

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

35 216

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B25J 15/06 (2006.01)
B25J 9/00 (2006.01)
B25J 19/00 (2006.01)
E04G 21/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-38881**
(22) Přihlášeno: **04.06.2021**
(47) Zapsáno: **29.06.2021**

- (73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
- (72) Původce:
Ing. Vjačeslav Usmanov, Ph.D., Praha 9, Prosek,
CZ
Ing. Rostislav Šulc, Ph.D., Praha 4, Písnice, CZ
Ing. Jan Illetško, Středokluky, CZ
- (74) Zástupce:
HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52,
170 00 Praha 7, Holešovice

- (54) Název užitého vzoru:
Robotický zdicí systém

Robotický zdicí systém

Oblast techniky

5

Předkládané technické řešení se týká robotického zdicího systému.

Dosavadní stav techniky

10

Automatizace procesů a práce zasahuje téměř všechny obory. V oboru stavebnictví je automatizace problematická, protože se při stavbách jedná o unikátní projekty, takže není možné využít výhod automatizace v opakované produkci velkého množství stejných produktů.

15

Byly navrženy stroje pro automatickou stavbu v podstatě rovných zdí, které mají podstavec, robotickou ruku nebo jiné zařízení pro uchopování a kladení cihel, a (programovatelné) ovládací zařízení (procesor). Takováto zařízení jsou popsána např. v CN 107740591, CN 111088895 nebo CN 110842949. Tato zařízení jsou schopna uchopit, přenést a položit pouze cihly pravidelného tvaru, protože je uchopují pomocí svorek svírajících se kolem cihly.

20

WO 2020/208267 popisuje metodu a zařízení pro automatizaci stavebních procesů, při níž se vytvoří parametrický konfigurovatelný 3D model produktu, který může být uživatelem dle potřeby upravován, a z něhož se vytvoří produkční model, na jehož základě produkční mechanismus vytvoří konečný produkt. Kroky této metody tvoří řízený acyklický graf (directed acyclic graph, DAG). Produkční mechanismus je upravený pro aditivní nebo subtraktivní produkci, tedy produkci přidáváním hmoty (například bloků, cihel), nebo odstraňováním hmoty. Zařízení tedy může například i řezat nebo vrtat. I toto zařízení je schopno používat pouze bloky či cihly pravidelného a předpokládaného tvaru, protože je uchopuje pomocí svorek.

30

Podstata technického řešení

Předkládané technické řešení poskytuje robotický zdicí systém, který obsahuje robotickou paži se zařízením pro uchopení zdicího prvku a řídicí jednotku komunikačně propojenou s robotickou paží, jehož podstata spočívá v tom, že robotická paže dále obsahuje zařízení pro nanášení pojiva, a systém je opatřen zásobníkem pojiva a alespoň jednou hadicí pro přívod pojiva od zásobníku pojiva k zařízení pro nanášení pojiva, a zařízení pro uchopení zdicího prvku je opatřeno alespoň jednou přísavkou s podtlakem spojenou s generátorem podtlaku.

40

Využití přísavek s podtlakem umožňuje uchopovat i zdicí prvky, které mají nepravidelný (nepravouhelníkový) tvar, nebo které by mohly být poškozeny při uchopení pomocí svorek.

45

Ve výhodném provedení zařízení pro uchopení zdicího prvku zahrnuje přísavku spojenou s generátorem podtlaku, přičemž před vstupem spojení s generátorem podtlaku je přísavka opatřena sítí pro zachycení částic, a přičemž přísavka je s robotickou paží spojena pomocí šroubových spojů a pružin dovolujících jemné dotlačování zdicích prvků do zděné konstrukce a zároveň přizpůsobení se nerovnostem.

50

Ve výhodném provedení tvoří kontaktní přísavací profil přísavky pěnová guma, která je schopna vyrovnávat různé tvary zdicích prvků.

55

Je výhodné, je-li zařízení pro nanášení pojiva součástí zařízení pro uchopení zdicího prvku či dokonce přímo součástí přísavky, protože pak může být nanášení pojiva prováděno efektivně a bezprostředně na ložnou spáru stávající konstrukce před naskládáním zdicích prvků do konstrukce.

