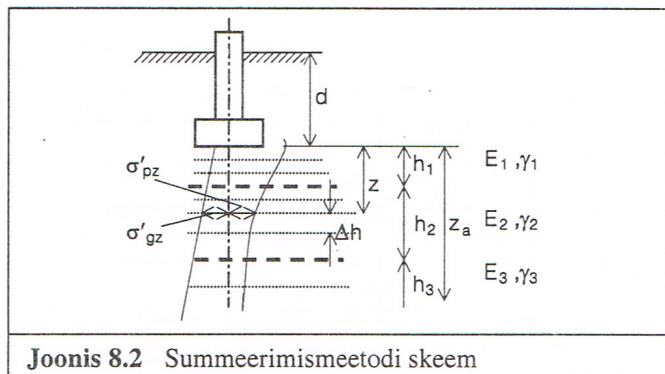


- pinnase deformatsioon sõltub ainult vertikaalsest normaalingest;
 - pinged arvutatakse eeldusel, et vundamendil pole jäikust.
 Summeerimismeetodi eeliseks on universaalsus. Võimalik on arvutada vajumit erineva kokkusurutavusega kihtide puhul ja arvestada naabervundamentide mõju. Seetõttu on summeerimismeetod inseneripraktikas enamkasutatav.

8.2.1 Tavaline summeerimismeetod.

Tavalise summeerimismeetodi puhul arvutatakse pinged pinnases talla keskpunkti all.



Vajumi arvutus toimub järgmiselt.

1. Tegelikud erinevate omadustega pinnasekihid jaotatakse elementaarkihtideks, mille paksus Δh peaks vajaliku summeerimistäpsuse saavutamiseks olema talla laiuse sügavuseni 0,2 – 0,3 B, sügavuse juures B kuni 3B 0,4 – 0,6 B ja sügavamate kihtide korral $\sim B$.

2. Arvutatakse elementaarkihtide eralduspindadel vundamendi koormusest põhjustatud tihendav vertikaalpinge

$$\sigma'_{pz} = \alpha q_t, \quad (8.2)$$

kus

α - rõhujaotustegur, mille suuruse saab lisas 3 toodud tabelist olenevalt vaadeldava punkti suhtelisest sügavusest $m = 2z/B$ ja talla külgede suhtest $n = L/B$,

z - vaadeldava punkti sügavus tallast,

L ja B - vastavalt talla pikkus (suurem mõõt) ja laius,

$q_t = q - d \gamma'_d$ on tihendav pinge,

q - keskmine kogusurve vundamendi talla all arvestades ka vee üleslükke mõju,

d - vundamendi süvis looduslikust maapinnast,

γ'_d - pinnase mahukaal d ulatuses.

σ'_{pz} peaks arvutama nii vaadeldavale vundamendile mõjuvast koormusest kui ka kõigi naabruses olevate vundamentide ja muude koormuste mõjust. Sealhulgas peaks arvestama nii maapinnale täiteks lisatud pinnase kaalu ja eemaldatud pinnase pinget vähendavat mõju (negatiivne koormus keldri või planeerimisel eemaldatud pinnase tõttu). Naabervundamentide mõjul tekkivaid pingeid saab arvutada nurgapunkti meetodil, kuid suure vundamentide hulga korral on see väga töömahukas ja tehakse seepärast tavaliselt vastava programmi abil arvutil.

Pinged tuleb määrata aktiivtsooni z_a sügavuseni. Viimane leitakse kui sügavus, kus vundamendile mõjuva koormuse põhjustatud lisapinge σ'_{pz} on 5 korda väiksem pinnase omakaalu pingest σ'_{gz} . Kui sellest sügavusest allapoole jääb pinnasekihte, mille deformatsioonimoodul on alla 5 MPa, tuleb pingete leidmist jätkata, haarates kogu selliste kihtide ulatuse.

3. Arvutatakse iga kihi deformatsioon

$$s_i = \frac{\sigma'_{pzi} \Delta h_i}{E_i}, \quad (8.3)$$

kus

σ'_{pzi} - keskmine pinge elementaarkihis i ,

Δh_i - kihi i paksus,

E_i - kihi i deformatsioonimoodul.

