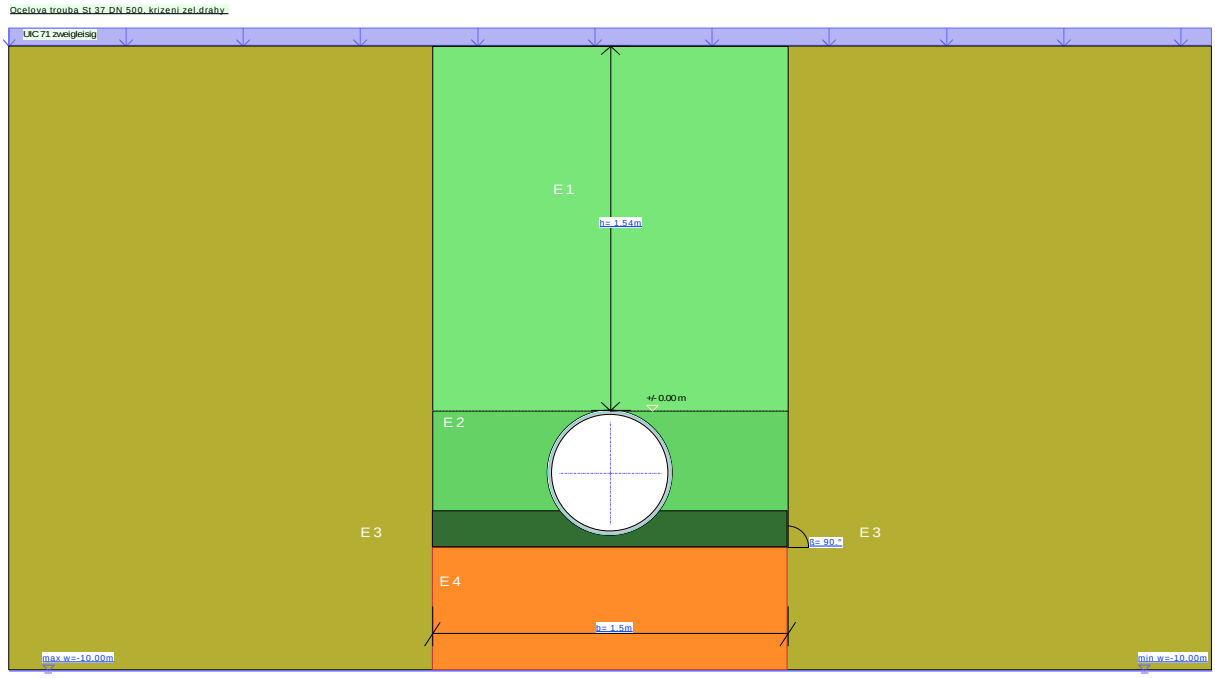
Trouba UP-GF, ohybove poddajna

Zadání: ROHR_UPGF.ror
Datum/Date : 6. 4.2022



STATICKÝ VÝPOČET HLOUBENÝCH POTRUBÍ

---

dle metodiky DWA A127: Směrnice pro statické výpočty odvodňovacích kanálů a drenážních potrubí (statický software RIBgeo ROHR)
Výpočet dle DWA-A 127

Sklolaminátová trouba GRP (UP-GF) SN_5000

Protokol zadání:

Rozměry a parametry trouby:

Jmenovitý průměr	DN 500
Vnější průměr	da = 530.0 mm
Vnitřní průměr	di = 510.0 mm
Tloušťka stěny	t = 10.0 mm

Materiálové parametry:

Spec.tíha materiálu trouby S.tíha.R = 17.500 kN/m3
Kruhová tuhost So krátkodobá (trouba GRP)= 5000 N/m2
Kruhová tuhost So dlouhodobá (trouba GRP)= 2500 N/m2
rel.lomová deformace krátkodobá (trouba GRP)= 20 o/o
rel.lomová deformace dlouhodobá (trouba GRP)= 12 o/o
Součinitel dílčí bezpečnosti odolnosti
prvku příčně k ose trouby gam.R,rad = 1.48

