

Obsah

1. Popis produktu	1
2. Vlastnosti	1
3. Využití	1
4. Obrábění a konečná úprava	1
5. Prohlášení	2
5.1. Vhodnost pro potravinářský průmysl	2
5.2. Ochrana proti ohni	2
5.3. Desetiletá záruka na UV specifikaci	2
5.4. Bezpečnostní údaje	3
5.5. Údaje o tepelné izolaci	5
6. Technické údaje	7
6.1. Přehled technických údajů	7
6.2. Sortiment QUINN PETG	8
7. Pokyny pro uživatele	9
7.1. Úvod	9
7.2. Výroba	9
7.2.1. Opracování	9
7.2.2. Frézování	9
7.2.3. Vrtání	9
7.2.4. Vyřezávání vnitřních závitů	10
7.2.5. Řezání	10
7.2.6. Děrování a stříhání	11
7.2.7. Vysekávání	11
7.2.8. Řezání laserem	11
7.2.9. Hoblování	12
7.3. Tvarování	12
7.3.1. Ohýbání za tepla	12
7.3.2. Ohýbání za studena	12
7.3.3. Tvarování za tepla	12
7.3.4. Přímé vakuové tvarování	13
7.3.5. Tvarování „přetahováním“	13
7.3.6. Tvarování pomocí dvou forem	14
7.3.7. Tvarování z bubliny za pomoci tlaku, podtlaku a kužele	14
7.3.8. Tvarování pomocí kužele a tlaku	14
7.3.9. Tvarování pomocí kužele a podtlaku	14
7.3.10. Volné tvarování	14
7.4. Montáž	15
7.4.1. Montážní pokyny	15
7.4.2. Spojovací metody: rozpouštědla, pojidla a lepidla	15
7.4.3. Mechanické připevňování	15
7.5. Konečná úprava	16
7.5.1. Smirkování	16
7.5.2. Zarovnání spojů	16
7.5.3. Pilování	16
7.5.4. Leštění	16
7.5.5. Potisk	17

1. Popis produktu

QUINN PETG je obchodní značka co-polyesterových desek z vytlačovaného polyetylén-tereftalát-glykolu (PETG) společnosti Quinn Plastics.

Desky QUINN PETG jsou vhodné k vnitřnímu i vnějšímu použití.

Protože se desky vyrábějí metodou vytlačování, lze je standardně objednat v čirém, opálově mléčném či barevném provedení.

2. Vlastnosti

QUINN PETG se vyznačuje dobrými optickými vlastnostmi a zářivým povrchem.

QUINN PETG se snadno obrábí a tvaruje a má vynikající vlastnosti i při nízkých teplotách.

K dalším důležitým vlastnostem QUINN PETG patří vysoká odolnost vůči chemikáliím a nárazu.

QUINN PETG splňuje veškeré současné legislativní požadavky a může přijít do přímého styku s nebalenými potravinami (to se netýká UV stabilní verze).

Desky QUINN PETG se vyznačují těmito vynikajícími vlastnostmi:

- Snadné tvarování podtlakem bez předchozího vysoušení
- Vynikající vlastnosti i při nízkých teplotách
- Nízká nasákavost vodou
- Snadná recyklace
- Vysoká odolnost vůči nárazu

3. Využití

- Autobusové zastávky
- Zasklení reklamních panelů
- Kryty přístrojů
- Obaly pro lékařské přístroje
- Venkovní vitríny a nápisy
- Chladničky a vybavení mrazicích místností
- Ochranné přilby na kolo
- Krabice na potraviny
- Lentikulární grafika
- Ovladače světel pro riziková pracoviště

4. Obrábění a konečná úprava

S QUINN PETG se snadno manipuluje.

QUINN PETG lze bez problémů řezat, vrtat, brousit, stříhat, vysekávat, řezat laserem, frézovat a ohýbat za tepla i za studena, lepit, natírat, frézovat, mechanicky leštit, tvarovat či ohýbat za tepla.

Podrobnější informace jsou obsaženy v kapitole „Pokyny pro uživatele“ tohoto materiálu.

5. Prohlášení

5.1. Vhodnost pro potravinářský průmysl

Desky QUINN PETG (kromě UV stabilní verze) mohou přijít do přímého styku s potravinami. Díky tomu je lze používat pro ukládání potravin, vybavení prodejen apod.

QUINN PETG jsou z vytlačovaného polyetylénu-tereftalát-glykolu (PETG), který se vyrábí z co-polyesteru (dimethyltereftalát + etylenglykol + 1,4 cyklohexandimetanol).

Kopolyester PETG splňuje strukturální požadavky následujících norem a předpisů:

- Předpis Úřadu pro potraviny a léčiva USA č. 21.CFR 177.1315 (z 1. dubna 1995),
- Směrnice EU č. 90/128/EHS (z 23. února 1990), 92/39/EHS (z 14. května 1992) a 93/9/EHS (z 15. března 1993),
- Doporučení č. XVII německého institutu BGA (Polyterephthalicacidiolester, Stand: 15.1.1993) týkající se plastických hmot přicházejících do styku s potravinami.

Všechny monomery, z nichž se vyrábí kopolyester PETG, jsou obsaženy v oddíle A Seznamu schválených monomerů a dalších výchozích látek, Směrnice EU č. 90/128/EHS. Tato směrnice rovněž udává limity molekulárních přesunů kyseliny tereftalické (7,5mg/kg potravy), etylenglykolu a diethylenglykolu (30 mg/kg).

Konečný uživatel je vždy povinen se ujistit, že produkt je vhodný k danému účelu a splňuje veškeré požadavky na molekulární přesuny.

5.2. Ochrana proti ohni

QUINN PETG prošly testy ohnivzdornosti v souladu s těmito mezinárodně uznávanými standardy:

BS476:část 7:1987

UL 94

NF F 16-101/102

DIN 4102

IEC 695 (test žhavicím drátem)

IEC 112/ASTM d3638

Podrobnosti týkající se výsledků testů a kopie schvalovacího certifikátu lze získat prostřednictvím oddělení odbytu nebo autorizovaného zástupce společnosti Quinn Plastics.

5.3. Desetiletá záruka na UV stabilizovaný typ

QUINN PETG UV jsou obzvláště vhodné pro venkovní použití.

