

MM01UE01-2103

Montážní pokyny

Lineární motor

LM-Komponenten-03-0-CS-2111-MA

Tiráž

HIWIN GmbH

Brücklesbünd 1

D-77654 Offenburg, Německo

Telefon +49 (0) 7 81 9 32 78-0

Fax +49 (0) 7 81 9 32 78-90

info@hiwin.de

www.hiwin.de

Všechna práva vyhrazena.

Úplná nebo částečná reprodukce není bez našeho souhlasu povolena.

Tato montážní příručka je chráněna autorskými právy. Jakákoli reprodukce, zveřejnění celku nebo jednotlivých částí, úpravy nebo zkracování vyžadují písemný souhlas společnosti HIWIN GmbH.

Obsah

1	Instalační a bezpečnostní příručka	5
1.1	Všeobecné pokyny	5
1.2	Popis bezpečnostních upozornění a bezpečnostních symbolů	5
1.3	Bezpečnostní pokyny	6
1.4	Výběr zdroje napájení a kontroléru	11
1.5	Třída ochrany motoru IP	12
1.6	Typový štítek	13
2	Úvod k lineárnímu motoru	14
2.1	Úvod k lineárnímu motoru	14
2.2	Konstrukce lineárního motoru	14
2.3	Systém vodního chlazení lineárního motoru	20
2.4	Snímač teploty	21
3	Výkon motoru a návrh chladicího systému motoru s vodním chlazením	24
3.1	Výběr lineárního motoru	24
3.2	Trvalá síla/špičková síla lineárního motoru s železným jádrem, přitažlivá síla v závislosti na vzduchové mezeři	25
3.3	Teplota prostředí a trvalá síla	40
3.4	Výpočet tepla motoru	41
3.5	Výpočet chladicího systému	43
3.6	Výběr chladicího zařízení	45
4	Mechanické rozhraní motoru	50
4.1	Rozhraní sestavy lineárního motoru s železným jádrem	50
4.2	Rozhraní pro mechanickou instalaci bezželezného lineárního motoru (LMC)	57
4.3	Rozhraní pro mechanickou instalaci hřídelového lineárního motoru (LMT)	58
4.4	Paralelní instalace forcerů	61
4.5	Konstrukce chladicí trubice motoru LMFA/LMFP s vodním chlazením	72
4.6	Motor s vodním chlazením LMFA/LMFP s konstrukcí kanálu přesného vodního chlazení LMFC	73
4.7	Materiál použitý u kanálu vodního chlazení	76
4.8	Chladicí médium lineárního motoru s vodním chlazením	76
5	Sestava motoru	77
5.1	Instalace lineárního motoru s železným jádrem	77
5.2	Instalace bezželezného lineárního motoru	88
5.3	Instalace systému vodního chlazení lineárního motoru	92
6	Výběr příslušenství motoru a napájecího kabelu	95
6.1	Standardní specifikace napájecího kabelu	95
6.2	Doporučený způsob konstrukce pro zemnicí ochranu	95
6.3	Doporučený způsob instalace prodlužovacího kabelu	97
6.4	Výběr konektorů a přiřazení pinů	99
6.5	Konfigurace ochrany proti přehřátí	104
6.6	Hallův snímač	105
6.7	Hallův snímač	112

7	Odstraňování problémů	115
8	Likvidace odpadu	116
9	Příloha	117
9.1	Pravidla a pokyny pro výběr šroubů	117
9.2	Směr pohybu lineárního motoru	122
9.3	Popis specifických pojmů	123
10	Prohlášení o shodě	126

1 Instalační a bezpečnostní příručka

1.1 Všeobecné pokyny

Před použitím výrobku si pečlivě přečtěte tuto příručku. Společnost HIWIN nenese odpovědnost za jakékoli škody, nehody nebo poranění způsobené nedodržáním pokynů pro instalaci a obsluhu uvedených v této příručce.

- Před instalací nebo používáním výrobku se ujistěte, že není patrné žádné jeho vnější poškození. Pokud po kontrole zjistíte jakékoli poškození, obraťte se na společnost HIWIN nebo místní distributory.
- Výrobek nerozebírejte ani neupravujte. Konstrukce výrobku byla ověřena konstrukčním výpočtem, počítačovou simulací a skutečným testováním. Společnost HIWIN nenese odpovědnost za škody, nehody nebo poranění způsobené demontáží nebo úpravami provedenými na straně uživatele.
- Udržujte výrobek mimo dosah dětí.
- Osobám s kardiostimulátorem nebo A.I.C.D. je používání výrobku zakázáno.
- Výrobek smějí obsluhovat pouze osoby se zkušenostmi a technickými znalostmi.

1.2 Popis bezpečnostních upozornění a bezpečnostních symbolů

Bezpečnostní upozornění jsou vždy uvozena signálním slovem a někdy také symbolem pro konkrétní riziko.

Používají se následující signální slova a úrovně rizika:

⚠ Nebezpečí! Bezprostřední nebezpečí!

Nedodržení bezpečnostních pokynů bude mít za následek vážné nebo smrtelné poranění!

⚠ Výstraha! Potenciálně nebezpečná situace!

Při nedodržení bezpečnostních pokynů hrozí nebezpečí vážného nebo smrtelného poranění!

⚠ Pozor! Potenciálně nebezpečná situace!

Při nedodržení bezpečnostních pokynů hrozí riziko poškození majetku nebo znečištění životního prostředí!

V této uživatelské příručce jsou použity následující symboly:

Výstražné symboly

	Zákaz přístupu pro osoby s aktivními implantovanými kardiostimulátory.		Látka nebezpečná pro životní prostředí!
	Výstraha!		Výstraha před rozdrcením rukou!
	Výstraha před zasažením elektrickým proudem!		Výstraha před horkým povrchem!
	Výstraha před magnetickým polem!		

1.3 Bezpečnostní pokyny

Nebezpečí! Riziko úmrtí v důsledku působení permanentních magnetických polí

I když je motor vypnutý, mohou permanentní magnety ohrozit osoby s aktivními lékařskými implantáty, pokud se nacházejí v blízkosti motoru.

Sestava statoru má silné magnetické pole; uživatelé s ní musí zacházet opatrně. V opačném případě může dojít k poranění osob a poškození statoru.

- ▶ Při montáži statoru do konstrukce systému udržujte jakýkoli magnetický materiál v dostatečné vzdálenosti, abyste zabránili riziku poranění rukou.
- ▶ Během provozu se nedotýkejte forceru a statoru.
- ▶ Pokud se vás to týká, udržujte odstup od motorů vzdáleni minimálně 500 mm (spouštěcí práh pro statická magnetická pole 0,5 mT podle směrnice 2013/35/EU).

Výstraha! Riziko při montáži lineárního motoru. Nebezpečí rozdrčení permanentními magnety statoru

Přitažlivé síly statoru působí na materiály, které lze zmagnetizovat. V blízkosti statoru se přitažlivé síly výrazně zvyšují.

V blízkosti stojanů hrozí značné riziko rozdrčení.

V blízkosti statorů mohou být přitažlivé síly několik kN – příklad: Magnetické přitažlivé síly odpovídají síle 100 kg, která je dostatečná k zachycení části těla.

- ▶ Výrobek smějí instalovat a obsluhovat odborně vyškolené osoby.
- ▶ Při montáži nepoužívejte magnetické nástroje a šrouby.
- ▶ Před upevněním statoru nalepte štítek silného magnetického pole na místo, kde je snadno viditelný, abyste zabránili poranění obsluhujících osob.
- ▶ Při demontáži statoru nemanipulujte se statorem přímo za okraj krytu. V opačném případě může dojít k poranění osob a poškození statoru.
- ▶ Nikdy nevybalujte několik sekundárních sekcí najednou.
- ▶ Nikdy neumísťujte vedlejší sekce vedle sebe, aniž byste zajistili příslušná bezpečnostní opatření.

Výstraha! Riziko při obsluze lineárního motoru!

Při nesprávné obsluze a v případě poruchy může dojít k přehřátí motoru a následnému požáru a kouři. To může mít za následek vážné poranění nebo smrtelný úraz. Nadměrně vysoké teploty dále poškozuji součásti motoru a vedou k častějším poruchám a zkrácení životnosti motorů.

- ▶ Motor provozujte podle příslušných specifikací.
- ▶ Před prací s výrobkem nechte forcer dostatečně vychladnout (v místnosti o teplotě 25 °C), abyste se nepopálili.
- ▶ Při zjištění neobvyklého zápachu, hluku, kouře nebo vibrací okamžitě vypněte elektrické napájení.

Výstraha! Popáleniny způsobené horkými povrchy

Při provozu může motor dosahovat vysokých teplot, které mohou při dotyku způsobit popáleniny.

- ▶ Motor provozujte podle příslušných specifikací.
- ▶ Před zahájením jakékoli činnosti nechte motor vychladnout.
- ▶ Používejte vhodné osobní ochranné prostředky, např. rukavice.

! Pozor! Poškození způsobené zařízením

Elektrická pole nebo elektrostatické výboje mohou způsobit poruchy v důsledku poškození jednotlivých součástí, integrovaných obvodů, modulů nebo zařízení.

- ▶ Magnetická paměťová média nebo přesné přístroje uchovávejte v dostatečné vzdálenosti od výrobku, aby nedošlo k jejich poškození. (např. magnetické váhy, hodinky, kreditní karty a magnetická reakční zařízení).
- ▶ Měla by být přijata opatření proti ESD (elektrostatickému výboji), jako je nošení rukavic, obuvi atd.
- ▶ Při přemísťování nebo umísťování forcerů a statorů netahejte za kabely.
- ▶ Nepoškoďte ani neohýbejte kabely, aby nedošlo k úrazu elektrickým proudem.
- ▶ Ujistěte se, že nedochází k rušení jiných součástí při provozu. Zkontrolujte, zda je poloměr ohybu kabelů dostatečně velký, aby nedošlo ke snížení jejich životnosti.

! Pozor! Opatření týkající se výrobku.

Popis vzhledu výrobku a zabránění poškození způsobenému nesprávnou demontáží.

- ▶ Povrch statoru čistěte pomocí jednorázových bavlněných hadříků a čisticí kapaliny, například izopropanolového alkoholu (95 % obj.). Doporučuje se čistit povrch jednou za tři měsíce nebo jednou za dva týdny v provozech s vysokou mírou tvorby dýmu, kde se používají stroje, jako jsou stroje na výrobu desek plošných spojů nebo vrtačky.
- ▶ Výrobky s epoxidem mají na povrchu skvrny, což je přirozený jev.
- ▶ Opravy výrobku smějí provádět pouze technici společnosti HIWIN. V případě výskytu neobvyklých jevů zašlete výrobek zpět společnosti HIWIN.
- ▶ Součásti sami nevyměňujte ani nerozebírejte. Společnost HIWIN nenese odpovědnost za případné nehody nebo poškození forceru a statoru způsobené tímto způsobem.
- ▶ Záruka je poskytována jeden rok od data dodání. Společnost HIWIN nenese odpovědnost za výměnu nebo údržbu výrobku, se kterým bylo nesprávně manipulováno (viz poznámky a pokyny v této příručce) nebo který byl poškozen v důsledku přírodních katastrof.

○ Při manipulaci s výrobkem netahejte za kabel a neposouvejte ho pomocí tažení.

○ Nevystavujte výrobek nárazům.

○ Ujistěte se, že je výrobek používán se správným jmenovitým zatížením.

○ Lineární motor HIWIN má podle normy IEC 60034-5 třídu ochrany (viz [1.3.4](#)).

○ Lineární motor HIWIN má izolační třídu F podle normy IEC 60085.

Certifikační zkouška lineárního motoru HIWIN splňuje následující normy

CE	Elektrická bezpečnost LVD: referenční norma 2014/35/EU	EN 60034-1:2010
	Elektromagnetická kompatibilita: referenční norma 2014/30/EU	EN 61000-6-4:2007/A1:2011
		EN 61000-6-2:2005
UL	Referenční norma pro lineární motory 1004-1	

1.3.1 Účel použití

Komponenty lineárních motorů jsou určeny výhradně pro instalaci do strojů v komerčních a průmyslových oblastech. Komponenty lineárních motorů jsou součástí lineárního pohonného systému pro přesné časové a polohové umístění pevně namontovaných sestav, např. systémových součástí, v automatizovaném systému.

Lineární motory jsou konstruovány pro instalaci a provoz v libovolné poloze. Přemísťovaný náklad musí být pevně připevněn.

Pro bezpečný provoz lineárních motorů je nutné přijmout vhodná bezpečnostní opatření na ochranu motoru proti přetížení.

Součásti lineárního motoru se nesmí používat ve venkovním prostředí nebo v nebezpečných prostorech, kde hrozí nebezpečí výbuchu.

Všechny součásti lineárních motorů se smějí používat pouze k uvedenému účelu použití.

- Lineární motory musí být provozovány v rámci svých předepsaných výkonnostních limitů.
- Předpokladem pro používání v souladu s účelem použití lineárních motorů je dodržení montážní příručky a dodržování předpisů pro údržbu a opravy.
- Jakékoli jiné použití součástí lineárního motoru se považuje za nesprávné použití.
- Používejte pouze originální náhradní díly společnosti HIWIN GmbH.
- Motor nesmí být znečištěný a nesmí přijít do styku s korozivními látkami.
- Zkontrolujte, zda podmínky instalace odpovídají specifikacím.

1.3.2 Požadavky na obsluhující osoby

Práce na lineárních motorech smějí provádět pouze vyškolené nebo odborné osoby! Před zahájením práce musí být seznámeny s bezpečnostním vybavením a předpisy (viz [Tabulka 1.1](#)).

Tabulka 1.1: Požadavky na obsluhující osoby

Činnost	Kvalifikace
Uvedení do provozu	Vyškolený odborný personál provozovatele nebo výrobce
Běžná obsluha	Vyškolený personál
Čištění	Vyškolený personál
Údržba	Vyškolený odborný personál provozovatele nebo výrobce
Opravy	Vyškolený odborný personál provozovatele nebo výrobce

1.3.3 Pokyny pro zapojení kabeláže

- Před použitím výrobku si pečlivě přečtěte specifikaci uvedenou na štítku výrobku a ujistěte se, že je výrobek používán se zdrojem napájení uvedeným v technických požadavcích.
- Zkontrolujte, zda je zapojení kabeláže správné. Nesprávné zapojení kabeláže může způsobit abnormální provoz motoru nebo dokonce jeho trvalé poškození.
- Použijte prodlužovací kabel se stíněním. Stínění musí být uzemněno.
- Nepřipojujte napájecí kabel a kabel snímače teploty ke stejnému prodlužovacímu kabelu.
- Napájecí kabel a kabel snímače teploty obsahují stínění. Stínění musí být uzemněno.

1.3.4 Údržba a pokyny pro skladování

⚠ Výstraha! Opatření týkající se výrobku.

Pokud přímé pohony nebo jejich součásti (zejména součásti s permanentními magnety) správně nezlikvidujete, může to mít za následek smrt, těžké poranění a/nebo materiální škody.

- ▶ Způsob likvidace poškozeného výrobku: recyklujte jej v souladu s místními zákony a předpisy.
- ▶ Viz Kapitola 8 pro související metody likvidace.

- Součásti lineárního motoru skladujte v přepravním obalu.
- Neskladujte součásti lineárního motoru ve výbušném prostředí nebo v prostředí vystaveném působení chemických látek.
- Součásti lineárního motoru skladujte pouze v suchých, nezamrzajících prostorách s nekorozivní atmosférou.
- Dbejte na to, aby motory nebyly při skladování vystaveny vibracím nebo nárazům.
- Použité součásti lineárního motoru před uskladněním očistěte a ochraňte.
- Při skladování součástí připevněte symboly upozorňující na magnetická pole.

Provozní prostředí	Teplota	0 ~ 40 °C
	Vlhkost	5 ~ 85 %
Skladovací prostředí	Teplota	-5 °C ~ 40 °C
	Vlhkost	5 ~ 85 %
Nadmořská výška		Pod 1000 m n. m.
Rychlost změny teploty		Maximálně 0,5 K/min
Kondenzace		Není povoleno
Mráz		Není povoleno

1.3.5 Pokyny pro přepravu

- Permanentní magnety jsou uvedeny jako nebezpečné zboží (zmagnetizovaný materiál: UN2807) podle Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA).
- U výrobků obsahujících permanentní magnety nejsou nutná žádná dodatečná opatření na obalu, aby odolaly magnetickému poli při námořní a vnitrozemské přepravě.
- Při letecké přepravě výrobků obsahujících permanentní magnety nesmí být překročeny maximální přípustné intenzity magnetického pole stanovené v příslušném pokynu pro balení IATA. Aby bylo možné tyto výrobky přepravovat, mohou být vyžadována zvláštní opatření. Při překročení určité intenzity magnetického pole musí být tyto zásilky označeny v souladu s pokynem pro balení 953 od IATA (viz níže nebo nejnovější předpis IATA)
 - Výrobky, jejichž nejvyšší intenzita pole přesahuje 0,418 / (0,525) nebo 2° odchylky kompasu, stanovené ve vzdálenosti 4,6 m od výrobku, vyžadují povolení k přepravě od příslušného vnitrostátního orgánu země, ze které je výrobek přepravován (země původu), a země, ve které sídlí letecká přepravní společnost. Aby bylo možné výrobek přepravovat, je třeba přijmout zvláštní opatření.
 - Při přepravě výrobků, jejichž nejvyšší intenzita pole je rovna nebo vyšší než 0,418 / (0,525) nebo 2° odchylky kompasu, stanovené ve vzdálenosti 2,1 m od výrobku, se přeprava provádí podle předpisů o přepravě nebezpečného zboží.
 - Při přepravě výrobků, jejichž nejvyšší intenzita pole je menší než 0,418 / (0,525), stanovená ve vzdálenosti 2,1 m od výrobku, nemusíte informovat příslušné orgány a nemusíte výrobek označovat.
- Přeprava originálně zabalených součástí motoru nemusí být zveřejněna ani označena.
- Podmínky přepravy musí splňovat požadavky dle normy ČSN EN 60721-3-2 (viz [Tabulka 1.2](#)).

Tabulka 1.2: Podmínky přepravy

Parametr prostředí	Jednotka	Hodnota
Teplota vzduchu	(°C)	-5 ~ 40
Relativní vlhkost	(%)	5 ~ 85
Rychlost změny teploty	(°C/min)	0,5
Kondenzace		Není povoleno
Tvorba námrazy		Není povoleno
Podmínky přepravy		Třída 2K2
Přepravujte motor v prostředí s dobrou ochranou proti povětrnostním vlivům (uvnitř / ve výrobním závodě)		
Biologické podmínky	Třída 2B1	
Chemicky účinné látky	Třída 2C1	
Mechanicky účinné látky	Třída 2S2	
Mechanické podmínky	Třída 2M2	

1.4 Výběr zdroje napájení a kontroléru

Při výběru napájecího zdroje je třeba zohlednit trvalý proud, špičkový proud a napětí na sběrnici. Kromě toho je třeba vzít v úvahu rezonanční efekt, který může být v motorech vyvolán některými systémy pohonu. Motory jsou sestaveny z několika jednotlivých cívek zapojených do série. Každá z těchto cívek má indukčnost v sérii a bludnou kapacitu vůči zemi. Získaná LC síť má rezonanční frekvenci, takže při elektrickém kmitání fázových vstupů (zejména frekvence PWM) může nulový bod motoru kmitat s velmi vysokými amplitudami vůči zemi a následkem těchto kmitů může dojít k poškození izolace. Tento jev je výraznější u motorů s velkým počtem pólů (např. lineárních motorů).

Za ideálních podmínek by mělo být napětí na sběrnici 600 VDC generované napájecím zdrojem ± 300 VDC vůči zemi. V některých konfiguracích však napětí mezi sběrnicemi a kostrou bude mít kolísavé napětí a špička vysokého napětí se bude přenášet na motor. Kmitání mezi napětím a kostrou závisí na vlastnostech systému. Podle zkušeností je systém s malým počtem os připojených k napájecí sběrnici méně náchylný k rušivým oscilacím na sběrnici, ale například u velkého obráběcího stroje s mnoha osami a několika vřeteny mohou oscilace dosahovat vysokých amplitud. Pokud je frekvence těchto kmitů blízká rezonanční frekvenci motoru, může to vést k poruchám přepětí na nulovém bodě.

Případ, kdy frekvence PWM kontroléru odpovídá rezonanční frekvenci motoru. V tomto případě základní harmonická frekvence PWM přímo budí rezonanční frekvenci motoru, a na nulovém bodě se tak dosahuje velmi vysokého napětí. Protože je napětí PWM obdélníková vlna, obsahuje liché harmonické složky (1, 3, 5, 7 atd.), které mohou rovněž vyvolat rezonanci motoru. Tyto harmonické fáze mají naštěstí menší amplitudu než základní.

V jiném případě může také dojít k poruše způsobené přepětím. V tomto případě základní harmonická frekvence PWM přímo budí rezonanční frekvenci motoru, a na nulovém bodě se tak dosahuje velmi vysokého napětí. Kromě toho, protože je napětí PWM obdélníková vlna, obsahuje liché harmonické složky (1, 3, 5, 7 atd.), které mohou rovněž vyvolat rezonanci motoru.

Závěrem lze říci, že aby se předešlo případným poruchám, je třeba vzít v úvahu dva prvky: oscilaci mezi napětím sběrnice a kostrou a frekvenci PWM. Pokud se oba výše uvedené prvky nedostanou do rezonance s motorem, nehrozí motoru žádné nebezpečí.

Při výběru zdroje napájení zkontrolujte níže uvedené podmínky:

- Kontrolér 300 VDC: 750 V_p (fáze ke kostře), gradient napětí: 8 kV/ μ s.
- Kontrolér 600 nebo 750 VDC: 1000 V_p maximálně (při frekvenci PWM) a špičky až 1400 V (od kostře ke špičce a po dobu několika μ s) a gradient napětí: 11 kV/ μ s.

V kabelu mezi regulátorem a motorem vznikne odražená vlna v důsledku impedančního nesouladu mezi kabelem a motorem a odražené napětí se přičte k následnému vstupnímu napětí, což způsobí nárůst napětí. Tento jev je zřetelnější, pokud je kabel motoru delší. Pokud je délka kabelu mezi kontrolérem a motorem delší než 10 m, je nutné změřit napětí na svorkách motoru, aby bylo zajištěno, že je nižší, než je uvedeno výše. Pokud je naměřená hodnota větší, je třeba mezi kontrolér a motor umístit filtr /, který zajistí ochranu.

1.5 Třída ochrany motoru IP

Lineární motor se řídí normou IEC, která definuje třídu ochrany. První číslo IP□□ znamená třídu ochrany proti vniknutí prachu. Třída 6 se vztahuje na úplnou ochranu proti vniknutí prachu. Druhé číslo znamená třídu ochrany proti vniknutí vody. Třída 0 znamená žádnou ochranu. Třída 5 znamená ochranu proti nízkotlakým proudům vody z jakéhokoli směru. Třída 6 znamená ochranu proti vysokotlakým proudům vody z jakéhokoli směru.

○ Třída ochrany IP pro různé typy motorů.

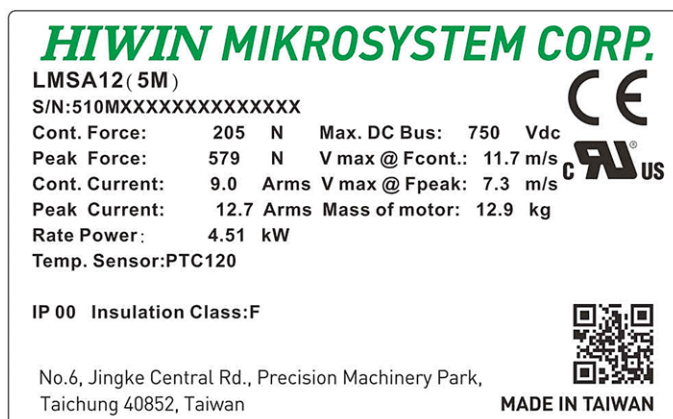
Lineární motor	Třída ochrany
LMSA	IP60
LMFA	IP60
LMFP	IP65
LMSC	IP60
LMC	IP60
LMSS	IP60
LMT	IP66

Statory jsou díky své mechanické konstrukci do značné míry chráněny proti korozi. Je však třeba přijmout vhodná konstrukční opatření, aby se na statoru nehromadily feromagnetické částice (např. železné třísky).

Styk s kapalinami a obecný styk s korozivními médii musí být vyloučen vhodnými ochrannými opatřeními (zapouzdření, měch, ochranný lak).

1.6 Typový štítek

- Informace o typových štítcích pro různé typy motorů. (Příklad typového štítku)



2 Úvod k lineárnímu motoru

2.1 Úvod k lineárnímu motoru

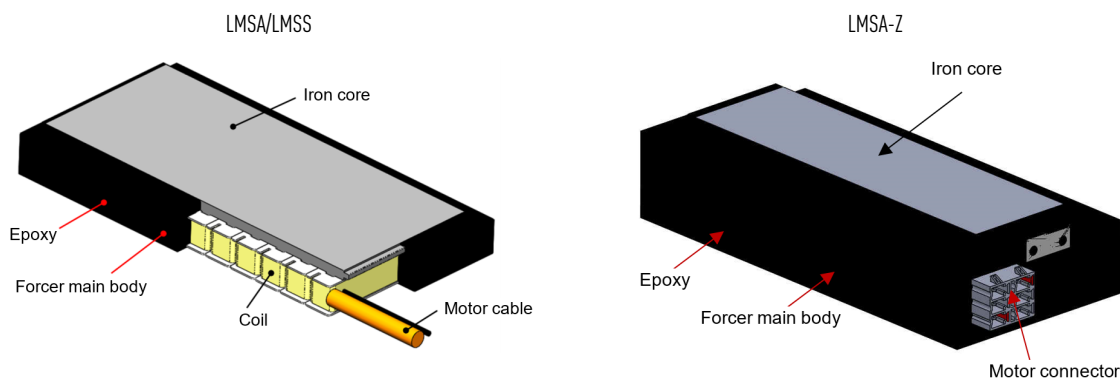
Lineární motory lze rozdělit na lineární motory s železným jádrem a lineární motory bez železného jádra. Lineární motor s železným jádrem má relativně větší tažnou sílu a lineární motor bez železného jádra je relativně kompaktnější a má lepší dynamické vlastnosti. Protože mezi motorem a zátěží není žádný převodový mechanismus, může být zátěž poháněna přímo. Mechanismus je proto relativně jednoduchý a lze dosáhnout dostatečné dynamické odezvy. Lineární motory mají navíc bezkontaktní konstrukci, takže nedochází k jejich opotřebení a lze zajistit vyšší přesnost a zároveň snížit nároky na údržbu a péči. Stator lineárního motoru je sestaven metodou modulů a počet přípustných sestav je neomezený, takže délka zdvihu není omezena.

2.2 Konstrukce lineárního motoru

2.2.1 Konstrukce lineárního motoru s železným jádrem (LMSA/LMSA-Z/LMSS)

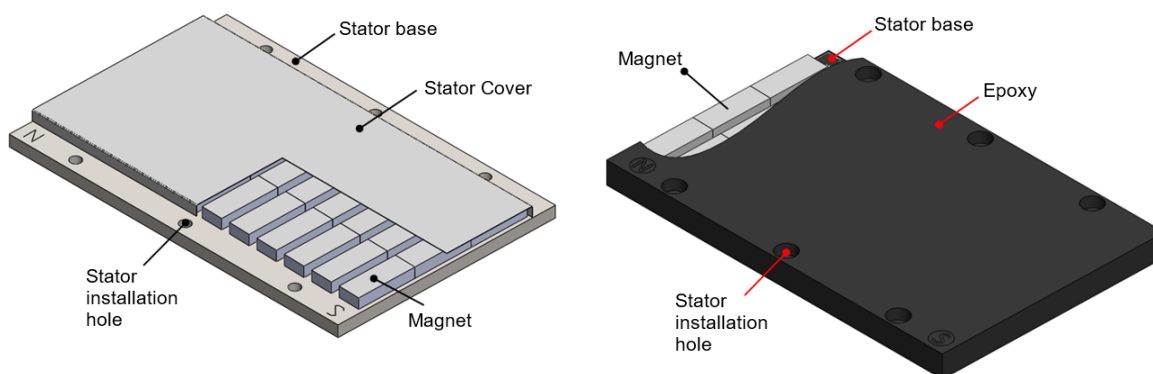
Výrobek LMSA/LMSA-Z/LMSS je motor s železným jádrem a forcer se skládá ze sestavy železného jádra, cívky a epoxidu. Protože železné jádro interaguje s magnetem, je tato řada motorů ovlivněna ozubeným točivým momentem a přitažlivou silou mezi forcerem a státorem. Proto je nutné při návrhu základny pro instalaci forcerů tyto faktory zohlednit. Tento výrobek je vhodný pro aplikace s vysokým zrychlením a zpomalením, jako jsou dopravníková/přepravní zařízení, digitální tisk, 3D tisk, vrtačky na desky plošných spojů, stroje na zpracování světla atd.

Obr. 2.1: Konstrukce forceru



Stator LMSA//LMSA-Z/LMSS má při pohledu shora obdélníkovou konstrukci. Zákazníci si mohou vybrat verzi s krytem nebo epoxidem podle průmyslové aplikace. Kromě toho lze stator použít také jako pohyblivou část.

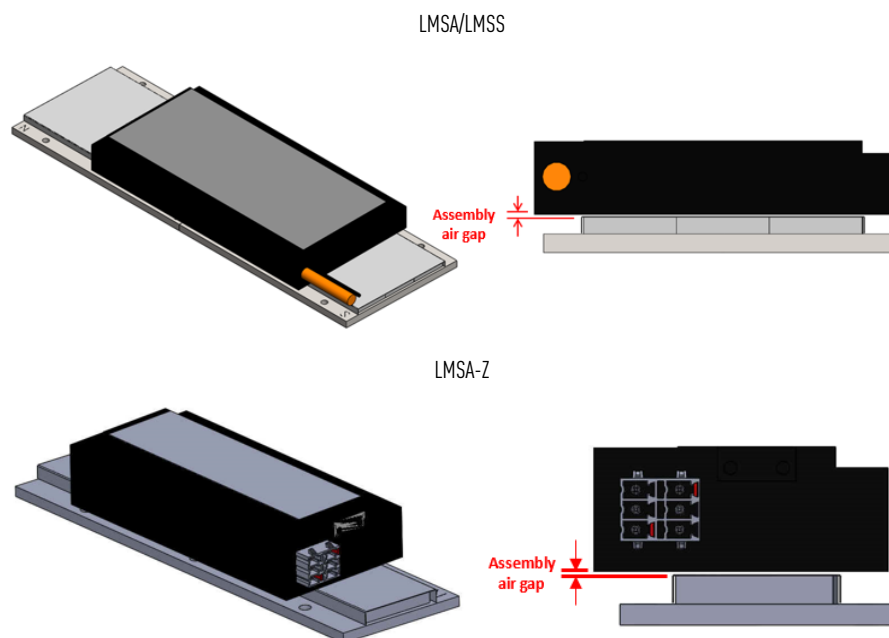
Obr. 2.2: Konstrukce statoru



Při montáži motoru dbejte na vzduchovou mezeru mezi forcerem a statorem. Vzájemný vztah mezi vzduchovou mezerou lineárního motoru s železným jádrem a výkonem motoru naleznete v kapitole 3.2 příručky.

Pokyny pro instalaci forceru a statoru motoru naleznete v kapitole 5.1 příručky. Vzhledem k tomu, že mezi forcerem a statorem působí silná přitažlivá síla, nedemontujte svévolně stator a nepřibližujte se k zařízení magnetickým materiálem, abyste zabránili jakémukoli nebezpečí. Kromě toho musí být délka statorové sestavy větší než délka forceru, jinak může dojít ke vzniku neočekávaného rizika.

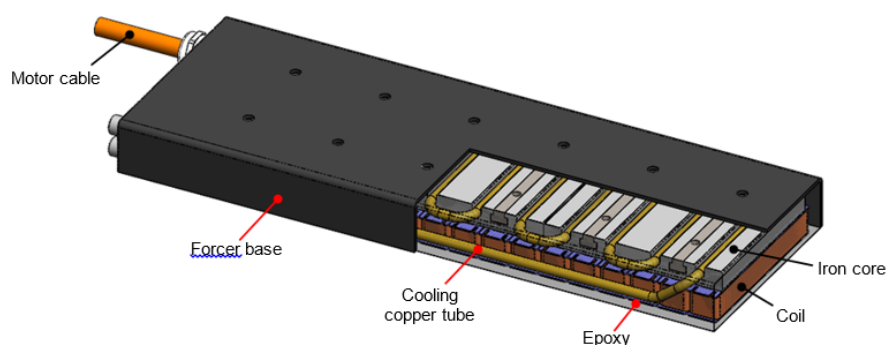
Obr. 2.3: Konstrukce forceru a statoru



2.2.2 Konstrukce lineárního motoru s vodním chlazením (LMFA/LMFP)

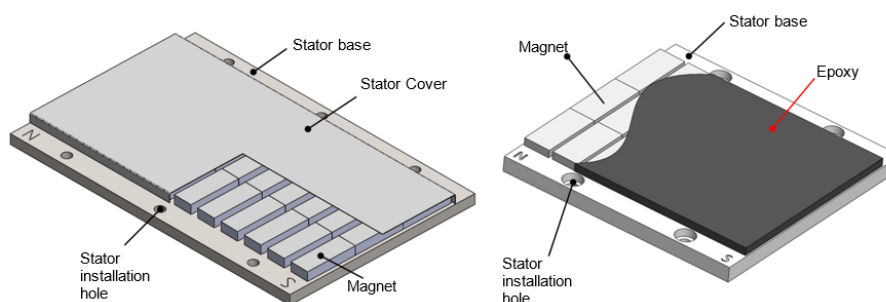
Výrobek LMFA/LMFP je motor s železným jádrem a vodním chlazením a forcer se skládá ze železného jádra, základny, cívk, chladicí měděné trubky a epoxidové pryskyřice. Protože železné jádro interaguje s magnetem, je tato řada motorů ovlivněna ozubeným točivým momentem a přitažlivou silou mezi forcerem a statorem. Proto je nutné při návrhu základny pro instalaci forcerů tyto faktory zohlednit. Tento výrobek využívá chladicí systém pro zvýšení výkonu motoru a je vhodný pro použití v aplikacích s velkým zatížením, jako jsou dopravníková/přepavní zařízení, vrtačky na desky plošných spojů, brusky atd.

Obr. 2.4: Konstrukce forceru



Stator LMFA/LMFP má při pohledu shora obdélníkovou konstrukci. Zákazníci si mohou vybrat verzi s krytem nebo epoxidem podle průmyslové aplikace.

Obr. 2.5: Konstrukce statoru

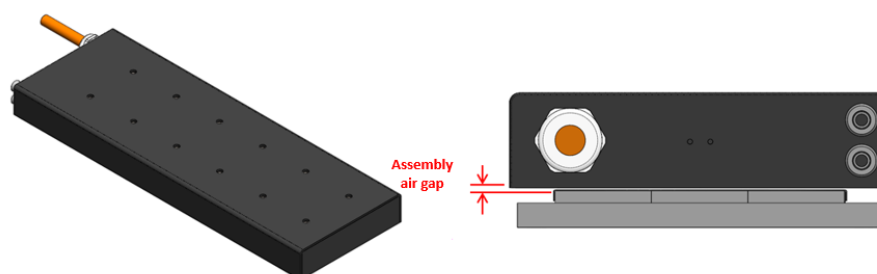


Při montáži motoru dbejte na vzduchovou mezeru mezi forcerem a statorem.

Vzájemný vztah mezi vzduchovou mezerou lineárního motoru s železným jádrem a výkonem motoru naleznete v kapitole 3.2 příručky.

Pokyny pro instalaci forceru a statoru motoru naleznete v kapitole 5.1 příručky. Vzhledem k tomu, že mezi forcerem a statorem působí silná magnetická síla, nedemontujte svévolně stator a nepřibližujte se k zařízení magnetickým materiálem, abyste zabránili jakémukoli nebezpečí. Kromě toho musí být délka statorové sestavy větší než délka forceru, jinak může dojít ke vzniku neočekávaného rizika.

Obr. 2.6: Konstrukce forceru a statoru

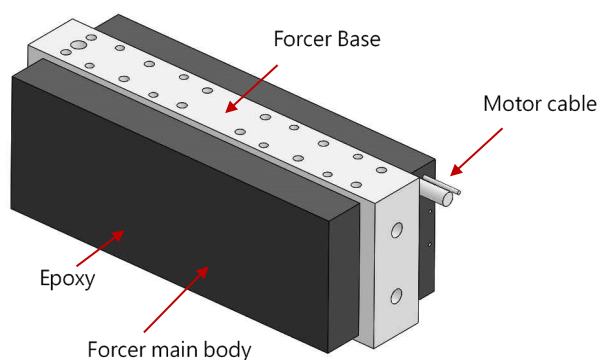


2.2.3 Konstrukce lineárního motoru s železným jádrem (LMSC)

Výrobek LMSC je motor se železným jádrem, sestavený z železného jádra, základny forceru, cívky a epoxidu. Protože jsou železná jádra uspořádána zády k sobě, může být vyrovnána přitažlivá síla mezi forcerem a statorem, výrazně se sníží zatížení vedení a prodlouží se životnost vedení.

Tento výrobek je vhodný pro aplikace s vysokým zrychlením, jako jsou dopravníková/přepravní zařízení, automatizační výrobní linky a zařízení pro zpracování lehkých materiálů.

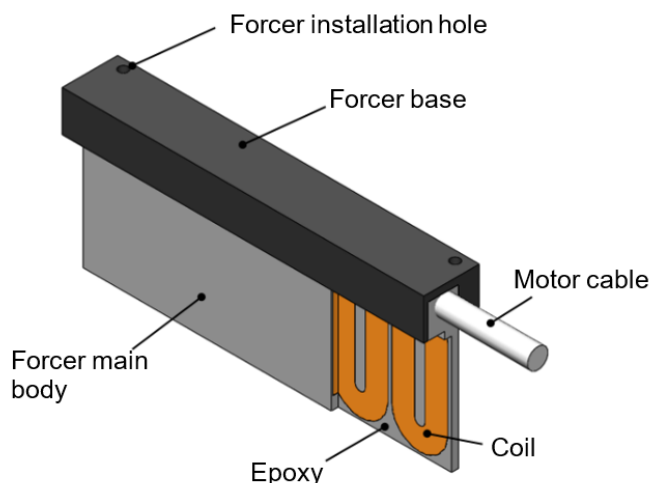
Obr. 2.7: Konstrukce forceru



2.2.4 Konstrukce bezželezného lineárního motoru (LMC)

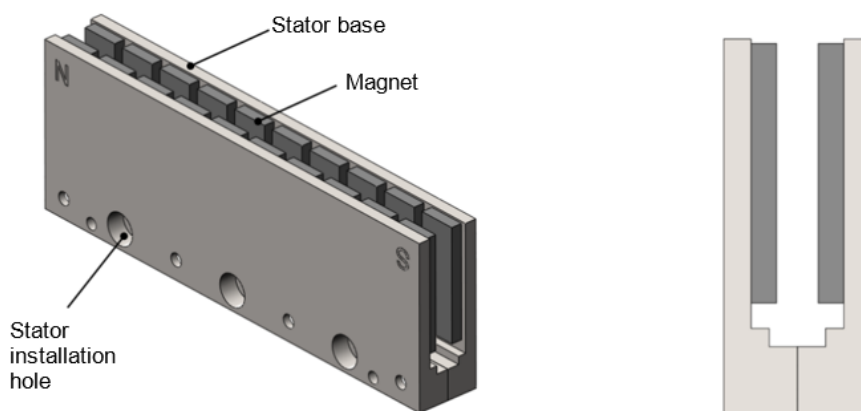
Výrobek LMC je bezželezný motor. Z výkresu silové sestavy Obr. 2.8 je patrné, že vnitřní část forceru netvoří železné jádro, ale pouze cívka, takže je tvořena základnou forceru a epoxidovou hmotou sestavenou dohromady. Protože se jedná o bezželeznou konstrukci, nemá tato řada motorů žádný ozubený točivý moment, žádnou přitažlivou sílu mezi forcerem a statorem a vyznačuje se nízkou setrvačností. Je vhodný pro aplikace s vysokou rychlostí a malým zatížením a pro aplikace vyžadující extrémně nízké kolísání otáček a nízký rozptyl magnetického pole, jako jsou optická kontrolní zařízení, elektronická mikrofonní zařízení skenovacího typu atd.

Obr. 2.8: Konstrukce forceru



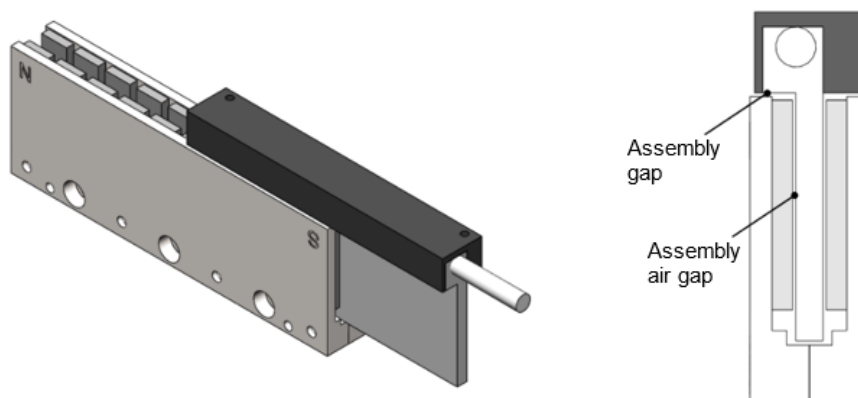
Stator LMC má při pohledu z boku tvar písmene U a skládá se ze základny a dvou řad magnetů sestavených dohromady podle obrázku Obr. 2.9. Protože množství magnetů je větší než u lineárního motoru s železným jádrem, je jeho celková hmotnost vyšší než u forceru. Zákazníci proto nemusí používat stator jako pohyblivou část.

Obr. 2.9: Konstrukce statoru



Výřez ve struktuře statoru LMC ve tvaru písmene U slouží k tomu, aby se forcer mohl pohybovat mezi statorem. Při montáži motoru dbejte na montážní mezeru mezi statorem, jak je znázorněno na Obr. 2.10. Pokyny pro instalaci forceru a statoru motoru naleznete v kapitole 5.2 příručky. Vzhledem k tomu, že magnety použité ve statoru mají silnou magnetickou přitažlivou sílu, nedemontujte stator svévolně ani k němu nepoužívejte magnetický materiál, abyste předešli jakémukoli nebezpečí.