V některých provedeních může být zařízení pro uchopení zdícího prvku dále opatřeno alespoň jedním laserovým senzorem pro zaměřování zděné konstrukce.

- 5 Zařízení pro uchopení zdícího prvku může být dále opatřeno alespoň jednou konzolí uloženou kolmo k ploše přísavky, která je upravena pro dotlačení zdícího prvku shora do zděné konstrukce. Plocha konzole je s výhodou opatřena pryžovým tlumícím povlakem.

- 10 Ve výhodném provedení systém dále obsahuje alespoň jeden rektifikační box pro úpravu pozice zdících prvků. Rektifikační box je nádoba, která je upravená pro každý typ zdícího prvku specificky, a to svým vnitřním tvarem tak, aby zdící prvek padající do nádoby shora mohl dopadnout v jediné předem dané pozici. Rektifikační box má otevřenou horní stěnu, a obvykle se jedná o nakloněný box. Zařízení pro uchopení zdícího prvku potom zdící prvek z této jediné předem dané pozice uchopí a odebere vždy stejně, a tedy jej může s vysokou přesností vložit do
15 zděné konstrukce.

Zavedení rektifikačního boxu významně dále zvyšuje přesnost zdění, protože umožňuje zajistit, že zařízení pro uchopení zdícího prvku uchopí prvek vždy přesně stejně.

- 20 S výhodou může být systém opatřen senzory pro kontrolu postupu zdění a správnosti průběhu tohoto postupu. Příkladem senzorů jsou výše uvedené laserové senzory, mohou jím být dále senzor vzdálenosti, přibližovací čidla, nebo další senzory pro zaměřování konstrukcí a navádění pohybu robotické paže. Systém může rovněž zahrnovat čidlo podtlaku pro kontrolu správnosti funkce přísavky.
25

S výhodou může být systém opatřen bezpečnostními systémy pro detekci přístupu osob do prostoru stavby. Tyto bezpečnostní systémy jsou s výhodou umístěny na vnějším obvodu systému a/nebo na podstavci robotické paže či na robotické paži.

- 30 V některých provedeních může být bezpečnostní prostor kolem stroje, kam v době provozu zařízení je vstup zakázán, opatřen jedno nebo více paprskovými bezpečnostními světelnými závory. Tyto světelné závory jsou rozmístěny na okraji bezpečnostního prostoru kolem stroje. Jakmile se paprsek přeruší, dojde k okamžitému vypnutí robota i všech jeho příslušenství.

- 35 Řídící jednotka obsahuje procesor, který ovládá pohyb robotické paže, a také ovládá funkci zařízení pro uchopení zdícího prvku (uchopení, puštění), a funkci zařízení pro nanášení pojiva. Tento procesor je upravený pro provádění zdícího programu, tedy sekvence příkazů odpovídajících krokům pohybu robotické paže a úkonům zařízení pro uchopení zdícího prvku a úkonům zařízení pro nanášení pojiva. Řídící jednotka je komunikačně propojená s robotickou paží, například prostřednictvím spojení datovým kabelem.
40

Pojivem je s výhodou polyuretanová (PUR) pěna.

Zdící robot lze využít pro způsob automatizovaného zdění, který obsahuje kroky:

- 45 a) počítačem implementovaný postup vytvoření digitálního kladečského plánu;
- b) postavení zděné konstrukce pomocí robotického zdícího systému podle technického řešení tak, že zařízení pro nanášení pojiva nanese pojivo na ložnou spáru zděné konstrukce, prostřednictvím
50 přísavky uchopí zdící prvek z palety zdících prvků, případně jej upustí do rektifikačního boxu a z něj znovu prostřednictvím přísavky uchopí, a dále zařízení pro uchopení zdícího prvku přenese zdící prvek a umístí jej na jeho místo v konstrukci určené digitálním kladečským plánem.

