

DIPLOMOVÁ PRÁCE

PŘÍLOHA 1

Možnost využití lokální výztuže při návrhu a posouzení primárního ostění podzemních staveb

Obsah

• 1	Vysvětlivky		3
• 2	Výsledky modelu kaloty tunelu		6
• 2.1	Písčité břidlice	7	
• 2.2	Jílovité břidlice	11	
• 2.3	Vápence kalové	15	
• 2.4	Spilit	19	
• 2.5	Porovnání hornin, záběr 1 m	23	
• 2.6	Porovnání hornin, záběr 1,5 m	25	
• 2.7	Porovnání hornin, záběr 2 m	26	
• 3	Výsledky modelu štoly		28
• 3.1	Písčité břidlice	29	
• 3.2	Jílovité břidlice	33	
• 3.3	Vápence kalové	37	
• 3.4	Spilit	41	
• 3.5	Porovnání hornin, záběr 1 m	45	
• 3.6	Porovnání hornin, záběr 1,5 m	47	
• 3.7	Porovnání hornin, záběr 2 m	48	
• 3.8	Porovnání hornin, záběr 1 m s přitížením	49	

1 Vysvětlivky

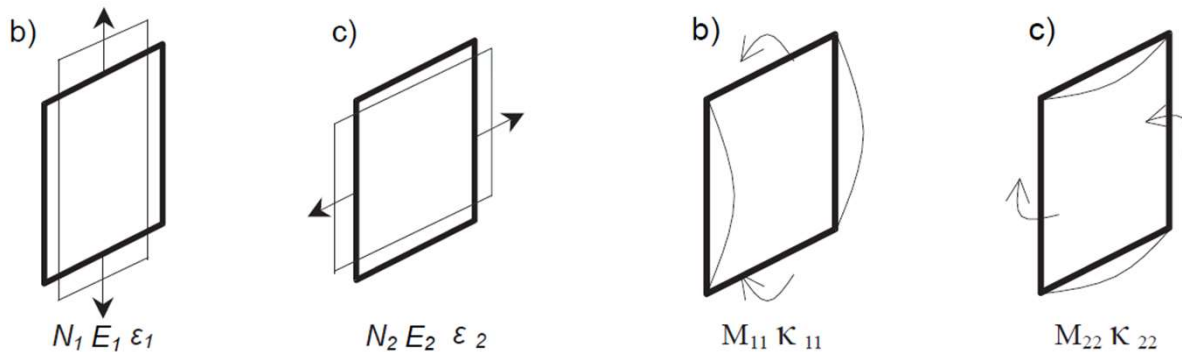
V příloze 1 jsou prezentovány výsledky z numerických výpočtů, které byly provedeny na 3D modelech. Na následujících stranách je možné nahlédnout do tabulek a grafů, které byly vybrány z velkého množství dat ukrytého ve výsledcích 3D modelů. Zpracovávány byly zejména data z podélných řezů primárního ostění. Jeden řez měl pro jednu veličinu přibližně 400 až 700 hodnot, které byly zpracovány do grafů. S hodnotami z úseku 12 m až 22 m bylo dále pracováno. Hodnoty byly vzaty z podélných řezů, kde docházelo k největším ohybovým momentům v celém primárním ostění.

Pro každý model (například písčité břidlice záběr 1 m) byla vytvořena tabulka s maximálními hodnotami momentů a normálových sil v místě výztužných rámu a minimálními hodnotami z oblasti mezi rámy v úseku 12 m až 22 m. Tyto hodnoty byly poté zprůměrovány a vznikl tak průměrný maximální a minimální ohybový moment a normálová síla.

V další tabulce poté byly spočítány tyto hodnoty:

- **Poměr momentů** - poměr ohybového momentu v místě výztužného rámu a ohybového momentu v oblasti mezi rámy
- **Poměr momentů s tuhostí** - výše uvedený poměr momentů očištěný o vyšší tuhost v místě rámu, pro tunel byla tuhost místě rámu vyšší o 1,095, pro štolu o 1,4
- **Poměr normálových sil** - poměr normálové síly v místě výztužného rámu a normálové síly v oblasti mezi rámy
- **Poměr normálových sil s tuhostí** - výše uvedený poměr normálových sil očištěný o vyšší tuhost v místě rámu
- **Průměrné deformace** - spočteno jako průměrná deformace ze všech hodnot deformace ve vrcholu ostění v úseku 12 m až 22 m
- **Průměr normálových sil** spočteno jako průměr normálových sil ze všech hodnot normálových sil v řezu, kde docházelo k největším ohybovým momentům v celém ostění
- **Průměrný rozdíl momentů** - rozdíl průměrných maximálních a minimálních ohybových momentů v úseku 12 m až 22 m
- **Průměrný maximální ohybový moment** - z úseku 12 až 22 m
- **Průměrná maximální normálová síla** - z úseku 12 m až 22 m
- Veličiny, které byly pozorovány v 1D prvku simulující výztužný rám
 - **Maximální tlaková normálová síla v rámu**
 - **Minimální ohybový moment v rámu**
 - **Maximální ohybový moment v rámu**

1 Vysvětlivky



Jelikož se jednalo o 3D modely, v primárním ostění bylo možné pozorovat vnitřní síly ve více směrech. Pro lepší pochopení působení vnitřních sil slouží výše uvedené obrázky, které popisují vnitřní síly v primárním ostění.

Normálová síla N_1 - působí kolmo na příčný řez tunelu, neboli vypovídá o tom, jak je primární ostění stlačováno nebo natahováno v podélném směru

Normálová síla N_2 - působí kolmo na podélný řez tunelu, neboli vypovídá o tom, jak je primární ostění stlačováno ve směru zakřivení primárního ostění

Ohybový moment M_1 - ohýbá primární ostění okolo osy kolmé na podélný směr tunelu

Ohybový moment M_2 - ohýbá primární ostění okolo osy v podélném směru tunelu

V tabulkách, které již byly na předchozí stránce popsány a které jsou také na následujících stránkách zobrazeny, se počítalo s normálovou silou N_2 a ohybovým momentem M_2 . Normálová síla N_2 a ohybový moment M_2 jsou veličiny, se kterými je standardně počítáno při návrhu primárního ostění nebo při výpočtu zatížení příčného řezu tunelu.

Vnitřní síly M_1 a N_1 jsou uvedeny pouze výjimečně v grafech a pokud se o nich píše v diplomové práci, je vždy zdůrazněno, že se jedná právě o tyto síly.

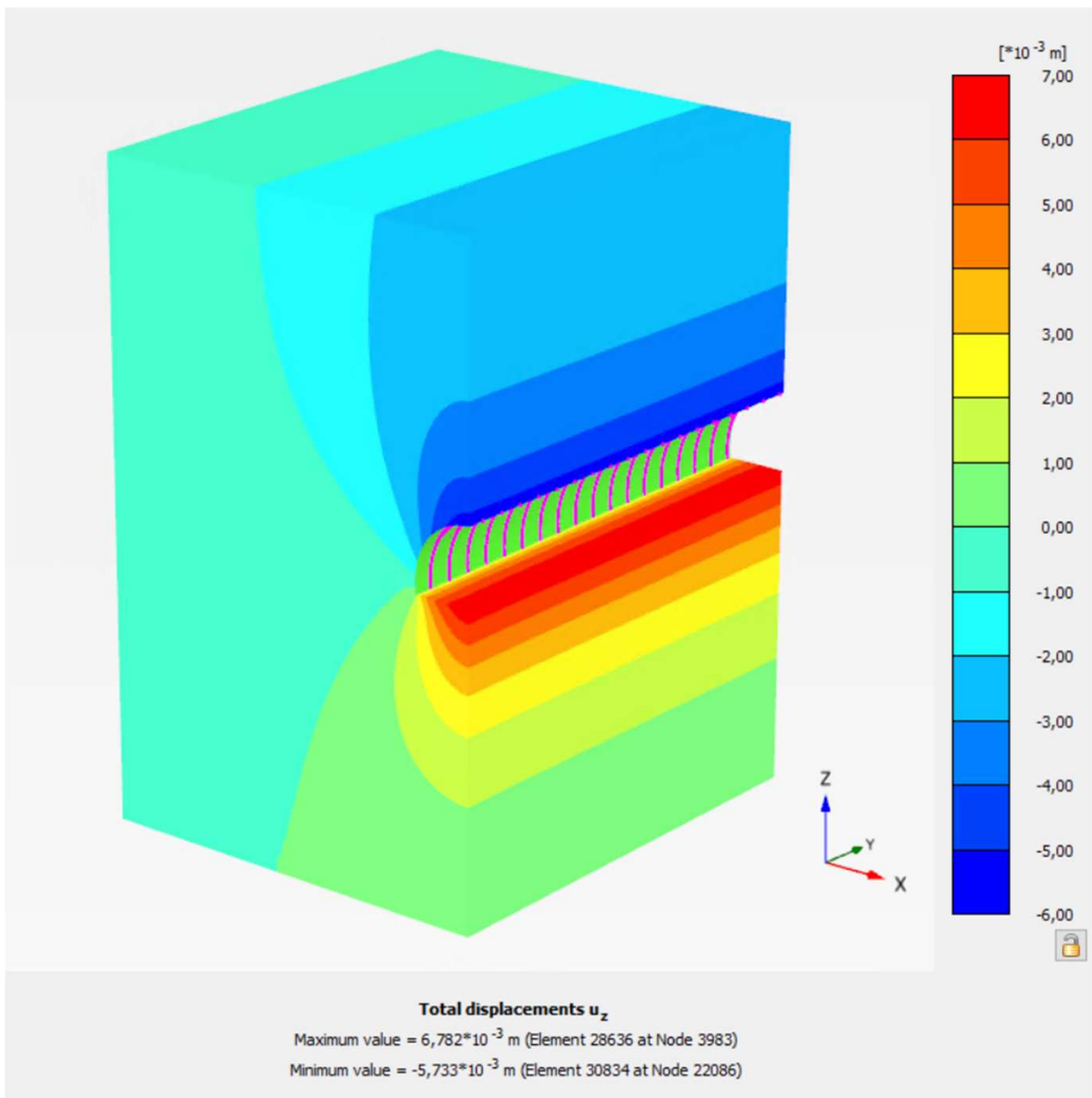
U grafu je vždy uvedeno, o jakou veličinu se jedná (deformace / M_1 / M_2 / N_1 / N_2) a následně podélný řez ostěním, ze kterého byl graf vytvořen (Vrchol / druhá hodina / čtvrtá hodina).

1 Vysvětlivky

Grafy a tabulky s výpočty byly vytvořeny z dat, která pochází z podélných řezů primárním ostěním a výztužných rámy. Vybraná data, která byla exportována z výpočetního softwaru, jsou na ukázce níže. Jedná se o výšek dat ze vzdálenosti přibližně do 5 m od portálu pro model kaloty tunelu v záběru 1 m.

Y - 12 h	deformace M1 -		M2 -		N1 - vrchol		N2 - vrchol		Y	def - 2h	M1 - 2h	M2 - 2h	N1 - 2h	N2 - 2h	Rámy
	- vrchol	vrchol	vrchol												
0,00	-0,02584	7,67	-3,96	283,15	-236,38	0,00	-0,02239	7,90	14,19	-401,54	-531,92	-153			
0,29	-0,02587	8,59	-3,84	285,88	-246,85	0,02	-0,02239	8,00	14,21	-401,07	-532,43	-1,721			
0,30	-0,02587	8,63	-3,83	286,04	-247,34	0,02	-0,02237	8,00	14,21	-401,07	-532,43	3,813			
0,59	-0,02599	10,18	-3,49	289,79	-277,49	0,30	-0,02237	9,61	14,49	-396,28	-553,61				
0,59	-0,02599	10,18	-3,49	289,79	-277,49	0,32	-0,02237	9,79	14,51	-396,43	-557,11				
0,60	-0,02599	10,27	-3,47	289,95	-279,36	0,60	-0,02239	12,58	14,99	-396,48	-597,88				
0,60	-0,02599	10,27	-3,47	289,95	-279,36	0,60	-0,02239	12,58	14,99	-396,48	-597,88				
0,79	-0,02619	9,15	-3,44	290,23	-339,03	0,79	-0,0224	10,73	14,67	-378,77	-683,12				
0,80	-0,0262	9,09	-3,44	290,26	-341,43	0,80	-0,02241	10,60	14,65	-377,62	-687,88				
0,99	-0,02587	6,37	-3,74	275,64	-308,04	0,99	-0,02227	7,23	13,23	-377,64	-624,39				
0,99	-0,02587	6,37	-3,74	275,64	-308,04	0,99	-0,02227	7,23	13,23	-377,64	-624,39				
1,00	-0,02585	6,24	-3,75	275,22	-306,96	1,00	-0,02175	7,01	13,13	-377,52	-621,11				
1,00	-0,02585	6,24	-3,75	275,22	-306,96	1,00	-0,02175	7,01	13,13	-377,52	-621,11				
1,01	-0,02586	6,27	-3,75	274,16	-301,96	1,02	-0,02226	7,06	13,04	-377,81	-609,25				
1,01	-0,02586	6,27	-3,75	274,16	-301,96	1,02	-0,02226	7,06	13,04	-377,81	-609,25				
1,30	-0,02614	6,95	-3,58	257,39	-206,25	1,30	-0,02239	7,82	11,86	-385,36	-441,96				
1,31	-0,02614	7,07	-3,56	257,79	-208,79	1,32	-0,02247	8,01	11,90	-384,78	-448,24				
1,60	-0,02612	9,59	-3,14	265,41	-263,02	1,60	-0,02225	11,03	12,55	-374,77	-533,65				
1,60	-0,02612	9,59	-3,14	265,41	-263,02	1,60	-0,02225	11,03	12,55	-374,77	-533,65				
1,79	-0,02603	8,68	-3,25	263,69	-320,25	1,79	-0,02249	9,66	12,49	-353,36	-633,24				
1,80	-0,02603	8,63	-3,26	263,61	-322,99	1,80	-0,02246	9,57	12,49	-352,00	-639,36				
1,99	-0,02603	6,26	-3,51	246,42	-293,92	1,99	-0,02231	6,75	11,35	-350,29	-593,42				
1,99	-0,02603	6,26	-3,51	246,42	-293,92	1,99	-0,02231	6,75	11,35	-350,29	-593,42				
2,00	-0,02602	6,15	-3,53	245,83	-293,06	2,00	-0,02173	6,57	11,27	-350,00	-590,89				
2,00	-0,02602	6,15	-3,53	245,83	-293,06	2,00	-0,02173	6,57	11,27	-350,00	-590,89				
2,01	-0,02603	6,17	-3,52	244,94	-287,96	2,28	-0,02187	7,53	10,34	-361,77	-439,10				
2,01	-0,02603	6,17	-3,52	244,94	-287,96	2,30	-0,02238	7,59	10,27	-362,45	-428,26				
2,30	-0,0261	6,62	-3,28	233,85	-192,71	2,58	-0,02241	10,80	11,11	-354,51	-520,09				
2,31	-0,0261	6,74	-3,26	234,14	-195,55	2,58	-0,02241	10,80	11,11	-354,51	-520,09				
2,60	-0,02625	9,05	-2,90	245,18	-254,83	2,60	-0,02251	11,01	11,16	-354,04	-527,16				
2,60	-0,02625	9,05	-2,90	245,18	-254,83	2,60	-0,02251	11,01	11,16	-354,04	-527,16				
2,79	-0,02636	8,21	-2,94	265,37	-314,08	2,61	-0,02248	10,92	11,16	-352,87	-533,56				
2,80	-0,02637	8,17	-2,94	265,90	-316,68	2,61	-0,0224	10,92	11,16	-352,87	-533,56				
2,99	-0,02592	6,08	-3,18	249,20	-281,42	2,80	-0,02225	9,60	11,17	-333,05	-637,93				
2,99	-0,02592	6,08	-3,18	249,20	-281,42	2,81	-0,02225	9,41	11,10	-332,95	-635,60				
3,00	-0,02589	5,97	-3,19	248,46	-280,85	3,00	-0,02164	6,56	10,14	-332,75	-590,90				
3,00	-0,02589	5,97	-3,19	248,46	-280,85	3,00	-0,02164	6,56	10,14	-332,75	-590,90				
3,01	-0,02591	6,00	-3,19	248,07	-275,68	3,28	-0,0218	7,52	9,50	-347,02	-438,60				
3,01	-0,02591	6,00	-3,19	248,07	-275,68	3,30	-0,02242	7,59	9,45	-347,76	-427,39				
3,30	-0,02628	6,46	-3,21	224,96	-185,03	3,58	-0,02247	10,87	10,34	-340,94	-520,47				
3,31	-0,02629	6,56	-3,19	225,02	-187,93	3,58	-0,02247	10,87	10,34	-340,94	-520,47				
3,60	-0,0265	8,71	-2,93	224,73	-249,62	3,60	-0,02263	11,08	10,39	-340,67	-527,54				
3,60	-0,0265	8,71	-2,93	224,73	-249,62	3,60	-0,02263	11,08	10,39	-340,67	-527,54				
3,79	-0,02654	7,76	-3,12	234,93	-308,56	3,61	-0,02253	11,00	10,40	-339,51	-533,86				
3,80	-0,02655	7,71	-3,12	235,44	-311,40	3,61	-0,02253	11,00	10,40	-339,51	-533,86				
3,99	-0,02594	5,54	-3,31	230,98	-283,96	3,80	-0,02252	9,74	10,32	-321,47	-636,90				
3,99	-0,02594	5,54	-3,31	230,98	-283,96	3,81	-0,02195	9,56	10,25	-321,53	-634,43				
4,00	-0,02591	5,45	-3,31	230,99	-283,16	4,00	-0,02177	6,72	9,40	-322,51	-590,17				
4,00	-0,02591	5,45	-3,31	230,99	-283,16	4,00	-0,02177	6,72	9,40	-322,51	-590,17				
4,01	-0,02593	5,48	-3,30	230,02	-278,27	4,28	-0,0219	7,62	9,02	-336,09	-440,90				
4,01	-0,02593	5,48	-3,30	230,02	-278,27	4,30	-0,02238	7,69	8,98	-336,82	-430,19				
4,30	-0,02616	6,35	-2,78	216,08	-185,50	4,58	-0,02242	10,96	9,93	-330,64	-523,61				
4,31	-0,02616	6,48	-2,76	216,65	-188,32	4,58	-0,02242	10,96	9,93	-330,64	-523,61				
4,60	-0,02619	9,14	-2,34	227,35	-248,27	4,60	-0,0225	11,17	9,99	-330,28	-530,75				
4,60	-0,02619	9,14	-2,34	227,35	-248,27	4,60	-0,0225	11,17	9,99	-330,28	-530,75				
4,79	-0,0261	8,51	-2,43	230,77	-308,66	4,61	-0,02244	11,08	10,00	-329,21	-537,40				
4,80	-0,0261	8,47	-2,43	230,93	-311,55	4,61	-0,02244	11,08	10,00	-329,21	-537,40				
4,99	-0,02592	6,15	-2,79	218,17	-286,21	4,80	-0,02244	9,77	10,02	-310,58	-644,10				

2 Výsledky modelu kaloty tunelu



2.1 Píščité břidlice

Záběr 1 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,30	4,55	-374,02	12,6	5,32	-443,10
13,30	4,49	-372,97	13,6	5,26	-442,10
14,30	4,44	-372,07	14,6	5,21	-441,33
15,30	4,41	-372,19	15,6	5,18	-441,71
16,30	4,37	-371,43	16,6	5,15	-441,09
17,30	4,31	-370,14	17,6	5,09	-439,42
18,30	4,19	-368,24	18,6	4,97	-437,69
19,30	4,11	-365,72	19,6	4,88	-434,96
20,30	3,99	-363,14	20,6	4,76	-432,43
21,30	3,95	-362,64	21,6	4,71	-432,11
Průměr	4,28	-369,26	Průměr	5,05	-438,59

Poměr momentů	1,18
Poměr M s tuhostí	1,08
Poměr normálových sil	1,19
Poměr N s tuhostí	1,08
Průměrné deformace	-0,0136 m
Průměr N	-429,70 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,77 kNm/m
Průměr max M	5,05 kNm/m
Průměr max N	-438,59 kN/m
N v rámu	-123,60 kN
M min v rámu	-1,11 kNm
M max v rámu	1,85 kNm

Záběr 1,5 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,32	2,93	-290,29	13,1	4,36	-430,99
13,82	2,79	-293,91	14,6	4,28	-433,96
15,36	2,74	-300,24	16,1	4,28	-432,03
16,86	2,73	-297,96	17,6	4,25	-429,76
18,32	2,69	-291,66	19,1	4,23	-431,75
19,86	2,72	-300,18	20,6	4,28	-433,98
21,32	2,66	-294,26			
Průměr	2,77	-295,71	Průměr	4,28	-432,08

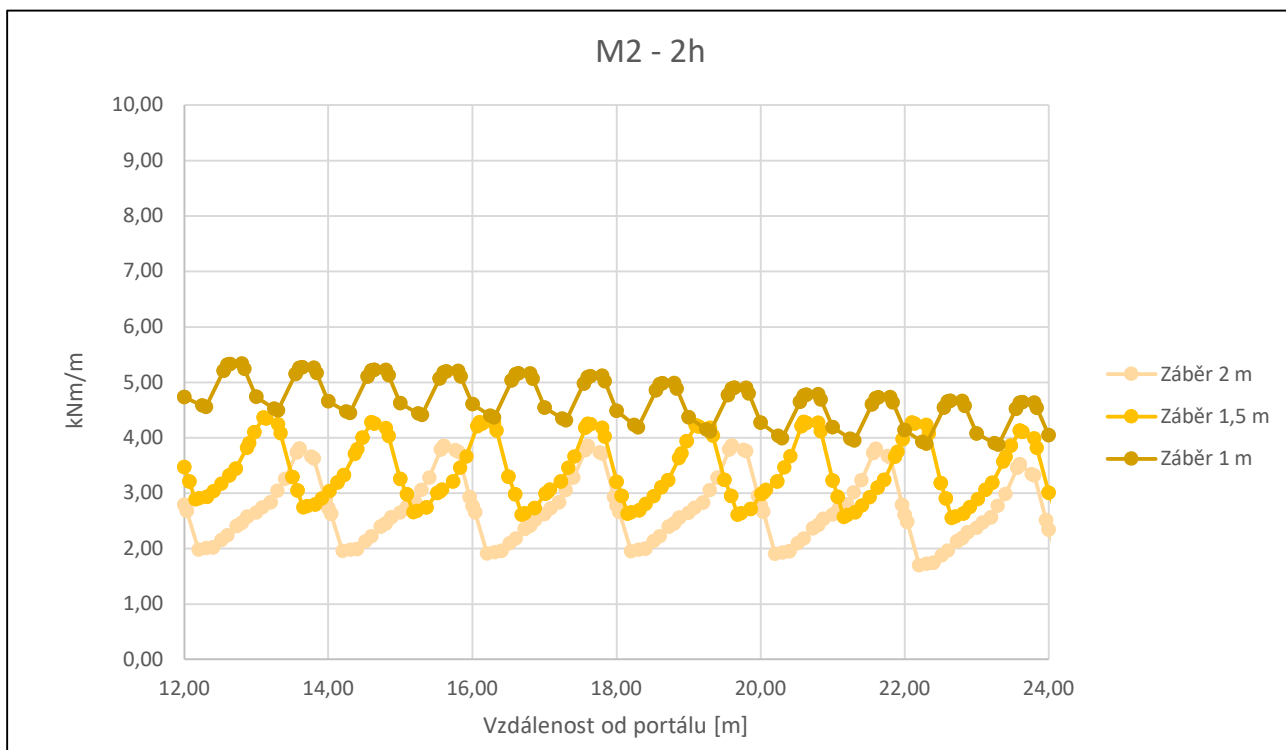
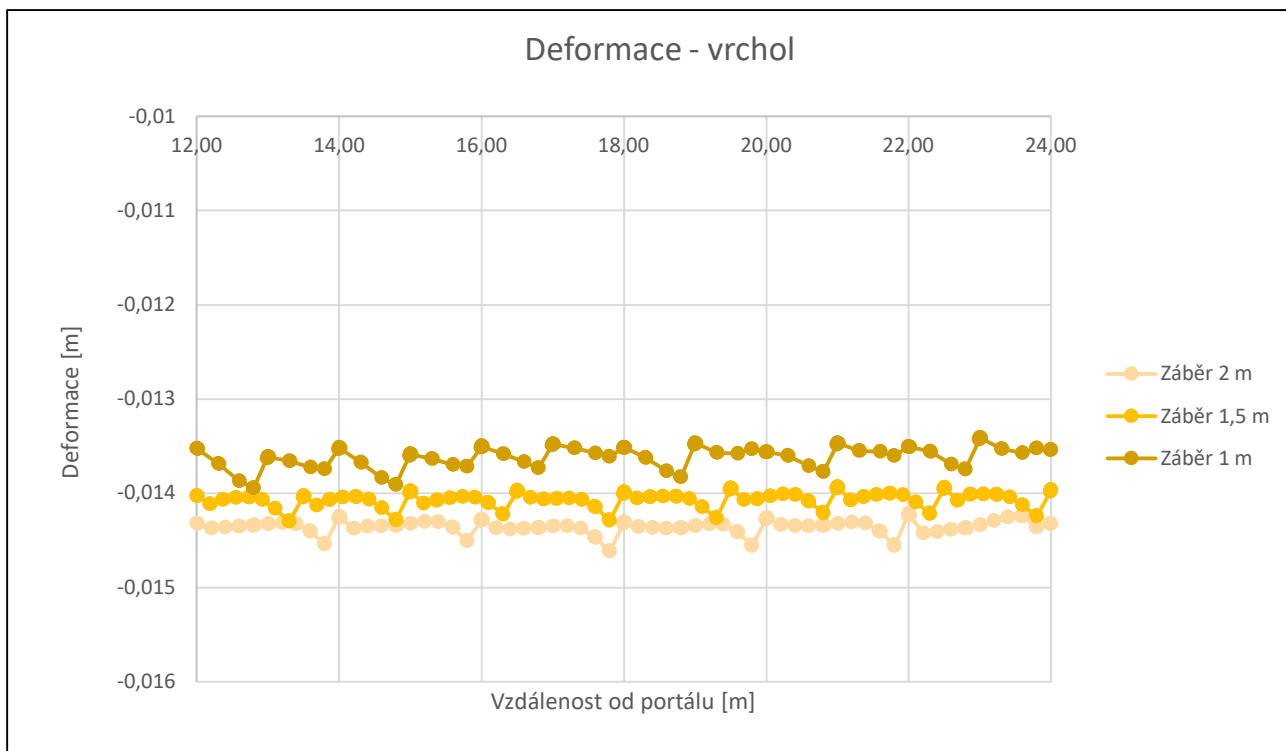
Poměr momentů	1,55
Poměr M s tuhostí	1,41
Poměr normálových sil	1,46
Poměr N s tuhostí	1,33
Průměrné deformace	-0,0141 m
Průměr N	-354,58 kN/m
Průměrný rozdíl M	1,51 kNm/m
Průměr max M	4,28 kNm/m
Průměr max N	-432,08 kN/m
N v rámu	-148,70 kN
M min v rámu	-1,31 kNm
M max v rámu	1,97 kNm