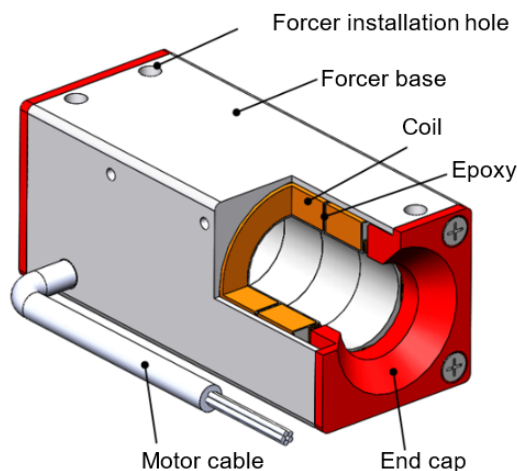
Obr. 2.10: Konstrukce forceru a statoru



2.2.5 Konstrukce hřídelového lineárního motoru (LMT)

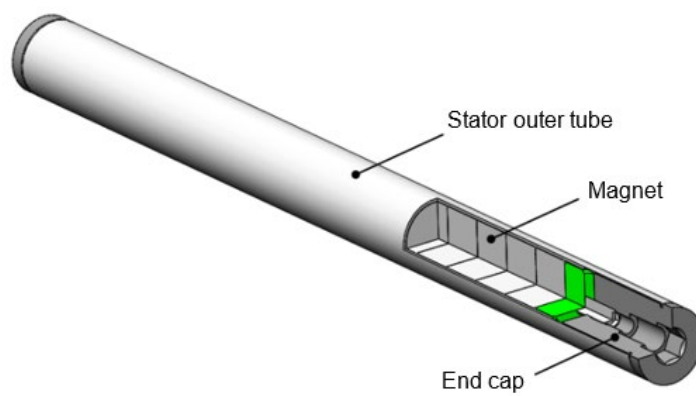
Výrobek společnosti řady LMT je bezželezný hřídelový motor. Díky bezželezné konstrukci jsou vlastnosti motoru v souladu s vlastnostmi řady LMC, takže nemá ozubený točivý moment, přitažlivou sílu a má nízkou setrvačnost. Sestava forceru je znázorněna na Obr. 2.11a její vnitřní struktura je bez železa. Rozdíl mezi LMT a LMC spočívá v tom, že LMT má relativně kompaktnější jednoduchou konstrukci s vnějším vzhledem připomínajícím lineární mechanismus se šroubovým hřídelem, což usnadňuje údržbu a zvyšuje míru využití prostoru mechanismu. Pro zákazníky, kteří přecházejí z lineárního mechanismu se šroubovým hřídelem na lineární mechanismus s přímým pohonem, je to nejoptimálnější řešení. Jeho běžné použití zahrnuje: optická kontrolní zařízení, zařízení pro řezání drátu na obráběcích strojích, zařízení pro skenovací elektronické mikroskopy, zařízení pro automatizaci potravinářského průmyslu a automatizaci farmaceutického průmyslu atd.

Obr. 2.11: Konstrukce forceru

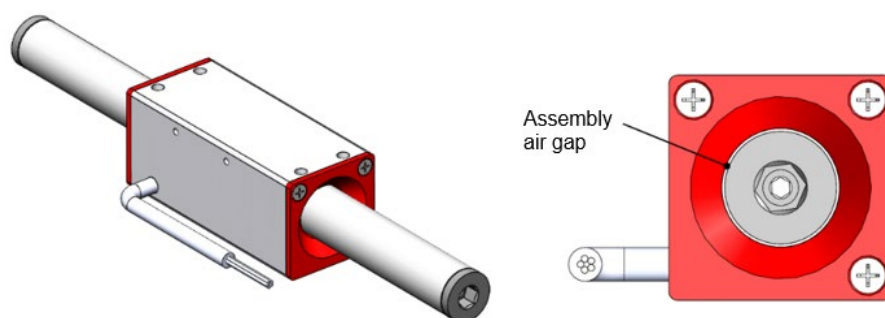


Vnější vzhled statoru LMT je uzavřená kruhová tyč a je tvořen vnější trubkou statoru a magnety, jak je znázorněno na Obr. 2.12. Při montáži motoru dbejte na montážní mezeru mezi forcerem a státorem, jak je znázorněno na Obr. 2.13. Pokyny pro instalaci forceru a statoru motoru naleznete v kapitole 5.2 příručky. Vzhledem k tomu, že magnety použité ve statoru mají silnou magnetickou přitažlivou sílu, nedemontujte stator svévolně ani k němu nepoužívejte magnetický materiál, abyste předešli jakémukoli nebezpečí.

Obr. 2.12: Konstrukce statoru



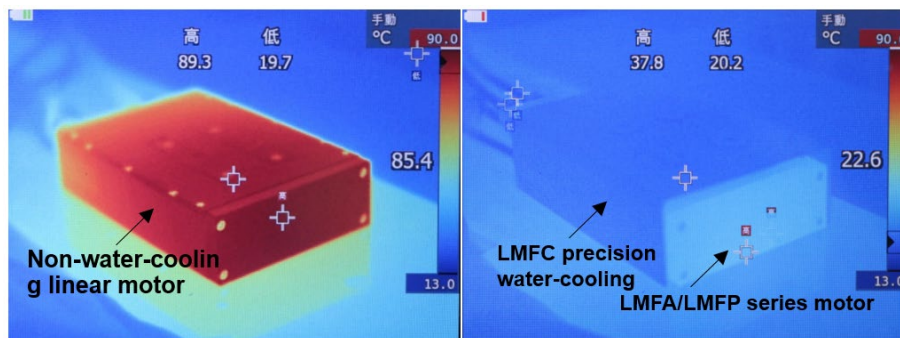
Obr. 2.13: Konstrukce forceru a statoru



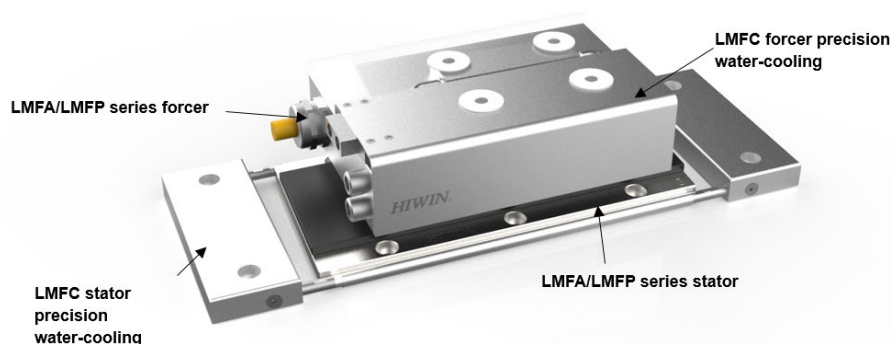
2.3 Systém vodního chlazení lineárního motoru

Motor HIWIN řady LMFA/LMFP využívá metodu vnitřního vodního chlazení, aby bylo dosaženo neoptimálnějšího výkonu motoru. Kromě vnitřního vodního chlazení je motor řady LMFA/LMFP vybaven také volitelným příslušenstvím pro přesné vodní chlazení LMFC, které dokáže zvětšit teplosměnnou plochu a izolovat přenos tepla z motoru, aby se výrazně snížila teplota strojního zařízení zákazníků. Srovnání rozložení teplot je znázorněno na Obr. 2.14, čímž je splněn požadavek aplikace na vysokou přesnost. Jeho konstrukce je znázorněna na Obr. 2.15.

Obr. 2.14: Srovnávací snímek rozložení teploty



Obr. 2.15: Základní konstrukce řady LMFA/LMFP s přesným vodním chlazením motoru LMFC



2.3.1 Přesné vodní chlazení forceru LMFC

Vnitřní motor řady LMFA/LMFP je vybaven kanály pro chladicí médium a chladicí médium vstupuje do vnitřního prostoru motoru ze vstupní přípojky pro vodní chlazení a zajišťuje chlazení. Po průchodu utěsněnými kanály pro odvod tepla se chladicí médium vrací zpět do vodního chladicího zařízení přes výstupní přípojku vodního chlazení. U motoru vybaveného přesným vodním chlazením forceru LMFC se na původní forcer LMFA/LMFP nainstaluje příslušenství pro přesné vodní chlazení LMFC. Izolační materiál určený pro přesné vodní chlazení slouží k izolaci přenosu tepla. Chladicí médium vstupuje do motoru za účelem chlazení vstupní přípojkou vodního chlazení a po průchodu utěsněnými kanály pro odvod tepla se vrací zpět do zařízení výstupní přípojkou vodního chlazení.

2.3.2 Přesné vodní chlazení statoru LMFC

Chladicí konstrukce pro odvod tepla ze statoru je k dispozici pouze u řady LMFC s přesným vodním chlazením. Přesné vodní chlazení statoru LMFC je instalováno pod statorem LMFA/LMFP. Chladicí médium vstupuje do motoru za účelem chlazení vstupní přípojkou vodního chlazení a po průchodu utěsněnými kanály pro odvod tepla se vrací zpět do zařízení výstupní přípojkou vodního chlazení, aby bylo dosaženo rychlého účinku odvodu tepla.

2.4 Snímač teploty

Lineární motory jsou vybaveny snímačem teploty, který poskytuje signál řídicímu systému, aby bylo dosaženo potřebné ochrany motoru proti přehřátí.

Ochrana motoru pouze sledováním teploty pomocí PTC prvků může být nedostatečná. To platí například v případě, že motor pracuje s proudy vyššími než trvalý proud.

Společnost HIWIN doporučuje použití dalšího ochranného algoritmu na straně řízení. Výpočet maximální provozní doby při proudech vyšších než trvalý proud naleznete v části [3.4.3](#).

Mezi běžné snímače teploty patří PTC, Pt1000 atd. Typ snímačů teploty, kterými je motor vybaven, naleznete v katalogu nebo na přejímacích výkresech, a výkon snímačů teploty je popsán v následujícím pořadí:

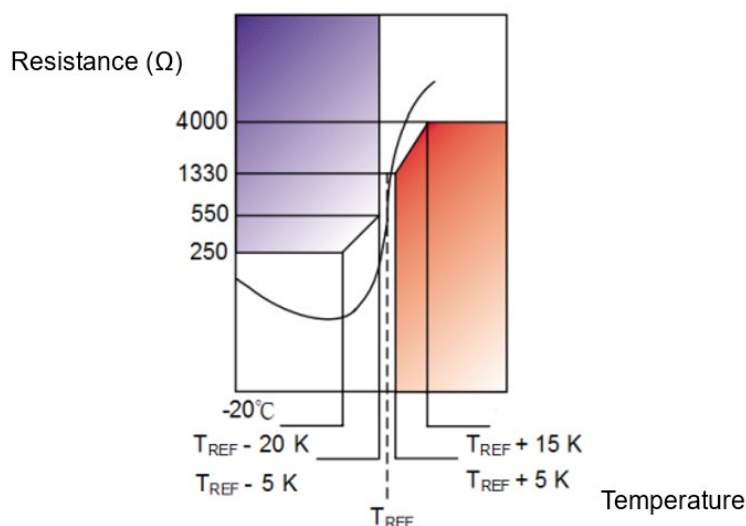
2.4.1 Snímač teploty PTC

PTC 100 a PTC 120 jsou termistory a jejich výstupní odpor se mění spolu s teplotou cívky. Odpor PTC 100 se výrazně zvyšuje, když $T_{REF} = 100\text{ °C}$, a odpor PTC 120 se výrazně zvyšuje, když $T_{REF} = 120\text{ °C}$. Jejich charakteristiky jsou následující:

Tabulka 2.1: Charakteristiky snímače teploty PTC

Teplota	Rezistor
$20\text{ °C} < T < T_{REF} - 20\text{ K}$	$20\ \Omega \sim 250\ \Omega$
$T = T_{REF} - 20\text{ K}$	$\leq 550\ \Omega$
$T = T_{REF} + 5\text{ K}$	$\geq 1330\ \Omega$
$T = T_{REF} + 15\text{ K}$	$\geq 4000\ \Omega$

Obr. 2.16: Graf závislosti teploty PTC na odporu



2.4.2 Snímač teploty Pt1000

Pt1000 je platinový odporový snímač teploty (RTD), jehož charakteristikou je, že při teplotě 0 °C činí jeho odpor 1000 Ω. Skutečnou teplotu lze zjistit měřením výstupního odporu. Vztah mezi odporem a teplotou je uveden na [Obr. 2.17](#), přičemž standardní rovnice mezi odporem a teplotou je vyjádřena v následujícím textu:

Při rozsahu teploty -200 °C ~ 0 °C

$$R_{\theta} = R_0[1 + A\theta + B\theta^2 + C(\theta - 100)\theta^3]$$

Při rozsahu teploty 0 °C ~ 850 °C

$$R_{\theta} = R_0(1 + A\theta + B\theta^2)$$

$$R_0 = 1000 [\Omega]$$

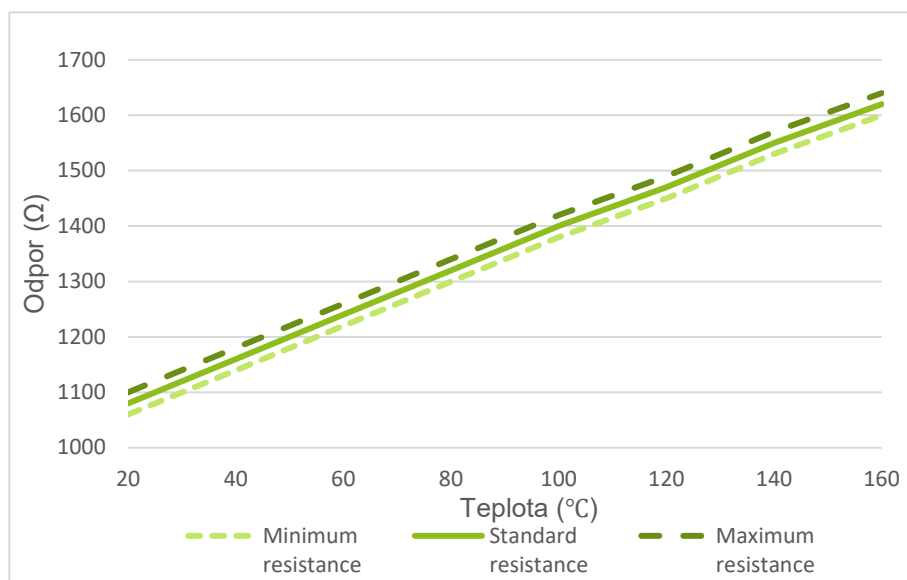
$$\theta = \text{Provozní teplota } [^{\circ}\text{C}]$$

$$A = 3,9083 \times 10^{-3} [^{\circ}\text{C}^{-1}]$$

$$B = -5,7750 \times 10^{-7} [^{\circ}\text{C}^{-2}]$$

$$C = -4,1830 \times 10^{-12} [^{\circ}\text{C}^{-4}]$$

Obr. 2.17: Graf závislosti odporu Pt1000 na teplotě



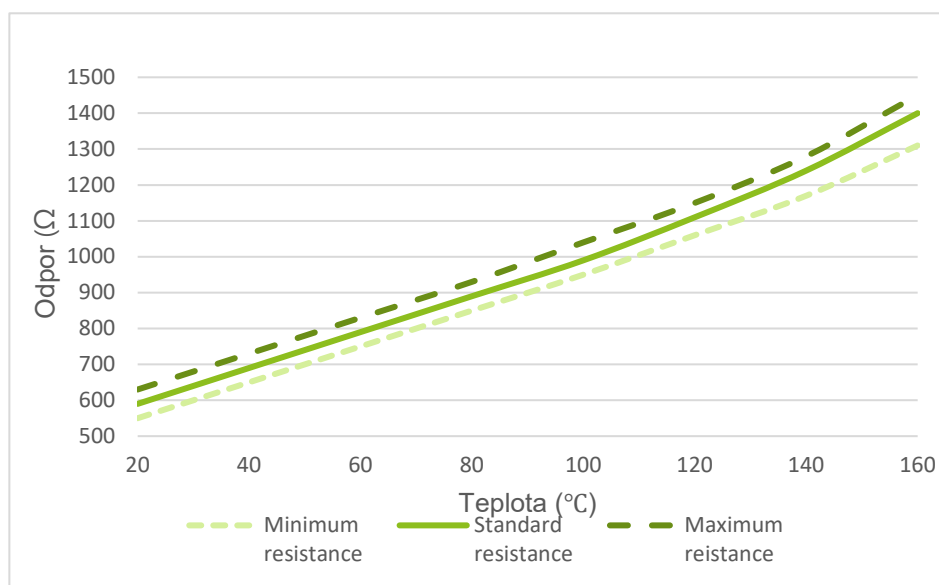
2.4.3 Snímač teploty KTY84

KTY84-130 je křemíkový snímač teploty a skutečnou teplotu lze zjistit měřením výstupního odporu. Jeho charakteristika je uvedena na [Obr. 2.18](#) a závislost mezi odporem a teplotou je uvedena na [Obr. 2.18](#).

Tabulka 2.2: Charakteristika snímače teploty KTY84-130

Symbol	Parametr	Kritéria	Minimální hodnota	Standardní hodnota	Maximální hodnota	Jednotka
R_{100}	Odpor při teplotě nižší než 100 °C	$I_{(výstup)} = 2 \text{ mA}$	970	-	1030	Ω
R_{250} / R_{100}	Poměr odporu	$T = 250 \text{ °C}$ a 100 °C	2,111	2,166	2,221	Ω
R_{25} / R_{100}	Poměr odporu	$T = 25 \text{ °C}$ a 100 °C	0,595	0,603	0,611	Ω

Obr. 2.18: Graf závislosti odporu KTY84-130 na teplotě



2.4.4 Připojení k zesilovači pohonu

Obvody pro sledování teploty lze obvykle připojit přímo k řízení pohonu. Mají-li být splněny požadavky na ochranné oddělení podle normy EN61800-5-1, musí být snímače připojeny k oddělovacím modulům dodávaným výrobcem pohonu.

3 Výkon motoru a návrh chladicího systému motoru s vodním chlazením

3.1 Výběr lineárního motoru

Podle průmyslových aplikací je lze rozdělit především na pohyb z bodu do bodu a aplikace skenování. Lineární motory s železným jádrem jsou vhodné pro aplikaci pohybu z bodu do bodu a lineární motory bez železného jádra jsou vhodné pro aplikaci skenování, jak je uvedeno na Obr. 3.1.

Obr. 3.1: Ilustrační obrázky aplikací lineárních motorů



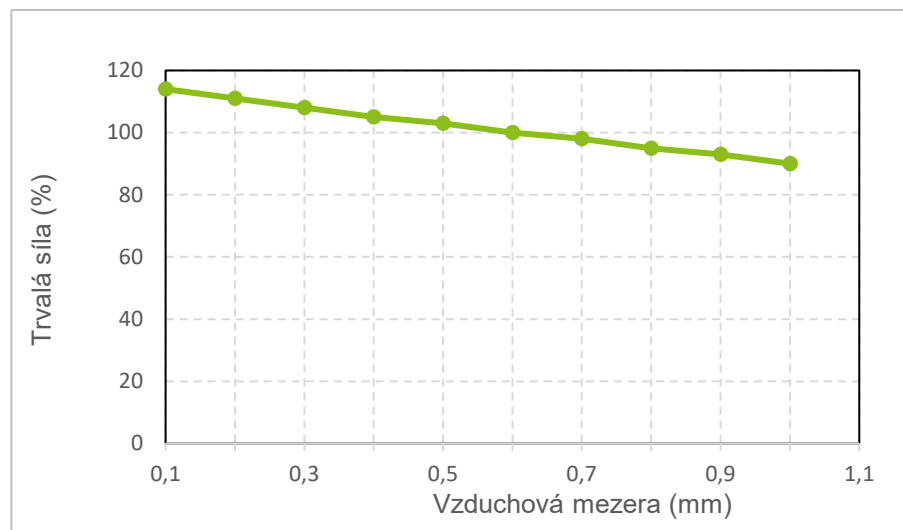
3.2 Trvalá síla/špičková síla lineárního motoru s železným jádrem, přitažlivá síla v závislosti na vzduchové mezeře

Trvalá síla/špičková síla lineárního motoru a přitažlivá síla meziforcerem a statorem se mění spolu s montážní vzduchovou mezerou mezi forcerem a statorem. V této kapitole je popsán vztah mezi trvalou/špičkovou silou, přitažlivou silou a montážní vzduchovou mezerou každé řady motorů, aby bylo možné poskytnout tyto informace jako referenční pro výběr motoru a mechanické provedení.

3.2.1 Řada LMSA

○ Trvalá síla/špičková síla a vzduchová mezera

Obr. 3.2: Graf závislosti trvalé síly/špičkové síly a vzduchové mezery u typu LMSA

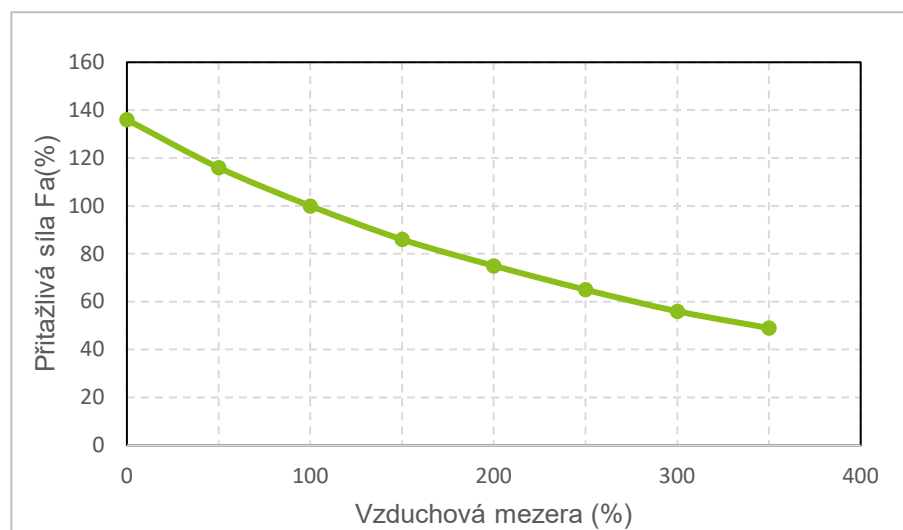


Tabulka 3.1: Srovnávací tabulka trvalé síly/špičkové síly a vzduchové mezery u typu LMSA

Řada	LMSA1□~LMSAC□ / LMSA□□-Z									
Vzduchová mezera (mm)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Síla (%)	114	111	108	105	103	100	98	95	93	90

○ Přitažlivá síla a vzduchová mezera

Obr. 3.3: Srovnávací tabulka trvalé síly/špičkové síly a vzduchové mezery u typu LMSA



Tabulka 3.2: Srovnávací tabulka přitažlivé síly LMSA a vzduchové mezery

Přitažlivá síla řady LMSA1□(-Z) ~LMSA2□(-Z). Jednotka: N

Vzduchová mezera (mm)	LMSA11 LMSA11-Z	LMSA12 LMSA12-Z	LMSA13 LMSA13-Z	LMSA21 LMSA21-Z	LMSA22 LMSA22-Z	LMSA23 LMSA23-Z	LMSA24
0	653	1306	1959	1306	2612	3918	5224
0,3	560	1120	1680	1120	2240	3360	4480
0,6	481	963	1444	963	1926	2888	3851
0,9	415	830	1245	830	1660	2490	3320
1,2	359	718	1077	718	1436	2154	2872
1,5	312	624	936	624	1248	1872	2496
1,8	271	542	813	542	1084	1626	2168
2,1	236	472	708	472	944	1416	1888
5	66	132	198	132	264	396	528
10	8	16	24	16	32	48	64
15	1	2	3	2	4	6	8

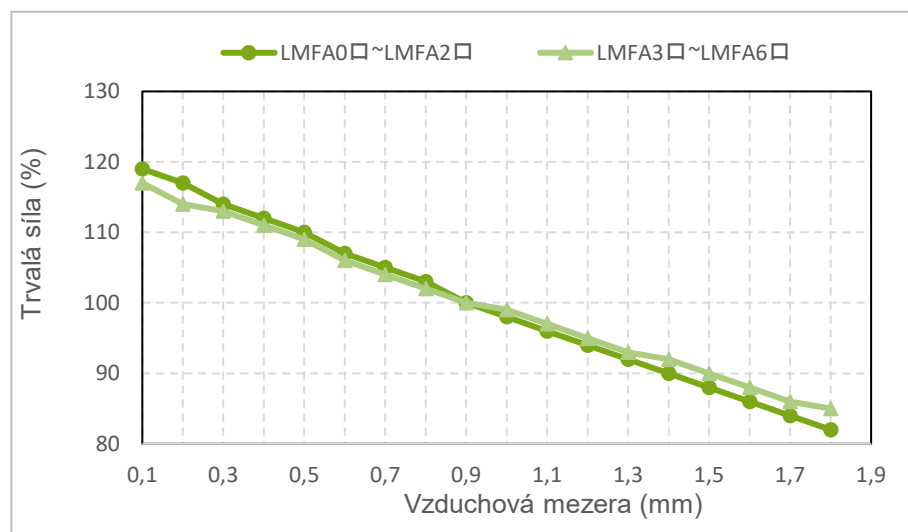
Přitažlivá síla řady LMSA3□(-Z) ~LMSAC□. Jednotka: N

Vzduchová mezera (mm)	LMSA31 LMSA31-Z	LMSA32 LMSA32-Z	LMSA33 LMSA33-Z	LMSA34	LMSAC3	LMSAC5	
0	1959	3918	5877	7836	6367	10 611	
0,3	1680	3360	5040	6720	5460	9100	
0,6	1444	2888	4333	5777	4694	7823	
0,9	1245	2490	3735	4980	4046	6744	
1,2	1077	2154	3231	4308	3500	5834	
1,5	936	1872	2808	3744	3042	5070	
1,8	813	1626	2439	3252	2642	4404	
2,1	708	1416	2124	2832	2301	3835	
5	198	396	594	792	644	1073	
10	24	48	72	96	78	130	
15	3	6	9	12	10	16	

3.2.2 Řada LMFA

○ Trvalá síla/špičková síla a vzduchová mezera: Typ s krytem

Obr. 3.4: Graf závislosti trvalé síly/špičkové síly a vzduchové mezery u typu LMFA s krytem



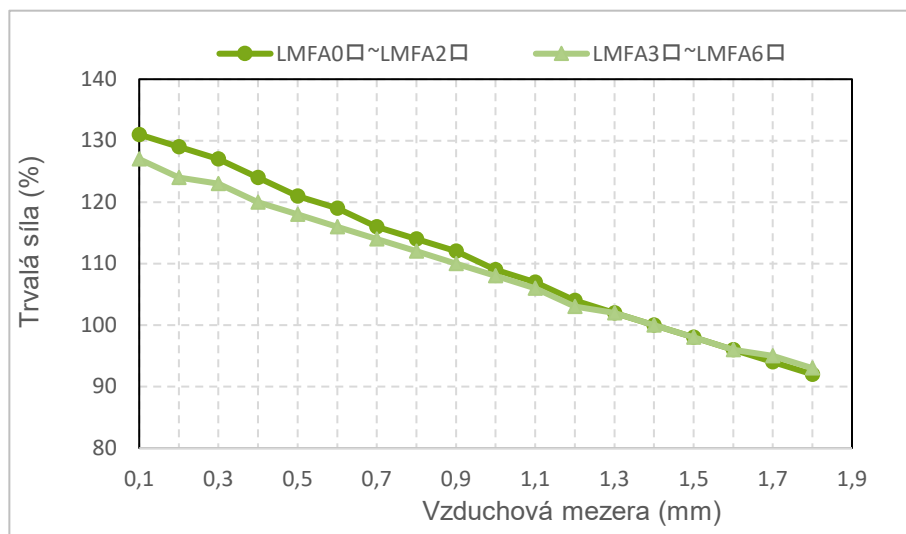
Tabulka 3.3: Srovnávací tabulka trvalé síly/špičkové síly a vzduchové mezery u typu LMFA s krytem

Trvalá síla/špičková síla řady LMFA (typ s krytem). Jednotka: %

Vzduchová mezera (mm)	LMFA0~LMFA2	LMFA3~LMFA6
0,1	119	117
0,2	117	114
0,3	114	113
0,4	112	111
0,5	110	109
0,6	107	106
0,7	105	104
0,8	103	102
0,9	100	100
1,0	98	99
1,1	96	97
1,2	94	95
1,3	92	93
1,4	90	92
1,5	88	90
1,6	86	88
1,7	84	86
1,8	82	85

○ Trvalá síla a vzduchová mezera: Typ s epoxidem

Obr. 3.5: Graf závislosti trvalé síly a vzduchové mezery u satoru typu LMFA s epoxidem



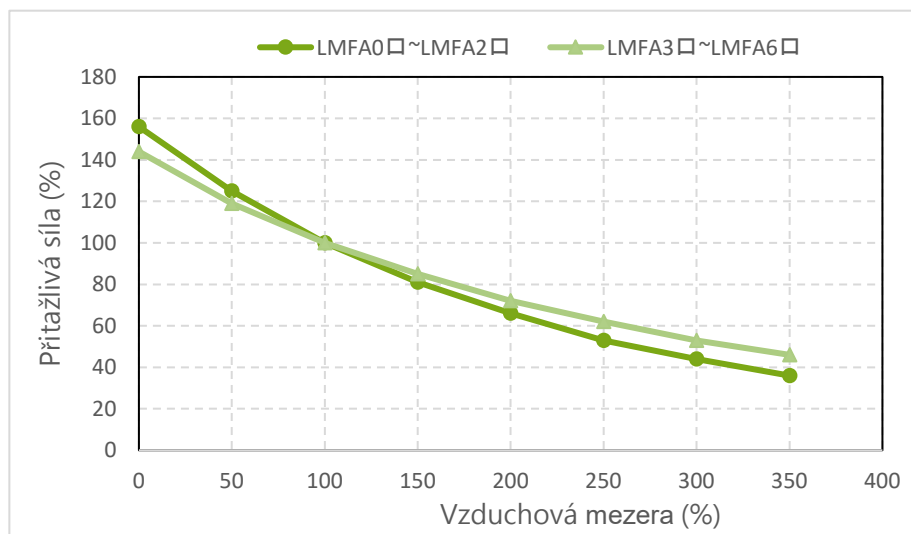
Tabulka 3.4: Srovnávací tabulka trvalé síly a vzduchové mezery u satoru typu LMFA s epoxidem

Trvalá síla/špičková síla řady LMFA (typ s epoxidem). Jednotka: %

Vzduchová mezera (mm)	LMFA0~LMFA2	LMFA3~LMFA6
0,1	131	127
0,2	129	124
0,3	127	123
0,4	124	120
0,5	121	118
0,6	119	116
0,7	116	114
0,8	114	112
0,9	112	110
1,0	109	108
1,1	107	106
1,2	104	103
1,3	102	102
1,4	100	100
1,5	98	98
1,6	96	96
1,7	94	95
1,8	92	93

○ Přitažlivá síla a vzduchová mezera: Typ s krytem

Obr. 3.6: Graf závislosti přitažlivé síly a vzduchové mezery u statoru typu LMFA s krytem



Tabulka 3.5: Srovnávací tabulka přitažlivé síly statoru a vzduchové mezery u typu LMFA0-2 s krytem

Přitažlivá síla řady LMFA0 ~ LMFA2 (typ s krytem). Jednotka: N											
Vzduchová mezera (mm)	LMFA01	LMFA02	LMFA03	LMFA11	LMFA12	LMFA13	LMFA14	LMFA21	LMFA22	LMFA23	LMFA24
0	713	1426	2141	1306	2612	3919	5225	1965	3930	5894	7859
0,45	569	1138	1709	1042	2085	3127	4169	1568	3136	4704	6271
0,90	457	914	1372	837	1674	2511	3348	1259	2518	3777	5036
1,35	369	738	1108	676	1352	2029	2705	1017	2034	3051	4068
1,80	299	599	899	548	1097	1645	2194	825	1650	2475	3299
2,25	244	487	731	446	892	1338	1785	671	1342	2013	2684
2,70	199	398	597	364	729	1093	1458	548	1097	1645	2193
3,15	163	325	488	298	595	893	1191	448	896	1343	1791
5	72	145	218	133	266	398	531	200	399	599	799
10	9	17	26	16	32	48	64	24	48	72	96
15	1	3	4	2	5	7	10	4	7	11	15
20	0	0	1	0	1	1	2	1	1	2	2

Tabulka 3.6: Srovnávací tabulka přitažlivé síly a vzduchové mezery u typu LMFA3-6 s krytem

Přitažlivá síla řady LMFA3□-LMFA4□ (typ s krytem). Jednotka: N

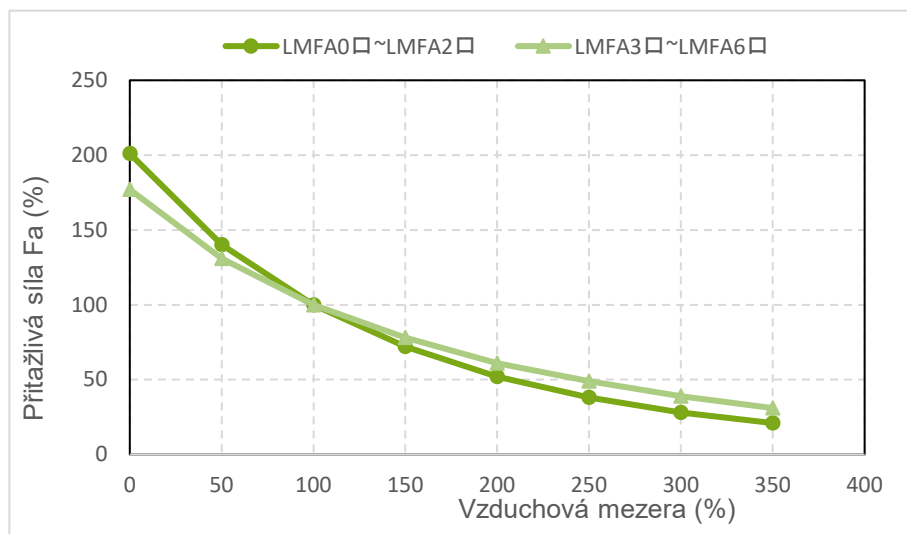
Vzduchová mezera (mm)	LMFA31	LMFA32	LMFA33	LMFA34	LMFA41	LMFA42	LMFA43	LMFA44
0	4926	9851	14 777	19 703	7388	14 777	22 165	29 554
0,45	4089	8179	12 268	16 357	6134	12 268	18 402	24 536
0,90	3430	6860	10 290	13 720	5145	10 290	15 435	20 580
1,35	2902	5805	8707	11 609	4354	8707	13 061	17 414
1,80	2471	4942	7413	9884	3707	7413	11 120	14 826
2,25	2117	4234	6351	8468	3176	6351	9527	12 703
2,70	1821	3642	5462	7283	2731	5462	8193	10 925
3,15	1572	3144	4717	6289	2358	4717	7075	9433
5	885	1770	2655	3539	1327	2655	3982	5309
10	208	417	625	833	312	625	937	1250
15	52	104	156	207	78	156	233	311
20	13	26	40	53	20	40	59	79

Přitažlivá síla řady LMFA3□-LMFA4□ (typ s krytem). Jednotka: N

Vzduchová mezera (mm)	LMFA52	LMFA53	LMFA54	LMFA62	LMFA63	LMFA64		
0	19 674	29 511	39 348	29 554	44 331	59 108		
0,45	16 333	24 500	32 667	24 536	36 804	49 072		
0,90	13 700	20 550	27 400	20 580	30 870	41 160		
1,35	11 593	17 389	23 185	17 414	26 121	34 828		
1,80	9870	14 805	19 740	14 826	22 239	29 653		
2,25	8456	12 684	16 912	12 703	19 054	25 405		
2,70	7272	10 909	14 545	10 925	16 387	21 849		
3,15	6280	9419	12 559	9433	14 150	18 866		
5	3534	5301	7069	5309	7964	10 618		
10	832	1248	1664	1250	1874	2499		
15	207	311	414	311	467	622		
20	53	79	105	79	119	158		

○ Přitažlivá síla a vzduchová mezera: Typ s epoxidem

Obr. 3.7: Graf závislosti přitažlivé síly a vzduchové mezery u statoru typu LMFA s epoxidem



Tabulka 3.7: Srovnávací tabulka přitažlivé síly statoru a vzduchové mezery u typu LMFA0~2 s epoxidem

Přitažlivá síla řady LMFA3~LMFA4 (typ s epoxidem). Jednotka: N											
Vzduchová mezera (mm)	LMFA01	LMFA02	LMFA03	LMFA11	LMFA12	LMFA13	LMFA14	LMFA21	LMFA22	LMFA23	LMFA24
0	919	1839	2760	1684	3368	5052	6736	2533	5066	7599	10 132
0,7	641	1282	1925	1174	2349	3523	4697	1766	3533	5299	7066
1,4	457	914	1372	837	1674	2511	3348	1259	2518	3777	5036
2,1	329	659	988	603	1206	1809	2412	907	1814	2721	3628
2,8	239	478	718	438	876	1314	1752	659	1318	1976	2635
3,5	175	350	525	320	640	960	1280	482	963	1445	1926
4,2	129	257	386	236	472	707	943	355	709	1064	1419
4,9	95	189	284	173	346	520	693	261	521	782	1042
10	11	22	33	20	40	60	79	30	60	90	119
15	1	3	4	3	5	8	11	4	8	12	16
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka 3.8: Srovnávací tabulka přitažlivé síly a vzduchové mezery u typu LMFA3-6 s epoxidem

Přitažlivá síla řady LMFA3□-LMFA4□ (typ s krytem). Jednotka: N

Vzduchová mezera (mm)	LMFA31	LMFA32	LMFA33	LMFA34	LMFA41	LMFA42	LMFA43	LMFA44
0	6069	12 138	18 206	24 275	9103	18 206	27 310	36 413
0,7	4494	8989	13 483	17 978	6742	13 483	20 225	26 966
1,4	3430	6860	10 290	13 720	5145	10 290	15 435	20 580
2,1	2663	5326	7988	10 651	3994	7988	11 982	15 977
2,8	2098	4195	6293	8391	3147	6293	9440	12 586
3,5	1665	3330	4995	6660	2497	4995	7492	9989
4,2	1335	2670	4005	5340	2002	4005	6007	8010
4,9	1076	2152	3228	4304	1614	3228	4842	6456
10	245	490	734	979	367	734	1102	1469
15	61	122	184	245	92	184	275	367
20	15	31	46	62	23	46	69	93
30	0	0	0	0	0	0	0	0

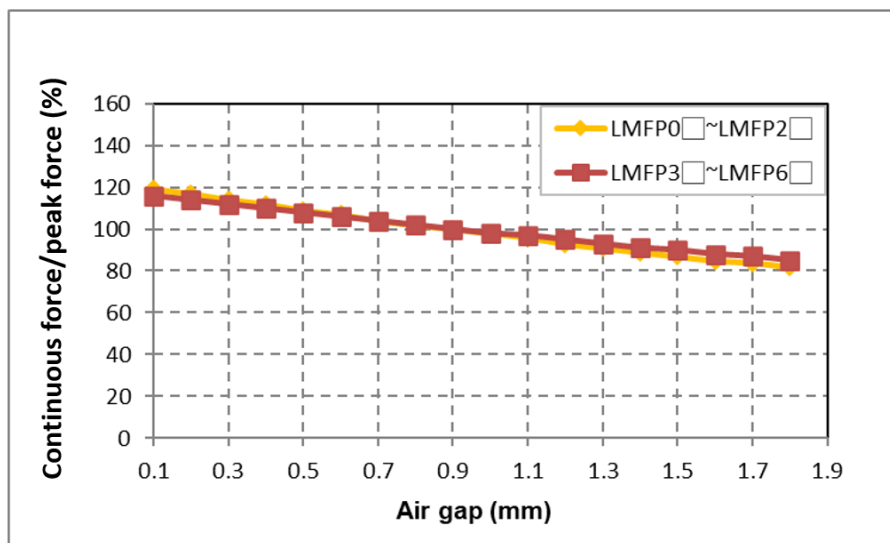
Přitažlivá síla řady LMFA5□-LMFA6□ (typ s epoxidem). Jednotka: N

Vzduchová mezera (mm)	LMFA52	LMFA53	LMFA54	LMFA62	LMFA63	LMFA64		
0	24 240	36 360	48 480	36 413	54 619	72 826		
0,7	17 951	26 927	35 903	26 966	40 450	53 933		
1,4	13 700	20 550	27 400	20 580	30 870	41 160		
2,1	10 635	15 953	21 271	15 977	23 965	31 953		
2,8	8379	12 568	16 757	12 586	18 880	25 173		
3,5	6650	9975	13 300	9989	14 984	19 979		
4,2	5332	7998	10 664	8010	12 014	16 019		
4,9	4297	6446	8595	6456	9683	12 911		
10	978	1467	1956	1469	2203	2938		
15	244	367	489	367	551	734		
20	62	92	123	93	139	185		
30	0	0	0	0	0	0		

3.2.3 Řada LMFP

○ Trvalá síla/špičková síla a vzduchová mezera: Typ s krytem

Obr. 3.8: Graf závislosti trvalé síly a vzduchové mezery u statoru typu LMFP s krytem



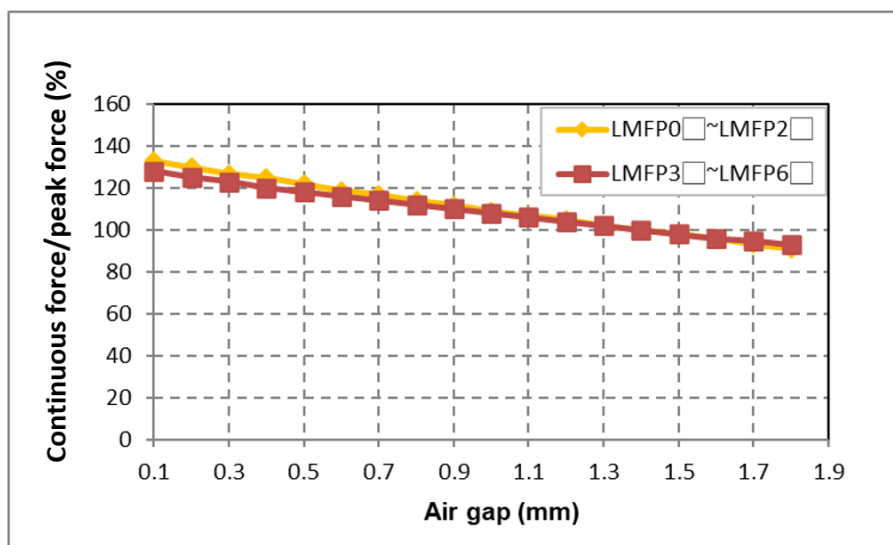
Tabulka 3.9: Srovnávací tabulka trvalé síly a vzduchové mezery u statoru typu LMFP s krytem

Trvalá síla/špičková síla řady LMFP (typ s krytem). Jednotka: %

Vzduchová mezera (mm)	LMFP0~LMFP2	LMFP3~LMFP6
0,1	119	116
0,2	117	114
0,3	114	112
0,4	112	110
0,5	109	108
0,6	107	106
0,7	104	104
0,8	102	102
0,9	100	100
1,0	98	98
1,1	96	97
1,2	93	95
1,3	91	93
1,4	89	91
1,5	87	90
1,6	85	88
1,7	84	87
1,8	82	85

- Trvalá síla a vzduchová mezera: Typ s epoxidem

Obr. 3.9: Graf závislosti trvalé síly a vzduchové mezery u statoru typu LMFP s epoxidem



