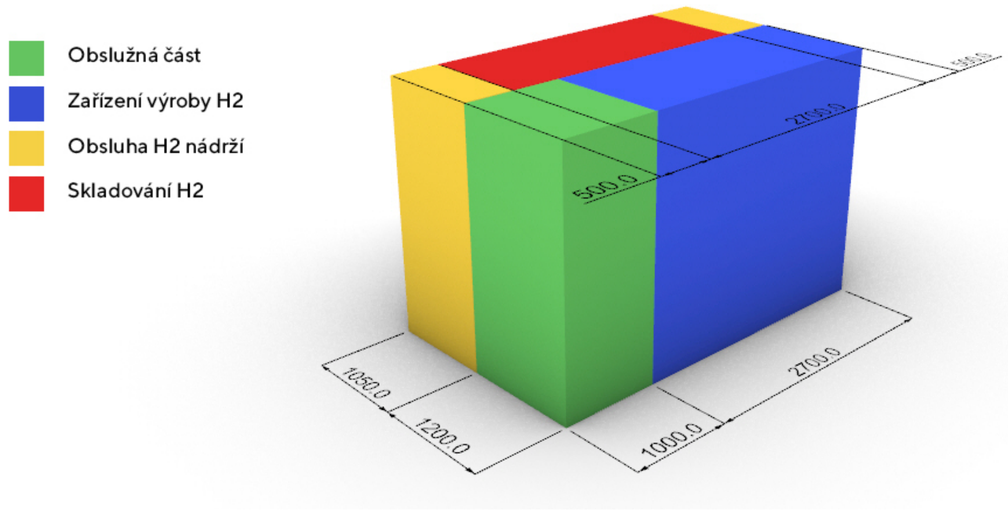


Díky využití systému Power creator se vyrábí vysokotlaký vodík, a proto není potřeba používat kompresory které tak nezabírají místo a tím je také snížena spotřeba elektřiny celého zařízení, dle webu Honda byla snížena spotřeba elektřina na 1/4. Zároveň nejsou potřeba tak velké nádrže na uchování většího množství vodíku. Všechny tyto vylepšení dokázali to, že stanice zabírá místo 3,7m x 2,25m x 2,57m a je ji možné umístit téměř kdekoliv.

Fáze Navrhování

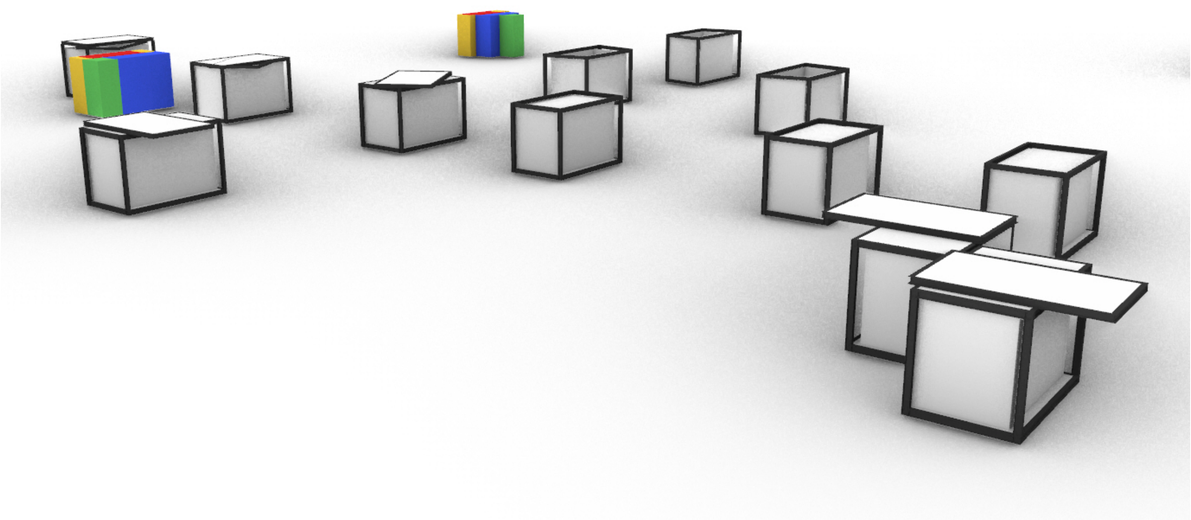
Původně jsem chtěl navrhovat doplňovací stojan, ale v průběhu rešerše jsem objevil již zmíněnou stanici Honda a založil tak své navrhování na ní.
Jako své zadání jsem si definoval vytvořit stanici která bude fungovat na principu stanice od Hondy. Hlavní parametry, které jsem chtěl zachovat byly – co nejmenší prostor, snadná instalace / převoz a jednoduchá ovladatelnost pro uživatele. Parametry, které jsem chtěl přidat – modularita a zastřešení pro uživatele.

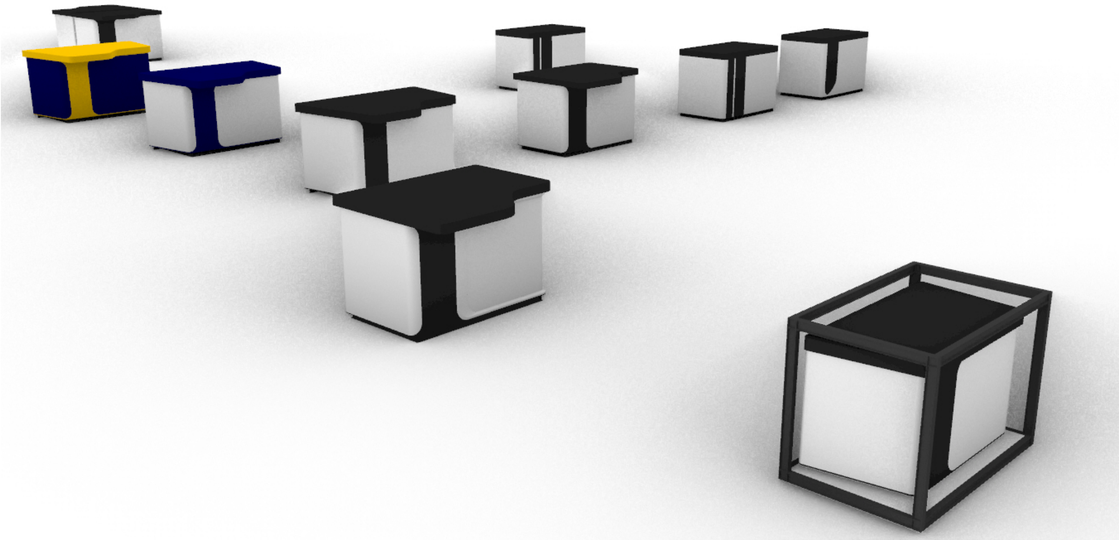
Rozdělení zón stanice



Bohužel stanice není ještě natolik rozšířená, aby se na internetu vyskytovalo nepřeberné množství informací, bylo k dispozici pár stručných dokumentů od Hondy a pár videí, které většinou byly v japonštině. I přes to jsem byl schopný vypozorovat alespoň základní rozmístění jednotlivých zón stanice a jejich rozměry. To by mi mělo napomoct při následném navrhování.

