

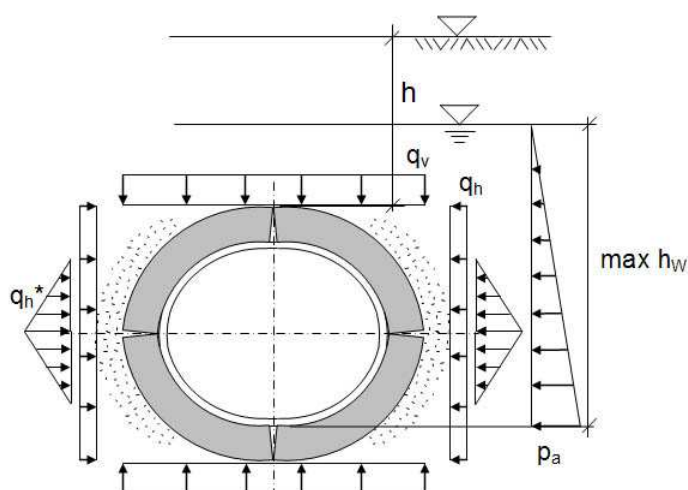
Obliczenia statyczne rekawów według instrukcji roboczej DWA-A 143-2:2015 Program LinerB, wersja 8.10

Projekt: Beispiel
Sektor: 1
Data: 31.03.2020

Stara rura, material: Zeliwo
przekrój kołowy, srednica nominalna DN 200
Stan starej rury III

Material rekawa: Synteza wlokno laminat - Grubosc scianki: $t_L = 4,2$ mm

System (schemat ideowy) i obciazenie:



Warunkiem poprawności analizy statycznej jest dokładna analiza stanu starej rury oraz zgodność wprowadzonych danych z listą kontrolną według DWA-A 143-2, Aneks G. Ponadto, właściwości materialu i grubości ścianek uzyskane po utwardzeniu rekawa muszą zostać sprawdzone.

Warszawa, 31.03.2020

Obliczenia statyczne rekawów według instr. roboczej DWA-A 143-2:2015

*** Dane wprowadzane

* Stara rura - Kolo, Material rury: Zeliwo

Srednica nominalna	DN	=	200	mm
Srednica wewnetrzna	di	=	200,00	mm
Grubosc scianki	t	=	10,0	mm
Mimosrodowosc przegubu (Table 14)	eG/t	=	0,35	
Modul sprzystosci podluznej	ER	=	10000	N/mm2
Wytrzymałosc na sciskanie/rozciąganie przy zginaniu	$\beta R/\beta bZ$	=	200,0/200,0	N/mm2
Stan starej rury	AZ	=	III	

* Rekaw - Kolo

Material: Synteza wloknio laminat				
Promien (zewnetrzny)	raL	=	100,0	mm
Grubosc scianki (bez prelinera itp.)	tL	=	4,20	mm
Długookresowy modul sprzystosci podluznej, wartosc charakterystyczna	EL,k	=	1300	N/mm2
wartosc obliczeniowa (korzystny: czesciowy współczynnik bezpieczenstwa 1,0)	EL,d	=	1300	N/mm2
Współczynnik Poissona	μ	=	0,35	
Długookresowa wytrzymałosc na rozciąganie przy zginaniu, wartosc charakterystyczna	$\sigma_{bz,k}$	=	18,0	N/mm2
wartosc obliczeniowa	$\sigma_{bz,d}$	=	13,3	N/mm2
Długookresowa wytrzymałosc na sciskanie, wartosc charakterystyczna	$\sigma_{D,k}$	=	25,0	N/mm2
wartosc obliczeniowa	$\sigma_{D,d}$	=	18,5	N/mm2
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, niekorzystny	γ_M	=	1,35	
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, korzystny	γ_M	=	1,00	

* Warunki montazu, gruntu

Odkształcenie starej rury jako pierscienia				
czteroprzegubowego (owalizacja)	$\omega_{GR,v}$	=	3,00	%
Modul odkształcenia gruntu	E2	=	8,00	N/mm2
Współczynnik parcia gruntu	K2	=	0,20	