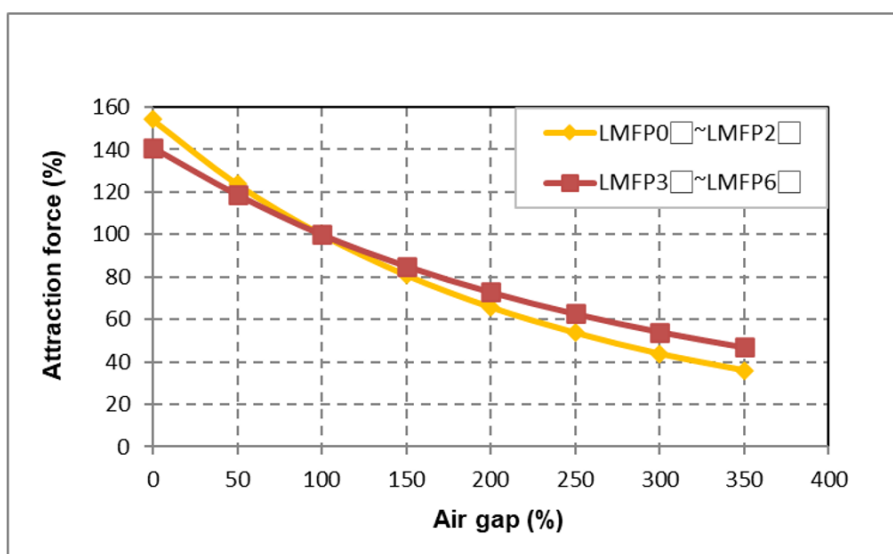
Tabulka 3.10: Srovnávací tabulka trvalé síly a vzduchové mezery u statoru typu LMFP s epoxidem

Trvalá síla/špičková síla řady LMFP (typ s epoxidem). Jednotka: %

Vzduchová mezera (mm)	LMFP0~LMFP2	LMFP3~LMFP6
0,1	133	128
0,2	130	125
0,3	127	123
0,4	125	120
0,5	122	118
0,6	119	116
0,7	117	114
0,8	114	112
0,9	112	110
1,0	109	108
1,1	107	106
1,2	105	104
1,3	102	102
1,4	100	100
1,5	98	98
1,6	96	96
1,7	93	95
1,8	91	93

○ Přitažlivá síla a vzduchová mezera: Typ s krytem

Obr. 3.10: Graf závislosti přitažlivé síly a vzduchové mezery u statoru typu LMFP s krytem



Tabulka 3.11: Srovnávací tabulka přitažlivé síly statoru a vzduchové mezery u typu LMFP0-2 s krytem

Přitažlivá síla řady LMFP0~LMFP2 (typ s krytem). Jednotka: N

Vzduchová mezera (mm)	LMFP01	LMFP02	LMFP03	LMFP11	LMFP12	LMFP13	LMFP14	LMFP21	LMFP22	LMFP23	LMFP24
0	641	1282	1925	1174	2348	3523	4697	1766	3533	5299	7065
0,45	515	1030	1546	943	1886	2829	3772	1418	2837	4255	5674
0,90	416	832	1249	762	1523	2285	3047	1146	2291	3437	4583
1,35	337	673	1011	617	1233	1850	2466	927	1855	2782	3710
1,80	274	548	822	501	1003	1504	2006	754	1508	2263	3017
2,25	224	448	672	410	820	1230	1639	616	1233	1849	2466
2,70	183	365	548	335	669	1004	1338	503	1007	1510	2013
3,15	150	300	450	275	549	824	1099	413	827	1240	1653
5	67	134	201	122	245	367	490	184	368	552	737
10	8	16	24	15	29	44	58	22	44	65	87
15	1	2	3	2	4	5	7	3	5	8	11
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka 3.12: Srovnávací tabulka přitažlivé síly statoru a vzduchové mezery u typu LMFP3~6 s krytem

Přitažlivá síla řady LMFP3□~LMFP4□ (typ s krytem). Jednotka: N

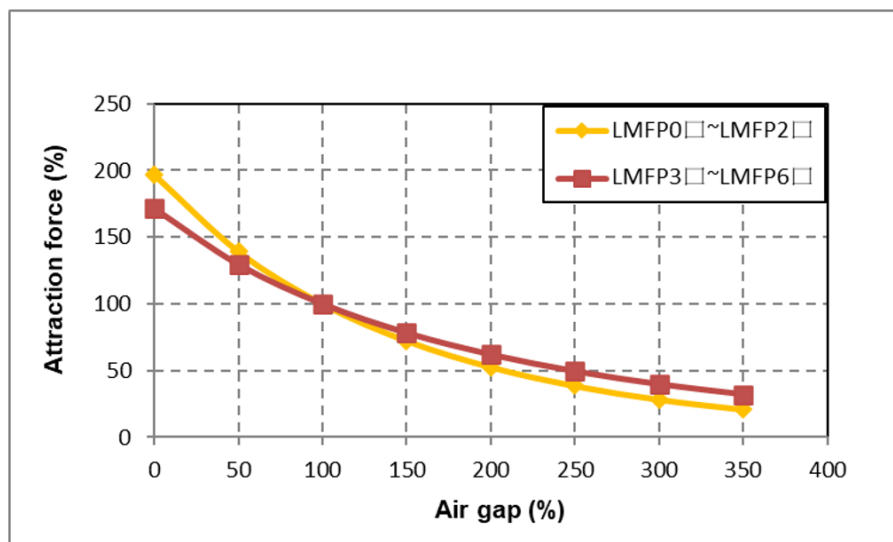
Vzduchová mezera (mm)	LMFP31	LMFP32	LMFP33	LMFP34	LMFP41	LMFP42	LMFP43	LMFP44
0	4404	8808	13 213	17 617	6606	13 213	19 819	26 425
0,45	3710	7419	11 129	14 839	5565	11 129	16 694	22 258
0,90	3121	6243	9364	12 485	4682	9364	14 046	18 728
1,35	2656	5313	7969	10 625	3984	7969	11 953	15 938
1,80	2273	4546	6819	9092	3409	6819	10 228	13 638
2,25	1955	3910	5864	7819	2932	5864	8797	11 729
2,70	1687	3374	5061	6748	2531	5061	7592	10 123
3,15	1461	2922	4383	5845	2192	4383	6575	8767
5	828	1657	2485	3313	1243	2485	3728	4970
10	196	393	589	786	295	589	884	1179
15	50	99	149	198	74	149	223	297
20	12	24	37	49	18	37	55	73

Přitažlivá síla řady LMFP5□~LMFP6□ (typ s krytem). Jednotka: N

Vzduchová mezera (mm)	LMFP52	LMFP53	LMFP54	LMFP62	LMFP63	LMFP64		
0	17 591	26 387	35 183	26 425	39 638	52 851		
0,45	14 814	22 226	29 635	22 258	33 388	44 517		
0,90	12 467	18 701	24 934	18 728	28 092	37 456		
1,35	10 610	15 914	21 219	15 938	23 906	31 875		
1,80	9079	13 618	18 157	13 638	20 457	27 276		
2,25	7808	11 712	15 616	11 729	17 593	23 458		
2,70	6739	10 108	13 477	10 123	15 184	20 245		
3,15	5836	8754	11 672	8767	13 150	17 534		
5	3309	4963	6617	4970	7455	9940		
10	785	1177	1569	1179	1768	2357		
15	198	297	396	297	446	595		
20	49	73	97	73	110	146		

○ Přitažlivá síla a vzduchová mezera: Typ s epoxidem

Obr. 3.11: Graf závislosti přitažlivé síly a vzduchové mezery u statoru typu LMFP s epoxidem



Tabulka 3.13: Srovnávací tabulka přitažlivé síly statoru a vzduchové mezery u typu LMFP0~2 s epoxidem

Přitažlivá síla řady LMFP0~LMFP2 (typ s epoxidem). Jednotka: N											
Vzduchová mezera (mm)	LMFP01	LMFP02	LMFP03	LMFP11	LMFP12	LMFP13	LMFP14	LMFP21	LMFP22	LMFP23	LMFP24
0	818	1637	2457	1499	2996	4495	5994	2255	4507	6762	9016
0,7	579	1158	1739	1061	2120	3181	4242	1595	3189	4785	6380
1,4	416	832	1249	762	1523	2285	3047	1146	2291	3437	4583
2,1	301	603	905	552	1103	1655	2207	830	1659	2489	3319
2,8	220	439	660	402	804	1207	1609	605	1210	1815	2420
3,5	161	322	483	295	589	884	1179	443	886	1330	1773
4,2	119	237	356	217	434	651	868	327	653	979	1306
4,9	88	175	263	160	321	481	641	241	482	723	965
10	10	21	31	19	38	57	76	28	57	85	114
15	2	3	5	3	6	9	12	4	9	13	18
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka 3.14: Srovnávací tabulka přitažlivé síly a vzduchové mezery u typu LMFP3~6 s epoxidem

Přitažlivá síla řady LMFP3~LMFP4 (typ s epoxidem). Jednotka: N

Vzduchová mezera (mm)	LMFP31	LMFP32	LMFP33	LMFP34	LMFP41	LMFP42	LMFP43	LMFP44
0	5355	10 713	16 068	21 424	8034	16 068	24 102	32 136
0,7	4044	8089	12 133	16 177	6067	12 133	18 200	24 266
1,4	3121	6243	9364	12 485	4682	9364	14 046	18 728
2,1	2444	4888	7332	9776	3666	7332	10 998	14 664
2,8	1936	3872	5807	7743	2904	5807	8711	11 615
3,5	1545	3091	4636	6181	2318	4636	6954	9272
4,2	1241	2483	3725	4966	1862	3725	5587	7450
4,9	1004	2009	3013	4017	1506	3013	4519	6026
10	974	1949	2923	3898	1462	2923	4385	5847
15	230	460	689	919	345	689	1034	1379
20	57	114	171	228	85	171	256	342
30	15	30	45	60	22	45	67	90

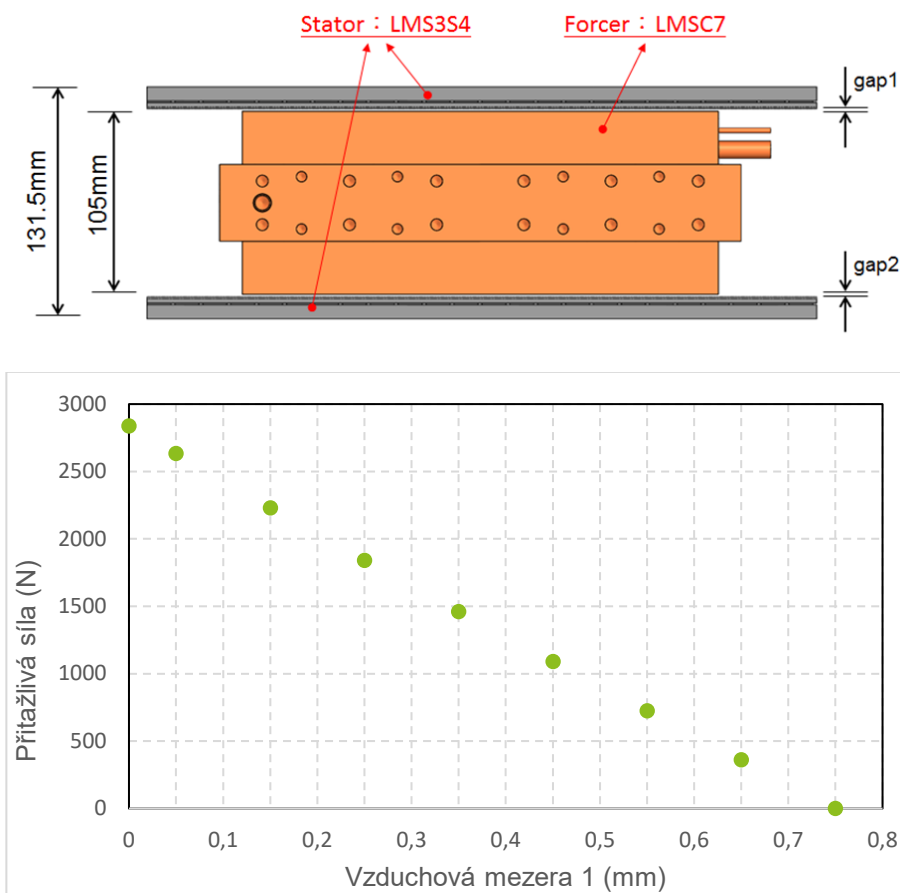
Přitažlivá síla řady LMFP5~LMFP6 (typ s epoxidem). Jednotka: N

Vzduchová mezera (mm)	LMFP52	LMFP53	LMFP54	LMFP62	LMFP63	LMFP64		
0	21 393	32 090	42 786	32 136	448 205	64 273		
0,7	16 154	24 231	32 307	24 266	36 399	48 532		
1,4	12 467	18 701	24 934	18 728	28 092	37 456		
2,1	9762	14 643	19 523	14 664	21 996	29 328		
2,8	7732	11 598	15 463	11 615	17 422	23 229		
3,5	6172	9258	12 344	9272	13 907	18 543		
4,2	4959	7439	9918	7450	11 175	14 899		
4,9	4011	6017	8023	6026	9039	12 052		
10	3892	5838	7784	5847	8770	11 693		
15	918	1377	1836	1379	2068	2758		
20	228	341	455	342	513	684		
30	60	90	119	90	135	179		

3.2.4 Řada LMSC

○ Přitažlivá síla a vzduchová mezera

Obr. 3.12: Graf závislosti mezi přitažlivou silou a vzduchovou mezerou u typu LMSC



Tabulka 3.15: Srovnávací tabulka přitažlivé síly a vzduchové mezery u typu LMSC

Řada	LMSC7(L) (WC)								
Vzduchová mezera 1 (mm)	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75
Vzduchová mezera 2 (mm)	1,5	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05	0,95	0,85	0,75
Přitažlivá síla (N)	2838	2633	2230	1840	1464	1090	724	361	0

3.3 Teplota prostředí a trvalá síla

Trvalá síla lineárního motoru HIWIN je definována na základě maximální teploty vinutí motorů této řady, dosažené při teplotě prostředí 25 °C. Pokud teplota provozního prostředí překročí 25 °C, trvalá síla dosažitelná motorem se sníží. Trvalou sílu, které lze dosáhnout, aniž by motor překročil maximální teplotu vinutí při různých teplotách prostředí, lze vypočítat podle následujícího vzorce.

$$\frac{T_{\max} - T_{\text{amb}}}{T_{\max} - T_0} = \frac{F_x^2}{F_C^2}$$

T_{\max} : Maximální teplota vinutí (katalogová hodnota) [°C]

T_{amb} : Teplota prostředí [°C]

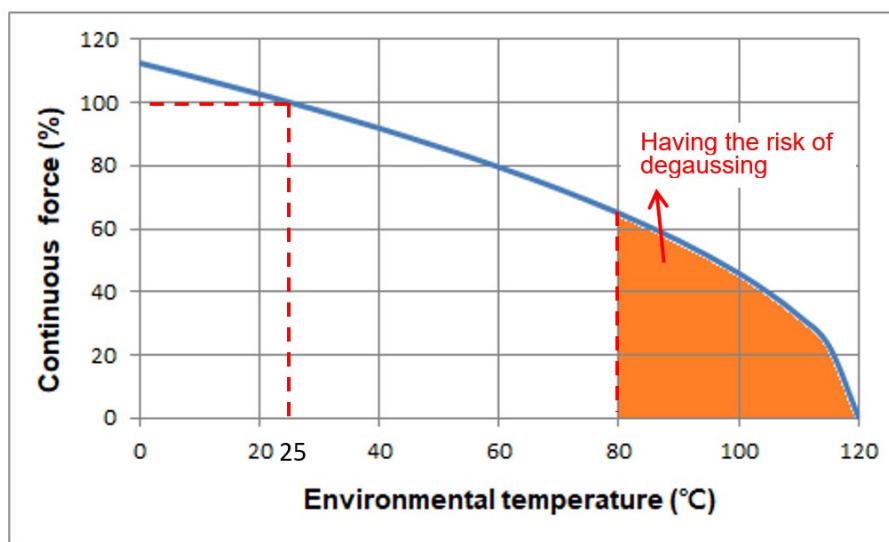
T_0 : Počáteční teplota motoru [°C], vodní chlazení $T_0 = 20$ °C, přirozené chlazení $T_0 = 25$ °C

F_C : Trvalá síla (katalogová hodnota) [N]

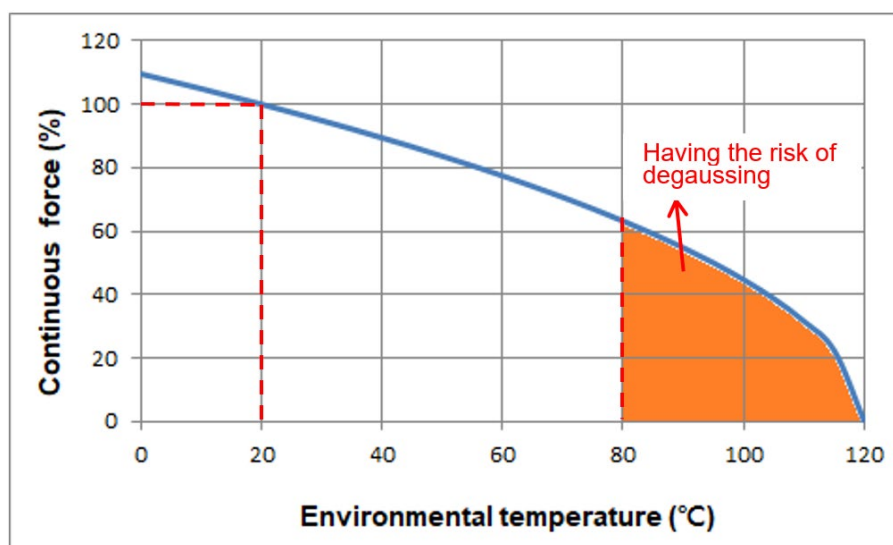
F_x : Dosažitelná trvalá síla při různých teplotách prostředí [N]

Vztah mezi různými teplotami prostředí a dosažitelnou trvalou silou je uveden na Obr. 3.13 a Obr. 3.14

Obr. 3.13: Graf závislosti teploty prostředí na trvalé síle u motoru s přirozeným chlazením



Obr. 3.14: Graf závislosti teploty prostředí na trvalé síle u motoru s vodním chlazením



3.4 Výpočet tepla motoru

3.4.1 Tepelné ztráty motoru

Během procesu přeměny elektrické energie na kinetickou energii motoru nevyhnutelně dochází také ke ztrátám v mědi, v železe a mechanickým ztrátám, přičemž ztráty v mědi jsou ztráty způsobené odporem při průchodu proudu cívkou forceru motoru, ztráty v železe jsou způsobeny přeměnou magnetického pole mezi magnety forceru a statoru a mechanické ztráty jsou obecně mnohem menší než ztráty v mědi a v železe, takže je lze vynechat.

Metoda výpočtu ztrát v mědi při trvalé síle je:

$$P_C = \frac{3}{2} \times R_{25} \times \{1 + [0,00393 \times (T_{\max} - 25)]\} \times I_C^2$$

P_C : Ztráty mědi při teplotě cívky T_{\max} [W]

R_{25} : Mezilinkový odpor při teplotě cívky 25 °C [Ω]

I_C : Trvalý proud při teplotě cívky T_{\max} A_{rms}

T_{\max} : Maximální teplota vinutí [°C] (viz katalog jednotlivých řad motorů)

Tepelné ztráty se přenášejí na povrch motoru především metodou vedení tepla. Na příkladu přirozeného chlazení vzduchem se zdroj ztrátového tepla přenáší do vnějšího prostředí odváděním tepla z povrchu motoru, který je ve styku se vzduchem, a teplo se dále odvádí tepelným zářením a tepelnou vodivostí z povrchu instalace. Na příkladu chlazení vodou využívá zdroj tepelných ztrát k přenosu tepla ze středu zdroje tepla do chladicího média tepelnou vodivost, a protože má chladicí médium koeficient tepelné vodivosti mnohem vyšší než vzduch, lze vliv přenosu tepla ze zdroje tepla do vzduchu vodivostí vynechat. Způsob chlazení motorů řady LMFA může být vodní nebo vzduchový. Ujistěte se, že použité parametry odpovídají parametrům uvedeným ve specifikaci, a mějte na paměti, že maximální teplota vinutí nesmí překročit 120 °C.

3.4.2 Trvalá provozní teplota

Teplota cívky motoru v ustáleném stavu je definována na základě poměru ztrát v mědi a v železe. Při použití lineárního motoru se ztráty v železe nemusí brát v úvahu. Celková ztráta motoru a jmenovitá trvalá síla (F_e) jsou definovány podle maximální teploty vinutí uvedené v katalogu. Pokud je ekvivalentní tažná síla (F_c) menší než jmenovitá trvalá síla (F_c), lze teploty cívky motoru v ustáleném stavu za různých provozních podmínek získat z následujícího vzorce.

Pokud je provozní proud nižší než jmenovitý proud ($I_e \leq I_C$), je jeho vztah mezi teplotou a tažnou silou následující

$$T_e = T_{\text{amb}} + \left(\frac{F_e}{F_c}\right)^2 \times (T_{\max} - 25)$$

T_e : Teplota cívky v ustáleném stavu při ekvivalentní tažné síle [°C]

T_{amb} : Teplota prostředí [°C]

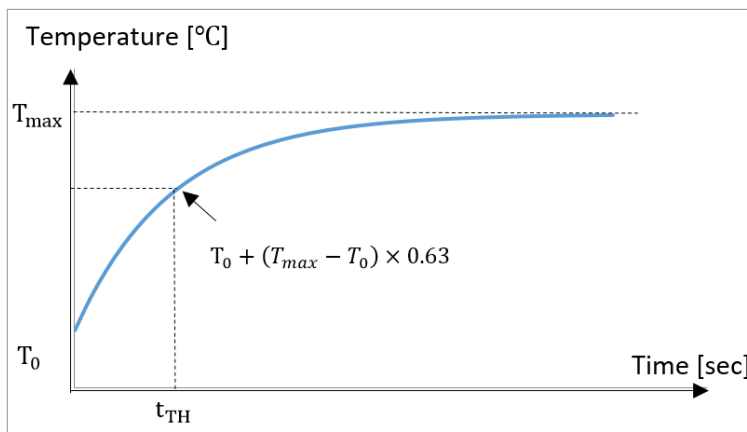
F_e : Ekvivalentní tažná síla skutečného provozu [N] (při teplotě cívky T_e)

F_c : Jmenovitá trvalá síla [N] (při teplotě cívky T_{\max})

3.4.3 Tepelná časová konstanta

Během provozu motoru souvisí teplota jeho cívky s tepelnou časovou konstantou. Tepelná časová konstanta je definována jako čas (jak je uvedeno na Obr. 3.15), kdy je rozdíl teplot mezi počáteční teplotou cívky T_0 a maximální dosaženou teplotou vinutí T_{\max} 63 %. Doba, za kterou motor dosáhne ustáleného stavu, je přibližně pětinašobek tepelné časové konstanty t_{TH} .

Obr. 3.15: Graf křivky nárůstu teploty motoru



Rovnice mezi tepelnou časovou konstantou a teplotou je

$$T(t) = T_0 + (T_{\max} - T_0) \times \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{t_{TH}}\right)}\right)$$

$T(t)$: Teplota cívky [°C] (v provozní době t)

T_0 : Počáteční teplota cívky [°C]

T_{\max} : Maximální teplota vinutí [°C]

t_{TH} : Tepelná časová konstanta [s] (viz katalog jednotlivých řad motorů)

t : Provozní doba [s]

Pokud se provozní proud pohybuje mezi jmenovitým a špičkovým proudem ($I_c < I_e < I_p$), je nutné nastavit dobu vypnutí při nečinnosti, aby se motor mohl ochladit. Kromě toho lze pro výpočet doby potřebné pro cyklus zatížení použít výše uvedenou tepelnou časovou konstantu. Nejprve se podle oddílu **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, ekvivalentní tažná síla skutečného provozu (F_e) použije k získání hodnoty teploty cívky v ustáleném stavu (T_e) při ekvivalentní tažné síle, podle které se pak použije následující rovnice k získání relativní maximální provozní doby.

Rovnice pro teplotu cívky v ustáleném stavu (T_e) při ekvivalentní tažné síle a maximální době provozu je následující

$$t = -t_{TH} \times \ln\left(1 - \frac{T_e - T_0}{T_{\max} - T_0}\right)$$

t : Maximální provozní doba [s]

Poznámka:

Teplota cívky (T_e) zde popsaného ekvivalentního proudu nesmí překročit maximální teplotu vinutí (T_{\max}) uvedenou v katalogu.

3.5 Výpočet chladicího systému

⚠ Výstraha! Riziko pracovní teploty.

Při nesprávné obsluze a v případě poruchy může dojít k přehřátí motoru a následnému požáru a kouři. To může mít za následek vážné poranění nebo smrtelný úraz. Nadměrně vysoké teploty dále poškozuji součásti motoru a vedou k častějším poruchám a zkrácení životnosti motorů.

- Motor provozujte podle příslušných specifikací.
- Před prací s výrobkem nechte forcer dostatečně vychladnout (v místnosti o teplotě 25 °C), abyste se nepopálili.
- Při zjištění neobvyklého zápachu, hluku, kouře nebo vibrací okamžitě vypněte elektrické napájení.

Chladicí systém motoru využívá k výpočtu především maximální odváděné teplo, minimální průtok chladicího média, rozdíl tlaku mezi vstupem a výstupem chladicího média a rozdíl teplot mezi vstupem a výstupem chladicího média. Provedení návrhu a volby chladicího systému podle katalogových hodnot umožňuje motoru dosáhnout během provozu optimálního výkonu. Pokud je ekvivalentní tažná síla motoru při skutečném provozu nižší než trvalá síla uvedená v katalogu, může být za podmínky, že motor může pracovat při vyšší teplotě (ale nepřekročí maximální teplotu vinutí 120 °C), snížen průtok chladicího média, aby se zabránilo nadměrné spotřebě čerpání. Podmínky chlazení lze správně nastavit na základě následujícího vzorce.

Následující vzorec lze použít k úpravě okrajové podmínky systému vodního chlazení podle různých ztrát výkonu motoru: Za provozních podmínek uživatele, kdy je ekvivalentní tažná síla menší než trvalá síla ($F_e < F_c$), lze pro určení průtoku chladicího média, který je třeba na straně zákazníka nastavit, použít následující rovnici pro řešení průtoku chladicího média odpovídajícího ekvivalentní tažné síle.

$$Q_{P,H,e} = \frac{Q_{P,H,MAX}}{(F_c/F_e)^2}$$

$$Q_{P,H,e} = 69,7 \times q_e \times \Delta T$$

kde

$Q_{P,H,e}$: Celkové ztráty motoru při působení ekvivalentní tažné síly [W]

$Q_{P,H,MAX}$: Maximální odváděné teplo [W]

ΔT : Rozdíl teploty mezi vstupem a výstupem [°C]

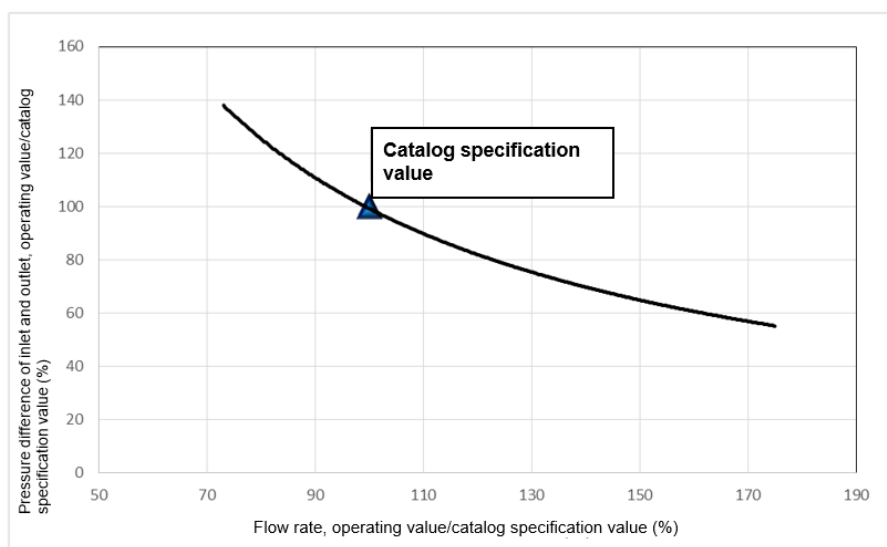
q_e : Průtok chladicího média při ekvivalentní tažné síle [l/min]

F_c : Trvalá síla (katalogová hodnota) [N]

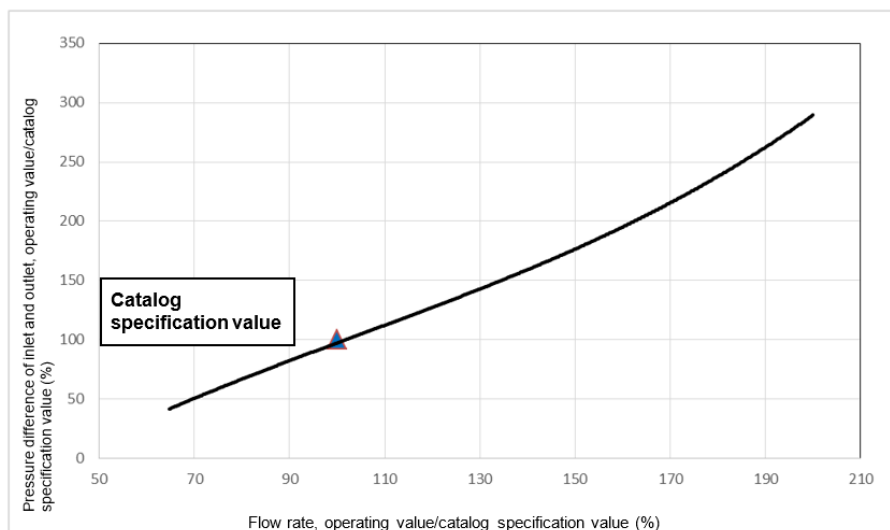
F_e : Ekvivalentní tažná síla skutečného provozu [N]

Vztah mezi průtokem chladicího média a rozdílem teploty na vstupu a výstupu je znázorněn na [Obr. 3.16](#) a vztah mezi rozdílem tlaku na vstupu a výstupu a průtokem je znázorněn na [Obr. 3.17](#).

Obr. 3.16: Graf závislosti průtoku chladicího média a rozdílu teploty na vstupu a výstupu



Obr. 3.17: Graf závislosti rozdílu tlaku na vstupu a výstupu a průtoku



3.6 Výběr chladicího zařízení

Při výběru chladicího zařízení se kromě zohlednění rozsahu použití zdroje energie a chladicí kapaliny jedná především o výběr chladicího výkonu a průtoku. Doporučuje se zvolit chladicí zařízení, které umožní motoru dosáhnout maximálního výkonu podle katalogové hodnoty nebo výpočtové hodnoty chladicího systému popsané v části 3.5 lze použít jako referenční hodnotu pro výběr.

3.6.1 Volba chladicího výkonu

Následuje příklad. Pokud jsou použity dva lineární motory LMFA31 a **maximální odváděné teplo** uvedené v katalogové specifikaci je 324 (W), pak součet maximálního odváděného tepla obou motorů činí $2 \times 324 = 648$ (W). Na příkladu chladicího zařízení motoru s maximálním odváděným teplem 648 (W) při frekvenci 50 Hz je chladicí výkon 980 (W), což je více než u motoru

Chladicí kapacita	KCAL/H 50/60 Hz	450/500	840/1,000	1,400/1,500	1,700/2,100	2,600/3,000	3,200/3,800
	W 50/60 Hz	525/580	980/1,170	1,630/1,750	1,980/2,450	2,900/3,500	3,700/4,400
	BTU/H 50/60 Hz	1,800/2,000	3,360/4,000	5,600/6,000	6,800/8,400	10,000/12,000	12,800/15,200
Regulace teploty	A	Pevný typ (rozsah nastavení 10 ~ 40 °C)					
	B	Typ se sledováním rozdílu teploty / teploty pláště stroje (rozsah nastavení -10 ~ +10 °C)					
Rozsah použití	Teplota místnosti	10 ~ 40 °C					
	Teplota oleje	10 ~ 30 °C					
Výkon		3φ200~230 V 50/60 Hz					
Motor (W)	Kompresor	460			740	1135	1450
	Ventilátor	56	50	95		180	
	Čerpadlo	120	750				
Průtok čerpadla (l/min)	50 Hz	2	40				
	60 Hz	3,5	50				

Specifikace řady LMFA3	Symbol	Jednotka	LMFA31	LMFA31L
Trvalá síla	F_c	N	380	380
Trvalý proud	I_c	A (rms)	3,1	4,6
Trvalá síla (WC)	$F_c (wc)$	N	759	759
Trvalý proud (WC)	$I_c (wc)$	A (rms)	6,2	9,1
Špičková síla (1 sekunda)	F_p	N	1750	1750
Špičkový proud (1 sekunda)	I_p	A (rms)	19,2	28,3
Konstanta síly	K_f	NENÍ K DISPOZICI (rms)	122,7	83,1
Přitažlivá síla	F_a	N	3430	3430
Maximální teplota vinutí	T_{max}	°C		
Elektrická časová konstanta	K_e	ms	11,3	11,4
Odpor (mezilinkový, 25 °C)	R_{25}	Ω	4,3	1,9
Odpor (mezilinkový, 120 °C)	R_{120}	Ω	5,6	2,6
Indukčnost (mezilinková)	L	mH	48,3	22,2
Vzdálenost páru pólů	2τ	mm		
Konstanta zpětného elektromagnetického pole (mezilinková)	K_v	Vrms (m/s)	70,9	48,0
Konstanta motoru (25 °C)	K_m	N/VW	48,4	48,7
Tepelný odpor	R_{th}	°C/W	1,17	1,19
Tepelný odpor (WC)	$R_{th} (wc)$	°C/W	0,29	0,30
Minimální průtok	-	l/min	4,0	4,0
Teplota chladicí vody	-	°C		
Spínač snímače teploty	-			
Maximální rychlost při špičkové síle	V_{max}, F_{max}	m/s	4,08	6,19
Maximální výstupní výkon	PEL, MAX	W	10 255	13 910
Maximální odváděné teplo	$Q_{P, H, MAX}$	W	324	320
Točivý moment s uzamčeným rotorem (vodní chlazení)	F_e	N	531	531
Zastavovací proud (vodní chlazení)	I_0	A (rms)	4,3	6,4

Tabulka 3.16: Volba výkonu chladicího zařízení

Chladicí kapacita	KCAL/H 50/60 Hz	450/500	840/1,000	1,400/1,500	1,700/2,100	2,600/3,000	3,200/3,800
	W 50/60 Hz	525/580	980/1,170	1,630/1,750	1,980/2,450	2,900/3,500	3,700/4,400
	BTU/H 50/60 Hz	1,800/2,000	3,360/4,000	5,600/6,000	6,800/8,400	10,000/12,000	12,800/15,200
Regulace teploty	A	Pevný typ (rozsah nastavení 10 ~ 40 °C)					
	B	Typ se sledováním rozdílu teploty / teploty pláště stroje (rozsah nastavení ~10 ~ +10 °C)					
Rozsah použití	Teplota místnosti	10 ~ 40 °C					
	Teplota oleje	10 ~ 30 °C					
Výkon		3φ200~230 V 50/60 Hz					
Motor (W)	Kompresor	460			740	1135	1450
	Ventilátor	56	50	95		180	
	Čerpadlo	120	750				
Průtok čerpadla (l/min)	50 Hz	2	40				
	60 Hz	3,5	50				

3.6.2 Volba průtoku

Pokud je chladicí zařízení pod zvolenou frekvencí (50/60 Hz), musí být průtok čerpadla větší než součet minimálního průtoku motoru a tlak generovaný průtokem čerpadla musí být větší než součet tlakových ztrát vnitřní chladicí smyčky motoru. Pokud je chladicí smyčka velkého zařízení delší, je třeba vzít v úvahu pokles tlaku způsobený odporem potrubí smyčky.

Následuje příklad. Pokud jsou použity dva lineární motory LMFA31 a **minimální průtok** uvedený v katalogové specifikaci je 4,0 (l/min), pak součet minimálních průtoků obou motorů činí $2 \times 4,0 = 8,0$ (l/min). Na příkladu chladicího zařízení [Tabulka 3.16](#) je průtok čerpadla při 50 Hz 40 (l/min), což je více než minimální průtok motoru 8,0 (l/min).

Specifikace řady LMFA3	Symbol	Jednotka	LMFA31	LMFA31L
Trvalá síla	F_c	N	380	380
Trvalý proud	I_c	A (rms)	3,1	4,6
Trvalá síla (WC)	$F_c (wc)$	N	759	759
Trvalý proud (WC)	$I_c (wc)$	A (rms)	6,2	9,1
Špičková síla (1 sekunda)	F_p	N	1750	1750
Špičkový proud (1 sekunda)	I_p	A (rms)	19,2	28,3
Konstanta síly	K_f	NENÍ K DISPOZICI (rms)	122,7	83,1
Přitažlivá síla	F_a	N	3430	3430
Maximální teplota vinutí	T_{max}	°C		
Elektrická časová konstanta	K_e	ms	11,3	11,4
Odpor (mezilinkový, 25 °C)	R_{25}	Ω	4,3	1,9
Odpor (mezilinkový, 120 °C)	R_{120}	Ω	5,6	2,6
Indukčnost (mezilinková)	L	mH	48,3	22,2
Vzdálenost páru pólů	2τ	mm		
Konstanta zpětného elektromagnetického pole (mezilinková)	K_v	Vrms (m/s)/	70,9	48,0
Konstanta motoru (25 °C)	K_m	N/W	48,4	48,7
Tepelný odpor	R_{th}	°C/W	1,17	1,19
Tepelný odpor (WC)	$R_{th} (wc)$	°C/W	0,29	0,30
Minimální průtok	-	l/min	4,0	4,0
Teplota chladicí vody	-	°C		
Spínač snímače teploty	-			
Maximální rychlost při špičkové síle	V_{max}, F_{max}	m/s	4,08	6,19
Maximální výstupní výkon	PEL, MAX	W	10 255	13 910
Maximální odváděné teplo	$Q_{p, H, MAX}$	W	324	320
Točivý moment s uzamčeným rotorem (vodní chlazení)	F_e	N	531	531
Zastavovací proud (vodní chlazení)	I_0	A (rms)	4,3	6,4

Tabulka 3.16: Volba průtoku chladicího zařízení

Chladicí kapacita	KCAL/h 50/60 Hz	450/500	840/1,000	1,400/1,500	1,700/2,100	2,600/3,000	3,200/3,800
	W 50/60 Hz	525/580	980/1,170	1,630/1,750	1,980/2,450	2,900/3,500	3,700/4,400
	BTU/h 50/60 Hz	1,800/2,000	3,360/4,000	5,600/6,000	6,800/8,400	10,000/12,000	12,800/15,200
Regulace teploty	A	Pevný typ (rozsah nastavení 10 ~ 40 °C)					
	B	Typ se sledováním rozdílu teploty / teploty pláště stroje (rozsah nastavení ~10 ~ +10 °C)					
Rozsah použití	Teplota místnosti	10 ~ 40 °C					
	Teplota oleje	10 ~ 30 °C					
Výkon		3φ200~230 V 50/60 Hz					
Motor (W)	Kompresor	460			740	1135	1450
	Ventilátor	56	50	95		180	
	Čerpadlo	120	750				
Průtok čerpadla (l/min)	50 Hz	2	40				
	60 Hz	3,5	50				

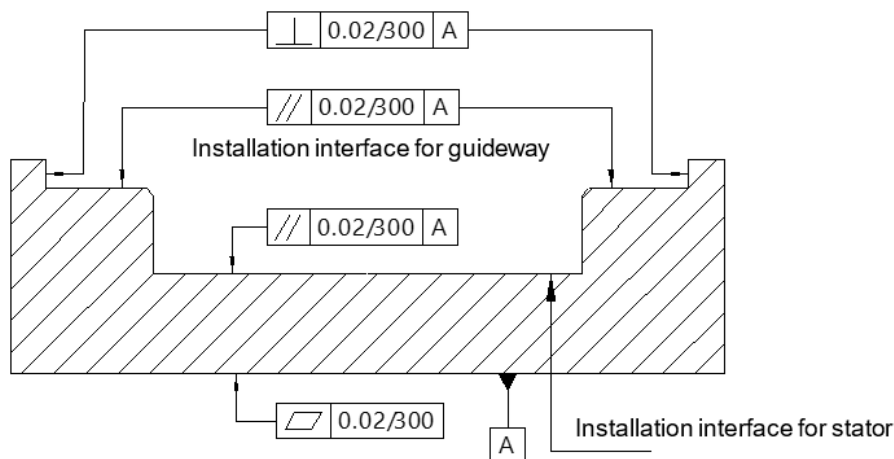
Výše uvedené informace stručně popisují výběr chladicího zařízení. V případě jakýchkoli dotazů ohledně výběru chladicího zařízení doporučujeme se s těmito informacemi obrátit na výrobce chladicího zařízení.

4 Mechanické rozhraní motoru

4.1 Rozhraní sestavy lineárního motoru s železným jádrem

Po montáži dodržujte rozměr mezery mezi forcerem a statorem. To ovlivní výkon a spolehlivost lineárního motoru. Pečlivě navržený polohovací stupeň a správná hodnota tolerance zlepši stabilitu výrobků. Níže je uveden řez typickou základnou lineárního motorového stupně a navrhovaná hodnota tolerance. Rovinnost instalačního rozhraní se statorem by měla být 0,02 mm na 300 mm (jak je znázorněno na Obr. 4.1).

Obr. 4.1: Řez konstrukcí základny

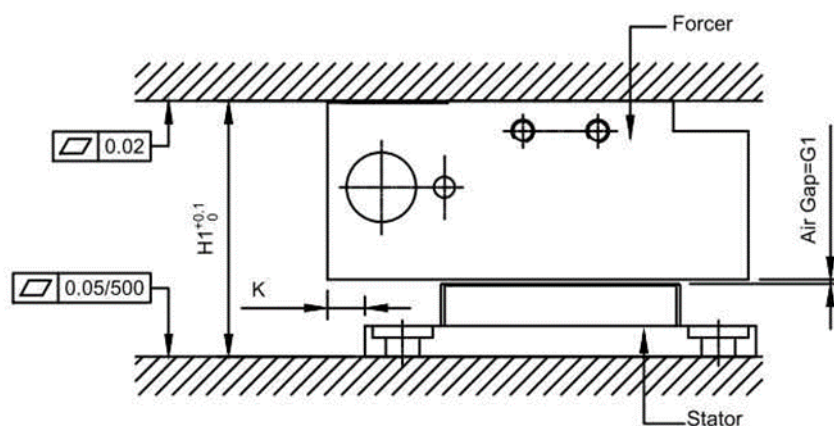


Po montáži dbejte na celkovou výšku sestavy H a rozměry vzduchové mezery mezi forcerem a statorem G, které ovlivňují výkon a spolehlivost lineárního motoru (viz specifikace vzduchové mezery jednotlivých řad motorů). Existují dva typy statorů: verze s nerezovým krytem a verze s epoxidem.