Zároveň jsem chtěl začít pracovat s určitou modularitou této stanice. Zamýšlení této stanice bylo jak do center velkých měst, tak klidně i na okraje, dálnice, sjezdy atd. Podle toho by se odvíjel počet modulů i typ. Chtěl jsem vytvořit několik základních modulů které je možné skládat do stejného prostředí anebo rovnou vedle sebe.





Jako první jsem se věnoval především nalezení tvaru hlavní hmoty a jak by takový modul měl vypadat. Od různých pokusů vlastní konstrukce i se zastřešením, jsem se dostal k firmě KOMA MODULAR, která se zabývá výrobou obytných kontejnerů a konstrukcí ze železných profilů. Především mě zajímal jejich modul CITY, který nabízí na konání nejrůznějších akcí do center měst. Jedná se o lichoběžníkovou konstrukci z ocelových profilů, která lze skládat do různých sestav a tvarů. Po prozkoumání tvaru jsem zjistil, že by se mi tam hmota stanice s přehledem vešla a zůstalo by místo i na zakrytí uživatele.

CITY MODUL

KONCEPT

CITY MODUL KOMA byl vyvinut ve spolupráci s architektonickým studiem CHYBIK+KRISTOF AA za účelem vytvořit modul vhodný pro aktivity ve veřejném prostoru, který demonstruje možnosti modulární architektury. Měl by se stát symbolem značky, prvkem, který s ní bude díky svému unikátnímu tvaru dlouhodobě spojován.

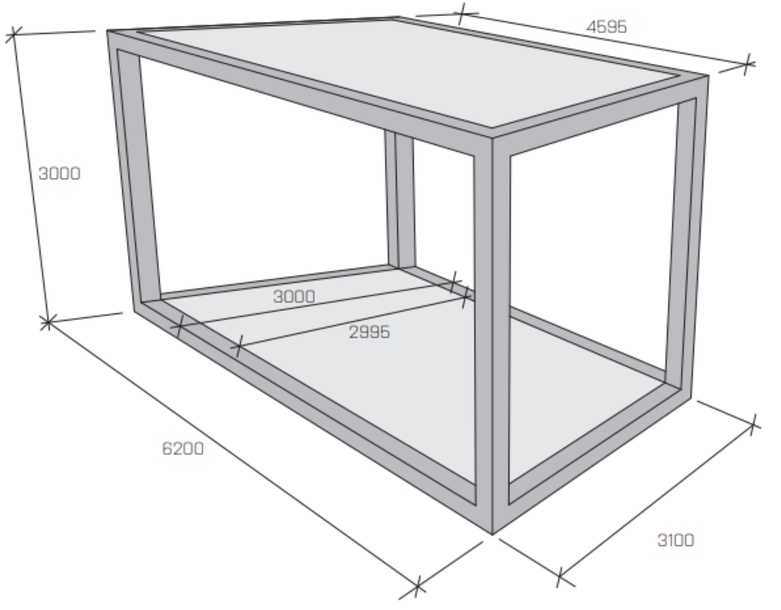
Cílem CITY modulu je refektovat zájem o oživení veřejných prostoru netradičním vzhledem a možností využít architektonicky zajímavých konstrukcí, které jsou rychle umístitelné, spojitelné a lehké.

CITY modul KOMA je kreativní, variabilní a přináší odpověď na to, jak aktivizovat veřejné prostory evropských měst a vesnic.

CITY MODULY KOMA jsou revolucí/evolucí v modulární architektuře. Jednoduchou změnou základní geometrie, symetrickým zešikmením obou kratších stran modulu, vzniká zcela nový produkt. Díky této drobné, avšak na první pohled patrné transformaci není CITY MODUL KOMA, na rozdíl od jeho přímých konkurentů, vnímán jako kontejner, ale jako designový městský mobiliář v měřítku drobné dočasné architektury.

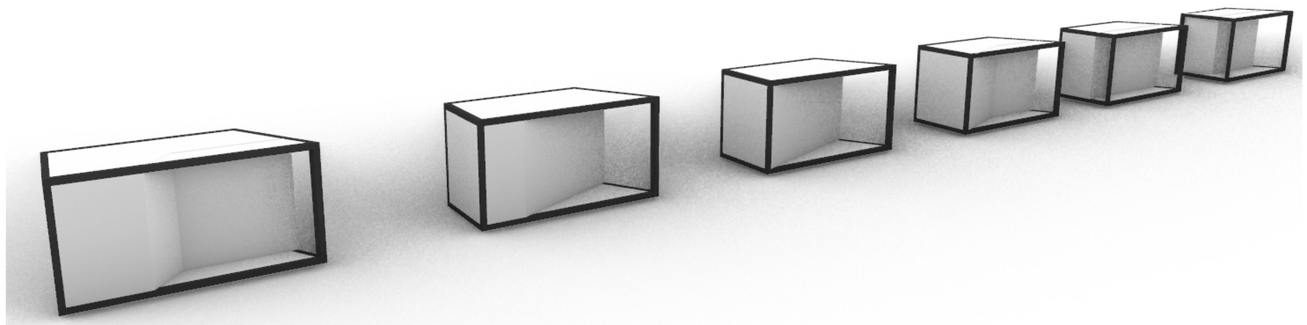
Hlavním cílem je nabídnout zákazníkovi řadu možností v rámci variability jednotlivých formací. Na zadání je CITY MODUL KOMA schopen reagovat jednoznačně kvalitní, zároveň variabilně kreativní odpovědí.

