

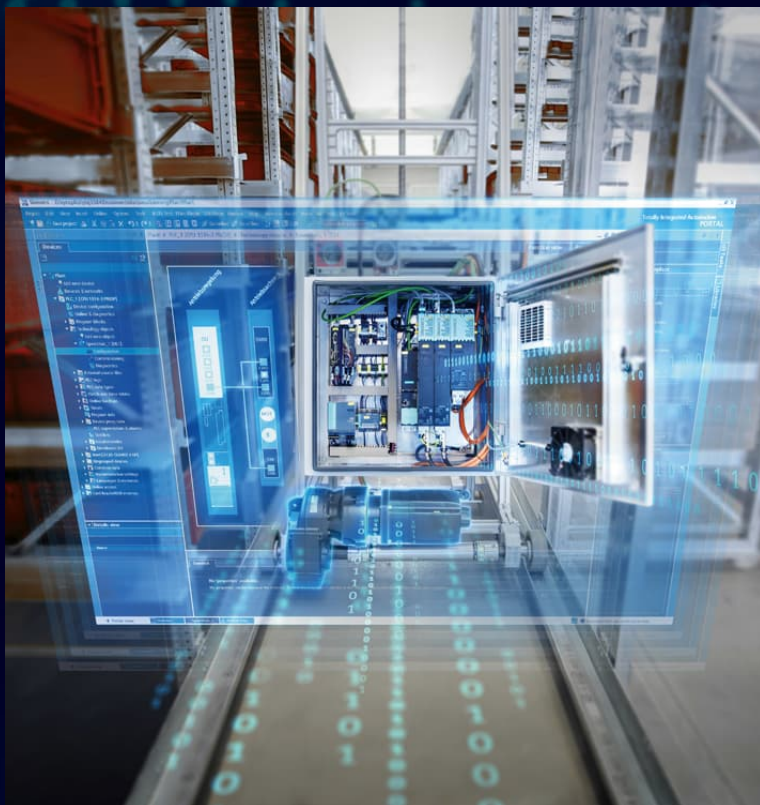
The background of the slide is a dark blue gradient filled with numerous small, glowing cyan particles of varying sizes, creating a starry or particle-like effect. A vertical cyan bar is positioned to the left of the main title.

SIMOGEAR

Vlivy na tepelnou pohodu převodovky

Siemens Drives Days 2022, Dolní Morava

Kdo prezentuje



Ing. Vladimír Mýlek

Technicko-obchodní podpora

RC-CZ DI MC GMC

28.října 150/2663

702 00 Ostrava

Česká republika

Mobil: +420 724 057 093

E-mail: vladimir.mylek@siemens.com

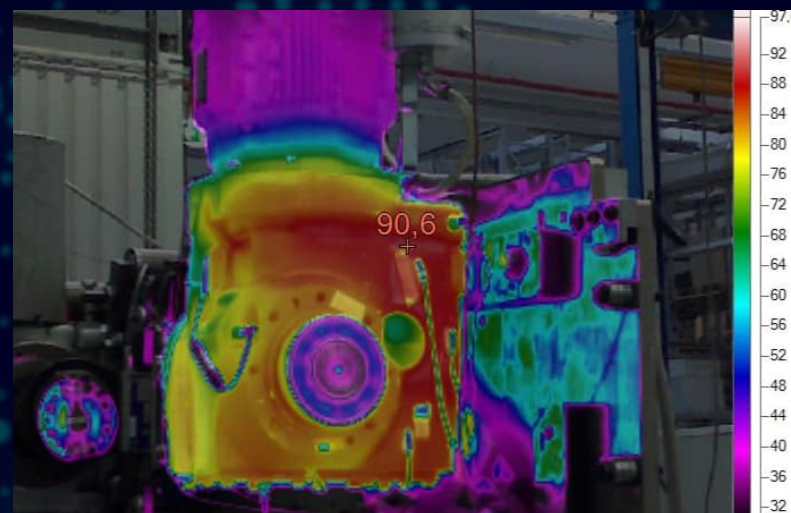
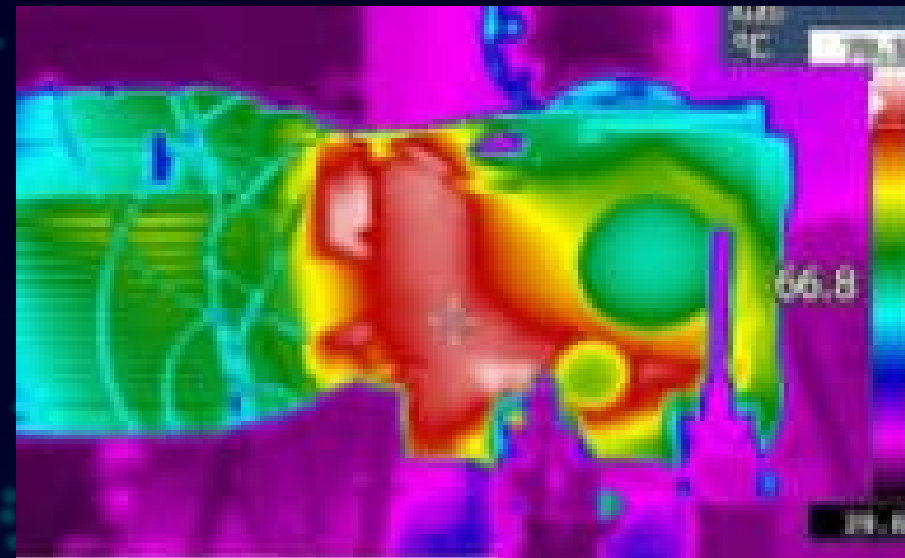
www.siemens.cz/pohony

SIEMENS

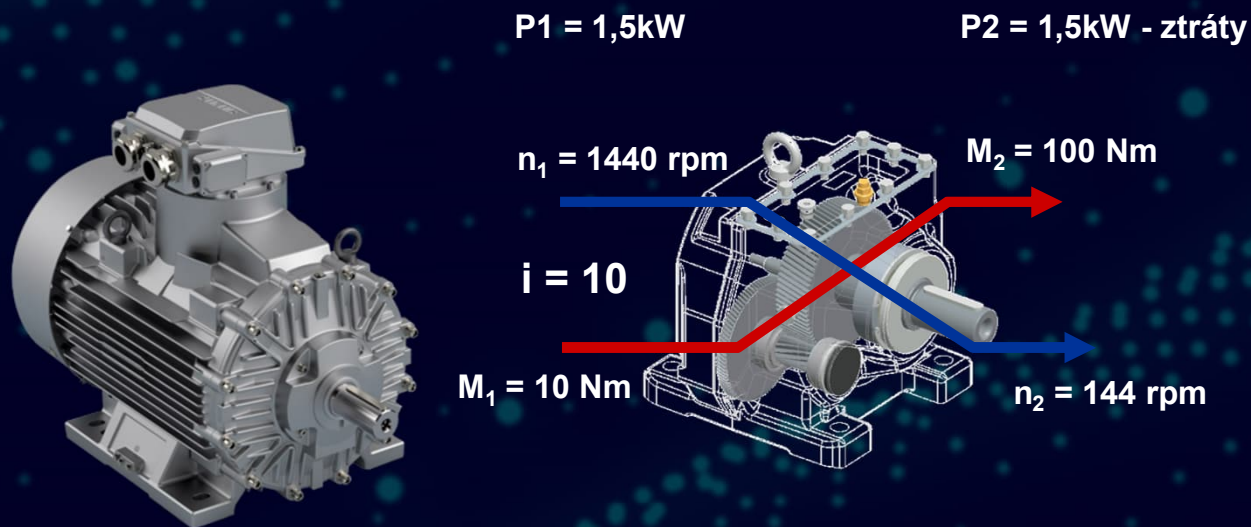
SIMOGEAR

Vlivy na tepelnou pohodu převodovky

1. Teorie
2. Výstupy v TST/DTC
3. Praktická řešení



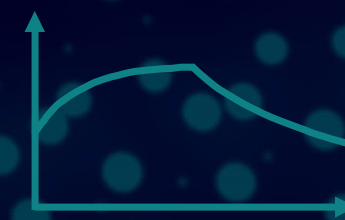
Výkon a ztráty převodovky



- Vstupní otáčky motoru → vysoké
- Moment motoru → nízký

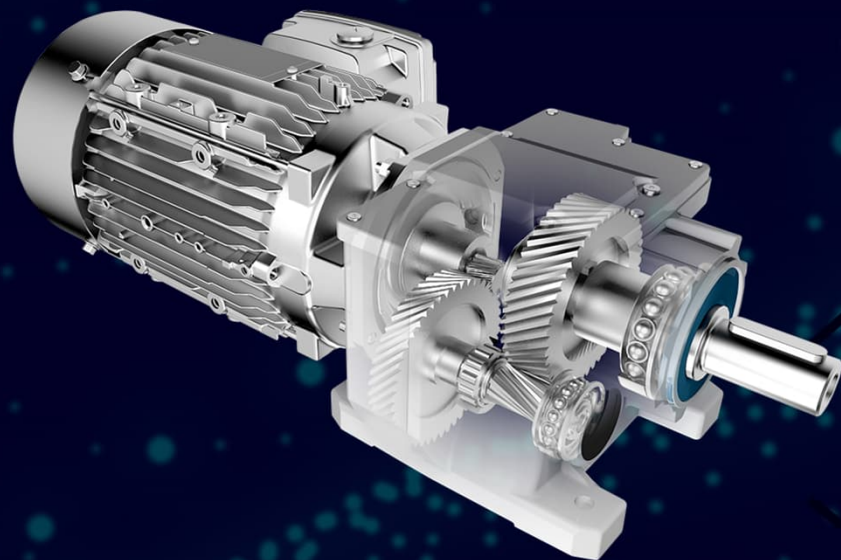


- Výstupní otáčky → nízké
- Výstupní moment → vysoký

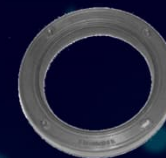


Převodovky převádějí otáčky a točivý moment!

Rozdělení ztrát v převodovce



Těsnění



Nezávislé na výkonu
 P_{VD}

Ložiska



Závislé na výkonu

P_{VLP}

Nezávislé na výkonu

P_{VL0}

Převody



Závislé na výkonu

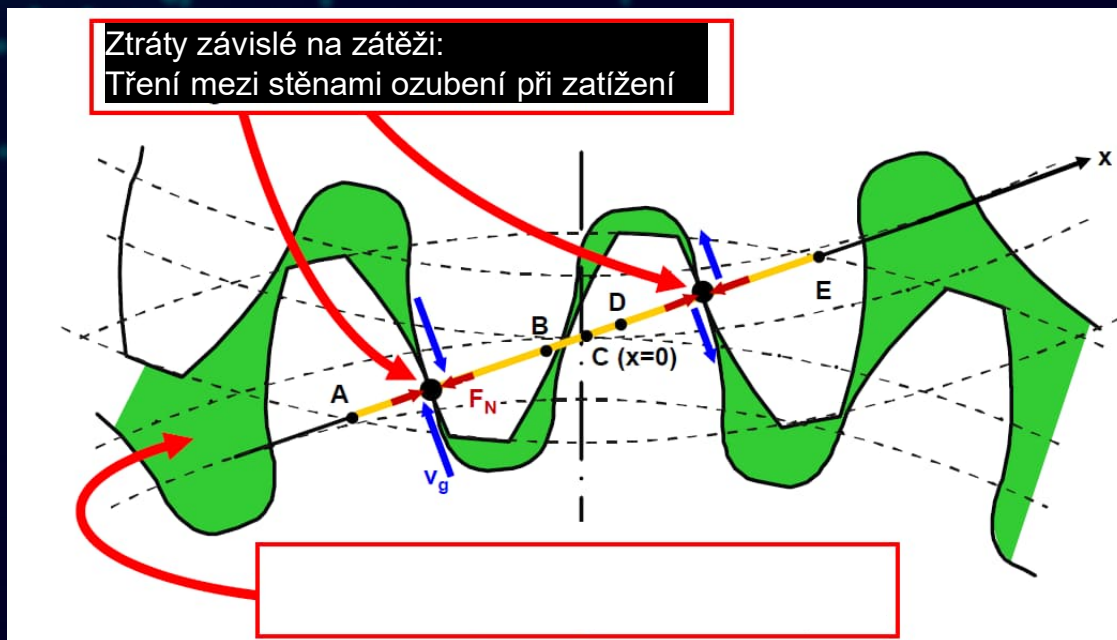
P_{VZP}

Nezávislé na výkonu

P_{VZ0}

Výkonově závislé ztráty

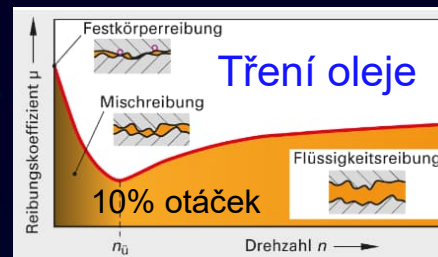
Ztráty závislé na zátěži:
Tření mezi stěnami ozubení při zatížení