2.1 Píščité břidlice

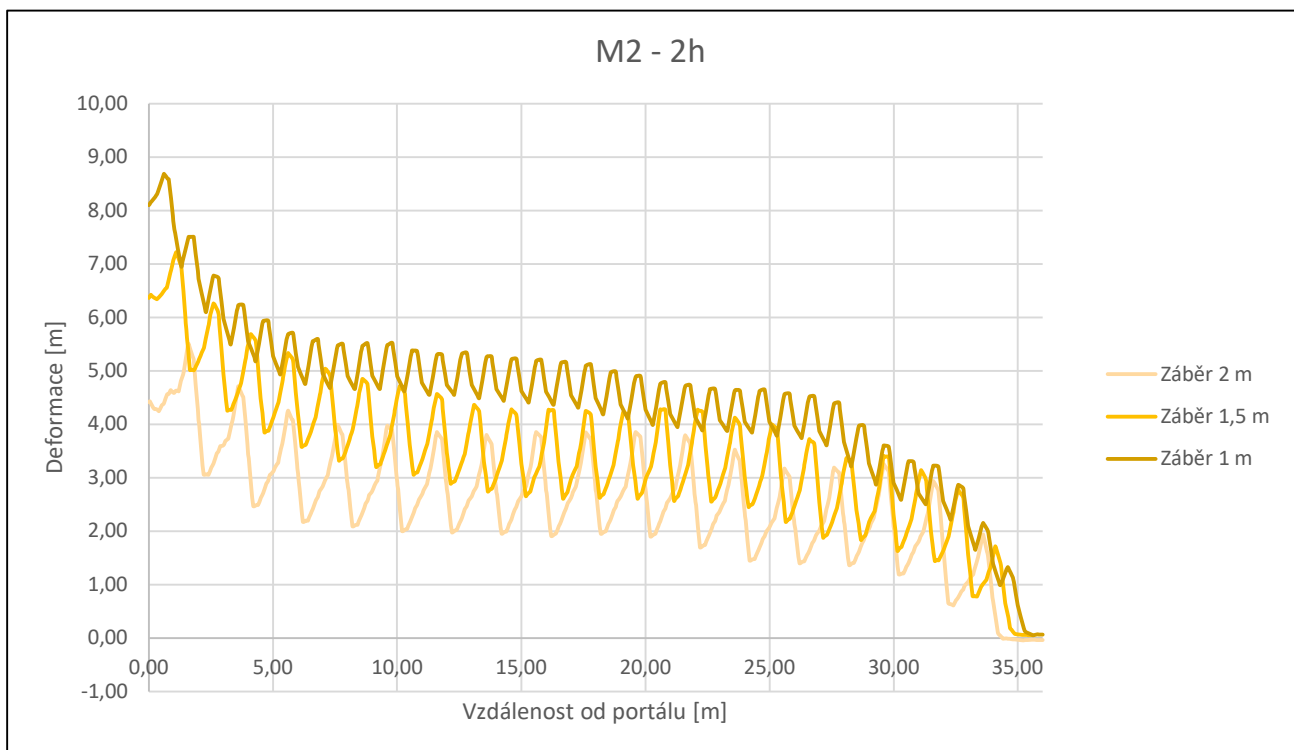
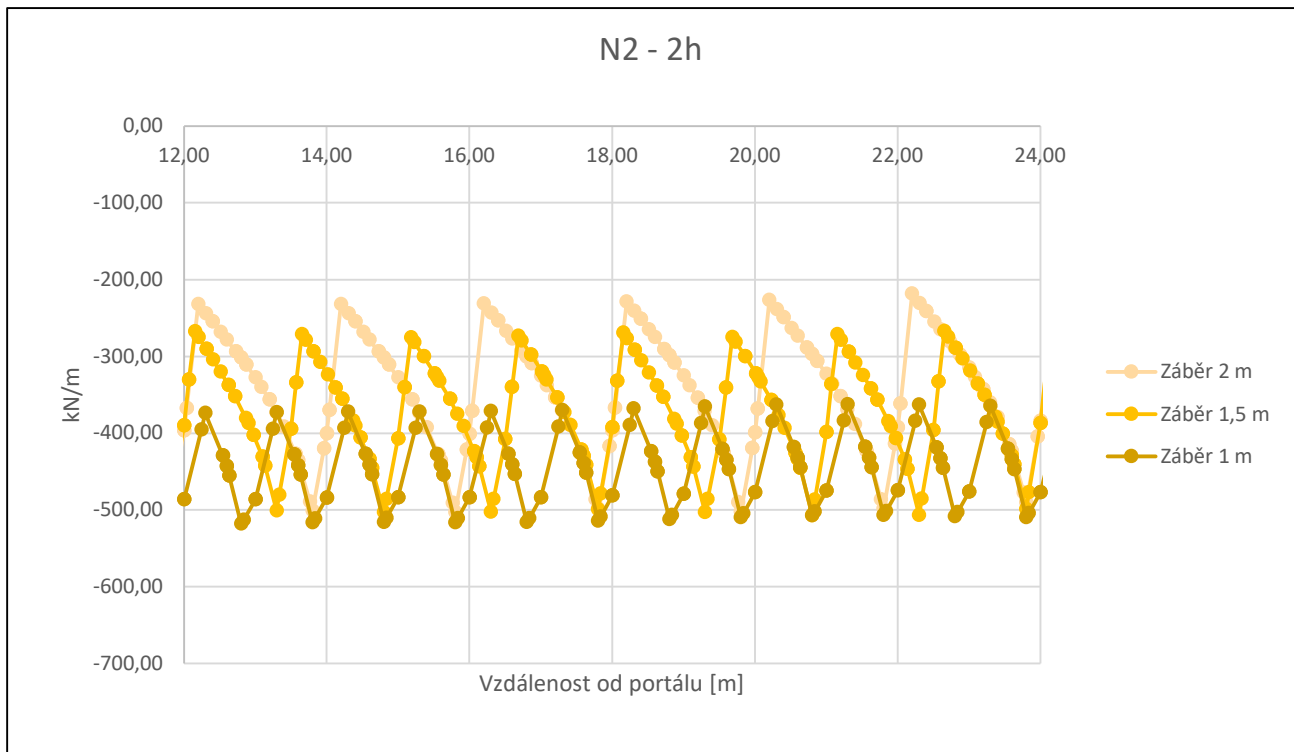
Záběr 2 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,60	2,24	-278,27	13,60	3,80	-435,49
14,60	2,22	-278,26	15,60	3,85	-436,05
16,60	2,18	-277,01	17,60	3,85	-432,23
18,60	2,22	-275,25	19,60	3,86	-434,31
20,60	2,18	-273,35	21,60	3,80	-431,79
22,60	1,96	-265,05			
Průměr	2,17	-274,53	Průměr	3,84	-433,97

Poměr momentů	1,77
Poměr M s tuhostí	1,62
Poměr normálových sil	1,58
Poměr N s tuhostí	1,44
Průměrné deformace	-0,0144 m
Průměr N	-331,52 kN/m
Průměrný rozdíl M	1,67 kNm/m
Průměr max M	3,84 kNm/m
Průměr max N	-433,97 kN/m
N v rámu	-165,20 kN
M min v rámu	-1,40 kNm
M max v rámu	1,65 kNm

2.1 Písčité břidlice



2.1 Písčité břidlice



2.2 Jílovité břidlice

Záběr 1 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,30	7,92	-391,40	12,6	8,97	-492,76
13,30	7,90	-392,22	13,6	8,96	-493,92
14,30	7,73	-392,32	14,6	8,76	-494,38
15,30	7,57	-390,45	15,6	8,61	-493,03
16,30	7,49	-386,96	16,6	8,56	-488,83
17,30	7,32	-384,62	17,6	8,41	-486,27
18,30	7,20	-380,72	18,6	8,27	-482,85
19,30	7,15	-378,60	19,6	8,19	-480,81
20,30	7,10	-381,41	20,6	8,14	-485,53
21,30	6,54	-371,77	21,6	7,57	-477,45
Průměr	7,39	-385,05	Průměr	8,44	-487,58

Poměr momentů	1,14
Poměr M s tuhostí	1,04
Poměr normálových sil	1,27
Poměr N s tuhostí	1,16
Průměrné deformace	-0,0259 m
Průměr N	-486,09 kN/m
Průměrný rozdíl M	1,05 kNm/m
Průměr max M	8,44 kNm/m
Průměr max N	-487,58 kN/m
N v rámu	-153,00 kN
M min v rámu	-1,72 kNm
M max v rámu	3,81 kNm

Záběr 1,5 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,34	4,74	-288,30	13,1	6,74	-502,73
13,84	4,42	-297,09	14,6	6,54	-513,96
15,36	4,43	-304,97	16,1	6,68	-514,21
16,86	4,65	-303,93	17,6	6,84	-512,03
18,34	4,59	-300,49	19,1	6,68	-513,93
19,86	4,55	-309,15	20,6	6,69	-520,94
21,34	4,42	-306,49			
Průměr	4,56	-300,66	Průměr	6,69	-512,97

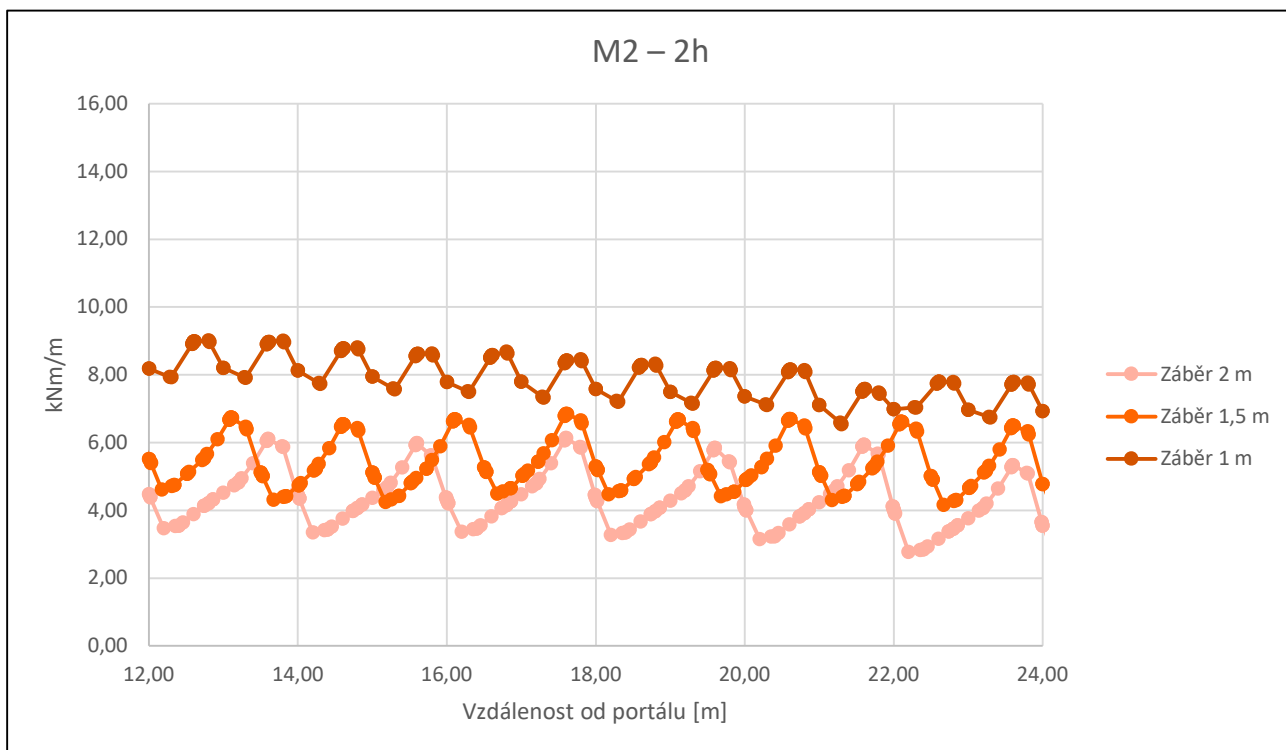
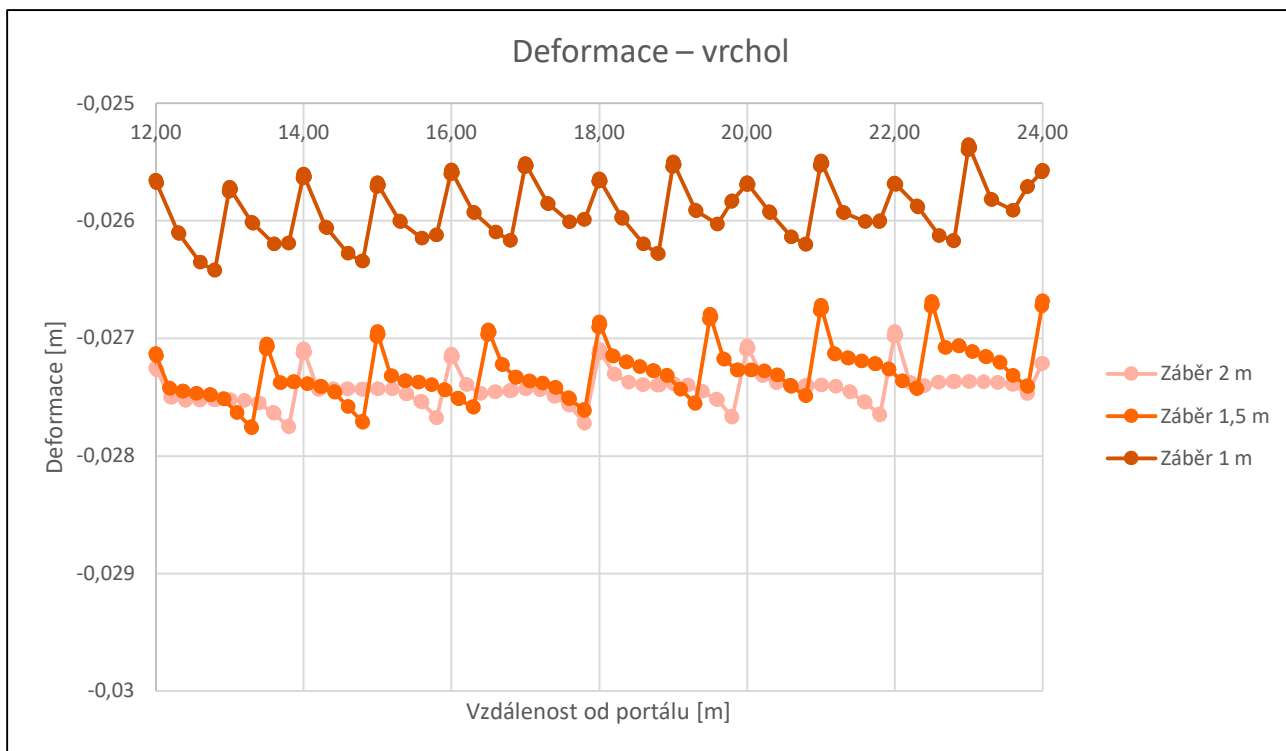
Poměr momentů	1,47
Poměr M s tuhostí	1,34
Poměr normálových sil	1,71
Poměr N s tuhostí	1,56
Průměrné deformace	-0,0274 m
Průměr N	-406,63 kN/m
Průměrný rozdíl M	2,13 kNm/m
Průměr max M	6,69 kNm/m
Průměr max N	-512,97 kN/m
N v rámu	-190,00 kN
M min v rámu	-2,01 kNm
M max v rámu	3,79 kNm

2.2 Jílovité břidlice

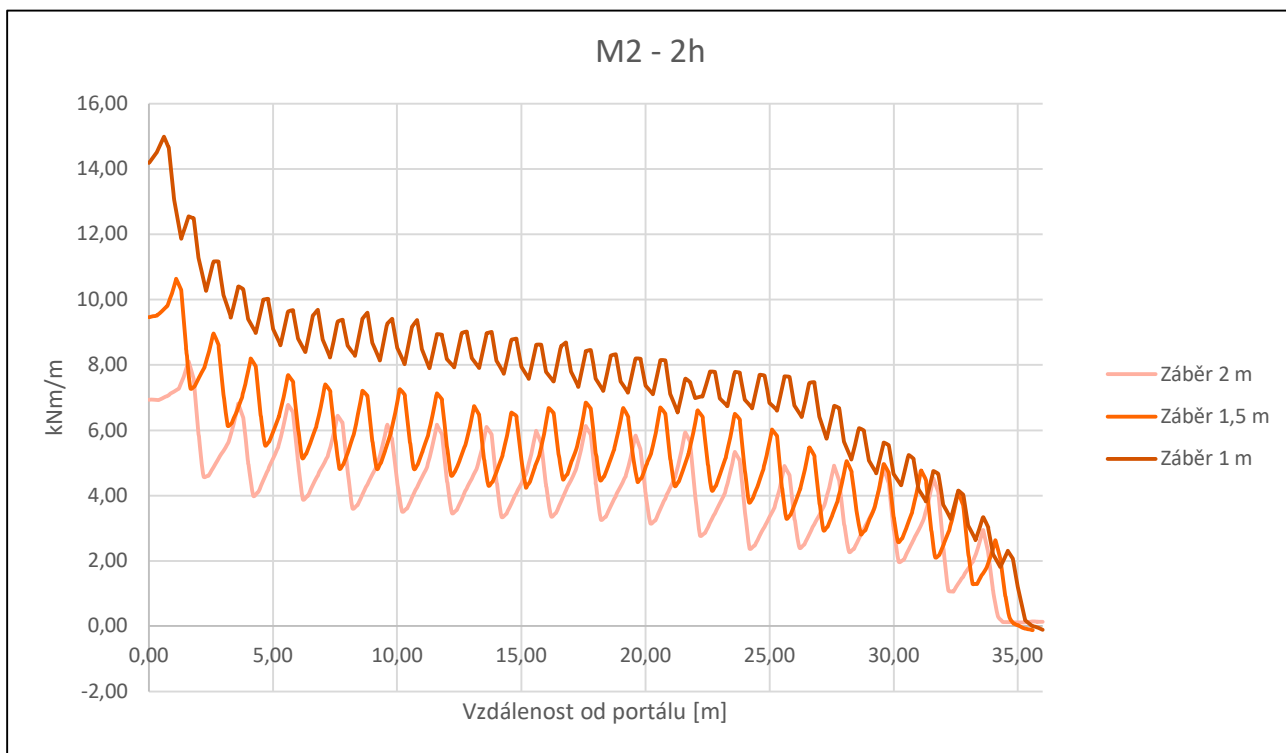
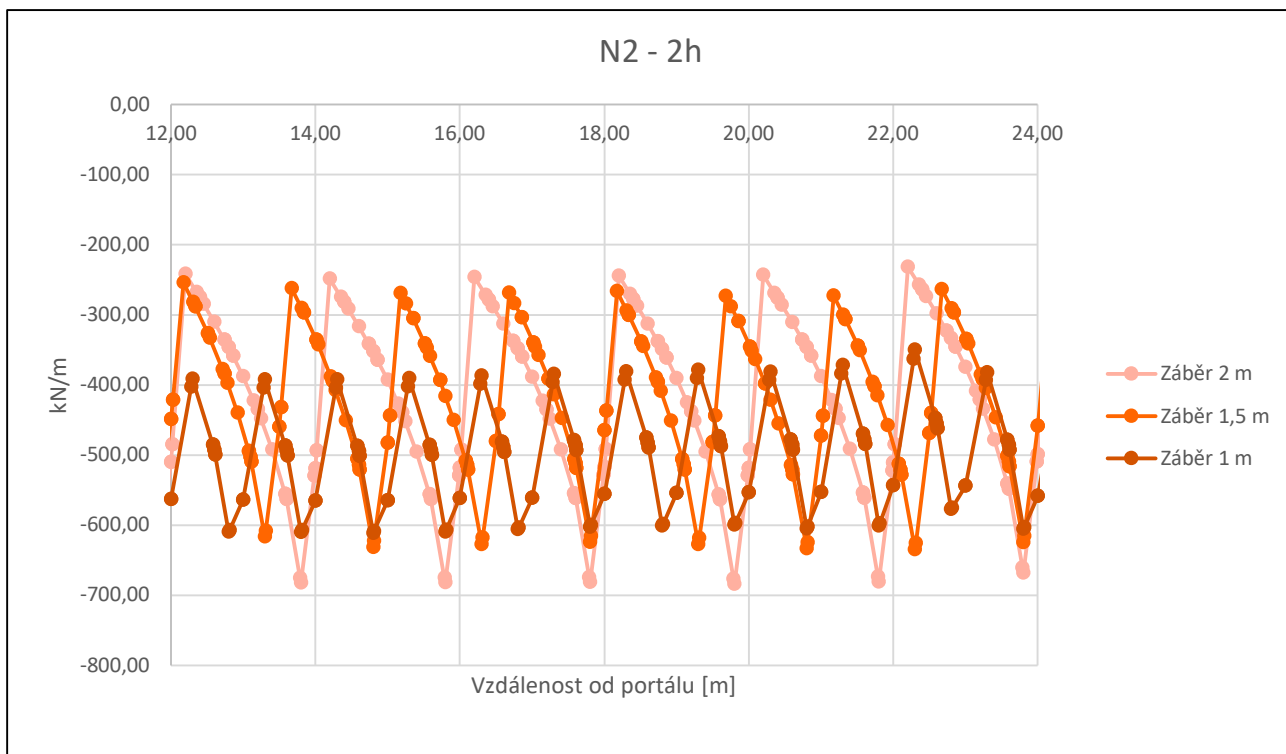
Záběr 2 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,60	3,89	-310,12	13,60	6,10	-562,80
14,60	3,75	-316,52	15,60	5,98	-562,93
16,60	3,82	-312,90	17,60	6,13	-561,60
18,60	3,67	-312,77	19,60	5,84	-563,59
20,60	3,58	-310,75	21,60	5,93	-561,05
22,60	3,16	-298,40			
Průměr	3,64	-310,24	Průměr	5,97	-562,39

	1,64
Poměr M s tuhostí	1,50
Poměr normálových sil	1,81
Poměr N s tuhostí	1,66
Průměrné deformace	-0,0276 m
Průměr N	-401,67 kN/m
Průměrný rozdíl M	2,33 kNm/m
Průměr max M	5,97 kNm/m
Průměr max N	-562,39 kN/m
N v rámu	-219,40 kN
M min v rámu	3,79 kNm
M max v rámu	-2,12 kNm

2.2 Jílovité břidlice



2.2 Jílovité břidlice



2.3 Vápence kalové s vložkami vápnitých břidlic

Záběr 1 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,30	3,39	-338,93	12,6	3,96	-394,40
13,30	3,37	-337,90	13,6	3,94	-393,14
14,30	3,32	-336,24	14,6	3,89	-391,76
15,30	3,28	-336,14	15,6	3,86	-391,83
16,30	3,23	-335,33	16,6	3,80	-391,22
17,30	3,21	-334,23	17,6	3,78	-389,76
18,30	3,12	-331,91	18,6	3,69	-387,70
19,30	3,02	-329,67	19,6	3,60	-385,35
20,30	2,97	-327,11	20,6	3,55	-382,69
21,30	2,95	-326,73	21,6	3,52	-382,50
Průměr	3,19	-333,42	Průměr	3,76	-389,04