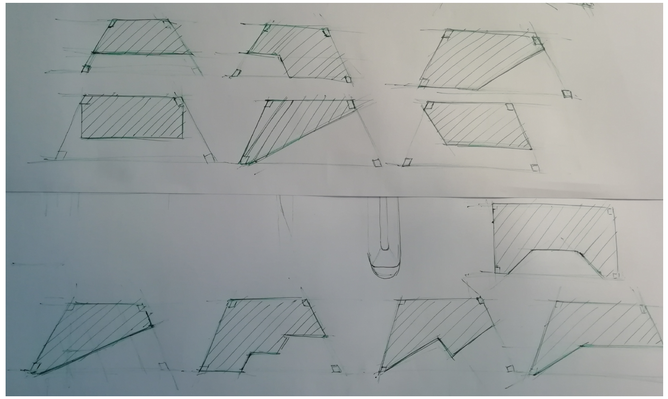
GEOMETRIE

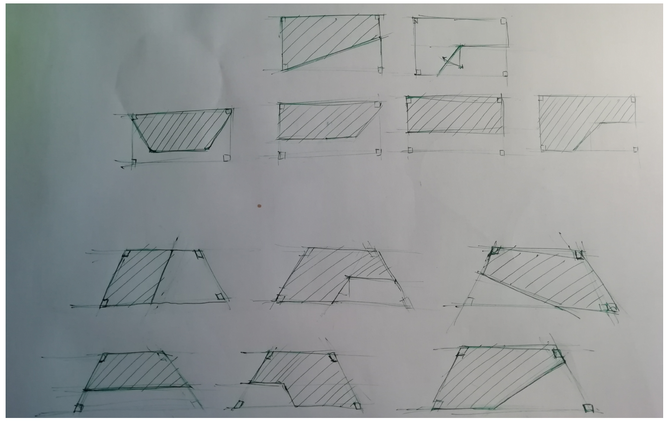


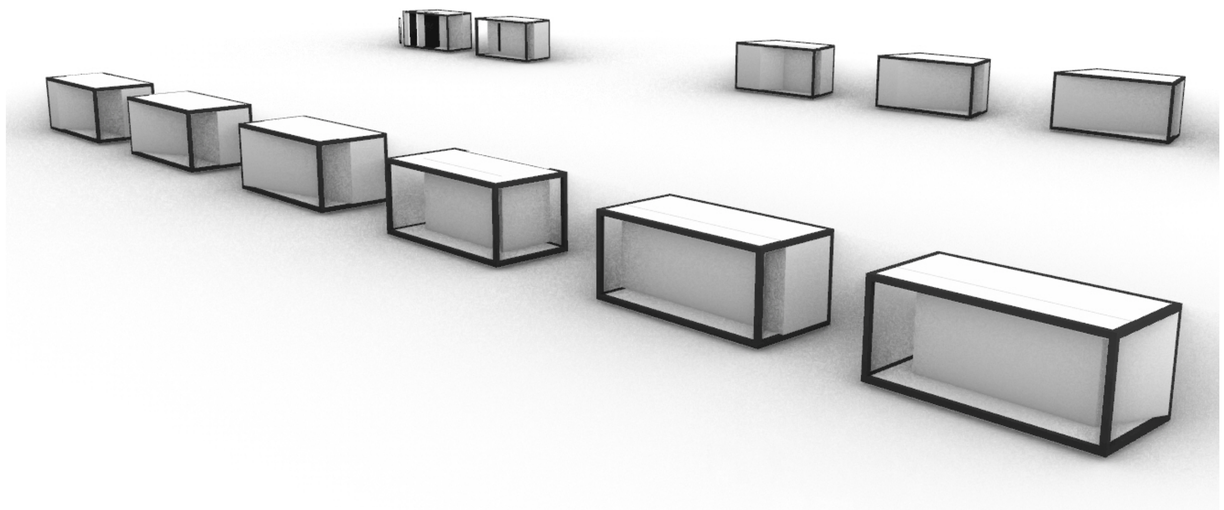
KOMA

CHYBIK+KRISTOF
ASSOCIATED ARCHITECTS

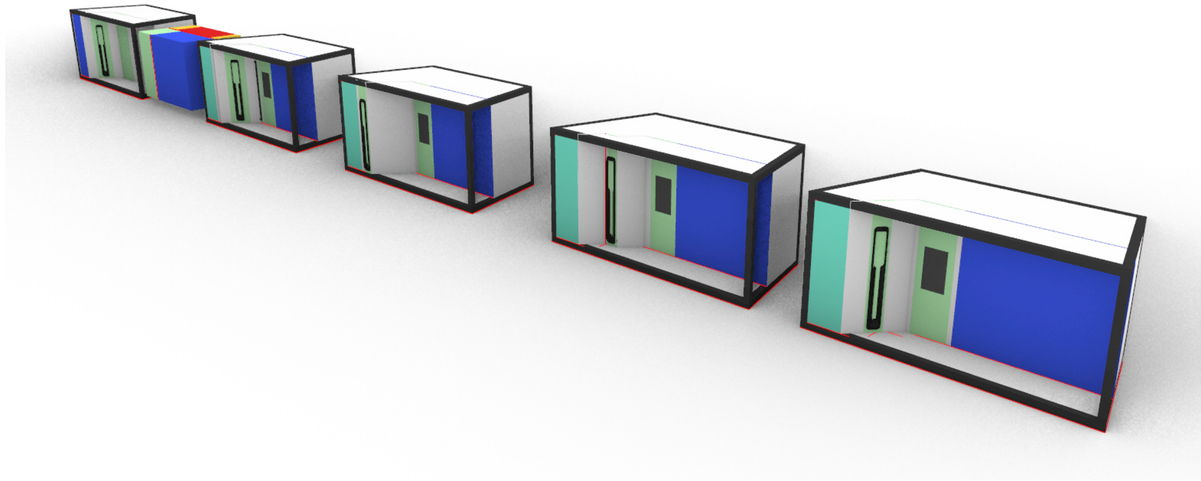


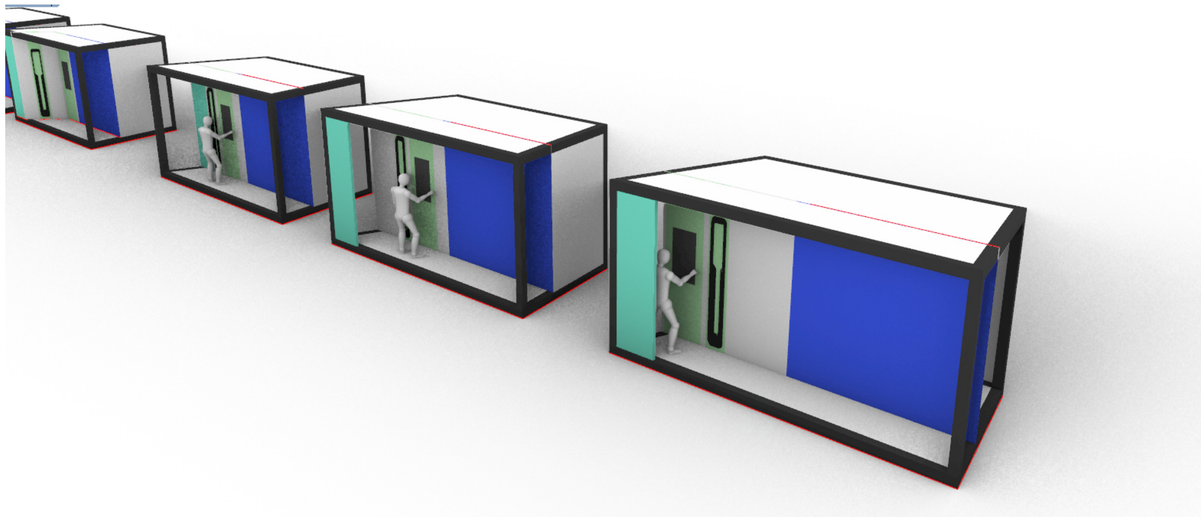






Následně jsem tedy začal vycházet z této konstrukce a snažil jsem se uspořádat jednotlivé části tak aby měli logické opodstatnění a zároveň navazovali na sebe, pokud to bylo z technologického hlediska nutné.





Po vybrání několika vhodných hmotových variant jsem do modelu začal umisťovat i jednotlivé součásti jako samotný stojan na tankováni, platební zónu atd.

Finální Verze

Koncept

Konceptem této práce je vytvoření stanice na doplnění vodíku do osobních automobilů s využitím modulu CITY od společnosti KOMA MODULAR a vnitřního zařízení výroby vodíku převzaté ze stanice Honda SHS. Zároveň je možné z tohoto konceptu modularity vycházet i u dalších modulů, které zastávají jiné funkce a skládat z nich různé sestavy reagující na prostředí a potřeby.