4. Vajum leitakse elementaarkihtide deformatsioonide summana

$$s = \sum_{i=1}^{i=j} s_i. \quad (8.4)$$

Väliselt on summeerimismeetod samasugune kui meil varem kasutatud SNiP-i meetod. Erinevused on järgmised:

- puudub üldine parandustegur $\beta = 0,8$,
 - deformatsioonimoodul määratakse otseselt kompressiooni-teimiga, s.o. tingimustes, kus puudub pinnase külglaienemise võimalus. Sellisel juhul

$$E = \frac{d\sigma'}{de}. \quad (8.5)$$

Vajumi arvutamisel SNiP-i järgi tuleb E määrata valemiga

$$E = \frac{d\sigma'}{de} \left(1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu} \right). \quad (8.6)$$

Liivpinnase korral ($\nu = 0,3$) on EPN-i ja SNiP-i järgi arvutatud vajumid ligikaudu võrdsed. Savipinnase puhul annab arvutus SNiP-i järgi aga umbes kaks korda suurema vajumi. Eestis tehtud ehitiste vajumismõõtmise tulemused näitavad, et kui vajum on põhjustatud nõrgast savipinnasest, annab arvutus SNiP-i järgi enamasti tegelikust suurema vajumi (Jaanis 1977). Vajumi arvutus summeerimismeetodil on otstarbekas teha tabelina.

Näide 8.3

Arvutada näites 8.1 toodud vundamendi vajum summeerimismeetodiga. Tihendav surve talla all on 419 kN/m². Ruudukujulise talla puhul $n = 1$. Arvutus on esitatud tabelis 8.2.

Tabel 8.2 Vajumi arvutus summeerimismeetodil

m	z (m)	α	σ'_{pz} (kPa)	$0,2 \cdot \sigma'_{gz}$ (kPa)	s (m)
0	0	1	419	4	
0,4	0,5	0,9604	403	5	0,0171
0,8	1,0	0,7997	335	6	0,0154
1,2	1,5	0,6064	254	7	0,0123
1,6	2,0	0,4492	188	8	0,0092
2,0	2,5	0,3361	141	9	0,0069
2,8	3,5	0,2007	84	11	0,0094
3,6	4,5	0,1305	55	13	0,0058
4,5	5,63	0,0871	37	15	0,0043
5,5	6,88	0,0598	25	17	0,0032
6,5	8,13	0,0435	18	19	0,0022

$$\Sigma s = 0,086 \text{ m}$$

Lisa 3

Pingejaotustegur α pinge leidmiseks vundamenditalla keskpunkti all. $n = L/B$, $m = 2z/B$