Záběr 1,5 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,32	2,06	-262,25	13,1	3,14	-375,93
13,82	2,02	-266,26	14,6	3,13	-379,70
15,36	1,98	-271,79	16,1	3,10	-377,77
16,86	1,96	-269,52	17,6	3,10	-375,49
18,32	1,91	-264,08	19,1	3,06	-376,80
19,86	1,91	-270,97	20,6	3,08	-378,72
21,32	1,88	-266,98			
Průměr	1,97	-267,48	Průměr	3,10	-377,40

Poměr momentů	1,18
Poměr M s tuhostí	1,08
Poměr normálových sil	1,17
Poměr N s tuhostí	1,07
Průměrné deformace	-0,0098 m
Průměr N	-379,05 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,57 kNm/m
Průměr max M	3,76 kNm/m
Průměr max N	-389,04 kN/m
N v rámu	-106,70 kN
M min v rámu	-0,85 kNm
M max v rámu	1,35 kNm

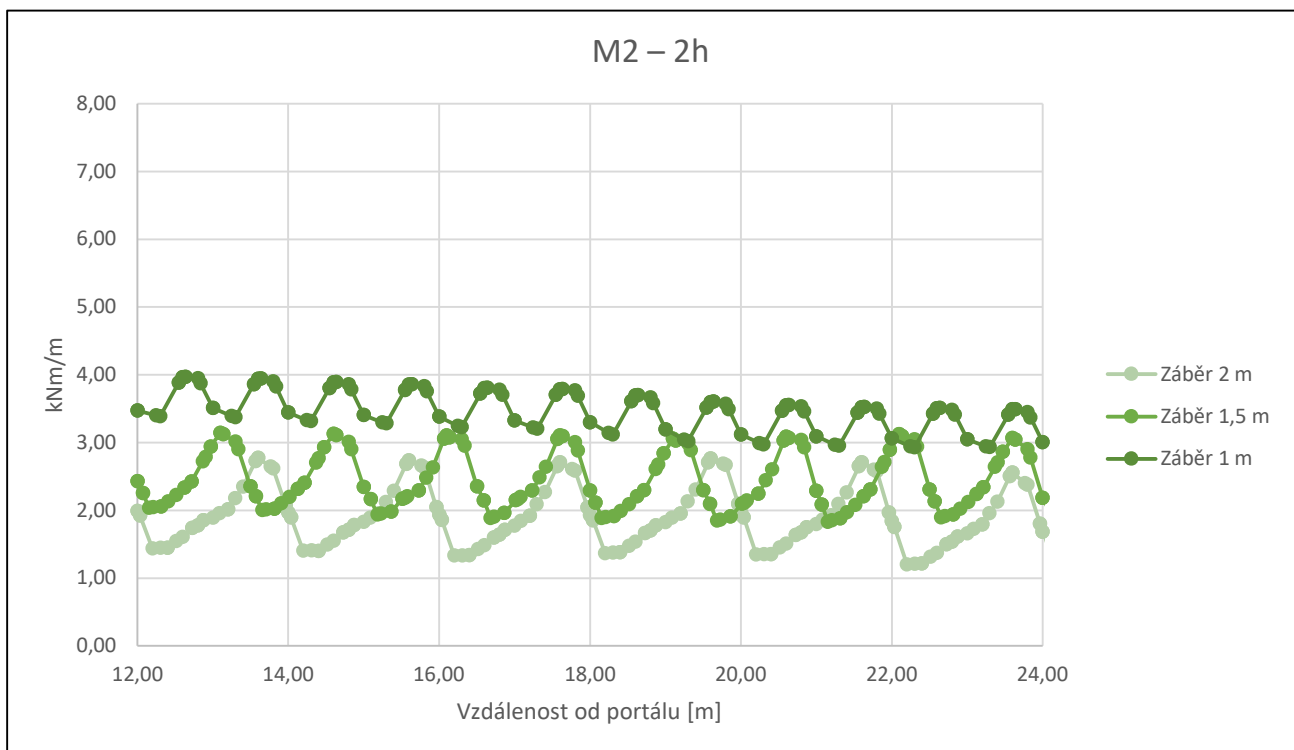
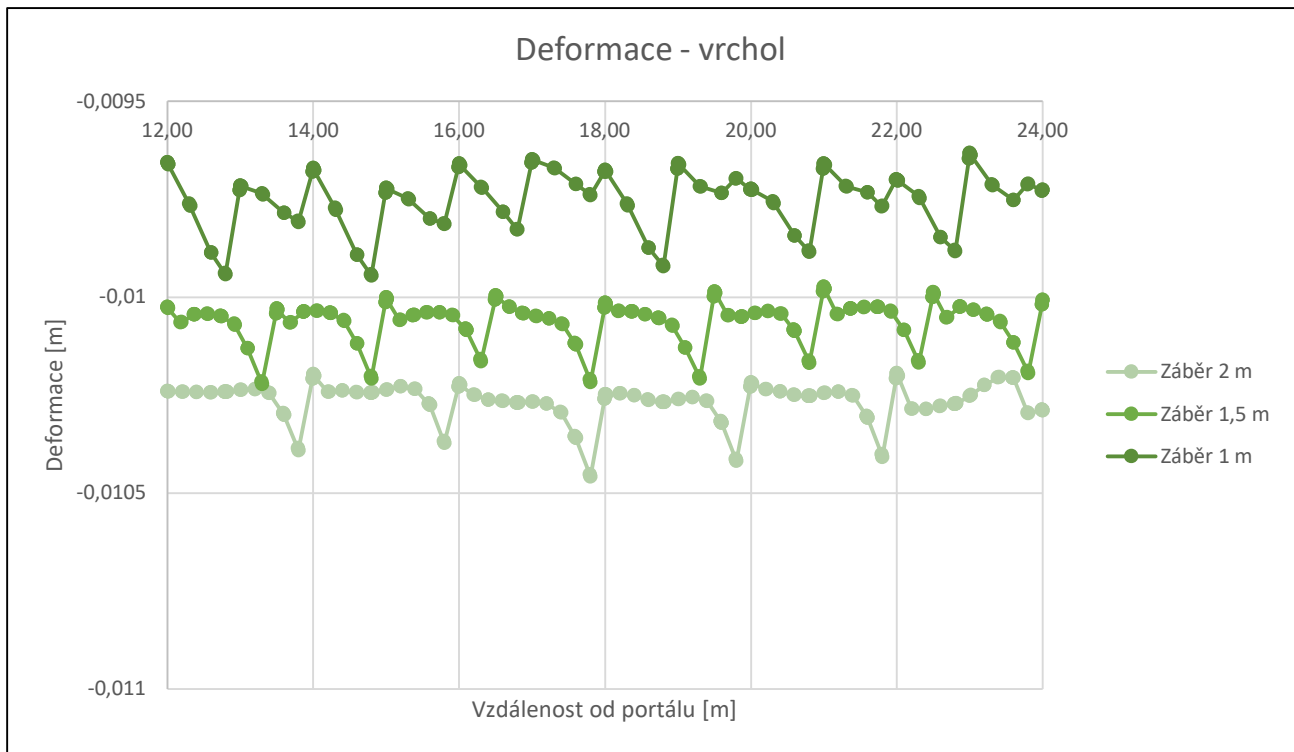
Poměr momentů	1,57
Poměr M s tuhostí	1,44
Poměr normálových sil	1,41
Poměr N s tuhostí	1,29
Průměrné deformace	-0,0101 m
Průměr N	-314,48 kN/m
Průměrný rozdíl M	1,13 kNm/m
Průměr max M	3,10 kNm/m
Průměr max N	-377,40 kN/m
N v rámu	-126,10 kN
M min v rámu	-0,98 kNm
M max v rámu	1,37 kNm

2.3 Vápence kalové s vložkami vápnitých břidlic

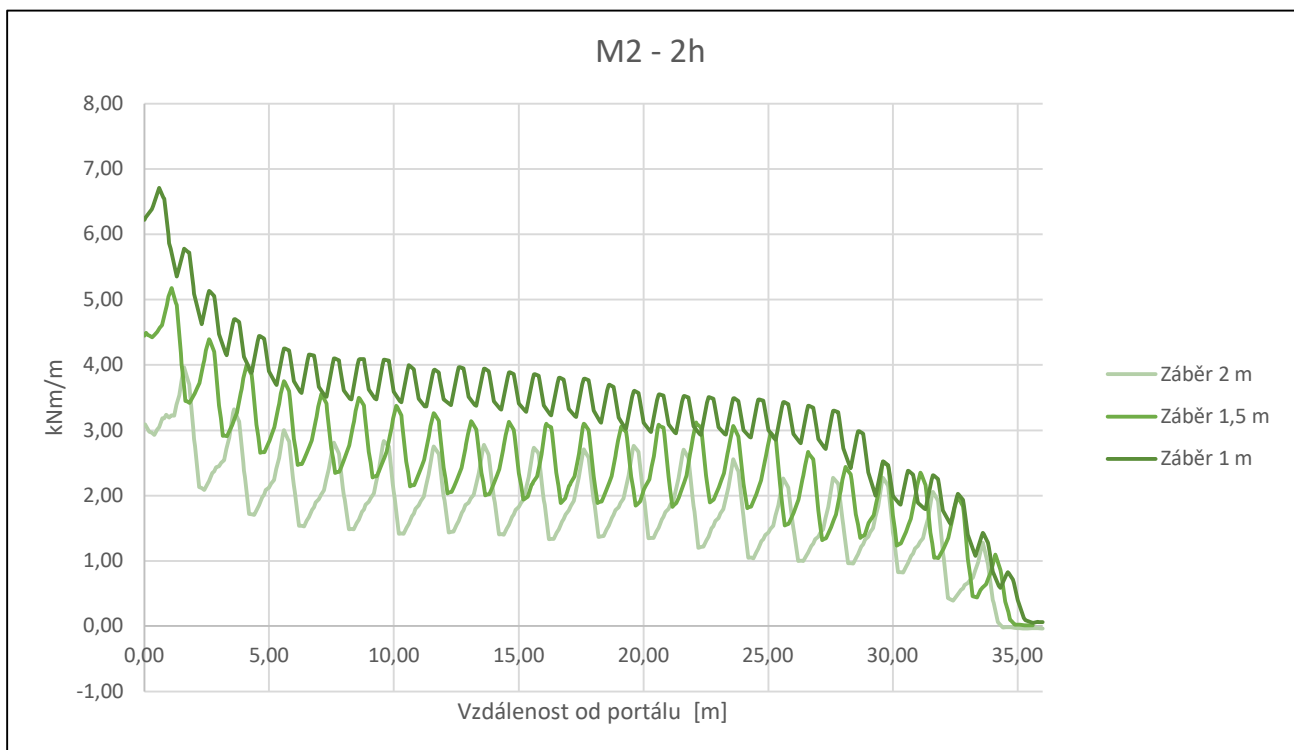
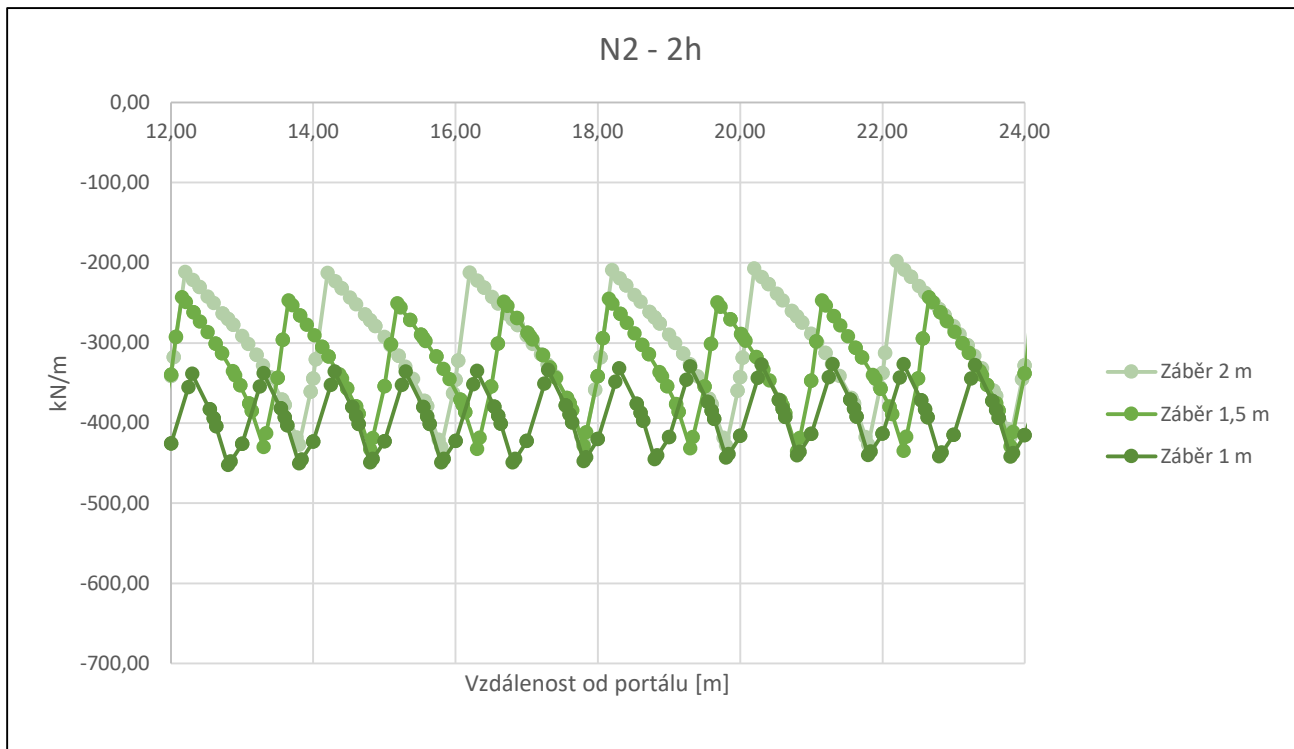
Záběr 2 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,60	1,61	-250,78	13,60	2,78	-377,58
14,60	1,55	-252,25	15,60	2,73	-379,23
16,60	1,48	-251,32	17,60	2,71	-375,76
18,60	1,54	-248,88	19,60	2,76	-376,68
20,60	1,51	-247,51	21,60	2,71	-375,85
22,60	1,37	-237,94			
Průměr	1,51	-248,11	Průměr	2,73	-377,02

Poměr momentů	1,81
Poměr M s tuhostí	1,65
Poměr normálových sil	1,52
Poměr N s tuhostí	1,39
Průměrné deformace	-0,0103 m
Průměr N	-292,06 kN/m
Průměrný rozdíl M	1,22 kNm/m
Průměr max M	2,73 kNm/m
Průměr max N	-377,02 kN/m
N v rámu	-139,60 kN
M min v rámu	-1,05 kNm
M max v rámu	1,29 kNm

2.3 Vápence kalové s vložkami vápnitých břidelic



2.3 Vápence kalové s vložkami vápnitých břidelic



2.4 Spilit

Záběr 1 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,30	1,51	-271,72	12,6	1,85	-303,50
13,30	1,50	-270,83	13,6	1,83	-302,79
14,30	1,49	-269,87	14,6	1,82	-301,81
15,30	1,48	-269,08	15,6	1,81	-301,00
16,30	1,47	-268,56	16,6	1,80	-300,70
17,30	1,45	-267,57	17,6	1,78	-299,48
18,30	1,42	-266,10	18,6	1,76	-298,00
19,30	1,39	-263,79	19,6	1,72	-295,67
20,30	1,30	-258,36	20,6	1,63	-289,85
21,30	1,29	-258,45	21,6	1,62	-289,88
Průměr	1,43	-266,43	Průměr	1,76	-298,27

Záběr 1,5 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,32	0,86	-201,37	13,1	1,38	-263,46
13,82	0,85	-200,52	14,6	1,36	-262,61
15,36	0,85	-202,68	16,1	1,37	-262,07
16,86	0,85	-202,03	17,6	1,37	-261,62
18,32	0,83	-198,80	19,1	1,36	-261,42
19,86	0,84	-201,55	20,6	1,36	-261,11
21,32	0,82	-197,05			
Průměr	0,85	-201,16	Průměr	1,37	-262,05

Poměr momentů	1,23
Poměr M s tuhostí	1,12
Poměr normálových sil	1,12
Poměr N s tuhostí	1,02
Průměrné deformace	-0,0054 m
Průměr N	-287,53 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,33 kNm/m
Průměr max M	1,76 kNm/m
Průměr max N	-298,27 kN/m
N v rámu	-72,86 kN
M min v rámu	-0,42 kNm
M max v rámu	0,84 kNm

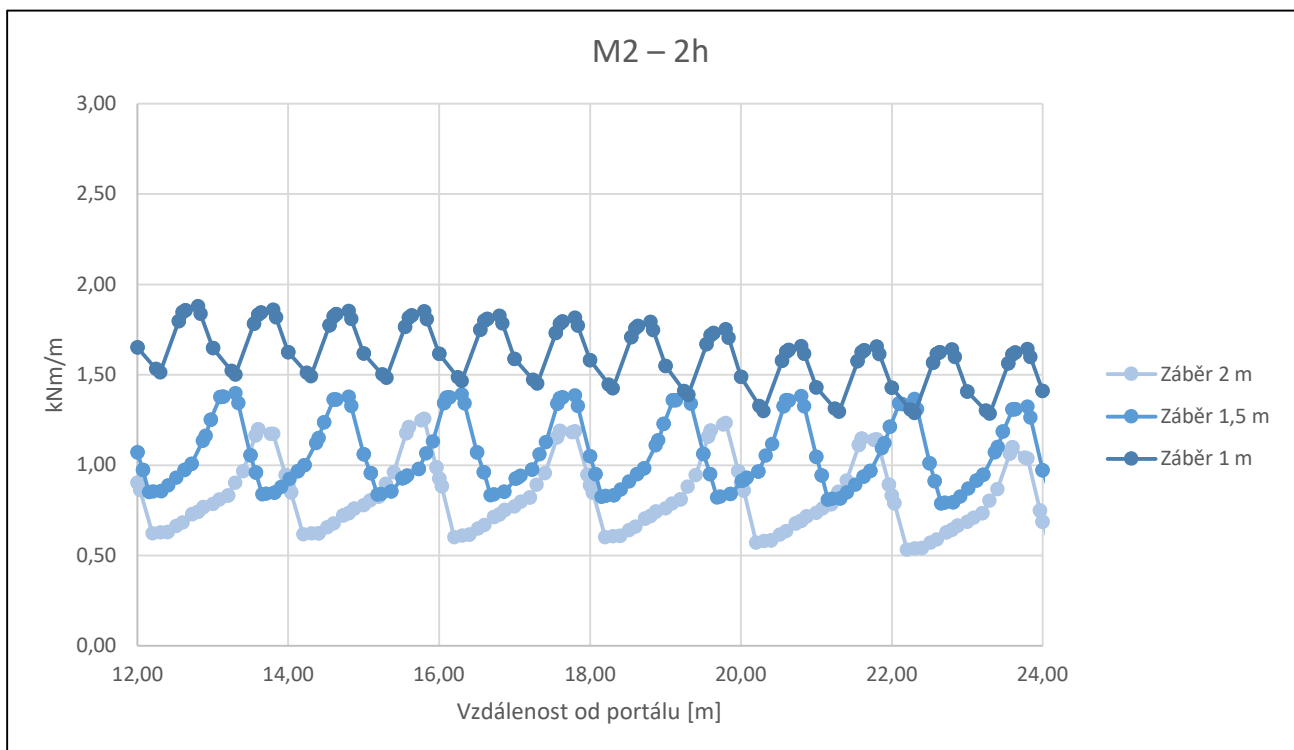
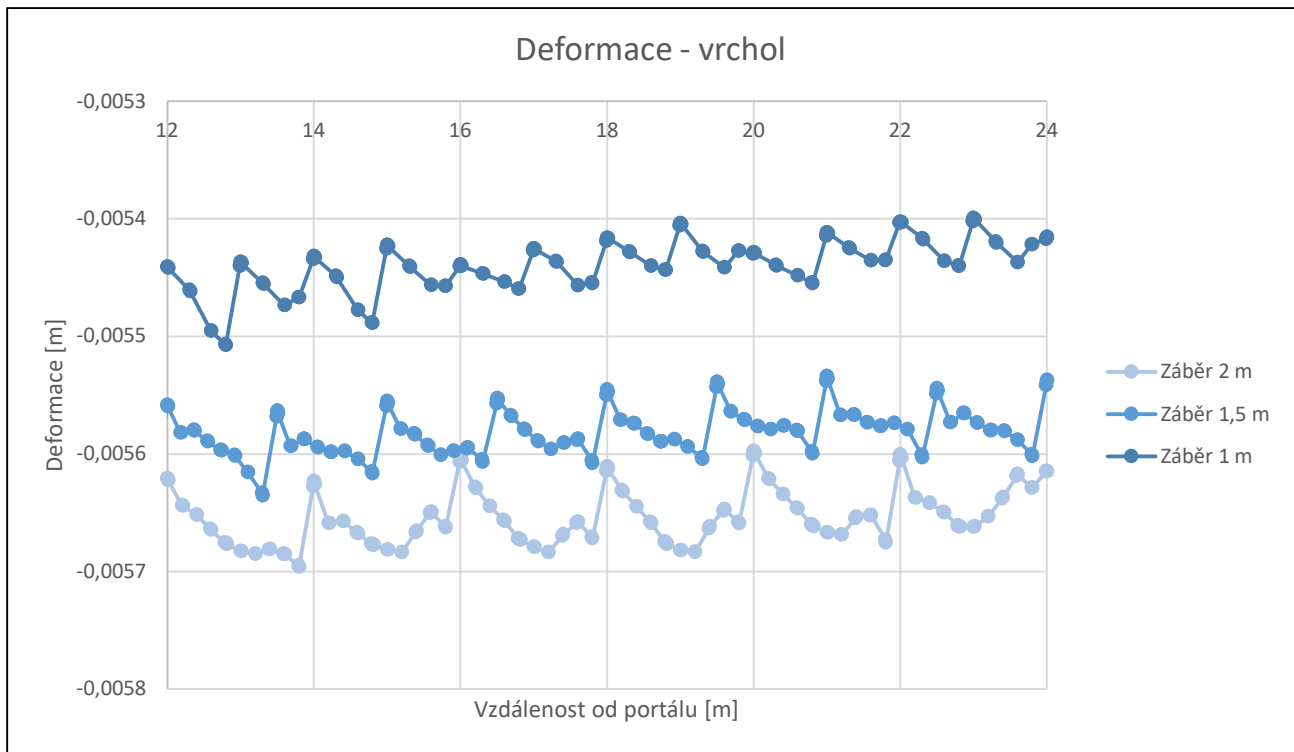
Poměr momentů	1,61
Poměr M s tuhostí	1,47
Poměr normálových sil	1,30
Poměr N s tuhostí	1,19
Průměrné deformace	-0,0056 m
Průměr N	-224,40 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,52 kNm/m
Průměr max M	1,37 kNm/m
Průměr max N	-262,05 kN/m
N v rámu	-82,96 kN
M min v rámu	-0,49 kNm
M max v rámu	1,02 kNm