HONDA

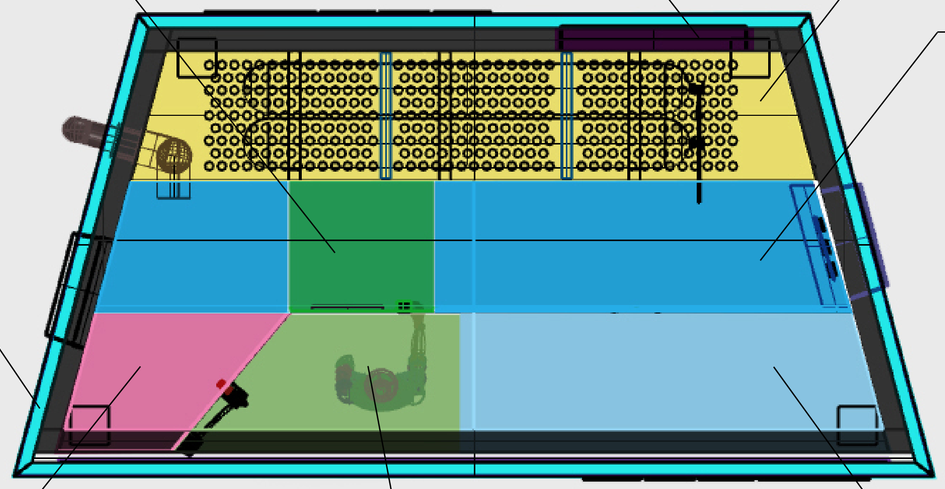
Konstrukce stanice

stanice je tvořena hlavní nosnou konstrukcí, která je tvořena modulem CITY od společnosti KOMA. Stěny a výplně jsou vyrobeny z práškově lakovaného plechu. Většina vnitřního zařízení je převzata z původní stanice Honda SHS. Stanice má vytvořené vybraní, kterým se vytvořilo zastřešení pro uživatele stojícího u obslužné zóny.

Jelikož se všechny součásti stanice nachází uvnitř konstrukce, je celá stanice snadno vyrobitelná mimo místo umístění, a následně ji na místo převést. Jediné co je potřeba připojit je přístup vody a elektřiny. To by mělo velmi urychlovat výstavbu těchto stanic.

HONDA
SHS
Smart Hydrogen Station
HONDA
KOMA
SHS
START

Zóny stanice



HONDA
SHS
HONDA
KOMA
SHS

Uložení nádrží s vodíkem

V této části se nachází uložení nádrží s vodíkem, v původní stanici jich bylo 6 s kapacitou okolo 15 kg vodíku. Tím že je modul o něco vetší vejde se jich tam minimálně 8 takže se kapacita zvedne na minimálně 20 kg vodíku. V oblasti uložení lahví jsou stěny perforované ve formě vypálených kruhů pro lepší odvětrání prostoru. V těchto otvorech se nachází jemná mřížka, aby se zabránilo vznikání nepořádku uvnitř stanice. Uvnitř této části se také nachází ambietní osvětlení odpovídající barvě reklamního prstence, které ve tmě prosvítá skrz větrací otvory.

Zóna pro výrobu vodíku.

V této části jsou uloženy přístroje potřebné pro výrobu vodíku převzaté ze stanice SHS s patentovaným zařízením Power Creator, a další jejich součásti jako přívodní trubky, odvodní trubky do nádrží atd.
Z pravé strany jsou dále umístěny další servisní otvory s průhledem na budíky ukazující aktualní tlak v jednotlivých nádržích.

Doplnění vodíku

Doplnění vodíku je umístěno na šikmé stěně, která pokračuje na zapuštěnou část stanice. Díky tomuto tvaru je možné umístit začátek hadice na téměř roh konstrukce a tím tak dosáhnout do co nejdelší vzdálenosti okolo automobilu, aniž by byla hadice extrémně dlouhá.

Celá sestava se skládá z rozpojovacího ventilu (breakaway coupler) který zabraňuje uniku plynu v případě zapomenutí hadice ve vozidle a následné odjetí od stanice. Na něj je připojena samotná hadice v délce 3 m na jejímž konci najdeme doplňovací pistoli pro vodíkové vozy. Všechny tyto součásti jsou dle katalogu společnosti WEH, která je hlavní dodavatel příslušenství pro vodíkové stanice po celém světě.

Nad uložením pistole se nachází nezbytné emergency tlačítko v případě jakéhokoliv nouzové stavu, po zmáčknutí tlačítka se celá stanice zastaví.

Doplnění vodíku trvá okolo 5 minut, jako to známe u doplňování spalovacích automobilů. I proces tankovaní je podobný, pistole se zapojí na speciální konektor, který se ukrývá pod víčkem nádrže, pistole se připojí, zmáčkne se páka na pistoli a nádrž se naplní, po naplnění stačí odjistit pistoli a vrátit zpět na místo.

Obslužná zóna

Stanice je samoobslužná, vše lze provést na velkém 40palcovém dotykovém monitoru. Tento monitor také slouží jako je tomu v některých jiných zemí k přehrání instruktážního videa, pokud je uživatel u podobné stanice poprvé. Vše ostatní by mělo být intuitivní, při tankování se na monitoru zobrazí aktuální spotřeba, cena za kilogram a celková cena. Platba je možná jak bezkontaktní kartou, ke které je zde umístěn terminál i pro zadávání PIN kódu, anebo kartou věrnostní či čipovou pro registrované uživatele na které je vyhrazeno místo hned nad terminálem. Následně si může uživatel zvolit jestli chce vytisknout papírovou účtenku.