- Počítačem implementovaný postup vytvoření digitálního kladečského plánu z nákresu stavby
55 zahrnuje kroky:

- a1) rozeznání nosných a nenosných zdí objektu a rozeznání umístění okenních a dveřních otvorů;
- 5 a2) rozeznání objekt se rozdělí na vrstvy, přičemž každá vrstva má tloušťku odpovídající výšce zdicího prvku;
- a3) v každé vrstvě se napojí osy stěn objektu;
- 10 a4) vyhledají se kritická místa vyžadující zvláštní zdicí prvky, kterými jsou rohy, ostění a/nebo t-spoje, a tyto zvláštní zdicí prvky se umístí v kladečském plánu;
- a5) v kladečském plánu se vyplní nosné a nenosné zdi mezi již umístěnými zvláštními zdicími prvky standardními zdicími prvky a vloží se prvky překladů v nosných stěnách nad dveřní a okenní otvory.

15 Postup vytvoření digitálního kladečského plánu dále zahrnovat jeden nebo více z následujících kroků: krok kontroly výsledného kladečského plánu, krok výpočtu počtu jednotlivých potřebných zdicích prvků, krok optimalizace umístění palet se zdicími prvky pro minimalizaci potřebných pohybů robotické paže, a/nebo optimalizace využití prostoru.

20

Objasnění výkresů

25 Obr. 1 ukazuje robotický zdicí systém popsáný v příkladu provedení.

Obr. 2 znázorňuje zařízení pro uchopení zdicího prvku v axonometrickém pohledu.

Obr. 3 znázorňuje zařízení pro uchopení zdicího prvku v pohledu ze strany montážní desky G5.

30

Příklad uskutečnění technického řešení

Obr. 1 schematicky znázorňuje robotický zdicí systém. Na podstavci 2 je umístěna robotická paže 1, která obsahuje zařízení 7 pro uchopení zdicího prvku obsahující přísavky s podtlakem a zařízení pro nanášení pojiva. Zařízení 7 pro uchopení zdicího prvku je spojeno s generátorem podtlaku, který umístěn na zásobovací paletě 3, prostřednictvím hadice 10. Hadice 11 je výfukem generátoru podtlaku. Zařízení pro nanášení pojiva je spojeno se zásobníkem pojiva, který je umístěn na zásobovací paletě 3, pomocí hadice 9. Vedle podstavce 2 je uspořádán rektifikační box 8 pro úpravu pozice zdicího prvku. Systém je ovládán pomocí řídicí jednotky 4, která je spojena datovým kabelem s robotickou paží. Robotickou paží ovládá ovládací přístroj 6, a elektroinstalace je jištěna elektrickým rozvaděčem 5.

45 Robotická paže 1 pomocí zařízení 7 pro uchopení zdicího prvku uchopí zdicí prvek z palety 12 celých zdicích prvků nebo z palety 13 necelých zdicích prvků, což jsou prvky poloviční a speciální, upustí jej z malé výšky do rektifikačního boxu 8, kde se upraví pozice zdicího prvku, následně jej robotická paže 1 pomocí zařízení 7 pro uchopení zdicího prvku znovu uchopí a přenesení do právě zděné konstrukce 14. Po naklazení celé vrstvy zdicích prvků je na tuto vrstvu nutno aplikovat pojivo pomocí zařízení pro nanášení pojiva, a lze klást další vrstvu zdicích prvků stejným způsobem. Bezpečnost je u tohoto systému tvořena dvěma prvky. Jedním z těchto prvků jsou bezpečnostní radarové senzory 15, které jsou umístěny na podstavci 2 robotické paže. Tyto senzory skenují pracovní prostor robota a hledají přítomnost náramku, který nosí obsluha robota, pokud se náramek objeví v pracovním prostoru robota jsou všechny systémy robota okamžitě vypnuty. A druhým bezpečnostním prvkem je víceprásková bezpečnostní světelná mříž se zrcadlovými sloupky 16. Tato mříž ohraničuje pracovní prostor robota. Když se pokusí touto světelnou mříží

50

projít osoba, je paprsek mezi stojany přerušen a všechny systémy robota jsou také okamžitě zastaveny.