2.4 Spilit

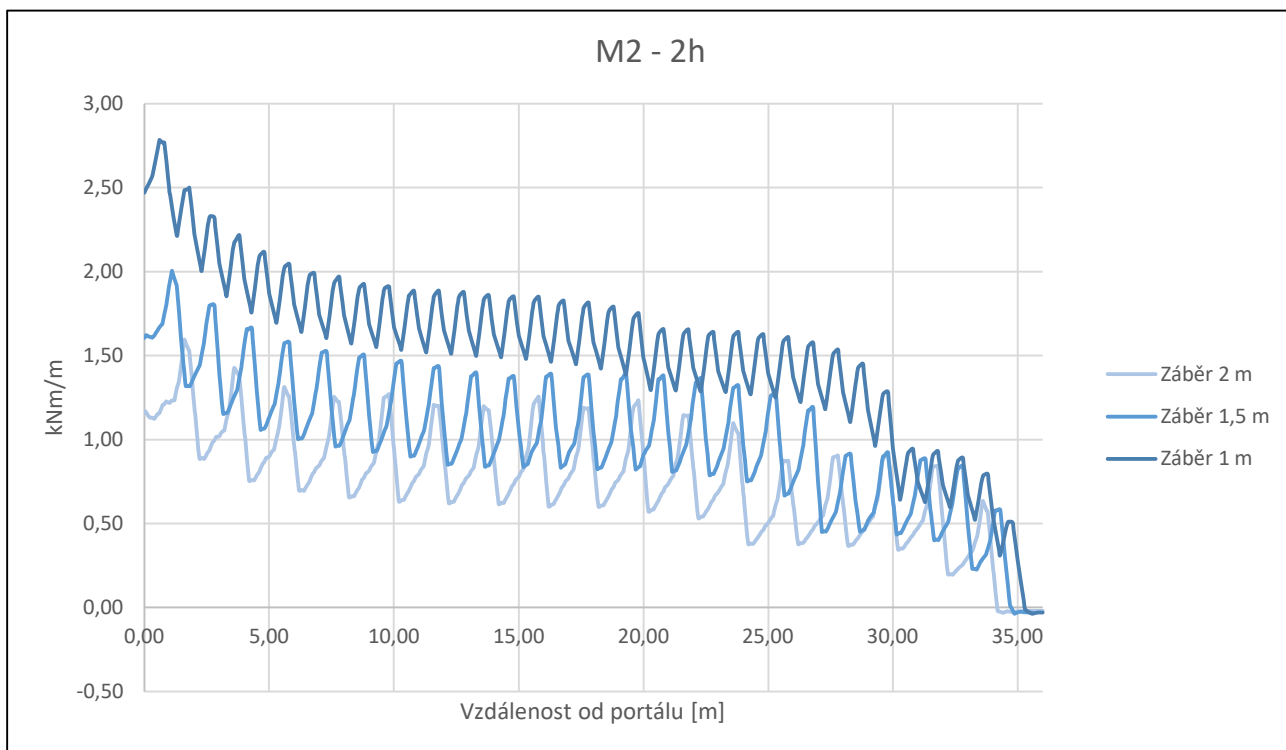
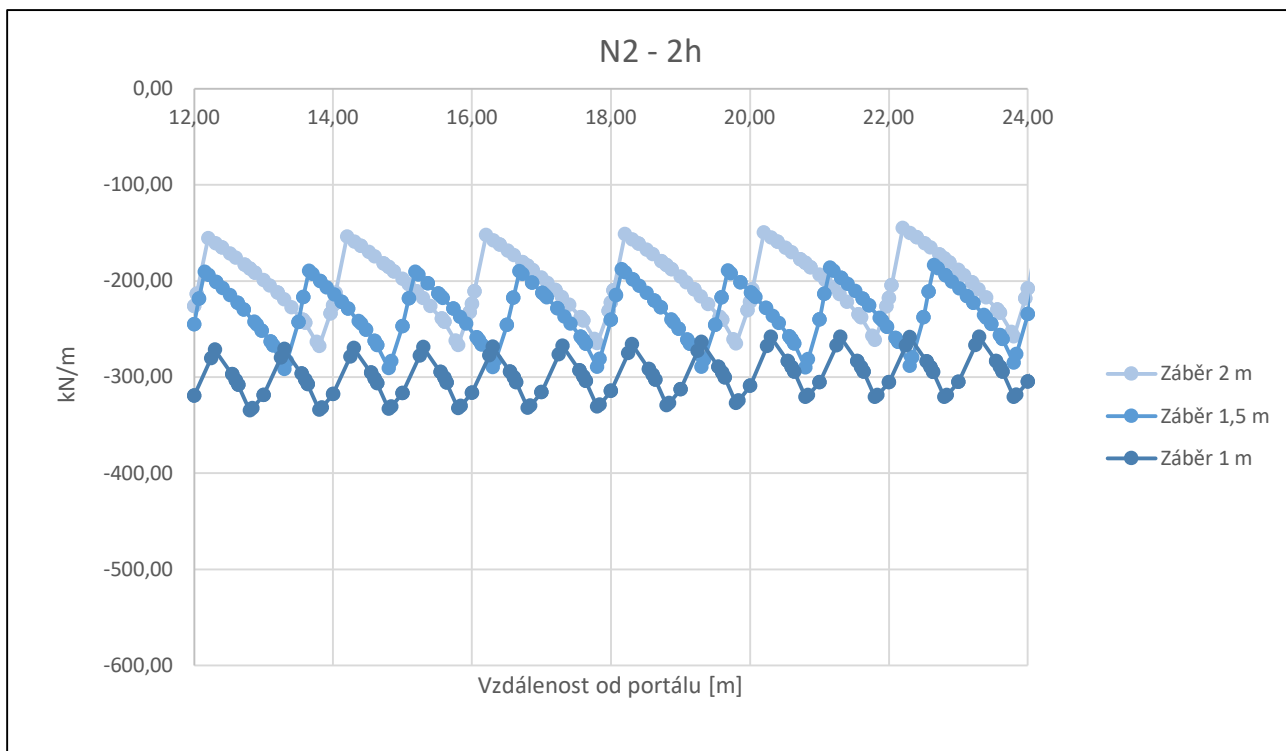
Záběr 2 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,60	0,68	-176,12	13,60	1,20	-243,80
14,60	0,68	-174,66	15,60	1,21	-242,51
16,60	0,67	-173,30	17,60	1,19	-241,19
18,60	0,66	-172,32	19,60	1,19	-240,74
20,60	0,64	-170,40	21,60	1,15	-238,10
22,60	0,59	-165,48			
Průměr	0,65	-172,05	Průměr	1,18	-241,27

Poměr momentů	1,82
Poměr M s tuhostí	1,66
Poměr normálových sil	1,40
Poměr N s tuhostí	1,28
Průměrné deformace	-0,0057 m
Průměr N	-192,19 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,53 kNm/m
Průměr max M	1,18 kNm/m
Průměr max N	-241,27 kN/m
N v rámu	-86,17 kN
M min v rámu	-0,52 kNm
M max v rámu	0,82 kNm

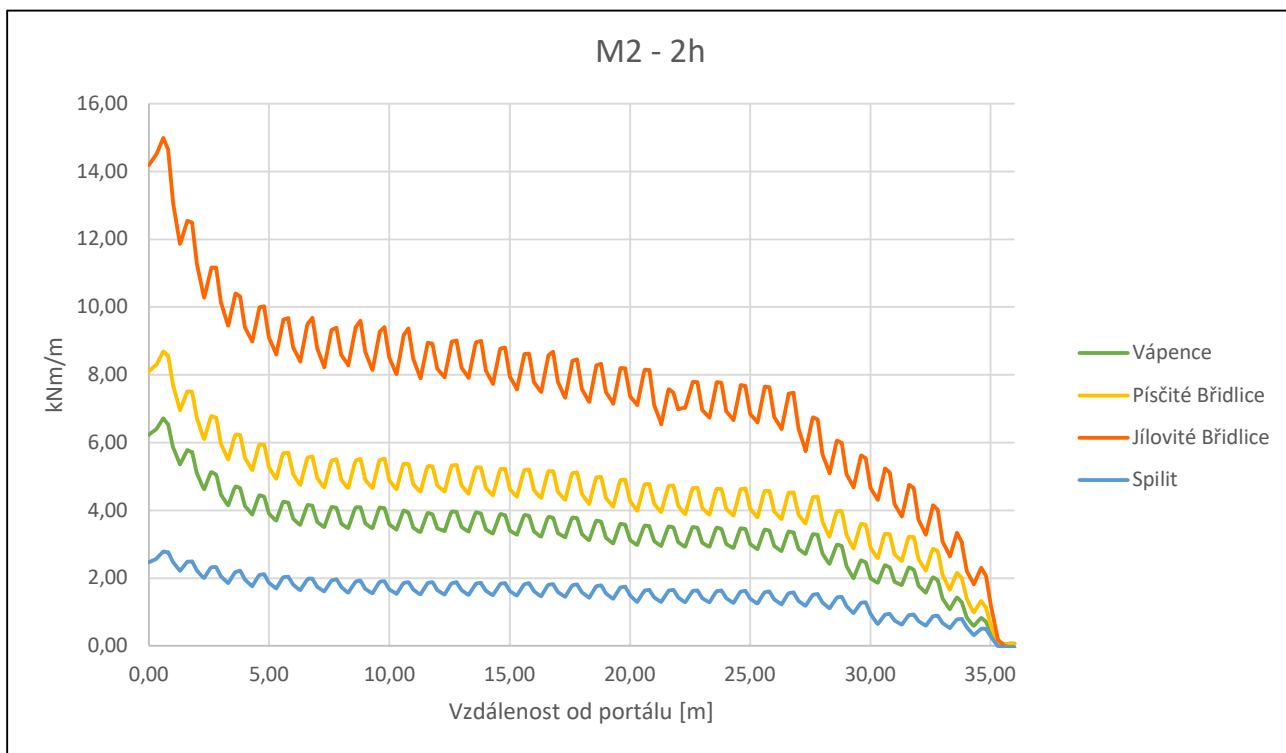
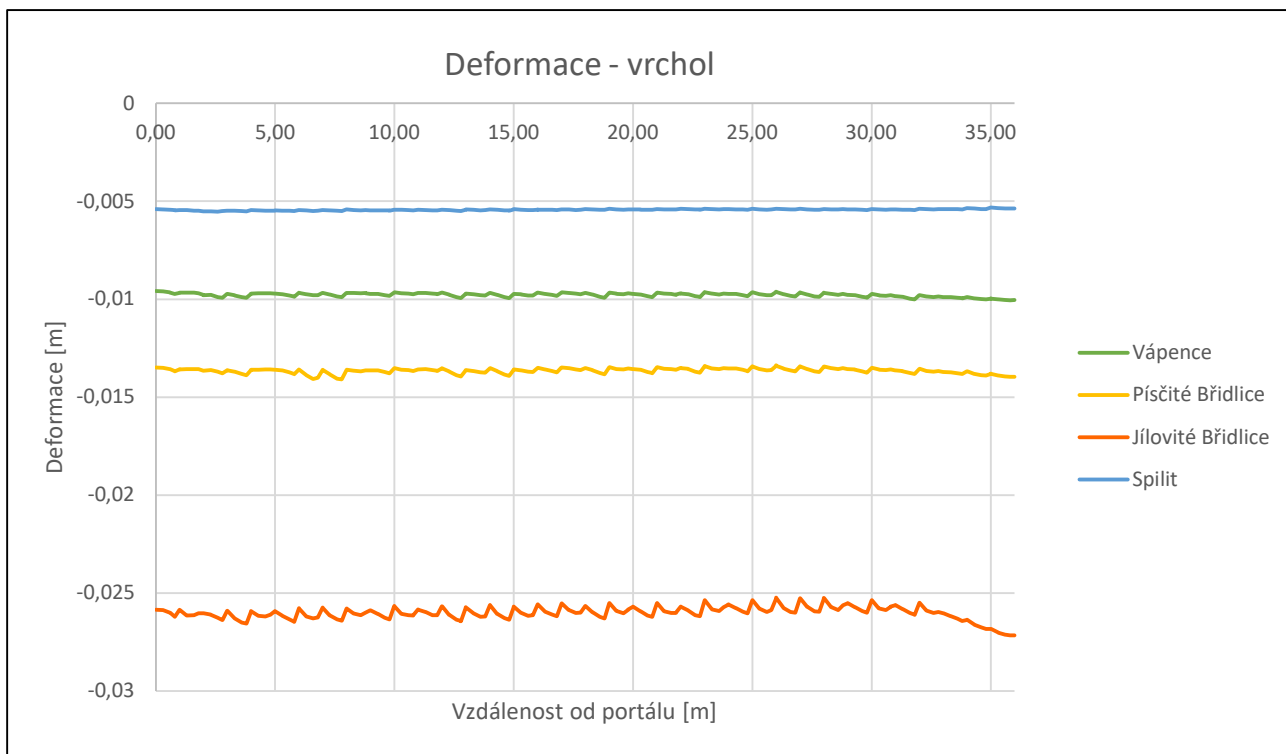
2.4 Spilit



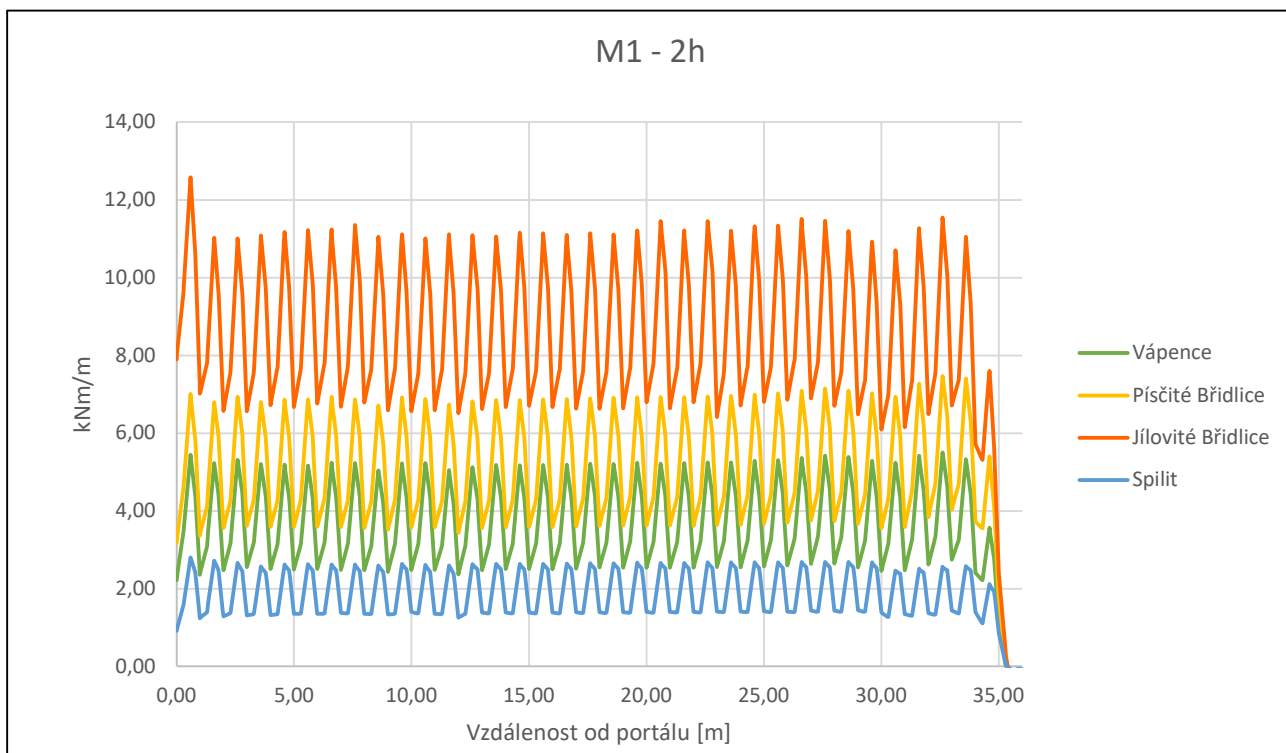
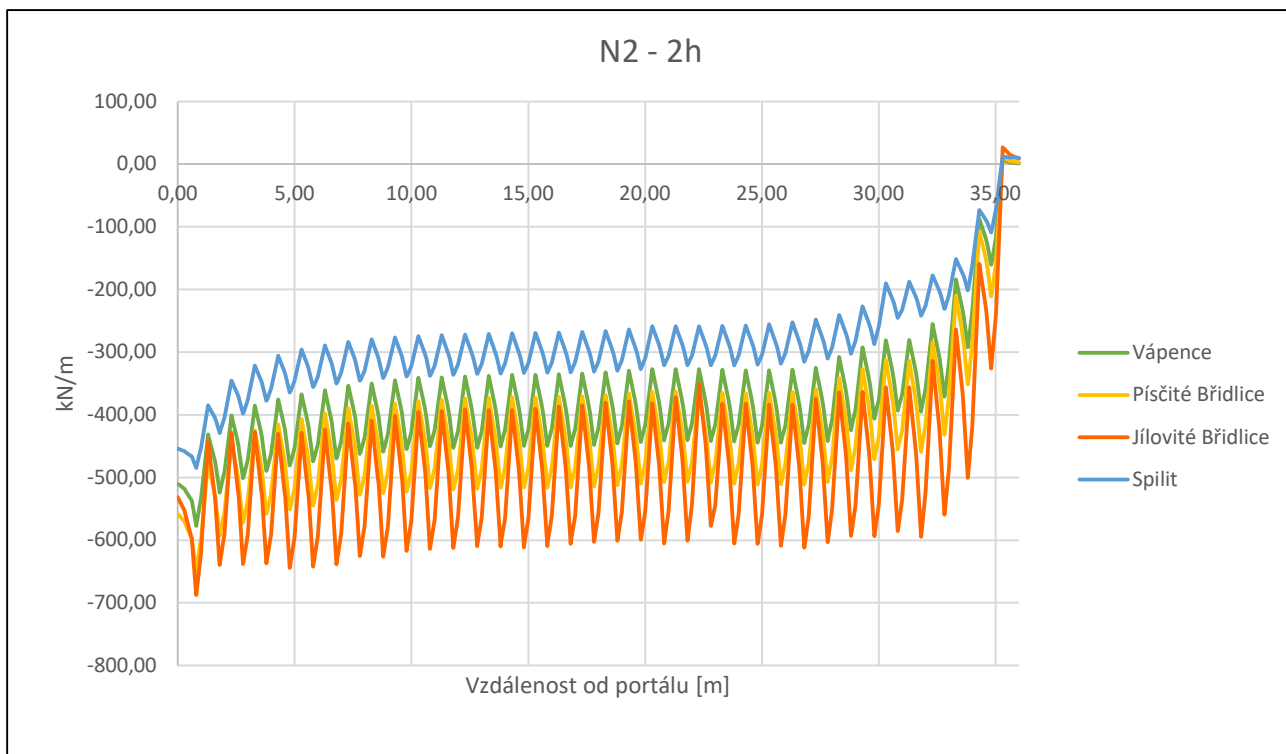
2.4 Spilit



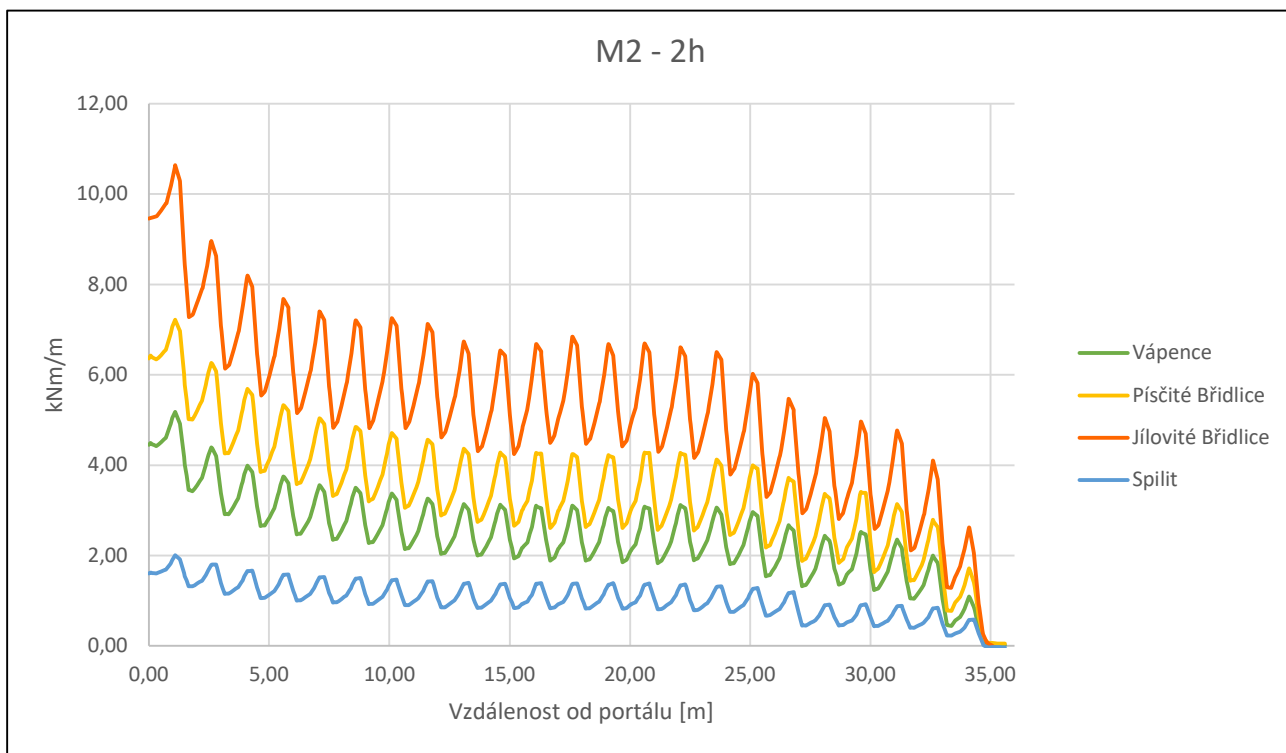
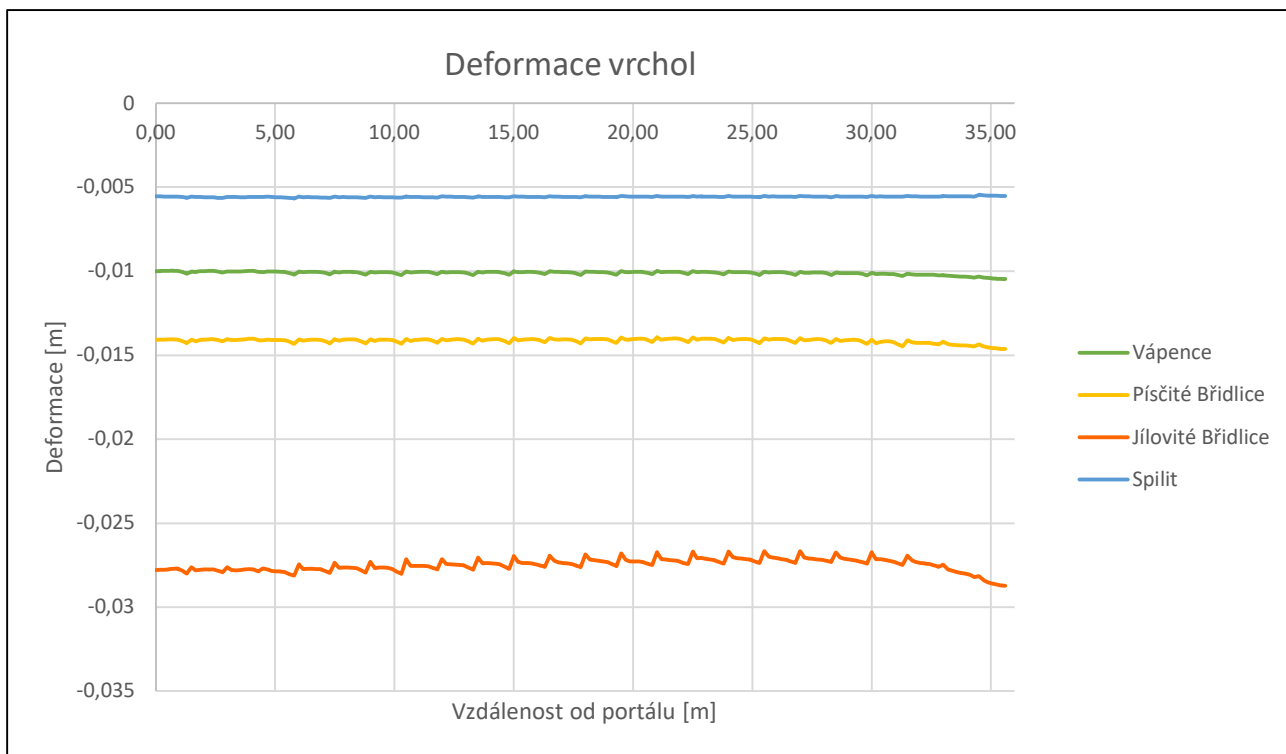
2.5 Porovnání hornin, záběr 1 m