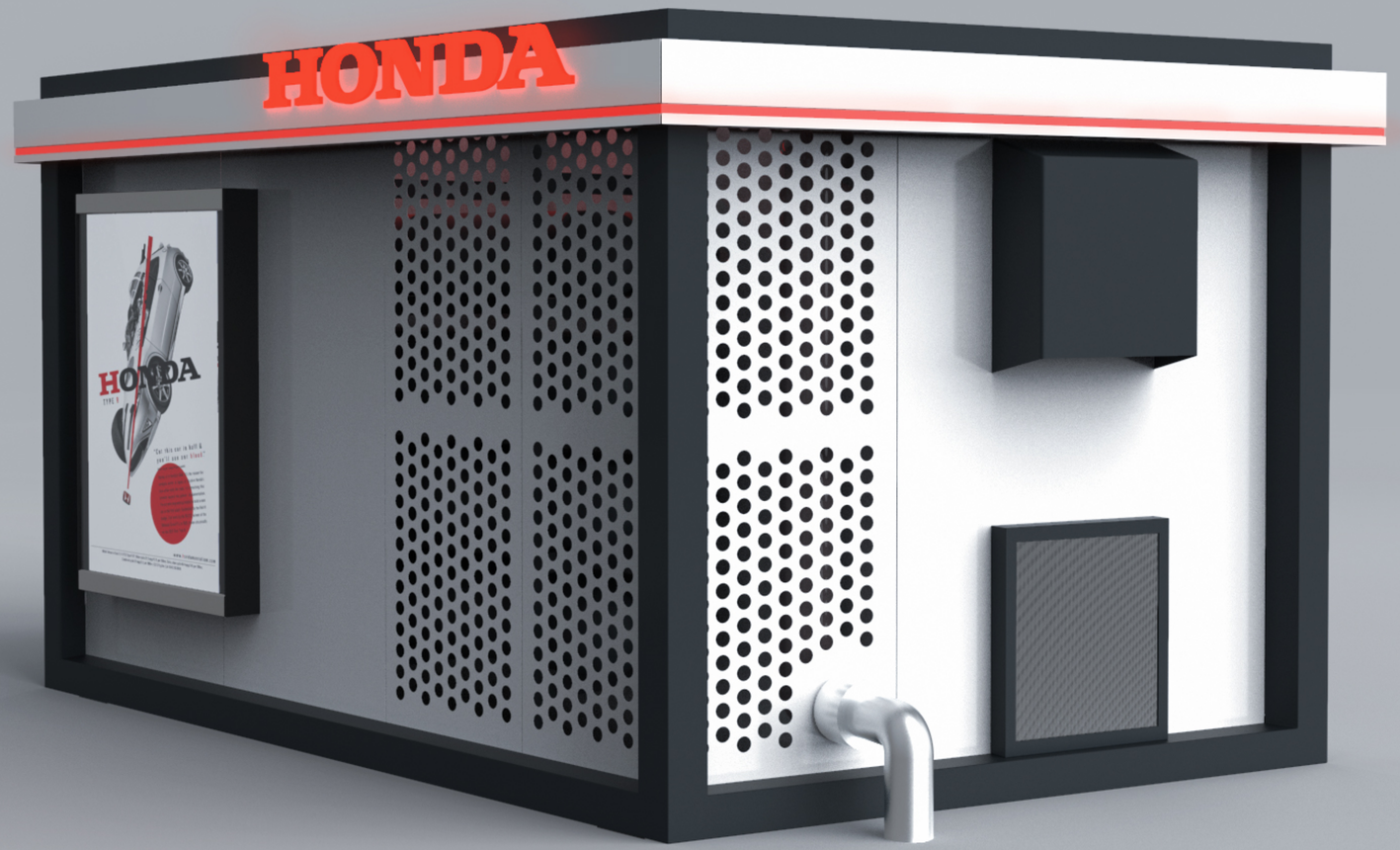
Reklamní zóna

Reklamní zóna je rozdělena do 3 částí.

První část se nachází v čele stanice, tato plocha je především vyhrazena pro reklamu výrobců zařízení a součástí stanice, v tomto případě KOMA a Honda.

Prstenec, který jako jediný vystupuje z půdorysu stanice je určen pro reklamu a označení provozovatele stanice nebo příslušeného modulu. Tvar je tvořený jednoduchým kvádrem, ve kterém může být vytvořen světelný pruh a následně 3 D prosvíceným nápisem nebo logem provozovatele. Podle provozovatele je také možné nabarvit čelní reklamní plochu a dále také barevně oddělit platební část od zbytku konstrukce.

Jako třetí reklamní zóna je na zadní části modulu umístěna konstrukce ve formátu citylight pro komerční inzerci. Tato reklama slouží především na stanice, které budou umístěny ve městě, jelikož zadní strana bude většinou směřována například směrem k chodníku, nebo k budovám atd.


HONDA
HONDA

Varianty provozovatelů

Jako základního provozovatele jsem na většinu vizualizací zvolil značku Honda, která je i zároveň výrobce technologii pro tento modul.

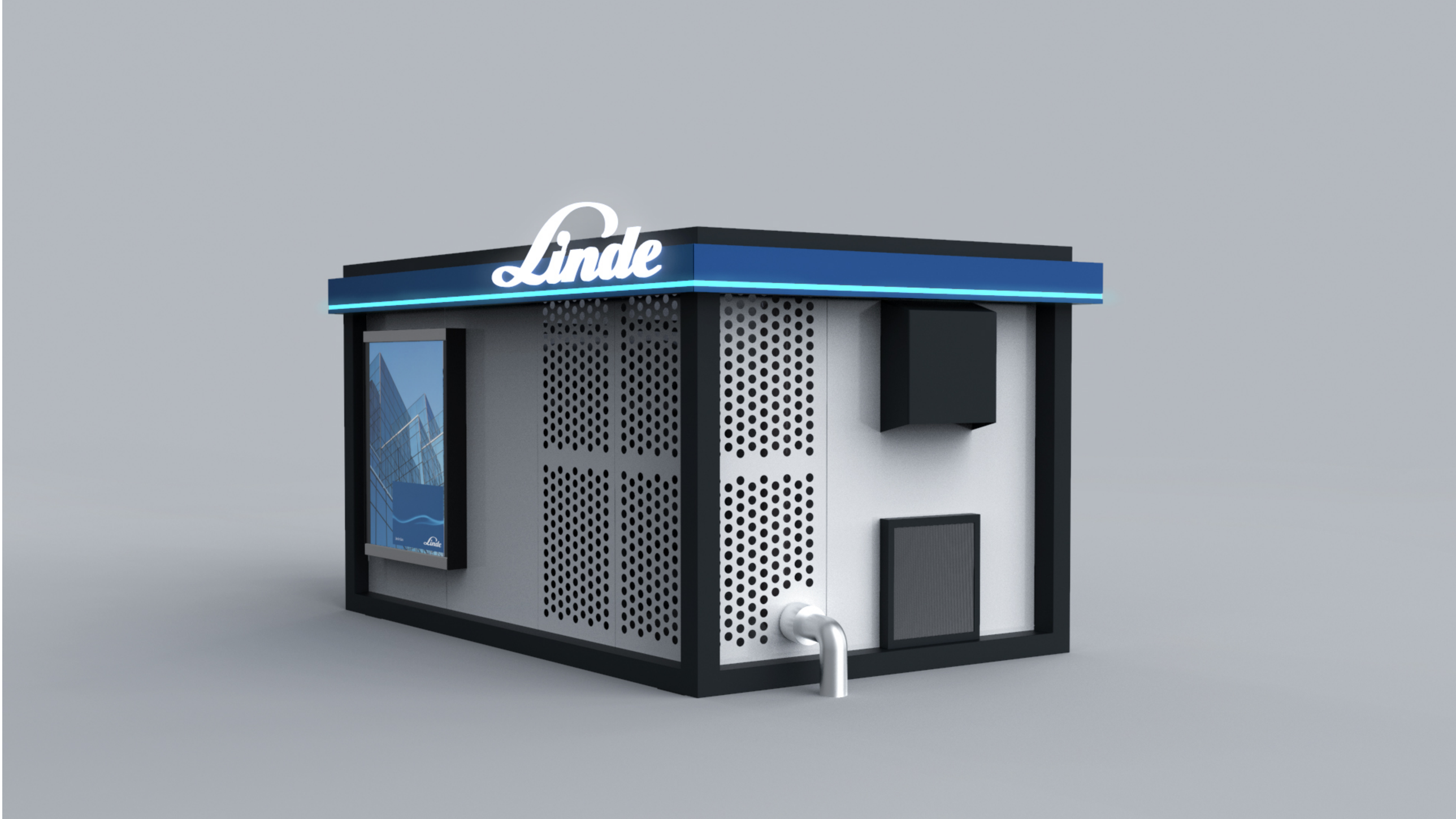
Ale je třeba myslet i na velké společnosti, které by mohli tuto stanici provozovat pod svojí značkou, proto jsem vytvoři barevný návrh jak by taková stanice mohla vypadat.