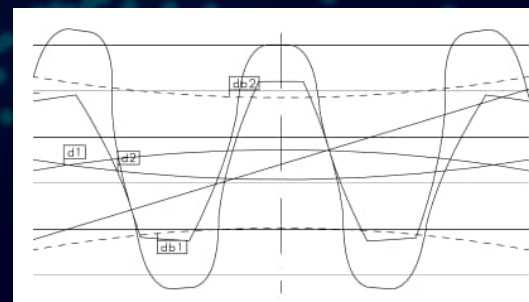
Ztráty převodovky závislé na výkonu (dle Ohlendorf):

- Výkonu převodovky
- Viskozita oleje (tekutost-nižší číslo, lépe teče)
- Drsnost ozubení (v μm)
- Geometrie ozubení – optimalizace mezi hlukem a účinností

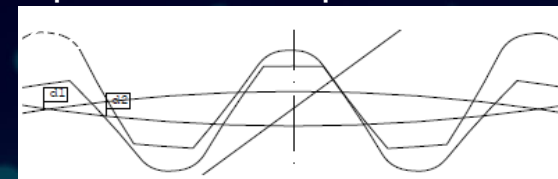
V bodě C je tření nulové



Optimalizováno pro nízkou excitaci (hluk)



Optimalizováno pro nízké ztráty (účinnost)



$$P_{VZP} = F_R(x) \cdot v_{rel}(x)$$

with	P_{VZP}	kW	load gear losses
	F_R	kN	friction force
	v_{rel}	m/s	relative velocity

SIEMENS

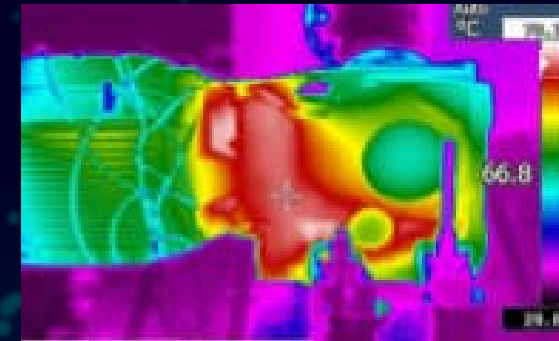
Výkonově závislé ztráty

B39

P2	n2	T2	T2	i ges
[kW]	[1/min]	[Nm]	[Nm]	[-]
0,37	26	128	250	56,36
0,75	29	231	210	50,11
0,75	33	203	250	44,00
0,75	36	185	230	40,00
1,1	42	232	250	34,22
1,5	47	287	250	31,11
1,5	53	254	250	27,50
1,5	58	231	250	25,00
1,5	66	202	250	21,90
2,2	72	274	250	20,21
2,2	81	242	250	17,90
3	97	275	250	14,90
3	103	259	250	14,02
3	115	232	250	12,56
4	136	263	240	10,69
4	158	226	230	9,17
4	184	194	220	7,89
4	220	167	200	6,60
4	234	157	200	6,21
4	261	141	200	5,56
4	306	120	200	4,74
4	357	103	200	4,06
4	415	89	192	3,50

K189

P2	n2	T2	T2	i ges
[kW]	[1/min]	[Nm]	[Nm]	[-]
15	7.3	19710	19100	199.51
15	8.1	17634	19500	178.49
15	9	15904	19500	160.98
15	10.2	14056	19500	142.28
22	11.1	18844	19500	130.05
30	12.4	23117	19500	117.00
30	13.9	20659	19500	104.56
37	15.3	23040	19500	94.55
37	17.4	20334	19500	83.44
45	19.5	22036	19500	74.35
45	22	19964	19500	67.36
55	24	21946	19500	60.58
55	29	18237	19500	50.34



Menší výkon – menší ztráty
Pozor na nízké převodové poměry

TST i DTC
vypočítá

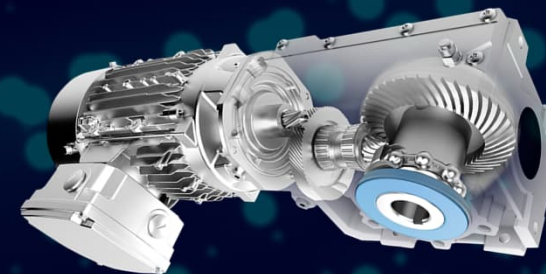
$$P_{VZP} = F_R(x) \cdot v_{rel}(x)$$

with P_{VZP} kW load gear losses
 F_R kN friction force
 v_{rel} m/s relative velocity

$$\text{Výkonové ztráty} = P_{IN} * (1 - \eta)$$

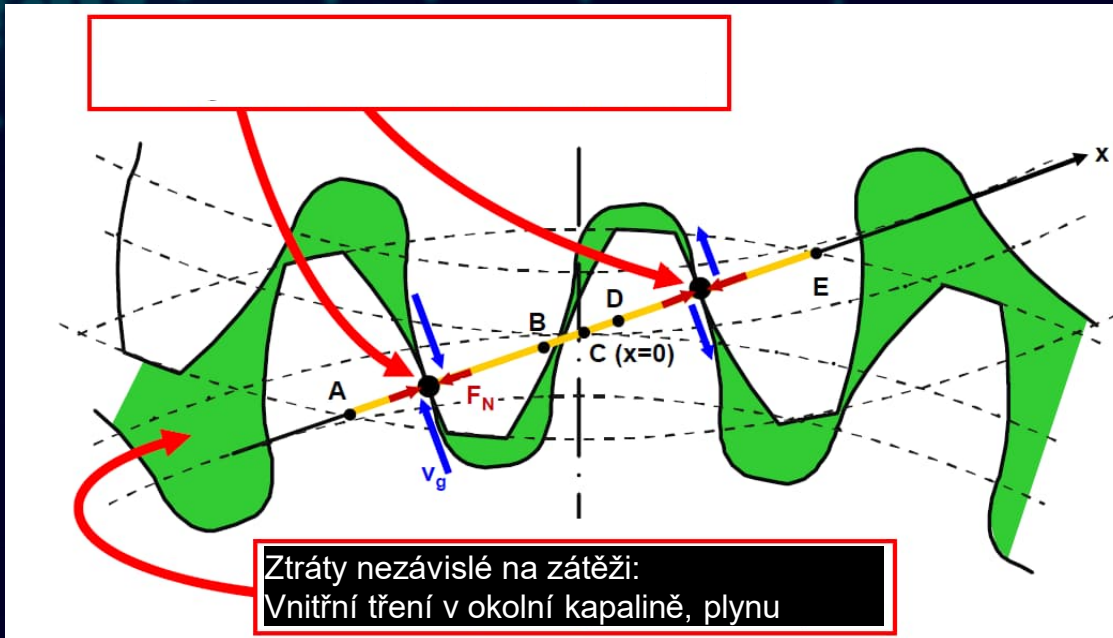
Příklad: $1 - 0,97 = 0,03$

výkon 55 kW – ztráty 1,65 kW
 výkon 0,37 kW – ztráty 0,11 kW



SIEMENS

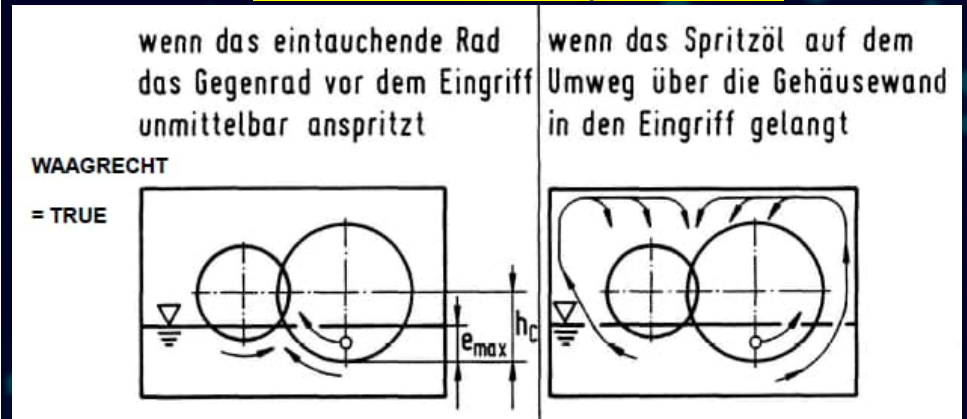
Ztráty výkonově nezávislé



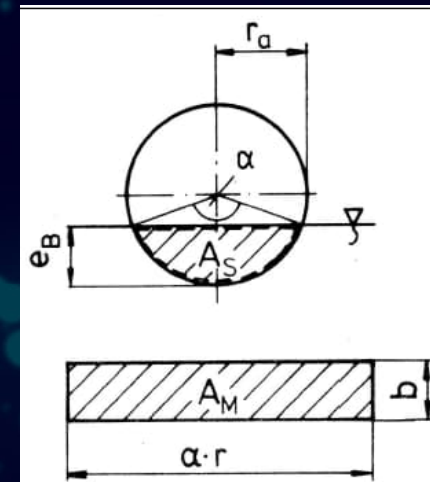
Ztráty výkonově nezávislé (dle Mauz):

- Množství oleje (až do 50% objemu platí → více oleje je více ztrát)
- Volný prostor mezi převody a tělem převodovky - mezera
- Směr rotace
- Viskozita oleje
- Rychlost, průměr ozubeného kola, velikosti zubů

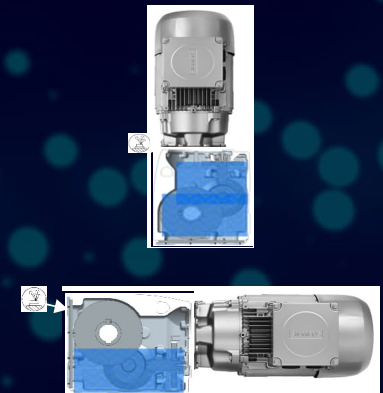
Směr otáčení a „šplouchání“



Mezera a průměr kola



Množství oleje



SIEMENS

Ztráty výkonově nezávislé

Ztráty „šploucháním“

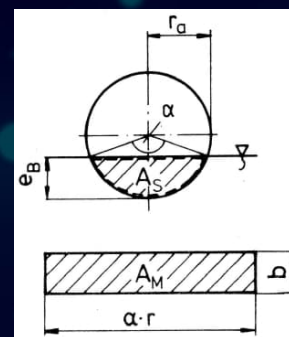
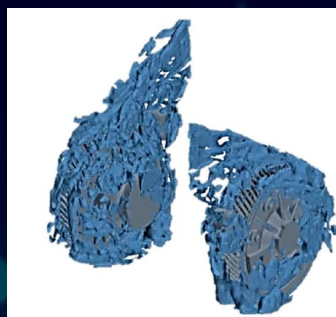
- Empirický vzorec pro „šplouchání“ dle Mauz

$$T_{Pl} = 1,86 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\nu}{\nu_0} \right)^{-1,255} \cdot \left(\frac{r_a}{r_0} \right) \cdot C_{WZ} \cdot C_{WA} \cdot C_M \cdot C_V \cdot \nu \cdot \rho \cdot A_B \cdot v_t$$

ν	Viskozita oleje
r_a	Průměr ozubeného kola
$C_{WZ} \cdot C_{WA}$	Faktor vzdálenosti od stěny těla převodovky
C_M	Faktor Module $C_M \sim m^{1/7}$
C_V	Faktor množství oleje
A_B	Vnoření do náplně převodovky $A_B \sim r_a^2$
v_t	Obvodová rychlost otáčení

Vliv parametrů

- $P_{VZ0} \sim r_a^3$ větší kolo = větší ztráty
- $P_{VZ0} \sim v_t$ větší vstupní rychlost = větší ztráty
- Více oleje (montážní poloha) = větší ztráty