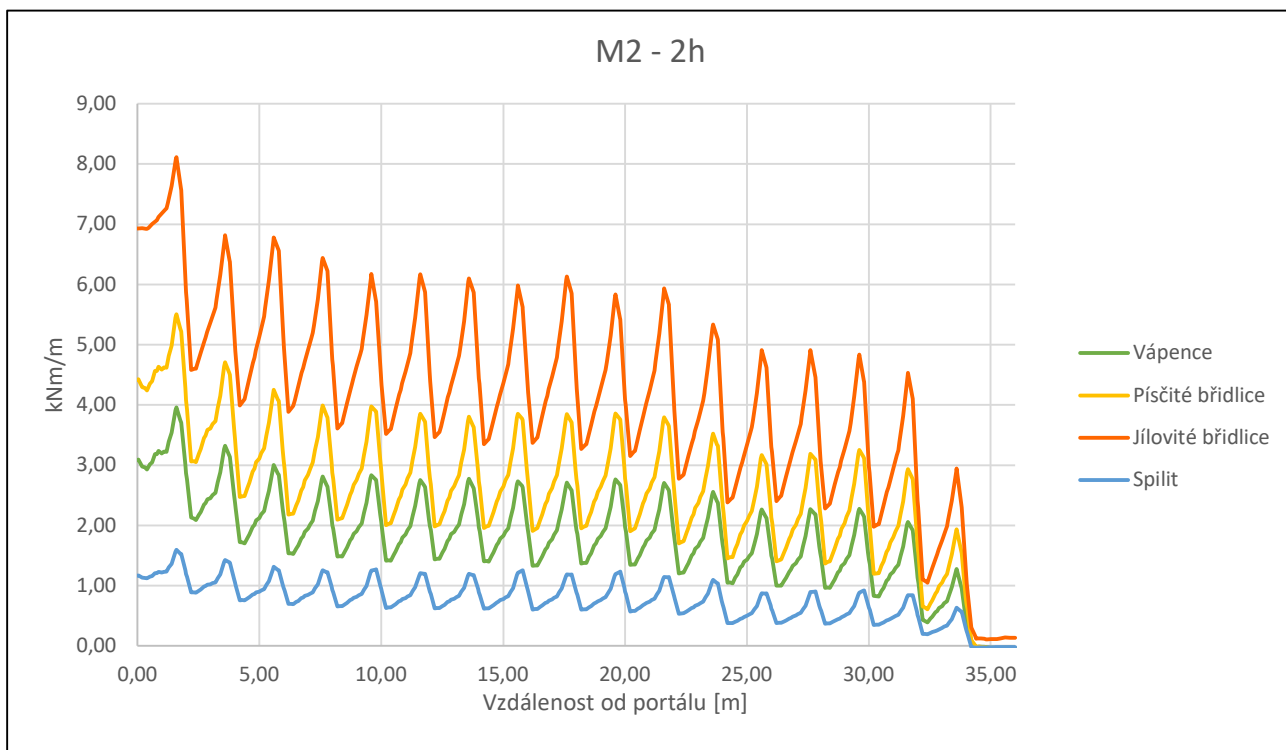
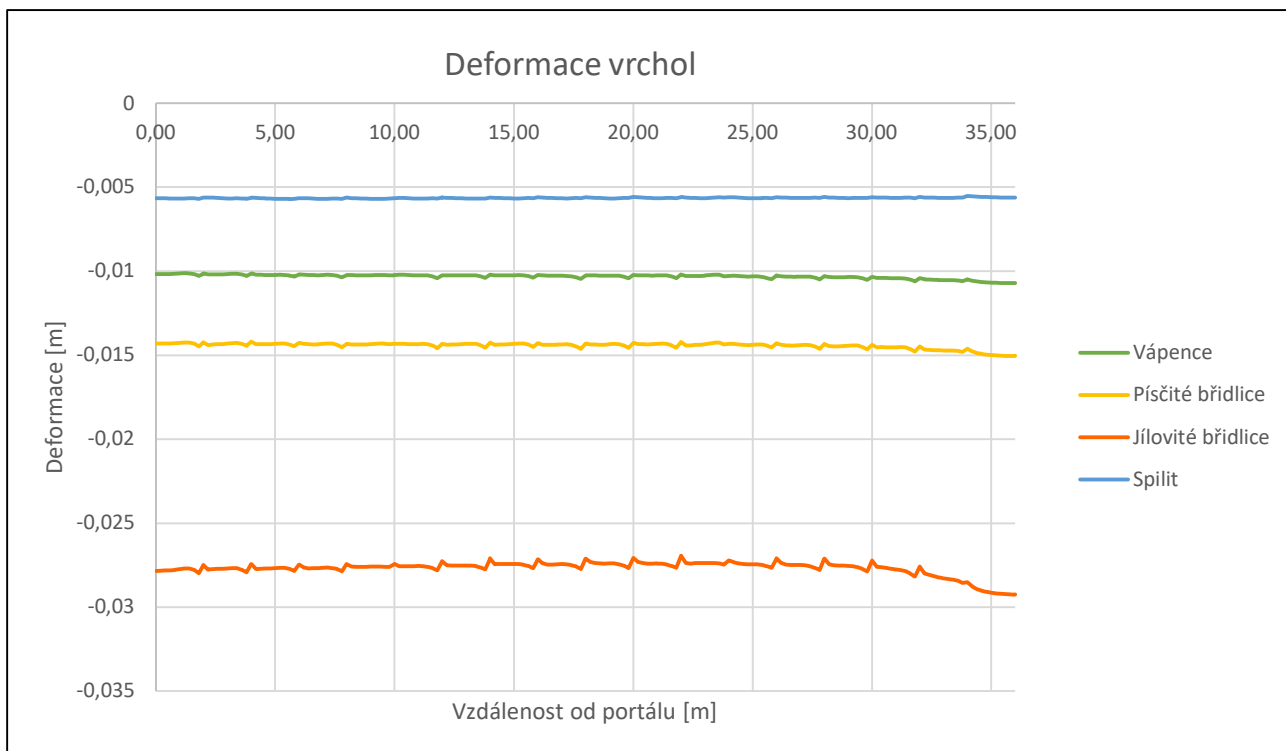
2.5 Porovnání hornin, záběr 1 m



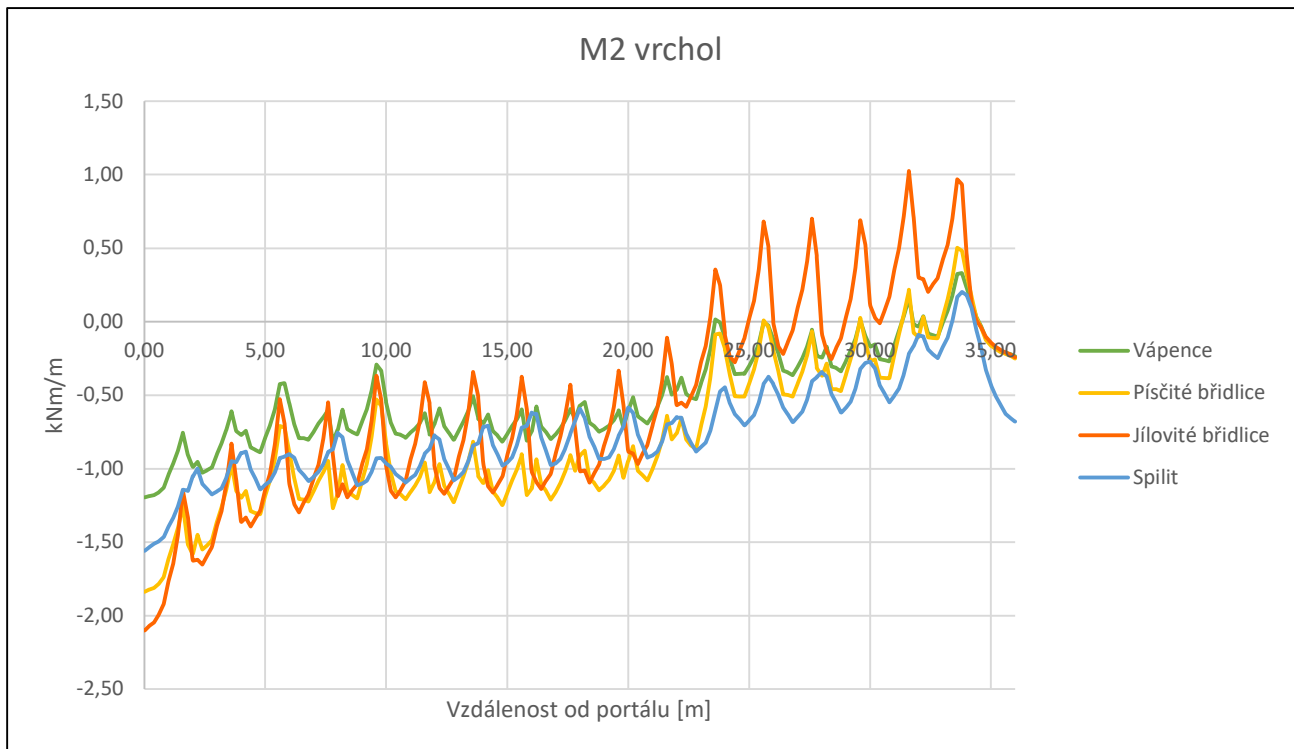
2.6 Porovnání hornin, záběr 1,5 m



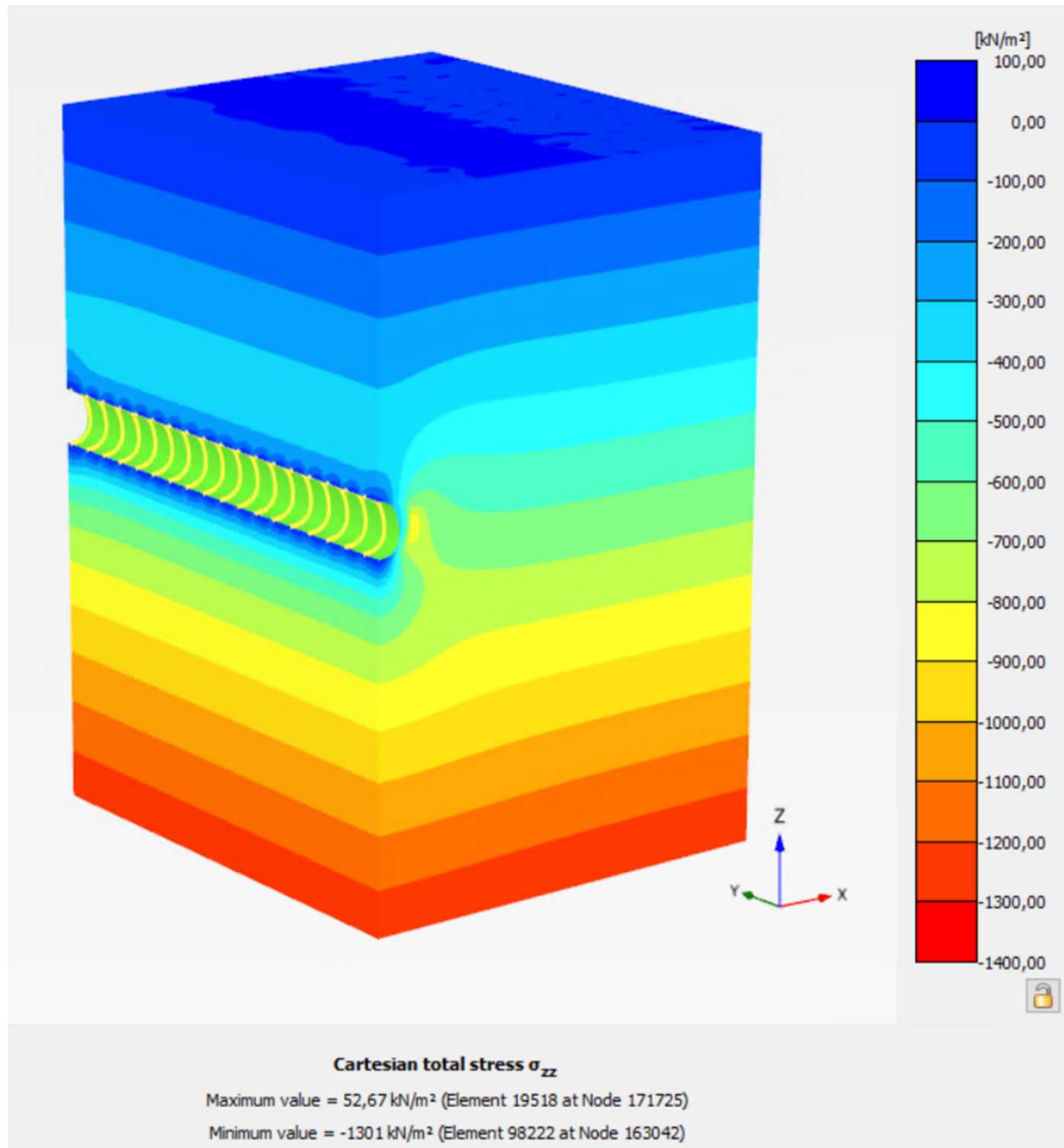
2.7 Porovnání hornin, záběr 2 m



2.7 Porovnání hornin, záběr 2 m



3 Výsledky modelu štoly



3.1 Píščité břidlice

Záběr 1 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,20	0,76	-94,37	12,6	1,68	-122,35
13,20	0,76	-94,75	13,6	1,69	-122,85
14,20	0,76	-94,31	14,6	1,68	-122,43
15,20	0,76	-94,42	15,6	1,68	-122,43
16,20	0,76	-94,38	16,6	1,68	-122,37
17,20	0,76	-94,40	17,6	1,68	-122,40
18,20	0,76	-94,41	18,6	1,68	-122,51
19,20	0,76	-94,25	19,6	1,67	-121,97
20,20	0,76	-94,49	20,6	1,67	-122,23
21,20	0,75	-94,37	21,6	1,67	-122,45
Průměr	0,76	-94,42	Průměr	1,68	-122,40

Záběr 1,5 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,38	0,56	-79,08	13,1	1,62	-122,64
13,88	0,55	-78,86	14,6	1,60	-122,89
15,38	0,55	-78,86	16,1	1,61	-122,28
16,88	0,55	-78,93	17,6	1,60	-123,00
18,38	0,55	-78,77	19,1	1,61	-122,33
19,88	0,55	-78,95	20,6	1,61	-122,51
21,38	0,55	-78,91			
Průměr	0,55	-78,91	Průměr	1,61	-122,61

Poměr momentů	2,21
Poměr M s tuhostí	1,58
Poměr normálových sil	1,30
Poměr N s tuhostí	0,93
Průměrné deformace	-0,0036 m
Průměr N	-135,24 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,92 kNm/m
Průměr max M	1,68 kNm/m
Průměr max N	-122,40 kN/m
N v rámu	-74,20 kN
M min v rámu	-2,67 kNm
M max v rámu	0,70 kNm

Poměr momentů	2,91
Poměr M s tuhostí	2,08
Poměr normálových sil	1,55
Poměr N s tuhostí	1,11
Průměrné deformace	-0,0038 m
Průměr N	-81,06 kN/m
Průměrný rozdíl M	1,05 kNm/m
Průměr max M	1,61 kNm/m
Průměr max N	-122,61 kN/m
N v rámu	-82,30 kN
M min v rámu	-2,92 kNm
M max v rámu	0,68 kNm

3.1 Písčité břidlice

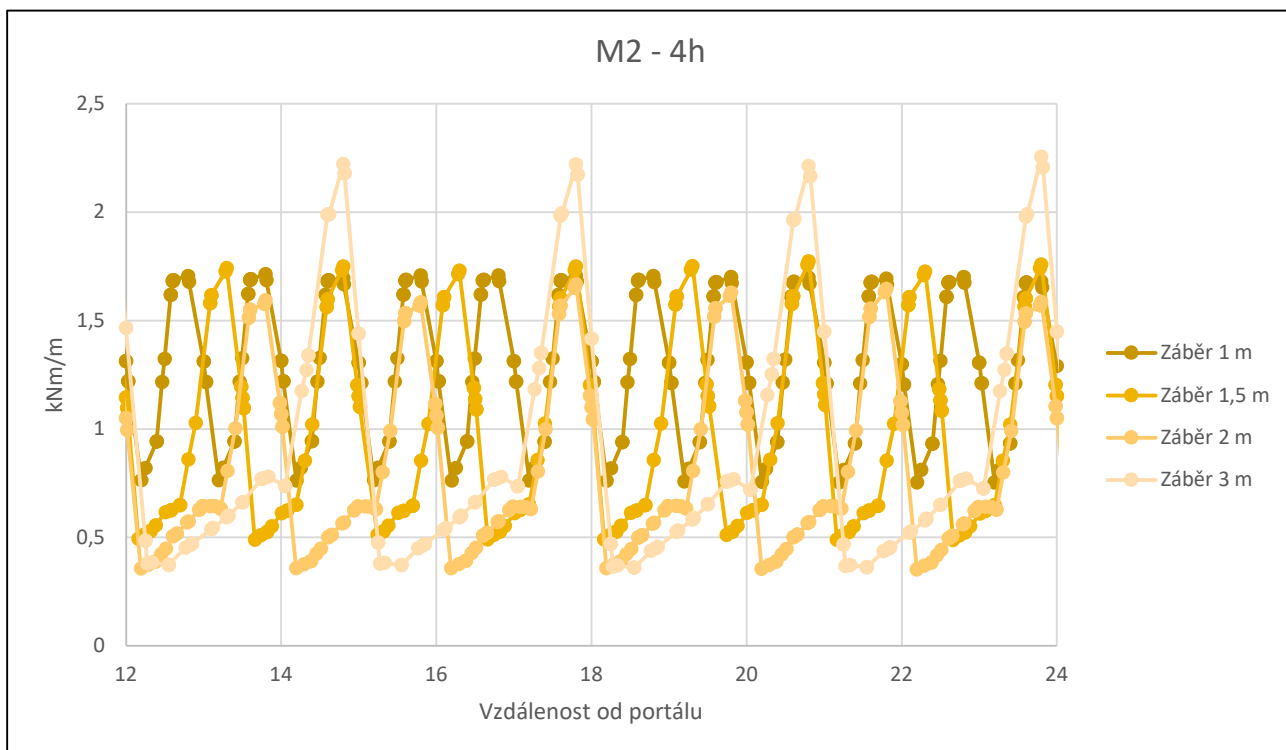
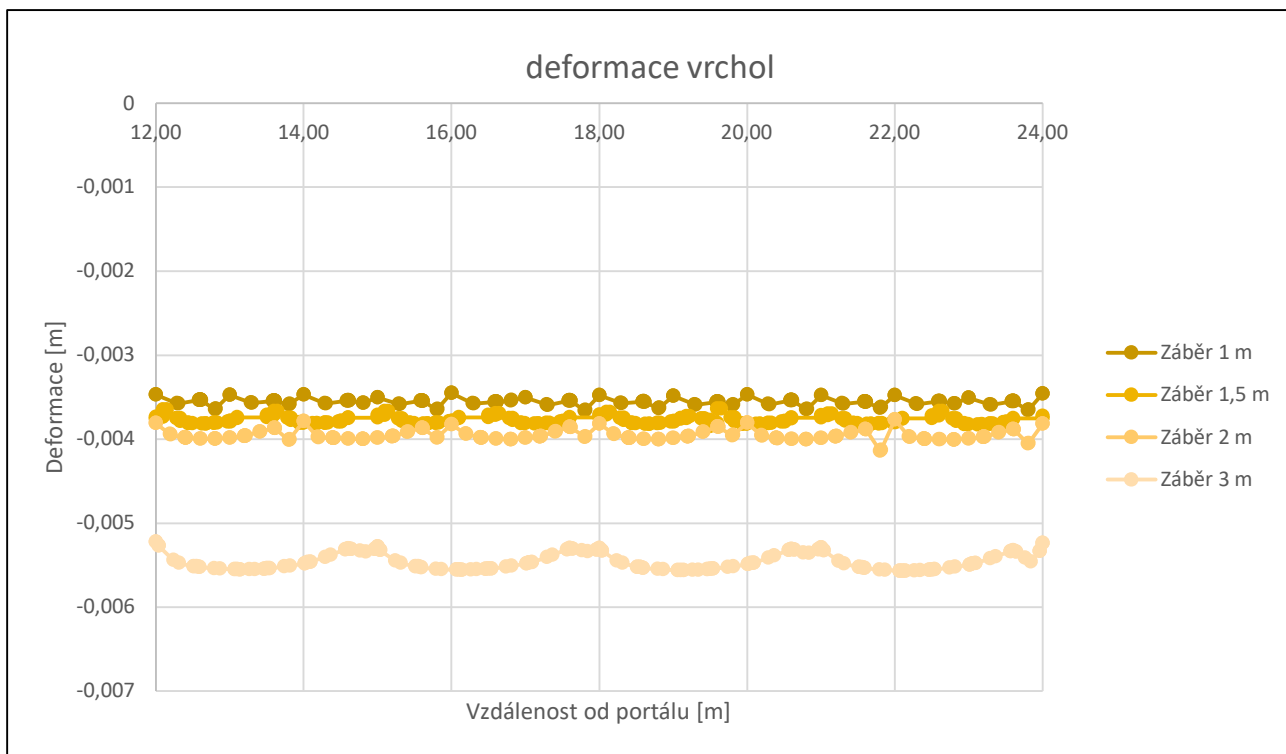
Záběr 2 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,61	0,51	-67,56	13,60	1,55	-121,25
14,61	0,50	-67,63	15,60	1,53	-121,37
16,61	0,51	-67,43	17,60	1,57	-121,93
18,61	0,50	-67,60	19,60	1,56	-121,81
20,61	0,50	-67,59	21,60	1,55	-121,90
22,61	0,49	-67,29			
Průměr	0,50	-67,52	Průměr	1,55	-121,65

Záběr 3 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
13,10	0,54	-76,39	14,60	1,99	-168,28
16,10	0,54	-76,11	17,60	1,98	-169,06
19,10	0,53	-75,82	20,60	1,96	-166,41
Průměr	0,53	-76,11	Průměr	1,97	-167,92

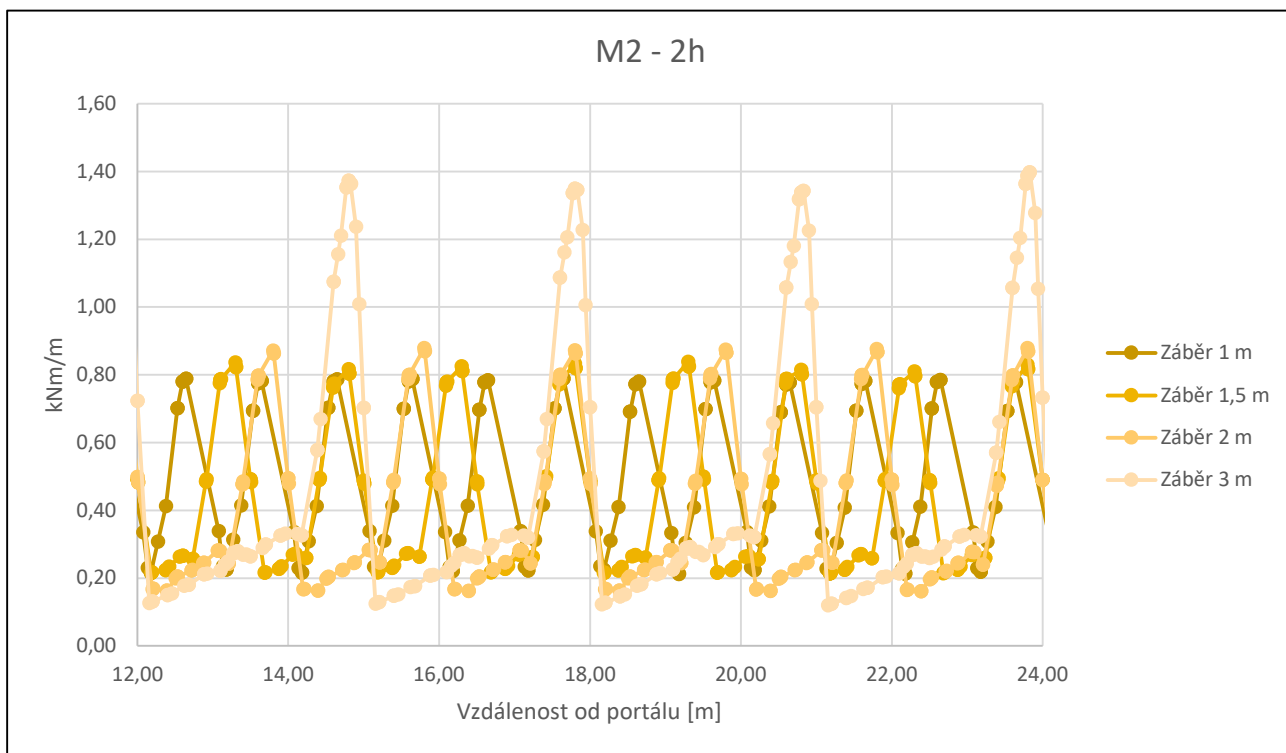
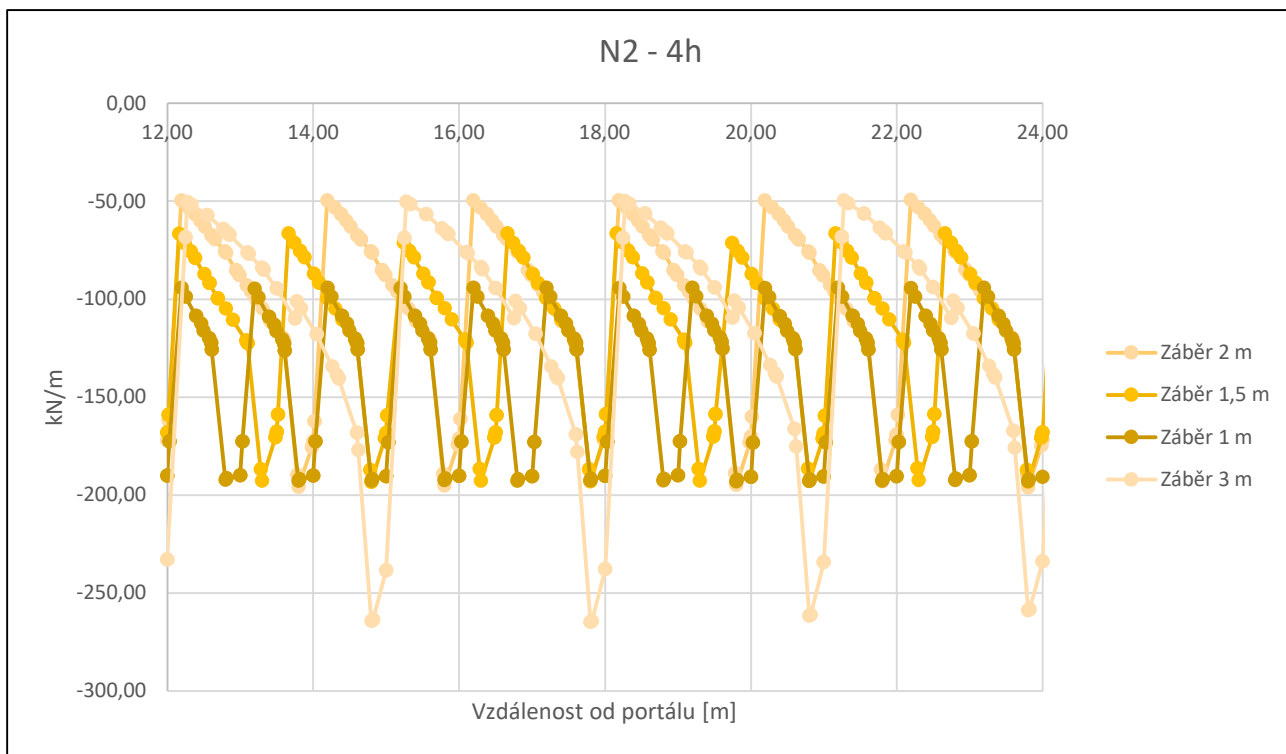
Poměr momentů	3,09
Poměr M s tuhostí	2,21
Poměr normálových sil	1,80
Poměr N s tuhostí	1,29
Průměrné deformace	-0,0040 m
Průměr N	-71,49 kN/m
Průměrný rozdíl M	1,05 kNm/m
Průměr max M	1,55 kNm/m
Průměr max N	-121,65 kN/m
N v rámu	-88,27 kN
M min v rámu	-3,19 kNm
M max v rámu	0,59 kNm