Jako první jsem zvolil společnost SHELL, která například v Německu provozuje většinu vodíkových stanic. A jako druhou jsem volil společnost LINDE GAS, která má velké zastoupené v celém odvětví vodíku, zároveň také má několik svých stanic na doplňování vodíku.

Shell
SHS
Smart Hydrogen Station
HONDA
KOMA
Shell
START
SHS

Shell
SHELL
L'HUILE POUR MOTEURS

Linde
SHS
Smart Hydrogen Station
HONDA
KOMA
SHS


Linde

Prostředí

Můžeme volit počet modulů a jejich umístěni na základě prostředí ve kterém se budou nacházet. Představme si několik situací, ve kterých lze ukázat několik variant modulu.

Samostatnou stanici můžeme umístit do míst kde není velké množství místa. Například se může instalovat k parkovištím P+R, u business center, u obchodních domů atd. Kde slouží k dotankovaní vozidel, které sem denně jezdí. Jedna stanice zabere maximálně 4 parkovací místa oproti čerpacím stanicím které zabírají velké množství prostoru například u obchodních center.

Další si můžeme představit situaci, kde vetší plochy uprostřed měst zejí prázdnotou, nebo například benzinové stanice v centrech měst, které zabírají relativně velké množství prostoru a v budoucnu, kdy se jezdit na fosilní paliva téměř nebude, budou tyto stanice odsouzené k demolici. Místo nich můžeme umístit hned několik modulů na tankovaní, zároveň se však můžeme pokusit dostat více lidí i funkcí na tyto místa. Jako například umístění modulu pro výdej eshopových zásilek, nebo stánek s rychlým občerstvením, prezentace nějaké firmy atd.

Další možnost jsou třeba dálniční sjezdy, kde je opět potřeba několik stanic na doplnění, ale zároveň zde můžeme postavit malou restauraci s přístřeškem vytvořeným pomocí modulů, malé prodejny s různým zbožím, rychlé občerstvení atd.

Toto je pouze pár situací, ve kterých by šlo využít jak moduly stanice na vodík, tak i další moduly s jinými vlastnostmi a vytvořit tak příjemné místo nejen pro natankování automobilu. Tím že je koncept postaven na funkční konstrukci dodávanou společností KOMA je počet možností téměř neomezený.

HONDA
SHS
SHS

Modul výdejny Eshopu

pro doplnění koncpetu jsem také vytvoři další doplňující moduly které by se mohli skládat do různých sestav.

Modul e-shopu vychází tvarově ze stejného principu jako stanice na vodík. Jediná změna je zde to, že vytvořený zastřešující záliv je skrz cely modul, aby se nejefektivněji využil prostor pro umístění jednotlivých skříněk. V konstrukci od komy je umístěna výdejna zásilek z obchodu jako tomu známe v případě například Alzy. Jelikož je modul relativně prostorný, volil jsem zde návrh provozovatele společnost Ikea. Jednotlivé schránky mají hloubku téměř 2 m což je vhodné na většinu zásilek ze společnosti IKEA, které jsou baleny do velmi tenkých a dlouhých krabic.

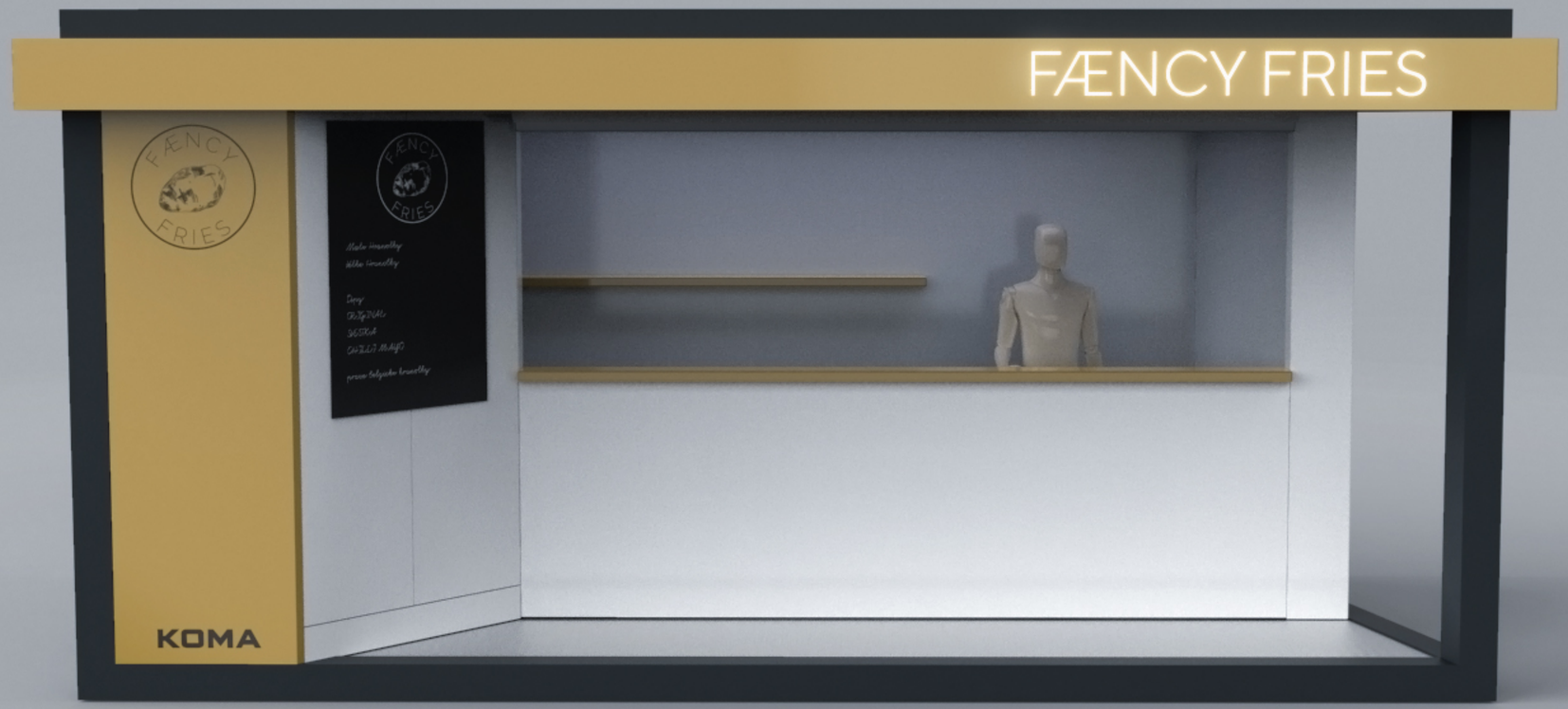
Čelní stěnu proto tvoří především otevírací skříňky několika velikostí a mezi nimi se nachází stejný platební terminál s displejem jako u vodíkové stanice. Uživatel tak při příchodu zadá číslo své zásilky, případně zásilku zaplatí a automaticky se otevřou dvířka, která přísluší jeho zásilce. Téměř všechny skříňky jsou orientovány vertikálně tak, aby je bylo jednoduché sundat i z druhé řady.