Ukládání:

Tyto trouby jsou spočteny pro ukládání dle DIN EN 1610 a ATV-DVWK-A 139:

- Lože typu 1, resp. 3 v písku/štěrkopísku, resp. na rostlé zemině dle DIN EN 1610, obr. 3 nebo 5, resp. ATV-DVWK-A 139, obr. 5
  Středový úhel 2*Alpha = 120 °
- Podmínka uložení B2:
  Svislé pažení uvnitř zóny potrubí fošnami nebo

```
  tenkostěnné těsnící profily, které se vytahují až po zásypu,
  nebo pažící desky nebo boxy za předpokladu,
  že je po vytažení pažící konstrukce provedeno zhutnění zeminy.
  (Fošny nebo tenkostěnné těsnící profily se nezarážejí
  do zeminy až pod dno trouby)
  Zaplavení lože (není dle DIN EN 1610 přípustné!)
- Podmínka zásypu A2:
  Svislé paženi výkopu rýhy fošnami nebo tenkostěnnými
  těsnícími profily, které se vytahují až po zásypu, nebo
  pažící desky nebo boxy, které se po zásypu rýhy
  postupně vytahují, nebo nezhutněný zásyp rýhy.
- Výpočet šířky rýhy              b  =    1.6 m
  Úhel svahu                   Beta =     90 °
```

Trouba UP-GF, ohybove poddajna

ZOHLEDNIT VÝMĚNU ZEMINY

Statický výpočet předpokládá výměnu zeminy v celé zóně potrubí.
Tato zahrnuje (A127, obr. 1):
celou šířku a výšku rýhy až po 0.3 m nad vrcholem trouby,
nebo v rozevřené rýze nebo násypu pak průměrnou šířku = 2.12 m.
Jako materiál výměny zeminy se použije nesoudržná zemina skupiny G1
Ukládat po vrstvách a zhutnit na minimálně 95% Proctorovi hutnosti.
Výměna zeminy ztrácí na účinnosti, pokud se zemina bočního obsypu
zóny potrubí uloží jen volně nebo je měkká
a pokud se nad zónou potrubí uloží namísto požadované zeminy
zemmina s menším podílem soudržnosti.

Předpoklady zatížení:

Výška nadloží	h	=	3.00 m
Relativní vyložení	a	=	1.00
Dopravní zatížení:			LM1 Lastmodell
Maximální vodní hladina max hw		=	1.22 m nad vrchol trouby
tj. podzemní voda v libovolné výšce			
Minimální vodní hladina pod dnem trouby			
Vliv podzemní vody zohledněn jen součinitelem f2!			

Parametry zemin:

Zóny zemin	Zóna 1 Hlavní zásyp	Zóna 2 Zóna potrubí	Zóna 3 Rostlá zemina	Zóna 4 Pod troubou
Podmínky ukládání	A2	B2		
Parametry zemin	G3	G1	G3	
Proctor.hutnost	Dpr = 90 %	Dpr = 92 %	Dpr = 90 %	
Deformační modul	E1 = 3.0	E2 = 9.0	E3 = 2.0	E4 = 30.0
Úhel tření	Phi' = 25.0		Phi'= 25.0	
Sec.tíha	Gamma = 20.0			
při vztlaku	Gamma'= 10.0			

Význam skupin zemin (viz kapitola 3.1):
Skupina G1: nesoudržné písky a štěrky, zhutnit na Dpr 95%
Skupina G2: mírně soudržné písky a štěrky, zhutnit na Dpr 95%
Skupina G3: soudržné smíšené zeminy a slíny, zhutnit na Dpr 92%
Skupina G4: soudržné zeminy (jíl a hlinitá půda), zhutnit na Dpr 92%

Trouba UP-GF, ohybove poddajna

Výsledky výpočtu:

Zóny zemin	Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4
Poměr tlak zeminy	K1 = 0.500	K2 = 0.400		
Mezní hodnota	E2	E2 = 9.0		
Souč. dotvar.	f1	f1 = 1.0		
Faktor	f2	f2 = 0.850		
Faktor	Alpha.B	alp.B= 0.782		
efektivní	E E1 = 3.0	E2 = 6.0	E3 = 3.0	E4 = 30.0
efektivní	Phi' phi'= 25.0			
efektivní	Delta del = 8.3			

Pro únosnost trub se předpokládá, že stěny výkopu rýhy se trvale zachovají a nebudou (např. sousedním výkopem) porušeny.