1. Společnost Quinn Plastics tímto zaručuje, že po dobu 10 let od data prodeje nedojde k výraznější změně indexu žloutnutí či mechanických vlastností čirých a opálově mléčných QUINN PETG UV a že obě jejich strany budou poskytovat ochranu proti negativním důsledkům ultrafialového záření. Tato záruka se vztahuje na panely vystavené účinkům mírného severoevropského klimatu.
2. Tato záruka se vztahuje pouze na standardní čiré a opálově mléčné QUINN PETG UV, instalované a udržované jako ploché desky v souladu s doporučeními a instrukcemi společnosti Quinn Plastics. Předpokládá se, že každý zákazník je o výše uvedených pokynech a doporučeních informován v okamžiku nákupu. V případě potřeby lze příslušné materiály objednat u zástupců firmy nebo autorizovaných prodejců.

3. Záruka se nevztahuje na poškrábané, prasklé nebo rozlomené desky, na desky, které byly vystaveny účinkům leptavých látek nebo agresivního prostředí, a na desky, jejichž ochranná vrstva byla z jakéhokoli důvodu narušena. Dále se tato záruka netýká výrobků dlouhodobě vystavených extrémním teplotám.
4. V případě jakékoli reklamace v souladu s touto zárukou je třeba vrátit poškozený panel spolu s originální účtenkou společnosti Quinn Plastics prostřednictvím jejího obchodního zástupce nebo autorizovaného prodejce.
5. Stupeň zažloutnutí se hodnotí v souladu s testovací metodou ASTM D1925 (1977). Z příslušného panelu se odebere několik vzorků, které se poté seříznou do předepsané velikosti. Před provedením testu jsou všechny vzorky vyčištěny. Reklamace bude zamítnuta, budou-li QUINN PETG UV vykazovat změnu indexu žlutosti nižší než 10 jednotek v porovnání s původními technickými parametry stanovenými společností Quinn Plastics v okamžiku produkce.
6. Mechanické vlastnosti jsou vymezeny modulem pružnosti v ohybu (DIN 53452), mezí pevnosti v tahu (DIN 53455) a Charpyho zkouškou rázové houževnatosti (bez vrubů, ISO 179 při 23°C). Z desky se odebere několik vzorků. Reklamace bude zamítnuta, budou-li QUINN PETG UV vykazovat změnu modulu pružnosti v ohybu a meze pevnosti v tahu nižší než 10% v porovnání s původními technickými parametry stanovenými společností Quinn Plastics v okamžiku produkce. Pro účely testu houževnatosti se odebere několik vzorků. Reklamovat bude možné pouze ty vzorky, které nesplní průměrnou nerozbitnost (NB) podle ISO 179. Charpyho zkouška rázové houževnatosti se vztahuje pouze na hladké (nikoli vzorované) panely.
7. Prokáže-li se reklamace jako odůvodněná, společnost Quinn Plastics poskytne náhradní výrobek. Jakákoli jiná odpovědnost společnosti Quinn Plastics se tímto vylučuje. Společnost Quinn Plastics nahradí 100% hodnoty vadného materiálu nakoupeného maximálně 5 let před datem reklamace. Společnost Quinn Plastics nahradí 60% hodnoty vadného materiálu nakoupeného 5–7 let před datem reklamace. Společnost Quinn Plastics nahradí 30% hodnoty vadného materiálu nakoupeného 8–10 let před datem reklamace. Nebude-li možné poskytnout náhradu v přiměřené lhůtě, může se společnost Quinn Plastics rozhodnout, že vrátí zákazníkovi původní kupní cenu vadného materiálu. Jakákoli jiná odpovědnost společnosti Quinn Plastics se tímto vylučuje. Tato záruka se nevztahuje např. na náklady spojené s instalací nebo výměnou či jakékoli jiné náklady spojené s danou vadou.
8. Kromě výše uvedeného společnost Quinn Plastics neposkytuje, přímo či nepřímo, písemně či ústně, žádnou jinou záruku a nepřijímá žádné další závazky, a to včetně záruky prodejnosti či záruky na vhodnost k danému účelu.

5.4. Bezpečnostní údaje

Tato část obsahuje veškeré bezpečnostní informace, které je třeba brát v úvahu při používání QUINN PETG.

■ Struktura/příměsi

- Chemická podstata: deska z polyetylentereftalátoglykolu.
- Nebezpečné příměsi: žádné nejsou známy.

■ Potenciální rizika

- Žádná nejsou známa.

■ První pomoc

Při vdechnutí:

- Vdechnutí zplodin při rozkladu materiálu: zachovejte klid, dýchejte čerstvý vzduch a vyhledejte lékařskou pomoc (je-li to nutné).
- Zasažení kůže roztavenou hmotou: omyjte zasažené místo tekoucí studenou vodou.
- Zasažení očí: vyplachujte tekoucí vodou po dobu alespoň 15 minut (oči musí být otevřené). Pokud symptomy přetrvávají, vyhledejte lékařskou pomoc.
- Požití: žádná zvláštní opatření nejsou nutná.

Poznámka pro lékaře:

- Při vdechnutí zplodin, které vznikají při rozkladu materiálu, postupujte podle symptomů (dezinfekce, životní funkce). Žádné zvláštní protilátky nejsou známy.

■ Požární předpisy

- Vhodné hasicí médium: voda, prášek.
- Nevhodné hasicí médium z hlediska bezpečnosti: není.
- Při hoření mohou vznikat následující zplodiny: kysličník uhličitý (CO₂) a pára. V malém množství se rovněž může uvolňovat kysličník uhelnatý, monomery či další látky.
- Zvláštní ochranné pomůcky pro případ požáru: používejte dýchací přístroje. Další informace: při likvidaci ohořelých zbytků a kontaminovaných hasicích médií postupujte v souladu s místními předpisy.

■ Opatření pro případ úniku

- Úklidové metody: zametení, nahrnutí na hromadu.

■ Manipulace a skladování

Manipulace:

- Při nadměrném zahřívání mohou v důsledku rozkladu hmoty unikát plyny (monomery a další látky).
- Nevdechujte výpary.
- Všechny obráběcí stroje musí být vybaveny odsávačem par.

Ochrana proti požáru a výbuchu:

- Žádná zvláštní opatření nejsou nutná.

Skladování:

- Skladujte v suchu.

■ Ochrana před nebezpečím a osobní ochranné pomůcky

Osobní ochranné pomůcky:

- Běžná manipulace: ochrana zraku.
- Tvarování za tepla: rukavice, ochranné brýle a/nebo obličejový štít.

■ Fyzikální a chemické vlastnosti

- Forma: pevná deska.
- Zabarvení desky: čiré, opálově mléčné, průsvitné nebo barevné.