IKEA
Welcome to IKEA box.
Please press continue to pick up your order
KOMA

IKEA
$219.00
IKEA

Jídelní Modul

Tento modul opět tvarově vychází ze stejného principu jako stanice na vodík, zde je však ve vytvořeném zálivu výdejní okénko pro menší jídelní franšízu nebo například menší kavárnu. U tohoto modulu je vhodné připojení dalších prázdných modulu pro vytvoření posezení pro zákazníky. Nebo vytvořit větší zázemí pro provozovatele.


FÆNCY FRIES
FÆNCY FRIES
FÆNCY FRIES
KOMA

FÆNCY FRIES

Možnost skládání modulů do prostředí

Výdejna zásilek z E shopu

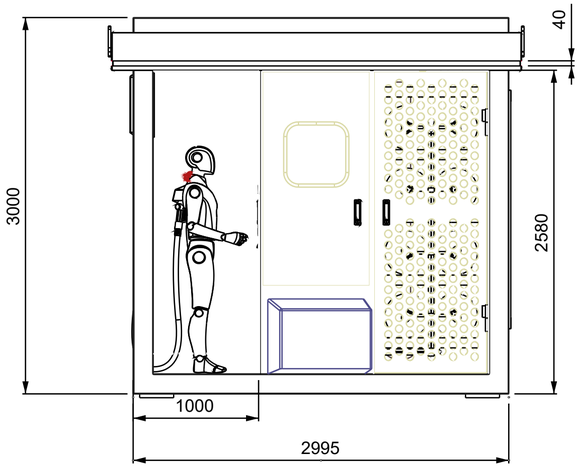
Rychlé občerstvení a připojený modul s toaletami

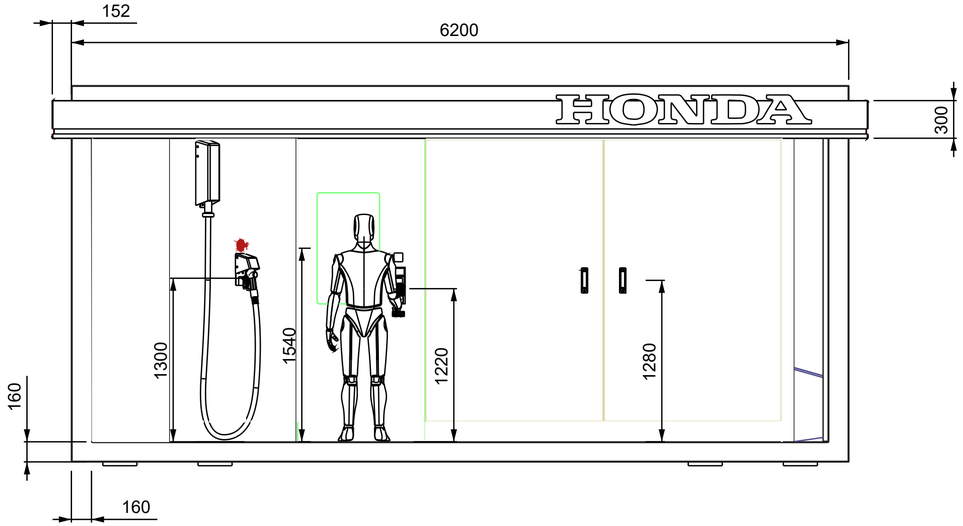
2 vodíkové stanice pro možnost tankování více vozů najednou

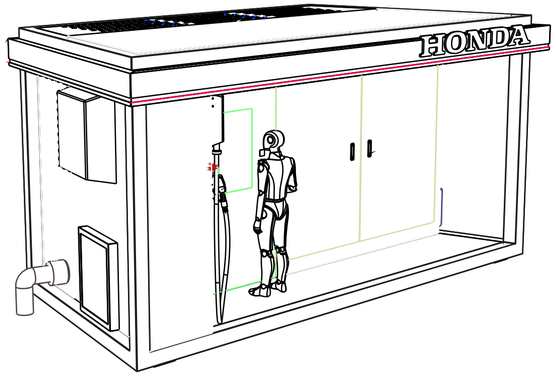
Modul s toaletami by vzniknul spojením 2 modulů od společnosti KOMA, do modulu CITY by se mohla vložit část modulu C3S obsahující kompletní zařízení se 2 záchody a umývarnou a pouze zakrytovat.