Forcer a stator lineárního motoru s železnými jádry mají mezi sebou velkou magnetickou přitažlivost (hodnotu přitažlivosti najdete v katalogu lineárních motorů Fa jednotlivých řad). Proto musíme při návrhu instalačních rozhraní forceru i statoru zohlednit a vypočítat deformaci způsobenou přitažlivostí, aby bylo možné dodržet výšku celkového složení H a vzduchovou mezeru mezi forcerem a statorem G. V případě, že dojde k výskytu nesprávné vzduchové mezery G způsobené konstrukční deformací nebo interferenčním poškozením forceru a statoru, nenese společnost HIWIN odpovědnost za bezplatné opravy nebo seřízení.

4.1.1 Lineární motory s železným jádrem řady LMSA

Obr. 4.2: Sestava lineárního motoru LMSA s železným jádrem



Tabulka 4.1: Rozměry sestavy lineárního motoru LMSA s železným jádrem

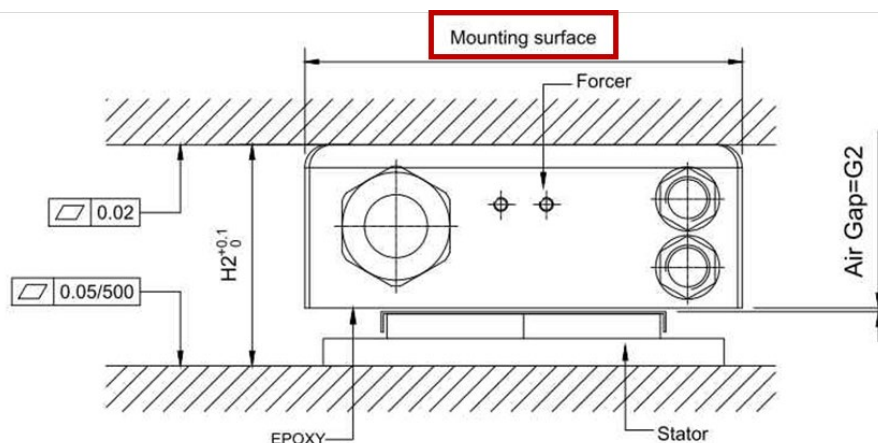
Model	Rozměry (mm)				
	H1	K	K1	G1	
				Nerezový kryt	Epoxid
LMSA1 □ LMSA1 □-Z	34	5	-	0,6 $+0,35/-0,25$	0,6 $\pm 0,25$
LMSA2 □ LMSA2 □-Z	34	3			
LMSA3 □ LMSA3 □-Z	36	3			
LMSAC □	36	1,75	4,25		

4.1.2 Řada lineárních motorů LMFA s vodním chlazením

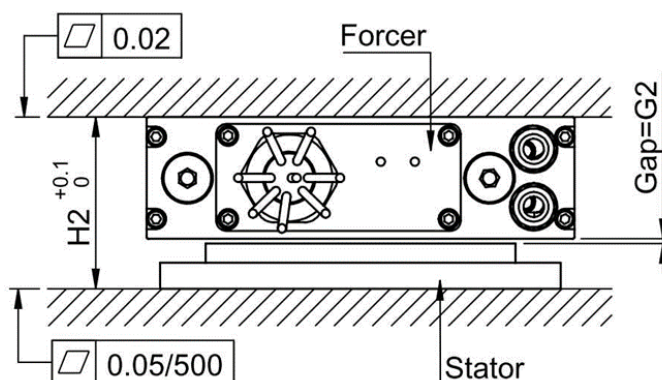
Poznámka:

- Přesné rozměry instalace vodního chlazení nejsou součástí dodávky.
- Při měření šířky forceru se doporučuje, aby měřeným povrchem byla montážní plocha forceru LMFA, protože by mohlo docházet k rozpínání nebo smršťování epoxidové pryskyřice při změnách teploty, jak je uvedeno na níže uvedených obrázcích Obr. 4.3.

Obr. 4.3: Sestava lineárního motoru LMFA s vodním chlazením



Obr. 4.4: Sestava lineárního motoru LMFP s vodním chlazením



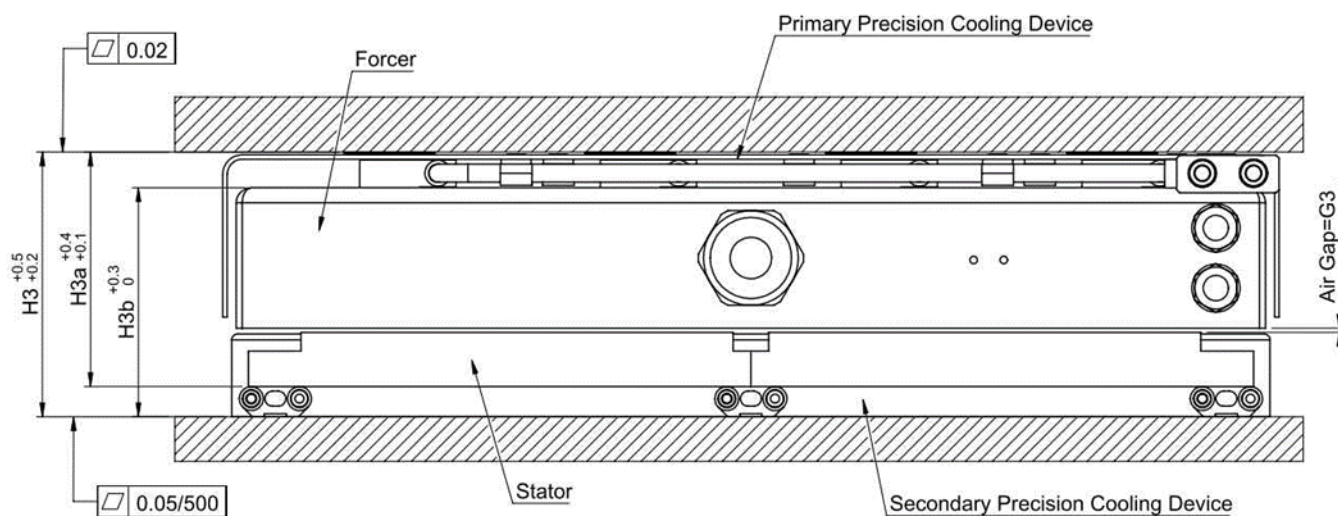
Tabulka 4.2: Rozměry sestavy lineárního motoru LMFA/LMFP s vodním chlazením

Model	Rozměry (mm)		
	H2	G2	
		Nerezový kryt	Epoxid
LMFA0□	48,5	0,9 ±0,2	1,4 ±0,2
LMFA1□	48,5		
LMFA2□/LMFP2□	50,5		
LMFA3□/LMFP3□	64,1		
LMFA4□/LMFP4□	66,1		
LMFA5□/LMFP5□	64,1		
LMFA6□/LMFP6□	66,1		

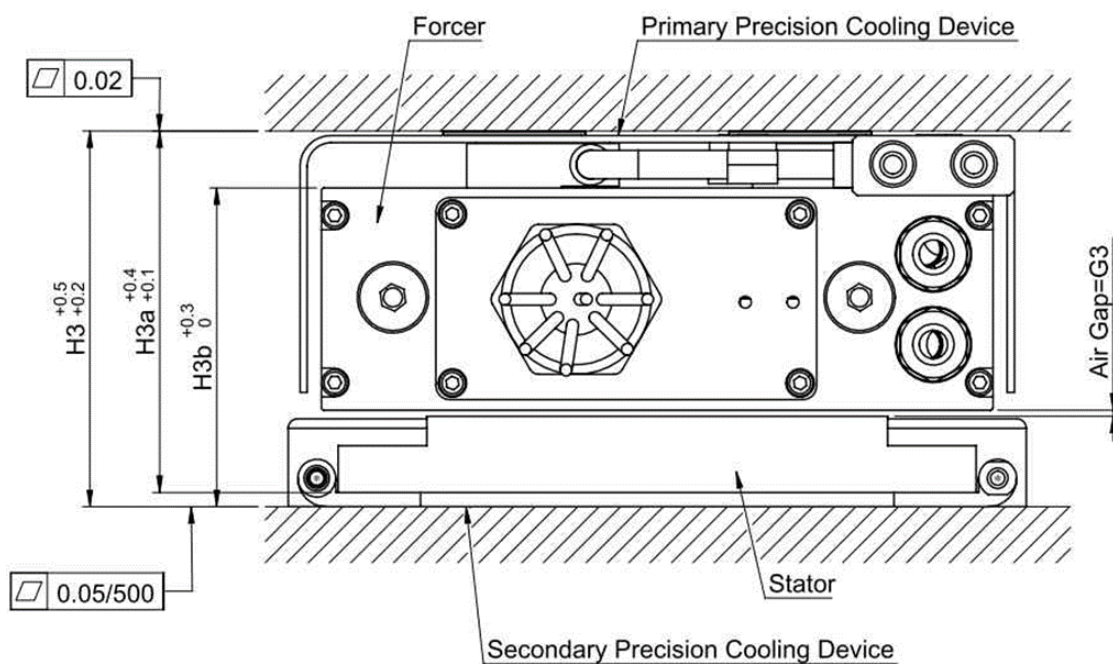
Poznámka:

Přesné rozměry instalace vodního chlazení LMFC jsou součástí dodávky.

Obr. 4.5: Sestava lineárního motoru LMFA s přesným vodním chlazením



Obr. 4.6: Sestava lineárního motoru s přesným vodním chlazením LMFP



Tabulka 4.3: Rozměry sestavy lineárního motoru s přesným vodním chlazením LMFA/LMFP

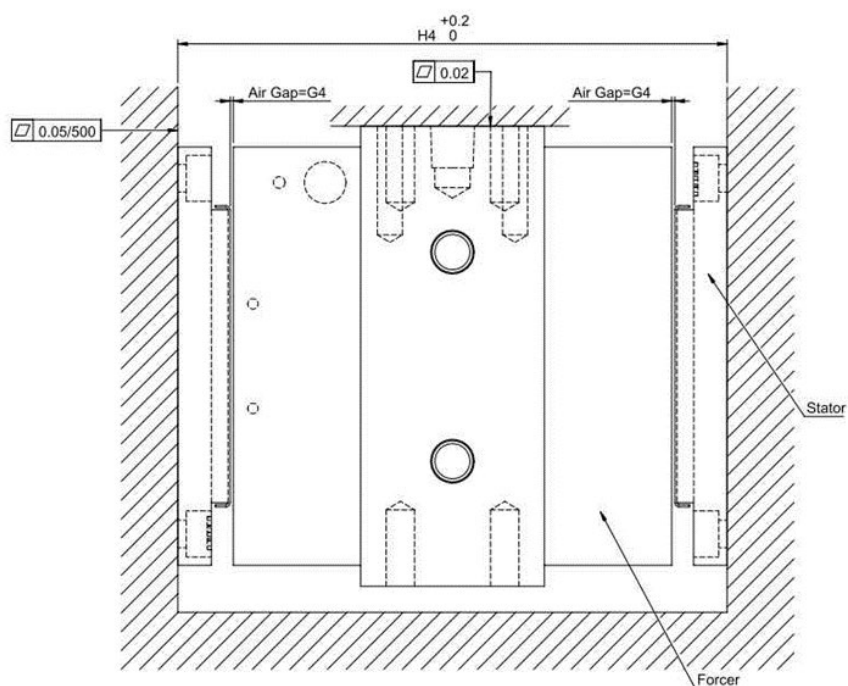
Model	Rozměry (mm)				
	H3	H3a	H3b	G3	
				Nerezový kryt	Epoxid
LMFA0 □	–				
LMFA1 □					
LMFA2 □					
LMFA3 □/LMFP3 □	79,0	76	67,1	0,9 $\pm 0,5$	1,4 $\pm 0,5$
LMFA4 □/LMFP4 □	81,0	78	69,1		
LMFA5 □/LMFP5 □	86,0	76	74,1		
LMFA6 □/LMFP6 □	88,0	78	76,1		

Poznámka:

- H3: Zahrnuje forcer, stator, přesný systém chladicího zařízení pro forcer a stator.
- H3a: Zahrnuje forcer, stator a systém přesného chladicího zařízení forceru.
- H3b: Zahrnuje forcer, stator a systém přesného chladicího zařízení statoru.

4.1.3 Lineární motory řady LMSC s dvojitým tahem

Obr. 4.7: Sestava lineárního motoru LMSC s dvojitým tahem

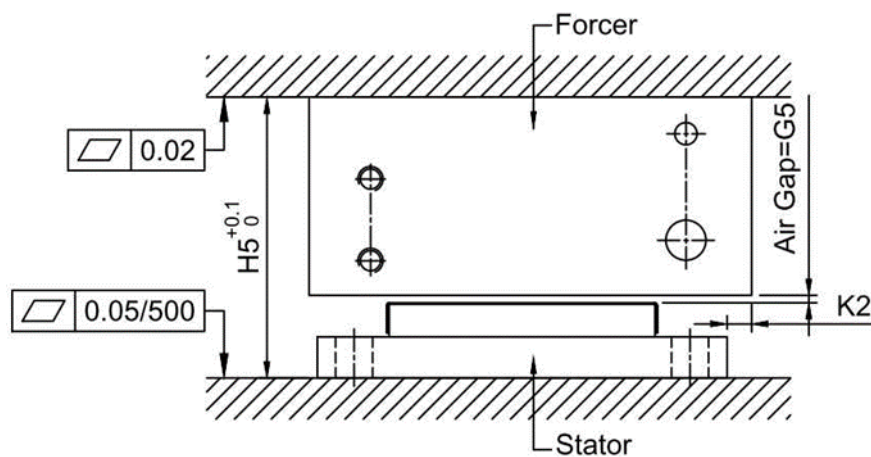


Tabulka 4.4: Rozměry sestavy lineárního motoru LMSC s dvojitým tahem

Model	Rozměry (mm)	
	H4	G4
LMSC7	131,5	0,75 $+0,35/-0,2$

4.1.4 Lineární motor řady LMSS s železným jádrem

Obr. 4.8: Sestava lineárního motoru LMSS s železným jádrem



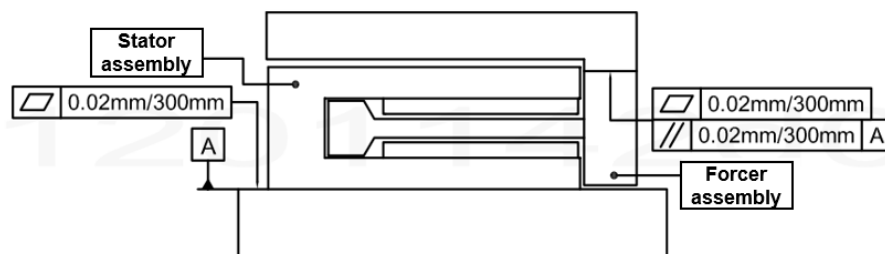
Tabulka 4.5: Rozměry sestavy lineárního motoru LMSS s železným jádrem

Model	Rozměry (mm)		
	H5	K2	G5
LMSS11	34,3	3	0,9 $+0,3/-0,35$

4.2 Rozhraní pro mechanickou instalaci bezželezného lineárního motoru (LMC)

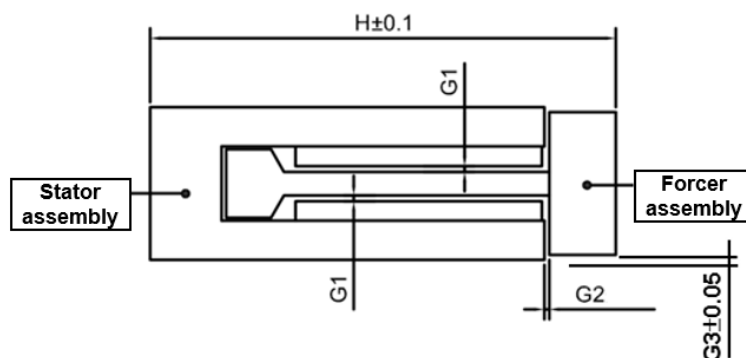
Pro montážní plochu (vztažná rovina A) bezželezného lineárního motoru upevněnou na sestavě statoru je doporučená přesnost roviny 0,02 mm/300 mm. Pro montážní plochu upevněnou na sestavě forceru je doporučená přesnost roviny 0,02 mm/300 mm a je rovnoběžná se vztažnou rovinou A a rovnoběžná přesnost činí 0,02 mm/300 mm.

Obr. 4.9: Přesnost montáže rozhraní pro instalaci bezželezného lineárního motoru



Při instalaci bezželezného lineárního motoru se sestavou forceru a statoru věnujte zvláštní pozornost rozměrům (H a G1 a G2 a G3) mezi forcerem a staturem. Tyto rozměry mohou ovlivnit výkon a spolehlivost lineárního motoru. (Hodnoty H a G1 a G2 a G3 naleznete v [Tabulka 4.6](#))

Obr. 4.10: Instalační rozměry bezželezného lineárního motoru



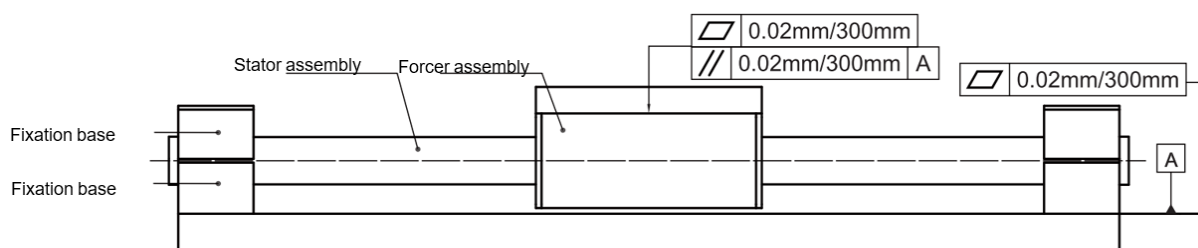
Tabulka 4.6: Přehled rozměrů bezželezného lineárního motoru

Model	Rozměr (mm)			
	H	G1	G2	G3
LMCA	74,5	$\geq 0,4$	1,0	1,0
LMCB	94,5	$\geq 0,4$	1,0	1,0
LMCC	117,5	$\geq 0,4$	1,0	3,0
LMCD	105,0	$\geq 0,4$	1,2	1,0
LMCE	125,0	$\geq 0,4$	1,2	1,0
LMCF	172,0	$\geq 0,4$	1,2	2,3
LMC-EFC	68,5	$\geq 0,4$	1,3	0,35
LMC-EFE	93,0	$\geq 0,4$	1,3	0,35
LMC-EFF	122,0	$\geq 0,4$	1,4	0,50
LMC-HUB	53,0	$\geq 0,4$	0,5	0,65

4.3 Rozhraní pro mechanickou instalaci hřídelového lineárního motoru (LMT)

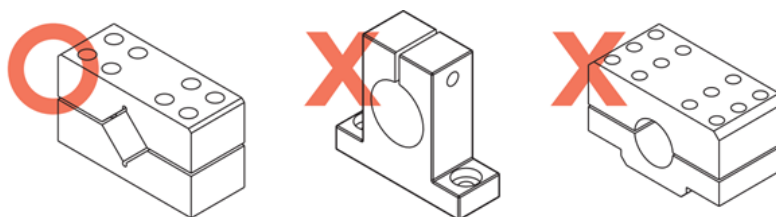
Pro montážní plochu upevňovací základny (vztažná rovina A) upevněnou pod sestavou statoru je doporučena přesnost roviny 0,02 mm/300 mm. Pro montážní plochu upevněnou na sestavě forceru je doporučena přesnost roviny 0,02 mm/300 mm a je rovnoběžná se vztažnou rovinou A a rovnoběžná přesnost činí 0,02 mm/300 mm.

Obr. 4.11: Geometrická přesnost rozhraní pro instalaci hřídelového lineárního motoru



Doporučené provedení upevňovací základny je použití nosníku ve tvaru V.

Obr. 4.12: Konstrukce upevňovací základny



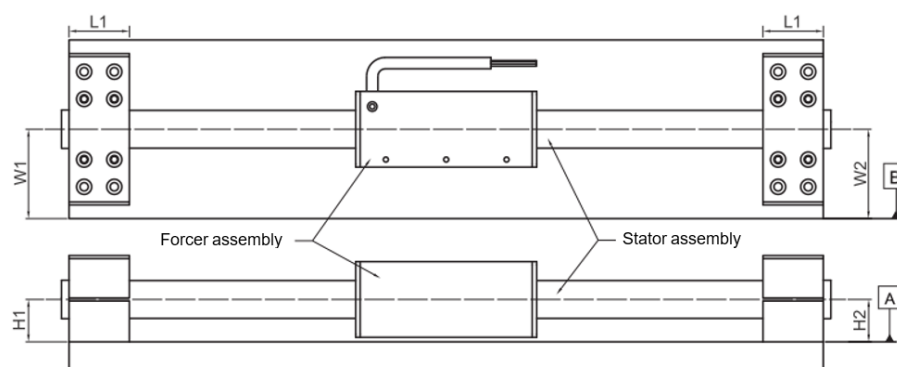
Délku upevňovací základny (L1) pro zajištění statoru lze měnit pro různé zdvihy.

Tabulka 4.7: Zajišťovací délka upevňovací základny

Model	LMT2D/LMT2T/LMT2Q		
Zdvih S (mm)	50 ~ 350	400 ~ 800	850 ~ 1,050
L1 (mm)	25	40	60
Model	LMT6D/LMT6T/LMT6Q		
Zdvih S (mm)	100 ~ 350	400 ~ 800	850 ~ 1,050
L1 (mm)	25	40	60
Model	LMTA2/LMTA3/LMTA4		
Zdvih S (mm)	100 ~ 300	350 ~ 700	750 ~ 1,550
L1 (mm)	25	40	60
Model	LMTB2/LMTB3/LMTB4		
Zdvih S (mm)	100 ~ 700	750 ~ 1,300	1350 ~ 1,550
L1 (mm)	50	70	100
Model	LMTC2/LMTC3/LMTC4		
Zdvih S (mm)	100 ~ 750	800 ~ 1,500	1,550 ~ 2,000
L1 (mm)	50	70	100

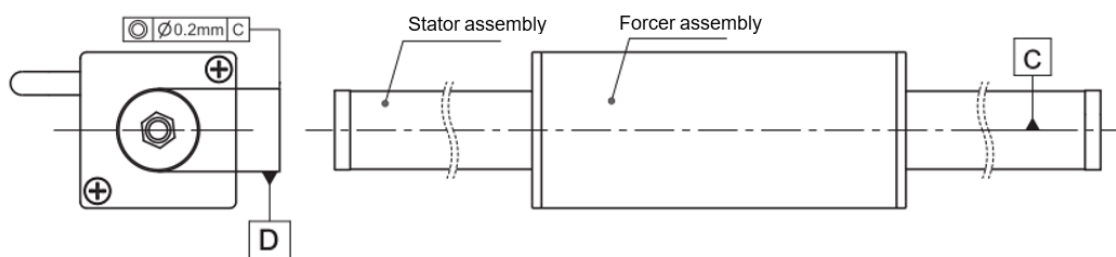
Hodnoty H1 i H2 se vztahují k výškovému rozměru od vztažné roviny A ke středu sestavy statoru. Doporučuje se, aby po instalaci sestavy statoru nepřesáhl výškový rozdíl 0,2 mm. Hodnoty W1 i W2 se vztahují k výškovému rozměru od vztažné roviny B ke středu sestavy statoru. Doporučuje se, aby po instalaci sestavy statoru nepřesáhl výškový rozdíl 0,2 mm; $|H1-H2| \leq 0,2 \text{ mm}$; $|W1-W2| \leq 0,2 \text{ mm}$. (jak je znázorněno na Obr. 4.13)

Obr. 4.13: Instalační rozměry sestavy satoru



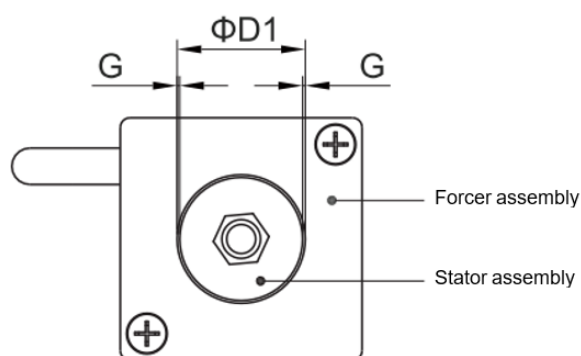
Vztažný bod C označuje střed sestavy satoru a vztažný bod D označuje referenční osu sestavy forceru. Doporučuje se, aby po instalaci sestavy forceru a satoru nebyla souosost vztažných bodů C a D větší než 0,2 mm. (jak je znázorněno na [Obr. 4.14](#))

Obr. 4.14: Geometrická tolerance montážní výšky forceru a satoru



Při montáži sestavy forceru a satoru věnujte zvláštní pozornost rozměru (G) mezi forcerem a statorem, tyto rozměry mohou ovlivnit výkon a spolehlivost lineárního motoru (jak je znázorněno na [Obr. 4.15](#)). (Hodnoty G, $\Phi D1$ jsou uvedeny v [Tabulka 4.8](#)).

Obr. 4.15: Přesnost instalačních rozměrů forceru a satoru

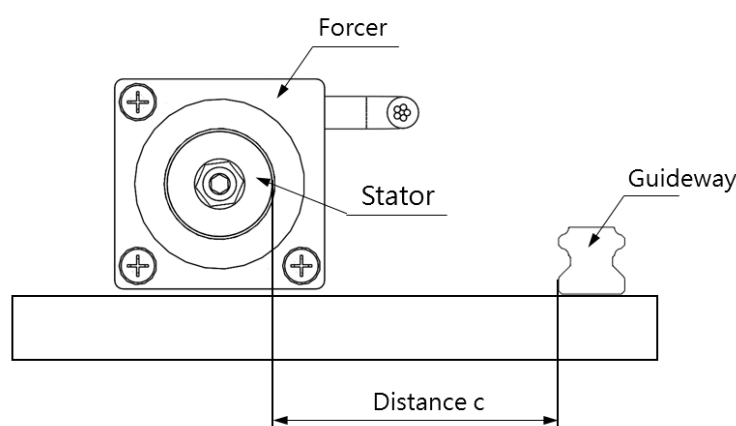


Tabulka 4.8: Instalační rozměry

Model	Rozměry (mm)	
	Ø D1	G
LMT2	13	0,25 ~ 0,50
LMT6	16	0,25 ~ 0,50
LMTA	21,5	0 375 ~ 0,75
LMTB	26,5	0 375 ~ 0,75
LMTC	37	0,50 ~ 1,00

Vodící dráha je magnetický prvek, který může snadno vytvářet přitažlivou sílu se statorem. Aby nedošlo k deformaci statoru vlivem přitažlivé síly a k problémům při instalaci, dodržujte instalační vzdálenost (c) podle obrázku [Obr. 4.16](#) a [Tabulka 4.9](#).

Obr. 4.16: Instalační vzdálenost při instalaci vodící dráhy

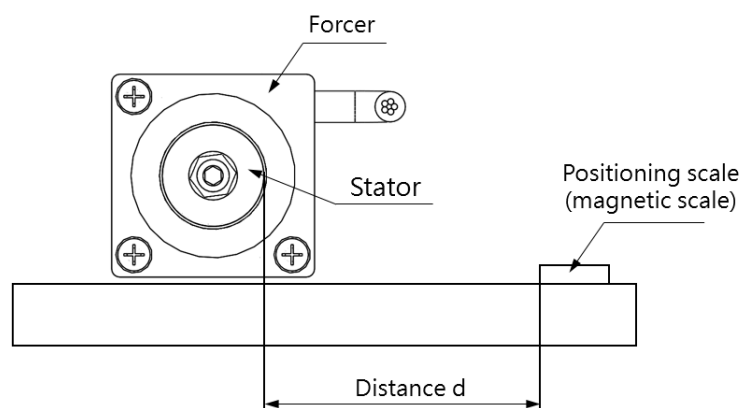


Tabulka 4.9: Instalační vzdálenost

Řada	LMT2	LMT6	LMTA	LMTB	LMTC
c (mm)	≥ 30	≥ 30	≥ 40	≥ 50	≥ 80

Při instalaci magnetické stupnice by měla být dodržena také instalační vzdálenost (d), jak je znázorněno na [Obr. 4.17](#) a v [Tabulka 4.10](#), jinak by při příliš silném magnetickém poli snadno docházelo k rušení při polohování.

Obr. 4.17: Instalační vzdálenost při instalaci magnetické stupnice



Tabulka 4.10: Instalační vzdálenost

Řada	LMT2	LMT6	LMTA	LMTB	LMTC
d (mm)	≥ 40	≥ 50	≥ 60	≥ 70	≥ 100

4.4 Paralelní instalace forcerů

Lineární motory mohou být paralelně seskupeny pomocí několika sad forcerů. Při paralelní instalaci více sad forcerů je nutné ověřit, zda jsou modely motorů navzájem shodné. Kromě toho se montáž provádí podle směru výstupu a konstrukce s paralelním rozpětím (ΔX), aby se zajistilo, že budou fáze lineárního motoru před aktivací stejné. Paralelní rozpětí a výstupní vztah při instalaci jednotlivých sériových motorů budou podrobněji vysvětleny v jedné z dalších kapitol. Výpočet paralelních parametrů motoru naleznete v [Tabulka 4.10](#).

Tabulka 4.11: Výpočet paralelních parametrů motoru

	Jedna jednotka	2 paralelní jednotky	3 paralelní jednotky	4 paralelní jednotky
Odpor (Ω)	A	A/2	A/3	A/4
Indukčnost (mH)	B	B/2	B/3	B/4
Konstanta síly (N/Arms)	C	C	C	C
Konstanta zpětného elektromagnetického pole ($V_{rms}/(m/s)$)	D	D	D	D
Trvalý proud (Arms)	E	E*2	E*3	E*4
Špičkový proud (Arms)	F	F*2	F*3	F*4
Trvalá síla (N)	G	G*2	G*3	G*4
Špičková síla (N)	H	H*2	H*3	H*4

4.4.1 Směr pohybu lineárního motoru

Definice kladného směru lineárního motoru je následující:

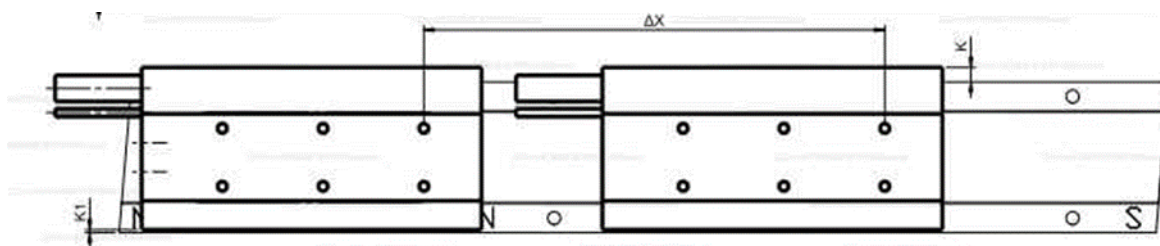
Zadejte postupně U/V/W, počáteční směr pohybu je kladný.

A viz [9.2](#), směr pohybu lineárního motoru.

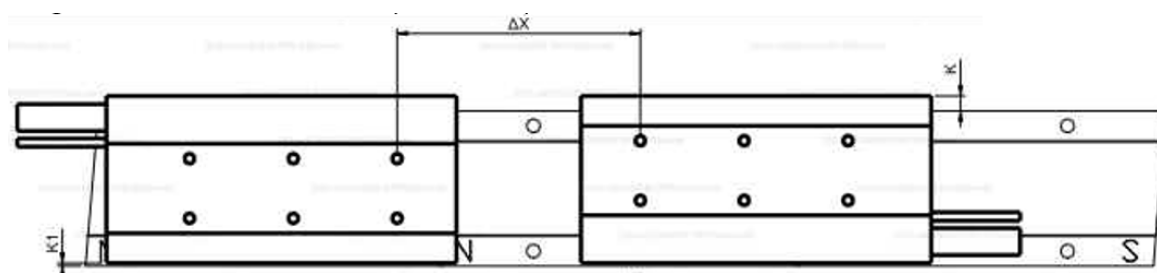
4.4.2 Lineární motory řady LMSA

Obr. 4.18: Obrázek paralelního zapojení lineárního motoru LMSA/LMSA-Z

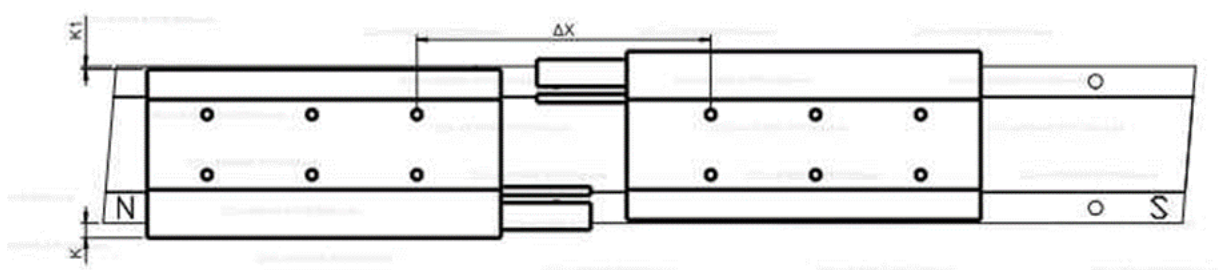
Stejný směr výstupu kabelu (stejná strana)



Opačný směr výstupu kabelu (směrem ven)



Opačný směr výstupu kabelu (dovnitř)



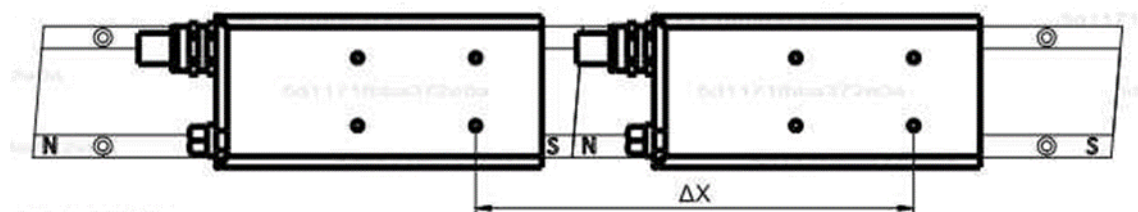
Tabulka 4.12: Schéma paralelního zapojení LMSA/LMSA

LMSA/LMSA-Z	Stejná strana			Směrem ven			Směrem dovnitř		
Motor 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Motor 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P = 30 mm)	n × 2P (n je celé číslo)			65 + n × 2P (n = 0, 1, 2... atd.)			65 + n × 2P (n = 0, 1, 2... atd.)		

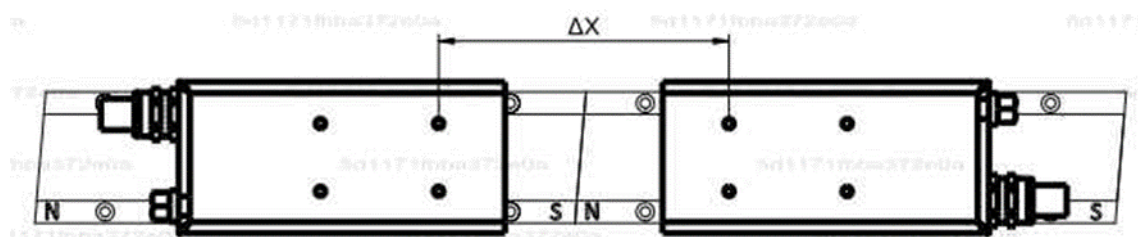
4.4.3 Řada lineárních motorů LMFA/LMFP s vodním chlazením

Obr. 4.19: Obrázek paralelního zapojení lineárního motoru LMFA/LMFP

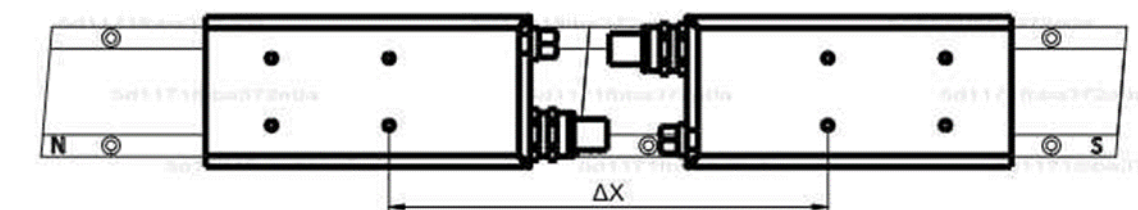
Stejný směr výstupu kabelu (stejná strana)



Opačný směr výstupu kabelu (směrem ven)



Opačný směr výstupu kabelu (dovnitř)



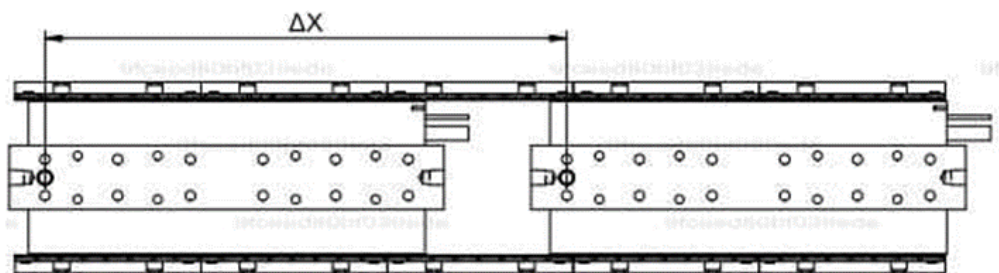
Tabulka 4.1: Schéma paralelního zapojení LMFA/LMFP

LMFA/LMFP	Stejná strana			Směrem ven			Směrem dovnitř			Model
Motor 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W	
Motor 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U	
ΔX ($2P = 30 \text{ mm}$)	$n \times 2P$ (n je celé číslo)			$82,5 + n \times 2P$ ($n = 0, 1, 2, \dots$ atd.)			$322,5 + n \times 2P$ ($n = 0, 1, 2, \dots$ atd.)			Řada LMFA0-2 Řada LMFP24
ΔX ($2P = 46 \text{ mm}$)	$n \times 2P$ (n je celé číslo)			$127 + n \times 2P$ ($n = 0, 1, 2, \dots$ atd.)			$402 + n \times 2P$ ($n = 0, 1, 2, \dots$ atd.)			Řada LMFA3-6 Řada LMFP3-6

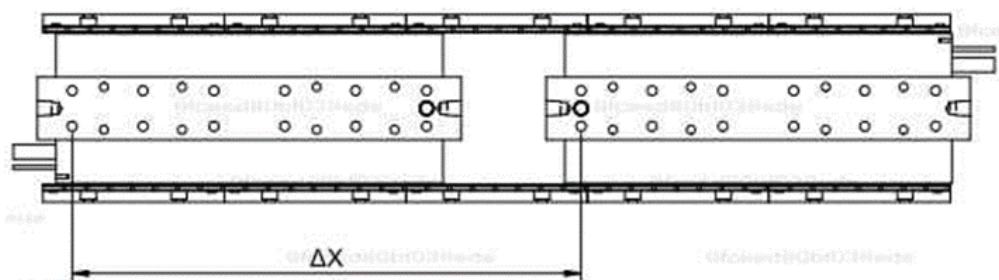
4.4.4 Lineární motory s magnetickou brzdou řady LMSC

Obr. 4.20: Obrázek paralelního zapojení lineárního motoru LMSC

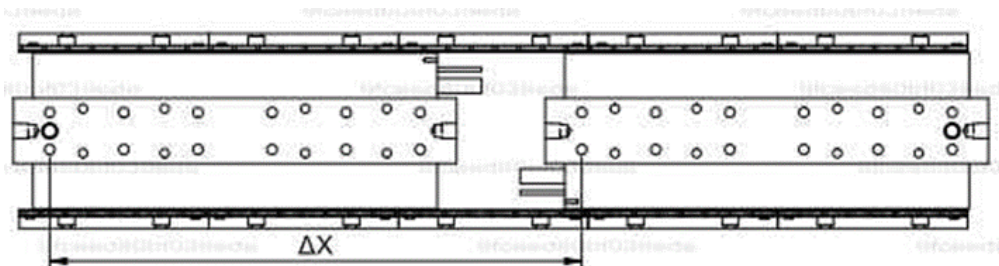
Stejný směr výstupu kabelu (stejná strana)



Opačný směr výstupu kabelu (směrem ven)



Opačný směr výstupu kabelu (dovnitř)



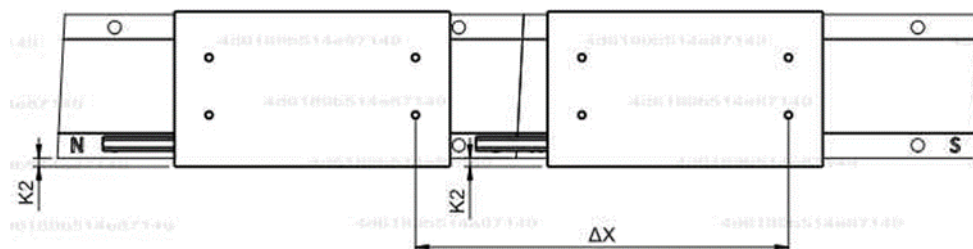
Tabulka 4.13: Schéma paralelního zapojení LMSC

LMSC	Stejná strana			Směrem ven			Směrem dovnitř		
Motor 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Motor 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P = 32 mm)	320 + n × 2P (n = 1, 2, 3... atd.)								

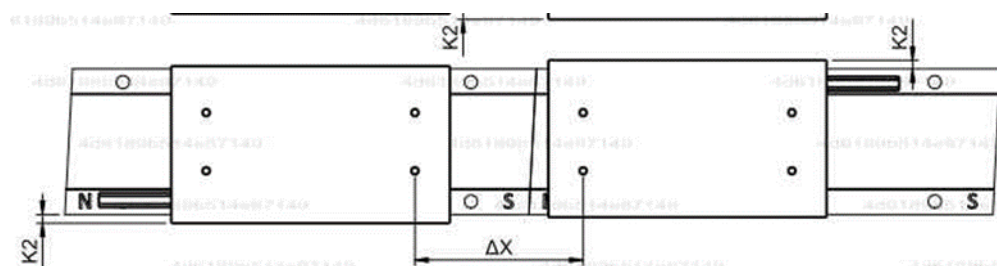
4.4.5 Lineární motory řady LMSS

Obr. 4.21: Obrázek paralelního zapojení lineárního motoru LMSS

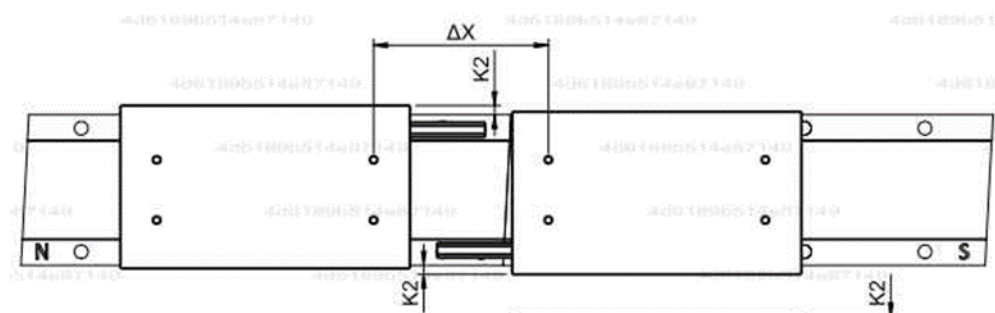
Stejný směr výstupu kabelu (stejná strana)



Opačný směr výstupu kabelu (směrem ven)



Opačný směr výstupu kabelu (dovnitř)



Tabulka 4.14: Schéma paralelního zapojení LMSS

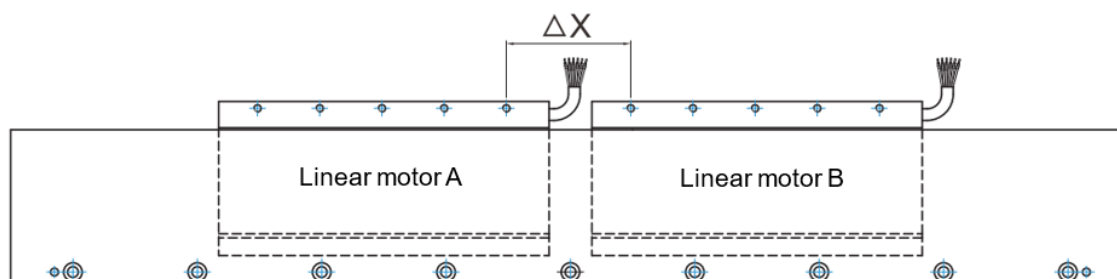
LMSS	Stejná strana			Směrem ven			Směrem dovnitř		
Motor 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Motor 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P = 20 mm)	n × 2P (n je celé číslo)			35 + n × 2P (n = 0, 1, 2... atd.)			81 + n × 2P (n = 0, 1, 2... atd.)		