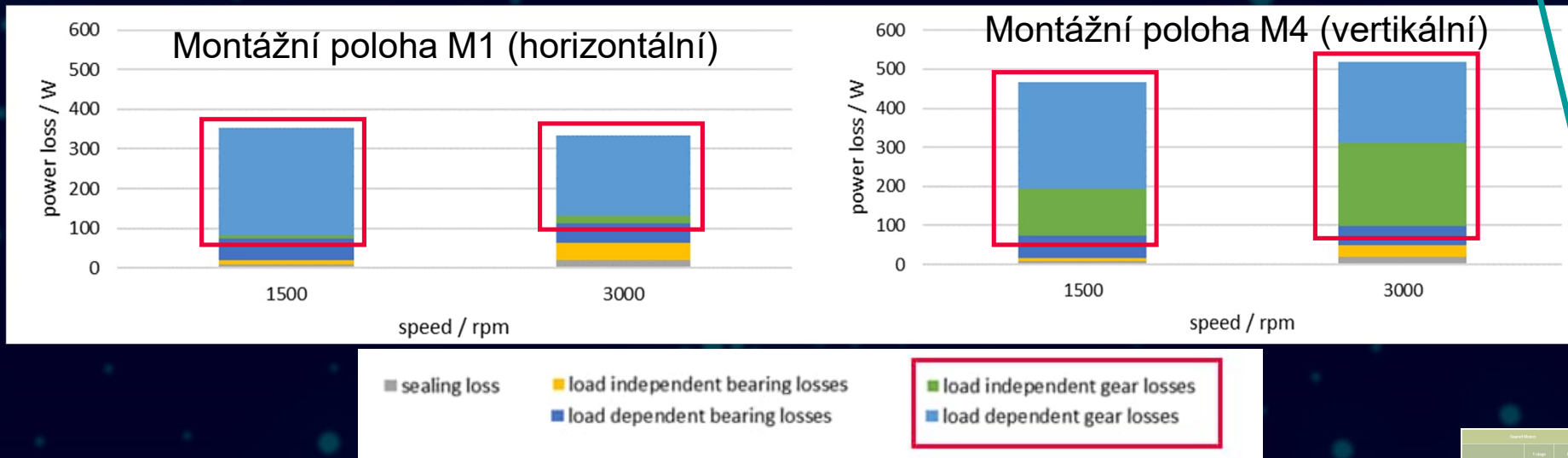


Simulace dynamiky tekutin

SIEMENS

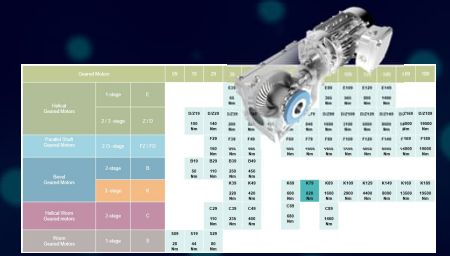
Podíl jednotlivých typů výkonových ztrát na celkové výkonové ztrátě (případ s největšími ztrátami)

Kalkulace výkonových ztrát pro převodovku K 79, převod $i = 5,82$, vstupní výkon $P = 9 \text{ kW}$



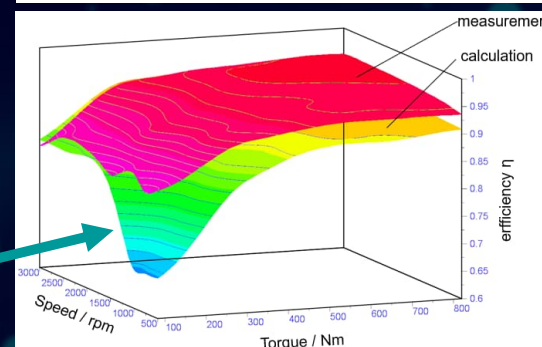
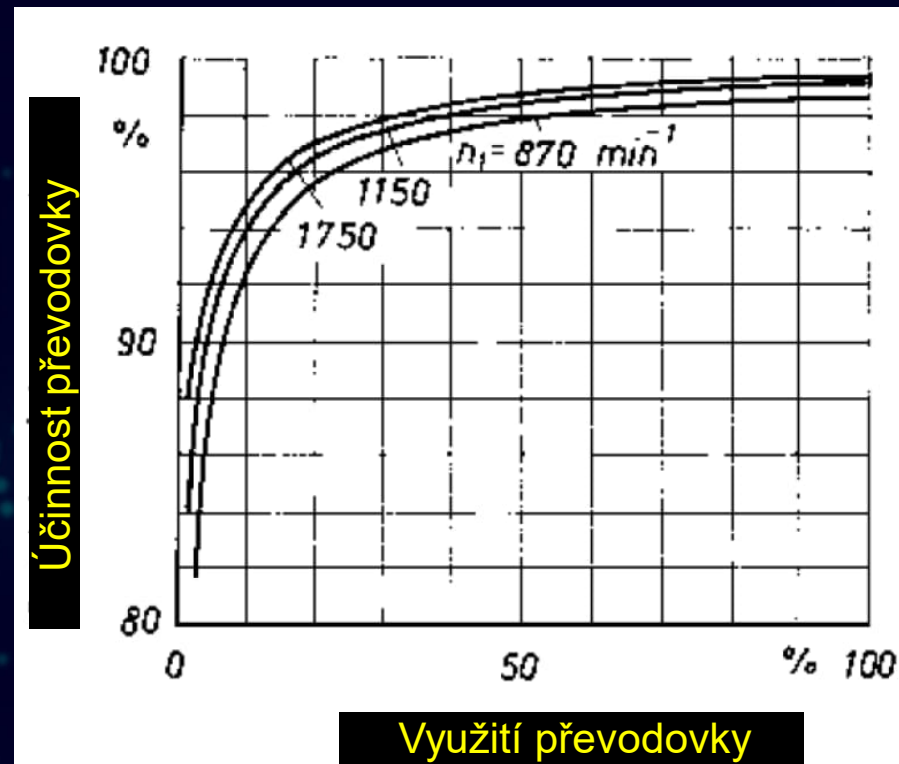
P2	n2	T2	T2	i ges
[kW]	[1/min]	[Nm]	[Nm]	[-]
			fb=1	
4 polig - Referenzeingangsrehzahl 14				
0.55	6.9	885	820	244.25
0.55	6.5	804	820	222.05
0.75	7.7	933	820	188.85
0.75	8.4	848	820	171.69
0.75	9.5	757	820	153.18
1.1	10.6	695	820	137.35
1.1	11.7	637	820	123.80
1.1	12.7	582	820	114.28
1.1	13.9	530	820	104.32
1.5	16.8	455	820	86.56
1.5	17.8	405	820	81.47
1.5	18.8	360	820	76.94
2.2	22	300	820	65.47
2.2	25	260	820	56.08
3	29	210	820	49.31
3	35	170	800	41.60
4	40	140	770	36.26
4	44	120	820	32.78
5.5	53	95	800	27.20
5.5	57	92	785	25.60
5.5	60	87	770	24.17
5.5	70	74	740	20.57
7.5	82	63	715	17.62
7.5	94	55	695	15.49
9.2	111	45	665	13.07
9.2	127	38	645	11.39
7.5	138	32	615	10.51
9.2	161	26	585	9.01
9.2	183	21	555	7.92
9.2	217	16	525	6.69
9.2	249	12	500	5.82

- Ztráty v ozubení jsou dominantní
 - Nízká hladina oleje (M1) → ztráty závislé na výkonu jsou dominantní
 - Vysoká rychlost a vysoká hladina oleje (M4) → ztráty nezávislé na výkonu se stávají více důležité
- Zaměřte se na ztráty v oblasti převodů a ozubení.



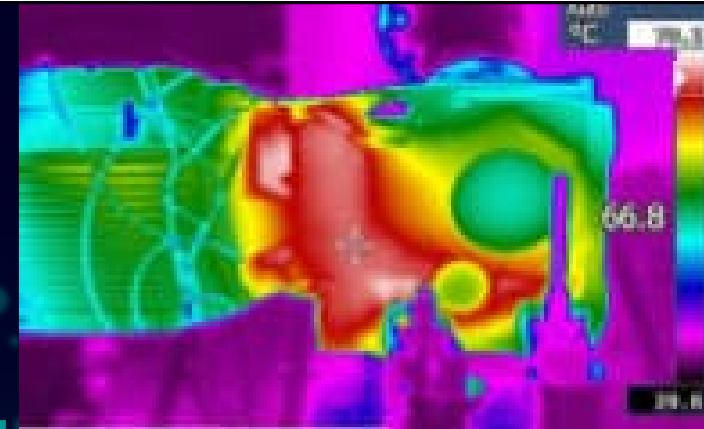
Účinnost / ztráty převodovky v závislosti na jejím využití (utilizaci)

- Účinnost převodovky: $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$ $Loss = P_{in} - P_{out}$
 $Loss = P_{in} * (1 - \eta)$
- Účinnost převodovky je závislá na jejím využití (utilizaci)
- Účinnost je v katalogu uvedena pro nominální zátěž, 100 % využití převodovky
- Účinnost převodovky při 100% využití je velmi dobrý parametr pro srovnání různých převodovek
- Ztráty závislé na výkonu
→ převládají při jmenovitém zatížení převodovky
- Ztráty nezávislé na výkonu
→ jsou nezanedbatelné při částečném zatížení převodovky a vysoké rychlosti
- Siemens je ve specifikaci účinnosti konzervativní



Jak převodový poměr ovlivní ztráty nezávislé na výkonu ?

- První stupeň / ozubené kolo má maximální rychlost.
 - To je zdrojem největšího zahřátí převodovky.
 - Olej funguje jako distributor tepla, které rozvádí do celé převodovky.
- Je doporučeno redukovat vstupní otáčky co nejdříve.



Tabulka převodů/rychlostí pro B39

P2	n2	T2	T2	i ges	iges	Getriebe- spiel	Ritzelzapfen Pinion shaftØ								ratio
[kW]	[1/min]	[Nm]	fb=1 [Nm]	[-]	Zähnezahl verhältnis [-]	Backlash reduc. reduc.	9	9	14	14	14	18	18	18	1.stufe
							Motorpower [kW]	0,18	0,37	0,75	1,1	1,5	3	4	
							Motorbgr. Motorsize	63	71	80	90	90	100	112	
★ Doporučený výběr pokud je technicky možný pokud je použit měnič						UR1.1	UE1.1 Ritzel / Pinion								it
4 polig - Referenzeingangsdrehzahl 1450 1/min						UE1.3	Rad1 / Gear1								
0,37	26	128	250	56,36	4565 / 81	10	4037830	4037707	4037707						9,222
0,75	29	231	210	50,11	451 / 9	11	4037833	4037709	4037709	4037710	4037710	4037710			8,200
0,75	33	203	250	44,00	44 / 1	11	4037836	4037711	4037711	4037712	4037712	4037712			7,200
0,75	36	185	230	40,00	40 / 1	11	4038022	4037713	4037713	4037714	4037714	4037714			6,545
1,1	42	232	250	34,22	308 / 9	11	4037840	4037715	4037715	4037716	4037716	4037716			5,600
1,5	47	287	250	31,11	280 / 9	11	4038026	4037717	4037717	4037718	4037718	4037718			5,091
1,5	53	254	250	27,50	55 / 2	11	4037845	4037719	4037719	4037720	4037720	4037720	4037721	4037721	4,500
1,5	58	231	250	25,00	25 / 1	11	4037863	4037722	4037722	4037723	4037723	4037723	4037724	4037724	4,091
1,5	66	202	250	21,90	2365 / 108	11	4037869	4037725	4037725	4037727	4037727	4037727	4037728	4037728	3,583
2,2	72	274	250	20,21	2365 / 117	11	4038031	4037729	4037729	4037730	4037730	4037730	4037731	4037731	3,308
2,2	81	242	250	17,90	2255 / 126	11	4037876	4037732	4037732	4037733	4037733	4037733	4037734	4037734	2,929
3	97	275	250	14,90	715 / 48	11	4037886	4037741	4037741	4037742	4037742	4037742	4037743	4037743	2,438
3	103	259	250	14,02	715 / 51	11	4038038	4037745	4037745	4037746	4037746	4037746	4037747	4037747	2,294
3	115	232	250	12,56	2035 / 162	12	4037895	4037749	4037749	4037750	4037750	4037750	4037751	4037751	2,056
4	136	263	240	10,69	385 / 36	12	4037903	4037753	4037753	4037754	4037754	4037754	4037755	4037755	1,750
4	158	226	230	9,17	55 / 6	12	4037911			4037757	4037757	4037757	4037758	4037758	1,500
4	184	194	220	7,89	1705 / 216	12	4037920			4037760	4037760	4037760	4037761	4037761	1,292
4	220	167	200	6,60	897 / 136	18	4037886	4037741	4037741	4037742	4037742	4037742	4037743	4037743	2,438
4	234	157	200	6,21	1794 / 289	18	4038038	4037745	4037745	4037746	4037746	4037746	4037747	4037747	2,294
4	261	141	200	5,56	851 / 153	18	4037895	4037749	4037749	4037750	4037750	4037750	4037751	4037751	2,056
4	306	120	200	4,74	161 / 34	19	4037903	4037753	4037753	4037754	4037754	4037754	4037755	4037755	1,750
4	357	103	200	4,06	69 / 17	20	4037911			4037757	4037757	4037757	4037758	4037758	1,500
4	415	89	192	3,50	713 / 204	20	4046427			4037760	4037760	4037760	4037761	4037761	1,292

Technické vysvětlení

1. stupeň převodovky má rychlost připojeného motoru a nejvíce přispívá k celkovému oteplení (i hluku) převodovky

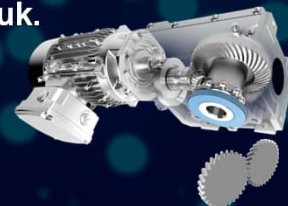


Použij doporučení v TST

Menší 1.stupeň (pinion) = nižší obvodová rychlost všech převodů, nižší oteplení a nižší hluk.