Poměr momentů	3,50
Poměr M s tuhostí	2,44
Poměr normálových sil	2,21
Poměr N s tuhostí	1,58
Průměrné deformace	-0,0055 m
Průměr N	-77,83 kN/m
Průměrný rozdíl M	1,44 kNm/m
Průměr max M	1,97 kNm/m
Průměr max N	-167,92 kN/m
N v rámu	-124,70 kN
M min v rámu	-6,72 kNm
M max v rámu	1,35 kNm

3.1 Písčité břidlice



3.1 Písčité břidlice



3.2 Jílovité břidlice

Záběr 1 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,20	1,28	-111,94	12,6	2,83	-152,73
13,20	1,27	-111,87	13,6	2,82	-152,67
14,20	1,27	-111,80	14,6	2,83	-152,80
15,20	1,28	-111,87	15,6	2,82	-152,75
16,20	1,28	-112,10	16,6	2,84	-153,15
17,20	1,28	-112,06	17,6	2,84	-153,10
18,20	1,27	-110,86	18,6	2,80	-151,58
19,20	1,27	-111,64	19,6	2,80	-152,30
20,20	1,27	-111,75	20,6	2,80	-152,44
21,20	1,26	-112,00	21,6	2,82	-153,04
Průměr	1,27	-111,79	Průměr	2,82	-152,66

Poměr momentů	2,22
Poměr M s tuhostí	1,58
Poměr normálových sil	1,37
Poměr N s tuhostí	0,98
Průměrné deformace	-0,0063 m
Průměr N	-132,84 kN/m
Průměrný rozdíl M	1,55 kNm/m
Průměr max M	2,82 kNm/m
Průměr max N	-152,66 kN/m
N v rámu	-97,12 kN
M min v rámu	-3,93 kNm
M max v rámu	0,98 kNm

Záběr 1,5 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,38	0,91	-102,63	13,1	2,86	-161,11
13,88	0,91	-102,80	14,6	2,84	-161,92
15,38	0,91	-102,61	16,1	2,87	-160,92
16,88	0,91	-102,76	17,6	2,85	-161,70
18,38	0,91	-102,63	19,1	2,85	-160,79
19,88	0,91	-102,76	20,6	2,87	-161,34
21,38	0,91	-102,75			
Průměr	0,91	-102,70	Průměr	2,86	-161,30

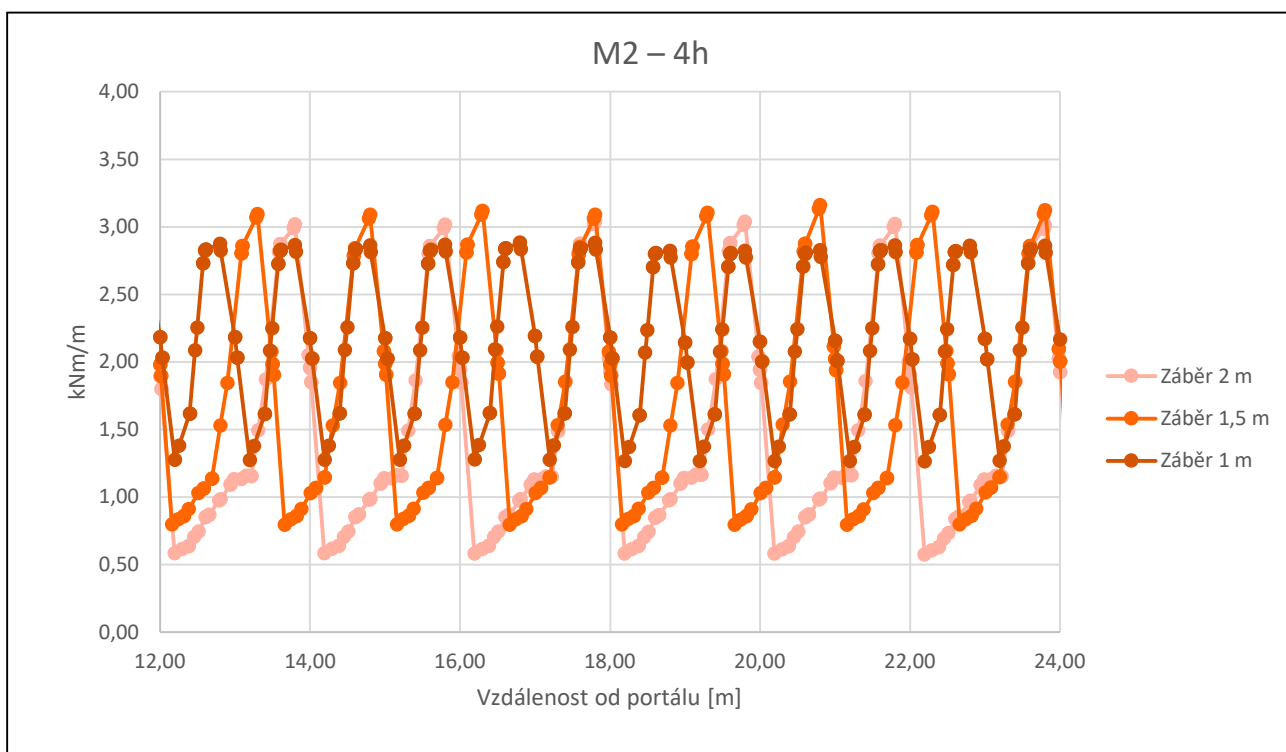
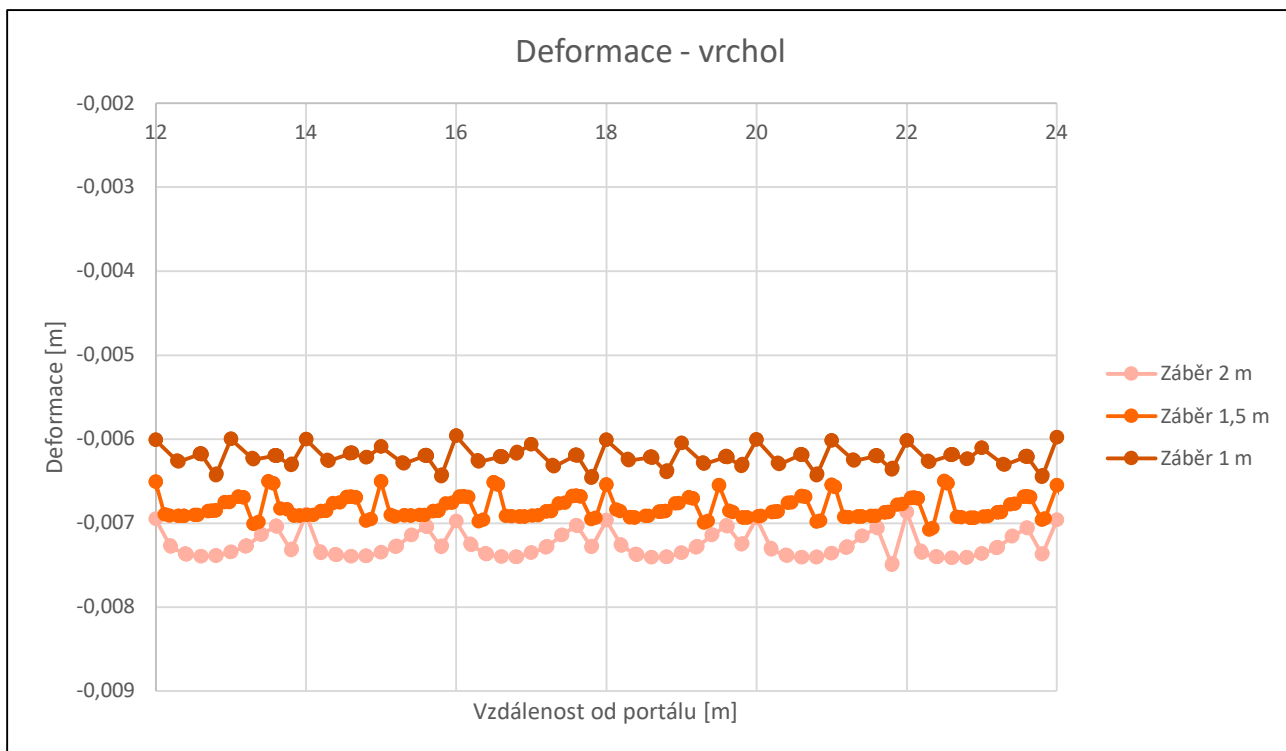
Poměr momentů	3,14
Poměr M s tuhostí	2,24
Poměr normálových sil	1,57
Poměr N s tuhostí	1,12
Průměrné deformace	-0,0068 m
Průměr N	-120,82 kN/m
Průměrný rozdíl M	1,95 kNm/m
Průměr max M	2,86 kNm/m
Průměr max N	-161,30 kN/m
N v rámu	-113,30 kN
M min v rámu	-4,52 kNm
M max v rámu	1,02 kNm

3.2 Jílovité břidlice

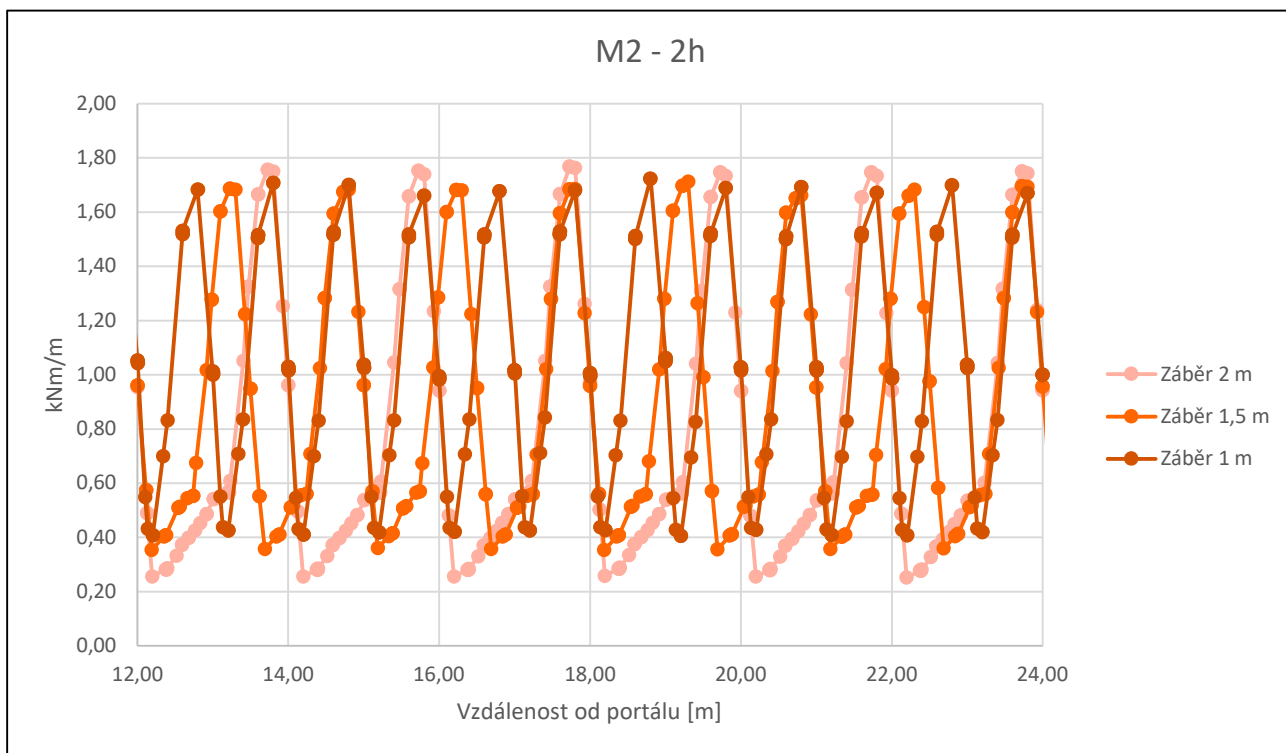
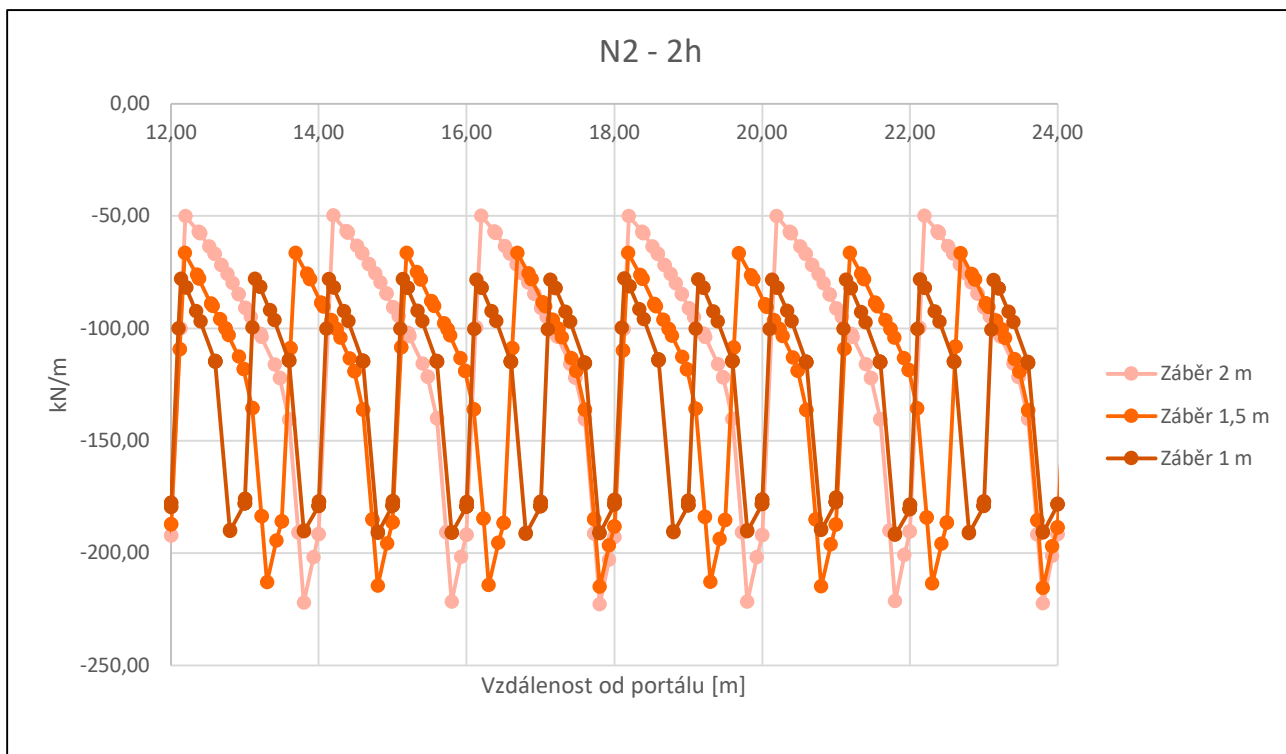
Záběr 2 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,61	0,85	-92,44	13,60	2,87	-166,13
14,61	0,85	-92,17	15,60	2,86	-165,83
16,61	0,85	-92,19	17,60	2,87	-166,39
18,61	0,85	-92,45	19,60	2,88	-166,57
20,61	0,85	-92,36	21,60	2,86	-166,33
22,61	0,84	-92,41			
Průměr	0,85	-92,34	Průměr	2,87	-166,25

Poměr momentů	3,38
Poměr M s tuhostí	2,41
Poměr normálových sil	1,80
Poměr N s tuhostí	1,29
Průměrné deformace	-0,0073 m
Průměr N	-108,80 kN/m
Průměrný rozdíl M	2,02 kNm/m
Průměr max M	2,87 kNm/m
Průměr max N	-166,25 kN/m
N v rámu	-124,20 kN
M min v rámu	-4,87 kNm
M max v rámu	1,07 kNm

3.2 Jílovité břidlice



3.2 Jílovité břidlice



3.3 Vápence kalové s vložkami vápnitých břidlic

Záběr 1 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,21	0,56	-82,58	12,6	1,21	-105,40
13,21	0,56	-82,62	13,6	1,21	-105,39
14,21	0,56	-82,61	14,6	1,21	-105,55
15,21	0,56	-82,73	15,6	1,21	-105,61
16,21	0,56	-82,73	16,6	1,21	-105,66
17,21	0,56	-82,53	17,6	1,21	-105,35
18,21	0,56	-82,51	18,6	1,21	-105,41
19,21	0,55	-82,37	19,6	1,20	-104,99
20,21	0,55	-82,76	20,6	1,20	-105,51
21,21	0,55	-82,66	21,6	1,20	-105,58
Průměr	0,56	-82,61	Průměr	1,21	-105,45

Záběr 1,5 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,38	0,40	-65,99	13,1	1,16	-102,79
13,88	0,39	-65,70	14,6	1,14	-103,01
15,38	0,40	-65,78	16,1	1,15	-102,41
16,88	0,40	-65,86	17,6	1,15	-103,13
18,38	0,40	-65,76	19,1	1,15	-102,65
19,88	0,40	-65,83	20,6	1,15	-102,77
21,38	0,39	-65,80			
Průměr	0,40	-65,82	Průměr	1,15	-102,79

Poměr momentů	2,17
Poměr M s tuhostí	1,55
Poměr normálových sil	1,28
Poměr N s tuhostí	0,91
Průměrné deformace	-0,0017 m
Průměr N	-66,75 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,65 kNm/m
Průměr max M	1,21 kNm/m
Průměr max N	-105,45 kN/m
N v rámu	-60,67 kN
M min v rámu	-2,12 kNm
M max v rámu	0,44 kNm

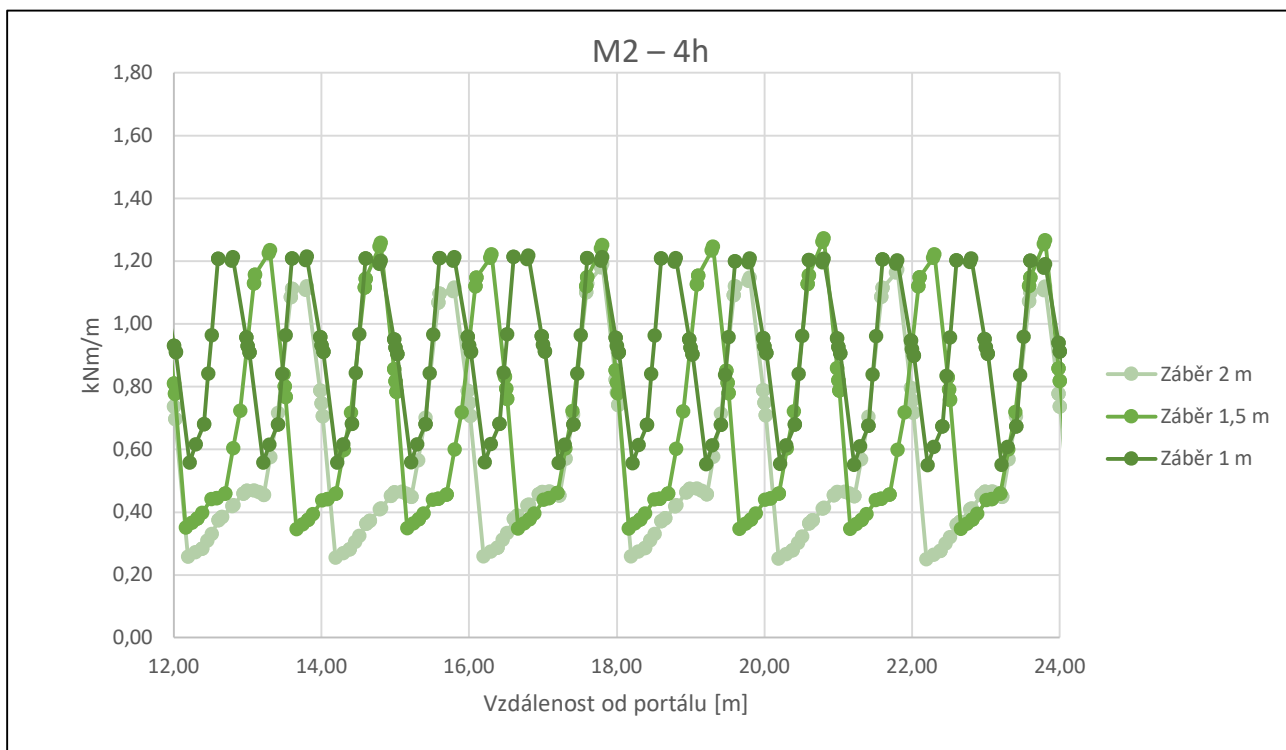
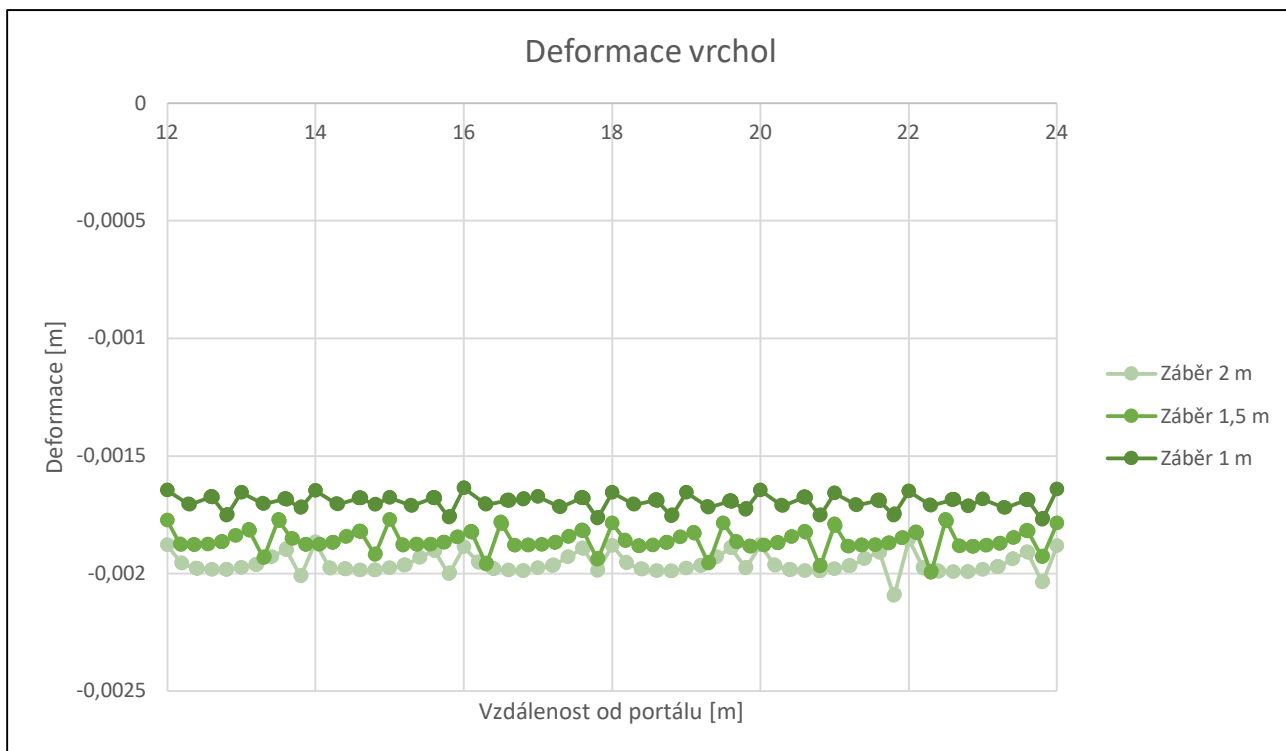
Poměr momentů	2,91
Poměr M s tuhostí	2,08
Poměr normálových sil	1,56
Poměr N s tuhostí	1,12
Průměrné deformace	-0,0019 m
Průměr N	-65,28 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,76 kNm/m
Průměr max M	1,15 kNm/m
Průměr max N	-102,79 kN/m
N v rámu	-67,99 kN
M min v rámu	-2,33 kNm
M max v rámu	0,42 kNm