Obr. 2 a Obr. 3 znázorňují v detailu zařízení 7 pro uchopení zdicího prvku s integrovaným
 5 zařízením pro nanášení pojiva. Zařízení pro uchopení zdicího prvku se připojuje k robotické paži
 pomocí montážní ocelové příruby G1. Na ocelovou přírubu G1 je napojena další montážní ocelová
 příruba G2 pomocí šroubových spojů a pružin G12, které umožňují se přizpůsobit nerovnostem
 10 zdi. Zařízení je opatřeno konzolí G3 s pryžovou tlumící podložkou G4, která slouží k dotlačení
 zdicího prvku na své místo v konstrukci. Samotná konstrukce přísavky, která uchopuje zdicí prvky,
 je složena z následujících částí. Montážní deska G5 je spojena s montážní deskou G7 přísavky
 pomocí šroubových spojů a pružin G13, které umožňují jemné dotlačení prvků do konstrukce. Na
 montážní desce G5 je ocelová příruba G6 pro spoj s generátorem 3 podtlaku. Z druhé strany je na
 15 montážní desku G7 přísavky přišroubován distanční rámeček G9 a mezi ně je vloženo těsnění G8
 distančního rámečku. Přes celou plochu přísavky je umístěna hliníková filtrační síť G10, která
 slouží k zachycení větších prachových částic. Kontaktní přísavací profil G11 přísavky tvoří pěnová
 guma, neprodyšná s uzavřenými póry, která je schopna vyrovnávat různé tvary zdicích prvků.

Na samotné konstrukci přísavky je namontováno zařízení pro nanášení pojiva: část pistole U2,
 20 která se spouští pomocí pneumatického válce U1.

Součástí zařízení pro uchopení zdicího prvku jsou také laserová čidla vzdálenosti S2, S3,
 25 přibližovací čidla S1, S4, která slouží k navádění a zaměřování konstrukcí, a čidlo podtlaku S5.

Postup tvorby digitálního kladečského plánu:

25 V tomto příkladu se převádí IFC 4.0 formát do grafického modelu rozděleného na jednotlivé zdicí
 prvky (kladečského plánu). V prvním kroku se transformují nosné a nenosné stěny z formátu IFC
 do BREP modelu včetně oken a dveří. U oken a dveří se pouze najde umístění otvorů. V druhém
 30 kroku se provede rozdělení objektu na vrstvy dle daného výškového modulu zdicího prvku. Tento
 parametr je vybrán při kreslení modelu a při výběru zdicího prvku. Ve třetím kroku proběhne
 napojení os stěn objektu. To je potřebné, protože softwary, ve kterých je možno modelovat modely
 v prostředí BIM, neumějí napojit osy objektu, jelikož jsou tyto osy nakresleny jednotlivě. Ve
 čtvrtém kroku se lokalizují kritická místa, ke kterým se přiřadí zvláštní zdicí prvky. Tato kritická
 35 místa a zvláštní zdicí prvky se vyhledají pro každou vrstvu rozděleného objektu z kroku 2. Typy
 kritických míst a detailů, které se následně přiřadí ke kritickému místu v konstrukci, mohou být ve
 třech variantách, a to roh, ostění a t-spoj. Tyto zvláštní zdicí prvky jsou připraveny předem ve
 zpracované databázi zdicích prvků. Zvláštní zdicí prvky se v modelu zobrazí v podobě bodů, které
 jsou barevně odlišeny barvou dle typu zdicího prvku. V pátém kroku se vyplní nosné a nenosné
 40 zdi standardními prvky, které se vloží mezi umístěné zvláštní zdicí prvky. Také se vloží překlady
 v nosných stěnách nad okenní a dveřní otvory. Krok šest je finálním krokem algoritmu, kde je
 možno prohlédnout a zkontrolovat celý grafický model objektu se všemi vloženými prvky. Tento
 model lze převést na formát seznamu prvků pro další výpočty, jako je optimální využití prostoru
 nebo optimální umístění palety s cihlami, aby se snížil pohyb robotického ramene a snížila celková
 45 doba výstavby robotického zdiva.