Fyzikální změny:

- Bod měknutí: > 70°C DIN 53460
- Teplota vznícení: > 400°C ASTM E659
- Hustota: 1,27 g/cm³ DIN 53479
- Vlastnosti podporující šíření ohně: žádné
- Rozpustnost ve vodě: hmota je nerozpustná ve vodě.
- Rozpustnost v ředidlech: hmota je rozpustná v aromatických rozpouštědlech.

■ Stabilita a reaktivnost

- Nevhodné podmínky: příliš vysoká teplota může způsobit tepelný rozklad.
- Teplota, při níž dochází k rozkladu: $> 270^{\circ}\text{C}$.
- Potenciální zplodiny vznikající při tepelném rozkladu: monomery a další látky.

■ Toxikologické údaje

Následky vystavení účinkům:

- Vdechnutí: nízké riziko při profesionální manipulaci školenými pracovníky.
- Poškození zraku: viz vdechnutí.
- Kontakt s kůží: styk s roztavenou hmotou může způsobit popáleniny.
- Požití: předpokládané nízké riziko.

■ Ekologické údaje

- Extrémně nízká rozpustnost ve vodě. Nízká prchavost.
- Ekologická rizika nejsou známa.

■ Nakládání s odpadem

- Odpad musí být zpracován nebo zničen v souladu s místními předpisy.

■ Převážní informace

- Materiál není pro účely přepravy klasifikován jako nebezpečný.

■ Předpisy

- Označení podle předpisů EHS: žádné se nevyžaduje.

■ Další údaje

- Údaje obsažené v tomto materiálu vyjadřují momentální úroveň našich znalostí. Z tohoto důvodu nemohou postihnout veškeré objektivní vlastnosti materiálu.
- Zákazníci nesou plnou odpovědnost za dodržování platných zákonů a předpisů.

5.5. Údaje o tepelné izolaci

Použití QUINN PETG místo běžného skla zaručuje snížení nákladů na energie, protože v zimě zabraňuje ztrátě tepla a v létě chrání před slunečními paprsky. Faktor tepelné propustnosti (známý též jako hodnota tepelné vodivosti) QUINN PETG je významně nižší než u skla o stejné síle. Následující přehled obsahuje příklady porovnání tepelné izolace při jednoduchém a dvojitým zasklení oběma materiály.

Výhody QUINN PETG oproti sklu

■ Při shodné síle materiálu:

- Příznivější faktor tepelné propustnosti (K)
- Odolnost vůči rozbití
- Nižší hmotnost

Jednoduché zasklení:

- Příznivější faktor tepelné propustnosti:

Sklo 5 mm:

$K = 5,74 \text{ W/m}^2\text{C}$

QUINN PETG 5 mm:

$K = 5,13 \text{ W/m}^2\text{C}$

$\Delta = 0,61 \text{ W/m}^2\text{C} = 10,6\%$

- Nižší hmotnost:

Sklo 5 mm:

$12,50 \text{ kg/m}^2$

QUINN PETG 5 mm:

$6,35 \text{ kg/m}^2$

$\Delta = 6,15 \text{ kg} = 49,2\%$

Dvojité zasklení:

- Příznivější faktor tepelné propustnosti:
2x sklo 4 mm s mezerou 5 mm: $K = 3,57 \text{ W/m}^2\text{°C}$
2x QUINN PETG 4 mm s mezerou 5 mm: $K = 3,23 \text{ W/m}^2\text{°C}$
 $\Delta = 0,34 \text{ W/m}^2\text{°C} = 9,5 \%$
- Nižší hmotnost:
2x sklo 4 mm: $20,00 \text{ kg/m}^2$
2x QUINN PETG 4 mm: $10,16 \text{ kg/m}^2$
 $\Delta = 9,84 \text{ kg/m}^2 = 49,2 \%$

- Při stejné hodnotě K:
 - Nižší hmotnost
 - Méně hmoty

Jednoduché zasklení:

- Sklo 10 mm: $K = 5,60 \text{ W/m}^2\text{°C}$
QUINN PETG 2 mm: $K = 5,56 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- Nižší hmotnost:
Sklo 10 mm: $25,00 \text{ kg/m}^2$
QUINN PETG 2 mm: $2,54 \text{ kg/m}^2$
 $\Delta = 22,46 \text{ kg/m}^2 = 89,8\%$
 - Méně hmoty:
 $\Delta = 8 \text{ mm}$

Dvojité zasklení:

- 2x sklo 5 mm s mezerou 15 mm: $K = 3,05 \text{ W/m}^2\text{°C}$
2x QUINN PETG 3 mm s mezerou 10 mm: $K = 3,04 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- Nižší hmotnost:
Sklo 2 x 5 mm: $25,00 \text{ kg/m}^2$
QUINN PETG 2 x 3 mm: $7,62 \text{ kg/m}^2$
 $\Delta = 17,38 \text{ kg/m}^2 = 69,5\%$
 - Méně hmoty:
Sklo 2 x 5 + 15: 25 mm
QUINN PETG 2 x 3 + 10: 16 mm
 $\Delta = 9 \text{ mm}$

Hodnotu tepelné vodivosti speciálních systémů zasklení lze poskytnout na vyžádání. Více informací vám poskytne prodejní oddělení společnosti Quinn Plastics.

6. Technické údaje

6.1. Přehled technických údajů

■ OBECNÉ VLASTNOSTI			
	Metoda	Jednotky	QUINN PETG + QUINN PETG UV
Hustota	D1505	g/cm ³	1,27
Tvrdost podle Rockwella	D-785	Stupnice R	105
■ OPTICKÉ VLASTNOSTI			
	Metoda	Jednotky	QUINN PETG + QUINN PETG UV
Světelná propustnost	5036	%	88
Index lomu	53491		1,57
Hodnota zakalení	D1003	%	<1
■ MECHANICKÉ VLASTNOSTI			
	Metoda	Jednotky	QUINN PETG + QUINN PETG UV
Modul pružnosti v ohybu	53452	MPa	2075
Mez pružnosti v ohybu	53452	MPa	70
Modul pevnosti v tahu	53455	MPa	2200
Mez pevnosti v tahu	53455	MPa	50
Poměrné prodloužení při přetržení	53455	%	54
■ TEPELNÉ VLASTNOSTI			
	Metoda	Jednotky	QUINN PETG + QUINN PETG UV
Teplota podle Vicata (B)	53460	°C	82
Teplota průhybu při zatížení (A/B)	53461	°C	72/68
Specifická tepelná kapacita	D-2766	J/gK	1,1
Koeficient lineární teplotní roztažnosti	53752	K ⁻¹ x10 ⁻⁵	6,8
Tepelná vodivost	52612	W/mK	0,20
Degradační teplota		°C	>280
Maximální provozní teplota		°C	70
Rozsah teplot při tvarování		°C	120-160
■ ODOLNOST VŮČI NÁRAZU			
	Metoda	Jednotky	QUINN PETG + QUINN PETG UV
Izod - zkouška vrubové houževnatosti	ISO 180	kJ/m ²	11,5
Charpyho zkouška vrubové houževnatosti	53453	kJ/m ²	10
Charpyho zkouška rázové houževnatosti	53453	kJ/m ²	NB
■ ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI			
	Metoda	Jednotky	QUINN PETG + QUINN PETG UV
Dielektrická konstanta 100 HZ	IEC 250		2,6
Měrný odpor objemový	D257	Ω.cm	≥10 ¹⁵
Měrný odpor na povrchu	D257	Ω	≥10 ¹⁶
Dielektrická pevnost	D149	kV/mm	16
Faktor rozptylu (50 HZ)	IEC 250		0,01