3.3 Vápence kalové s vložkami vápnitých břidlic

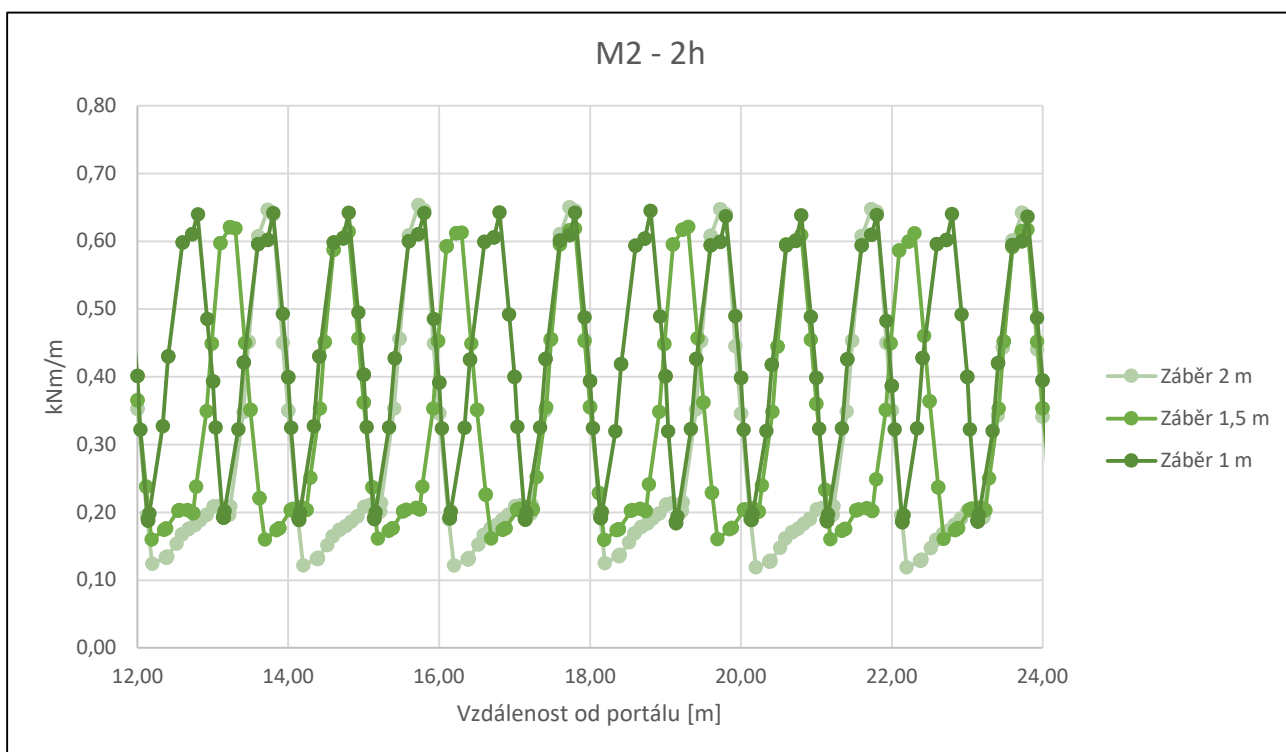
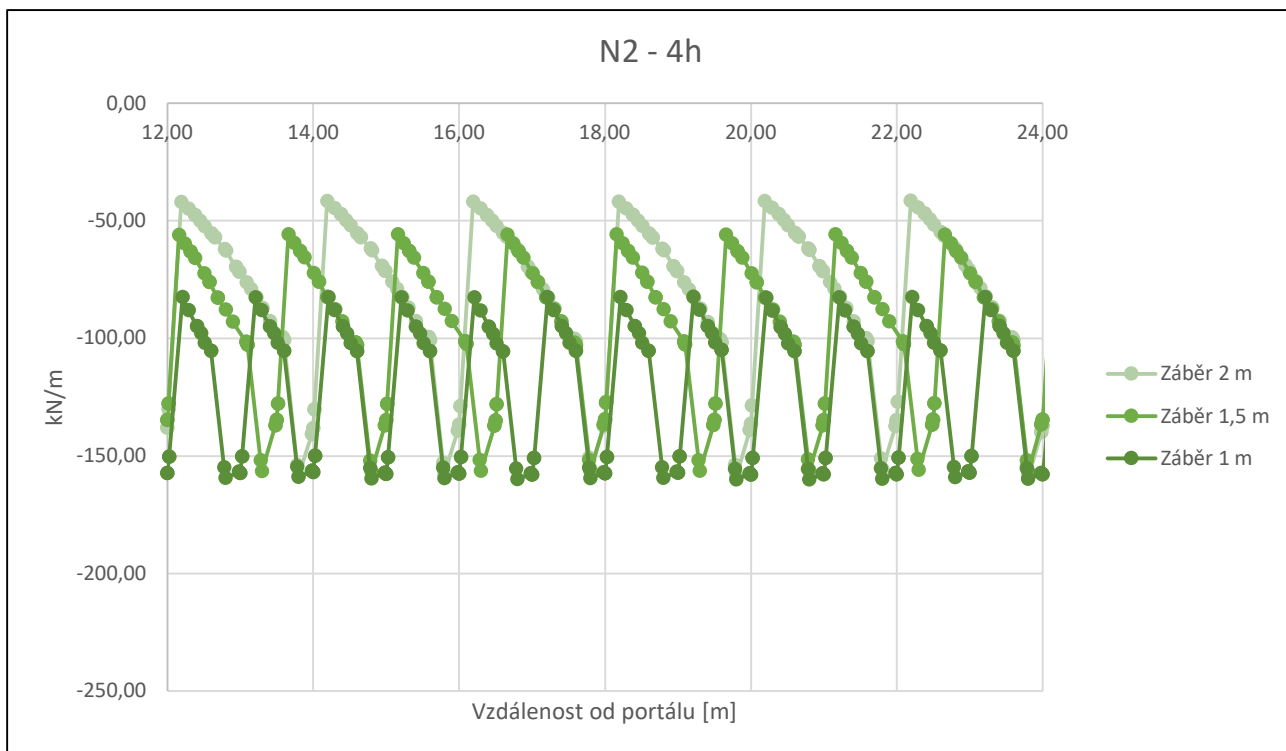
Záběr 2 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,61	0,37	-55,53	13,60	1,11	-100,84
14,61	0,36	-55,44	15,60	1,10	-100,75
16,61	0,38	-55,30	17,60	1,13	-101,49
18,61	0,37	-55,57	19,60	1,12	-101,71
20,61	0,36	-55,27	21,60	1,11	-101,27
22,61	0,36	-54,97			
Průměr	0,37	-55,35	Průměr	1,11	-101,21

Poměr momentů	3,03
Poměr M s tuhostí	2,16
Poměr normálových sil	1,83
Poměr N s tuhostí	1,31
Průměrné deformace	-0,0020 m
Průměr N	-57,17 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,75 kNm/m
Průměr max M	1,11 kNm/m
Průměr max N	-101,21 kN/m
N v rámu	-72,19 kN
M min v rámu	-2,45 kNm
M max v rámu	0,45 kNm

3.3 Vápence kalové s vložkami vápnitých břidlic



3.3 Vápence kalové s vložkami vápnitých břidelic



3.4 Spilit

Záběr 1 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,20	0,32	-62,46	12,6	0,67	-79,96
13,20	0,32	-62,44	13,6	0,67	-79,92
14,20	0,32	-62,40	14,6	0,67	-80,00
15,20	0,32	-62,42	15,6	0,67	-79,98
16,20	0,32	-62,40	16,6	0,67	-79,91
17,20	0,32	-62,38	17,6	0,67	-79,89
18,20	0,32	-62,36	18,6	0,67	-79,87
19,20	0,32	-62,32	19,6	0,66	-79,64
20,20	0,32	-62,32	20,6	0,67	-79,71
21,20	0,32	-62,24	21,6	0,66	-79,76
Průměr	0,32	-62,37	Průměr	0,67	-79,86

Záběr 1,5 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,40	0,22	-47,67	13,1	0,60	-73,95
13,90	0,22	-47,57	14,6	0,58	-74,33
15,40	0,22	-47,63	16,1	0,60	-73,82
16,90	0,22	-47,59	17,6	0,59	-74,26
18,40	0,22	-47,58	19,1	0,60	-73,86
19,90	0,22	-47,58	20,6	0,59	-74,12
21,40	0,22	-47,55			
Průměr	0,224	-47,60	Průměr	0,592	-74,06

Poměr momentů	2,08
Poměr M s tuhostí	1,48
Poměr normálových sil	1,28
Poměr N s tuhostí	0,91
Průměrné deformace	-0,0015 m
Průměr N	-52,26 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,35 kNm/m
Průměr max M	0,67 kNm/m
Průměr max N	-79,86 kN/m
N v rámu	-41,52 kN
M min v rámu	-1,42 kNm
M max v rámu	0,29 kNm

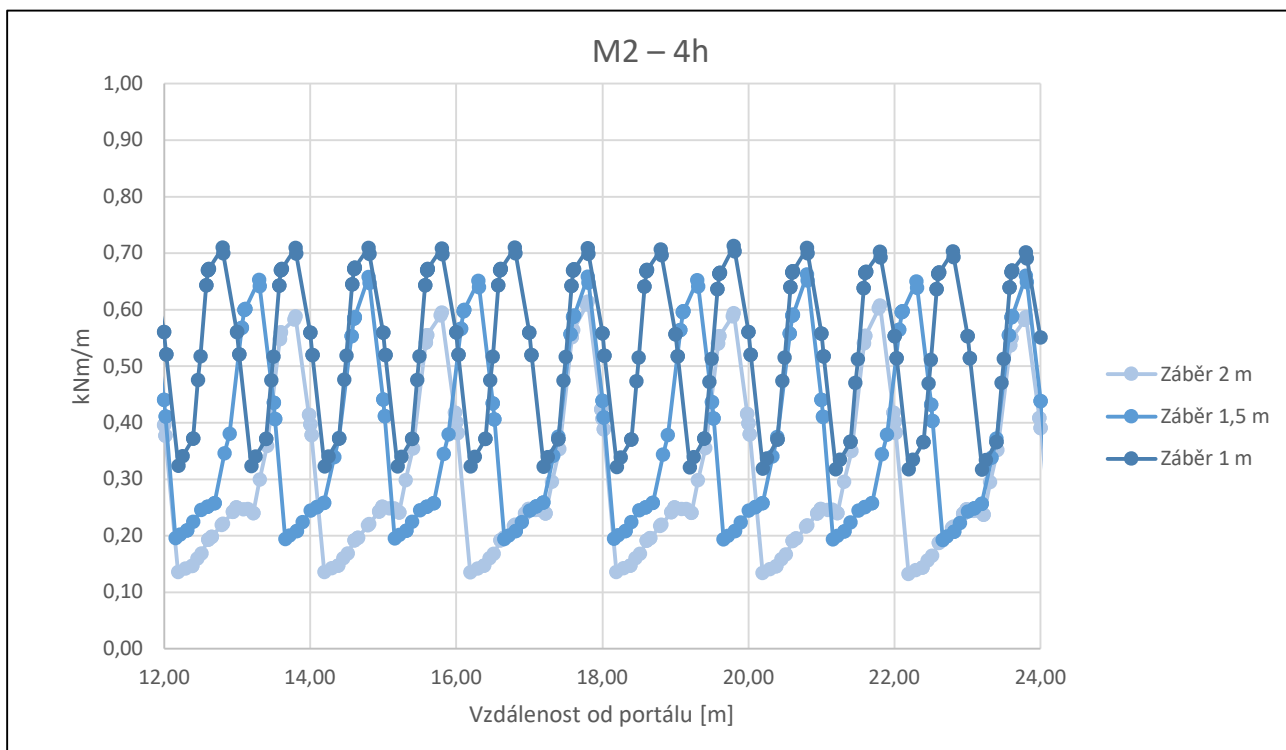
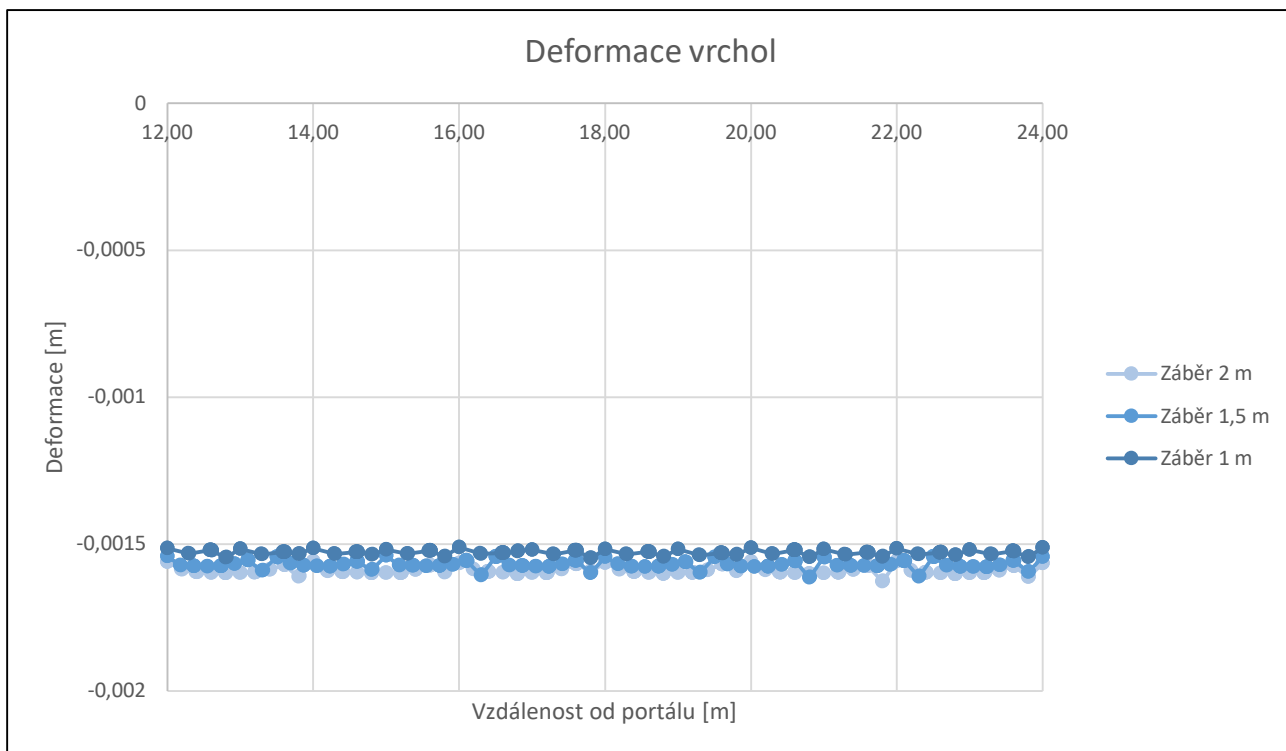
Poměr momentů	2,64
Poměr M s tuhostí	1,89
Poměr normálových sil	1,56
Poměr N s tuhostí	1,11
Průměrné deformace	-0,0016 m
Průměr N	-41,91 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,37 kNm/m
Průměr max M	0,59 kNm/m
Průměr max N	-74,06 kN/m
N v rámu	-49,48 kN
M min v rámu	0,30 kNm
M max v rámu	-1,50 kNm

3.4 Spilit

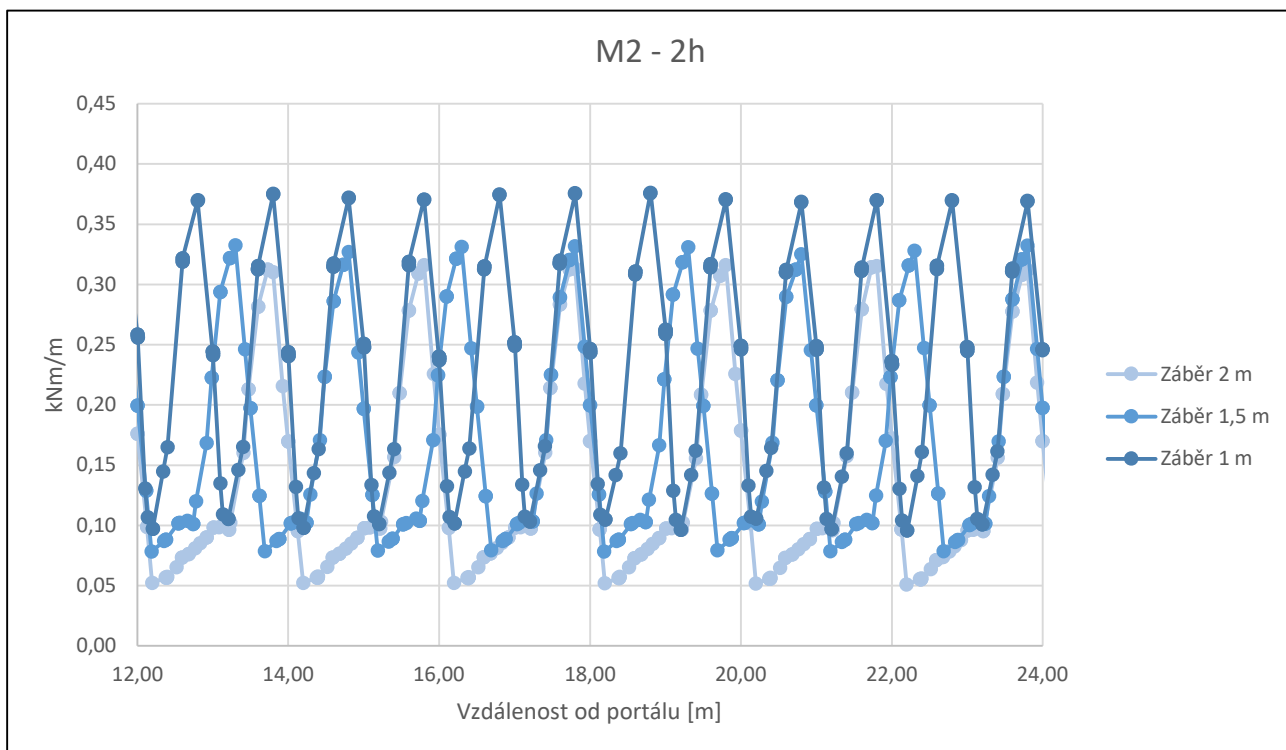
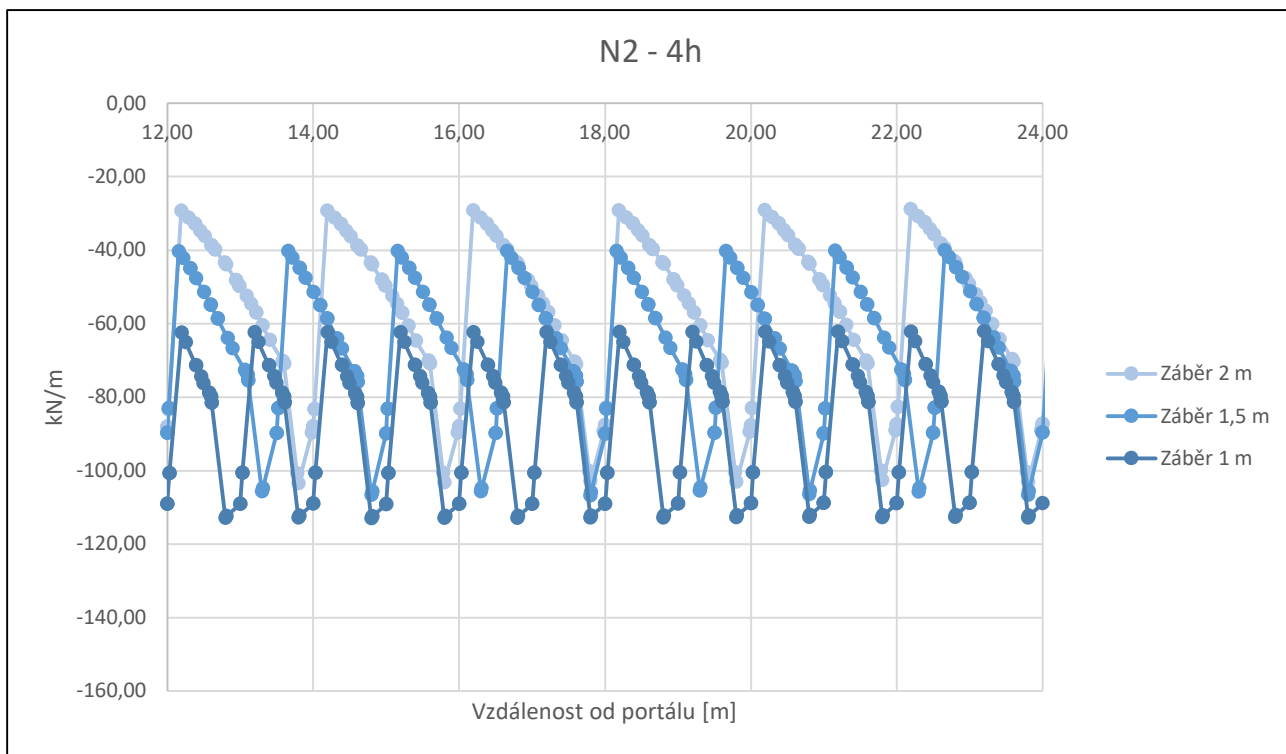
Záběr 2 m					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,61	0,19	-38,76	13,60	0,56	-70,93
14,61	0,19	-38,79	15,60	0,55	-70,82
16,61	0,19	-38,70	17,60	0,56	-71,15
18,61	0,19	-38,68	19,60	0,55	-70,69
20,61	0,19	-38,61	21,60	0,55	-70,88
22,61	0,19	-38,31			
Průměr	0,19	-38,64	Průměr	0,56	-70,89

Poměr momentů	2,91
Poměr M s tuhostí	2,08
Poměr normálových sil	1,83
Poměr N s tuhostí	1,31
Průměrné deformace	-0,0016 m
Průměr N	-35,64 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,37 kNm/m
Průměr max M	0,56 kNm/m
Průměr max N	-70,89 kN/m
N v rámu	-44,10 kN
M min v rámu	-1,56 kNm
M max v rámu	0,31 kNm

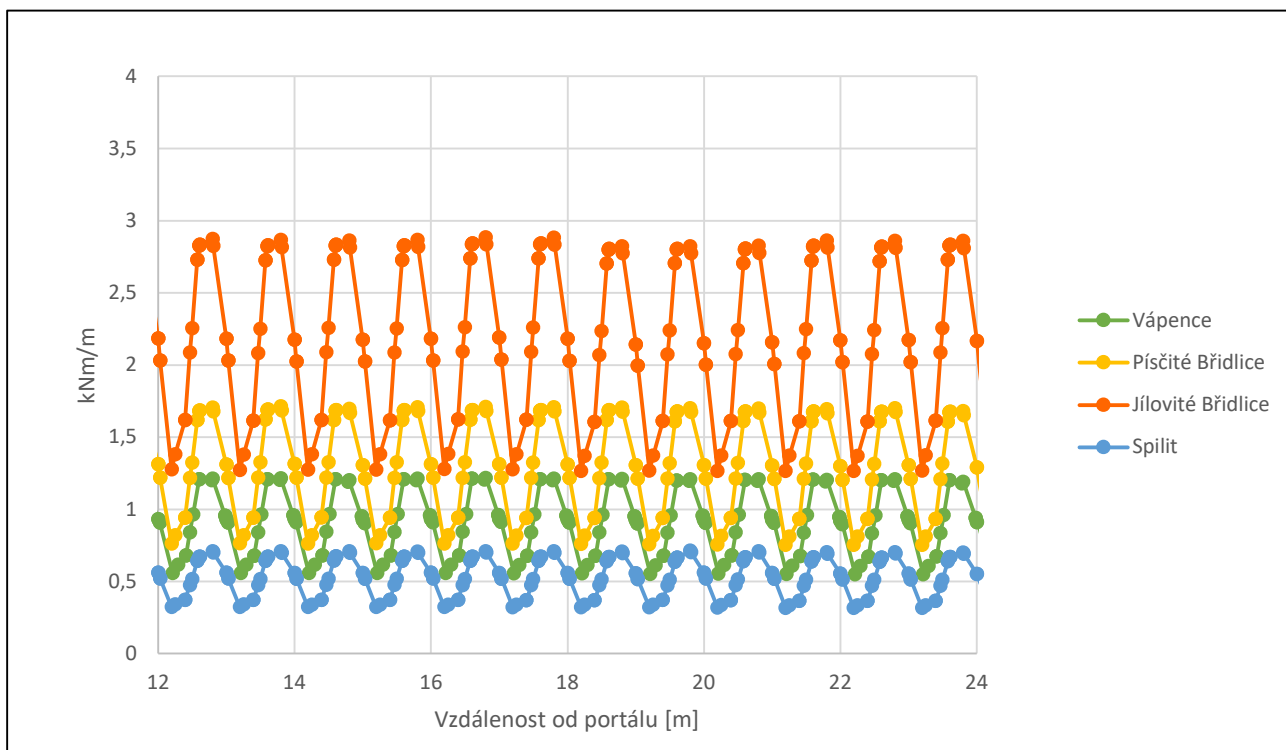
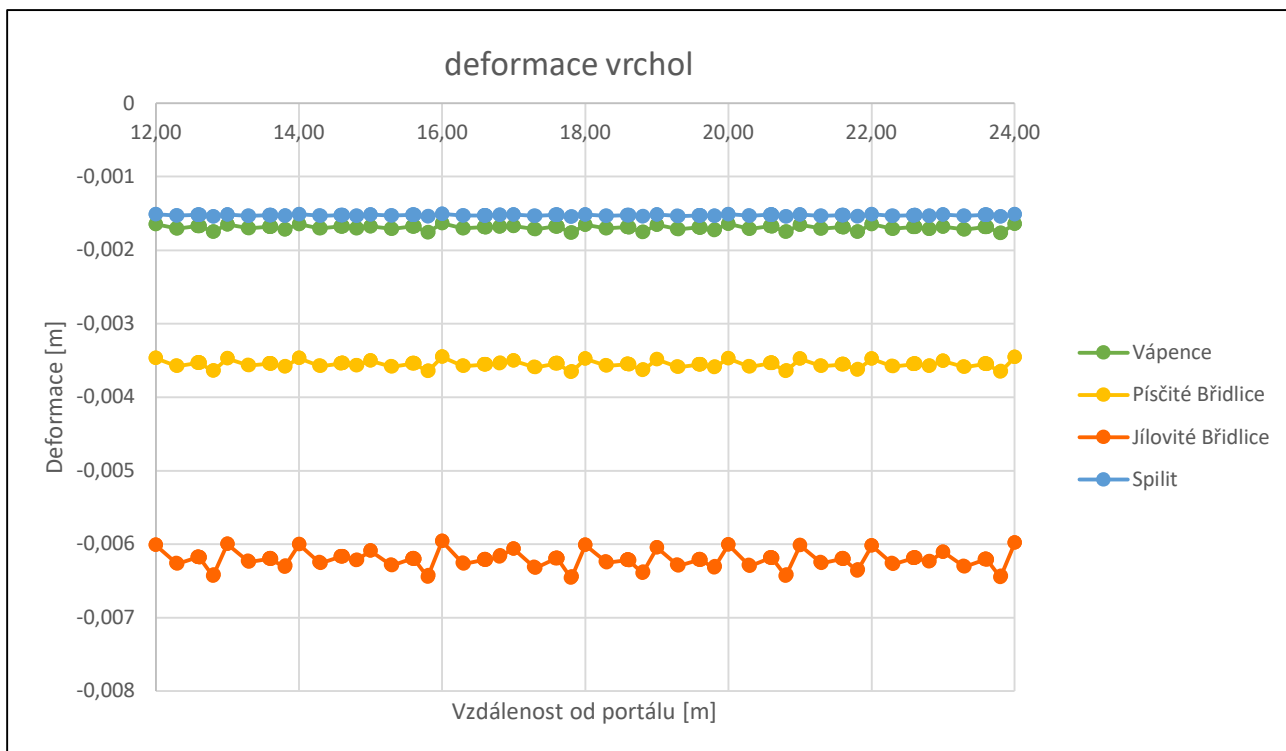
3.4 Spilit