Robotické zdění:

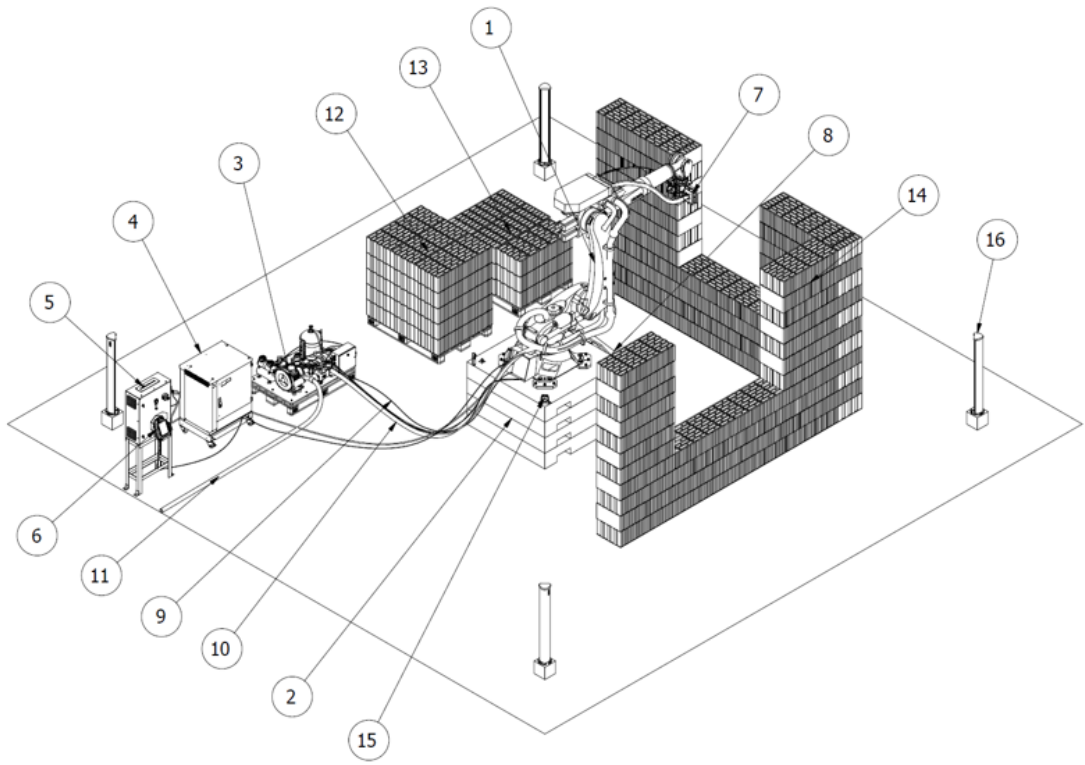
Robotická paže je umístěna na stabilizačním podstavci, který je navržen tak aby odolával všem
 50 silám, momentům a dynamickým rázům, které mohou vzniknout během provozu robota. Robot je
 napájen z elektrické skříně, kde je umístěno i bezpečnostní total stop tlačítko, ovládaný je pomocí
 řídicí jednotky. Paleta s podpurnými zařízeními umožňuje robotovi nabírat zdicí prvky podtlakem
 pomocí přísavky, která je koncovým zařízením robota. Po nabrání zdicího prvku si robot vycentruje
 zdicí prvek v rektifikačním boxu gravitační silou tak, že zdicí prvek upustí do rektifikačního boxu
 z menší výšky. Následně robot zdicí prvek umístí do jeho místa podle digitálního kladečského

plánu a nanese pojivo (v tomto případě PUR pěnu). Robot je schopen vystavět konstrukci v měřítku 1:1, tedy místnosti i menší objekt.