Efektivní relativní vyložení	a' = a*E1/E2	=	0.501
Redukční součinitel zatížení rýhy	kappa	=	0.874
Reduk. součinitel plošného zatížení	kappa.0	=	1.000

Tuhost trouby	SR	=	0.040 N/mm2
	zeta	=	0.808
Vodorovná tuhost lože	SBh	=	2.90 N/mm2
Svislá tuhost lože	SBv	=	5.98 N/mm2
Tuhost systému trouba/zemina	VRB	=	0.014
	K*	=	1.119
	cv*	=	-0.018
Poměr tuhostí	VS	=	0.38

Koncentrační součinitele	max.lambda	=	1.307
	lambda.R	=	0.747
	lambda.RG	=	0.830
	lambda.B	=	1.084

Zatížení:

Zatížení zeminou:					
- v zemině nad troubou			pE =	52.5	kN/m2
- svisle	lambda.RG *	pE =	ev =	43.5	kN/m2
- vodorovně		qh =	eh =	24.9	kN/m2
- Tlak reakce z lože	(ev - eh) *	K* =	eh* =	20.9	kN/m2
Dopravní zatížení:					
- dopravní zatížení			p =	23.0	kN/m2
- dynamický součinitel			phi =	1.20	
- staticky účinný			pV =	27.6	kN/m2
- staticky účinný			pH =	5.1	kN/m2
- Tlak reakce z lože	(pV-pH) *	K* =	ph* =	25.2	kN/m2

Trouba UP-GF, ohybove poddajna

Maximální celkové zatížení qv = 71.1 kN/m2
qh = 30.0 kN/m2
qh* = 50.6 kN/m2

Řez	Opěra	Vrchol	Dno
Průřezové charakteristiky:			
Plocha v cm2/m :	100.000	100.000	100.000
Ohybový modul v cm3/m :	16.667	16.667	16.667
Korekční souč. vni.alpha.K =	1.013	1.013	1.013
Korekční souč. vně.alpha.K =	0.987	0.987	0.987
Vnitřní účinky dle kap. 9.1 (poč. vnitřní účinky dle tab. T3)			
Momenty (kNm/m):			
M.g (vlastní tíha) :	-0.005	0.005	0.006
M.w (zaplnění/podzemní voda) :	-0.039	0.033	0.046
M.ev (zatížení zemina svisle) :	-0.780	0.768	0.809
M.eh (zatížení zemina vodorovně):	0.420	-0.420	-0.420
M.eh*(reakce zemního lože) :	0.294	-0.256	-0.256
M.pV (svislé dopravní zatížení) :	-0.494	0.486	0.513
M.pH (vodorov.dopravní zatížení):	0.086	-0.086	-0.086
M.ph*(reakce lože na doprav.zať):	0.354	-0.308	-0.308
Součet M (celkové zatížení) =	-0.164	0.223	0.304
M.Gk (součet stálých zatížení) =	-0.110	0.130	0.185
M.Qk (součet proměnných zať.) =	-0.054	0.092	0.119
M.Gd = gamma.G*M.Gk = 1.35*M.Gk =	-0.148	0.176	0.250
M.Qd = gamma.Q*M.Qk = 1.35*M.Qk =	-0.073	0.125	0.160
M.Ed = M.Gd + M.Qd =	-0.221	0.300	0.410
Normálové síly (kN/m):			
N.g (vlastní tíha) :	-0.071	0.011	-0.011
N.w (zaplnění/podzemní voda) :	0.145	0.423	0.929
N.ev (zatížení zemina svisle) :	-11.322	0.306	-0.306
N.eh (zatížení zemina vodorovně):	0.000	-6.469	-6.469
N.eh*(reakce zemního lože) :	0.000	-3.135	-3.135
N.pV (svislé dopravní zatížení) :	-7.169	0.194	-0.194
N.pH (vodorov.dopravní zatížení):	0.000	-1.326	-1.326
N.ph*(reakce lože na doprav.zať):	0.000	-3.774	-3.774
Součet N (celkové zatížení) =	-18.417	-13.770	-14.284
N.Gk (součet stálých zatížení) =	-11.248	-8.864	-8.991
N.Qk (součet proměnných zať.) =	-7.169	-4.907	-5.294
N.Gd = gamma.G*N.Gk = 1.35*N.Gk =	-15.184	-11.966	-12.137
N.Qd = gamma.Q*N.Qk = 1.35*N.Qk =	-9.678	-6.624	-7.146
N.Ed = N.Gd + N.Qd =	-24.862	-18.590	-19.284