■ Odolnost vůči chemikáliím při 20°C

Aceton	-	Glykoly	+
Kyseliny (slabý roztok)	+	Glycerin	+
Alkoholy		Hexan	+
Etyl	+	Metylechlorid	-
Izopropyl	+	Metyletylketon	-
Metyl	+	Ropa	+
Čpavek (slabý roztok)	+	Petrolej	+
Benzen	-	Toluen	-
Chlorid uhličitý	-	Chlorid sodný (aq)	+
Chloroform	-	Hydroxid sodný (aq)	+
Etylaceát	-		

- neodolný

+ odolný

6.2. Sortiment QUINN PETG

QUINN PETG jsou na obou stranách chráněny polyetylenovou vrstvou.

■ Tloušťka

0,8 mm až 15 mm

Standardní tloušťka: 0,8–1–1,5–2–3–4–5–6–8 a 10 mm (12 a 15 mm na objednávku)

■ Standardní šířka

Min 1250 mm

0,8mm až 6 mm (8–10–12 a 15 mm na objednávku)

Max 2050 mm

2mm až 10 mm (12 a 15 mm na objednávku)

■ Standardní délka

Min 1000 mm

Max 2050 mm

0,8 mm až 6 mm

Max 3050 mm

2 mm a více ('NADSTANDARDNÍ' délku lze objednat)

■ Povolené odchylky – tloušťka (při 20°C)

< 1,524 mm ±10 %

1,524 mm–3,05 mm ±6 %

> 3,05 mm ±4 %

■ Povolené odchylky – standardní rozměry (při 20°C)

Více než 1000 mm -0 +3‰ (3 mm na 1000 mm)

Méně než 1000 mm ±1,5 mm

■ Povolené odchylky – řezání na míru (při 20°C)

±1,00 mm

■ Minimální objem výroby

Na tloušťku 2000 kg

Na dekor 5000 kg

Na barvu 5000 kg

Další informace o tloušťce, rozměrech a povolených odchylkách podáváme na vyžádání.

7. Pokyny pro uživatele

7.1. Úvod

Výroba finálních produktů z materiálů QUINN PETG se za běžných okolností neobejde bez sekundárního opracování (např. řezání, vrtání, ohýbání, barvení a smontování). Tato příručka se zabývá vlastnostmi a parametry QUINN PETG, které je třeba při tomto procesu brát v úvahu.

7.2. Výroba

7.2.1. Opracování

Při opracovávání QUINN PETG lze použít většinu běžného náradí na dřevo nebo kov. Je třeba ovšem přizpůsobit jejich rychlost, aby nedocházelo k tavení hmoty následkem teploty, která vzniká během tření. Obecně platí, že nejlepších výsledků se dosahuje při použití maximální rychlosti, při které nedochází k přehřívání materiálu nebo náradí.

Je velmi důležité, aby byly všechny řezné nástroje vždy náležitě naostřené. Doporučujeme používat vysoce odolné nástroje s vyšší hřbetní vůlí než při práci s kovy. Při delším řezání je nejlepší používat nástroje s vysokou rychlostí břitů či ostří s uhlíkovým povlakem. Jen tak lze zaručit přesnost a stejnorodost řezu.

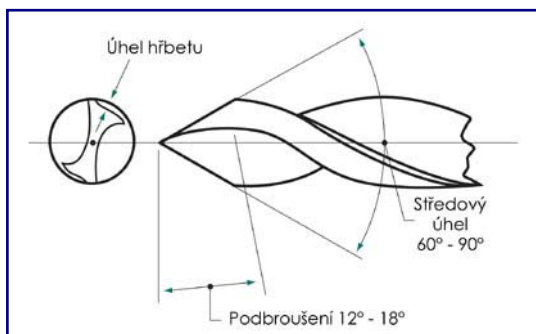
Plastická hmota velmi špatně přenáší teplotu. Teplo, které vzniká při tření během opracování, se neodvádí dostatečně rychle, a je tedy třeba ochlazovat používané náradí nebo přímo materiál. Proud vzduchu namířený na řeznou hranu slouží nejen k chlazení, ale také k odstraňování štěpin.

Někdy se pro tento účel používá obyčejná nebo mýdlová voda (tento postup není vhodný, má-li dojít k dalšímu využití řezného odpadu).

7.2.2. Frézování

QUINN PETG lze opracovávat standardními vysokorychlostními frézami na kov pod podmínkou, že frézy mají dostatečně ostré okraje a odpovídající vůli patky.

7.2.3. Vrtání



Obrázek 1
Doporučený hrot vrtáku pro vrtání plastových desek

Doporučujeme používat speciální vrtáky na plastické hmoty. Je možné použít také standardní spirálové vrtáky do dřeva nebo kovu. Aby byl vrtaný otvor hladký, je ovšem v takovém případě třeba vrtat nižší rychlostí. Šroubovité vrtáky do plastu by měly mít 2 drážky, hrot se středovým úhlem 60–90° a podbroušení 12–18° (viz obrázek č. 1).

Drážky by měly být široké a vyhlazené, aby dostatečně odváděly štěpiny, zaručovaly co nejnižší

tření a předcházely přehřívání a následnému zanášení vrtáku. Vrták je třeba často vyjmát a čistit od štěpin (to se týká obzvláště vrtání hlubokých otvorů). Obvodová rychlost spirálových vrtáků na plastické hmoty se většinou pohybuje od 30 do 61 m za minutu. Rychlost průniku vrtáku do plastu je obvykle 0,25 až 0,63 mm během jedné otáčky.