* Oddziaływania

Obciazenie ruchome	SLW	=	30	
Wysokosc przykrycia nad wierzchołkiem rury	h	=	1,50	m
Współczynnik koncentracji obciazenia wierzchołkowego	λ_R	=	0,75	
Ciezar właściwy starej rury	γ_R	=	70,50	kN/m3
Woda gruntowa nad dnem	hW,So	=	0,00	m
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa dla staly/zmienny obciazenie	$\gamma_{F,G} / \gamma_{F,Q}$	=	1,35 / 1,50	

* Wartosci wprowadzane obliczone

Rekaw, promien sredni	rL	=	97,9	mm
Sztynnosc rekawa (obliczane dla rL)	SRL	=	8,55E-03	N/mm2
Stosunek r/t	rL/tL	=	23,3	
Odkształcenie czteroprzegubowe rekawa	wGR,v	=	2,9	mm
pozioma sztywnosc podloza	SBh	=	6,4	N/mm2
pionowe naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 1-4)	pT,k	=	21,9	kN/m2
poziome naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 5)	pTh,k	=	5,5	kN/m2
pionowe naprezenie gruntu na starej rurze ($0,75 \cdot pE,d + pT,d$)	qv,d	=	63,3	kN/m2
poziome naprezenie gruntu na starej rurze	qh,d	=	14,9	kN/m2
Wielkosc szczeliny (szczelina pierscieniowa)	ws	=	0,0	mm
Geometria starej rury	B/H	=	206/194	mm

*** Wyniki posrednie

Uwaga:

Die Bettungssteifigkeit des Liners im Altrohr wurde zur Iterationsverbesserung verringert:

VRB' = 1,00E-02 (statt: 1,00E-06)

Damit sind u.U. geringere Linerbelastungen möglich.

* Iteracja

(Wartosc obliczeniowa według $\gamma_F = 1,50$)
 maks. odkształcenie [cm]:

it	4	0,1777	it	8	0,1849
it	5	0,1826	it	9	0,1856
it	6	0,1834	it	10	0,1859
it	7	0,1844	it	11	0,1860

Sily tnące (prawa polowa profilu) według teorii II. rzędu

(Wszystkie sily wewnętrzne, w odniesieniu do 1 cm dlugosci rury.)

wierzcholek = belka 1a, podpora = belka 19a, dno = 36e

Belka	Na,d [N]	Va,d [N]	Ma,d [Ncm]	Belka	Na,d [N]	Va,d [N]	Ma,d [Ncm]
1	-3,73	-2,92	10,19	2	-3,98	-2,59	7,63
3	-4,20	-2,24	5,38	4	-4,39	-1,87	3,42
5	-4,54	-1,48	1,75	6	-4,66	-1,09	0,40
7	-4,75	-0,68	-0,61	8	-4,79	-0,27	-1,28
9	-4,81	0,15	-1,58	10	-4,78	0,56	-1,53
11	-4,72	0,98	-1,12	12	-4,69	0,02	-0,35
13	-4,68	0,43	-0,39	14	-4,75	-1,80	-0,09
15	-4,91	-1,78	-1,68	16	-5,05	-1,35	-3,26
17	-5,16	-0,90	-4,46	18	-5,22	-0,48	-5,25
19	-5,23	0,51	-5,65	20	-5,18	0,93	-5,23
21	-5,08	1,38	-4,40	22	-4,94	1,82	-3,17
23	-4,78	1,77	-1,56	24	-4,72	-0,38	0,01
25	-4,73	0,04	-0,25	26	-4,77	-0,83	-0,15
27	-4,83	-0,69	-0,80	28	-4,88	-0,26	-1,32
29	-4,88	0,17	-1,47	30	-4,84	0,60	-1,25
31	-4,77	1,02	-0,65	32	-4,66	1,44	0,30
33	-4,51	1,84	1,61	34	-4,33	2,23	3,25
35	-4,11	2,60	5,21	36	-3,86	2,96	7,47
Belka	Ne,d [N]	Ve,d [N]	Me,d [Ncm]				
36	-3,86	2,96	10,06				

* Istotne projektowane sily wewnętrzne

	Wierzcholek	podpora	dno
ΣN_d	-3,73	-5,22	-3,86 N/cm
ΣM_d	10,19	-5,65	10,06 Ncm/cm