Trouba UP-GF, ohybove poddajna

Posudek přetvoření dle kapitoly 9.3 a 11.2 v o/oo

Řez		Opěra	Vrchol	Dno
eps v krajním vlákně	vnitřní	-1.9	1.9	2.7
příslušející stáv.sigma	vnitřní	-15.9	16.4	23.0
eps v krajním vlákně	vnější	1.3	-2.3	-3.1
příslušející stáv. sigma	vnější	10.6	-19.7	-26.2
dov. přetvoření eps pro GRP		11.12	11.12	11.12
Součinitele bezpečnosti:				
stávající gama	vnitřní =	5.90	5.72	4.08
stávající gama	vnější =	8.85	4.77	3.58
nutné gama	=	1.00	1.00	1.00

Výpočet krátkodobých deformací:

Středový úhel	2 * Alpha'=	120	°
Efektivní deformační modul	E2 =	6.0	N/mm2
Efektivní poměr tlaku zeminy	K2 =	0.400	
Efektivní relativní vyložení a' =	a*E1/E2 =	0.501	
Redukční součinitel zatížení rýhy	kappa =	0.874	
Reduk. součinitel plošného zatížení	kappa.0 =	1.000	
Tuhost trouby	SR =	0.040	N/mm2
	zeta =	0.808	
Vodorovná tuhost lože	SBh =	2.90	N/mm2
Svislá tuhost lože	SBv =	5.98	N/mm2
Tuhost systému trouba/zemina	VRB =	0.014	
	K* =	1.119	
	cv* =	-0.018	
Poměr tuhostí	VS =	0.38	
Koncentrační součinitele	max.lambda =	1.307	
	lambda.R =	0.747	
	lambda.RG =	0.830	
	lambda.B =	1.084	

Zatížení:

Zatížení zeminou:				
- v zemině nad troubou	pE =	52.5	kN/m2	
- svisle	lambda.RG * pE =	ev =	43.5	kN/m2
- vodorovně	qh =	eh =	24.9	kN/m2
- Tlak reakce z lože	(ev - eh) * K* =	eh* =	20.9	kN/m2
Dopravní zatížení:				
- dopravní zatížení	p =	23.0	kN/m2	
- dynamický součinitel	phi =	1.20		
- staticky účinný	pV =	27.6	kN/m2	
- staticky účinný	pH =	5.1	kN/m2	
- Tlak reakce z lože	(pV-pH) * K* =	ph* =	25.2	kN/m2

Trouba UP-GF, ohybove poddajna

Maximální celkové zatížení

qv	=	71.1 kN/m2
qh	=	30.0 kN/m2
qh*	=	50.6 kN/m2

Krátkodobá deformace trouby (bez dopravního zatížení):

Krátkodobý modul pružnosti E-trouba	=	8436.5 N/mm2
Průhyb trouby - delta-d	=	6.2 mm
při stálých zatíženích delta-d	=	1.2 %