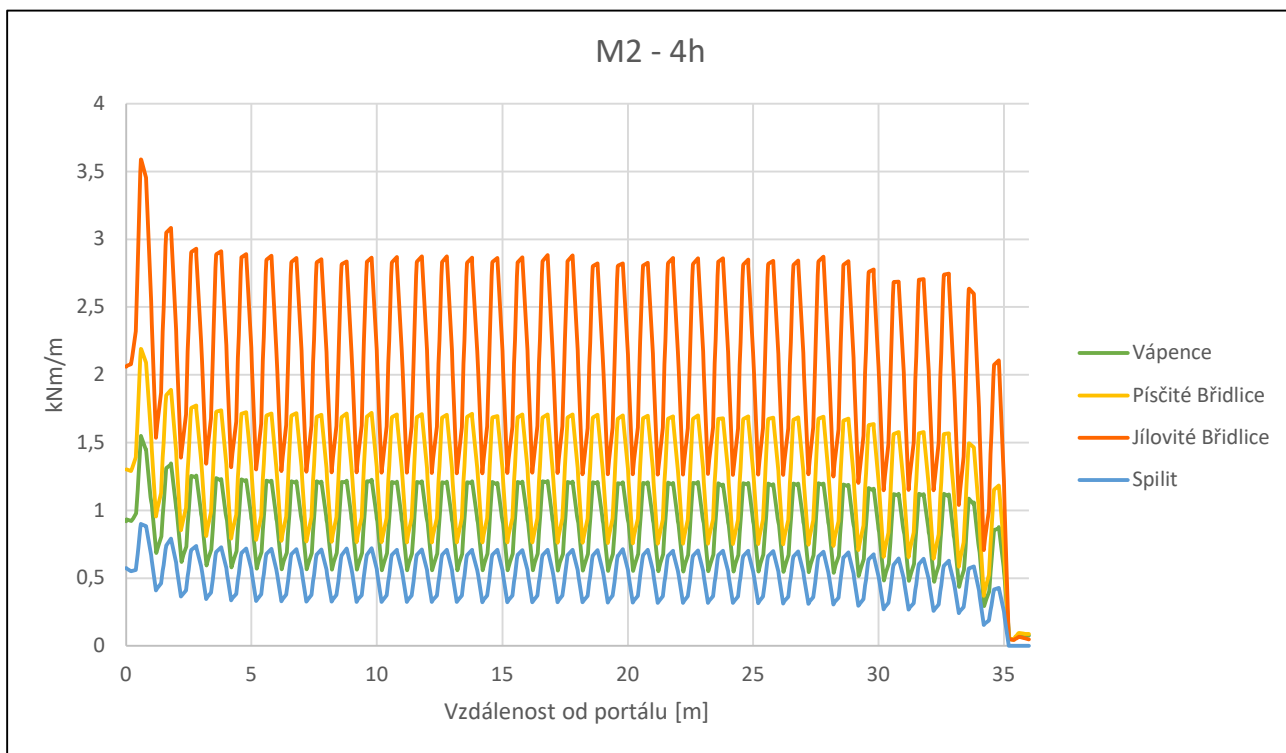
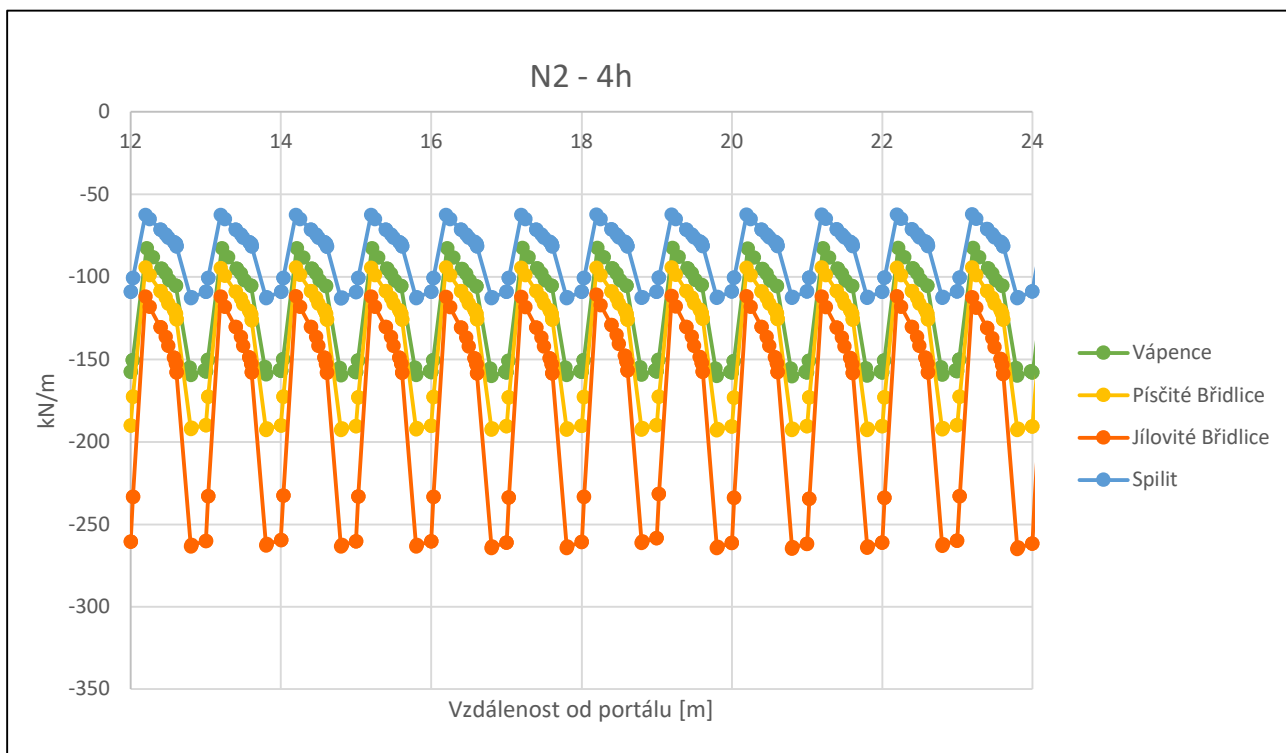
3.4 Spilit



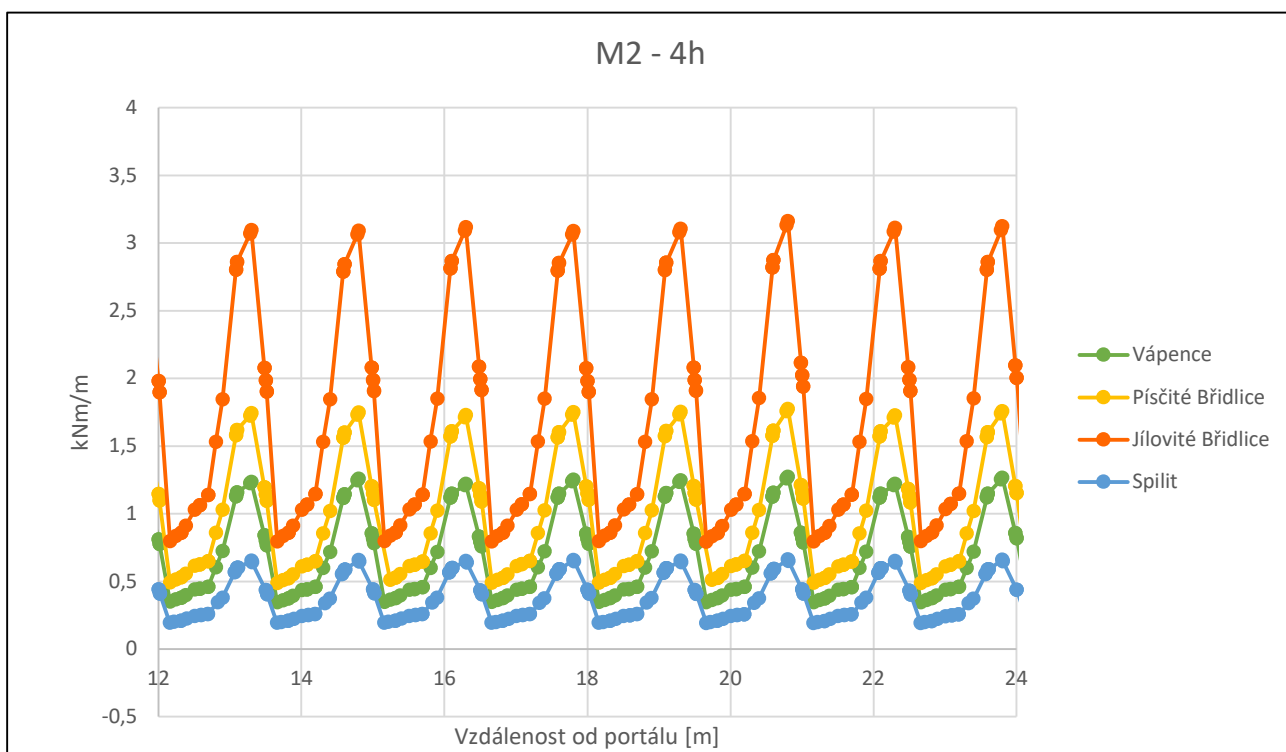
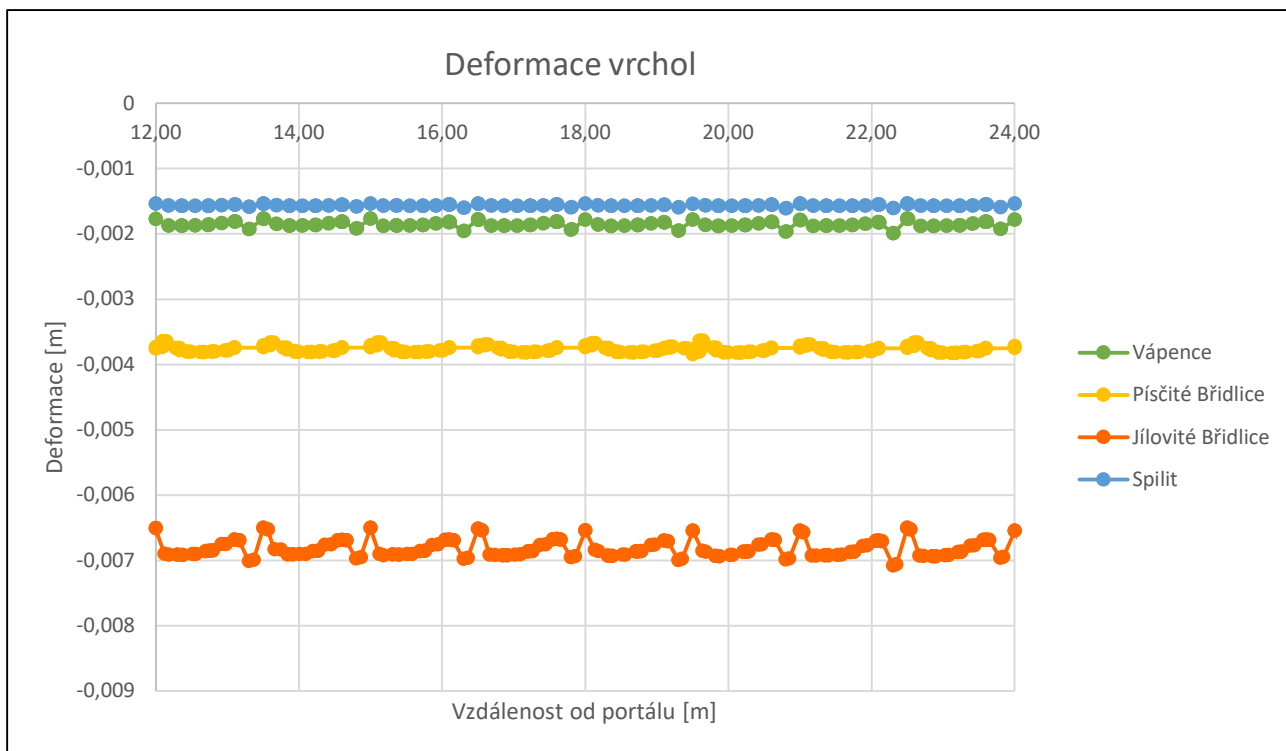
3.5 Porovnání hornin, záběr 1 m



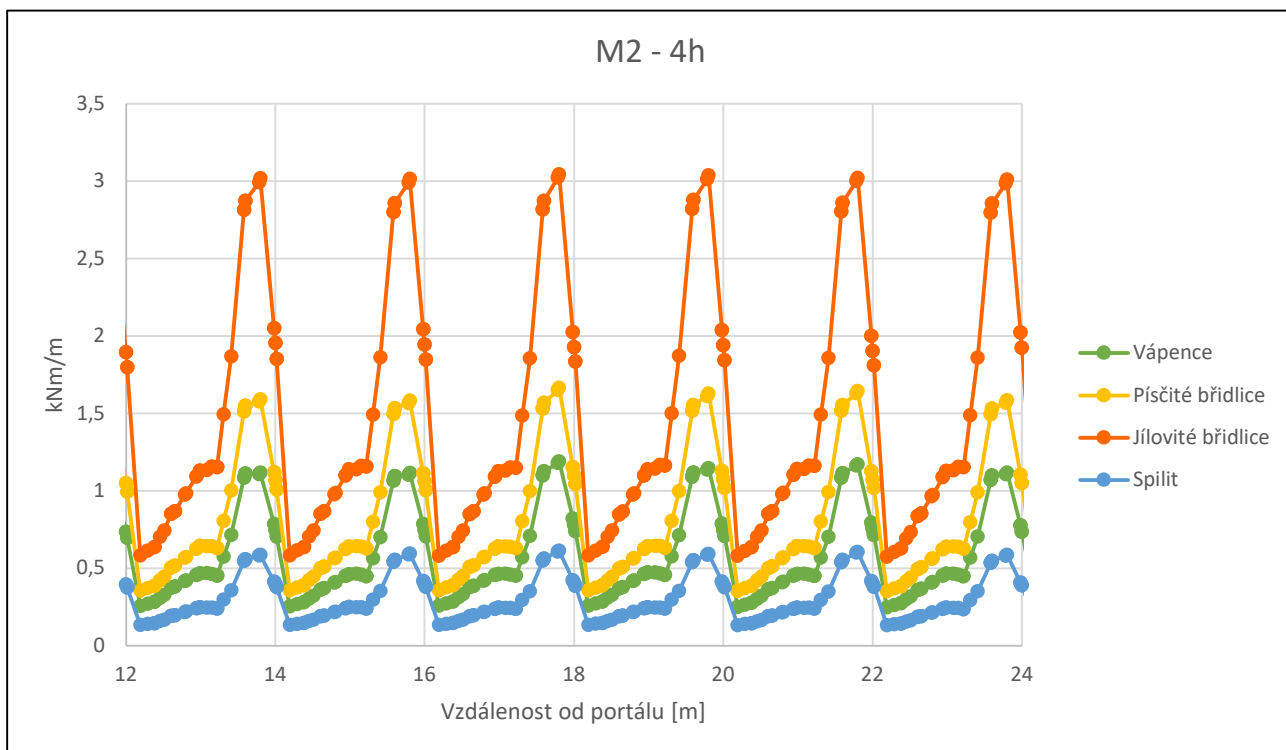
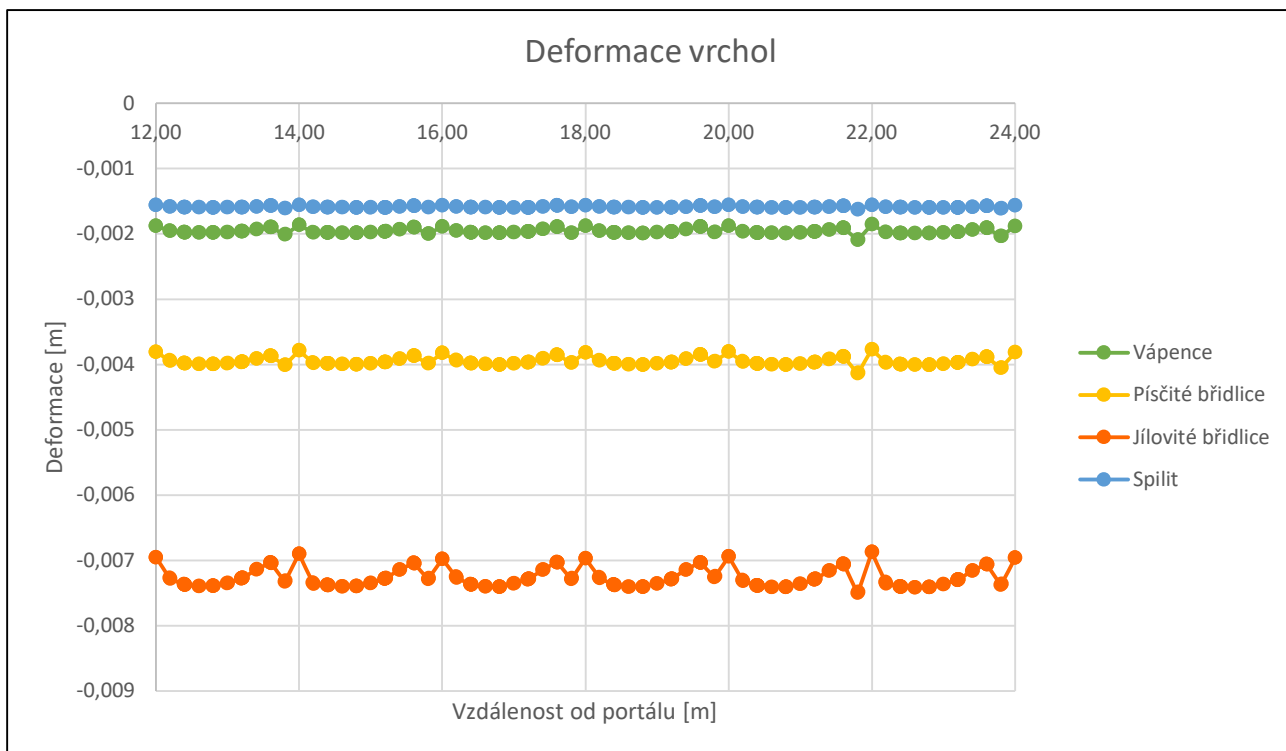
3.5 Porovnání hornin, záběr 1 m



3.6 Porovnání hornin, záběr 1,5 m



3.7 Porovnání hornin, záběr 2 m



3.8 Porovnání hornin, záběr 1 m s přitížením

Jílovité břidlice					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,20	4,56	-349,45	12,6	8,59	-463,10
13,20	4,58	-349,02	13,6	8,58	-464,19
14,20	4,53	-348,99	14,6	8,66	-464,29
15,20	4,55	-348,97	15,6	8,60	-464,22
16,20	4,52	-349,26	16,6	8,59	-463,97
17,20	4,50	-349,95	17,6	8,56	-461,98
18,20	4,52	-350,18	18,6	8,56	-462,81
19,20	4,53	-350,41	19,6	8,57	-466,67
20,20	4,46	-349,72	20,6	8,54	-464,50
21,20	4,45	-349,78	21,6	8,52	-464,58
Průměr	4,52	-349,57	Průměr	8,58	-464,03

Písčité břidlice					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,20	2,90	-288,55	12,6	5,65	-377,56
13,20	2,92	-288,81	13,6	5,66	-379,63
14,20	2,90	-287,77	14,6	5,72	-377,26
15,20	2,92	-288,16	15,6	5,71	-378,66
16,20	2,88	-287,98	16,6	5,65	-377,50
17,20	2,86	-288,83	17,6	5,66	-377,10
18,20	2,85	-287,74	18,6	5,63	-376,72
19,20	2,87	-288,98	19,6	5,63	-378,88
20,20	2,82	-288,18	20,6	5,62	-377,89
21,20	2,81	-287,38	21,6	5,58	-376,73
Průměr	2,87	-288,24	Průměr	5,65	-377,79

Poměr momentů	1,90
Poměr M s tuhostí	1,36
Poměr normálových sil	1,33
Poměr N s tuhostí	0,95
Průměrné deformace	-0,1416 m
Průměr N	0,00 kN/m
Průměrný rozdíl M	4,06 kNm/m
Průměr max M	8,58 kNm/m
Průměr max N	-464,03 kN/m

Poměr momentů	1,97
Poměr M s tuhostí	1,40
Poměr normálových sil	1,31
Poměr N s tuhostí	0,94
Průměrné deformace	-0,0849 m
Průměr N	-420,06 kN/m
Průměrný rozdíl M	2,78 kNm/m
Průměr max M	5,65 kNm/m
Průměr max N	-377,79 kN/m

3.8 Porovnání hornin, záběr 1 m s přitížením

Vápence					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,20	2,14	-259,72	12,6	4,15	-336,84
13,20	2,15	-259,74	13,6	4,16	-339,28
14,20	2,13	-258,05	14,6	4,21	-336,98
15,20	2,16	-258,94	15,6	4,19	-338,36
16,20	2,13	-259,20	16,6	4,17	-337,96
17,20	2,11	-259,58	17,6	4,17	-336,32
18,20	2,10	-258,66	18,6	4,14	-335,86
19,20	2,13	-259,81	19,6	4,14	-339,06
20,20	2,08	-258,18	20,6	4,12	-336,98
21,20	2,08	-258,60	21,6	4,12	-337,13
Průměr	2,12	-259,05	Průměr	4,16	-337,48

Spilit					
min - 2h	M	N	max 2h	M	N
12,20	0,96	-163,87	12,6	1,88	-212,64
13,20	0,96	-163,40	13,6	1,87	-211,93
14,20	0,96	-162,83	14,6	1,89	-211,10
15,20	0,97	-163,06	15,6	1,88	-212,03
16,20	0,96	-162,79	16,6	1,89	-211,91
17,20	0,95	-162,86	17,6	1,88	-211,12
18,20	0,94	-162,92	18,6	1,87	-210,77
19,20	0,94	-162,90	19,6	1,86	-211,78
20,20	0,93	-162,13	20,6	1,86	-211,17
21,20	0,93	-162,05	21,6	1,86	-211,37
Průměr	0,95	-162,88	Průměr	1,87	-211,58

Poměr momentů	1,96
Poměr M s tuhostí	1,40
Poměr normálových sil	1,30
Poměr N s tuhostí	0,93
Průměrné deformace	-0,0567 m
Průměr N	0,00 kN/m
Průměrný rozdíl M	2,04 kNm/m
Průměr max M	4,16 kNm/m
Průměr max N	-337,48 kN/m

Poměr momentů	1,97
Poměr M s tuhostí	1,41
Poměr normálových sil	1,30
Poměr N s tuhostí	0,93
Průměrné deformace	-0,0233 m
Průměr N	0,00 kN/m
Průměrný rozdíl M	0,92 kNm/m
Průměr max M	1,87 kNm/m
Průměr max N	-211,58 kN/m

3.8 Porovnání hornin, záběr 1 m s přitížením