4.4.6 Řada bezželezných lineárních motorů LMC

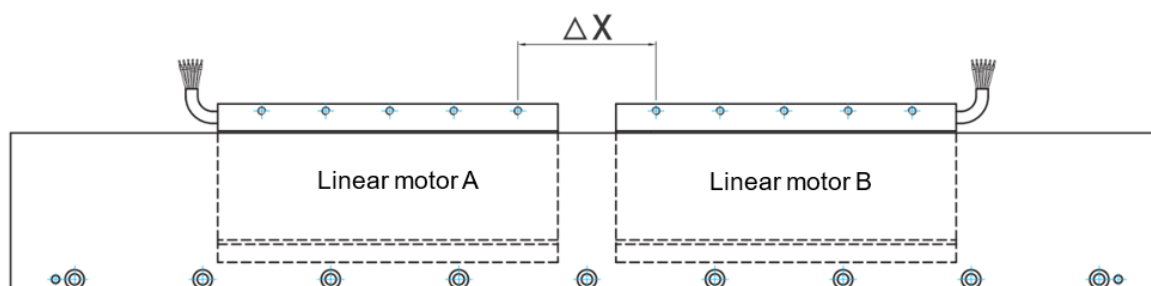
Řada LMC A/B/C/D/E/F

Obr. 4.22: Obrázek paralelního zapojení lineárního motoru LMC A/B/C/D/E/F

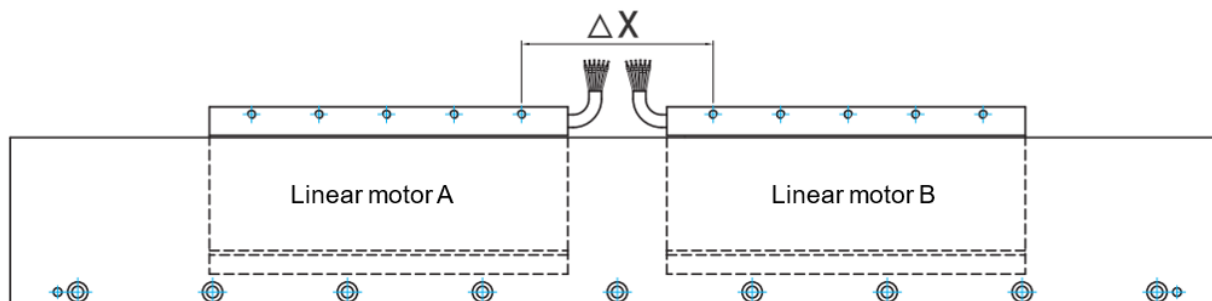
Stejný směr výstupu kabelu (stejná strana)



Opačný směr výstupu kabelu (směrem ven)



Opačný směr výstupu kabelu (dovnitř)



Tabulka 4.15: Schéma paralelního zapojení LMCA/B/C

LMCA/B/C	Stejná strana			Směrem ven			Směrem dovnitř		
Lineární motor A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Lineární motor B	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P = 32 mm)	32 + n × 2P (n = 1, 2...)			18 + n × 2P (n = 1, 2...)			46 + n × 2P (n = 1, 2...)		

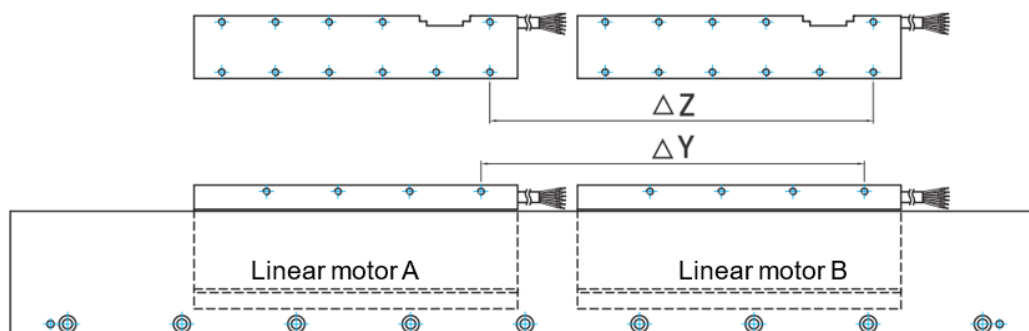
Tabulka 4.16: Schéma paralelního zapojení LMCD/E/F

LMCD/E/F	Stejná strana			Směrem ven			Směrem dovnitř		
Lineární motor A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Lineární motor B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔX (2P = 60 mm)	60 + n × 2P (n = 1, 2...)			50 + n × 2P (n = 0, 1, 2...)			50 + n × 2P (n = 0, 1, 2...)		

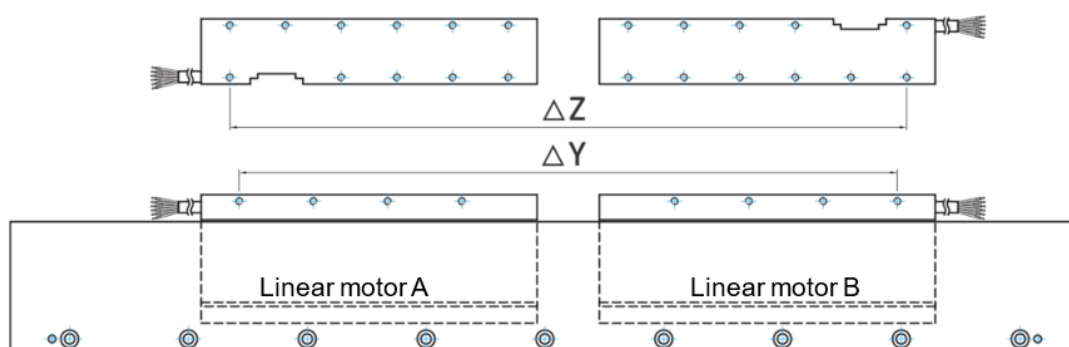
Řada LMC-EF

Obr. 4.23: Obrázek paralelního zapojení lineárního motoru LMC-EF

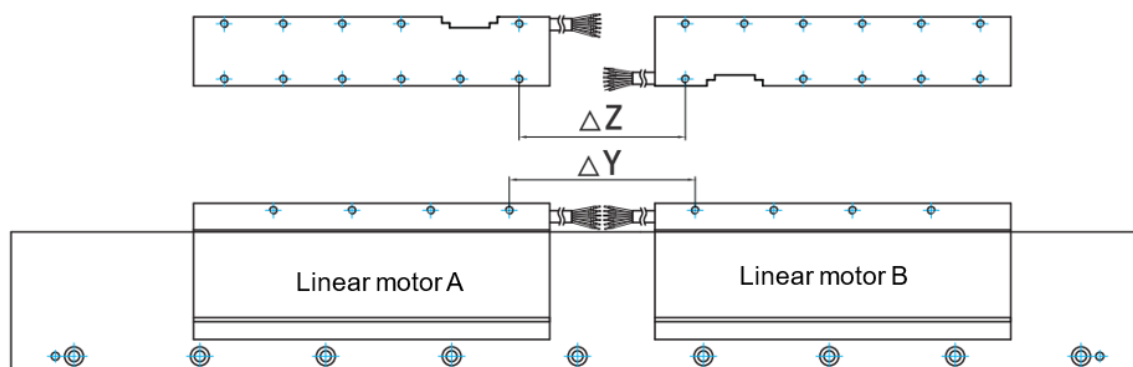
Stejný směr výstupu kabelu (stejná strana)



Opačný směr výstupu kabelu (směrem ven)



Opačný směr výstupu kabelu (dovnitř)

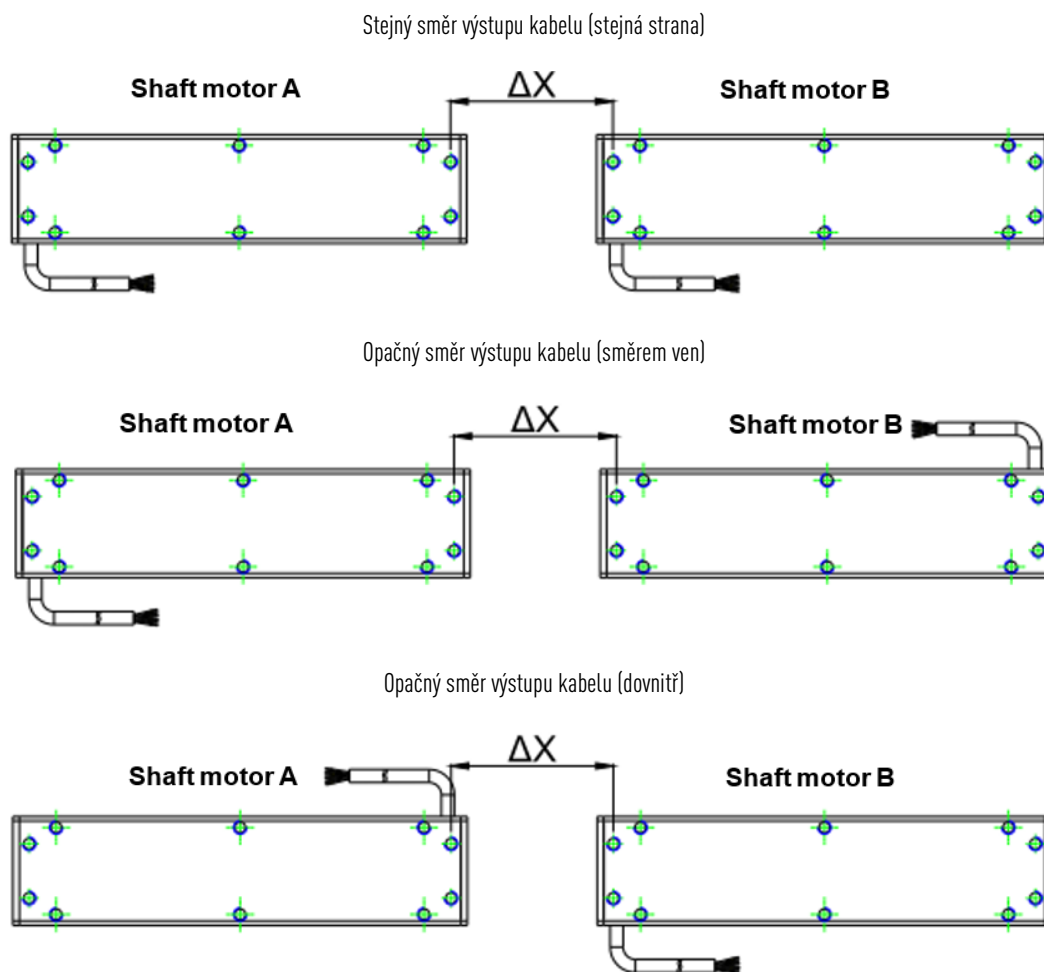


Tabulka 4.17: Schéma paralelního zapojení LMC-EF

LMC-EFC	Stejná strana			Směrem ven			Směrem dovnitř		
Lineární motor A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Lineární motor B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔY ($2P = 60 \text{ mm}$)	$n \times 2P$			$90 + n \times 2P$			$10 + n \times 2P$		
ΔZ	$n \times 2P$			$100 + n \times 2P$			$n \times 2P$		
ΔZ	LMC-EFC1 : $n = 2, 3, 4...$ LMC-EFC2 : $n = 3, 4, 5...$ LMC-EFC3 : $n = 4, 5, 6...$ LMC-EFC4 : $n = 5, 6, 7...$			LMC-EFC1 : $n = 0, 1, 2...$ LMC-EFC2 : $n = 2, 3, 4...$ LMC-EFC3 : $n = 4, 5, 6...$ LMC-EFC4 : $n = 6, 7, 8...$			$n = 2, 3, 4...$		
LMC-EFE	Stejná strana			Směrem ven			Směrem dovnitř		
Lineární motor A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Lineární motor B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔY ($2P = 60 \text{ mm}$)	$n \times 2P$			$90 + n \times 2P$			$10 + n \times 2P$		
ΔZ	$n \times 2P$			$99 + n \times 2P$			$1 + n \times 2P$		
n	LMC-EFE1 : $n = 2, 3, 4...$ LMC-EFE2 : $n = 3, 4, 5...$ LMC-EFE3 : $n = 4, 5, 6...$ LMC-EFE4 : $n = 5, 6, 7...$ LMC-EFE5 : $n = 6, 7, 8...$ LMC-EFE6 : $n = 7, 8, 9...$			LMC-EFE1 : $n = 0, 1, 2...$ LMC-EFE2 : $n = 2, 3, 4...$ LMC-EFE3 : $n = 4, 5, 6...$ LMC-EFE4 : $n = 6, 7, 8...$ LMC-EFE5 : $n = 8, 9, 10...$ LMC-EFE6 : $n = 10, 11, 12...$			$n = 2, 3, 4...$		

4.4.7 Řada hřídelových lineárních motorů LMT

Obr. 4.24: Obrázek paralelního zapojení lineárního motoru LMT



Tabulka 4.18: Schéma paralelního zapojení motoru LMT se stejným směrem výstupu kabelu

LMT 2D/2Q	Stejná strana			LMT 2T	Stejná strana		
Lineární motor A	U	V	W	Lineární motor A	U	V	W
Lineární motor B	U	V	W	Lineární motor B	U	V	W
ΔX ($2P = 48 \text{ mm}$)	$n \times 2P - 8,2$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)			ΔX ($P = 24 \text{ mm}$)	$(2n - 1) \times P - 8,2$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)		
LMT 6D/6Q	Stejná strana			LMT 6T	Stejná strana		
Lineární motor A	U	V	W	Lineární motor A	U	V	W
Lineární motor B	U	V	W	Lineární motor B	U	V	W
ΔX ($2P = 60 \text{ mm}$)	$n \times 2P - 10,5$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)			ΔX ($P = 30 \text{ mm}$)	$(2n - 1) \times P - 10,5$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)		
LMT A2/A4	Stejná strana			LMT A3	Stejná strana		
Lineární motor A	U	V	W	Lineární motor A	U	V	W
Lineární motor B	U	V	W	Lineární motor B	U	V	W
ΔX ($2P = 72 \text{ mm}$)	$n \times 2P - 12$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)			ΔX ($P = 36 \text{ mm}$)	$(2n - 1) \times P - 12$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)		
LMT B2/B4	Stejná strana			LMT B3	Stejná strana		
Lineární motor A	U	V	W	Lineární motor A	U	V	W
Lineární motor B	U	V	W	Lineární motor B	U	V	W
ΔX ($2P = 90 \text{ mm}$)	$n \times 2P - 15$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)			ΔX ($P = 45 \text{ mm}$)	$(2n - 1) \times P - 15$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)		
LMT C2/C4/C6	Stejná strana			LMT C3/C5	Stejná strana		
Lineární motor A	U	V	W	Lineární motor A	U	V	W
Lineární motor B	U	V	W	Lineární motor B	U	V	W
ΔX ($2P = 120 \text{ mm}$)	$n \times 2P - 20$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)			ΔX ($P = 60 \text{ mm}$)	$(2n - 1) \times P - 20$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)		

Tabulka 4.19: Schéma paralelního zapojení motoru LMT s různým směrem výstupu kabelu

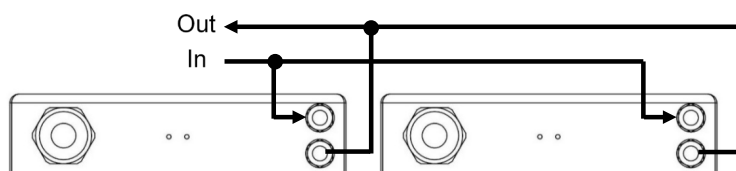
Řada LMT 2	Směrem ven			Směrem dovnitř		
Lineární motor A	U	V	W	V	U	W
Lineární motor B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P = 48 mm)	$n \times 2P - 8,2$ (n = 1, 2, 3...)					
Řada LMT 6	Směrem ven			Směrem dovnitř		
Lineární motor A	U	V	W	V	U	W
Lineární motor B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P = 60 mm)	$n \times 2P - 10,5$ (n = 1, 2, 3...)					
Řada LMT A	Směrem ven			Směrem dovnitř		
Lineární motor A	U	V	W	V	U	W
Lineární motor B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P = 72 mm)	$n \times 2P - 12$ (n = 1, 2, 3...)					
LMT řady B	Směrem ven			Směrem dovnitř		
Lineární motor A	U	V	W	V	U	W
Lineární motor B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P = 90 mm)	$n \times 2P - 15$ (n = 1, 2, 3...)					
LMT řady C	Směrem ven			Směrem dovnitř		
Lineární motor A	U	V	W	V	U	W
Lineární motor B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P = 120 mm)	$n \times 2P - 20$ (n = 1, 2, 3...)					

4.5 Konstrukce chladicí trubice motoru LMFA/LMFP s vodním chlazením

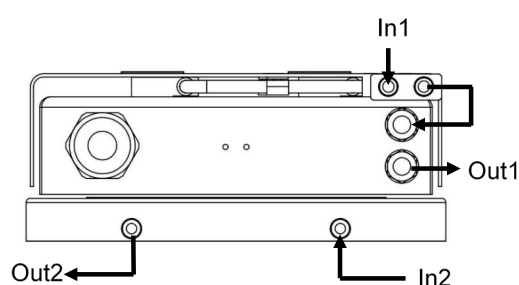
Při použití většího počtu lineárních motorů musí být chladicí trubky motoru instalovány paralelním způsobem, jak je znázorněno na Obr. 4.25 (vstup na levé straně motoru je spojen se vstupem na pravé straně motoru a stejným způsobem jsou spojeny i výstupy). Při použití přesného vodního chlazení je kanál podle obrázku Obr. 4.26. Více přesných kanálů vodního chlazení naleznete na Obr. 4.27.

Doporučení: Oddělením kanálů přesného vodního chlazení forceru a přesného vodního chlazení statoru během provozu lze dosáhnout většího účinku.

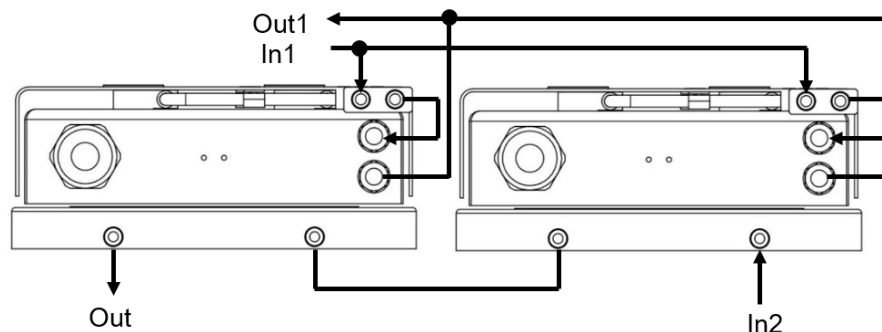
Obr. 4.25: Obrázek instalace chladicí trubice motoru



Obr. 4.26: Obrázek kanálu přesného vodního chlazení



Obr. 4.27: Obrázek více kanálů přesného vodního chlazení

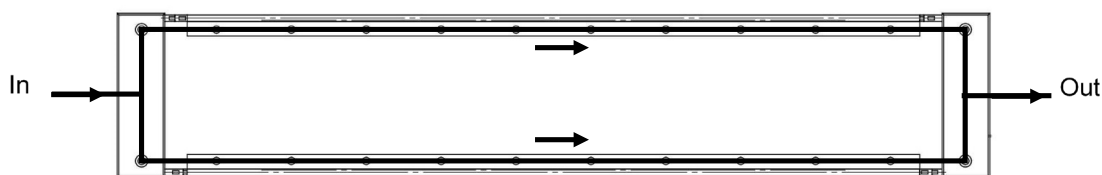


4.6 Motor s vodním chlazením LMFA/LMFP s konstrukcí kanálu přesného vodního chlazení LMFC

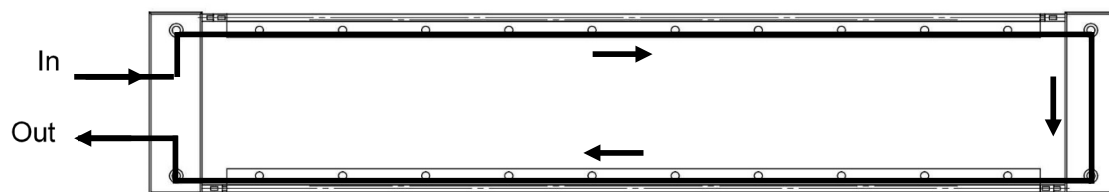
Při použití lineárního motoru LMFA/LMFP s vodním chlazením spolu s řadou LMFC s přesným vodním chlazením se charakteristika motoru uvedená na výkresech a ve specifikaci motoru HIWIN s vodním chlazením vztahuje na stav vodního chlazení a teplota chladicí kapaliny je 20 °C. Motor s vodním chlazením může také používat olejové chlazení a v této době lze výkon motoru vhodně upravit podle charakteristiky chladicího média.

Podmínka chlazení uvedená ve specifikaci motoru se vztahuje na stav nepřetržitého chodu, kdy je stator motoru pod kritériem trvalé síly, čímž je zajištěno, že teplota cívky je kontrolována pod minimálním kritériem nižším než 120 °C. Výkon přesného vodního chlazení LMFC je definován tak, že povrchová teplota přesného vodního chlazení nesmí být vyšší než nastavená výstupní teplota chladicího zařízení o více než 4 °C. Přesné vodní chlazení statoru LMFC zahrnuje následující dva typy, přičemž řada LMFC3~6 využívá standardní provedení vodního kanálu, jak je uvedeno na Obr. 4.28; řada LMFC3~4 využívá provedení vodního kanálu se zpětným tokem, jak je uvedeno na Obr. 4.29.

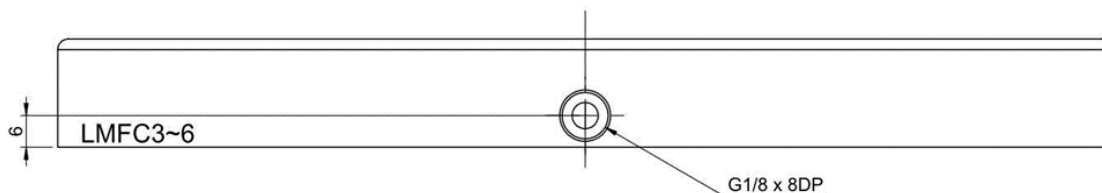
Obr. 4.28: Obrázek vodního kanálu standardního typu



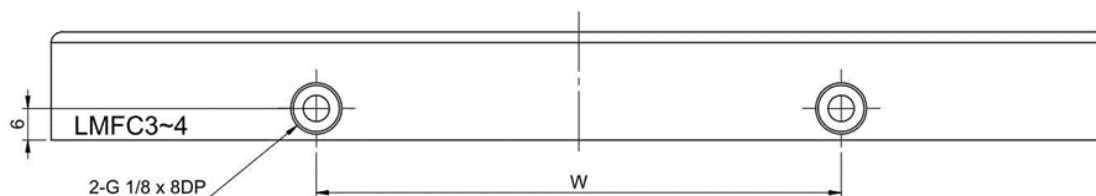
Obr. 4.29: Obrázek chladicího kanálu se zpětným tokem



Obr. 4.30: Instalační rozhraní standardního typu



Obr. 4.31: Instalační rozhraní typu se zpětným tokem

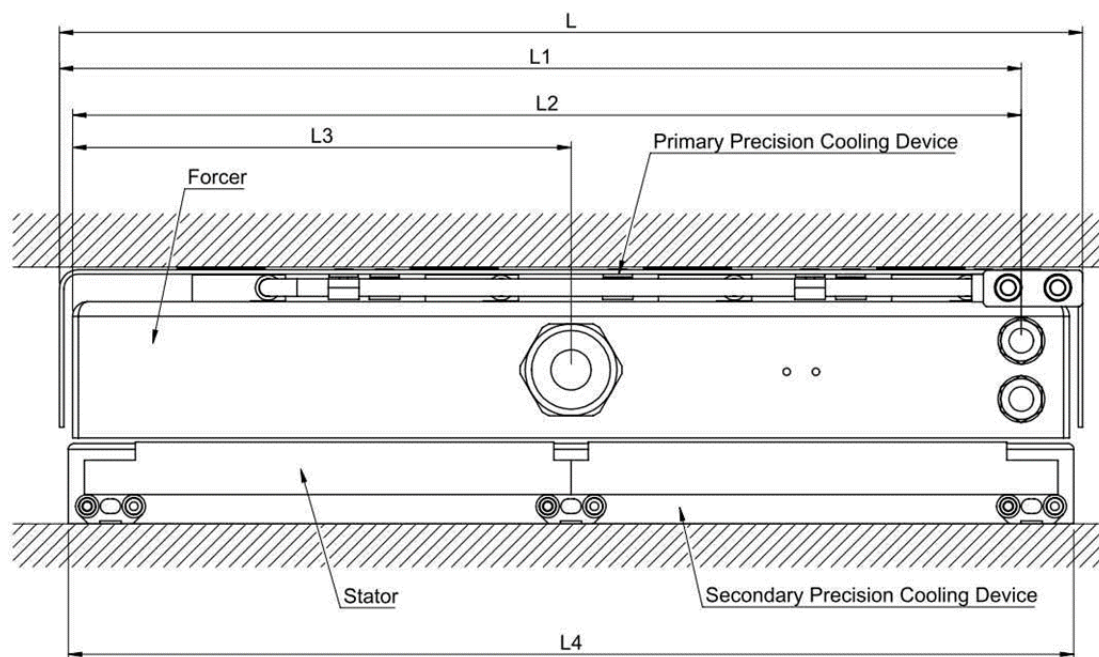


Tabulka 4.20: Přehled rozměrů typu se zpětným tokem

Model	Rozměry (mm)
	W
LMFC3□	50
LMFC4□	100

Podoba sestavy lineárního motoru s přesným vodním chlazením LMFC je znázorněna na následujícím obrázku

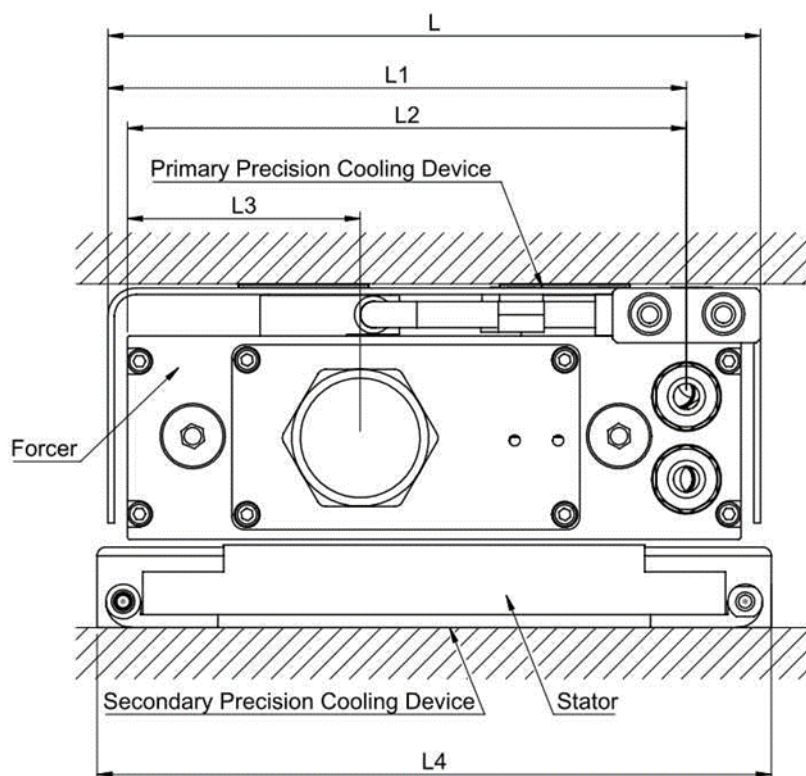
Obr. 4.32: Obrázek sestavy lineárního motoru LMFA s přesným vodním chlazením



Tabulka 4.21: Instalační rozměry přesného vodního chlazení LMFA

Model	Rozměry (mm)				
	L	L1	L2	L3	L4
LMFC0 □	-				
LMFC1 □					
LMFC2 □					
LMFC3 □	150	131	126,5	30	155
LMFC4 □	197	178	173,5	30	201
LMFC5 □	257	236	231,5	124	251
LMFC6 □	351	330	325,5	171	345

Obr. 4.33: Obrázek sestavy lineárního motoru LMFP s přesným vodním chlazením



Tabulka 4.22: Instalační rozměry přesného vodního chlazení LMFP

Model	Rozměry (mm)				
	L	L1	L2	L3	L4
LMFC0□	-				
LMFC1□					
LMFC2□					
LMFC3□	150	133	128,5	53,5	155
LMFC4□	197	180	175,5	53,5	201
LMFC5□	257	240	235,5	53,5	251
LMFC6□	351	334	329,5	53,5	345

4.7 Materiál použitý u kanálu vodního chlazení

Tabulka 4.23: Tabulka materiálů kanálu vodního chlazení

Položka	Materiál
Lineární motor LMFA s vodním chlazením	Cu (SF-Cu), SUS303 (1.4305), Viton
Přesné vodní chlazení forceru LMFC	A6061 (AlMgSi0,5), SUS304 (1.4301), Viton
Přesné vodní chlazení statoru LMFC	A6061 (AlMgSi0,5), SUS303 (1.4305), Viton

4.8 Chladicí médium lineárního motoru s vodním chlazením

! Pozor! Riziko pracovní teploty.

Dávejte pozor na provozní prostředí chladicího systému, aby nedošlo k jeho poškození.

- Chladicí systém nepoužívejte v mrazivém nebo ledovém prostředí.
- Nepoužívejte neupravenou vodu, jinak by mohlo dojít k vážnému poškození nebo poruše.

Zákazník se může rozhodnout, který chladicí systém a chladicí médium použije s níže uvedenými požadavky.

- Jako chladicí médium se doporučuje používat antikorozi vodu.
- Chladicí médium musí být předem vyčištěno nebo filtrováno, aby nedošlo k zanesení chladicího okruhu.
- Maximální přípustná velikost částic v chladicím médiu je 100 µm.
- Chladicí médium musí být kompatibilní s materiálem O-kroužku, aby nedošlo ke znečištění.
- To se týká také doporučených aditiv.
 - Ethylenglykol (termosenzitivita)
 - Ethylenglykol s 20-30 % změkčené vody
 - Voda s 3 % Panolinu
 - Voda s 10 % ~ 20 % Tyfocoru
 - Voda s 30% obsahem Clysantinu
 - Olej s viskozitou 7 cst

Voda, která se používá jako základ chladicího média, musí splňovat minimálně následující požadavky.

- Koncentrace chloridů: $c < 100 \text{ mg/l}$
- Koncentrace síranů: $c < 100 \text{ mg/l}$
- $6,5 \leq \text{hodnota pH} \leq 9,5$

V případě dalších požadavků se obraťte na výrobce antikoroziho prostředku!

5 Sestava motoru

5.1 Instalace lineárního motoru s železným jádrem

Výstražný štítek jednotky statoru

⚠️ Pozor! Silné magnetické pole!

Zabraňte pohybu osob s kardiostimulátorem nebo kovovými implantáty!

Při manipulaci postupujte opatrně s ohledem na riziko poranění rukou.

Nemanipulujte pomocí železných nástrojů.

Kreditní karty, bankovní karty, magnetické nosiče dat, náramkové hodinky atd. se mohou při přiblížení poškodit.

5.1.1 Bezpečnostní opatření pro manipulaci se statorem

⚠️ Výstraha! Riziko přístupu ke statoru.

Aby nedošlo k poškození výrobků a poranění pracovníků, manipulujte se statorem správným způsobem.

- ▶ Výstražný štítek s magnetem musí být připevněn na viditelných místech, aby se zabránilo poranění osob.
- ▶ Se statorem manipulujte vhodným způsobem, aby nedošlo k poranění osob nebo poškození statoru.
- ▶ Stator správně vyjměte, abyste zabránili poranění osob nebo poškození statoru. (viz [Obr. 5.1](#)).
- ▶ Bez ohledu na použitou metodu nemanipulujte se statorem přímo za okraj krytu (viz [Obr. 5.2](#)). V opačném případě může dojít k poranění osob a poškození statoru.

⚠️ Výstraha! Nebezpečí rozdrčení silnými přitažlivými silami.

Permanentní magnety statorů způsobují silné přitažlivé a odpudivé síly, když jsou segmenty statoru zapojeny do série.

- ▶ Statory vyjměte z obalu až bezprostředně před jejich instalací.
- ▶ Nikdy nerozbalujte několik statorů najednou.
- ▶ Nikdy neumísťujte statory vedle sebe nezajištěné.
- ▶ Vybalené statory okamžitě namontujte.

⚠️ Výstraha! Nebezpečí poranění a vzniku škod na materiálu.

Nesprávné seřízení segmentů statoru může mít za následek poruchu a/nebo nekontrolovaný pohyb motoru.

- ▶ Segmenty statoru uspořádejte ve správném pořadí. (viz [Obr. 5.3](#))

⚠️ Výstraha! Nebezpečí úmrtí v důsledku působení pole permanentního magnetu.

I když je motor vypnutý, může trvale ohrožovat osoby s aktivními lékařskými implantáty, které se k motorům přiblíží.

- ▶ Od permanentních magnetů buďte vzdáleni alespoň 50 mm.
- ▶ Osoby s kardiostimulátory nebo kovovými implantáty musí zachovávat minimální vzdálenost 500 mm od permanentních magnetů (spouštěcí práh pro statická magnetická pole 0,5 mT podle směrnice 2013/35/EU).

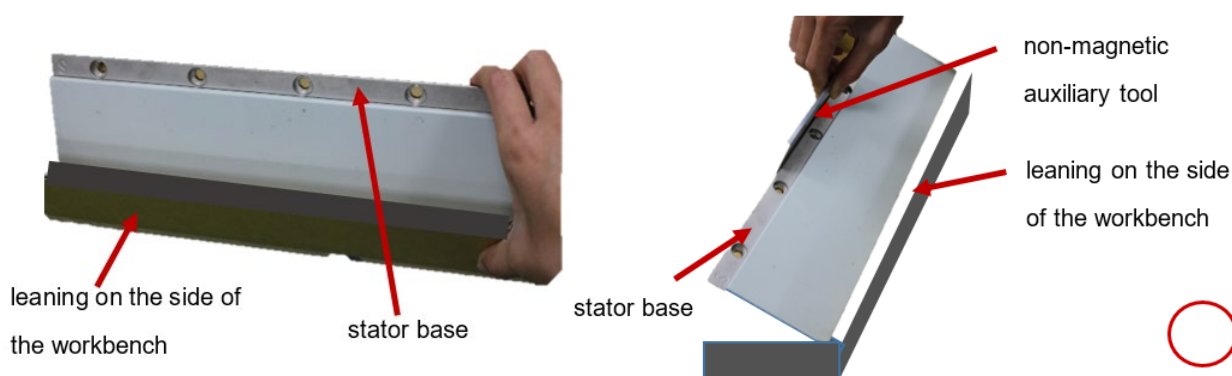
⚠ Výstraha! Nebezpečí poškození v důsledku působení pole permanentního magnetu.

Při práci ve vzdálenosti do 100 mm od součástí s permanentními magnety vytváří magnetické pole silnou magnetickou přitažlivost k magnetizovatelnému materiálu.

- ▶ Nepodceňujte sílu magnetické přitažlivosti.
- ▶ V indukční zóně nenoste magnetizovatelný materiál.
- ▶ Používejte nástroje, které nejsou z nezmagnetizovatelného materiálu.
- ▶ Zamezte pohybu sestavy permanentního magnetu vůči vodivému materiálu a vodivého materiálu vůči sestavě permanentního magnetu.
- ▶ Balení sestavy motoru otevírejte pouze v případě, že se ho chystáte nainstalovat.
- ▶ Po otevření balení ihned nainstalujte součásti obsahující permanentní magnety.
- ▶ Instalovaný lineární motor, u kterého je nutné zabránit náhodnému spuštění

○ Správně

Obr. 5.1: Správný způsob manipulace se statorem

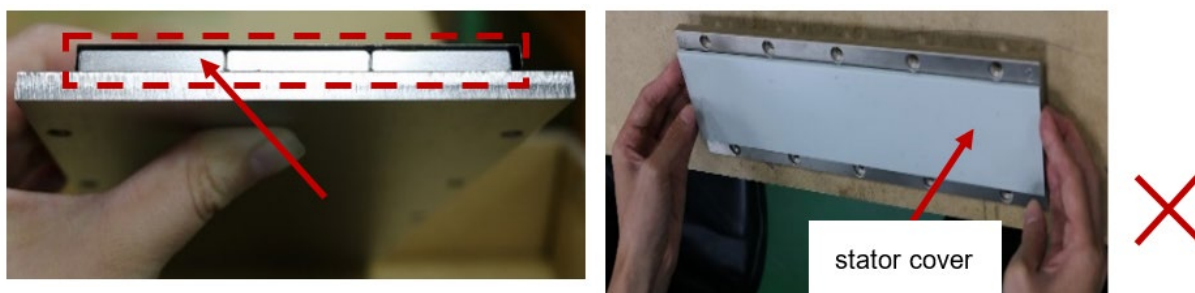


Nakloňte stator na jednu stranu pracovního stolu.
Držte stator za základnu.

Pomocným nemagnetickým nástrojem nakloňte stator na jednu stranu.
Držte stator za základnu.

○ Nesprávně

Obr. 5.2: Nesprávný způsob manipulace se statorem

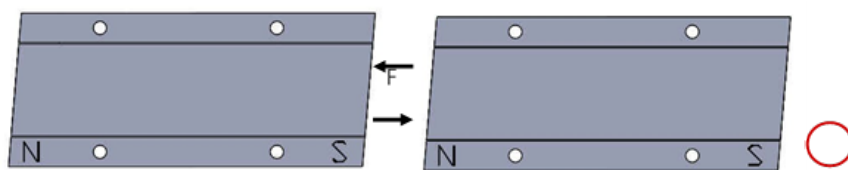


Nedržte stator za okraj krytu.

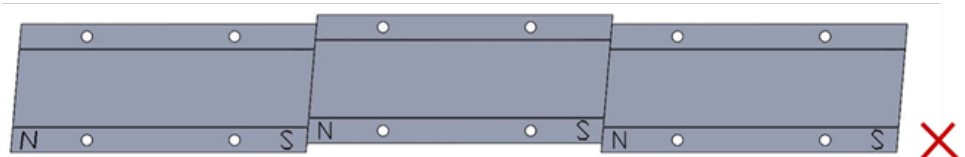
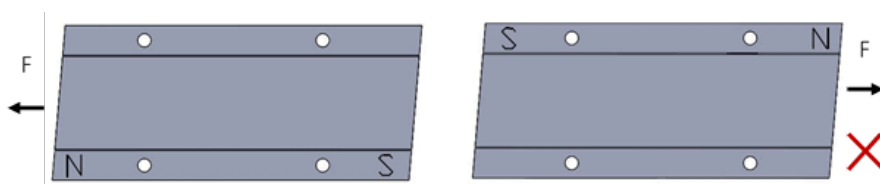
Aby se zabránilo poranění osob nebo poškození statoru, je přísně zakázáno manipulovat se statorem přímo za okraj krytu.

Obr. 5.3: Správná a nesprávná montáž satoru

○ Správná montáž satoru



○ Nesprávná montáž satoru



5.1.2 Bezpečnostní pokyny pro instalaci forceru a statoru

⚠ Nebezpečí! Nebezpečí působení silného magnetu!

Mezi forcerem a státorem působí silná magnetická přitažlivost. Aby nedošlo k poranění osob, postupujte v souladu s předpisy.

- Mezi forcerem a státorem LMSA/LMFA působí silná přitažlivá síla (několik set kilogramů). Žádáme pracovníky provádějící instalaci, aby postupovali podle této příručky, aby nedošlo při sevření forceru a statoru k poranění.

⚠ Výstraha! Riziko při montáži lineárního motoru.

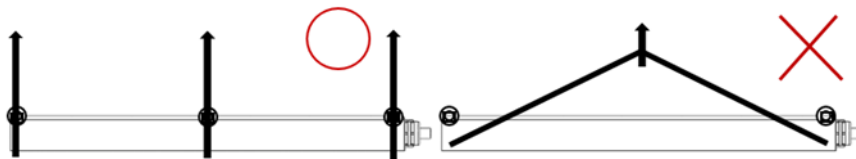
Aby nedošlo k poranění osob, instalujte forcer a stator v souladu s předpisy.

- Při paralelní instalaci více sad forcerů dbejte na specifikaci rozpětí a fázi motoru, abyste zajistili účinnou tažnou sílu.
- Při montáži forceru dbejte na vzduchovou mezeru mezi forcerem a státorem. Pokud není správně nainstalován, může zvýšit ozubený točivý moment nebo snížit tažnou sílu motoru.
- Před instalací forceru je normální, že při jeho umístění na platformu vznikne mezera, jak je znázorněno na Obr. 5.7. Chcete-li namontovat sestavu forceru, upevněte šrouby postupně od střední části směrem k oběma levým a pravým koncům, jak je znázorněno na Obr. 5.8. Po upevnění nezůstane mezi forcerem a jeho základnou žádná vzduchová mezera, jak je znázorněno na Obr. 5.9.
- Upozorňujeme na silnou magnetickou přitažlivost mezi oběma státory. Je zakázáno vkládat ruce mezi oba statory (jak je znázorněno na Obr. 5.12), aby nedošlo k poranění osob (magnetické předměty, hodinky apod. je také zakázáno vkládat).
- Při instalaci více sad statorů může dojít ke kumulaci tolerance délky statoru, takže může dojít k odchylce polohy otvoru. Takové případy jsou normální. Proto lze během instalace mezi dva stojany umístit distanční podložku o rozměrech 0,1 ~ 0,2 mm, která usnadní nastavení polohy šroubu (jak je znázorněno na Obr. 5.13), a po dokončení polohování provést upevnění. Po upevnění distanční podložku odstraňte.

