

Manuál k použití vyhřívaného boxu

Tento manuál obsahuje popis vyhřívaného boxu a vývojový diagram procesu regulace vnitřní teploty zařízení.

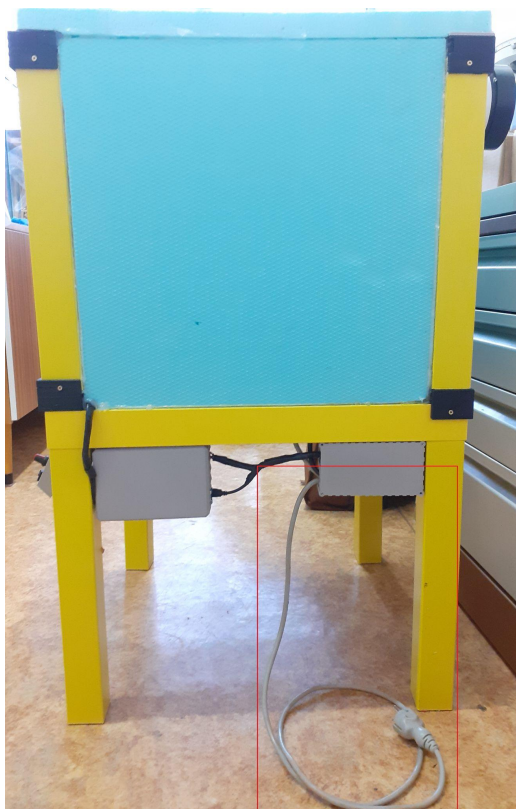
Účel zařízení

Různé typy materiálů pro 3D tisk se odlišují strukturou, teplotou použití a faktorem smrštění. Ke smršťování dochází při přechodu materiálu z kapalného stavu po roztavení do pevného stavu během procesu vytvrzování. Materiály s vysokým faktorem smrštění jsou například ABS (Akrylonitril-butadien-styren), ASA (Akrylonitril-styrén-akrylát) nebo PC (Polykarbonát). Tyto materiály jsou náchylné na deformaci, proto jednou z podmínek během procesu tisku je stabilní teplota okolí.

Vyhřívaný box (obrázek 1) slouží primárně pro stabilizaci okolní teploty během procesu 3D tisku. Redukcí tepelného gradientu 3D modelu zařízení způsobuje zlepšení kvality a zmenšení rizika deformace vytisku: zde jde především o odstranění defektu kroucení (angl. warping). Vyhřívaný box je vhodný pro provoz 3D tiskárny i3 MK3S od Prusa Research nebo jí podobných.



Obrázek 1. Vyhřívaný box - pohled zepředu



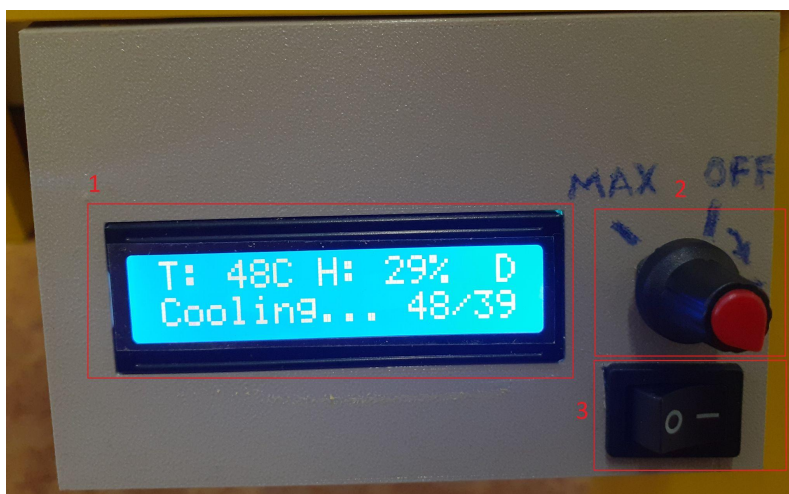
Obrázek 2. Vyhřívavý box - pohled zprava