Větší 1.stupeň (pinion) = vyšší obvodová rychlost všech převodů, vyšší oteplení a vyšší hluk



SIEMENS

Jak se v DTC projeví vliv 1. stupně (pinion) u malé a velké převodovky ?

Gearbox	Adapter	Input power [kW]	Output speed [rpm]	Output torque [Nm]	Transmission ratio	Service factor	Input speed [rpm]	Thermal load [%]	total ratio	ratio of 1st stage
K129	K2-160	22.00	250.00	840.4	7.08	3.01	1770	101	7,08	1,43
K129	K2-160	22.00	215.33	975.7	8.22	2.75	1770	98	8,22	1,67
K129	K2-160	22.00	196.45	1069.5	9.01	2.58	1770	95	9,01	1,83
K129	K2-160	22.00	171.18	1227.4	10.34	2.32	1770	93	10,34	2,10
K129	K2-160	22.00	150.00	1400.7	11.80	2.02	1770	90	11,8	2,39
K129	K2-160	22.00	136.05	1544.3	13.01	2.47	1770	103	13,01	1,43
K129	K2-160	22.00	117.14	1793.6	15.11	2.20	1770	100	15,11	1,67
K129	K2-160	22.00	106.88	1965.7	16.56	2.05	1770	97	16,56	1,83
K129	K2-160	22.00	93.16	2255.3	19.00	1.84	1770	96	19	2,10
K129	K2-160	22.00	81.64	2573.4	21.68	1.66	1770	93	21,68	2,39
K129	K2-160	22.00	71.92	2921.2	24.61	1.51	1770	93	24,61	2,71
K129	K2-160	22.00	64.18	3273.8	27.58	1.34	1770	97	27,58	3,04
K129	K2-160	22.00	56.10	3745.0	31.55	1.17	1770	96	31,55	3,48
K129	K2-160	22.00	53.59	3920.7	33.03	1.12	1770	111	33,03	1,43
K129	K2-160	22.00	46.13	4554.5	38.37	0.97	1770	111	38,37	1,67
K129	K2-160	22.00	42.10	4990.2	42.04	0.88	1770	109	42,04	1,83
K129	K2-160	22.00	36.69	5726.1	48.24	0.77	1770	110	48,24	2,10

K129

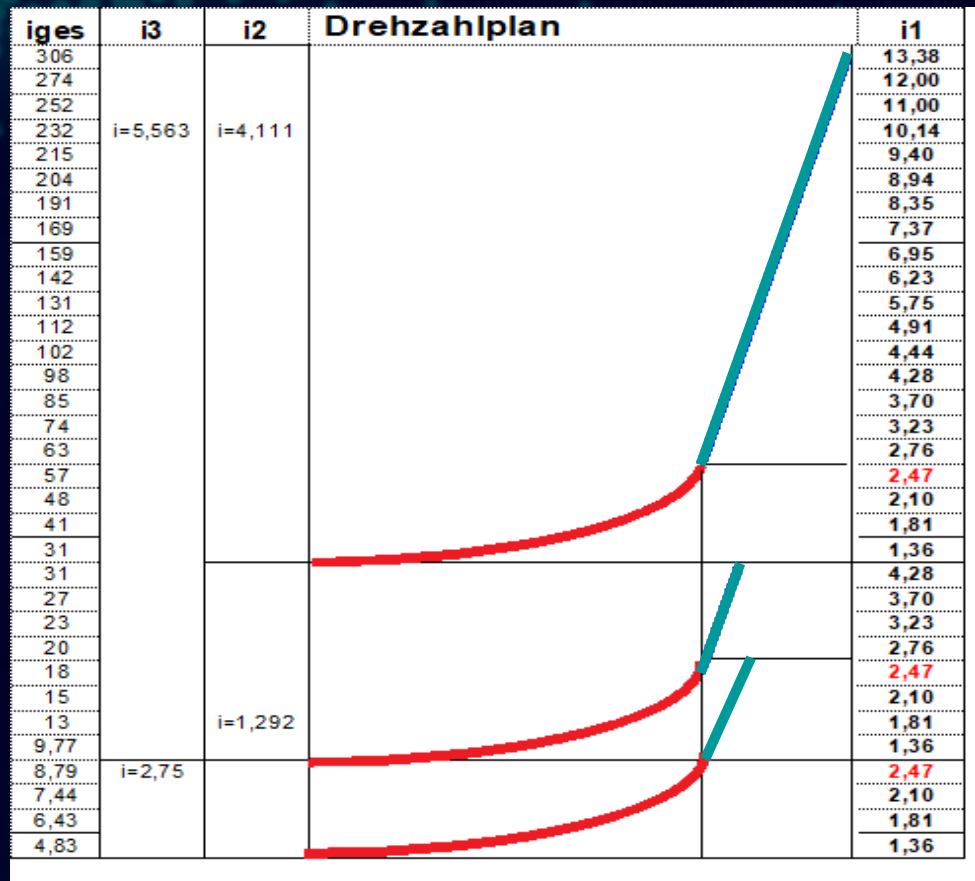
Převod 1. stupně má větší vliv u velkých převodovek.

Gearbox	Adapter	Input power [kW]	Output speed [rpm]	Output torque [Nm]	Transmission ratio	Service factor	Input speed [rpm]	Thermal load [%]	total ratio	ratio of 1st stage
B39	K2-112	4.00	428.57	89.1	3.50	2.15	1500	90	3,50	1,29
B39	K2-112	4.00	369.46	103.4	4.06	1.93	1500	89	4,06	1,50
B39	K2-112	4.00	316.46	120.7	4.74	1.66	1500	89	4,74	1,75
B39	K2-112	4.00	269.78	141.6	5.56	1.41	1500	88	5,56	2,06
B39	K2-112	4.00	241.55	158.1	6.21	1.27	1500	90	6,21	2,29
B39	K2-112	4.00	227.27	168.1	6.60	1.19	1500	91	6,60	2,44
B39	K2-112	4.00	190.11	200.9	7.89	1.10	1500	96	7,89	1,29
B39	K2-112	4.00	163.58	233.5	9.17	0.99	1500	96	9,17	1,50
B39	K2-112	4.00	140.32	272.2	10.69	0.88	1500	97	10,69	1,75
B39	K2-112	4.00	119.43	319.9	12.56	0.78	1500	98	12,56	2,06
B39	K2-112	4.00	106.99	357.0	14.02	0.70	1500	100	14,02	2,29
B39	K2-112	4.00	100.67	379.5	14.90	0.66	1500	103	14,90	2,44
B39	K2-112	4.00	83.80	455.9	17.90	0.55	1500	105	17,90	2,93
B39	K2-112	4.00	74.22	514.7	20.21	0.49	1500	109	20,21	3,31
B39	K2-112	4.00	68.49	557.7	21.90	0.45	1500	113	21,90	3,58
B39	K2-112	4.00	60.00	636.7	25.00	0.39	1500	120	25,00	4,09
B39	K2-112	4.00	54.55	700.3	27.50	0.36	1500	121	27,50	4,50

B39

Teploty naleznete v DTC nebo SPC v sekci Gearbox inspection.

Hlučnost převodovky je závislá na obvodové rychlosti 1. stupně (pinion) ...

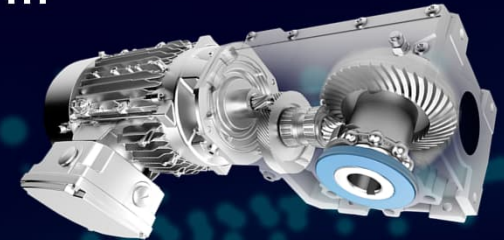


5dB 3dB 0dB

Pouze hluk převodovky, bez hluku motoru

Velké převod - i1
Nízký hluk

- Převod $i1 < 2.5$ způsobí vyšší růst teploty a hluku
- Pro odhad hodnot hluku motoru s převodovkou lze hodnoty převodovky přičíst k hodnotám hluku standardních motorů z katalogu



Malý převod - i1
Vyšší hluk

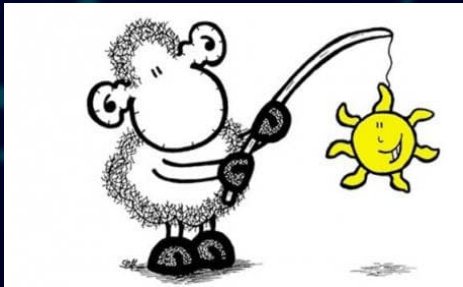
SIMOTICS VSD10 Line standard motors for converter operation

$P_{rated, 50 Hz}$ 400 V	$P_{rated, 60 Hz}$ 460 V	$P_{rated, 87 Hz}$ 400 V	Frame size	Connecti	$L_{p(A)}$ Tolerance +3 dB(A) Load	$L_{v(A)}$ Tolerance +3 dB(A) Load
kW	kW	kW			dB(A)	dB(A)
• Insulation: Thermal class 155 (temperature class F), IP ₂₃						
• Operation with a SINAMICS G converter with uncontrol						
1500 rpm	1800 rpm	2610 rpm	4-pole			
2.2			100 L	Y	79.0	91.0
	2.55			Y	79.0	91.0
		3.7		Δ	81.0	93.0
3			100 L	Y	79.0	91.0
	3.45			Y	79.0	91.0
		5		Δ	81.0	93.0
4			112 M	Y	77.4	89.4
	4.55			Y	77.2	89.2
		6.6		Δ	78.4	90.4
5.5			132 S	Y	76.0	88.0
	6.3			Y	76.0	88.0
		9		Δ	83.0	95.0
7.5			132 M	Y	76.0	88.0
	8.6			Y	76.0	88.0
		12.5		Δ	83.0	95.0
11			160 M	Y	83.5	95.5
	12.6			Y	82.3	94.3
		17		Δ	85.8	97.8
15			160 L	Y	83.5	95.5
	17.3			Y	82.3	94.3
		23.5		Δ	85.8	97.8

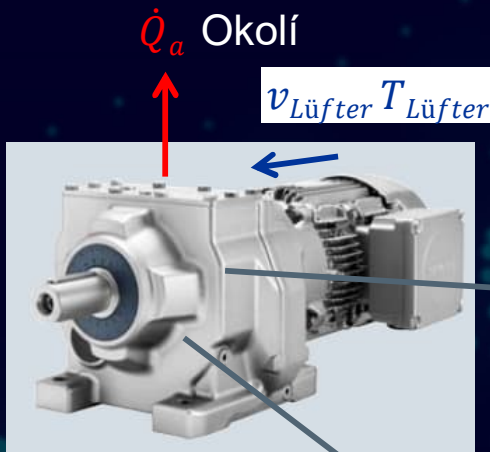
50Hz
87Hz

Výpočet tepelné bilance – vliv teploty okolí

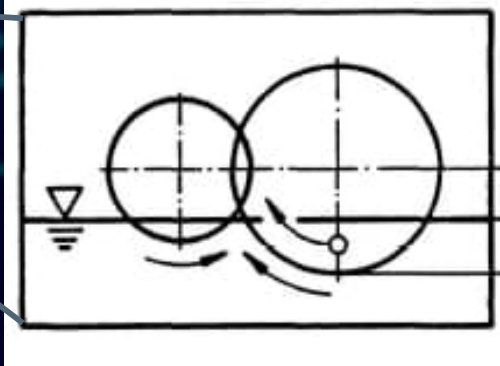
Teplota okolí T_{Umg}



\dot{Q}_{WK}
Hřídel



$[\dot{Q}] = [P]$
 $= Watt$



Výsledný tepelný tok

$$\dot{Q}_{ges} = \dot{Q}_a + \dot{Q}_{FUN} + \dot{Q}_{WK}$$

$$\dot{Q}_{ges} = k \cdot (T_{öl} - T_{Umg})$$

je roven výkonové ztrátě: $\dot{Q}_{ges} = P_v$

Teplota oleje je:
$$T_{öl} = \frac{\dot{Q}_{ges}}{k} + T_{Umg}$$

\dot{Q}_{FUN}
Montáž

Teplota oleje $T_{öl}$

Příklad: Okolí 20°C = Olej 70°C
Okolí 40°C = Olej 90°C

Okolní teplota je pouze offsetem k vypočtené teplotě oleje!