m	n										m
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	
0,0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0
0,1	0,9993	0,9993	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,1
0,2	0,9943	0,9950	0,9954	0,9958	0,9960	0,9963	0,9965	0,9966	0,9966	0,9967	0,2
0,3	0,9819	0,9840	0,9854	0,9864	0,9872	0,9881	0,9887	0,9890	0,9892	0,9893	0,3
0,4	0,9604	0,9648	0,9678	0,9700	0,9717	0,9737	0,9750	0,9757	0,9762	0,9765	0,4
0,5	0,9299	0,9372	0,9425	0,9463	0,9492	0,9529	0,9551	0,9565	0,9574	0,9579	0,5
0,6	0,8916	0,9022	0,9101	0,9159	0,9202	0,9261	0,9296	0,9318	0,9333	0,9342	0,6
0,7	0,8475	0,8615	0,8720	0,8800	0,8860	0,8944	0,8995	0,9027	0,9049	0,9063	0,7
0,8	0,7997	0,8169	0,8300	0,8401	0,8480	0,8589	0,8658	0,8703	0,8733	0,8753	0,8
0,9	0,7503	0,7701	0,7856	0,7978	0,8074	0,8211	0,8299	0,8356	0,8396	0,8422	0,9
1,0	0,7009	0,7228	0,7403	0,7543	0,7656	0,7819	0,7926	0,7998	0,8047	0,8081	1,0
1,1	0,6526	0,6762	0,6953	0,7109	0,7235	0,7423	0,7549	0,7635	0,7694	0,7737	1,1
1,2	0,6064	0,6310	0,6514	0,6682	0,6821	0,7030	0,7174	0,7274	0,7344	0,7395	1,2
1,3	0,5628	0,5880	0,6092	0,6270	0,6418	0,6646	0,6806	0,6920	0,7001	0,7059	1,3
1,4	0,5220	0,5475	0,5692	0,5876	0,6032	0,6276	0,6450	0,6576	0,6667	0,6734	1,4
1,5	0,4842	0,5096	0,5315	0,5503	0,5664	0,5921	0,6108	0,6244	0,6345	0,6420	1,5
1,6	0,4492	0,4743	0,4962	0,5153	0,5317	0,5583	0,5780	0,5927	0,6037	0,6119	1,6
1,7	0,4171	0,4417	0,4634	0,4825	0,4991	0,5263	0,5469	0,5624	0,5742	0,5832	1,7
1,8	0,3877	0,4117	0,4330	0,4519	0,4686	0,4962	0,5174	0,5337	0,5462	0,5558	1,8
1,9	0,3608	0,3840	0,4049	0,4235	0,4401	0,4679	0,4896	0,5065	0,5195	0,5297	1,9
2,0	0,3361	0,3586	0,3789	0,3972	0,4136	0,4414	0,4634	0,4807	0,4943	0,5050	2,0
2,2	0,2929	0,3138	0,3328	0,3503	0,3661	0,3934	0,4156	0,4335	0,4479	0,4594	2,2
2,4	0,2568	0,2759	0,2937	0,3101	0,3251	0,3516	0,3735	0,3916	0,4065	0,4186	2,4
2,6	0,2264	0,2440	0,2604	0,2757	0,2899	0,3152	0,3366	0,3546	0,3696	0,3821	2,6
2,8	0,2007	0,2168	0,2320	0,2462	0,2595	0,2835	0,3042	0,3218	0,3368	0,3495	2,8
3,0	0,1789	0,1936	0,2076	0,2208	0,2332	0,2559	0,2757	0,2929	0,3076	0,3203	3,0
3,2	0,1603	0,1738	0,1867	0,1989	0,2105	0,2318	0,2507	0,2672	0,2816	0,2942	3,2
3,4	0,1443	0,1567	0,1685	0,1799	0,1907	0,2107	0,2286	0,2445	0,2585	0,2708	3,4
3,6	0,1305	0,1419	0,1528	0,1633	0,1734	0,1921	0,2090	0,2242	0,2378	0,2498	3,6
3,8	0,1185	0,1290	0,1391	0,1488	0,1582	0,1757	0,1917	0,2062	0,2192	0,2309	3,8
4,0	0,1081	0,1177	0,1271	0,1361	0,1448	0,1612	0,1764	0,1901	0,2026	0,2139	4,0
4,5	0,0871	0,0951	0,1028	0,1104	0,1177	0,1317	0,1447	0,1568	0,1680	0,1782	4,5
5,0	0,0716	0,0783	0,0848	0,0911	0,0974	0,1093	0,1206	0,1312	0,1411	0,1503	5,0
5,5	0,0598	0,0655	0,0710	0,0764	0,0817	0,0920	0,1018	0,1111	0,1199	0,1281	5,5
6,0	0,0507	0,0555	0,0603	0,0649	0,0695	0,0784	0,0870	0,0952	0,1030	0,1104	6,0
6,5	0,0435	0,0476	0,0518	0,0558	0,0598	0,0676	0,0751	0,0823	0,0893	0,0959	6,5
7,0	0,0377	0,0413	0,0449	0,0485	0,0520	0,0588	0,0655	0,0719	0,0781	0,0840	7,0
7,5	0,0330	0,0362	0,0393	0,0424	0,0455	0,0516	0,0575	0,0632	0,0688	0,0741	7,5
8,0	0,0291	0,0319	0,0347	0,0375	0,0402	0,0456	0,0509	0,0561	0,0610	0,0659	8,0
8,5	0,0258	0,0284	0,0309	0,0333	0,0358	0,0406	0,0454	0,0500	0,0545	0,0589	8,5
9,0	0,0231	0,0254	0,0276	0,0298	0,0320	0,0364	0,0407	0,0449	0,0489	0,0529	9,0
9,5	0,0208	0,0228	0,0248	0,0268	0,0288	0,0328	0,0367	0,0405	0,0442	0,0478	9,5
10,0	0,0188	0,0206	0,0225	0,0243	0,0261	0,0297	0,0332	0,0367	0,0401	0,0434	10,0
11,0	0,0156	0,0171	0,0186	0,0201	0,0217	0,0247	0,0276	0,0305	0,0334	0,0362	11,0
12,0	0,0131	0,0144	0,0157	0,0170	0,0183	0,0208	0,0233	0,0258	0,0282	0,0306	12,0
13,0	0,0112	0,0123	0,0134	0,0145	0,0156	0,0178	0,0199	0,0221	0,0242	0,0263	13,0
14,0	0,0097	0,0106	0,0116	0,0125	0,0135	0,0154	0,0172	0,0191	0,0209	0,0227	14,0
15,0	0,0084	0,0093	0,0101	0,0109	0,0118	0,0134	0,0150	0,0167	0,0183	0,0199	15,0
16,0	0,0074	0,0081	0,0089	0,0096	0,0103	0,0118	0,0132	0,0147	0,0161	0,0175	16,0
17,0	0,0066	0,0072	0,0079	0,0085	0,0092	0,0105	0,0118	0,0130	0,0143	0,0156	17,0
18,0	0,0059	0,0064	0,0070	0,0076	0,0082	0,0093	0,0105	0,0116	0,0128	0,0139	18,0
19,0	0,0053	0,0058	0,0063	0,0068	0,0074	0,0084	0,0094	0,0105	0,0115	0,0125	19,0
20,0	0,0048	0,0052	0,0057	0,0062	0,0066	0,0076	0,0085	0,0095	0,0104	0,0113	20,0