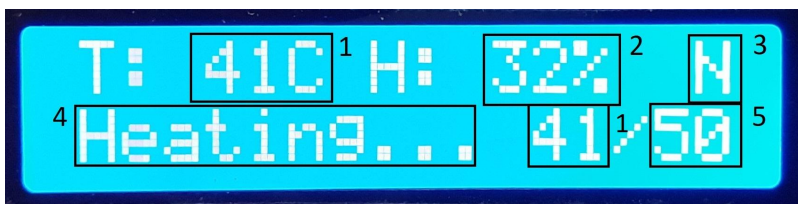
Obrázek 3. Vyhřívavý box - pohled zleva

Ovládací panel

Regulace vnitřní teploty vyhřívaného boxu probíhá na ovládacím panelu z přední strany boxu pomocí točivého kolečka (obrázek 4, perimetr 2). Černé tlačítko (obrázek 4, perimetr 3) slouží pro ovládání LED osvětlení uvnitř vyhřívaného prostoru. Na LCD displej (obrázek 4, perimetr 1) o velikosti 16x2 znaků se zobrazují data o průběhu procesu regulace. Na první řádce displeje se uvádí údaje o teplotě ve stupních Celsia a relativních vlhkost v procentech. Poslední symbol na první řádce LCD displeje může nabývat dvou hodnot: D - pro režim ladění, N - pro normální běh (viz. režim dataloggeru). Na druhé řádce LCD displeje jsou zobrazovány údaje o stavu procesu regulace a požadované vnitřní teplotě.



Obrázek 4. Vyhřívaný box - ovládací panel. 1 - LCD displej pro zobrazení údajů o průběhu regulace, 2 - potenciometr pro nastavení vnitřní teploty, 3 - tlačítko pro ovládání LED osvětlení

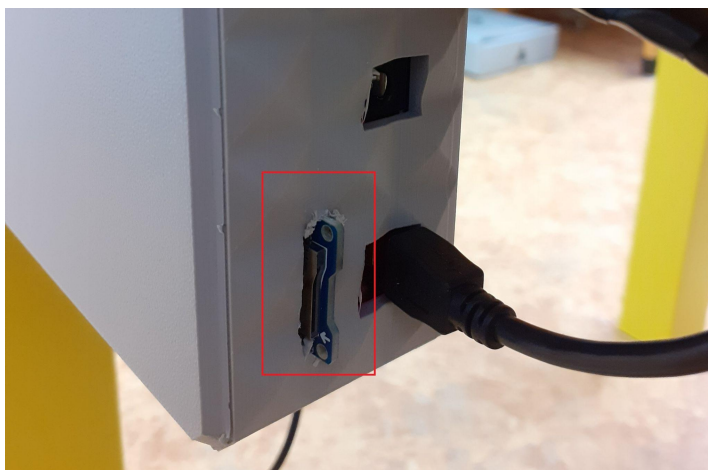


Obrázek 5. Vyhřívaný box - LCD displej

1. Aktuální teplota vzduchu uvnitř vyhřívaného boxu
2. Aktuální vlhkost vzduchu uvnitř vyhřívaného boxu
3. Režim běhu: normální nebo datalogger
4. Aktuální stav procesu regulace
5. Uživatelem požadovaná teplota prostředí

Režim dataloggeru

Vyhřívavý box umožňuje ukládat data o průběhu teploty a vlhkosti vzduchu uvnitř vyhřívavého prostoru během procesu tisku. Před zapojení boxu do sítě, je potřeba umístit micro SD kartu do čtečky, která je znázorněna na obrázku 6 (vyznačeno červeným obdélníkem). Po zapojení boxu do sítě a inicializaci řídicího programu se na posledním symbolu prvního řádku LCD displeje objeví písmeno D (obrázek 7). Pokud k tomu nedošlo, je potřeba zkontrolovat jestli SD karta není poškozena. Úložiště by mělo mít dostatek volného místa a umožňovat zápis dat. Pokud SD karta je šifrovaná, data se nemusí uložit a tím záznam o průběh procesu bude ztracen. Datový záznam obsahuje následující údaje: požadovanou teplotu, hodnoty teplot snímaných z jednotlivých senzorů, střední změřenou hodnotu teploty a hodnotu vlhkosti vzduchu uvnitř boxu. Údaje jsou snímány každou vteřinu. Pro usnadnění následujícího zpracování dat, průběh je uložen do souboru formátu CSV. Ukázka obsahu souboru se záznamem o průběhu teploty a vlhkosti je zobrazená v tabulce 1.



Obrázek 6. Vyhřívavý box - čtečka microSD karet



Obrázek 7. Vyhřívavý box - aktivace režimu dataloggeru

Requested temp	NTC1	NTC2	NTC3	Average temp	Humidity
39,28	24,12	24,74	25,35	24,74	30,2
46,17	24,38	25,18	25,18	25,12	30,3
...