! Pozor!

- Informace o utahovacím momentu šroubů pro upevnění sestavy forceru a statoru naleznete v části 9.1.2.
- Maximální montážní hloubka šroubů zvolených pro stator závisí na závitových otvorech na platformě zákazníka. Minimální montážní hloubka je uvedena v části 9.1.2.
- Maximální a minimální montážní hloubku šroubů vybraných pro forcer naleznete v části 9.1.2.

Pro přepravu velkých forcerů (např. LMFA) je nutné použít zvedací nástroj a zajistit, aby byl na obou koncích vzájemně vyrovnaný, aby bylo možné přepravu provést. Pokud je hmotnost forceru > 20 kg, použijte ke zvedání více než tři lana, abyste zamezili vzniku nebezpečí.



Postup montáže:

- První instalace statoru

Nejprve nainstalujte jednu sadu statoru. Při instalaci dbejte na rovnoběžnost svislé dráhy a statoru a následně pomocí šroubů ① namontujte ② stator na platformu ③. (viz Obr. 5.4)

- Instalace základny a forceru.

Pomocí šroubů ④ namontujte základnu forceru ⑤ na posuvný blok ⑥ (viz Obr. 5.5)

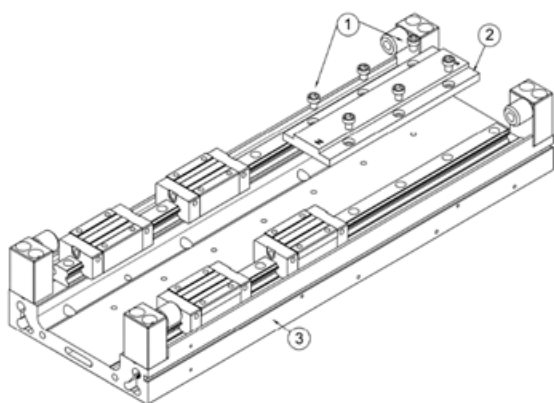
Pomocí šroubů namontujte ⑧ forcer ⑦ na základnu. Montáž se provádí postupným upevňováním šroubů od středové části směrem k oběma levým a pravým koncům. (viz Obr. 5.6)

- Instalace statoru.

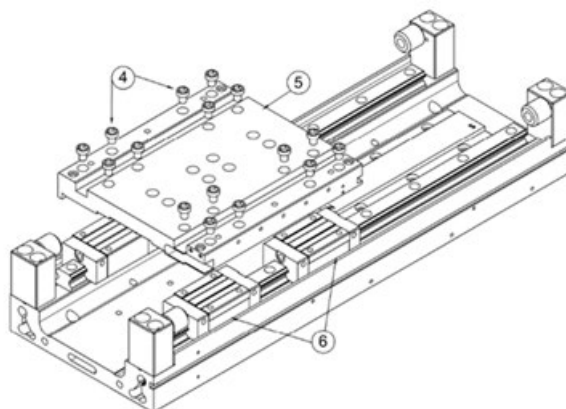
Posuňte základnu forceru ⑨ na horní část platformy, abyste usnadnili instalaci dalšího statoru. (viz Obr. 5.10)

Pomocí šroubů namontujte ⑪ stator ⑩ na platformu a posuňte základnu forceru, aby nedocházelo k rušení. (viz Obr. 5.11)

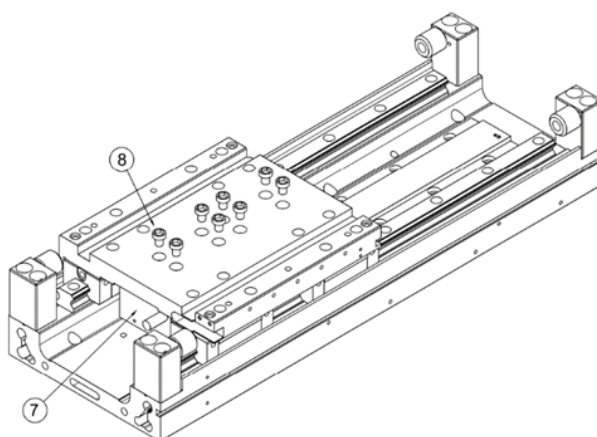
Obr. 5.4: První instalace statoru



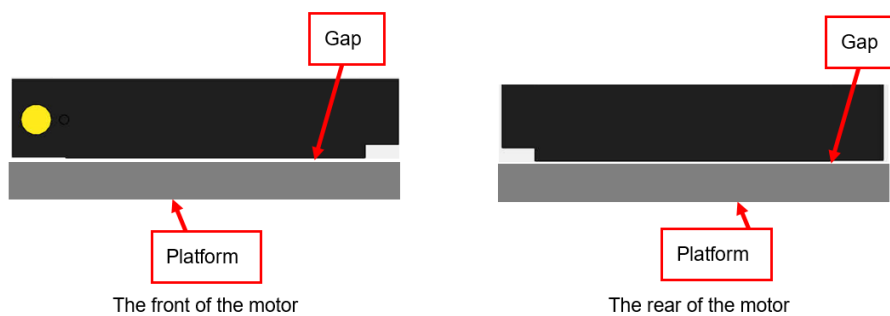
Obr. 5.5: Instalace základny forceru



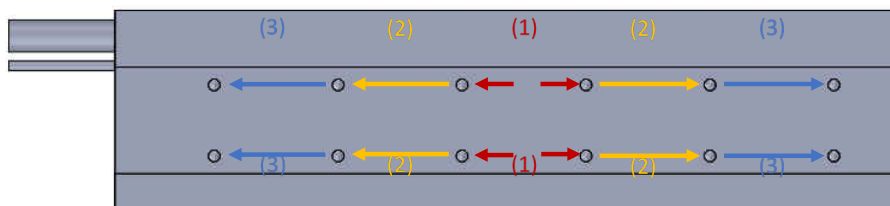
Obr. 5.6: Instalace forceru



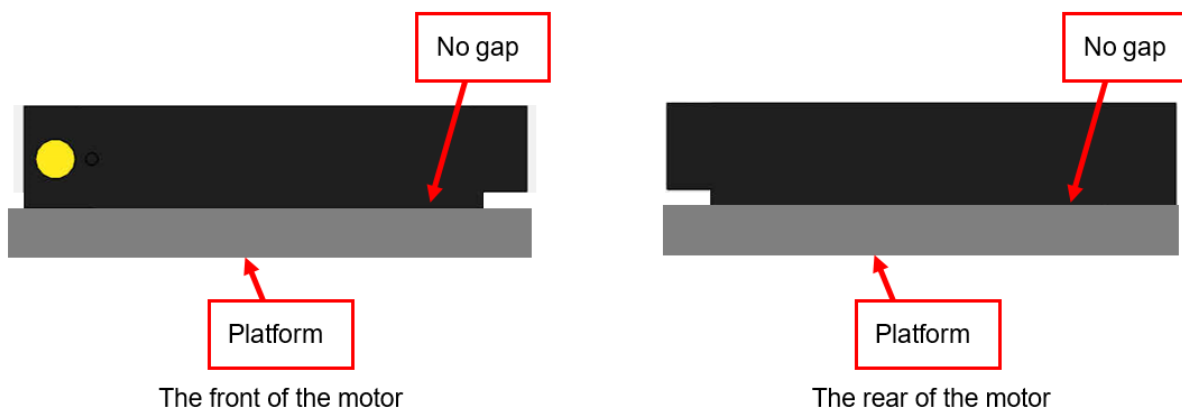
Obr. 5.7: Kontrola instalační mezery



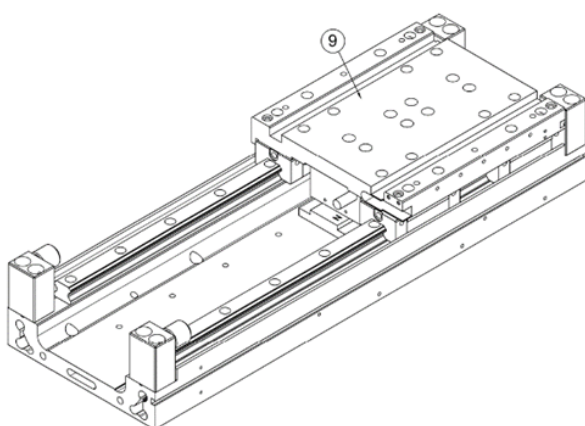
Obr. 5.8: Obrázek průběhu instalace forceru



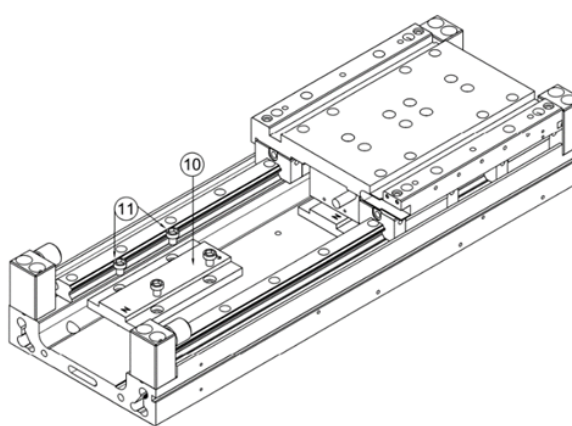
Obr. 5.9: Ilustrace mezery u forceru



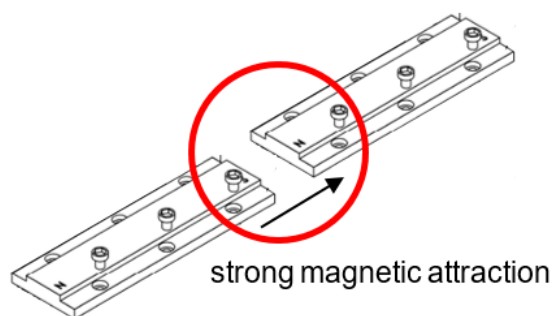
Obr. 5.10: Pohyb základny forceru



Obr. 5.11: Instalace statoru

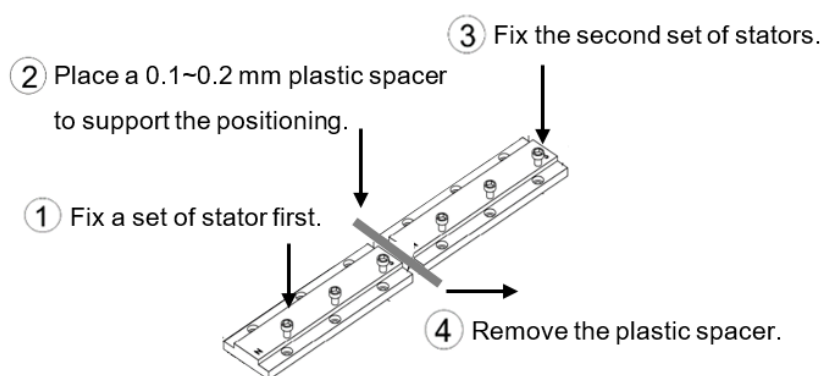


Obr. 5.12: Mějte na paměti silnou magnetickou přitažlivou sílu mezi stojany, aby nedošlo k poranění rukou.



Mezi statory působí silná magnetická přitažlivost, pracující osoby musí postupovat opatrně, aby nedošlo k poranění rukou.

Obr. 5.13: Doporučené použití distanční podložky pro usnadnění polohování při upevňování vícenásobné sady stojanů.



Use a plastic stator to support the positioning while assembling multiple stators.

Poznámka:

Plastový distanční rámeček připraví zákazník.

5.1.3 Bezpečnostní pokyny pro instalaci forceru LMSC a statoru

⚠ Výstraha! Nebezpečí poškození sestavy motoru.

Dávejte pozor na konstrukční pevnost navrženého zařízení, protože mezi forcerem a statorem působí silná magnetická přitažlivost. Nedostatečná pevnost konstrukce vede k její deformaci. Příliš velká tolerance při instalaci ovlivní výkonnost zařízení při seřizování.

- ▶ Mezi forcerem a statorem působí silná magnetická přitažlivá síla, na jedné straně činí přitažlivá síla nejméně 2850 N.
- ▶ Je třeba zohlednit pevnost konstrukce instalace na obou stranách statorů, aby se zabránilo deformaci konstrukce v důsledku silné přitažlivé síly.
- ▶ Pokud je mezera mezi forcerem a statorem větší než 4,5 mm, přitažlivá síla se blíží nule.
- ▶ Štítky s polaritou na obou stranách statoru se musí nacházet proti sobě.
- ▶ Jakákoli nerovnoměrná vzduchová mezera v lineárním motoru s magnetickou brzdou LMSC může ovlivnit přitažlivou sílu mezi forcerem a statorem. (viz [Obr. 5.26](#))

Postup montáže (stator):

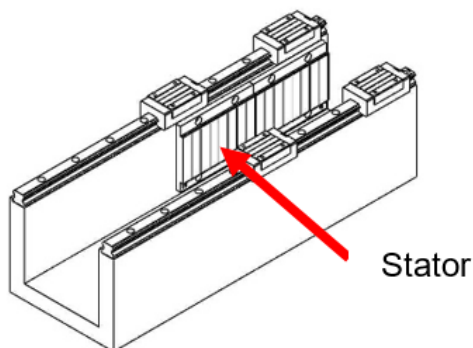
- Nejprve očistěte všechny instalační plochy.
- Na všechny šrouby pro upevnění statoru naneste fixační gel. (viz [Obr. 5.24](#))
- Pro odstupy na horní straně statoru použijte nemagnetický materiál.
- Umístěte stator na požadované místo.
- Pomocí nemagnetického nástroje (viz [Obr. 5.15](#)) namontujte jednu stranu statoru na polovinu zdvihu.
- Umístěte nemagnetický předmět mezi instalační plochy statoru na obou stranách. (viz [Obr. 5.16](#))
- Pomocí nemagnetického nástroje namontujte druhou stranu statoru na polovinu zdvihu. (viz [Obr. 5.17](#))

Obr. 5.14: Naneste fixační gel na šrouby



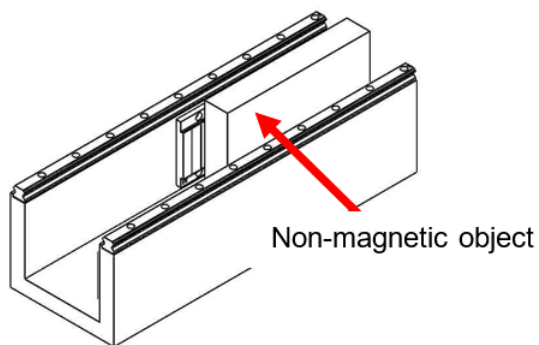
Apply screw fixation gel onto the screws.

Obr. 5.15: Pro instalaci statoru použijte nemagnetický nástroj

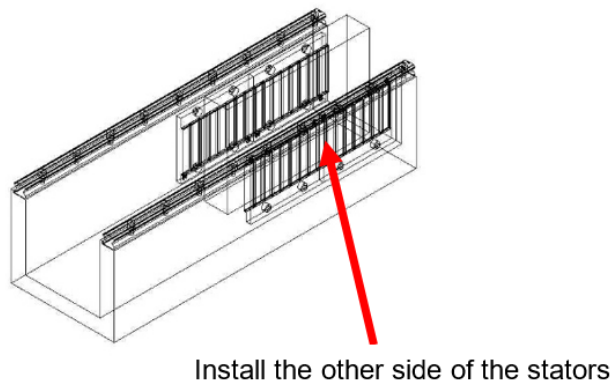


Non-magnetic tool

Obr. 5.16: Umístěte nemagnetický předmět



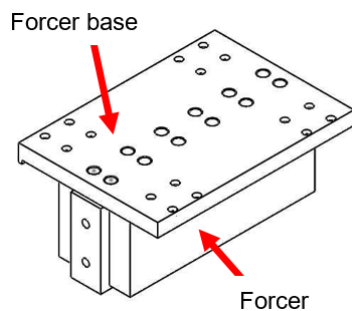
Obr. 5.17: Pro instalaci statoru použijte nemagnetický nástroj



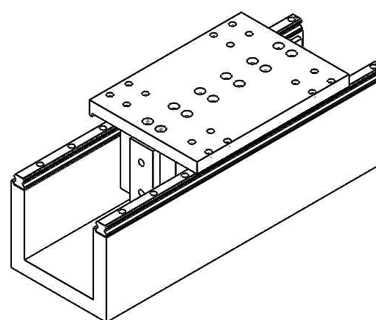
Postup montáže (forcer):

- ▶ Nejprve nainstalujte forcer na jeho základnu. (viz [Obr. 5.18](#))
- ▶ Umístěte základnu forceru na posuvný blok základny. (viz [Obr. 5.19](#))
- ▶ Pomocí tloušťkoměru nastavte vzduchovou mezeru (viz [Obr. 5.20](#)) na $0,75^{+0,25}_{-0,15}$.

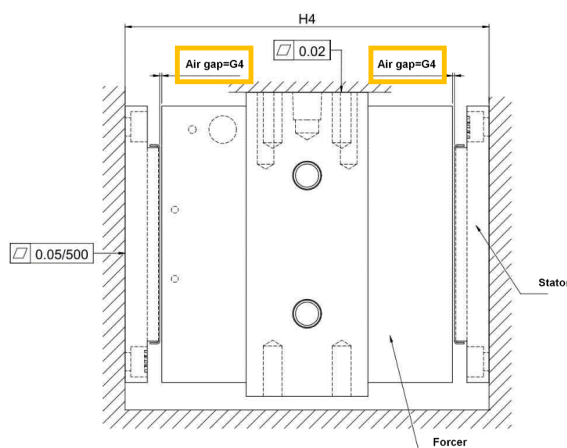
Obr. 5.18: Instalace forceru



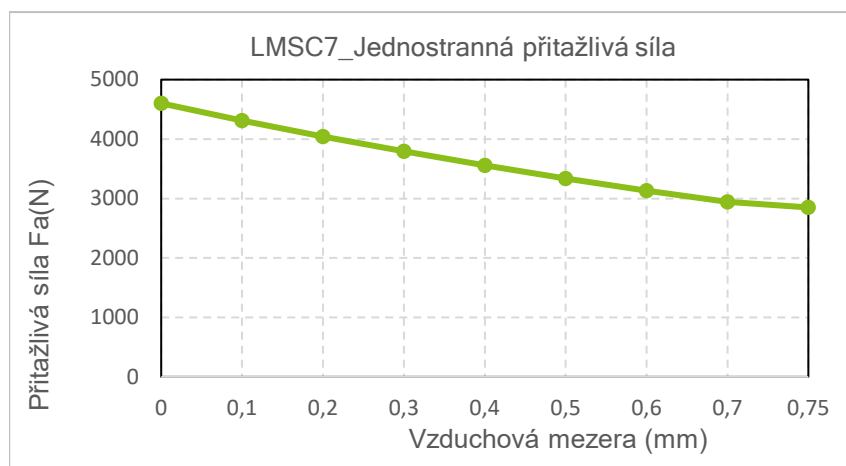
Obr. 5.19: Instalace základny forceru



Obr. 5.20: Znáznornění vzduchové mezery



Obr. 5.21: Graf závislosti mezi vzduchovou mezerou a přitažlivou silou u typu LMSC



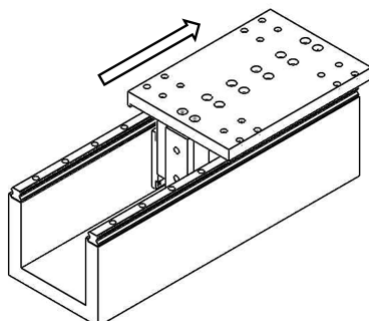
Tabulka 5.1: Graf závislosti mezi vzduchovou mezerou a přitažlivou silou

Vzduchová mezera (mm)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75
Jednostranná přitažlivá síla Fa (N)	4601	4313	4042	3796	3556	3338	3134	2942	2850

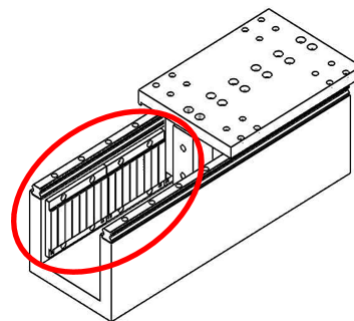
Postup montáže (zbývající stator):

- Přemístěte základnu forceru a nainstalujte zbývající statory. (viz Obr. 5.22)
- Pomocí nemagnetického nástroje namontujte jednu stranu statoru na polovinu zdvihu. (viz Obr. 5.23)
- Umístěte nemagnetický předmět mezi instalační plochy statoru na obou stranách. (viz Obr. 5.24)
- Pomocí nemagnetického nástroje namontujte druhou stranu statoru na polovinu zdvihu. (viz Obr. 5.25)

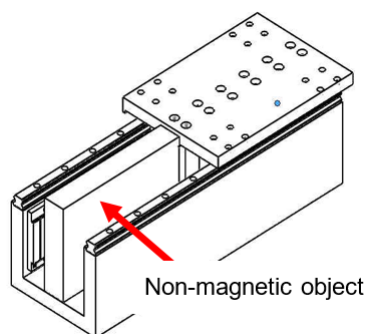
Obr. 5.22: Pohyb základny forceru



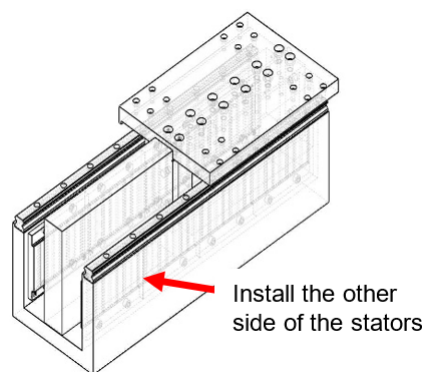
Obr. 5.23: Instalace jedné strany statoru



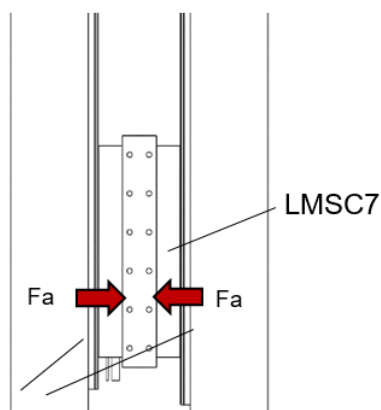
Obr. 5.24: Umístěte nemagnetický předmět



Obr. 5.25: Instalace druhé strany statoru



Obr. 5.26: Obrázek instalace síly a statoru LMSC



Tabulka 5.2: Graf souvislosti nerovnoměrné vzduchové mezery a přitažlivé síly LMSC

Vzduchová mezera 1 (mm)	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75
Vzduchová mezera 2 (mm)	1,5	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05	0,95	0,85	0,75
Přitažlivá síla F_a (N)	2838	2633	2230	1840	1461	1090	724	361	0

5.2 Instalace bezželezného lineárního motoru

5.2.1 Bezpečnostní pokyny pro instalaci forceru LMC a statoru

⚠ Výstraha! Riziko při montáži forceru a statoru.

Při aplikaci součástí zabraňte poranění při sevření rukou.

- ▶ Se sestavou statoru manipulujte opatrně, aby nedošlo k poranění při sevření rukou.

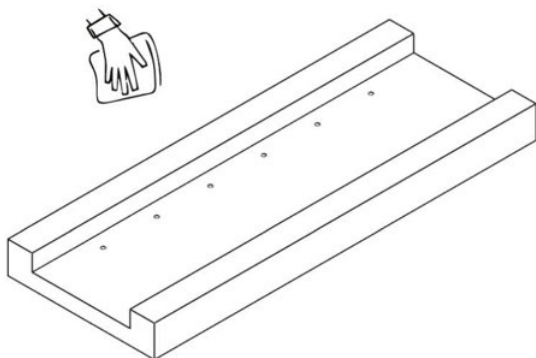
! Pozor!

- ▶ Výstražný štítek na statoru musí směřovat nahoru
- ▶ Po montáži sestavy statoru podle části 4.2 věnujte zvláštní pozornost mezeře mezi statory.
- ▶ Informace o utahovacím momentu šroubů pro upevnění sestavy forceru a statoru naleznete v části 9.1.2.
- ▶ Informace o volbě délky a hloubky závitů naleznete v části 9.1.2.

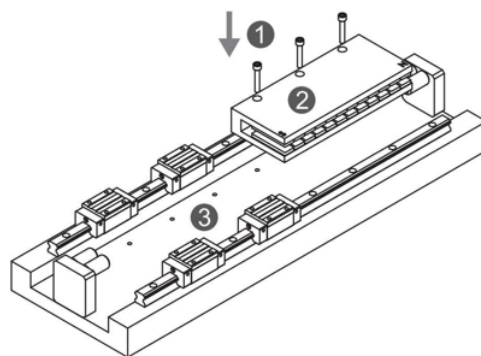
Postup montáže:

- ▶ Pomocí čistého hadříku namočeného v alkoholu (95% průmyslový lih) očistěte místo instalace. (viz Obr. 5.27)
- ▶ Pomocí šroubů ① připevněte sestavu statoru ② na pozici zcela vpravo k základní desce ③ (viz Obr. 5.28)
- ▶ Pomocí šroubů ④ upevněte základnu forceru ⑤ na lineární posuvný blok ⑥. (viz Obr. 5.29)
- ▶ Posuňte základnu forceru ⑦ nejvíce vlevo, abyste usnadnili upevnění sestavy forceru ⑧. (viz Obr. 5.30)
- ▶ Posuňte správně nainstalovanou sestavu forceru ⑨ na pravou stranu a zjistěte, zda nedochází k rušení sestavy forceru a statoru, abyste byli připraveni na instalaci další sady statoru. (viz Obr. 5.31)
- ▶ Připevněte zbývající sestavy statoru ⑩ na základní desku ⑪. (viz Obr. 5.32)
- ▶ Po dokončení instalace pohněte základnou forceru a posuňte ji, abyste se ujistili, že nedochází k rušení. (viz Obr. 5.33)

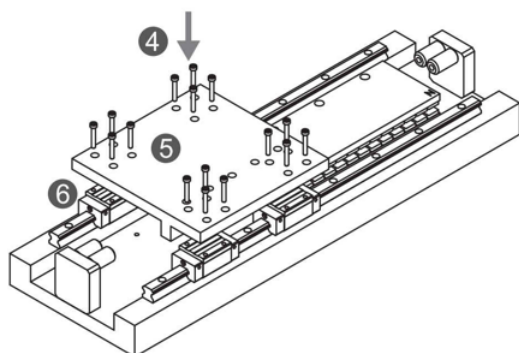
Obr. 5.27: Očištění místa instalace



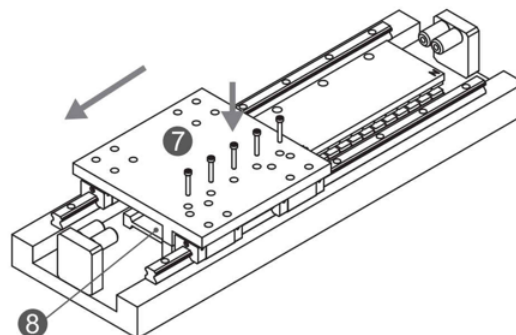
Obr. 5.28: Instalace statoru



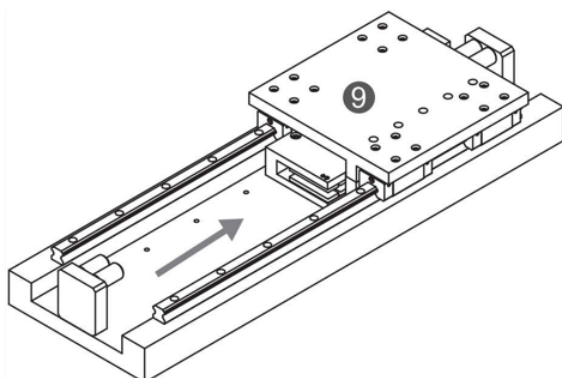
Obr. 5.29: Instalace základny forceru



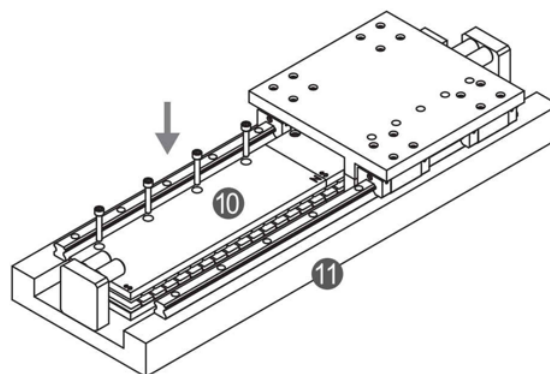
Obr. 5.30: Posunutí základny forceru



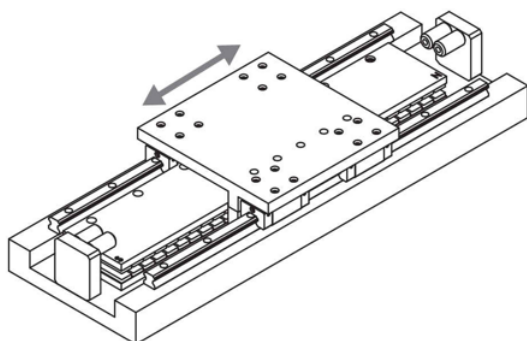
Obr. 5.31: Instalace forceru



Obr. 5.32: Instalace statoru



Obr. 5.33: Potvrzení hladkosti



5.2.2 Bezpečnostní pokyny pro instalaci forceru LMT a statoru

⚠ Výstraha! Riziko při montáži forceru a statoru.

Při aplikaci součástí zabraňte poranění při sevření rukou.

- ▶ Se sestavou statoru manipulujte opatrně, aby nedošlo k poranění při sevření rukou.

! Pozor! Riziko při montáži forceru a statoru.

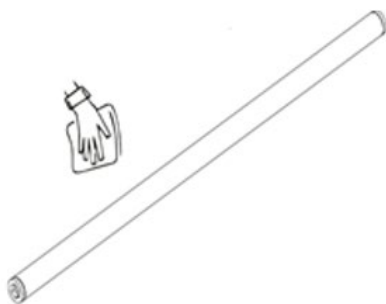
Při instalaci statoru a forceru dávejte pozor na abnormální mezeru mezi jednotkami.

- ▶ Po montáži sestavy forceru podle části [4.3](#) nesmí být soustřednost větší než 0,2 mm.
- ▶ Po montáži sestavy statoru podle části [4.3](#), věnujte zvláštní pozornost mezeře mezi statory.
- ▶ Informace o utahovacím momentu šroubů pro upevnění sestavy forceru a statoru naleznete v části [9.1.2](#).
- ▶ Informace o volbě délky a hloubky závitů naleznete v části [9.1.2](#).

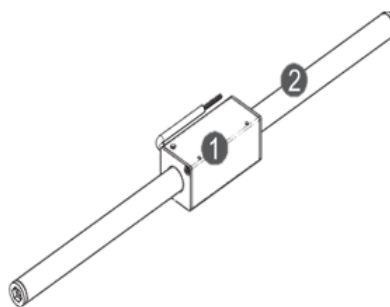
Postup montáže:

- ▶ Pomocí čistého hadříku namočeného v alkoholu (95% průmyslový lih) očistěte sestavu statoru. (viz [Obr. 5.34](#))
- ▶ Nasadte sestavu forceru ① na sestavu statoru ②. (viz [Obr. 5.35](#))
- ▶ Pomocí šroubů ③ namontujte sestavu statoru ④ na upevňovací základnu ⑤ a změřte výškový rozdíl a rozdíl levé a pravé strany, přičemž tento rozdíl nesmí být větší než 0,2 mm (viz [Obr. 5.36](#)).
- ▶ Pomocí šroubů ⑥ namontujte základnu forceru ⑦ na posuvný blok ⑧ (viz [Obr. 5.37](#)).
- ▶ Pomocí šroubů ⑨ upevněte sestavu forceru ⑩ na základnu forceru ⑪ (viz [Obr. 5.38](#)).
- ▶ Po dokončení instalace pohněte základnou forceru a posuňte ji, abyste se ujistili, že nedochází k rušení (viz [Obr. 5.39](#)).

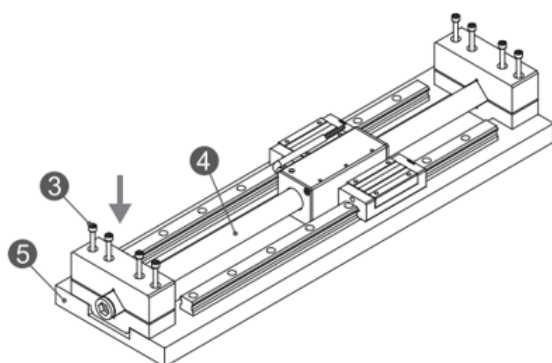
Obr. 5.34: Očištění místa instalace



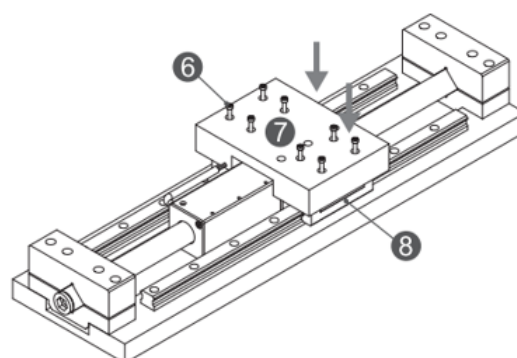
Obr. 5.35: Montáž forceru a satoru



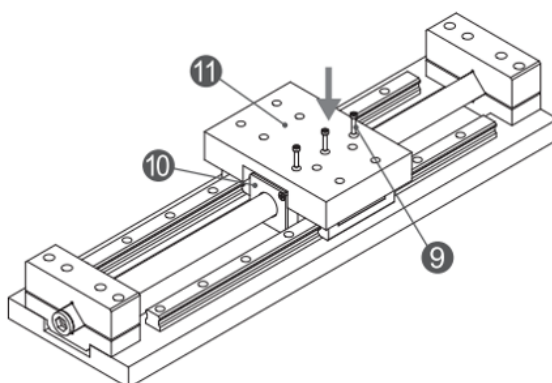
Obr. 5.36: Instalace satoru



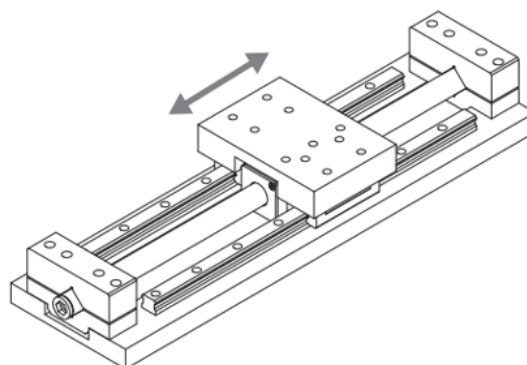
Obr. 5.37: Instalace základny forceru



Obr. 5.38: Instalace forceru



Obr. 5.39: Potvrzení hladkosti



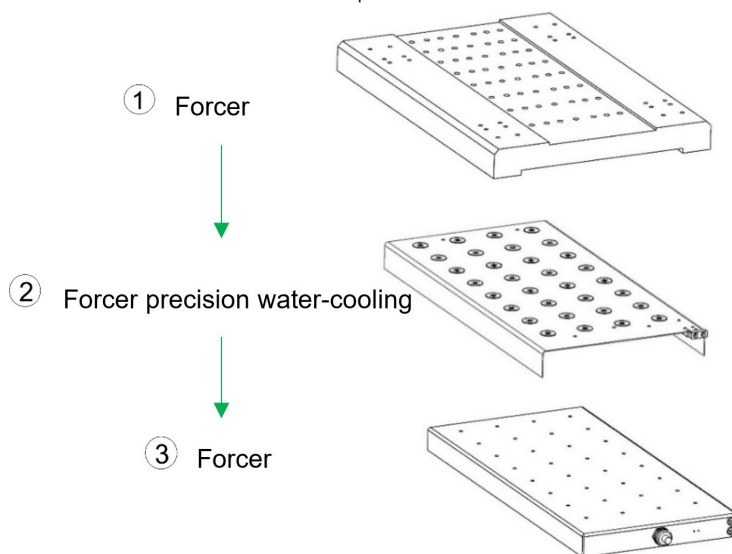
5.3 Instalace systému vodního chlazení lineárního motoru

5.3.1 Instalace přesného vodního chlazení forceru a statoru

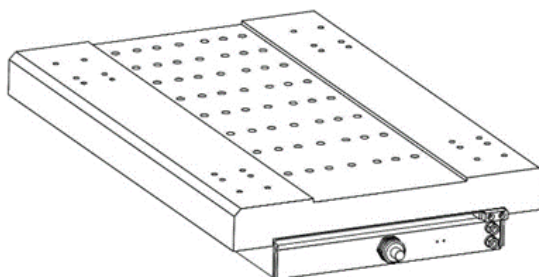
Postup montáže (přesné vodní chlazení forceru): viz [Obr. 5.40](#) – [Obr. 5.41](#).

- Umístěte přesné vodní chlazení ② na horní část forceru ③, polohy otvorů obou součástí musí být vyrovnané a jejich směr musí být shodný.
- Po vyrovnaní polohy otvorů základny ① a přesného vodního chlazení ② s forcerem ③ proveďte instalaci.
- Po upevnění jej lze namontovat na posuvný blok pracovní platformy. Viz pokyny v části [5.1.2](#).

Obr. 5.40: Obrázek instalace přesného vodního chlazení forceru



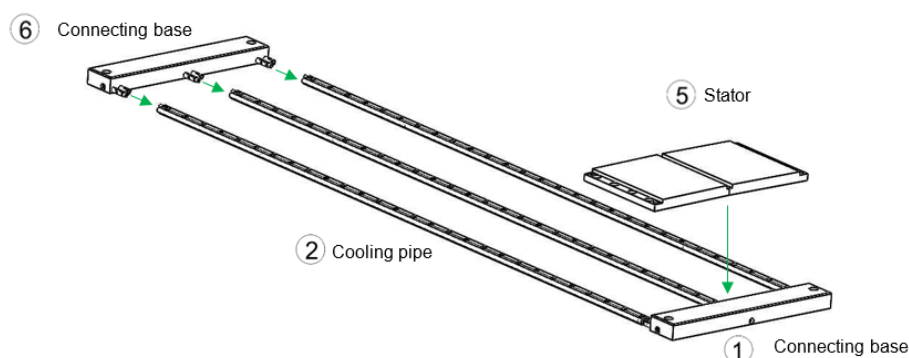
Obr. 5.41: Pohled na výslednou instalaci přesného vodního chlazení forceru



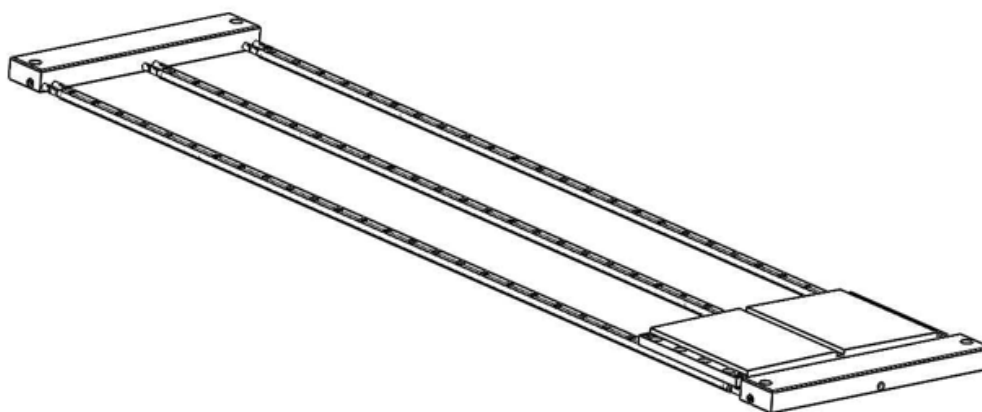
Postup montáže (přesné vodní chlazení statoru): (viz [Obr. 5.42](#))

- ▶ Upevněte montážní základnu ① na jedné straně k pracovní straně plošiny.
- ▶ Chladicí trubky ② zasuňte do montážní základny ① na platformě.
- ▶ Pokud je délka statoru ⑤ větší, použijte k připojení chladicích trubek ② případné spoje.
- ▶ Po kompletní instalaci všech chladicích trubek ② použijte spojovací základnu ⑥ na druhé straně pro nastavení a upevnění s chladicími trubkami.
- ▶ Umístěte stator ⑤ na odpovídající místo na chladicích trubkách ②.
- ▶ Připevněte všechny statory ⑤. Způsob upevnění více sad statorů je popsán v části [5.1.2](#).

Obr. 5.42: Obrázek instalace přesného vodního chlazení statoru



Obr. 5.43: Pohled na výslednou instalaci přesného vodního chlazení statoru



5.3.2 Instalace rychlospojky vodního chlazení motoru

! Pozor!

- Pokud je na vstup nebo výstup upevněna rychlospojka o průměru 1/8PT, musí být kolem ní omotána bílá těsnicí páska, aby se zabránilo úniku vody.
- Pokud je na vstup nebo výstup připevněna rychlospojka o průměru G1/8 s přidavným těsnicím kroužkem, který zabraňuje úniku.
- Pokud je na vstup nebo výstup připevněna rychlospojka s teflonovou vrstvou na závitu, není nutné kolem přípojky omotávat bílou těsnicí pásku.
- Maximální tlak okruhu vodního chlazení je 10 barů.
- Použijte momentový klíč (maximální utahovací moment nesmí překročit 100 kgf-cm (9,8 Nm)).
- Pokud nejsou výše uvedené součásti správně nainstalovány, může dojít k poškození, úniku vody nebo prasknutí přípojky vodního chlazení.
- Veškeré příslušenství dodávané z výroby nesmí být svévolně odstraněno, jinak není zaručena funkčnost výrobku.

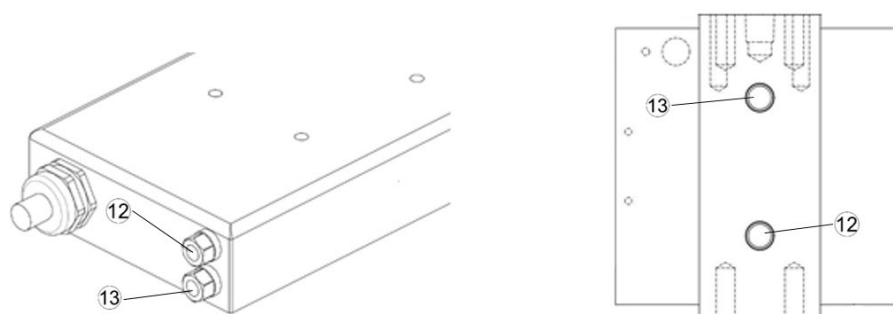
Specifikace forcerů řady LMFA zahrnuje LMFA, LMFA-P a LMFP a použité trubkové závity jsou uvedeny v tabulce níže:

Tabulka 5.3: Závity přípojky vodního chlazení forceru

Specifikace forceru	Trubkový závit
LMFA	1/8 PT
LMFA-P	G 1/8
LMFP	G 1/8
LMSC	1/8PT

Přípojka vodního chlazení ⑫ patří ke vstupu a přípojka vodního chlazení ⑬ patří k výstupu.