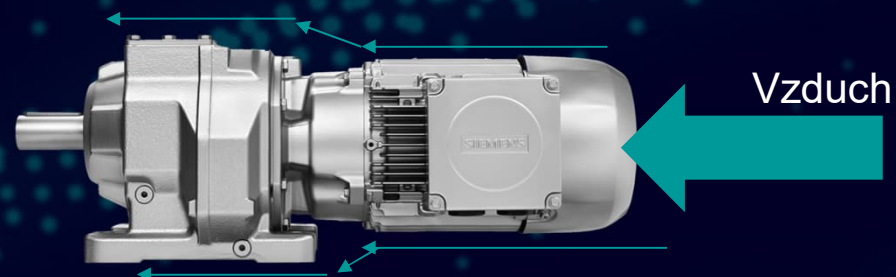
Vliv adaptéru - omezuje proudění vzduchu

- Simogear a typické hodnoty: 70 % prouděním (konvekcí) a 30 % sáláním (radiací)

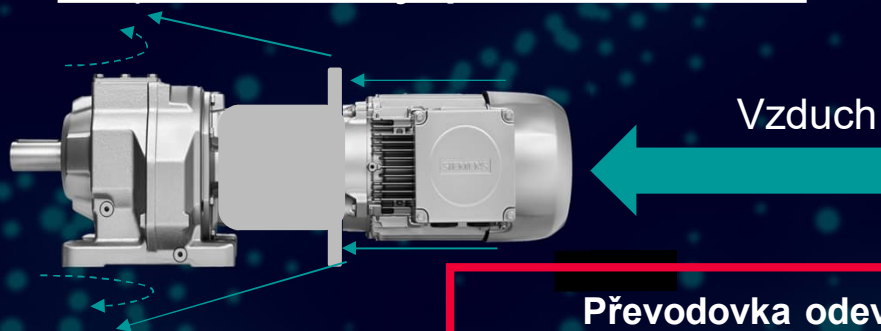
Velký motor → dobré chlazení



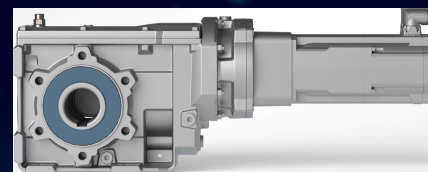
Malý motor → mírně redukované chlazení



Adaptér → redukuje proudění vzduchu



KS, K8 a A, AZ Adaptér → bez proudění vzduchu



Bez ventilátoru

Vzduch neproudí
→ Nejhorší případ

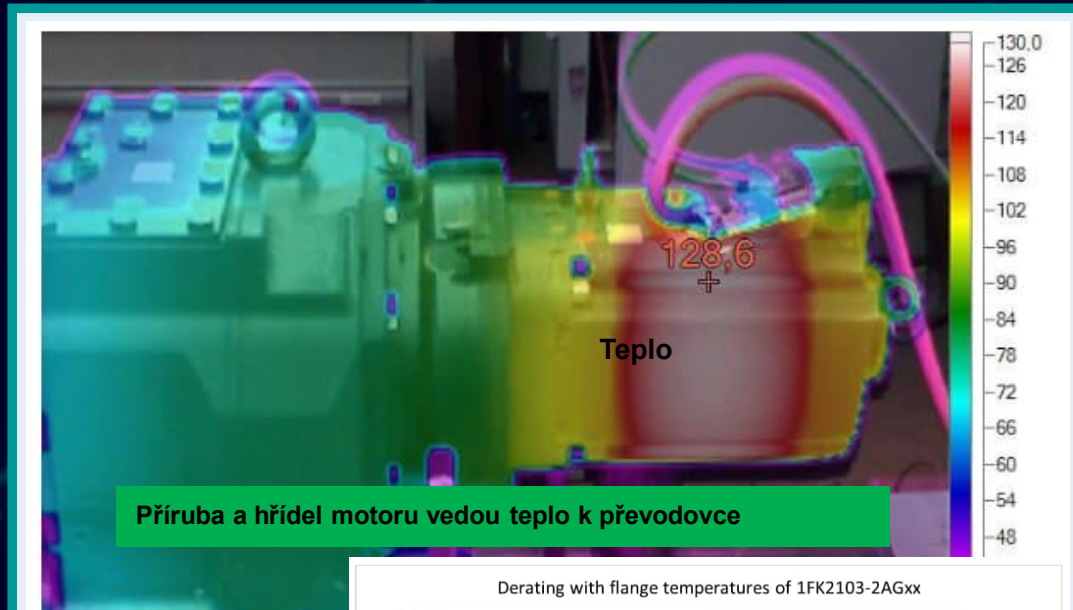
Převodovka odevzdá přibližně 1kW na m² povrchu.
S ventilátorem motoru lze odevzdat až 1.7kW na m² povrchu.

SIEMENS

Adaptér u servomotorů - nutno redukovat moment servomotoru.

Servomory nemají chlazení prouděním a příruba k převodovce omezuje rozptyl tepla.

- Servomotor je obvykle teplejší než převodovka.
- Teplo je přenášeno z motoru do převodovky.
- Adaptér převodovky se chová jako teplotní odpor mezi motorem a převodovkou.
- Servomotor zůstává horký, protože rozptýlí méně tepla do převodovky.

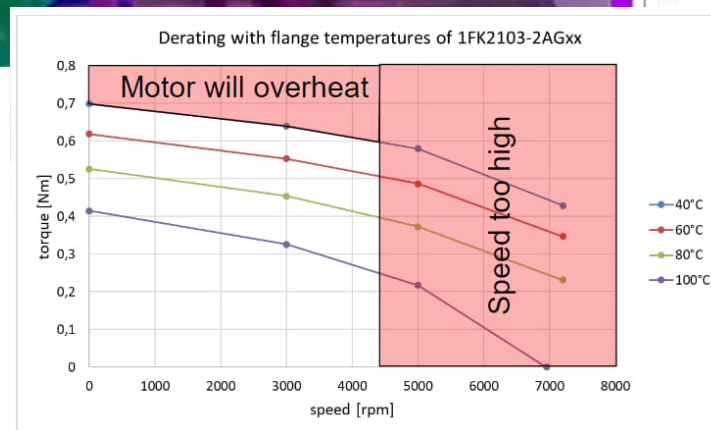
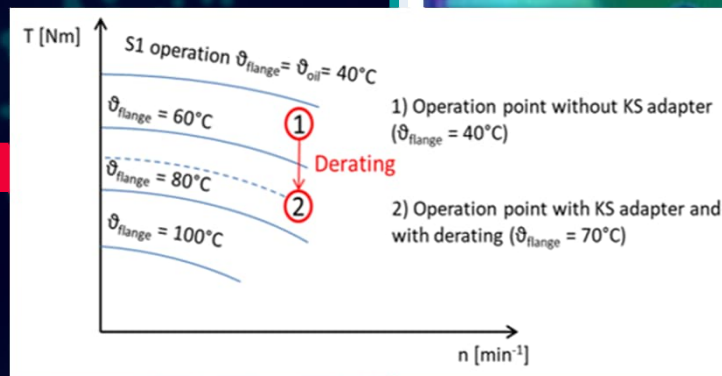


OP1 bez KS adaptéru

- Motor pracuje pod křivkou S1 pro 40 st.C
- Teplotní využití je 100%

OP2 s KS adaptérem

- Teplota směřuje na 70 st.C
- **Moment je nutno redukovat**

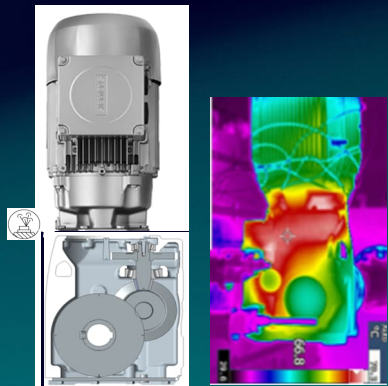


Vliv typu převodovky & montážní pozice

Typické hodnoty účinnosti **jednoho převodového stupně**

- Čelní a ploché - 99 % (D/Z a F převodovky)
- Kuželočelní - 98 % (K převodovky 3st.)
- Kuželočelní - 97 % (B převodovky 2st. – hypoidní ozubení)
horší účinnost, vyšší převodový poměr
- Šnekové - 78...92 % (C převodovky)

Po termické stránce je preferovaný typ čelní a plochá převodovka



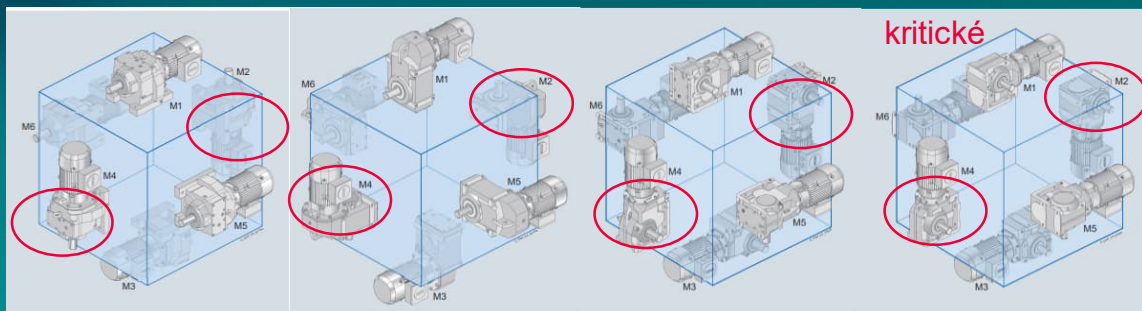
Montážní poloha má velký vliv na teplotu převodovky:

M1, M3 (standard) = nízká teplota převodovky

M5, M6 = vyšší teplota převodovky

M2, M4 (motor nahoře/dole) = nejvyšší teplota

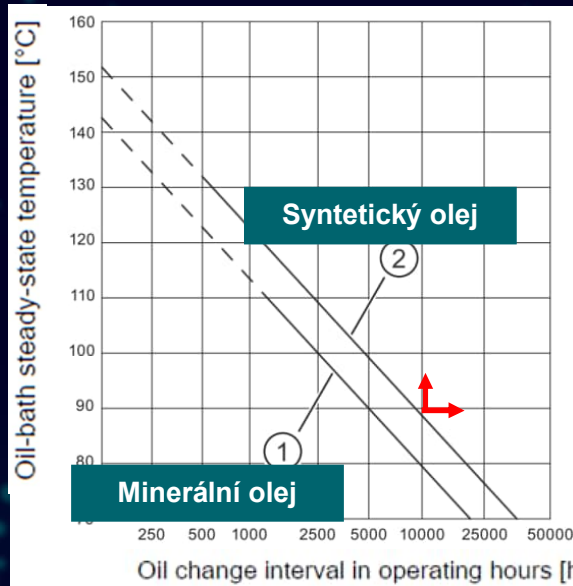
Množství oleje!