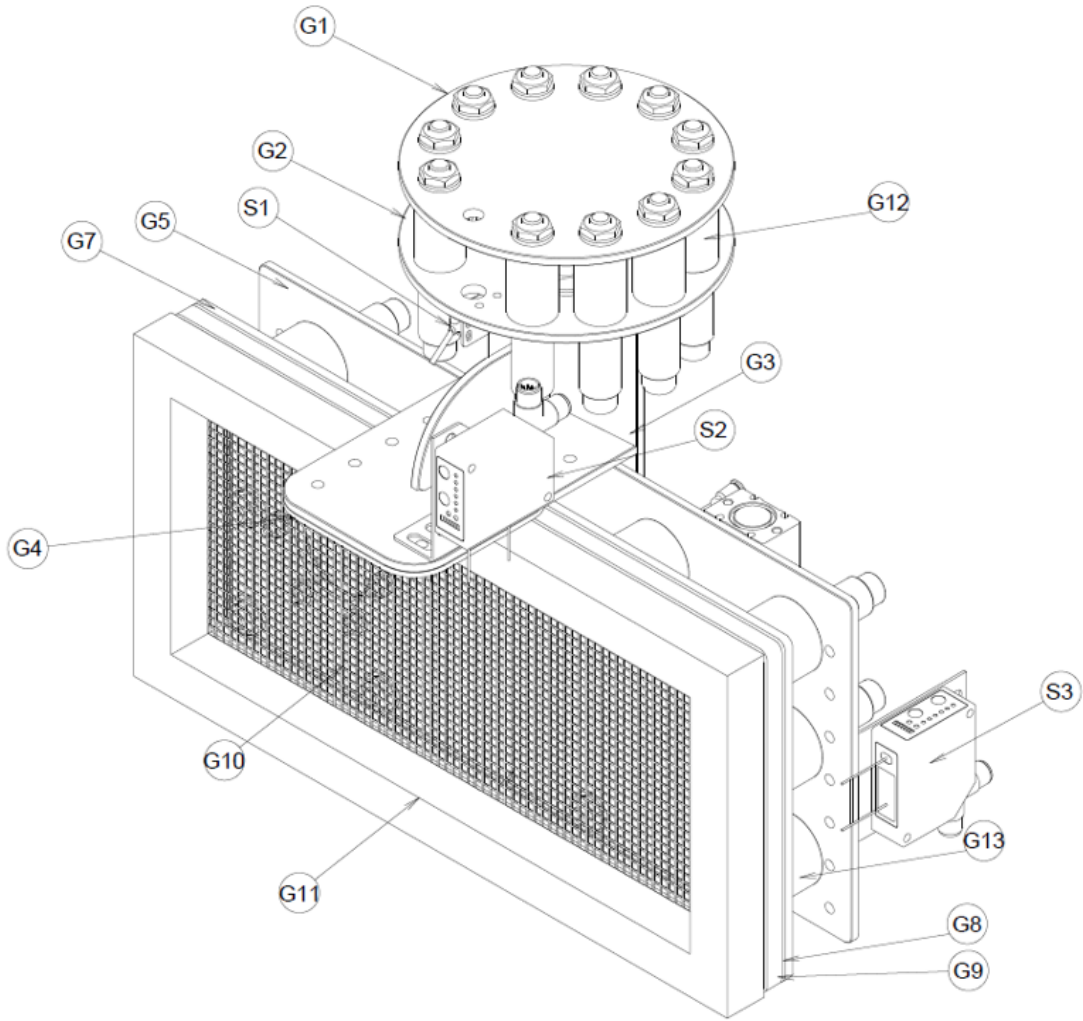
NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Robotický zdicí systém, který obsahuje robotickou paži (1) se zařízením (7) pro uchopení
zdicího prvku a řídicí jednotku (4) komunikačně propojenou s robotickou paží (1), **vyznačující se tím**, že robotická paže (1) dále obsahuje zařízení pro nanášení pojiva, a systém je opatřen
zásobníkem pojiva a alespoň jednou hadicí (9) pro přívod pojiva od zásobníku pojiva k zařízení
pro nanášení pojiva, a zařízení (7) pro uchopení zdicího prvku je opatřeno alespoň jednou
10 přísavkou spojenou s generátorem (3) podtlaku.
- 10 2. Robotický zdicí systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zařízení (7) pro uchopení
zdicího prvku zahrnuje přísavku spojenou s generátorem (3) podtlaku, přičemž před vstupem
spojení s generátorem (3) podtlaku je přísavka opatřena sítí (G10) pro zachycení částic, a přičemž
15 přísavka je s robotickou paží (1) spojena pomocí šroubových spojů a pružin.
- 15 3. Robotický zdicí systém podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že kontaktní přísavací
profil (G11) přísavky tvoří pěnová guma.
- 20 4. Robotický zdicí systém podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že
zařízení pro nanášení pojiva je součástí zařízení (7) pro uchopení zdicího prvku nebo součástí
přísavky.
- 25 5. Robotický zdicí systém podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že
zařízení (7) pro uchopení zdicího prvku je dále opatřeno alespoň jednou konzolí (G3) uloženou
kolmo k ploše přísavky, přičemž plocha konzoly (G3) je s výhodou opatřena pryžovým tlumicím
povlakem.
- 30 6. Robotický zdicí systém podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že
dále obsahuje alespoň jeden rektifikační box (8) pro úpravu pozice zdicích prvků.
- 35 7. Robotický zdicí systém podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že
je opatřen senzory pro kontrolu postupu zdění a správnosti průběhu tohoto postupu, a/nebo je
opatřen senzory pro detekci přístupu osob do prostoru stavby.