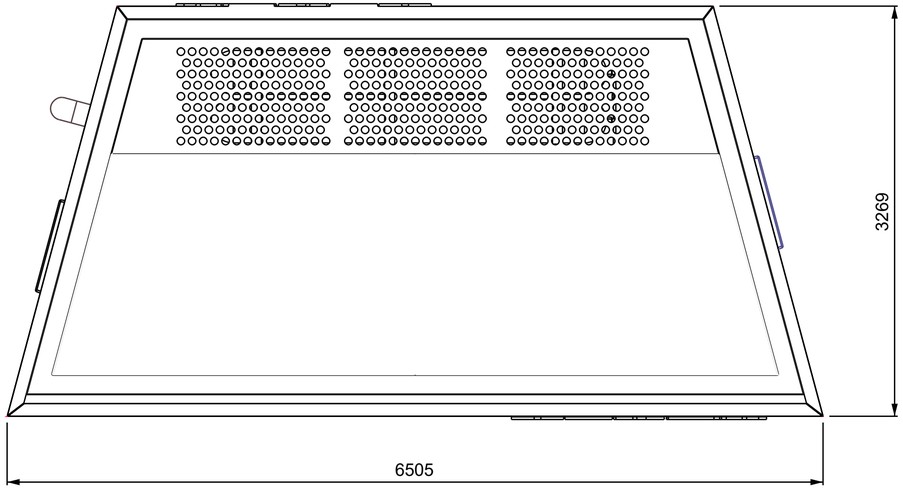
IKEA
FANCY FRIES

Technické výkresy

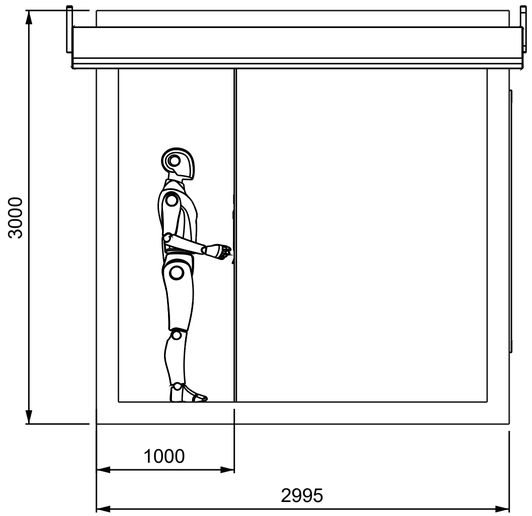


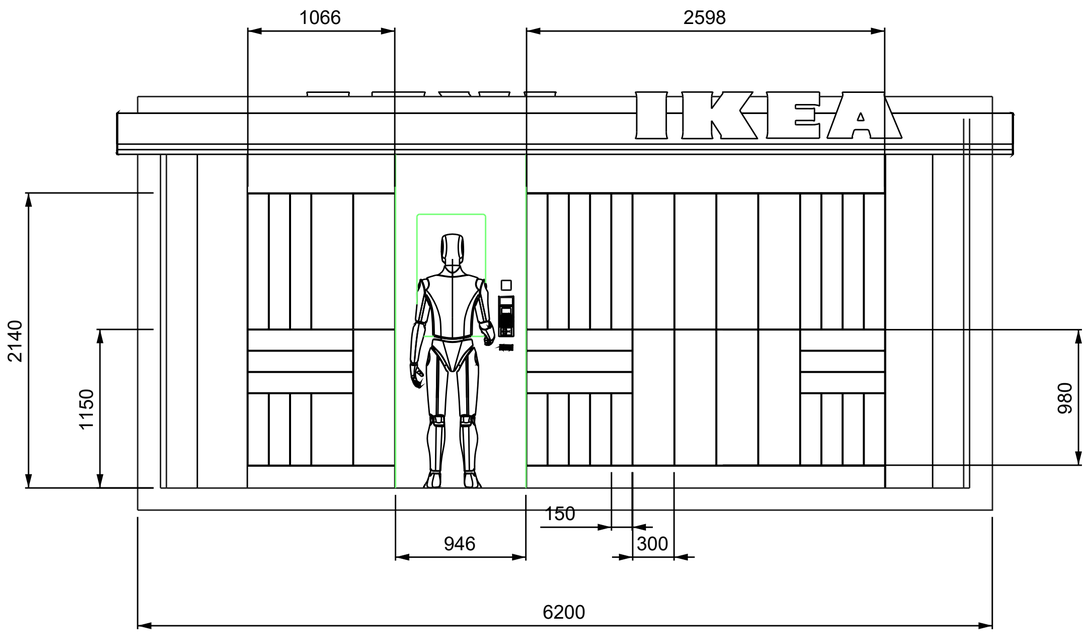


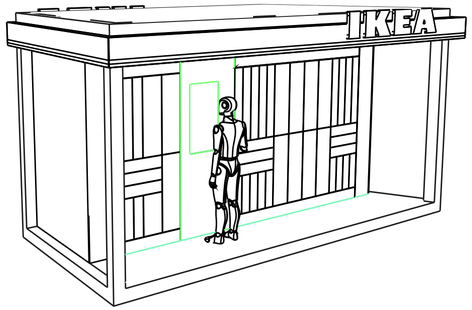




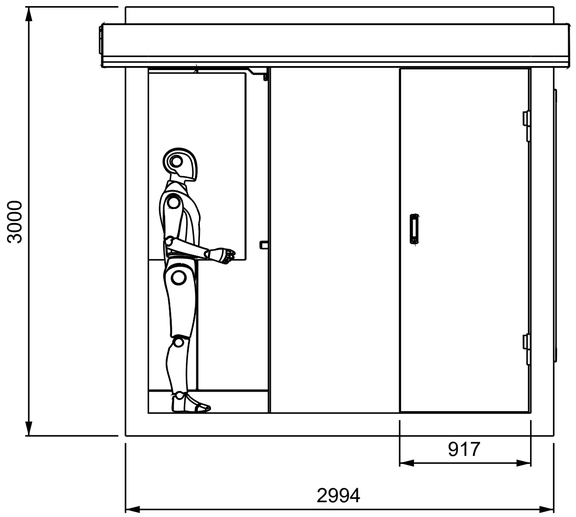
Stanice na H2

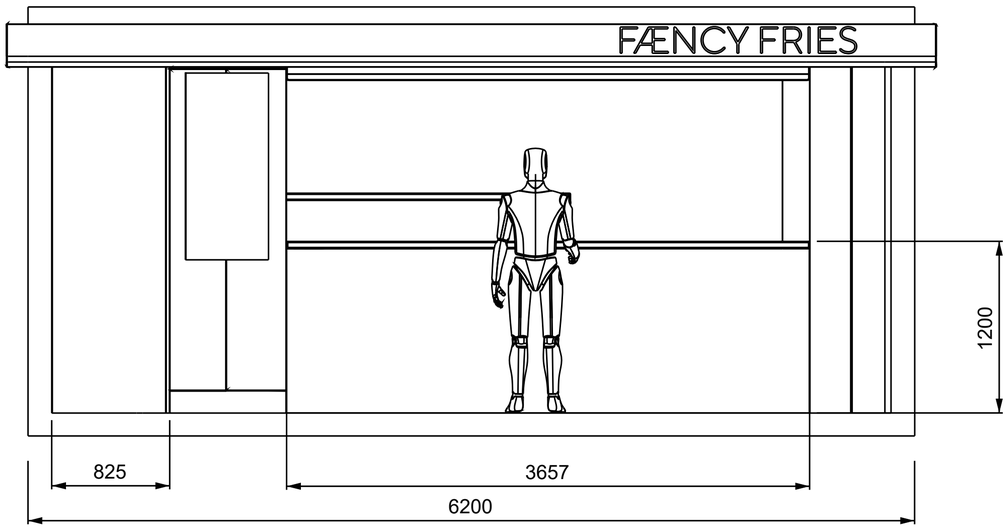


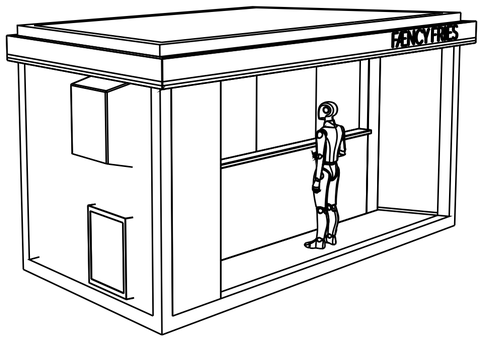


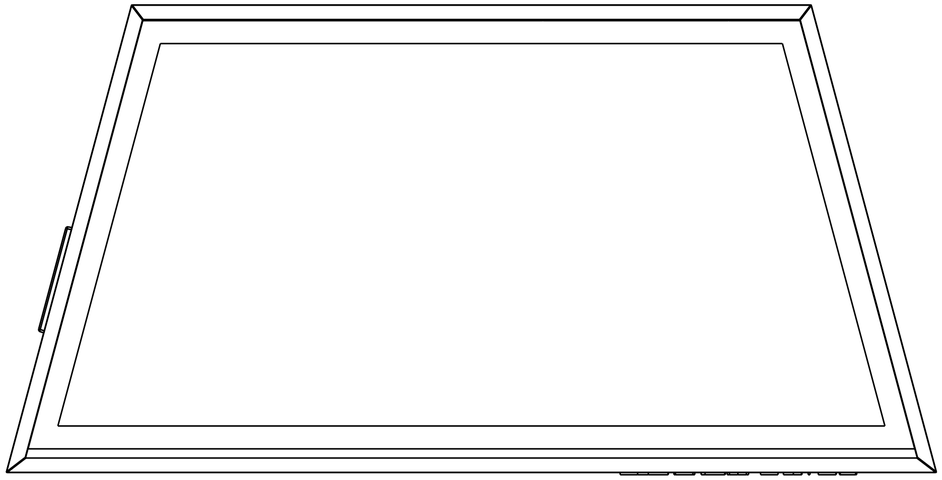


Výdejna Eshopu









Jídelní Modul