m	n										m
	2,6	2,8	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	∞	
0,0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0
0,1	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,1
0,2	0,9967	0,9967	0,9967	0,9967	0,9967	0,9968	0,9968	0,9968	0,9968	0,9968	0,2
0,3	0,9894	0,9895	0,9895	0,9896	0,9896	0,9896	0,9897	0,9897	0,9897	0,9897	0,3
0,4	0,9767	0,9768	0,9769	0,9771	0,9772	0,9772	0,9773	0,9773	0,9773	0,9773	0,4
0,5	0,9583	0,9586	0,9588	0,9591	0,9593	0,9594	0,9594	0,9595	0,9595	0,9595	0,5
0,6	0,9349	0,9354	0,9357	0,9362	0,9364	0,9367	0,9367	0,9368	0,9368	0,9368	0,6
0,7	0,9073	0,9080	0,9085	0,9093	0,9097	0,9100	0,9102	0,9102	0,9103	0,9103	0,7
0,8	0,8767	0,8777	0,8784	0,8796	0,8801	0,8806	0,8808	0,8809	0,8810	0,8810	0,8
0,9	0,8441	0,8455	0,8465	0,8480	0,8488	0,8495	0,8498	0,8499	0,8500	0,8500	0,9
1,0	0,8106	0,8123	0,8136	0,8156	0,8167	0,8176	0,8180	0,8182	0,8183	0,8183	1,0
1,1	0,7767	0,7789	0,7805	0,7831	0,7844	0,7857	0,7861	0,7864	0,7865	0,7866	1,1
1,2	0,7431	0,7458	0,7478	0,7510	0,7527	0,7542	0,7548	0,7552	0,7553	0,7554	1,2
1,3	0,7103	0,7134	0,7159	0,7197	0,7217	0,7236	0,7243	0,7248	0,7250	0,7251	1,3
1,4	0,6784	0,6821	0,6849	0,6894	0,6919	0,6942	0,6951	0,6957	0,6958	0,6960	1,4
1,5	0,6476	0,6519	0,6551	0,6604	0,6633	0,6660	0,6671	0,6678	0,6680	0,6681	1,5
1,6	0,6182	0,6229	0,6266	0,6326	0,6359	0,6391	0,6404	0,6413	0,6416	0,6417	1,6
1,7	0,5900	0,5953	0,5994	0,6061	0,6100	0,6137	0,6152	0,6162	0,6165	0,6167	1,7
1,8	0,5632	0,5689	0,5735	0,5810	0,5853	0,5895	0,5913	0,5925	0,5928	0,5931	1,8
1,9	0,5377	0,5439	0,5488	0,5571	0,5620	0,5667	0,5687	0,5701	0,5705	0,5708	1,9
2,0	0,5135	0,5201	0,5254	0,5345	0,5398	0,5451	0,5474	0,5490	0,5495	0,5498	2,0
2,2	0,4687	0,4762	0,4822	0,4927	0,4990	0,5055	0,5083	0,5103	0,5110	0,5114	2,2
2,4	0,4285	0,4366	0,4432	0,4550	0,4623	0,4700	0,4734	0,4760	0,4768	0,4773	2,4
2,6	0,3925	0,4010	0,4082	0,4211	0,4293	0,4382	0,4423	0,4453	0,4463	0,4470	2,6
2,8	0,3601	0,3691	0,3766	0,3905	0,3996	0,4096	0,4143	0,4179	0,4191	0,4200	2,8
3,0	0,3311	0,3402	0,3480	0,3628	0,3726	0,3837	0,3891	0,3933	0,3947	0,3957	3,0