Vliv typu oleje - syntetický olej ve srovnání s minerálním, sníží teplotu v převodovce, zhruba o 3 K, 5K nebo 10K



Větší teplota oleje
 ↓
 Nižší viskozita
 ↓
 Horší mazání



Selection of lubricant			
Area of application	Oil type Designation acc. to DIN 51502	Recommended oil sump temperature range °C	Order Code
Helical gearboxes Z, D, and E, cooling tower gearboxes EKF and ZKF parallel shaft gearboxes F and bevel gearboxes K			
Standard	CLP ISO VG220	-15 ... +90	K06
	CLP ISO PAO VG220	-30 ... +100	K12
	CLP ISO PAO VG68	-40 ... +60	K13
	CLP ISO PG VG460	-25 ... +110	K08
	CLP ISO PG VG220	-25 ... +110	K07
Foodstuff aera (USDA) NSF-H1	CLP ISO H1 VG460	-25 ... +100	K11
	CLP ISO H1 VG100	-30 ... +90	K14
Biodegradable oil	CLP ISO E VG220	-20 ... +100	K10
Bevel gearboxes B and helical worm gearboxes C			
Standard	CLP ISO PG VG220	-25 ... +110	K07
	CLP ISO PAO VG460	-25 ... +110	K16
	CLP ISO PAO VG220	-30 ... +100	K12
	CLP ISO PAO VG68	-40 ... +60	K13

- Syntetický olej snižuje koeficient tření → nižší ztráty
- Celková teplota oleje zvýšená o 10°C způsobí snížení životnosti převodovky na polovinu
- Syntetický olej je tepelně více stabilní než minerální

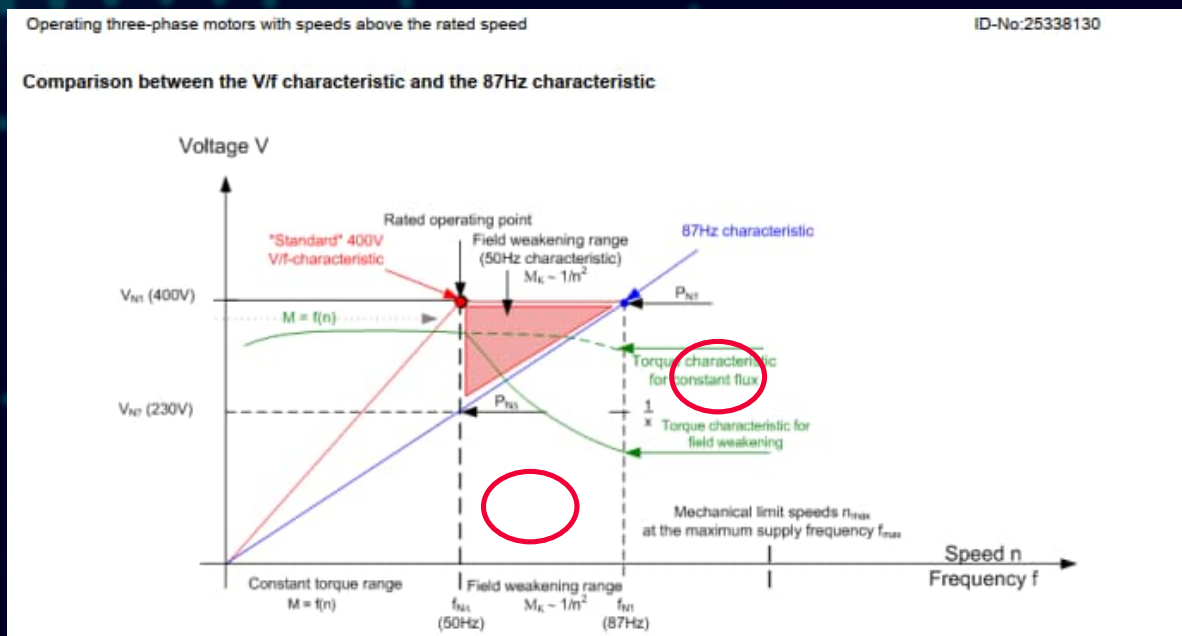
For a +80 °C oil sump temperature, the following service life can be expected when observing the properties specified by Siemens AG:

Table 8- 5 Service life of the oils

Type of oil	Service life
Mineral oil	10 000 operating hours or 2 years
Biodegradable oil	
Physiologically safe oil according to USDA-H1/-H2	
Synthetic oil	20 000 operating hours or 4 years

- Minerální olej $T_{max} = 90\text{ °C}$
- PAO olej $T_{max} = 100\text{ °C}$
- PG olej $T_{max} = 110\text{ °C}$

87Hz charakteristika se používá při napájení měničem Důvod: rozšíření regulačního pásma a snížení velikosti motoru



- Konstantní moment až do 87Hz/400VD
- 1,7x vyšší výkon motoru IEC
- Širší regulační rozsah otáček
- Menší IEC motor
- Větší moment nad 50Hz
- Lze obejít použití cizího chlazení

3.2 Operation with constant flux / *87Hz-characteristic*

P0304 = Rated motor voltage:	400 V		
P0305 = Rated motor current:	0,42 A	⇒ 0,73 A	Enter values increased by factor $\sqrt{3}$
P0307 = Rated motor power:	0,12 kW	⇒ 0,21 kW	
P0308 = Motor cosPhi:	0,75		
P0310 = Motor frequency:	50 Hz	⇒ 87 Hz	Is entered automatically
P0311 = Motor speed:	1350 rpm	⇒ 2336 rpm ⁸	

Motor musí být navržen: 230 VD trojúhelník / 400 VY hvězda a připojení 400 VD trojúhelníku jako 87 Hz

Zvýšením jmenovitého napětí motoru z 230 na 400 V v trojúhelníku a současně zvýšením frekvence ve stejném poměru z 50Hz na 87Hz, zajistíme konstantní magnetizační proud statoru.

Výsledkem je získání 1,7krát většího výkonu ze stejné standardní velikosti motoru.

<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/21139232>
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/25338130>

Srovnání převodovky B29 pro 50Hz a 87Hz v TST – vliv na teplotu

50Hz

Application requirements for motor

Effective torque and average speed	43.8 Nm @ 80.5 rpm	Max. load moment of inertia	3.13 kg m ²
Maximum torque at speed	63.7 Nm @ 107 rpm	Torque off in pause	No
Required maximum speed	107 rpm	Max. static load torque	40.7 Nm
Required effective power	370 W		

Dimensioning specifications

Poles / reference speed: 4-pole (1500 rpm; 50...)
 Voltage / connection: 400 V Y
 Gearbox settings: Bevel gear, M1, A

Selected geared motor

Rated power	Rated torque	Rated speed	Version	Motor type	Rated current	Gearbox	Rated motor torque	M2	Jtot	Suitability
0.550 kW	3.65 Nm	1437 rpm	Aluminum	LE80MH4P	1.26 A	B29	110 Nm	46.1 Nm	21.0 kg cm ²	
80.0 mm	8.69 Nm	4200 rpm	LE80MH4P	Self-ventilation	3.09 A		187 Nm	114 rpm	9.36	
								333 rpm	1360 rpm	

87Hz

Application requirements for motor

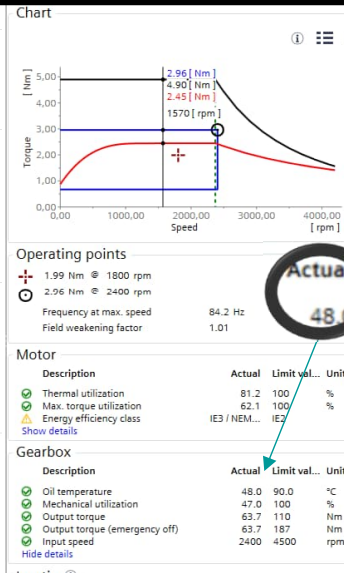
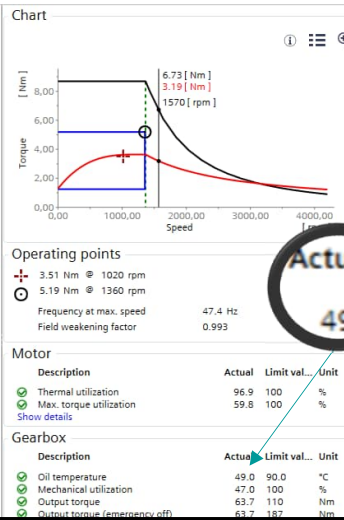
Effective torque and average speed	80.5 rpm	Max. load moment of inertia	3.13 kg m ²
Maximum torque at speed	63.7 Nm @ 107 rpm	Torque off in pause	No
Required maximum speed	107 rpm	Max. static load torque	40.7 Nm
Required effective power	370 W		

Dimensioning specifications

Poles / reference speed: 4-pole (2610 rpm; 87...)
 Voltage / connection: 400 V Δ
 Gearbox settings: Bevel gear, M1, A

Selected geared motor

Rated power	Rated torque	Rated speed	Version	Motor type	Rated current	Gearbox	Rated motor torque	M2	Jtot	Suitability
0.370 / 0.640 kW	2.45 Nm	2495 rpm	Aluminum	LE71ZMK4E	1.90 A	B29	110 Nm	54.9 Nm	9.50 kg cm ²	
71.0 mm	4.90 Nm	4200 rpm	LE71ZMK4E	Self-ventilation	3.51 A		187 Nm	111 rpm	6.58	
								187 rpm	2400 rpm	



87Hz:

Výhody:

- + **menší a lehčí motor**
- + **širší regulační rozsah**
- + **lepší chlazení**

Teplota oleje je o 1°C nižší

Nevýhody:

- **Vyšší hlučnost motoru**
- **Vyšší proud měniče, větší měnič**

Preferované řešení pro 4-pólové motory

Motivace: nákladová optimalizace a širší regulační rozsah při zachování momentu

Srovnání převodovky B29 pro 50Hz a 87Hz v TST – vliv 1.stupně (pinion)

Properties | Dimension | Configure

Application requirements for motor

Effective torque and average speed: 43.8 Nm @ 80.5 rpm
 Maximum torque at speed: 63.7 Nm @ 107 rpm
 Required maximum speed: 107 rpm
 Required effective power: 370 W

Dimensioning specifications

Poles / reference speed: 4-pole (1500 rpm; 50...)
 Voltage / connection: 400 V Y
 Gearbox settings: Bevel gear, M1, A

50Hz

Selected geared motor

SIMOGEAR 2KJ3 – IEC 2KJ3501-DC23-4-N1	0.550 kW 80.0 mm IE3 / NEMA Premi.	3.65 Nm 8.69 Nm 4	1437 rpm 4200 rpm 4	Aluminum LE60MH4P Self-ventilation	1.26 3.09 2.39	829 12.63 2.39	110 Nm 187 Nm	46.1 Nm 114 rpm 333 rpm	21.0 kg cm ² 9.36 1360 rpm
---	--	-------------------------	---------------------------	--	----------------------	----------------------	------------------	-------------------------------	---

Available geared motors

Filter (1) | Sorting according to: Motor size | Only show optimal gearbox ratio

SIMOGEAR 2KJ3 – IEC 2KJ3501-DC23-4-N1	0.550 kW 80.0 mm IE3 / NEMA Premi.	3.65 Nm 8.69 Nm 4	1437 rpm 4200 rpm 4	Aluminum LE60MH4P Self-ventilation	1.26 3.09 2.39	829 12.63 2.39	110 Nm 187 Nm	46.1 Nm 114 rpm 333 rpm	21.0 kg cm ² 9.36 1360 rpm
---	--	-------------------------	---------------------------	--	----------------------	----------------------	------------------	-------------------------------	---

Application requirements for motor

Effective torque and average speed: 43.8 Nm @ 80.5 rpm
 Maximum torque at speed: 63.7 Nm @ 107 rpm
 Required maximum speed: 107 rpm
 Required effective power: 370 W

Dimensioning specifications

Poles / reference speed: 4-pole (2610 rpm; 87...)
 Voltage / connection: 400 V Δ
 Gearbox settings: Bevel gear, M1, A