Obr. 5.44: Místo instalace přípojky vodního chlazení

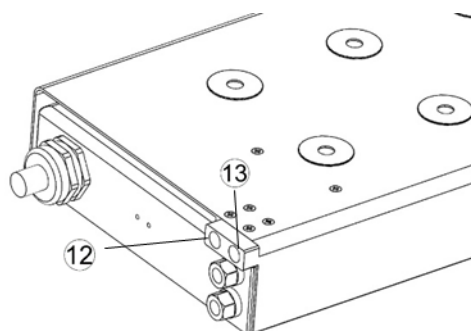


5.3.3 Instalace rychlospojky motoru s přesným vodním chlazením

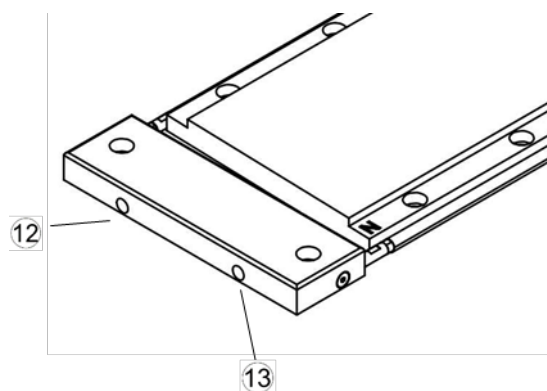
Instalace rychlospojky motoru s vodním chlazením LMFC

Přípojka vodního chlazení ⑫ patří ke vstupu a přípojka vodního chlazení ⑬ patří k výstupu a obě jsou typu G1/8.

Obr. 5.45: Místo instalace přípojky přesného vodního chlazení forceru



Obr. 5.46: Místo instalace přípojky pro přesné vodní chlazení statoru

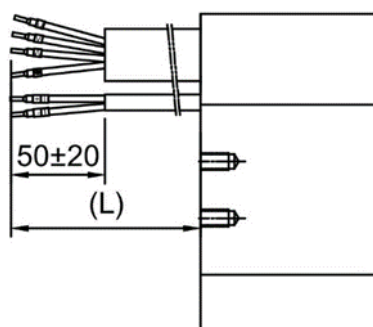


6 Výběr příslušenství motoru a napájecího kabelu

6.1 Standardní specifikace napájecího kabelu

Délky napájecího a teplotního kabelu u standardního lineárního motoru jsou od 0,5 m do 1,2 m. Jednotka délky kabelu je 100 mm. Vývody kabelů mohou být s konektory nebo s otevřenými konci, jak je znázorněno na [Obr. 6.1](#).

Obr. 6.1: Specifikace výstupu pro napájecí kabel

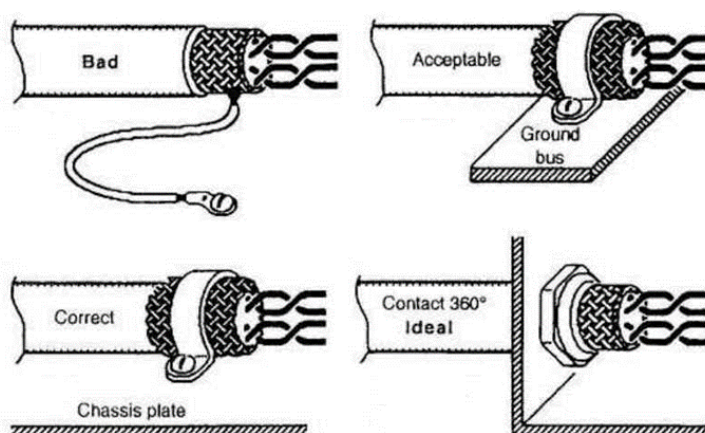


6.2 Doporučený způsob konstrukce pro zemnicí ochranu

Stíněním musí být vybaven napájecí kabel nebo teplotní kabel. Také stínění musí být uzemněno (jak je znázorněno na [Obr. 6.2](#)).

Po obnažení stínění ho lze zkrátit na vhodnou délku pro pohodlnější operace. Neodstřihujte část stínění, jinak by mohlo dojít k jeho snadnému ulomení, což by mohlo mít negativní vliv na jeho účinnost.

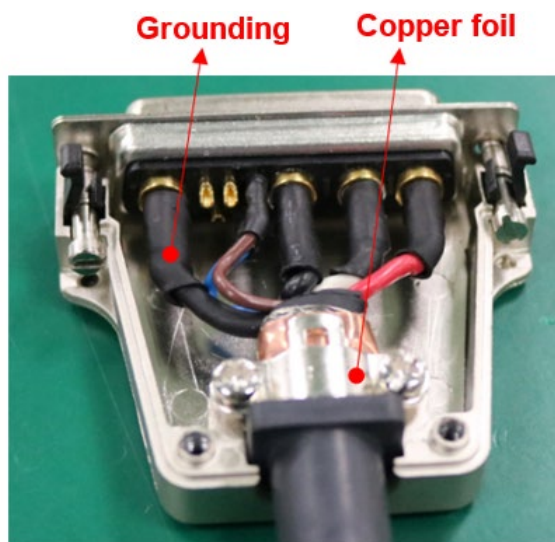
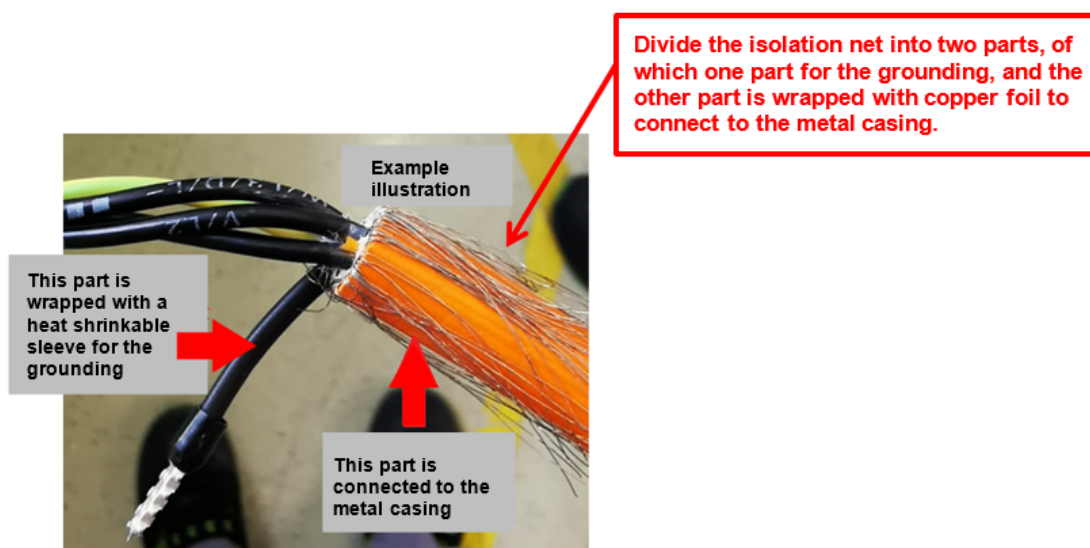
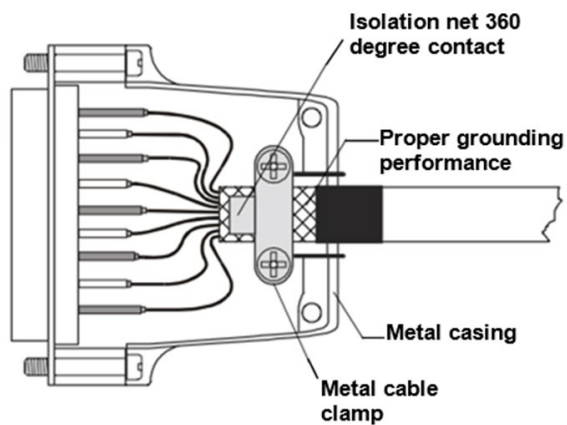
Obr. 6.2: Doporučený způsob uzemnění



6.2.1 Doporučený způsob konstrukce zemnicí ochrany bezželezného lineárního motoru

U napájecího kabelu bezželezného lineárního motoru se doporučuje použít izolační mřížku pro ochranu uzemnění. Izolační mřížka je rozdělena na dvě části, jedna část je určena pro uzemnění a druhá část je obalena měděnou fólií pro připojení ke kovovému pouzdru, jak je znázorněno na [Obr. 6.3](#).

Obr. 6.3: Zemnicí ochrana bezželezného lineárního motoru



6.3 Doporučený způsob instalace prodlužovacího kabelu

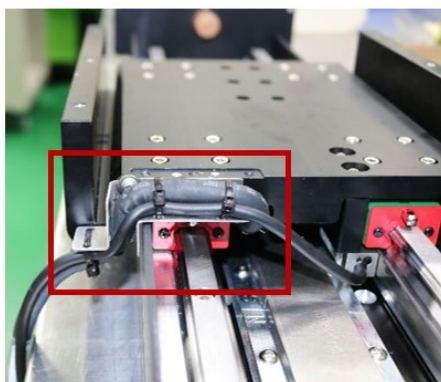
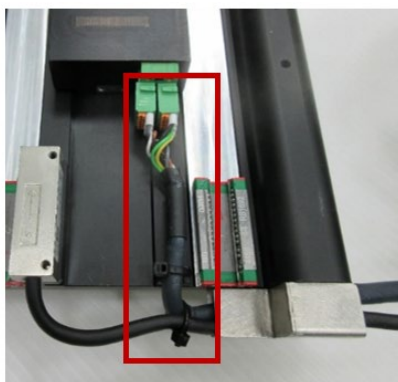
Vzhledem k tomu, že lineární motor s železným jádrem řady LMSA-Z je vybaven konektorem, měl by být při skutečném použití připojen prodlužovací kabel. Proto postupujte podle níže uvedeného způsobu instalace, abyste předešli případným poruchám.

Kabel motoru musí být po montáži forceru na desku forceru upevněn pomocí kabelové pásky a kabelového žlabu. Také prodlužovací kabel by měl být upevněn pomocí kabelové pásky a vložen do kabelového řetězu, aby bylo zajištěna jeho správná funkce, jak je znázorněno na [Obr. 6.4](#) a [Obr. 6.5](#).

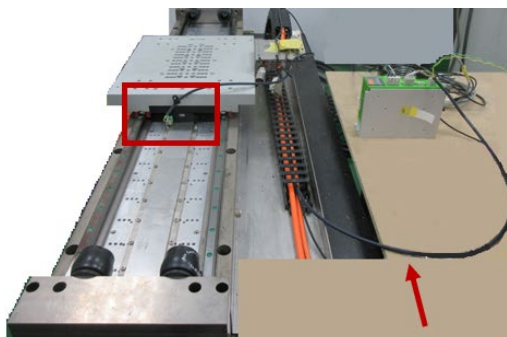
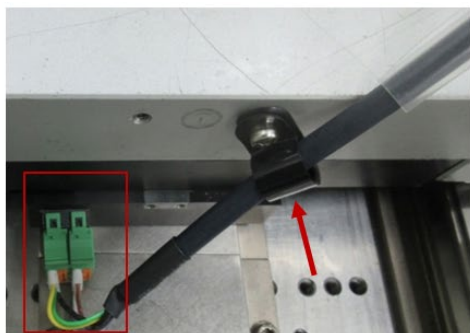
Pokud není kabel správně nainstalován, jak je znázorněno na [Obr. 6.6](#) a [Obr. 6.7](#), může dojít k poruchám, jako je chvění a opotřebení, a také k nestandardním situacím.

Doporučený způsob instalace

Obr. 6.4: Upevněte kabel motoru pomocí kabelové pásky a kabelového žlabu

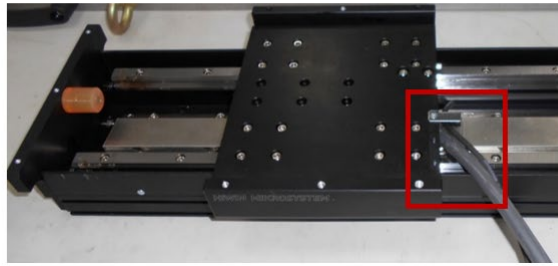
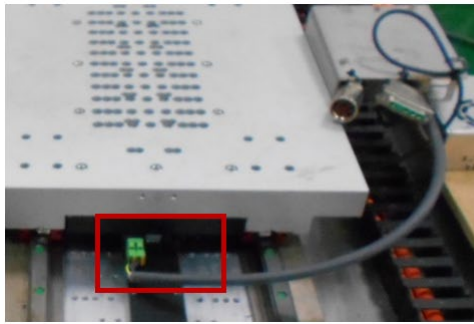


Obr. 6.5: Upevněte prodlužovací kabel pomocí kabelové pásky a vložte jej do kabelového řetězu

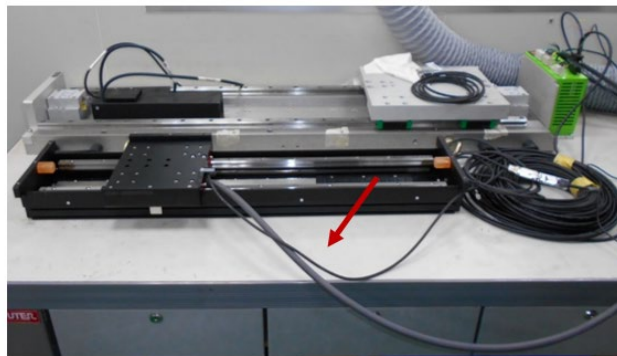


Nesprávný způsob instalace

Obr. 6.6: Prodlužovací kabel není upevněný

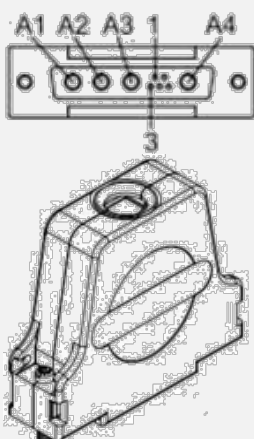
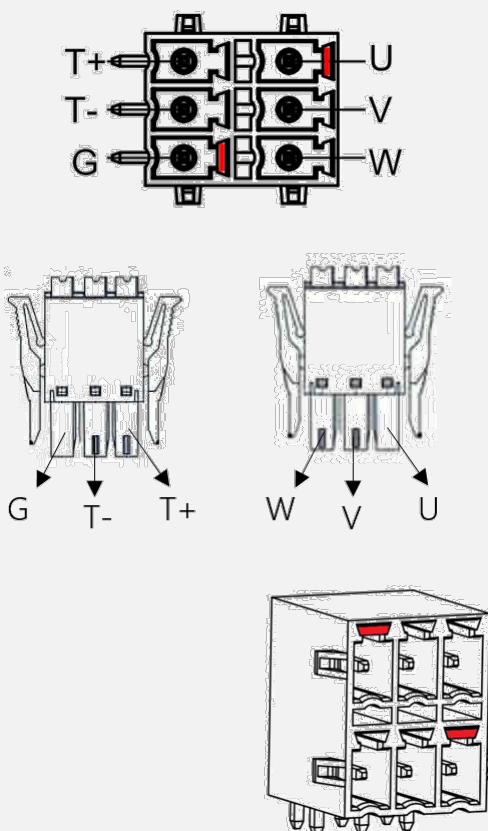


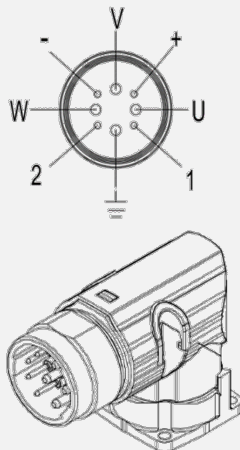






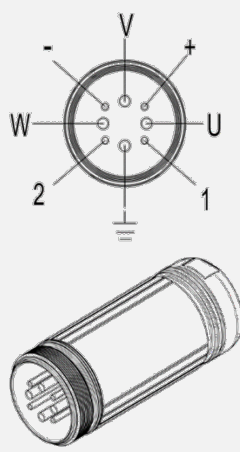






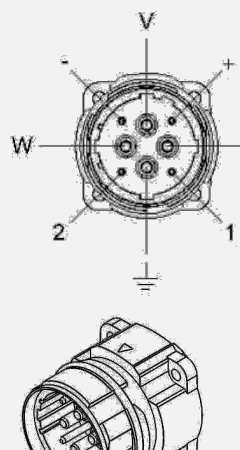






Obr. 6.7: Prodlužovací kabel není vložen do kabelového řetězu

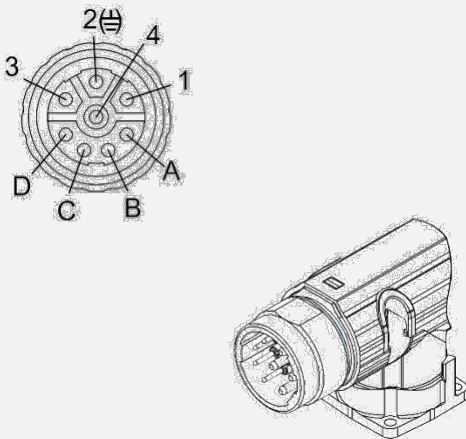
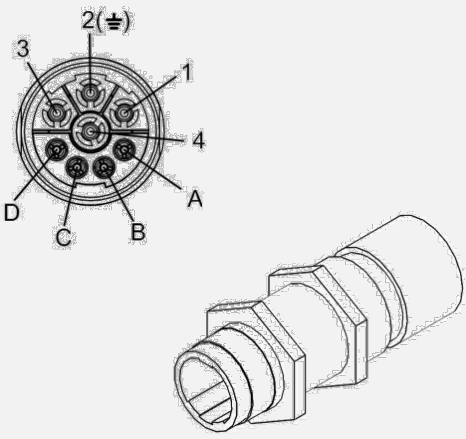
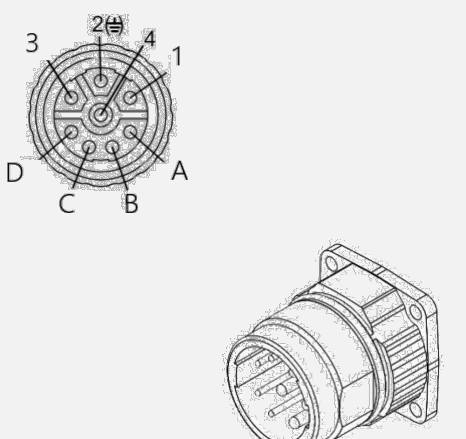


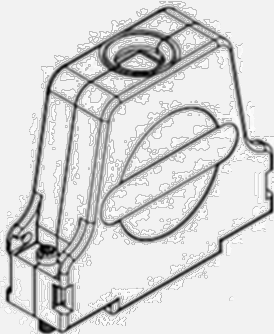
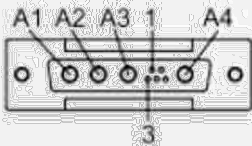
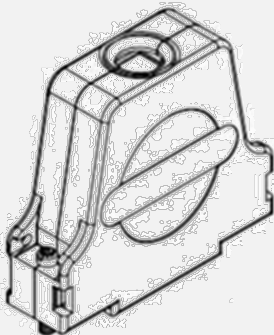
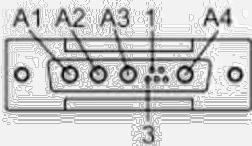
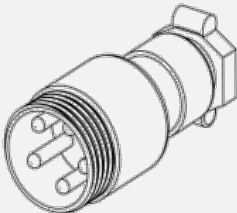
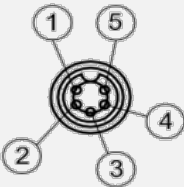
6.4 Výběr konektorů a přiřazení pinů

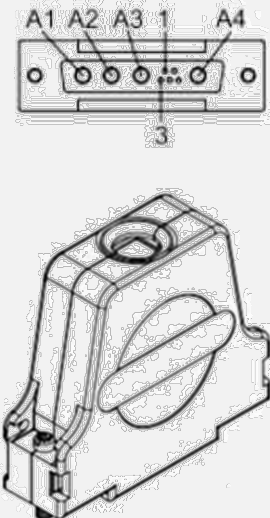
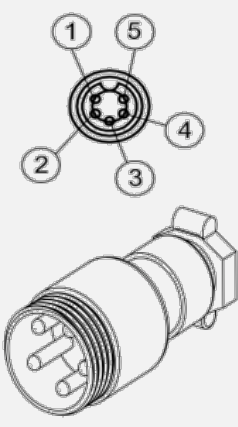
Tabulka 6.1: Schéma zapojení

Model	Konektor	Pin																
Řada LMSA		<div>Schéma zapojení</div> <table><tr><th>FMK3G (samec)</th><th>Signál</th></tr><tr><td>A1</td><td>V</td></tr><tr><td>A2</td><td>U</td></tr><tr><td>A3</td><td>W</td></tr><tr><td>A4</td><td>GND</td></tr><tr><td>1</td><td>T+</td></tr><tr><td>3</td><td>T-</td></tr><tr><td>POUZDRO</td><td></td></tr></table>	FMK3G (samec)	Signál	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	POUZDRO	
	FMK3G (samec)	Signál																
A1	V																	
A2	U																	
A3	W																	
A4	GND																	
1	T+																	
3	T-																	
POUZDRO																		
Řada LMSA-Z		<div>Přiřazení pinů</div> <table><tr><th>Zásuvné svorkovnice</th><th>Signál kabelu</th></tr><tr><td>U</td><td>V</td></tr><tr><td>V</td><td>U</td></tr><tr><td>W</td><td>W</td></tr><tr><td>T+</td><td>T+</td></tr><tr><td>T-</td><td>T-</td></tr><tr><td>G</td><td>G</td></tr></table>	Zásuvné svorkovnice	Signál kabelu	U	V	V	U	W	W	T+	T+	T-	T-	G	G		
Zásuvné svorkovnice	Signál kabelu																	
U	V																	
V	U																	
W	W																	
T+	T+																	
T-	T-																	
G	G																	
9pinový konektor D-Sub																		
Zásuvné svorkovnice																		

Model	Konektor	Pin																						
<div>Řada LMFA (940)</div>	<div></div> <div>Kovový konektor (úhlově otočný)</div>	<div><table><tr><th colspan="2">Schéma zapojení</th></tr><tr><th>Samec</th><th>Signál</th></tr><tr><td>U</td><td>U</td></tr><tr><td>V</td><td>V</td></tr><tr><td>W</td><td>W</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td>Pouzdro</td><td>T+</td></tr><tr><td>+</td><td>T1+</td></tr><tr><td>-</td><td>T1-</td></tr><tr><td>1</td><td>T2+</td></tr><tr><td>2</td><td>T2-</td></tr></table><div><div><div></div><div></div></div><div>PTC SNM120</div></div><div><div><div></div><div></div></div><div>Pt1000</div></div></div>	Schéma zapojení		Samec	Signál	U	U	V	V	W	W			Pouzdro	T+	+	T1+	-	T1-	1	T2+	2	T2-
Schéma zapojení																								
Samec	Signál																							
U	U																							
V	V																							
W	W																							
																								
Pouzdro	T+																							
+	T1+																							
-	T1-																							
1	T2+																							
2	T2-																							
	<div></div> <div>Kovový konektor</div>	<div><table><tr><th colspan="2">Schéma zapojení</th></tr><tr><th>Samec</th><th>Signál</th></tr><tr><td>U</td><td>U</td></tr><tr><td>V</td><td>V</td></tr><tr><td>W</td><td>W</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td>Pouzdro</td><td></td></tr><tr><td>+</td><td>T1+</td></tr><tr><td>-</td><td>T1-</td></tr><tr><td>1</td><td>T2+</td></tr><tr><td>2</td><td>T2-</td></tr></table><div><div><div></div><div></div></div><div>PTC SNM120</div></div><div><div><div></div><div></div></div><div>Pt1000</div></div></div>	Schéma zapojení		Samec	Signál	U	U	V	V	W	W			Pouzdro		+	T1+	-	T1-	1	T2+	2	T2-
Schéma zapojení																								
Samec	Signál																							
U	U																							
V	V																							
W	W																							
																								
Pouzdro																								
+	T1+																							
-	T1-																							
1	T2+																							
2	T2-																							
	<div></div> <div>Kovový konektor</div>	<div><table><tr><th colspan="2">Schéma zapojení</th></tr><tr><th>Samec</th><th>Signál</th></tr><tr><td>U</td><td>U</td></tr><tr><td>V</td><td>V</td></tr><tr><td>W</td><td>W</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td>Pouzdro</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>T1+</td></tr><tr><td>2</td><td>T1-</td></tr><tr><td>+</td><td>T2+</td></tr><tr><td>-</td><td>T2-</td></tr></table><div><div><div></div><div></div></div><div>PTC SNM120</div></div><div><div><div></div><div></div></div><div>Pt1000</div></div></div>	Schéma zapojení		Samec	Signál	U	U	V	V	W	W			Pouzdro		1	T1+	2	T1-	+	T2+	-	T2-
Schéma zapojení																								
Samec	Signál																							
U	U																							
V	V																							
W	W																							
																								
Pouzdro																								
1	T1+																							
2	T1-																							
+	T2+																							
-	T2-																							

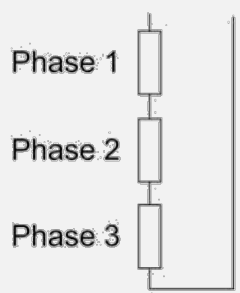
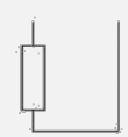
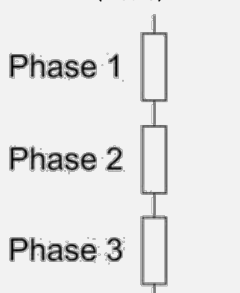
Model	Konektor	Pin																									
Řada LMFA (923)		<table><tr><th colspan="2">Tabulka zapojení</th></tr><tr><th>Samec</th><th>Signál</th></tr><tr><td>1</td><td>U</td></tr><tr><td>4</td><td>V</td></tr><tr><td>3</td><td>W</td></tr><tr><td>(2) </td><td></td></tr><tr><td>Pouzdro</td><td></td></tr><tr><td>A</td><td>T1+ (šedá)</td><td rowspan="2">PTC</td></tr><tr><td>B</td><td>T1- (šedá)</td><td>SNM120</td></tr><tr><td>C</td><td>T2+ (červená)</td><td rowspan="2">Pt1000</td></tr><tr><td>D</td><td>T2- (bílá)</td></tr></table>	Tabulka zapojení		Samec	Signál	1	U	4	V	3	W	(2)		Pouzdro		A	T1+ (šedá)	PTC	B	T1- (šedá)	SNM120	C	T2+ (červená)	Pt1000	D	T2- (bílá)
	Tabulka zapojení																										
	Samec	Signál																									
	1	U																									
4	V																										
3	W																										
(2)																											
Pouzdro																											
A	T1+ (šedá)	PTC																									
B	T1- (šedá)		SNM120																								
C	T2+ (červená)	Pt1000																									
D	T2- (bílá)																										
	Kovový konektor (úhlově otočný)																										
		<table><tr><th colspan="2">Tabulka zapojení</th></tr><tr><th>Samec</th><th>Signál</th></tr><tr><td>1</td><td>U</td></tr><tr><td>4</td><td>V</td></tr><tr><td>3</td><td>W</td></tr><tr><td>(2) </td><td></td></tr><tr><td>Pouzdro</td><td></td></tr><tr><td>A</td><td>T1+ (šedá)</td><td rowspan="2">PTC</td></tr><tr><td>B</td><td>T1- (šedá)</td><td>SNM120</td></tr><tr><td>C</td><td>T2+ (červená)</td><td rowspan="2">Pt1000</td></tr><tr><td>D</td><td>T2- (bílá)</td></tr></table>	Tabulka zapojení		Samec	Signál	1	U	4	V	3	W	(2)		Pouzdro		A	T1+ (šedá)	PTC	B	T1- (šedá)	SNM120	C	T2+ (červená)	Pt1000	D	T2- (bílá)
	Tabulka zapojení																										
	Samec	Signál																									
	1	U																									
4	V																										
3	W																										
(2)																											
Pouzdro																											
A	T1+ (šedá)	PTC																									
B	T1- (šedá)		SNM120																								
C	T2+ (červená)	Pt1000																									
D	T2- (bílá)																										
	Kovový konektor																										
		<table><tr><th colspan="2">Tabulka zapojení</th></tr><tr><th>Samec</th><th>Signál</th></tr><tr><td>1</td><td>U</td></tr><tr><td>4</td><td>V</td></tr><tr><td>3</td><td>W</td></tr><tr><td>2 </td><td></td></tr><tr><td>Pouzdro</td><td></td></tr><tr><td>A</td><td>T1+</td><td rowspan="2">PTC</td></tr><tr><td>B</td><td>T1-</td><td>SNM120</td></tr><tr><td>C</td><td>T2+</td><td rowspan="2">Pt1000</td></tr><tr><td>D</td><td>T2-</td></tr></table>	Tabulka zapojení		Samec	Signál	1	U	4	V	3	W	2		Pouzdro		A	T1+	PTC	B	T1-	SNM120	C	T2+	Pt1000	D	T2-
	Tabulka zapojení																										
	Samec	Signál																									
	1	U																									
4	V																										
3	W																										
2																											
Pouzdro																											
A	T1+	PTC																									
B	T1-		SNM120																								
C	T2+	Pt1000																									
D	T2-																										
	Kovový konektor																										

Model	Konektor	Pin																		
LMSC7	<div></div> <div>9pinový konektor D-Sub</div>	<table><tr><th colspan="2">Schéma zapojení</th></tr><tr><th>FMK3G (samec)</th><th>Signál</th></tr><tr><td>A1</td><td>V</td></tr><tr><td>A2</td><td>U</td></tr><tr><td>A3</td><td>W</td></tr><tr><td>A4</td><td>GND</td></tr><tr><td>1</td><td>T+</td></tr><tr><td>3</td><td>T-</td></tr><tr><td>POUZDRO</td><td></td></tr></table>	Schéma zapojení		FMK3G (samec)	Signál	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	POUZDRO	
Schéma zapojení																				
FMK3G (samec)	Signál																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
POUZDRO																				
LMSS11	<div></div> <div>9pinový konektor D-Sub</div>	<table><tr><th colspan="2">Schéma zapojení</th></tr><tr><th>FMK3G (samec)</th><th>Signál</th></tr><tr><td>A1</td><td>V</td></tr><tr><td>A2</td><td>U</td></tr><tr><td>A3</td><td>W</td></tr><tr><td>A4</td><td>GND</td></tr><tr><td>1</td><td>T+</td></tr><tr><td>2</td><td>T-</td></tr><tr><td>POUZDRO</td><td></td></tr></table>	Schéma zapojení		FMK3G (samec)	Signál	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	2	T-	POUZDRO	
Schéma zapojení																				
FMK3G (samec)	Signál																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
2	T-																			
POUZDRO																				
LMC A/B/C/D/E/ EFC/HUB	<div></div> <div>M16-P5P (samec)</div>	<table><tr><th colspan="2">Schéma zapojení</th></tr><tr><th>Samec</th><th>Signál</th></tr><tr><td>1</td><td>V</td></tr><tr><td>2</td><td>U</td></tr><tr><td>3</td><td>W</td></tr><tr><td>Pouzdro</td><td>GND</td></tr><tr><td>4</td><td>T+</td></tr><tr><td>5</td><td>T-</td></tr></table>	Schéma zapojení		Samec	Signál	1	V	2	U	3	W	Pouzdro	GND	4	T+	5	T-		
Schéma zapojení																				
Samec	Signál																			
1	V																			
2	U																			
3	W																			
Pouzdro	GND																			
4	T+																			
5	T-																			

Model	Konektor	Pin																		
LMC F/EFE/EFF	 <p>9pinový konektor D-Sub</p>	<table><tr><th colspan="2">Schéma zapojení</th></tr><tr><th>FMK3G (samec)</th><th>Signál</th></tr><tr><td>A1</td><td>V</td></tr><tr><td>A2</td><td>U</td></tr><tr><td>A3</td><td>W</td></tr><tr><td>A4</td><td>GND</td></tr><tr><td>1</td><td>T+</td></tr><tr><td>3</td><td>T-</td></tr><tr><td>POUZDRO</td><td></td></tr></table>	Schéma zapojení		FMK3G (samec)	Signál	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	POUZDRO	
Schéma zapojení																				
FMK3G (samec)	Signál																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
POUZDRO																				
LMT 2/6/A/B/C	 <p>M16-P5P (samec)</p>	<table><tr><th colspan="2">Schéma zapojení</th></tr><tr><th>Samec</th><th>Signál</th></tr><tr><td>1</td><td>V</td></tr><tr><td>2</td><td>U</td></tr><tr><td>3</td><td>W</td></tr><tr><td>Pouzdro</td><td>GND</td></tr><tr><td>4</td><td>T+</td></tr><tr><td>5</td><td>T-</td></tr></table>	Schéma zapojení		Samec	Signál	1	V	2	U	3	W	Pouzdro	GND	4	T+	5	T-		
Schéma zapojení																				
Samec	Signál																			
1	V																			
2	U																			
3	W																			
Pouzdro	GND																			
4	T+																			
5	T-																			

6.5 Konfigurace ochrany proti přehřátí

Tabulka 6.2: Schéma konfigurace ochrany proti přehřátí

	Schéma konfigurace
PTC SNM120	<p>T1 - (žlutá) T1 + (červená)</p> 
PT1000	<p>T2 + (černá) T2 - (bílá)</p> 
SKM120	<p>T - (modrá) T - (hnědá)</p> 

6.6 Hallův snímač

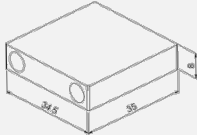
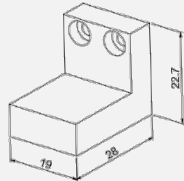
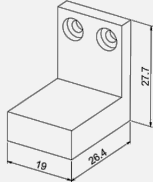
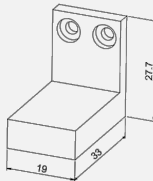
⚠ Výstraha! Nebezpečí poranění v důsledku nekontrolovaných pohybů motoru!

Nesprávně nainstalovaný nebo připojený Hallův snímač může způsobit nekontrolované pohyby motoru, které mohou mít za následek poranění osob nebo k poškození stroje.

► Hallův snímač smějí připojovat pouze kvalifikované osoby.

Pro řízení pohonu lineárního motoru lze vybrat a zakoupit Hallový snímače, které umožní nastavit optimální elektrický úhel. Hallový snímače lze podle způsobu výstupu signálu rozdělit na digitální a analogové. Digitální Hallův snímač má relativně lepší protirušivou schopnost, avšak jeho maximální elektrická úhlová chyba je 30°. Analogový Hallův snímač je náchylný na rušení, nicméně nemá elektrickou úhlovou chybu. V následujícím textu jsou blíže popsány Hallový snímače pro lineární motory s železným jádrem a pro lineární motory bez železného jádra.

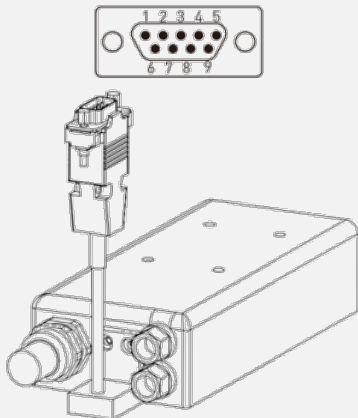
Tabulka 6.3: Srovnávací tabulka specifikací Hallova snímače s digitálním signálem pro lineární motory s železným jádrem


Hallův snímač Specifikace	Výstupní signál	Režim výstupu	Hallův snímač Znázornění rozměrů	Použitelná řada lineárních motorů
LMAHS	Digitální	Konektor		Řada LMS
LMAHS-W	Digitální	Holý kabel		
LMAHSA	Digitální	Konektor		Řada LMSA
LMAHSA-W	Digitální	Holý kabel		
LMAHF1	Digitální	Konektor		Řada LMFA0-2
LMAHF1-W	Digitální	Holý kabel		
LMAHF2	Digitální	Konektor		Řada LMFA3-6
LMAHF2-W	Digitální	Holý kabel		

Režim výstupu a znázornění signálních pinů

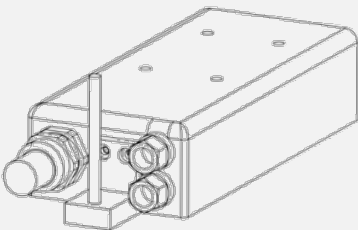
Příklad 1: Režim výstupu konektoru a znázornění pinů signálního kabelu


Connector
D-Sub male 9 channel plug



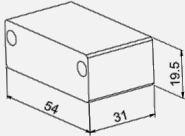
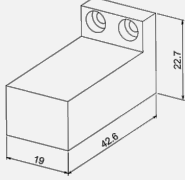
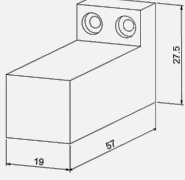
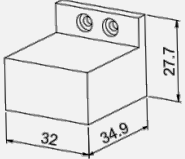
Signální kabel	
Signál	Barva
VDC	1
Pavilon A (výstup)	2
Pavilon B (výstup)	3
Hallův snímač C (výstup)	4
GND	5
	Pouzdro

Příklad 2: Režim výstupu holého kabelu a znázornění pinů signálního kabelu



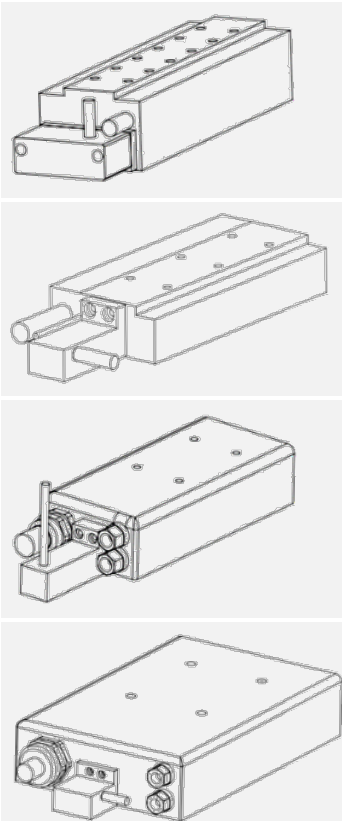
Signální kabel	
Signál	Barva
VDC	Hnědá
Pavilon A (výstup)	Bílá
Pavilon B (výstup)	Šedá
Hallův snímač C (výstup)	Žlutá
GND	Zelená
	Izolační mřížka

Tabulka 6.4: Srovnávací tabulka specifikací Hallova snímače s analogovým signálem pro lineární motory s železným jádrem

Hallův snímač Specifikace	Výstupní signál	Výstupní režim	Hallův snímač Znázornění rozměrů	Použitelná řada lineárních motorů
LMAHSA-D	Analogový	Holý kabel		Řada LMS
LMAHSA-A-D	Analogový	Holý kabel		LMSA Řada
LMAHFA1-D	Analogový	Holý kabel		Řada LMFA0-2
LMAHFA2-D	Analogový	Holý kabel		Řada LMFA3-6

Režim výstupu a znázornění signálních pinů

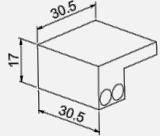
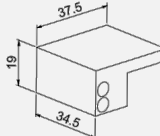
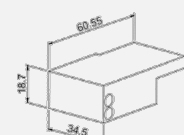
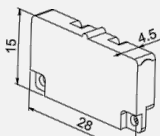
Příklad: Režim analogového výstupního signálu s holým kabelem a znázornění vývodů signálního kabelu

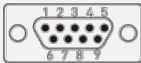
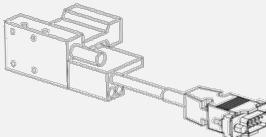



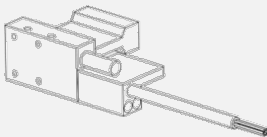





Signální kabel

Signál	Barva
VDC	Hnědá
A+	Červená
A-	Modrá
B+	Žlutá
B-	Zelená
GND	Bílá
	Izolační mřížka

Tabulka 6.5: Srovnávací tabulka specifikací Hallova snímače s digitálním signálem pro LMC

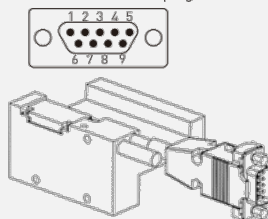
Hallův snímač Specifikace	Výstupní signál	Výstupní režim	Hallův snímač Znázornění rozměrů	Použitelná řada lineárních motorů
LMAHC	Digitální	Konektor		LMCA/LMCB/ Řada LMCC
LMAHC-W	Digitální	Holý kabel		
LMAHC2	Digitální	Konektor		LMCD/LMCE Řada
LMAHC2-W	Digitální	Holý kabel		
LMAHC3	Digitální	Konektor		Řada LMCF
LMAHC3-W	Digitální	Holý kabel		
LMAHEF3	Digitální	Konektor		LMC-EFC/ LMC-EFE/ Řada LMC-EFF
LMAHEF3-W	Digitální	Holý kabel		

Použitelná řada lineárních motorů	Režim výstupu a znázornění signálních pinů																
Řada LMCA/LMCB/LMCC Řada LMCD/LMCE Řada LMCF	Příklad 1: Režim výstupu konektoru a znázornění pinů signálního kabelu																
	<div><div><div>Connector</div><div>D-Sub male 9 channel plug</div><div></div><div></div></div><div><table><tr><th colspan="2">Signal cable</th></tr><tr><th>Signal</th><th>Connector</th></tr><tr><td>Vcc</td><td>1</td></tr><tr><td>Hall A(out)</td><td>2</td></tr><tr><td>Hall B(out)</td><td>3</td></tr><tr><td>Hall C(out)</td><td>4</td></tr><tr><td>GND</td><td>5</td></tr><tr><td></td><td>Casing</td></tr></table></div></div>	Signal cable		Signal	Connector	Vcc	1	Hall A(out)	2	Hall B(out)	3	Hall C(out)	4	GND	5		Casing
	Signal cable																
Signal	Connector																
Vcc	1																
Hall A(out)	2																
Hall B(out)	3																
Hall C(out)	4																
GND	5																
	Casing																
Příklad 2: Režim výstupu holého kabelu a znázornění pinů signálního kabelu																	
<div><div></div><div><table><tr><th colspan="2">Signal cable</th></tr><tr><th>Signal</th><th>Color</th></tr><tr><td>Vcc</td><td>Brown</td></tr><tr><td>Hall A(out)</td><td>White</td></tr><tr><td>Hall B(out)</td><td>Gray</td></tr><tr><td>Hall C(out)</td><td>Yellow</td></tr><tr><td>GND</td><td>Green</td></tr><tr><td></td><td>Isolation net</td></tr></table></div></div>	Signal cable		Signal	Color	Vcc	Brown	Hall A(out)	White	Hall B(out)	Gray	Hall C(out)	Yellow	GND	Green		Isolation net	
Signal cable																	
Signal	Color																
Vcc	Brown																
Hall A(out)	White																
Hall B(out)	Gray																
Hall C(out)	Yellow																
GND	Green																
	Isolation net																

LMC-EFC/
LMC-EFE/
Řada LMC-EFF

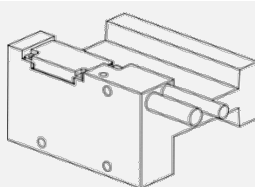
Příklad 1: Režim výstupu konektoru a znázornění pinů signálního kabelu

Connector
D-Sub male 9 channel plug



Signal cable	
Signal	Connector
Vcc	1
Hall A(out)	2
Hall B(out)	3
Hall C(out)	4
GND	5
	Casing

Příklad 2: Režim výstupu holého kabelu a znázornění pinů signálního kabelu



Signal cable	
Signal	Color
Vcc	Brown
Hall A(out)	White
Hall B(out)	Gray
Hall C(out)	Yellow
GND	Green
	Isolation net

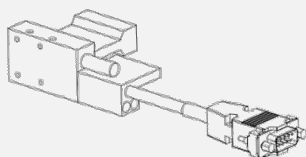
Modely LMAHEF3 a LMAHEF3-W se neprodávají samostatně a je nutné je objednávat společně s odpovídající řadou forcerů. Tento Hallův snímač se dodává po upevnění na forceru.