POZNÁMKA:

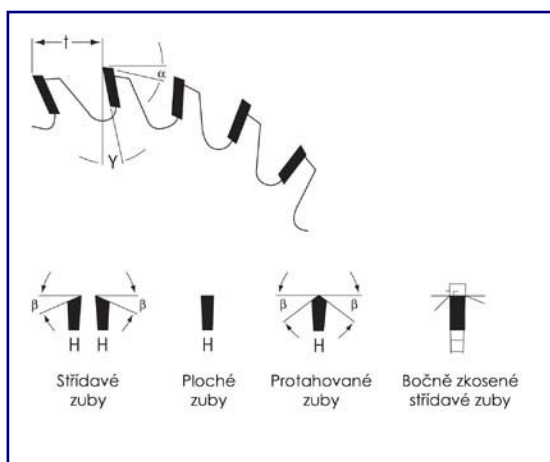
Při vrtání je třeba díl dostatečně zajistit (upevnit), aby nedošlo k jeho prasknutí nebo sesmeknutí, a tím k ohrožení zdraví osob.

7.2.4. Vyřezávání vnitřních závitů

Pro vyřezávání vnitřních závitů lze použít klasický závitník se 4 drážkami. Bohužel však při práci s tímto typem závitníku vznikají vysoké teploty. Proto je lepší závitník se 2 drážkami, který má delší životnost a dovoluje použít vyšší rychlost. Navíc lépe odvádí štěpiny. Drážky je třeba nabrousit tak, aby se obě strany zařezávaly najednou. V opačném případě nebude závit stejnorodý. Řezné hrany by měly mít sklon 85° vůči ose, tedy záporný náklon 5° vůči ploše desky. Tím se zabrání zaseknutí závitníku v otvoru při vyjmutí. Doporučujeme ponechat na obou stranách závitu určitou vůli.

7.2.5. Řezání

Na QUINN PETG lze použít kterýkoli z následujících typů pil běžně používaných pro řezání dřeva nebo kovu: kotoučové pily, pásové pily, kmitavé pily, vykružovací pily, obloukové pily či ruční pily. Nicméně je třeba si uvědomit, že některé druhy pil mohou být pro řezání plastických hmot vhodnější než jiné, protože zaručují hladší a rychlejší řez.



Důležitou roli hraje design listu. Doporučujeme používat listy do pásových pil s mezeríky, protože širší mezizubí umožňuje lepší odvádění štěpin z místa řezu.

Zuby by měly mít nulový boční sklon a mírný rozvod. Při vytváření zaoblených řezů je nejlepší použít tenčí list a větší rozvod než při přímém řezání.

Zuby by měly být dostatečně ostré. Jinak hrozí ulamování nebo tavení okrajů řezu. Aby se zabránilo vibracím, umístěte před řezáním list co nejbližší k tabuli. Pro každý typ pily jsme provedli vyhodnocení několika různých listů a na základě hladkosti a vzhledu výsledného řezu jsme sestavili následující tabulku.

Obrázek č. 2
Příklady pilových listů

Všechny pilové listy uvedené v tabulce č. 1 jsou na trhu běžně dostupné.

POZNÁMKA:

Při řezání je třeba díl dostatečně zajistit (upevnit), aby nedocházelo k vibracím a následnému popraskání materiálu.

Tabulka č. 1
Doporučené hodnoty

Nastavení	Pásová pila	Kotoučová pila
Vzdálenost zubů	Tloušťka tabule < 3 mm, 1 až 2 mm	8 až 12 mm
	Tloušťka tabule 3 až 12 mm, 2 až 3 mm	8 až 12 mm
Úhel hřbetu α	30 až 40°	15°
Úhel sklonu ψ	15°	10°
Úhel zubů β	-	15°
Rychlost řezání	1200–1700 m/min	2500–4000 m/min
Rychlost posuvu	-	20 m/min

7.2.6. Děrování a stříhání

QUINN PETG lze děrovat a stříhat až do tloušťky 2,5 mm. Zatímco při stříhání vznikají přímé a čisté řezy, děrování slouží k vytváření otvorů různých velikostí i tvarů. Panely, jejichž tloušťka přesahuje výše uvedenou hodnotu, se doporučuje řezat. Prostor mezi hřbetem nože a obrobkem by měl být cca 0,025 mm. Je třeba mít na paměti, že okraje otvorů při děrování jsou poměrně hrubé. Ruční děrovačky jsou obvykle vhodné jen pro menší otvory. Má-li být otvor větší než cca 6 x 50 mm, doporučuje se užívat elektrické děrovačky. Aby se předešlo popraskání nebo odštípnutí desky, doporučujeme ji zahřát na teplotu zhruba 38°C. V takovém případě je ovšem nezbytné počítat s určitým zmenšením otvoru po vychladnutí. Přesahuje-li tloušťka panelu 2,5 mm, je lepší otvory vyvrtat nebo vyříznout pilou.

7.2.7. Vysekávání

QUINN PETG lze bez obtíží vysekávat pomocí ocelového pásku s jednou nabroušenou hranou o šířce 12,7 mm a tloušťce 0,8–2,5 mm. Jedná se o poměrně levné a nenáročné zařízení (pásek je obvykle umístěn v drážce vyfrézované do dřevěného bloku). Řezací hranu je ovšem třeba často ostřit nebo měnit.

Tabulka č. 2
Síla nůžkových čelistí

Tloušťka panelu (mm)	Síla nůžkových čelistí (MPa)
2	57,6
3	56,5
6	46,1

Tabulka č. 2 určuje sílu nůžkových čelistí podle ASTM D732, nutnou pro stříhání různě silných desek QUINN PETG nebo jejich částí.

Při vysekávání musí na panel působit dostatečná síla, aby došlo k úplnému proniknutí ostří. Pro výpočet požadovaného tlaku v tunách lze použít následující vzorec.

$$F \text{ (v tunách)} = \frac{\text{síla nůžkových čelistí (MPa)} \times \text{obvod řezu (mm)} \times \text{tloušťka (mm)}}{8896 \text{ N/tunu}}$$

7.2.8. Řezání laserem

Desky QUINN PETG až do tloušťky 4,7 mm lze řezat pomocí laserového paprsku. Tato technologie umožňuje vytvářet komplikované a hluboké otvory a vzory nebo jen povrchové vrypy.

Otvory a řezy vytvořené laserem jsou lehce kónické, čisté, přesné a hladké. Povolné odchylky lze při použití laseru udržovat mnohem lépe pod kontrolou než při řezání klasickými stroji. Výkon a rychlost laserového paprsku je třeba optimalizovat, aby se zabránilo nežádoucímu „vybělení“ desky při obrábění.