87Hz

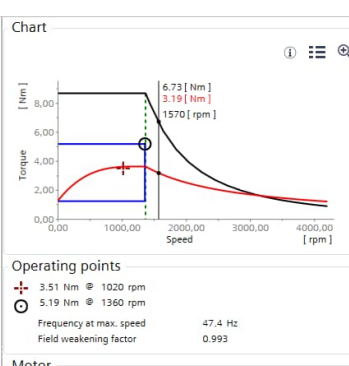
Selected geared motor

SIMOGEAR 2KJ3 – IEC 2KJ3501-CE22-2-T1	0.370 / 0.640 kW 71.0 mm IE2	2.45 Nm 4.90 Nm 4	2495 rpm 4200 rpm 4	Aluminum LE712MK4E Self-ventilation	1.90 3.51 2.00	829 22.41 2.00	110 Nm 187 Nm	54.9 Nm 111 rpm 187 rpm	9.50 kg cm ² 6.58 2400 rpm
---	------------------------------------	-------------------------	---------------------------	---	----------------------	----------------------	------------------	-------------------------------	---

Available geared motors

Filter (1) | Sorting according to: Motor size | Only show optimal gearbox ratio

SIMOGEAR 2KJ3 – IEC 2KJ3501-CE22-2-T1	0.370 / 0.640 kW 71.0 mm IE2	2.45 Nm 4.90 Nm 4	2495 rpm 4200 rpm 4	Aluminum LE712MK4E Self-ventilation	1.90 3.51 2.00	829 22.41 2.00	110 Nm 187 Nm	54.9 Nm 111 rpm 187 rpm	9.50 kg cm ² 6.58 2400 rpm
---	------------------------------------	-------------------------	---------------------------	---	----------------------	----------------------	------------------	-------------------------------	---



Pozitivní je fakt :
Nedochází ke zvýšení teploty, protože:

- 1.stupeň (pinion) má převod 3,6 místo 2
- Motor se točí rychleji a převodovka je efektivněji chlazena

Negativní fakt:
Zvýšený hluk motoru

SIEMENS

Drehzahlplan / Speedplan B. 29

Stücklistenverzeichnis / Bill of material

Kegelradgetriebe / bevel helical gear

P2	n2	T2	T2	i ges	iges	FB	Getriebeispiel	Ritzelzapfen Pinion shaft Ø					ratio	Ritzel	Efficiency
[kW]	[1/min]	[Nm]	[Nm]	[-]	[-]	[-]	UE1.3	Motorpower [kW]					Zähler	η	
								63	71	80	90	100			
4 polig - Referenzeingangsdrehzahl 1450 1/min															
0,37	31	106	110	46,85	1265 / 27	0,92	10,6	UE1.3					7,667	101	0,93
0,37	35	94	110	41,56	374 / 9	0,96	11,0	UE1.3					6,000	102	0,93
0,55	40	121	110	36,06	649 / 10	1,01	11,1	UE1.3					5,900	103	0,93
0,55	44	110	110	32,78	295 / 9	1,05	11,1	UE1.3					5,364	104	0,93
0,55	52	94	110	28,11	253 / 9	1,11	11,2	UE1.3					4,890	106	0,93
0,75	57	117	110	25,56	230 / 9	1,15	11,2	UE1.3					4,182	107	0,93
0,75	65	102	110	22,41	605 / 27	1,21	11,4	UE1.3					3,667	108	0,93
0,75	72	94	110	20,00	20 / 1	1,26	11,4	UE1.3					3,273	109	0,93
1,1	81	120	110	17,82	1925 / 108	1,31	11,5	UE1.3					2,917	110	0,93
1,1	88	110	110	16,45	1925 / 117	1,35	11,5	UE1.3					2,892	111	0,93
1,1	101	97	110	14,40	605 / 42	1,42	11,7	UE1.3					2,357	112	0,93
1,5	115	116	110	12,63	341 / 27	1,50	12,0	UE1.3					2,067	113	0,93
1,5	127	105	110	11,46	275 / 24	1,55	12,1	UE1.3					1,075	115	0,93
1,5	134	99	110	10,78	550 / 51	1,59	12,1	UE1.3					1,765	116	0,93
1,5	152	87	110	9,63	730 / 81	1,67	11,8	UE1.3					1,556	118	0,93
2,2	257	76	75	5,65	621 / 110	1,79	16,3	UE1.3					1,350	120	0,93
2,2	206	69	74	5,07	345 / 60	1,20	10,9	UE1.3					1,075	115	0,94
2,2	304	65	74	4,78	1300 / 209	1,31	10,9	UE1.3					1,765	116	0,94
2,2	344	57	74	4,21	644 / 153	1,37	10,2	UE1.3					1,556	119	0,94
2,2	397	50	73	3,65	621 / 170	1,42	10,6	UE1.3					1,350	120	0,94

Přestože motor jede rychleji, převodovka není teplejší, protože převodový poměr je v tomto případě výhodný

Srovnání převodovky FZ69 pro 50Hz a 87Hz v TST

Application requirements for motor

Effective torque and average speed	381 Nm	80.5 rpm	Max. load moment of inertia	29.9 kg m ²
Maximum torque at speed	568 Nm	107 rpm	Torque off in pause	No
Required maximum speed	107 rpm		Max. static load torque	348 Nm
Required effective power	3.21 kW			

Dimensioning specifications

Poles / reference speed: 4-pole (1500 rpm; 50...)

Voltage / connection: 400 V Y

Gearbox settings: Parallel shaft, M1

Cooling method: Self-ventilation

Energy efficiency: IE3 / NEMA Premium...

Temperature class: 105 K (F)

Inertia ratio warning limit: 10.0

Selected geared motor

Prated Shaft height IE class	Mrated Mmax	Prated Pmax Number of poles	Version Motor type Cooling method	lrated lmax	Gearbox i fg	Mzrated Mzrem.off	M2 n2 n2max	Jint λ (Jext / Jint) Preq,max	Suitability
SIMOGEAR 2KJ3 – IEC 2KJ3304-GJ23-4-K1 with SINAMICS G120 PM240-2	4.00 kW 112 mm	26.0 Nm 74.1 Nm 4200 rpm 4	Aluminum LE112ZMK84P Self-ventilation	7.90 A 17.33 24.9 A	FZ69 1.33	600 Nm 1020 Nm	451 Nm 84.1 rpm 242 rpm 1860 rpm	170 kg cm ² 5.86	

Available geared motors

Filter (1)

Sorting according to: Motor size

Only show optimal gearbox ratio

Selected geared motor

Prated / Prated Shaft height IE class	Mrated Mmax	Prated Pmax Number of poles	Version Motor type Cooling method	lrated lmax	Gearbox i fg	Mzrated Mzrem.off	M2 n2 n2max	Jint λ (Jext / Jint) Preq,max	Suitability
SIMOGEAR 2KJ3 – IEC 2KJ3304-FN23-4-Q1 with SINAMICS G120 PM240-2	2.20 / 3.85 kW 100 mm	14.3 Nm 48.3 Nm 4200 rpm 4	Aluminum LE100ZLS44P Self-ventilation	7.59 A 29.8 A	FZ69 30.26 1.39	600 Nm 1020 Nm	433 Nm 85.1 rpm 139 rpm 3250 rpm	140 kg cm ² 2.34	

Available geared motors

Filter (1)

Sorting according to: Motor size

Only show optimal gearbox ratio

Selected geared motor

Prated / Prated Shaft height IE class	Mrated Mmax	Prated Pmax Number of poles	Version Motor type Cooling method	lrated lmax	Gearbox i fg	Mzrated Mzrem.off	M2 n2 n2max	Jint λ (Jext / Jint) Preq,max	Suitability
SIMOGEAR 2KJ3 – IEC 2KJ3304-FN23-4-Q1 with SINAMICS G120 PM240-2	2.20 / 3.85 kW 100 mm	14.3 Nm 48.3 Nm 4200 rpm 4	Aluminum LE100ZLS44P Self-ventilation	7.59 A 29.8 A	FZ69 30.26 1.39	600 Nm 1020 Nm	433 Nm 85.1 rpm 139 rpm 3250 rpm	140 kg cm ² 2.34	

Operating points

- 22.5 Nm @ 1390 rpm
- 34.4 Nm @ 1860 rpm

Frequency at max. speed: 63.5 Hz

Field weakening factor: 1.34

Motor

Description	Actual	Limit val...	Unit
Thermal utilization	87.3	100	%
Max. torque utilization	82.7	100	%

Gearbox

Description	Actual	Limit val...	Unit
Oil temperature	58.0	90.0	°C
Mechanical utilization	94.0	100	%
Output torque	568	600	Nm
Output torque (emergency off)	568	1020	Nm
Input speed	1860	4500	rpm

Operating points

- 13.4 Nm @ 2430 rpm
- 21.2 Nm @ 3250 rpm

Frequency at max. speed: 109 Hz

Field weakening factor: 1.33

Motor

Description	Actual	Limit val...	Unit
Thermal utilization	93.6	100	%
Max. torque utilization	76.4	100	%

Gearbox

Description	Actual	Limit val...	Unit
Oil temperature	58.0	90.0	°C
Mechanical utilization	94.0	100	%
Output torque	568	600	Nm
Output torque (emergency off)	568	1020	Nm
Input speed	3250	4500	rpm

Výsledek:

- Stejná teplota oleje pro 50Hz i 87Hz
- Zvýšení třecích ztrát pro 87Hz je kompenzováno lepším chlazením

Pozor !!

- S adaptérem, speciálně s dlouhým K2, by teplota pro 87Hz byla vyšší než pro 50Hz
- Při použití montážní polohy M4 místo M1 teplota stoupne z 58°C na 63°C

Příklad: Jaké jsou hlavní indikátory vysoké teploty oleje?

K129-K2-(160); $T_2 = 2530 \text{ Nm}$ ($f_b = 1$)

$i_{ges} = 7,08$

$n_1 = 1770 \text{ min}^{-1}$

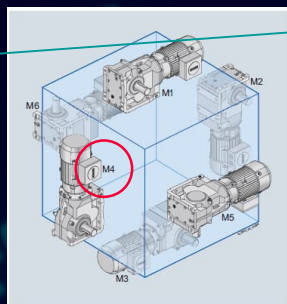
Montážní poloha M4

Olejové množství 19.5 l / z celkového množství 26 l

3-stupňová kuželočelní převodovka s relativně malým převodem $i=7,08$

Nepříznivá montážní poloha M4

K2 Adaptér redukuje tok vzduchu



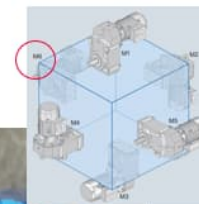
FZ129-K2-(200), $T_2 = 3630 \text{ Nm}$ ($f_b = 1$)

$i_{ges} = 6,89$

$n_1 = 1770 \text{ min}^{-1}$

Mounting position M6

Oil quantity 16.3 l / remaining volume in the gearbox 31 l



Surface temperature measured: $65 \text{ }^\circ\text{C}$

Naměřená povrchová teplota: $101 \text{ }^\circ\text{C}$

Alternativní řešení

Kalkulovaná teplota oleje pro M1: $90 \text{ }^\circ\text{C}$

Kalkulovaná teplota oleje pro M4: $107 \text{ }^\circ\text{C}$

Pro vyšší teploty je důležité použití syntetického oleje !
Minerální olej by mohl způsobovat problémy po 1 roce !

SIEMENS

Příklad: Náhrada **staré Z-108**, 2-stupňovou **Z-109** / 3-stupňovou **D-109** SIMOGEAR Jaký je vliv 3-stupňové převodovky?