Tabulka 1. Ukázka obsahu souboru se záznamem o průběhu regulace

Vývojový diagram

Na obrázku číslo 11 je zobrazeno vývojový diagram procesu ovládání vyhřívaného boxu. Diagram zobrazují interakci dvou účastníků: uživatele (je zodpovědný za proces regulace prostředí ve vyhřívaném boxu) a řídicího programu (je zodpovědný za ovládání systému a zobrazení údajů o regulaci). Uživatel proces regulace jak spouští, tak i ukončuje.

Před samotným spuštěním boxu musí uživatel rozhodnout zda chce zapnout režim dataloggeru. Aktivace toho režimu je popsána v sekci týkající datového záznamu. V následujícím kroku je potřeba zapojit vyhřívaný box do střídavé sítě 230V. Zařízení se napojuje na síť pomocí šedého kabelu o délce ~ 1m (obrázek 2). Po zapojení boxu do zásuvky dojde k inicializaci mikrokontroléru, senzorů a rozsvícení LCD displeje. Pokud k tomu nedošlo, je potřeba odpojit zařízení ze sítě a zopakovat proces zapojení. Při následujícím neúspěšném pokusu je potřeba zkontrolovat zda všechny obvody fungují a jsou zapojeny správně a nedošlo k poškození řídicí jednotky. Jednou z možností ověření funkčnosti zařízení je kontrola mikrokontroléru pomocí počítače. Komunikace s Arduinem probíhá přes sériový port 9600. Mikrokontrolér posílá jako textový výstup aktuální hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu a taky kvality ovzduší.

Po úspěšném spuštění vyhřívaného boxu uživatel nastavuje na ovládacím panelu požadovanou teplotu v rozmezí 30°C až 70°C pomocí točivého kolečka, které je vyznačeno perimetrem 2 na obrázku číslo 4. V pozici OFF je regulace vypnutá. V tomto stavu se na displeji zobrazuje nápis Heating OFF a hodnoty teploty a vlhkosti ve vyhřívaném boxu (obrázek 8).

Otáčením kolečka směrem doprava se zvyšuje nastavení vnitřní teploty boxu. První čárka odpovídá dolní mezi regulovaného rozmezí nebo nastavení 30°C. V pozici MAX je nastavení vnitřní teploty maximální, které odpovídá horní hranici výše uvedeného rozsahu.

Po nastavení konkrétní teploty dojde k vyhodnocení stavu uvnitř vyhřívaného prostoru. Pokud teplota prostředí je nižší než požadovaná, dojde k sepnutí topných článků. Tento stav (říkáme mu stav přehřevu) je zobrazen na obrázku 9. V opačném případě dojde k sepnutí větráku, což je znázorněno na obrázku 10 (stav chlazení). Po dosažení požadované teploty (obrázek 11) dojde k vypnutí regulačního systému a provoz poběží v pasivním režimu - mikrokontrolér nadále hlídá vlhkost a teplotu vzduchu. Při její poklesu nebo nárůstu dojde k aktivaci regulace a vyhřívaný box přejde do stavu přehřevu nebo chlazení.

V průběhu procesu tisku může dojít ke chybovému stavu vyhřívaného boxu: například teplota uvnitř vyhřívaného prostoru překročí maximální povolenou hodnotu nebo bude detekován požár pomocí senzoru měření kvality ovzduší. V takovém případě budou okamžitě odpojeny odporové články a spuštěno zvukové upozornění o detekci poruchy.

Po dokončení procesu tisku ve vyhřívaném boxu je potřeba vypnout regulaci otočením kolečka do pozice OFF a odpojit zařízení ze sítě. Tím práce s vyhřívaným boxem je ukončena.