Výpočet dlouhodobých deformací:

Efektivní deformační modul E2	=	6.0 N/mm2
Efektivní poměr tlaku zeminy K2	=	0.400
Efektivní relativní vyložení a' = a*E1/E2	=	0.501
Redukční součinitel zatížení rýhy kappa	=	0.874
Reduk. součinitel plošného zatížení kappa.0	=	1.000
Tuhost trouby SR	=	0.027 N/mm2
zeta	=	0.808
Vodorovná tuhost lože SBh	=	2.90 N/mm2
Svislá tuhost lože SBv	=	5.98 N/mm2
Tuhost systému trouba/zemina VRB	=	0.009
K*	=	1.187
cv*	=	-0.013
Poměr tuhostí VS	=	0.34
Koncentrační součinitele max.lambda	=	1.307
lambda.R	=	0.724
lambda.RG	=	0.814
lambda.B	=	1.092

Zatížení:

Zatížení zeminou:				
- v zemině nad troubou		pE	=	52.5 kN/m2
- svisle	lambda.RG * pE	ev	=	42.7 kN/m2
- vodorovně	qh	eh	=	25.0 kN/m2
- Tlak reakce z lože	(ev - eh) * K*	eh*	=	21.0 kN/m2
Dopravní zatížení:				
- dopravní zatížení		p	=	23.0 kN/m2
- dynamický součinitel		phi	=	1.20
- staticky účinný		pV	=	27.6 kN/m2
- staticky účinný		pH	=	5.1 kN/m2
- Tlak reakce z lože	(pV-pH) * K*	ph*	=	26.7 kN/m2

Maximální celkové zatížení

qv	=	70.3 kN/m2
qh	=	30.1 kN/m2
qh*	=	52.5 kN/m2

Trouba UP-GF, ohybove poddajna

Řez		Opěra	Vrchol	Dno
Průřezové charakteristiky:				
Plocha v cm2/m :		100.000	100.000	100.000
Ohybový modul v cm3/m :		16.667	16.667	16.667
Korekční souč. vni.alpha.K =		1.013	1.013	1.013
Korekční souč. vně.alpha.K =		0.987	0.987	0.987
Vnitřní účinky dle kap. 9.1 (poč. vnitřní účinky dle tab. T3)				
Momenty (kNm/m):				
M.g (vlastní tíha)	:	-0.005	0.005	0.006
M.w (zaplnění/podzemní voda)	:	-0.039	0.033	0.046
M.ev (zatížení zemina svisle)	:	-0.765	0.753	0.794
M.eh (zatížení zemina vodorovně)	:	0.423	-0.423	-0.423
M.eh* (reakce zemního lože)	:	0.295	-0.256	-0.256
M.pV (svislé dopravní zatížení)	:	-0.494	0.486	0.513
M.pH (vodorov.dopravní zatížení)	:	0.086	-0.086	-0.086
M.ph* (reakce lože na doprav.zať)	:	0.375	-0.326	-0.326
Součet M (celkové zatížení)	=	-0.124	0.186	0.266
M.Gk (součet stálých zatížení)	=	-0.091	0.112	0.166
M.Qk (součet proměnných zať.)	=	-0.033	0.074	0.100
M.Gd = gamma.G*M.Gk = 1.35*M.Gk	=	-0.123	0.151	0.224
M.Qd = gamma.Q*M.Qk = 1.35*M.Qk	=	-0.044	0.100	0.135
M.Ed = M.Gd + M.Qd	=	-0.167	0.251	0.359
Normálové síly (kN/m):				
N.g (vlastní tíha)	:	-0.071	0.011	-0.011
N.w (zaplnění/podzemní voda)	:	0.145	0.423	0.929
N.ev (zatížení zemina svisle)	:	-11.104	0.300	-0.300
N.eh (zatížení zemina vodorovně)	:	0.000	-6.512	-6.512
N.eh* (reakce zemního lože)	:	0.000	-3.145	-3.145
N.pV (svislé dopravní zatížení)	:	-7.169	0.194	-0.194
N.pH (vodorov.dopravní zatížení)	:	0.000	-1.326	-1.326
N.ph* (reakce lože na doprav.zať)	:	0.000	-4.001	-4.001
Součet N (celkové zatížení)	=	-18.199	-14.057	-14.559
N.Gk (součet stálých zatížení)	=	-11.030	-8.923	-9.038
N.Qk (součet proměnných zať.)	=	-7.169	-5.134	-5.521
N.Gd = gamma.G*N.Gk = 1.35*N.Gk	=	-14.890	-12.046	-12.201
N.Qd = gamma.Q*N.Qk = 1.35*N.Qk	=	-9.678	-6.931	-7.453
N.Ed = N.Gd + N.Qd	=	-24.568	-18.976	-19.655