Tabulka 6.6: Srovnávací tabulka specifikací Hallova snímače s analogovým signálem pro LMC

Hallův snímač Specifikace	Výstupní signál	Výstupní režim	Znázornění rozměrů Hallova snímače	Použitelná řada lineárních motorů
LMAHCA-D	Analogový	Holý kabel		LMCA/ LMCB/ Řada LMCC

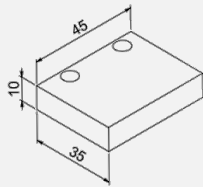
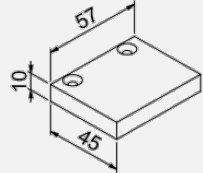
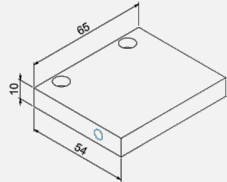
Režim výstupu a znázornění signálních pinů

Příklad 1: Režim výstupu holého kabelu a znázornění pinů signálního kabelu



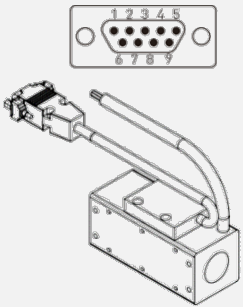



Signal cable	
Signal	Color
Vcc	Brown
A+	Red
A-	Blue
B+	Yellow
B-	Green
GND	White
	Isolation net

Tabulka 6.7: Srovnávací tabulka specifikací Hallova snímače s digitálním signálem pro LMT

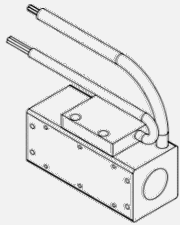



Hallův snímač Specifikace	Výstupní signál	Výstupní režim	Hallův snímač Znázornění rozměrů	Použitelná řada lineárních motorů
LMDHTA	Digitální	Konektor		LMTA Řada
LMDHTA-W	Digitální	Holý kabel		
LMDHTB	Digitální	Konektor		LMTB Řada
LMDHTB-W	Digitální	Holý kabel		
LMDHTC	Digitální	Konektor		LMTC Řada
LMDHTC-W	Digitální	Holý kabel		

Režim výstupu a znázornění signálních pinů

Příklad 1: Režim výstupu konektoru a znázornění pinů signálního kabelu

<p>Connector D-Sub male 9 channel plug</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Signal cable</th></tr> <tr> <th>Signal</th><th>Connector</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vcc</td><td>1</td></tr> <tr> <td>Hall A(out)</td><td>2</td></tr> <tr> <td>Hall B(out)</td><td>3</td></tr> <tr> <td>Hall C(out)</td><td>4</td></tr> <tr> <td>GND</td><td>5</td></tr> <tr> <td></td><td>Casing</td></tr> </tbody> </table>	Signal cable		Signal	Connector	Vcc	1	Hall A(out)	2	Hall B(out)	3	Hall C(out)	4	GND	5		Casing
Signal cable																	
Signal	Connector																
Vcc	1																
Hall A(out)	2																
Hall B(out)	3																
Hall C(out)	4																
GND	5																
	Casing																

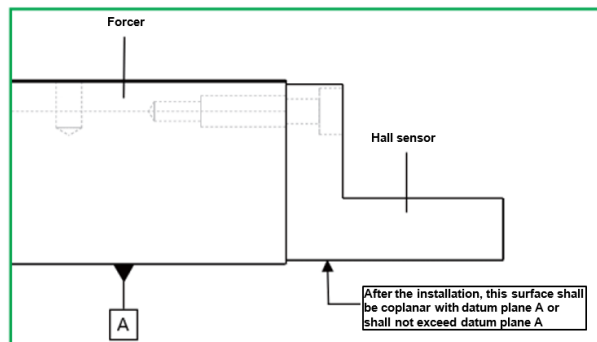
Příklad 2: Režim výstupu holého kabelu a znázornění pinů signálního kabelu

	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Signal cable</th></tr> <tr> <th>Signal</th><th>Color</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vcc</td><td>Brown</td></tr> <tr> <td>Hall A(out)</td><td>White</td></tr> <tr> <td>Hall B(out)</td><td>Gray</td></tr> <tr> <td>Hall C(out)</td><td>Yellow</td></tr> <tr> <td>GND</td><td>Green</td></tr> <tr> <td></td><td>Isolation net</td></tr> </tbody> </table>	Signal cable		Signal	Color	Vcc	Brown	Hall A(out)	White	Hall B(out)	Gray	Hall C(out)	Yellow	GND	Green		Isolation net
Signal cable																	
Signal	Color																
Vcc	Brown																
Hall A(out)	White																
Hall B(out)	Gray																
Hall C(out)	Yellow																
GND	Green																
	Isolation net																

6.6.1 Pokyny pro instalaci Hallova snímače

Pokud je Hallův snímač připevněn na forceru, musí být spodní plocha Hallova snímače koplanární se vztaznou rovinou A nebo nesmí přesahovat vztaznou rovinu A.

Obr. 6.8: Obrázek instalace Hallova snímače



6.6.2 Výběr šroubů Hallova snímače

Pro Hallovy snímače lineárních motorů s železným jádrem se použijí šrouby M3. U Hallovyh snímačů bezželezných lineárních motorů existují varianty podle čísla modelu.

Tabulka 6.8: Tabulka pro výběr šroubů Hallova snímače

Specifikace šroubů	Použitelné řady Hallovyh snímačů
M2	LMAHEF3, LMAHEF3-W
M3	LMAHS, LMAHS-W, LMAHSA, LMAHSA-W LMAHF1, LMAHF1-W, LMAHF2, LMAHF2-W LMAHSA-D, LMAHSA-D, LMAHFA1-D, LMAHFA2-D LMAHC, LMAHC-W, LMAHC2, LMAHC2-W LMAHC3, LMAHC3-W, LMAHCA-D, LMDHTA, LMDHTA-W
M4	LMDHTB, LMDHTB-W, LMDHTC, LMDHTC-W

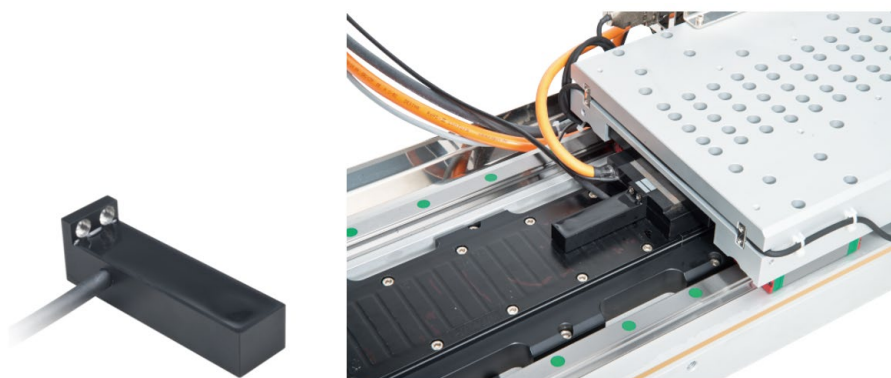
6.7 Hallův snímač

Na polohovací platformě lineárního motoru je použit analogový Hallův snímač. Kromě přírůstkové lineární stupnice a magnetické stupnice, které jsou k dispozici na trhu, poskytuje zákazníkům další možnost výběru kodéru. Vyžaduje pouze instalaci čtecí hlavy Hallova snímače, takže lze vynechat stupnici polohy kodéru, a je schopen dosáhnout vynikající polohovací schopnosti při provozu se stávajícími součástmi statoru lineárního motoru.

Charakteristika:

- Použití ve spojení s lineárním motorem s železným jádrem.
- Vyměňte lineární stupnici, magnetické snímače stupnice.
- Snadná montáž.
- Vhodné pro aplikace s obecnými požadavky na přesnost při dlouhém zdvihu od bodu k bodu.
- Vynikající odolnost proti prachu, oleji a vodě.

Obr. 6.9: Aktuální obrázky Hallova snímače



6.7.1 Pokyny pro kódování Hallova snímače

Princip kódování čísla modelu výrobku

Číslo	1	2	3	4
Kód	LMAE	SA	A	05
1	LMAE	Řada		
2	SA	Specifikace: SA: provoz s lineárním motorem LMSA F1: provoz s lineárním motorem LMFA0 ~ 2 F2: provoz s lineárním motorem LMFA3 ~ 6		
3	A	Signál: A: přírůstkové a		
4	05	Délka kabelu: 0.5: 0,5 m 10: 1 m 30: 3 m 50: 5 m		

Znázornění signálních pinů (viz [Tabulka 6.9](#))

Tabulka 6.9: Schéma vývodů signálu Hallova snímače

Funkce	Signál	Barva
Výkon	+5V	Hnědá
	GND	Bílá
Výstupní signál	SIN+	Zelená
	SIN-	Žlutá
	COS+	Modrá
	COS-	Červená

6.7.2 Specifikace charakteristiky Hallova snímače

Tabulka 6.10: Graf charakteristiky Hallova snímače

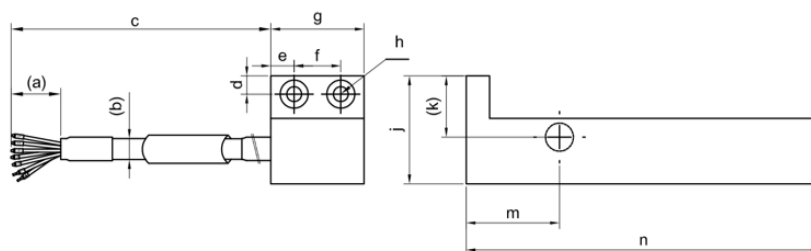
	LMAESA	LMAEF1	LMAEF2
Napájení	5 V \pm 5 %	5 V \pm 5 %	5 V \pm 5 %
Vzdálenost párů pólů	30 mm	30 mm	46 mm
Rozlišení ⁽¹⁾	7,5 μ m	7,5 μ m	11,5 μ m
Opakovatelnost ⁽¹⁾	\pm 15 μ m	\pm 15 μ m	\pm 23 μ m
Přesnost ^{(1) (2)}	\pm 45 μ m	\pm 45 μ m	\pm 69 μ m
Signál Výstupní signál	SIN/COS 1Vp-p	SIN/COS 1Vp-p	SIN/COS 1Vp-p
Provozní teplota (nesmí zamrznout)	0 °C ~ 50 °C	0 °C ~ 50 °C	0 °C ~ 50 °C
Skladovací teplota (nesmí zamrznout)	-5 °C ~ 60 °C	-5 °C ~ 60 °C	-5 °C ~ 60 °C

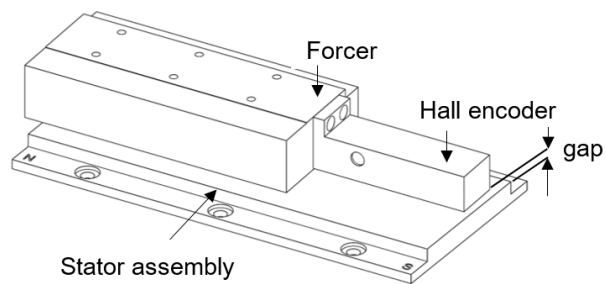
Poznámka:

- Pracujte s ovladačem HIWIN, dělené množství 4000.
- Přesnost se vztahuje k chybě po kompenzaci (pracujte s ovladačem HIWIN).
- Verze LMAESA může být dodávána společně s jednoosou polohovací platformou SSA a opakovatelnost může dosahovat \pm 5 μ m.

6.7.3 Rozměry Hallova snímače

Obr. 6.10: Přehled rozměrů Hallova snímače





Tabulka 6.11: Přehled rozměrů specifikací Hallova snímače

Rozměry	LMAESA-A	LMAEF1-A	LMAEF2-A
a (mm)	50	50	50
b (mm)	5, Poloměr ohybu R = 25	5, Poloměr ohybu R = 25	5, Poloměr ohybu R = 25
c (mm)	500 ~ 5,000	500 ~ 5,000	500 ~ 5,000
d (mm)	3,9	4,4	4,4
e (mm)	5	5	5
f (mm)	10	10	10
g (mm)	20	20	20
h (mm)	2-Ø3,5 THRU, Ø6×3DP	2-Ø3,5 THRU, Ø6×3DP	2-Ø3,5 THRU, Ø6×3DP
j (mm)	23,1	26,6	26,6
k (mm)	13,1	16,6	15,6
m (mm)	24,3	24,3	24,3
n (mm)	72,3	72,3	98,5
mezera (mm)	1,1	1,4 (typ s krytem)/ 1,9 (typ s epoxidem)	1,4 (typ s krytem)/ 1,9 (typ s epoxidem)

7 Odstraňování problémů

Tabulka 7.1: Odstraňování problémů

Příznak	Příčina	Akce
Motorem nelze vůbec otáčet.	Nesprávné zapojení kabelů	Zkontrolujte kabel připojený ke kontroléru.
Nesprávný směr otáčení	Nesprávné nastavení kodéru	Zkontrolujte nastavení kodéru.
	Nesprávné zapojení napájecího kabelu motoru	Vyměňte dvoufázový napájecí kabel připojený ke kontroléru.
Zápach spáleniny	Abnormální provoz chladicího systému	Zkontrolujte chladicí systém.
	Chybné nastavení kontroléru	Zkontrolujte nastavení kontroléru.
	Nesprávné nastavení parametrů motoru	Zkontrolujte nastavení parametrů motoru.
Abnormální teplota vnějšího pláště motoru	Abnormální provoz chladicího systému	Zkontrolujte chladicí systém.
	Chybné nastavení kontroléru	Zkontrolujte nastavení kontroléru.
	Abnormální provoz	Zkontrolujte způsob montáže.
	Neobvyklé zobrazení regulace teploty	Zkontrolujte způsob montáže a uzemnění stínění.
Nestabilní otáčení (vibrace)	Porucha izolace	Zkontrolujte, zda je hodnota odporu fáze/kostry větší než 10 MΩ.
	Nesprávná instalace kodéru	Zkontrolujte tuhost instalace kodéru.
	Nesprávný signál kodéru	Zkontrolujte uzemnění a připojení kodéru.
	Rušení signálu kodéru	Zkontrolujte uzemnění stínění.
	Chybné nastavení kontroléru	Zkontrolujte nastavení kontroléru.
Obtížné otáčení nebo abnormální třecí hluk	Nesprávná instalace rotoru	Zkontrolujte způsob montáže.
	Ve vzduchové mezeře se nacházejí cizí předměty.	Odstraňte cizí předměty.
	Abnormální vzduchová mezera	Zkontrolujte toleranci montáže a tuhost konstrukce.

8 Likvidace odpadu

Nebezpečí! Nebezpečí působení silného magnetu!

Permanentní magnetické materiály musí být před následnou úpravou zcela demagnetizovány. V opačném případě může dojít k vážnému poškození.

- Po demagnetizaci permanentních magnetických materiálů se vkládají do pece v pevné, žáruvzdorné nádobě z nemagnetického materiálu, přičemž teplota musí být nejméně 300 °C po udržované době nejméně 30 minut.

POZOR! Nebezpečí způsobené látkami nebezpečnými pro životní prostředí!

Nebezpečí pro životní prostředí závisí na typu použité látky.

- Likvidace odpadu se musí řídit příslušnými místními předpisy a postupem zpracování recyklovatelných materiálů.
- Mezi odpadní materiály patří elektronické materiály, železo, hliník, izolační materiály, permanentní magnetické materiály atd. Při recyklaci dodržujte příslušné postupy.
- Pokud jsou obalové materiály použité ve výrobku recyklovatelné, musí být recyklovány.

Když výrobky související s lineárními motory doslouží, je třeba je před likvidací řádně zpracovat, zejména permanentní magnetické materiály. Pokud nejsou demagnetizovány v souladu s výše uvedeným varováním, mohou způsobit vážné poranění osob.

Společnost HIWIN nenese odpovědnost za škody, nehody nebo poranění způsobené nedodržením výše uvedených opatření.

9 Příloha

9.1 Pravidla a pokyny pro výběr šroubů

- Před instalací dílů forceru a statoru nejprve zkontrolujte montážní rozměry.
- Očistěte montážní plochy dílů forceru a statoru a povrchy stroje.
- Použijte šrouby podle normy DIN912 s pevností 10,9.
- Používejte nové šrouby a pokud možno zabraňte opakované demontáži a montáži forceru a statoru.
- Zvolte vhodné šrouby podle rozměrů otvorů pro šrouby / závitových otvorů forceru a statoru.
- Při montáži statoru nesmí hlava šroubu přesahovat povrch statoru.
- Při upevňování šroubů použijte momentový klíč a řiďte se doporučenými hodnotami utahovacího momentu, uvedenými v následující tabulce.
- U pohyblivých a vibrujících konstrukcí je nutné upevnit šrouby pomocí lepidla na šrouby.

9.1.1 Tabulka specifikace montážních otvorů šroubů statoru a síly

Tabulka 9.1: Tabulka specifikací montážních otvorů šroubů statoru, forcer LMFA

Forcer řady LMFA		Stator řady LMFA	
LMFA0□(L)~LMFA2□(L)	M5×0,8P×10DP	LMF0S□(E)	Ø4,5 THRU; Ø8×2DP
		LMF1S□(E)	Ø5,5 THRU; Ø10×1.5DP
LMFA0□(L)~LMFA2□(L)-P LMFP0□~2□	M5×0,8P×9DP	LMF2S□(E)	Ø5,5 THRU; Ø10×3.5DP
LMFA3□(L)~LMFA6□(L)	M8×1,25P×14DP	LMF3S□(E)	Ø9 THRU; Ø15×6DP
		LMF4S□(E)	Ø9 THRU; Ø15×6DP
LMFA3□(L)~LMFA6□(L)-P LMFP3□~6□	M8×1,25P×12,5DP	LMF5S□E	Ø9 THRU; Ø15×6DP
		LMF6S□E	Ø6,5 THRU; Ø10.5×6DP

Tabulka 9.2: Tabulka specifikací montážních otvorů šroubů statoru, forcer LMSA

Forcer řady LMSA		Stator řady LMSA		
LMSA□□(L) LMSA□□-Z	M4×0,7P×4DP		Typ s krytem	Typ s epoxidem
		LMSA1S□(EA)	Ø4,5 THRU	Ø4,5 THRU, Ø8×5,7DP
		LMSA2S□(EA)	Ø5,5 THRU	Ø5,5 THRU, Ø10×5,7DP
		LMSA3S□(EA)	Ø5,5 THRU	Ø5,5 THRU, Ø10×5,7DP
		LMSACS□(EA)	Ø5,5 THRU	Ø5,5 THRU, Ø10×5,7DP

Tabulka 9.3: Tabulka specifikací montážních otvorů šroubů statoru, forcer LMSS

Forcer řady LMSS		Stator řady LMSS	
LMSS11	M3×0,5P×5DP	LMSS1S□	Ø4,5 THRU

Tabulka 9.4: Tabulka specifikací montážních otvorů šroubů statoru, forcer LMSC

Forcer řady LMSC		Stator řady LMSC	
LMSC7(L)	M8×1,25P×12DP	LMS3S□	Ø6,5 THRU, Ø11×4DP

Tabulka 9.5: Tabulka specifikací montážních otvorů šroubů statoru, forcer LMC

Forcer řady LMC			Stator řady LMC	
	Spodní instalační otvor	Boční instalační otvor		
LMCA	M3×0,5P×4,5DP	M4×0,7P×5DP	LMCAS□	Ø5,5 THRU, Ø9,5×8DP
LMCB			LMCBS□	Ø5,5 THRU, Ø9,5×8DP
LMCC			LMCCS□	Ø6,5 THRU, Ø11×10DP
LMCD	M5×0,8P×6DP	M4×0,7P×8DP	LMCDS□	Ø6,5 THRU, Ø11×8DP
LMCE			LMCES□	Ø6,5 THRU, Ø11×8DP
LMCF		M5×0,8P×9DP	LMCFS□	Ø6,5 THRU, Ø11×8DP

Tabulka 9.6: Tabulka specifikací montážních otvorů šroubů statoru, forcer LMC-EF

Forcer řady LMC-EF		Stator řady LMC-EF	
	Spodní instalační otvor		
LMC-EFC	M4×0,7P×5DP M4×0,7P×12DP	LMC-EFCS □	Ø4,2 THRU, Ø7,5×6,35DP
LMC-EFE	M4×0,7P×5DP M4×0,7P×12DP	LMC-EFES □	Ø5,5 THRU, Ø9,5×6,85DP
LMC-EFF	M5×0,8P×10DP M5×0,8P×12DP	LMC-EFFS □	Ø5,5 THRU, Ø9,5×8DP

Tabulka 9.7: Tabulka specifikací montážních otvorů šroubů statoru, forcer LMC-HUB

Forcer řady LMC-HUB			Stator řady LMC-HUB	
	Spodní instalační otvor	Boční instalační otvor		
LMC-HUB	M3×0,5P THRU	M3×0,5P×3DP	LMC-HUBS □	Ø4,5 THRU, Ø8×4,5DP

Tabulka 9.8: Tabulka specifikací montážních otvorů šroubů forceru LMT

Forcer řady LMT	
LMT2	M3×0,5P×5DP
LMT6	M3×0,5P×5DP
LMTA	M4×0,7P×6DP
LMTB	M6×1,0P×9DP
LMTc	M8×1,25P×12DP

9.1.2 Tabulka doporučené montážní hloubky šroubů forceru

Tabulka 9.9: Tabulka montážní hloubky šroubů forceru

Specifikace forceru	Specifikace šroubů	Montážní hloubka šroubů H (mm)	Schematické znázornění
LMSS	M3	4,5 0/-1	
LMSA	M4	3,5 0/-1	
LMFA0□~2□	M5	9 0/-2,5	
LMFA0□~2□-P	M5	8 0/-2	
LMFP0□~2□	M5	8 0/-2	
LMFA3□~6□	M8	12 0/-3,5	
LMFA3□~6□-P	M8	11 0/-3	
LMFP3□~6□	M8	11 0/-3	
LMSC7	M8	11 0/-3	
LMCA-C	M3 (spodní)	4 0/-1	
	M4 (boční)		
LMCD-E	M5 (spodní)	5 0/-1	
	M4 (boční)	6 0/-2	
LMCF	M5 (spodní)	5 0/-1	
	M5 (boční)	8 0/-2	
LMC-EFC-E	M4	4 0/-1	
		8 0/-3	
LMC-EFF	M5	8 0/-2s	
LMT2□	M3	4,5 0/-1	
LMT6□			
LMTA□	M4	5 0/-1	
LMTB□	M6	8 0/-2	
LMTC□	M8	11 0/-3	

Poznámka:

Spodní závitové otvory pro forcery řady LMC-EFC mají dva typy hloubek, viz katalogové výkresy.

Tabulka 9.10: Tabulka montážní hloubky šroubů forceru vybaveného přesným vodním chlazením

Specifikace forceru	Specifikace šroubů	Montážní hloubka šroubů H (mm)	Schematické znázornění
LMFA3□-6□	M8	24 0/-3,5	
LMFA3□-6□-P	M8	23 0/-3	
LMFP3□-6□	M8	23 0/-3	

9.1.3 Tabulka doporučené minimální montážní hloubky šroubů statoru

Tabulka 9.11: Tabulka montážní hloubky šroubů statoru

Materiál	Uhlíková ocel	Litina	Slitina hliníku
Montážní hloubka	$1,2 \times d$	$1,6 \times d$	$1,8 \times d$

Poznámka:

Maximální montážní hloubka se určuje podle závitového otvoru na stroji zákazníka.

9.1.4 Tabulka doporučených utahovacích momentů šroubů forceru a statoru

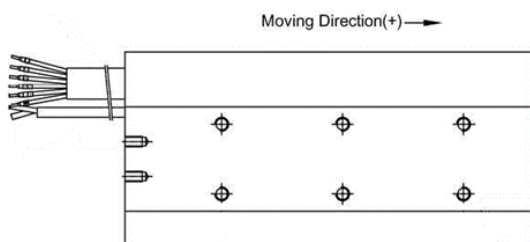
Tabulka 9.12: Tabulka specifikací utahovacího momentu šroubů

Rozměr šroubu	Utahovací moment (kgf-cm)	Utahovací moment (N-m)
M3 × 0,5P	15	1,5
M4 × 0,7P	34	3,3
M5 × 0,8P	69	6,8
M6 × 1,0P	118	11,6
M8 × 1,25P	286	28,1

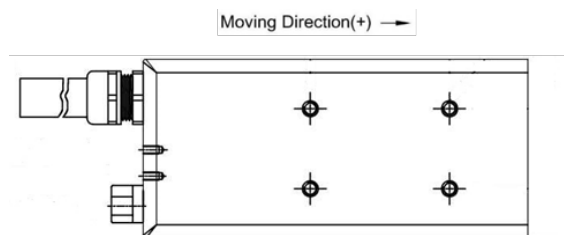
9.2 Směr pohybu lineárního motoru

Se železným jádrem:

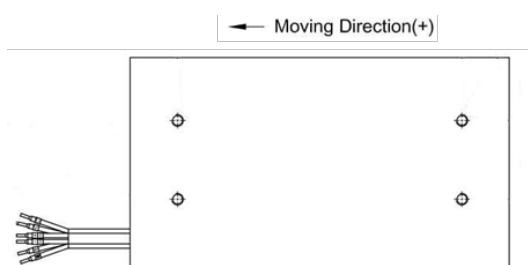
Řada LMSA



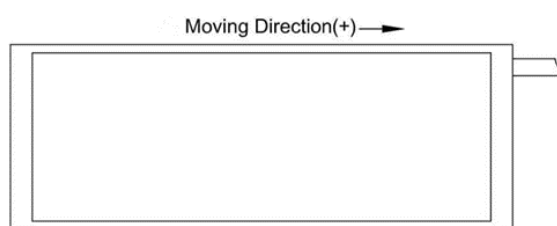
Řada LMFA



Řada LMSS

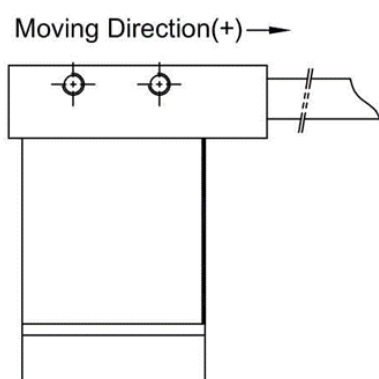


Řada LMSC

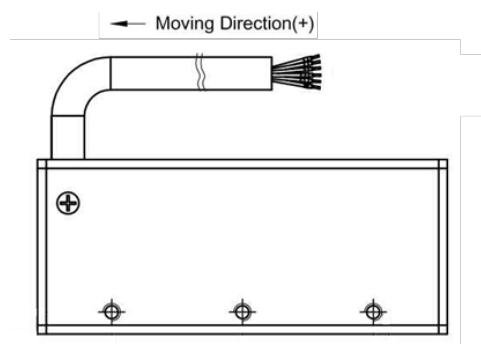


Bezželezné:

Řada LMC



Řada LMT



9.3 Popis specifických pojmů

Trvalá síla F_c [N]

Je definována jako výstupní tažná síla motoru, který pracuje nepřetržitě bez zastavení při teplotě prostředí 25 °C, a tato trvalá síla odpovídá trvalému proudu přiváděnému do motoru I_c .

Trvalý proud I_c [A_{rms}]

Je definován jako proud, který může být dodáván do cívky motoru nepřetržitě při teplotě prostředí 25 °C, a vytváří také proud pro trvalou sílu.

Trvalá síla s vodním chlazením $F_c(wc)$ [N]

Je definována jako výstupní tažná síla motoru, který běží nepřetržitě bez zastavení při teplotě vodního chlazení 20 °C, a tato trvalá síla s vodním chlazením odpovídá trvalému proudu (wc) přiváděnému do motoru I_c .

Trvalý proud (wc) $I_c(wc)$ [A_{rms}]

Je definován jako proud, který lze trvale dodávat do cívky motoru při teplotě vodního chlazení 20 °C, a vytváří také proud pro trvalou sílu s vodním chlazením.

Špičková síla F_p [N]

Je definována jako maximální tažná síla, kterou může motor vyvinout za dobu nepřesahující jednu sekundu. Obecně se používá pro účely zrychlování a zpomalování.

Špičkový proud I_p [A_{rms}]

Je definován jako okamžitý velký proud odpovídající špičkovému tahu dosaženému motorem a pro normální rozsah provozu je povolen špičkový proud po dobu jedné sekundy.

Mezní síla F_u [N]

Je definována jako výstupní tažná síla odpovídající meznímu proudu I_u motoru.

Mezní proud I_u [A_{rms}]

Je definován jako pětinasobek trvalého proudu I_c motoru. Při takovém proudu se nachází tažná síla z motoru v nasycené nelineární zóně a konstanta síly klesá. Přívod takového proudu může způsobit riziko přehřátí motoru a doporučuje se, aby provozní doba byla kratší než 0,5 sekundy.

Přitažlivá síla F_a [N]

Je definována jako síla působící mezi forcerem a statorem lineárního motoru s železným jádrem při jmenovité vzduchové mezeře a předpětí, kterým tato síla působí na kluzný blok, nese kluzná dráha.

Maximální teplota vinutí T_{max} [°C]

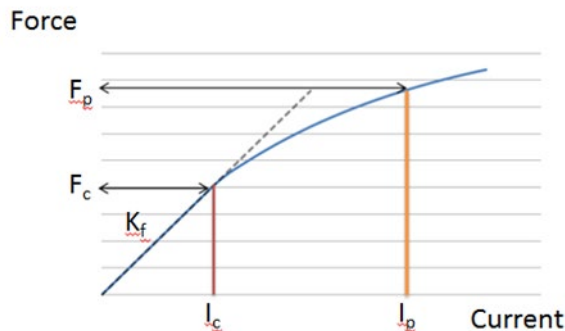
Je definována jako přijatelná maximální teplota cívky motoru. Skutečná rovnovážná teplota motoru závisí na faktorech mechanismu, způsobu chlazení a plánování pohybu atd. Může dojít k určité odchylce od teoretického výpočtu a obvykle se používá výsledek skutečného měření.

Elektrická časová konstanta K_e [ms]

Je definována jako doba potřebná k tomu, aby proud dodávaný do motoru dosáhl 63 % cílové hodnoty, a pokud je tato hodnota nižší, znamená to, že je doba odezvy rychlejší.

Konstanta síly K_f [NENÍ K DISPOZICI] _{rms}

Je definována jako výstupní tažná síla motoru při jednotkovém proudu a s výjimkou řady motorů s vodním chlazením LMFA, kdy jsou ostatní řady v normálním provozním rozsahu, se výstupní tažná síla a vstupní proud blíží lineárnímu vztahu a nelineární část je ovlivněna nasycením železného jádra.



Odpor R_{25} [Ω]

Je definován jako odpor motoru mezi vedením měřený při teplotě cívk 25 °C; odpor roste spolu s nárůstem teploty.

$$R_c = R_{25} \times (1 + 0,00393) \times (T_c - 25)$$

R_c : označuje odpor mezi vedením při jakékoli teplotě

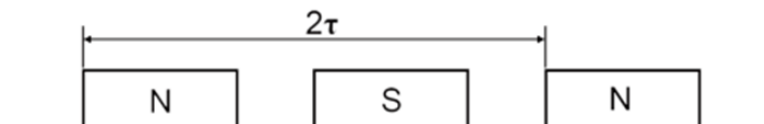
T_c : jakákoli teplota

Indukčnost L [mH]

Je definována jako indukčnost mezi vedením (bez statoru) měřeného motoru.

Vzdálenost páru pólů 2τ [mm]

Je definována jako vzdálenost mezi dvěma magnety stejné polarity na statoru, tj. N→N nebo S→S.



Konstanta zpětného elektromagnetického pole K_v [$V_{rms}/(m/s)$]

Je definována jako indukovaný EMF generovaný jednotkovými otáčkami motoru při teplotě magnetu 25 °C. Vzniká, když cívka zaznamená změnu magnetického pole a vzniká EMP, které klade odpor procházejícímu proudu.

Konstanta motoru K_m [N/\sqrt{W}]

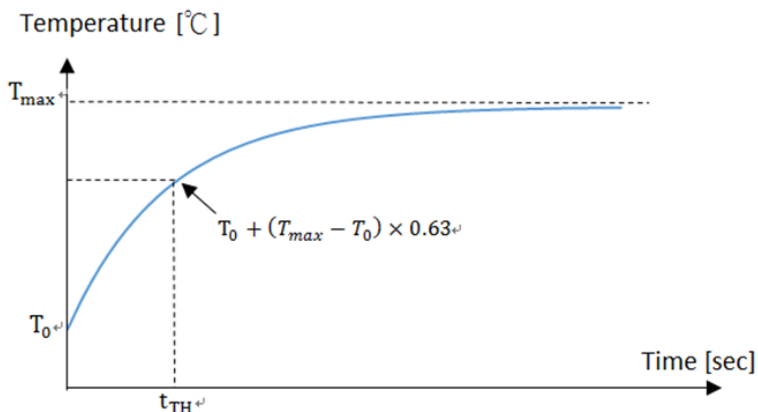
Je definována jako poměr výstupní tažné síly motoru a druhé odmocniny příkonu při teplotě cívk a magnetu 25 °C. Jelikož je konstanta motoru vyšší, znamená to, že když motor vyvozuje určitou tažnou sílu, dochází k nižším ztrátám výkonu, a tato konstanta se používá jako jeden z ukazatelů pro stanovení účinnosti motoru.

Tepelná odolnost R_{TH} [$^{\circ}C/W$]

Je definována jako tepelný odpor od vnitřní strany cívk motoru k prostředí, které odvádí teplo. Protože je tepelný odpor menší, znamená to, že při stejném množství přiváděného tepla je rozdíl teplot mezi cívkou a okolím, které odvádí teplo, menší, tj. účinek odvádění tepla je lepší.

Tepelná časová konstanta t_{TH} [sec]

Je definována jako doba potřebná k tomu, aby počáteční teplota cívk T_0 vzrostla na 63 % maximální teploty vinutí T_{max} při napájení motoru trvalým proudem.



Minimální průtok (l/min)

Je definován jako minimální průtok chladicího média, který je nutný k tomu, aby motor dosáhl trvalé síly vodního chlazení při jmenovité teplotě chladicího média $F_c(wc)$.

Teplota chladicího média [°C]

Je definována jako teplota, kterou musí chladicí médium motoru dosáhnout při minimálním průtoku, aby bylo dosaženo vodního chlazení $F_c(wc)$.

Pokles tlaku ΔP [bar]

Je definován jako rozdíl tlaků mezi vstupem a výstupem, když je chladicí médium pod minimálním průtokem.

Maximální rychlost při špičkové síle V_{max,F_p} [m/s]

Je definována jako maximální rychlost, které může motor dosáhnout při působení špičkové síly. Tento parametr závisí na maximálním napětí stejnosměrné sběrnice.

Maximální elektrický příkon $P_{EL,max}$ [W]

Je definován jako požadovaný příkon za podmínky, že motor pracuje při špičkové síle s maximálními otáčkami V_{max,F_p} a maximálním odváděním tepla $Q_{P,H,max}$.

Maximální odváděné teplo $Q_{P,H,max}$ [W]

Je definováno jako teplo, které vyprodukuje cívka motoru, když má maximální teplotu T_{max} .

Zastavovací proud I_0 [A_{rms}]

Je definován jako horní mez proudu, který může být dodáván za podmínek, kdy je motor pod teplotou prostředí 25 °C a ve stavu zablokovaného rotoru, a tato hodnota souvisí s kritérii odvodu tepla.

Síla při zastavení F_0 [N]

Je definována jako horní mez tažné síly, kterou lze dodat při použití motoru s krátkým zdvihem (zdvih menší než rozteč dvojic pólů 2τ) a při použití se zablokovaným rotorem, přičemž tato hodnota je omezena zastavovacím proudem.

Maximální napětí stejnosměrné sběrnice [V_{DC}]

Je definováno jako maximální napětí stejnosměrné sběrnice, které může motor využívat v běžném pracovním prostředí.

10 Prohlášení o shodě

podle směrnice 2014/35/EU o nízkém napětí

Název a adresa výrobce:

HIWIN MIKROSYSTEM CORP No.6, Jingke Central Rd., Taichung Precision Machinery Park, Taichung 40852, Taiwan

Toto prohlášení se vztahuje výhradně na výrobek ve stavu, v jakém byl uveden na trh, a nevztahuje se na součásti, které jsou přidány a/nebo činnosti provedené následně koncovým uživatelem. Prohlášení pozbývá platnosti, pokud je výrobek bez souhlasu upravován.

Tímto prohlašujeme, že níže popsané strojní zařízení:

Označení výrobku	Systémy elektrického pohonu (motorové pohony)
Model/typ:	Lineární motor LMC, LM F, LM FA, LMS, LMSA, LMSC
Rok výroby:	od roku 2019

splňuje všechny základní požadavky směrnice o nízkém napětí 2014/35/EU. Kromě toho je výrobek v souladu se směrnicí ES 2011/65/EU RoHS a změnovou směrnicí 2015/863/ES.

Použité harmonizované normy:

Směrnice 2014/30/EU o elektromagnetické kompatibilitě

EN 60034-1 Točivé elektrické stroje – Část 1: Hodnocení a provedení

2010 + Opr.: 2010

EN 60034-5 Točivé elektrické stroje – Část 5: Stupně ochrany poskytované

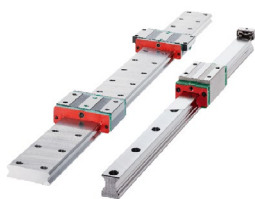
2001 + A1: 2007

Integrovaná konstrukce točivých elektrických strojů (klasifikace podle kódu IP)

Další vysvětlení:

Tento výrobek je zabudovanou součástí, která nemůže plně splňovat požadavky na kompletní přístroje, stroje nebo zařízení. Proto je lze používat pouze pro zabudované účely. Výrobek lze hodnotit z hlediska jeho elektrické a mechanické bezpečnosti až po jeho instalaci do výrobku určeného koncovému uživateli. Vlastnosti EMC se mohou po instalaci součástí změnit. Proto se vyžaduje revize koncového výrobku (kompletního přístroje, stroje nebo zařízení) výrobcem koncového výrobku.

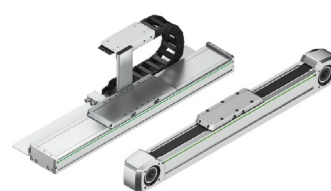
V pohybu.



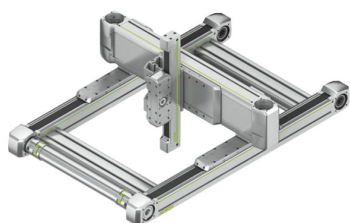
Vedení profilové lišty



Kuličkové šrouby



Lineární osy



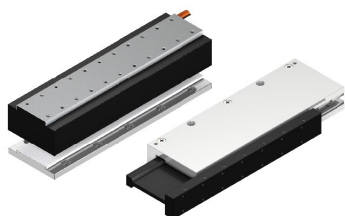
Systémy lineárních os



Motory torque



Roboty



Lineární motory



Kruhové stoly



Zesilovače pohonu a servomotory

Německo

HIWIN GmbH
Brücklesbünd 1
D-77654 Offenburg
Telefon +49 (0) 7 81 9 32 78 - 0
Fax +49 (0) 7 81 9 32 78 - 90
info@hiwin.de
www.hiwin.de

Taiwan

Headquarters
HIWIN Technologies Corp.
No. 7, Jingke Road
Taichung Precision Machinery Park
Taichung 40852, Tchaj-wan
Telefon +886-4-2359-4510
Fax +886-4-2359-4420
business@hiwin.tw
www.hiwin.tw

Taiwan

Headquarters
HIWIN Mikrosystem Corp.
No. 6, Jingke Central Road
Taichung Precision Machinery Park
Taichung 40852, Tchaj-wan
Telefon +886-4-2355-0110
Fax +886-4-2355-0123
business@hiwinmikro.tw
www.hiwinmikro.tw

Francie

HIWIN GmbH
4, Impasse Joffre
F-67202 Wolfisheim
Telefon +33 (0) 3 88 28 84 80
contact@hiwin.fr
www.hiwin.fr

Itálie

HIWIN Srl
Via Pitagora 4
I-20861 Brugherio (MB)
Telefon +39 039 287 61 68
Fax +39 039 287 43 73
info@hiwin.it
www.hiwin.it

Polsko

HIWIN GmbH
ul. Puławska 405a
PL-02-801 Warszawa
Telefon +48 22 544 07 07
Fax +48 22 544 07 08
info@hiwin.pl
www.hiwin.pl

Švýcarsko

HIWIN Schweiz GmbH
Eichwiesstrasse 20
CH-8645 Jona
Telefon +41 (0) 55 225 00 25
Fax +41 (0) 55 225 00 20
info@hiwin.ch
www.hiwin.ch

Slovensko

HIWIN s.r.o., o.z.z.o.
Mládežnícka 2101
SK-01701 Považská Bystrica
Telefon +421 424 43 47 77
Fax +421 424 26 23 06
info@hiwin.sk
www.hiwin.sk

Česká republika

HIWIN s.r.o.
Medkova 888/11
CZ-62700 Brno
Telefon +42 05 48 528 238
Fax +42 05 48 220 223
info@hiwin.cz
www.hiwin.cz

Nizozemsko

HIWIN GmbH
info@hiwin.nl
www.hiwin.nl

Rakousko

HIWIN GmbH
info@hiwin.at
www.hiwin.at

Rumunsko

HIWIN GmbH
info@hiwin.ro
www.hiwin.ro

Slovinsko

HIWIN GmbH
info@hiwin.si
www.hiwin.si

Maďarsko

HIWIN GmbH
info@hiwin.hu
www.hiwin.hu

Dánsko

HIWIN GmbH
info@hiwin.dk
www.hiwin.dk

Čína

HIWIN Corp.
www.hiwin.cn

Japonsko

HIWIN Corp.
info@hiwin.co.jp
www.hiwin.co.jp

USA

HIWIN Corp.
info@hiwin.com
www.hiwin.com

Korea

HIWIN Corp.
www.hiwin.kr

Singapur

HIWIN Corp.
www.hiwin.sg