Obrázek 8. Vyhřívaný box - proces regulace vypnutý



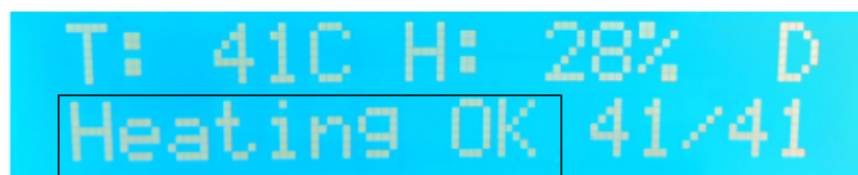
T: 41C H: 32% N
Heating... 41/50

Obrázek 9. Vyhřívavý box - proces regulace zapnutý. Stav předehtí



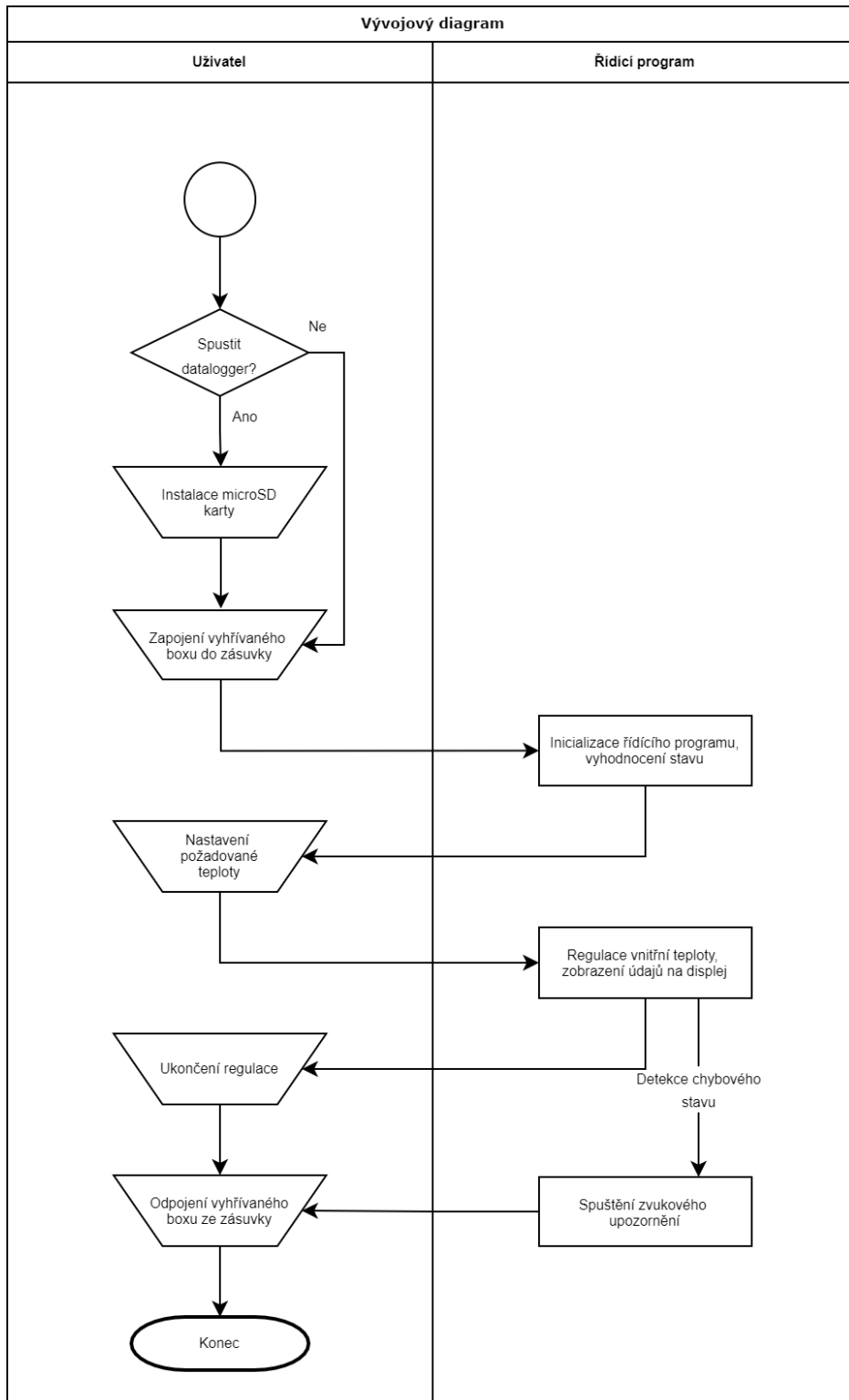
T: 48C H: 29% D
Cooling... 48/39

Obrázek 10. Vyhřívavý box - proces regulace zapnutý. Stav chlazení



T: 41C H: 28% D
Heating OK 41/41

Obrázek 11. Vyhřívavý box - proces regulace zapnutý. Pasivní stav



Obrázek 12. Vývojový diagram ovládání vyhříváného boxu