7.2.9. Hoblování

Pomocí hoblovaček s ostrými řezáky se dvěma drážkami lze vytvářet velmi hladké a rovné okraje. Hoblovačky jsou velmi užitečné k ořezu okrajů plochých i zaoblených částí, které jsou příliš rozměrné nebo mají příliš nepravidelný tvar; v takovém případě je totiž obtížné použít pro tento účel pilu. Vhodné jsou ruční hoblíky, hoblovačky s podpěrným ramenem či hoblovačky upevněné pod stolem. Aby se zabránilo nadměrnému zahřívání třením a tříštěním, je třeba vkládat desku do hoblovačky pomalu. Je rovněž třeba používat vodící pravítko. K chlazení materiálu i zařízení a k odstraňování štěpin může sloužit například proud stlačeného vzduchu.

Průměr drážkovače	4–6 mm
Rychlost posuvu	cca 1,5 m/min
Otáčky za minutu	18 000–24 000

Tabulka č. 3: Drážkovací parametry

7.3. Tvarování

7.3.1. Ohýbání za tepla

Desky QUINN PETG lze ohýbat i na malý poloměr, ohřejeme-li obě strany v místě ohnutí elektrickou horkovzdušnou pistolí, a pak materiál rychle ohneme. Silnější panely (nad 3 mm) je obvykle třeba při ohřívání několikrát otočit. Doporučujeme zahřát nejprve tu stranu desky, která bude po ohnutí tvořit vnitřek, a teprve pak vnější stranu. Tabuli lze tvarovat, jakmile teplota v místě ohybu dosáhne mírně nad 105°C a odpor vůči ohnutí viditelně zeslábné. Správná teplota je velmi důležitá. Bude-li nedostatečná, deska bude v místě ohybu příliš křehká. Příliš vysoká teplota může na druhé straně způsobit vznik bublin v místě ohybu.

Horkovzdušné pistole dodávají firmy CP Clarke, Ammanford, Jižní Wales a Shannon B.V., Voorschoten (Nizozemsko).

7.3.2. Ohýbání za studena

Ohýbání za studena a ohýbání na ohraňovacím lisu lze použít k tvorbě jednoduchých tvarů. Maximální povolený úhel ohybu závisí na tloušťce QUINN PETG a stupni vychýlení. Při ohýbání panelů, jejichž tloušťka přesahuje 2,5 mm, vzniká touto metodou obvykle velké vnitřní pnutí.

7.3.3. Tvarování za tepla

Při tvarování desek QUINN PETG za tepla lze použít celou řadu různých metod (mechanicky, pomocí tlaku vzduchu nebo podtlakem). Vhodné jsou pozitivní i negativní formy, obvykle z litého hliníku (na trhu je ovšem široké spektrum forem, od levných sádrových až po velmi drahé ocelové formy chlazené vodou). Mezi další oblíbené materiály patří také dřevo nebo epoxid. Dále v textu se budeme zabývat těmito tvarovacími procesy: přímé vakuové tvarování, tvarování „přetahováním“, tvarování pomocí dvou forem, tvarování z bubliny pomocí kužele, tvarování pomocí kužele a tlaku, tvarování pomocí podtlaku, tvarování z bubliny pomocí podtlaku, volné tvarování a mechanické tvarování.

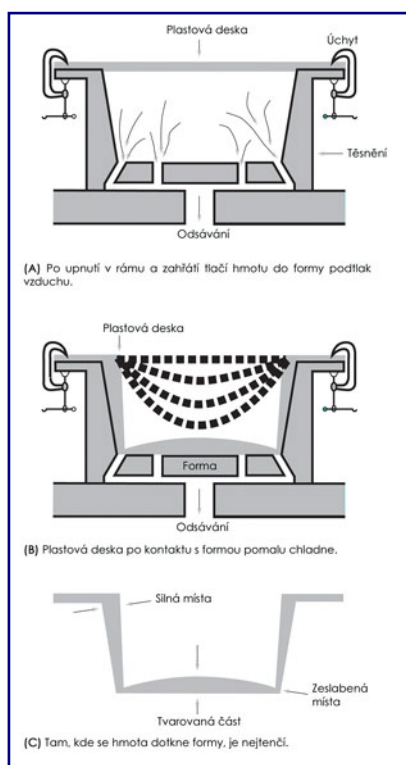
QUINN PETG nevyžadují předchozí vysoušení.

7.3.4. Přímé vakuové tvarování

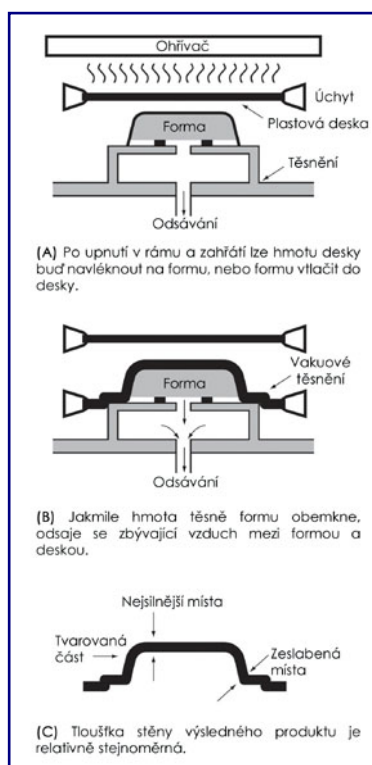
Jedná se o univerzální a velmi rozšířenou tvarovací metodu. V porovnání s většinou tlakových a mechanických postupů nevyžaduje tato metoda drahé zařízení a je rovněž jednodušší. Panel se nejprve upne do připraveného rámu a zahřívá se. Jakmile dosáhne správné teploty a je tvárný, nasadí se na matrici (pozitivní formu). Z dutiny formy se následně odsává vzduch. Vzniklý podtlak tvaruje hmotu přesně podle kontury matrice. Jakmile hmota dostatečně vychladne, lze výsledný produkt z formy vyjmout. Při použití relativně hluboké formy dochází obvykle k zeslabení v místě horních okrajů a ostrých úhlů. To je způsobeno tím, že horká hmota je nejprve nasávána do středu formy. Tato metoda se většinou využívá k tvorbě jednoduchých a mělkých tvarů (viz obrázek č. 3).