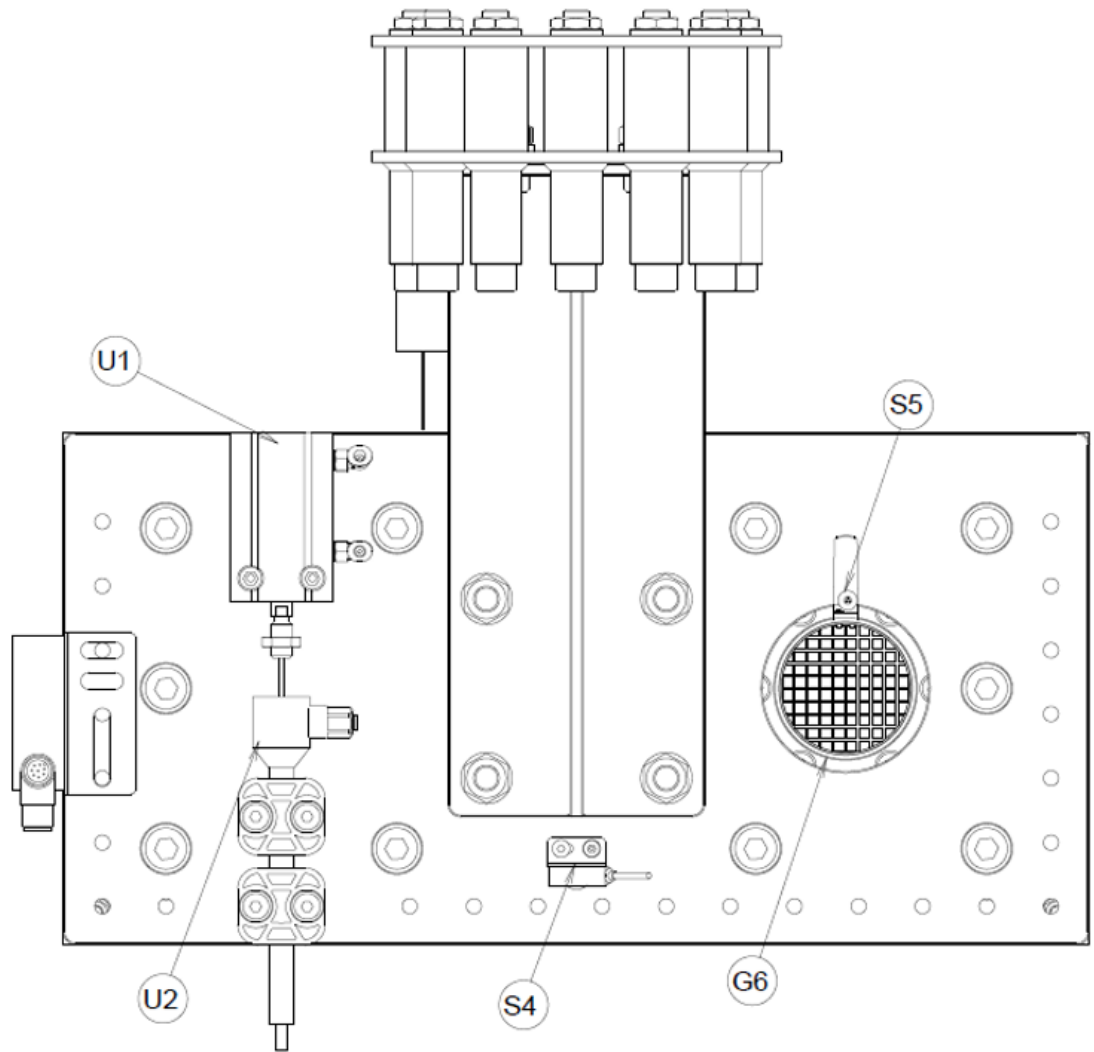
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3