3,2	0,3050	0,3143	0,3223	0,3376	0,3481	0,3602	0,3662	0,3711	0,3727	0,3740	3,2
3,4	0,2815	0,2908	0,2989	0,3147	0,3257	0,3388	0,3455	0,3510	0,3529	0,3543	3,4
3,6	0,2603	0,2696	0,2777	0,2939	0,3053	0,3193	0,3265	0,3327	0,3349	0,3365	3,6
3,8	0,2412	0,2504	0,2585	0,2748	0,2866	0,3013	0,3091	0,3160	0,3184	0,3203	3,8
4,0	0,2240	0,2330	0,2410	0,2574	0,2694	0,2848	0,2932	0,3007	0,3034	0,3056	4,0
4,5	0,1876	0,1961	0,2037	0,2199	0,2322	0,2488	0,2583	0,2674	0,2708	0,2738	4,5
5,0	0,1588	0,1667	0,1739	0,1894	0,2017	0,2189	0,2293	0,2398	0,2440	0,2478	5,0
5,5	0,1359	0,1431	0,1498	0,1644	0,1764	0,1937	0,2048	0,2165	0,2215	0,2261	5,5
6,0	0,1173	0,1239	0,1301	0,1438	0,1552	0,1724	0,1839	0,1966	0,2022	0,2078	6,0
6,5	0,1022	0,1082	0,1138	0,1266	0,1374	0,1543	0,1659	0,1793	0,1856	0,1922	6,5
7,0	0,0897	0,0951	0,1003	0,1121	0,1223	0,1386	0,1503	0,1642	0,1711	0,1786	7,0
7,5	0,0793	0,0842	0,0890	0,0999	0,1095	0,1251	0,1366	0,1509	0,1583	0,1668	7,5
8,0	0,0706	0,0751	0,0794	0,0895	0,0984	0,1133	0,1246	0,1391	0,1469	0,1563	8,0
8,5	0,0631	0,0673	0,0712	0,0805	0,0889	0,1031	0,1140	0,1286	0,1367	0,1470	8,5
9,0	0,0568	0,0606	0,0642	0,0728	0,0807	0,0941	0,1047	0,1192	0,1276	0,1387	9,0
9,5	0,0514	0,0548	0,0582	0,0661	0,0735	0,0861	0,0963	0,1107	0,1193	0,1312	9,5
10,0	0,0467	0,0498	0,0529	0,0603	0,0671	0,0791	0,0889	0,1030	0,1117	0,1244	10,0
11,0	0,0390	0,0417	0,0443	0,0507	0,0566	0,0673	0,0763	0,0898	0,0986	0,1126	11,0
12,0	0,0330	0,0353	0,0376	0,0432	0,0484	0,0579	0,0661	0,0788	0,0875	0,1025	12,0
13,0	0,0283	0,0303	0,0323	0,0372	0,0418	0,0502	0,0577	0,0696	0,0781	0,0939	13,0
14,0	0,0245	0,0263	0,0280	0,0323	0,0364	0,0440	0,0508	0,0619	0,0701	0,0865	14,0
15,0	0,0215	0,0230	0,0246	0,0283	0,0320	0,0388	0,0450	0,0553	0,0632	0,0799	15,0
16,0	0,0189	0,0203	0,0217	0,0250	0,0283	0,0344	0,0401	0,0497	0,0572	0,0741	16,0
17,0	0,0168	0,0180	0,0193	0,0223	0,0252	0,0308	0,0359	0,0448	0,0519	0,0689	17,0
18,0	0,0150	0,0161	0,0172	0,0200	0,0226	0,0277	0,0324	0,0406	0,0474	0,0642	18,0
19,0	0,0135	0,0145	0,0155	0,0180	0,0204	0,0250	0,0293	0,0370	0,0433	0,0600	19,0
20,0	0,0122	0,0131	0,0140	0,0163	0,0184	0,0227	0,0266	0,0338	0,0398	0,0562	20,0