7.3.5. Tvarování „přetahováním“

Tento způsob tvarování se velmi podobá metodě popsané v předchozím odstavci. Po upnutí panelu v rámu a jeho následném zahřátí na potřebnou teplotu dochází k mechanickému napínání. Pomocí tlakového diferenciálu se hmota „navléká“ na pozitivní formu. Výhodou je, že v tomto případě nedochází prakticky k žádnému zeslabení desky. Touto metodou lze tvarovat předměty, jejichž poměr mezi hloubkou a tloušťkou je cca 4:1. Je ovšem komplikovanější než přímé vakuové tvarování. Ačkoli jsou pozitivní formy obecně levnější než negativní a je rovněž snazší je vyrobit, jsou také mnohem náchylnější k poškození. K tvarování lze také jednoduše využít pouze účinku zemské gravitace. Pro tvarování s několika vyduťmi se dává přednost negativním formám, protože nevyžadují tak velké mezery jako pozitivní formy (viz obrázek č. 4).



Obrázek č. 3
Přímé vakuové tvarování



Obrázek č. 4
Tvarování „přetahováním“

7.3.6. Tvarování pomocí dvou forem

Při využití této metody se QUINN PETG nejprve zahřeje na požadovanou teplotu, a pak se vloží mezi dvě formy (negativní a pozitivní), které jsou obvykle zhotoveny ze dřeva, sádry, epoxidu nebo jiného materiálu. Nejlepšího výsledku (menší odchylky a ostřejší kontury) se dosahuje při použití forem chlazených vodou; ty jsou ovšem dražší než standardní formy.

7.3.7. Tvarování z bubliny za pomoci tlaku, podtlaku a kužele

Tato metoda je vhodná především pro tvarování hlubších výrobků, u nichž velmi záleží na stejnorodosti stěn. Deska se upne do rámu a zahřeje. Pod desku se umístí negativní forma. Směřovaným proudem vzduchu se vytvoří bublina. Jakmile dosáhne předem určené výšky, začne se pomocí pozitivního kužele (který se obvykle před použitím rovněž ohřeje) zatlačovat do negativní formy. Tvar i rychlost kužele lze upravit tak, aby se optimalizovalo výsledné rozložení hmoty. V každém případě by měl být kužel co největší, aby jím bylo možné hmotu roztáhnout téměř do konečného tvaru. Jakmile kužel pronikne do 75–85% hloubky negativní formy, použije se k dalšímu zatlačení proud vzduchu z kužele. Zároveň se z druhé strany začne vytvářet podtlak. Negativní forma musí mít otvor, kterým uniká vzduch ze vzniklé kapsy.

7.3.8. Tvarování pomocí kužele a tlaku

Tato metoda se podobá tvarování pomocí kužele a podtlaku. Na rozdíl od tohoto postupu však není hmota vtlačována do negativní formy pomocí podtlaku, ale proudem vzduchu z kužele. Tvar i rychlost kužele lze upravit tak, aby se optimalizovalo výsledné rozložení hmoty.

7.3.9. Tvarování pomocí kužele a podtlaku

Předměty ve formě poháru nebo krychle se tvarují pomocí kužele a podtlaku. Tato metoda zabraňuje nadměrnému zeslabení materiálu v rozích nebo po obvodu. Hmota se mechanicky napíná a vtačuje do negativní formy. Pomocí kužele ji lze dovnitř natlačit podstatně více. Kužel by měl být asi o 10–20% menší než forma a jeho teplota by měla být o něco málo nižší než teplota tvarované hmoty. Jakmile dojde k natlačení hmoty kuželem do formy, začne se z jejího vnitřku odsávat vzduch. Díky vzniklému podtlaku kopíruje hmota přesně kontury formy.

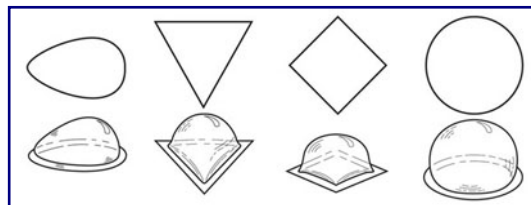
Obě uvedené metody (7.3.8. a 7.3.9.) umožňují výrobu relativně hlubokých předmětů, rychlejší chladnutí a snazší regulaci tloušťky stěn. Oba procesy jsou komplikovanější než přímé vakuové tvarování. Rovněž vyžadují velmi přesné dodržování teploty.

7.3.10. Volné tvarování

Při použití této metody se zahřátá QUINN PETG pomocí proudu vzduchu o tlaku cca 2,76 MPa protlačí skrz rám negativní formy. Proud vzduchu vytvoří hladký finální produkt ve tvaru bubliny, který se obvykle používá například jako víko světlíků nebo střešní okno. Protože na hmotu působí pouze vzduch, nejsou na výrobku žádné rýhy nebo prolisy. Nemá-li být konečný výrobek zaoblený, lze za rám negativní formy umístit tvarovanou překážku, která vytvoří příslušnou konturu.

Viz obrázek č. 5.

Obrázek č. 5
Příklady výrobků s otvory, které lze vytvořit volným tvarováním



7.4. Montáž

Z QUINN PETG lze vytvářet výrobky různých tvarů pomocí rozpouštědel, pojidel (polymerů rozpuštěných v ředidle) a lepidel. Je-li povrch spojovaných dílců nerovný, dává se obecně přednost pojidlům před rozpouštědly.

Rozpouštědla či pojidla nejsou nejvhodnější pro spojování materiálu QUINN PETG s jinými termoplasty. Pro tyto účely doporučujeme lepidla, včetně kyanoakrylátů, dvousložkové akryláty či taveniny.

7.4.1. Montážní pokyny

Při spojování desek QUINN PETG je třeba se řídit následujícími pokyny:

- Okraje desek musí být zbaveny všech nečistot.
- Spojovací plochy musí být hladké a dobře k sobě pasovat.
- Rozpouštědlo nebo pojivo musí být dostatečně účinné, aby spojované plochy změkly a při stlačení se trochu poddaly.
- V ideálním případě by se mělo ředidlo používat k montážním účelům v klimatizovaném prostředí (nízká vlhkost totiž zabraňuje zblednutí spojovaného místa). Není-li to možné, doporučuje se přidat do rozpouštědla 10% koncentrované kyseliny octové nebo využít pojiva, která pomaleji vulkanizují.
- Spojované plochy je třeba zafixovat, aby se zabránilo jejich pohybu.
- Při práci s ředidly je třeba zajistit dostatečné větrání prostor. Úroveň vystavení vlivům nebezpečných látek je třeba kontrolovat v souladu s předpisy o bezpečnosti práce.