Trouba UP-GF, ohybove poddajna

Posudek přetvoření dle kapitoly 9.3 a 11.2 v o/oo

Řez		Opěra	Vrchol	Dno
eps v krajním vlákně	vnitřní	-1.6	1.7	2.6
příslušející stáv.sigma	vnitřní	-9.3	9.9	14.7
eps v krajním vlákně	vnější	1.0	-2.2	-3.0
příslušející stáv. sigma	vnější	5.5	-12.4	-17.2
dov. přetvoření eps pro GRP		8.21	8.21	8.21
Součinitele bezpečnosti:				
stávající gama	vnitřní =	4.99	4.71	3.16
stávající gama	vnější =	8.46	3.75	2.70
nutné gama	=	1.00	1.00	1.00

Dlouhodobá deformace trouby (vč.dopravního zatížení):
Dlouhodobý modul pružnosti E-dotvar = 5671. N/mm2
průhyb trouby - delta-d = 7.9 mm
při maximálním zatížení delta-d = 1.5 %
Dovolený průhyb dov. delta = 6.0 %

Posudek stability dle kapitoly 9.5 (bezpečnost vyboulení):

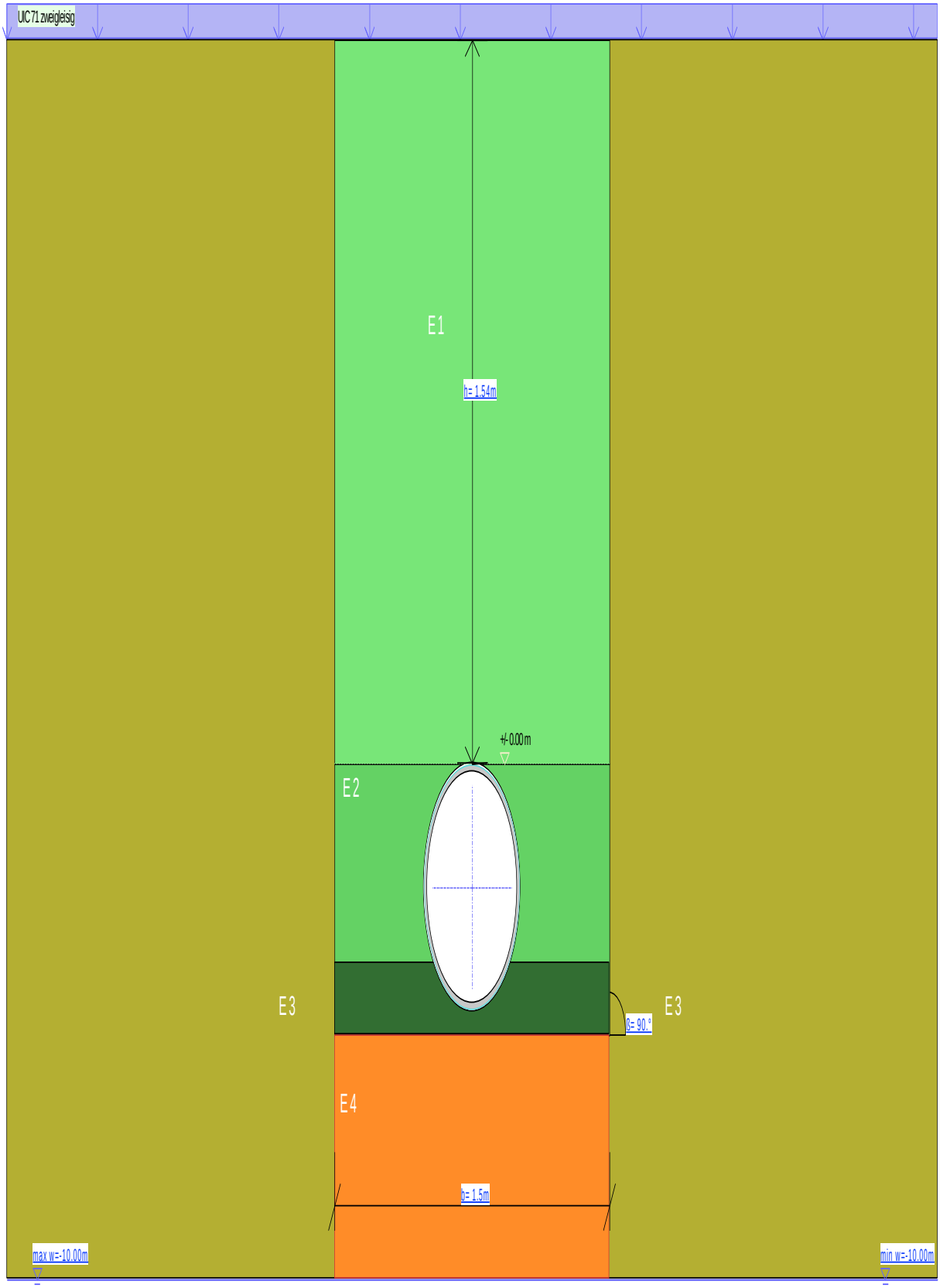
Součinitel průrazu (diagram D10)	alpha-D =	11.97742	
Redukční součinitel (diagram D11)	kappa-ný2 =	0.869	
Redukční součinitel (diagram D12)	kappa-a2 =	0.833	
Redukční součinitel (diagram D13)	kappa-a1 =	0.818	
Redukční součinitel kappa-a=kappa-a1*kappa-a2	=	0.682	
Vážená tuhost trouby So-příčně (dlouhodobá)	=	3.361	kN/m2
Výpočtová tuhost trouby So (dlouhodobá)	=	2.500	kN/m2