Selection and ordering data (continued)					
Gearbox size	Ratio code	Transmission ratio	Output speed	Twisting angle	Nominal torque
Max. gearbox torque	Order No. 15th and 16th position	i_{tot}	n_2 (50 Hz) rpm	φ arcmin	T_{2N} ($i_B=1$) Nm
D.108 3 100	V1	359.30	4.0	10	3 100
	U1	325.21	★ 4.5	10	3 100
	T1	284.73	5.1	10	3 100
	S1	256.86	★ 5.6	10	3 100
	R1	235.19	6.2	10	3 100
	Q1	209.21	★ 6.9	10	3 100
	P1	191.21	7.6	10	3 100
	N1	175.78	★ 8.2	10	3 100
	M1	162.40	8.9	10	3 100
	L1	150.70	★ 9.6	10	3 100
	K1	140.37	10.3	10	3 100
	J1	126.90	★ 11.4	10	3 100
	H1	116.83	12.4	10	3 100
	G1	105.08	★ 13.8	10	3 100
	F1	96.94	15.0	10	3 100
	E1	82.14	17.7	10	3 100
	D1	71.59	★ 20.0	10	3 100
	C1	60.90	24.0	10	3 100
B1	51.97	★ 28.0	10	3 100	
A1	42.61	★ 34.0	10	3 100	
Z.108 1 080 ... 3 100	E2	59.05	★ 25	9	2 368
	D2	54.15	★ 27	9	2 306
	C2	48.38	★ 30	9	3 100
	B2	44.31	★ 33	9	3 100
	A2	40.82	★ 36	9	3 100
	X1	37.79	★ 38	9	3 100
	W1	35.14	★ 41	9	3 100
	V1	32.81	★ 44	9	3 100
	U1	29.35	★ 49	9	3 100
	T1	27.20	★ 53	9	3 100
S1	24.94	★ 58	9	3 100	
R1	22.86	★ 63	9	3 100	

P2	n2	T2	T2	i_{ges}	ratio
[kW]	[1/min]	[Nm]	[Nm]	[-]	1. stufe
D109					
1.5	4.2	3447	3100	348.88	9.667
1.5	4.6	3112	3100	314.98	8.727
1.5	5.1	2023	3100	285.72	7.917
2.2	5.5	3022	3100	263.74	7.308
2.2	6	3474	3100	239.75	6.643
2.2	7.1	2942	3100	203.01	5.625
3	7.6	3775	3100	191.07	5.294
3	8.2	3406	3100	176.45	4.889
3	9.2	3102	3100	157.00	4.350
4	10.4	3674	3100	139.44	3.864
4	11.6	3288	3100	124.82	3.450
5.5	13.6	3065	3100	106.70	2.957
5.5	15.2	3451	3100	95.28	2.640
5.5	17.2	3051	3100	84.21	2.333
7.5	19.6	3650	3100	73.90	2.048
7.5	23	3178	3100	64.34	1.783
9.2	26	3322	3090	55.00	1.524
11	31	3411	2930	47.08	1.304

Z109					
i_{ges}	ratio	i_{ges}	ratio	i_{ges}	ratio
11	20	3707	3100	51.17	8.429
11	33	3162	3100	43.64	7.188
11	35	2976	3100	41.07	6.765
15	30	3766	3100	38.12	6.278
15	43	3329	3100	33.7	5.550
15	40	2972	3100	30.08	4.955
15	54	2674	3040	27.07	4.450
15	62	2321	2920	23.49	3.870
22	69	3061	2830	21.13	3.400
22	79	2676	2720	18.47	3.042

```

Angaben zum Getriebe:
-----
Getriebe = Z 109
Gesamtuebersetzung i_ges = 51,173
Durchm. der Abtriebsvollwelle d = 60,000 mm
Art der Lagerung = normal
Motorbaugroesse = 132
Bauform, Baulage = M4: Motor oben
Bezeichnung Oel = CLP ISO VG220

Angaben zur auesseren Belastung:
-----
Abtriebsdrehmoment T_ab = 1853,4 Nm
Abtriebsdrehzahl n_ab = 28,3 1/min
Abtriebsleistung P_ab = 5,50 kW
Betriebsfaktor (T_ab) f_B = 1,67

Gesamtergebnis (kleinste Werte):
-----
Berechnung der Waermebilanz mit Programm WI+:
Oelsumpftemperatur (WI+) theta_oil = 64 degC
Umgebungstemperatur theta_amb = 40 degC
    
```

Vliv montážní pozice

M1 → M4

D109 s $i=55$

71°C 82°C

Z109 s $i=51$

62°C 64°C

3-stupňová převodovka D109:

- více převodů, více ložisek, nízká redukce vstupní rychlost v 1-stupni
- má vyšší výkonově nezávislé ztráty („šplouchání“) -> navýšení teploty je vyšší

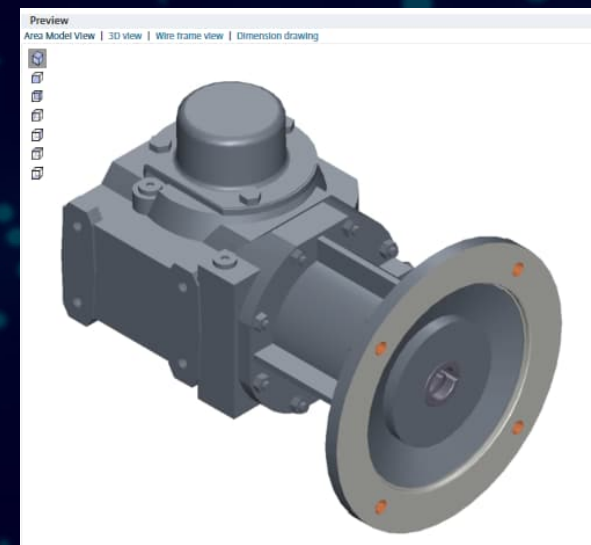
SIEMENS

Příklad: C- Helical worm s adaptérem – vliv převodového poměru na teplotu oleje

- 3kW motor
- Nízký převod $i=9,9$
- Montážní pozice M6

2KJ3603-9FA04-0HE1-Z D26+G60+H3A+K11+K74+K75+K81+L01

2KJ3603-9FA04-0Hxx-Z D26+G60+H3A+K11+K74+K75+K81+L01



M3

Search result
Choose value...

	Gearbox	Adapter	Input power [kW]	Output speed [rpm]	Output torque [Nm]	Transmission ratio	Service factor	Input speed [rpm]	Thermal load [%]	Torque load [%]
<input type="radio"/>	C49	K4-100	3.00	231.48	113.3	6.48	2.03	1500	87	46
<input type="radio"/>	C49	K4-100	3.00	200.80	130.6	7.47	1.84	1500	84	48
<input type="radio"/>	C49	K4-100	3.00	177.10	148.1	8.47	1.72	1500	84	54
<input type="radio"/>	C49	K4-100	3.00	166.67	157.4	9.00	1.62	1500	83	58
<input type="radio"/>	C49	K4-100	3.00	151.52	169.1	9.90	1.45	1500	92	57
<input type="radio"/>	C49	K4-100	3.00	131.46	195.0	11.41	1.31	1500	90	57
<input type="radio"/>	C49	K4-100	3.00	115.92	221.2	12.94	1.22	1500	90	71
<input type="radio"/>	C49	K4-100	3.00	109.09	235.1	13.75	1.17	1500	90	79
<input type="radio"/>	C49	K4-100	3.00	98.94	259.2	15.16	1.10	1500	89	95

Řešení spočívá v použití **podobného převodového poměru** nebo jiného typu převodovky např. **Bevel Gearbox**

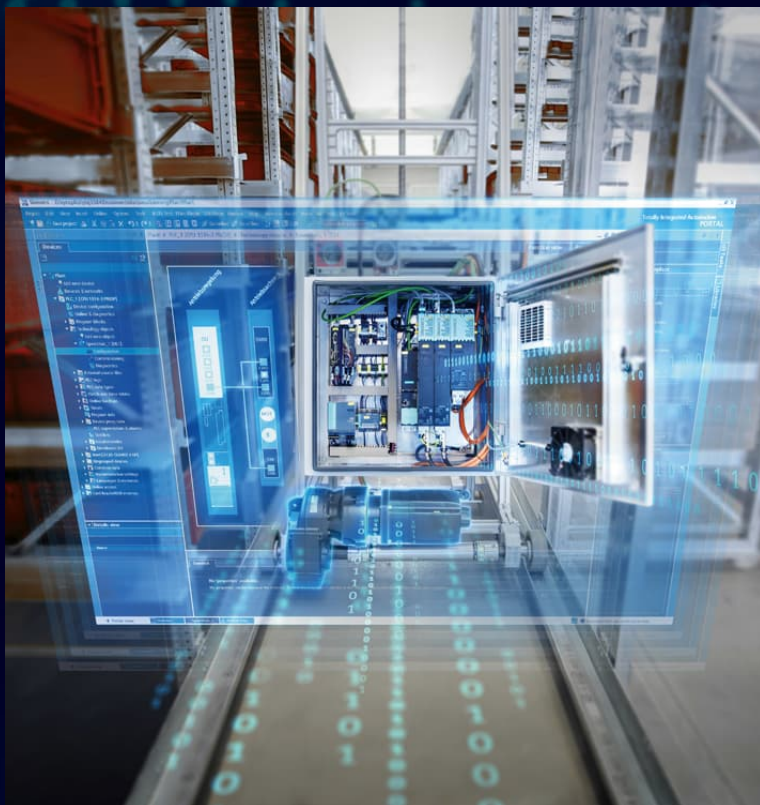
B

SIEMENS

Rekapitulace:

- ✓ Ztráty jsou produkovány v těsnění, ložiscích a **převodech**
- ✓ Ztráty nezávislé na výkonu se zvyšují použitím **vertikální montážní pozice a vyšší rychlosti**
- ✓ **Čelní (Helical) a ploché (parallel)** převodovky jsou teplotně **preferované – nižší ztráty**
- ✓ **Malé převodovky** jsou více limitované svou **mechanikou – mály prostor uvnitř**
- ✓ **Velké převodovky** mají **malý povrch** pro **odvádění tepla**
- ✓ **Nízké převodové poměry a velký výkon motoru** způsobují **vyšší teplotu převodovky**
- ✓ **Syntetický olej snižuje teplotu o 3°C, 5°C nebo 10°C**
- ✓ **Zvýšení teploty oleje o 10°C zkrátí interval životnosti oleje na polovinu**

Kdo prezentuje



Ing. Vladimír Mýlek

Technicko-obchodní podpora

RC-CZ DI MC GMC

28.října 150/2663

702 00 Ostrava

Česká republika

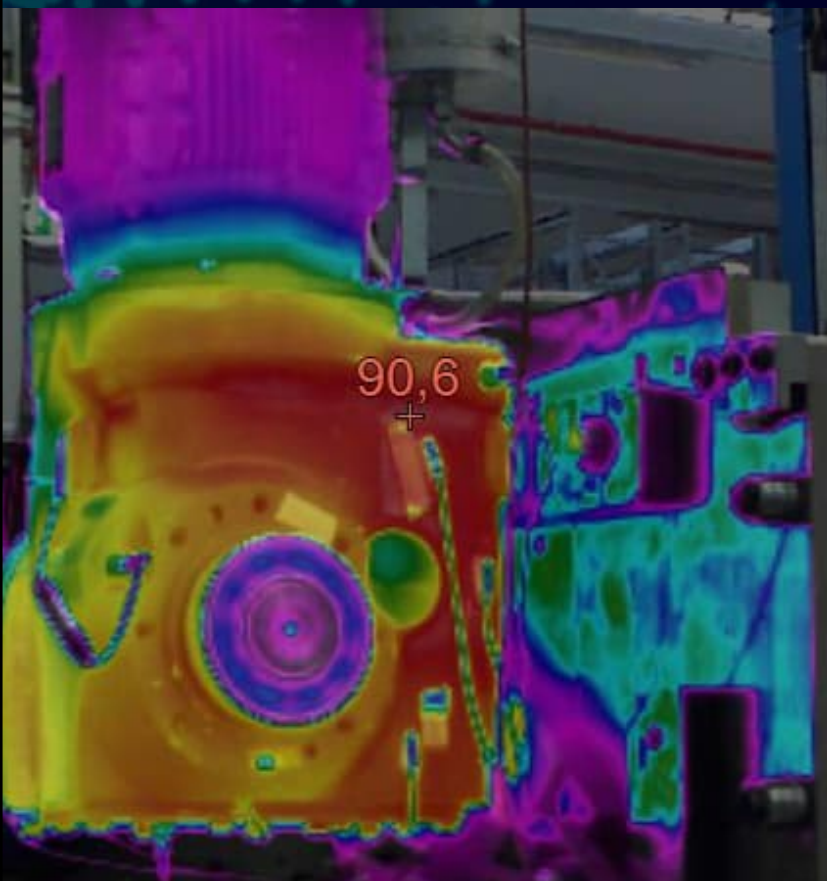
Mobil: +420 724 057 093

E-mail: vladimir.mylek@siemens.com

www.siemens.cz/pohony

SIEMENS

Kdo tomu rozumí



Ing. Pavel Matyska
System Marketing Manager

Siemens, s.r.o.
DI MC GMC CCE 1
Siemensova 1
155 00 Praha, Czech Republic
Mobile: +420 703 401 763
pavel.matyska@siemens.com

SIEMENS

| Díky za pozornost