7.4.2. Spojovací metody: rozpouštědla, pojidla a lepidla

Menší výrobky s hladkými plochami lze vyrábět z několika součástí spojených dohromady vhodným rozpouštědlem, pojidlem nebo lepidlem. V tomto případě je nutné se ujistit, že spoje jsou opatřeny stejnorodým nátěrem. Rozpouštědlo lze nanášet speciální jehlou. Sestavený výrobek je třeba zafixovat, dokud spoj nezatuhne. Pokud spojujeme rozpouštědlem větší části, je dobré místa spojů do rozpouštědla ponořit. Jakmile materiál změkne, přiložíme části k sobě, zafixujeme a necháme zatuhnout. Aby se dosáhlo konstantní úrovně ponoru, doporučuje se používat mělké nádoby, podpůrné bloky, desky a další vhodné pomůcky.

Následující tabulka obsahuje vybraná rozpouštědla, pojiva a lepidla, která jsou vhodná ke spojování panelů PETG.

Materiál	Typ pojidla
Metyletylketon (MEK)	Rozpouštědlo
Cyklohexanon	Rozpouštědlo
Perchloretylen	Rozpouštědlo
Metylchlorid	Rozpouštědlo
Tetrahydrofuran (THF)	Rozpouštědlo
Trichloretylen	Rozpouštědlo
Super glue (kyanoakrylát)	Lepidlo

7.4.3. Mechanické připevňování

QUINN PETG lze smontovat také pomocí mechanických upevňovacích prvků. Při vrtání otvorů je třeba brát v úvahu budoucí termální expanzi materiálu a odpovídajícím způsobem zvětšit jejich průměr. Pomocí vrtů a nýtů lze vytvářet trvalé konstrukce. V mnoha případech se používají standardní šrouby s maticemi či šrouby se zápusťnou hlavou. K dostání jsou rovněž speciální vruty a nýty pro spojování plastických hmot. Pružiny, spony a matice nabízejí levný a rychlý způsob připevnění. Mezi další vhodné spojovací prostředky patří panty, rozety, háčky a kolíčky.

7.5. Konečná úprava

7.5.1. Smirkování

Broušení QUINN PETG smirkovým papírem by mělo probíhat za mokra, aby se předešlo zahřívání třením, které je charakteristické pro smirkování za sucha. Při použití vody vydrží brusný materiál déle a zvyšuje se také jeho účinnost. Postupně je třeba používat jemnější a jemnější smirek (například: hrubé obroušení karbidem křemíku o hrubosti 80, jemné vybroušení karbidem křemíku o hrubosti 280 – bez ohledu na to, zda se provádí za mokra nebo za sucha; konečná úprava smirkovým papírem o hrubosti 400 nebo 600). Po skončení procesu a odstranění veškerého brusného materiálu je možné pokračovat dalšími úpravami.

7.5.2. Zarovnáání spojů

Standardním hoblíkem na dřevo lze vytvořit dostatečně kvalitní okraj s přesným usazením. Stejnorodého povrchu lze dosáhnout také použitím karbidových čepelí nebo čepelí určených pro vysoké otáčky; ty mají navíc delší životnost.

7.5.3. Pilování

Při pilování mnoha termoplastů, včetně desek QUINN PETG, vzniká jemný prach, který má tendenci zanášet některé pilníky. Proto doporučujeme používat výhradně hliníkové pilníky typu A nebo jiné pilníky s hrubým jednoduchým sekem pod úhlem 45°.

7.5.4. Leštění

■ Mechanické leštění

Po broušení lze QUINN PETG mechanicky leštit, aby se dosáhlo vysoce lesklého povrchu. Vhodnými materiály jsou látkové, flaušové a filcové kotouče a vhodný leštící vosk. Podle našich zkušeností může však přílišný nárůst teploty povrchu panelu způsobit později jemné prasklinky.

■ Leštění diamantovými nástroji

QUINN PETG lze leštit diamantovými nástroji. Výsledkem je vynikající kvalita povrchu, který nevyžaduje žádné další úpravy. Před aplikací této metody není třeba panely brousit.

■ Leštění plamenem

QUINN PETG lze bez problémů leštit plamenem. K tomuto účelu je možné použít jak standardní propanový hořák, tak dusíkový autogen. Bez ohledu na použité zařízení je třeba dodržovat přesnou vzdálenost mezi zdrojem tepla a deskou. Jinak hrozí zbělení povrchu nebo nadměrný tok materiálu. Škrábance lze odstranit horkovzdušnou pistolí (o výkonu cca 400–500°C), kterou je třeba držet ve vzdálenosti asi 10 cm od příslušného místa. Působení by nemělo překročit 5 vteřin (konkrétní doba závisí na hloubce a šíři rýhy). **V každém případě je nutné plamenem pohybovat a neudržovat jej v jediném místě.**

■ Leštění ředidlem

Vzhled oříznutých okrajů lze zlepšit smirkováním a poté leštěním rozpouštědly (MEK nebo metylendichlorid). Aby se předešlo případným skvrnám, je dobré přidat do rozpouštědla látku, která zpomaluje zasychání (např. diacetonový alkohol). Leštěním rozpouštědly se rýhy a stopy po smirkování většinou nepodaří zcela odstranit, protože desky QUINN PETG se vyznačují značnou odolností vůči chemikáliím.

POZNÁMKA:

Používáte-li ředidlo, je třeba zajistit dostatečné větrání pracovního prostoru. V každém případě je nezbytné dodržovat veškerá bezpečnostní opatření uváděná výrobcem ředidla.

7.5.5. Potisk

Na QUINN PETG lze tisknout pomocí běžného zařízení. Je třeba však brát v úvahu skutečnost, že inkoust se do plastů nevsakuje tak dobře jako do papírů nebo textilu. Proto je potisk náchylný k poškození oděrem. Tomu lze zabránit přetřením potištěných ploch tenkou vrstvou bezbarvého laku. Mezi různé metody potisku plastických hmot patří např. tisk z výšky, suchý offset, originální offset, rotační hlubotisk, tištění šablonou či klasický sítotisk. Při použití poslední jmenované metody se inkoust protlačí pomocí pryžového stírače skrz jemné kovové nebo látkové síto na produkt. Síto je v místě mimo požadovanou plochu potisku zaslepeno.

Vzhledem k tomu, že každá z uvedených metod vyžaduje jiný typ inkoustu, doporučujeme nejprve kontaktovat výrobce. Obecně lze říci, že pro panely QUINN PETG jsou vhodné inkousty, jimiž lze tisknout na polyetylenové fólie.