Krit. boulící napětí - tlak zeminy	krit.qv =	485.1	kN/m2
Krit. boulící napětí - tlak vody	krit.pw =	163.3	kN/m2
Celkové zatížení (při max. vodě)	rozhod.qv =	61.6	kN/m2
Tlak ve výšce dna	stáv.pe =	17.5	kN/m2

Stávající bezpečnost vyboulení	stáv.gama =	4.3
Nutná bezpečnost vyboulení	nut.gama =	2.5

Průhyb Delta-D = 2.0 %
Bezpečnost vyboulení gama-B = 4.3

Trouba UP-GF, ohybove poddajna

Posudek bezpečnosti vyplavení (přibližně):

```
Bezpečnost vyplavení při stavu podzemní vody po horní hranu zásypu je zaručena,
zásypem s minimální výškou h.nadloží  =  0.40 m
Vztlak prázdné trouby                A =  2.21 kN/m
Vlastní tíha trouby                  G =  0.29 kN/m
   s výpočtovým materiálem    ( 17.50 kN/m3)
Tíha zásypu                          Ü =  2.14 kN/m
   s tíhou zeminy při vztlaku ( 10.00 kN/m3)
Bezpečnost proti vyplavení eta=(G+Ü)/A =  1.10
------------------------------------------------------------------------
Program ROHR: Ende der Berechnung von ROHR_UPGF.ror
------------------------------------------------------------------------
```

Ocelova trouba St 37 DN 500, krizeni zel.drahy