*** Wyniki

* Obliczenia naprezen rekawa

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-0,373	-0,522	-0,386	N/mm
Moment Md	10,188	-5,647	10,061	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	3,426	-2,073	3,379	N/mm ²
$\sigma_{a,d}$	-3,505	1,769	-3,465	N/mm ²
Obliczenia naprezen pozytywny (≤ 1)	0,257	0,133	0,253	
Obliczenia naprezen negatywny (≤ 1)	0,189	0,112	0,187	

* Obliczenia naprezen w starym przewodzie rurowym (AZ III)

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-4,914	-7,882	-5,068	N/mm
Moment Md	0,000	-20,780	0,001	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	0,000	-2,956	0,000	N/mm ²
$\sigma_{a,d}$	-1,843	0,000	-1,900	N/mm ²
Obliczenia naprezen pozytywny (≤ 1)	-	-	-	
Obliczenia naprezen negatywny (≤ 1)	0,014	0,022	0,014	

* Graniczne naprezenie w gruncie

Poziome naprezenie calkowite	qh+qh*	109,9	kN/m ²
Pasywne, poziome parcie gruntu	> 0,75*Kpgh*qv	80,3	kN/m ²
-> Plastyczna strefa gruntu w podporze ca	ϕ_{pl}	10°	

* Obliczenia odkształcen (gamF = gamM = 1,0)

a) Wstepne odkształcenie miejscowe pozbawione naprezen	wv	0,00	mm
Wstepne odkształcenie pierscienia przegubu	wGR,v	2,94	mm
b) Odkształcenie sprężyste (+ do wewnatrz)			
według teorii II. rzędu w wierzchołku	wo	0,68	mm
w dnie	wu	-0,55	mm
odniesione do DN/2	$\delta_{v,el}$	0,85	%
dop. sprężyste odkształcenie (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta_{v,el}$	6	%
c) Odkształcenie calkowite	w	4,60	mm
odniesione do DN/2	δ_v	3,85	%
Wartosc orientacyjna (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. δ_v	10	%

* Obliczenia statecznosci

Parcie wody gruntowej nad dnem rekawa (wartosc obliczeniowa)	pa,d	0,00	kN/m ²
Krytyczny parcie wody	krit pa,d	167,61	kN/m ²
Pionowe naprezenie gruntu na starej rurze	qv,d	85,44	kN/m ²
Krytyczny własny stary przewód rurowy - grunt (bez rekaw), Aneks F	krit qv,d	190,57	kN/m ²
Obliczenia stary przewód rurowy - grunt: qv,d / krit qv,d (≤ 1)	Obliczenia	0,33	

Wskazówka: Wielkosci przekroju z obciazen gamma i zwiazanych z nimi naprezen sa obliczane w systemie z odkształceniami wstepnymi, zbliżonymi do kształtu wyboczenia, nie liniowymi.

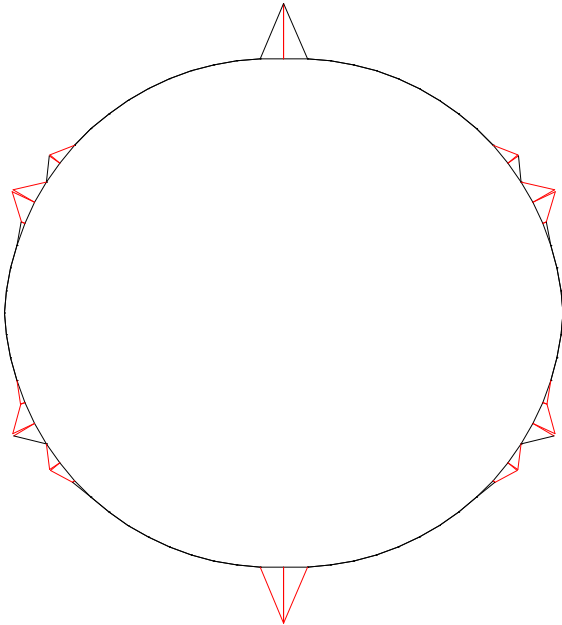
W ten sposób potwierdza sie również statecznosc.

Nalezy jeszcze przeprowadzic dalsze obliczenie dla stanu II starej rury przy istniejacym parciu wody gruntowej lub przy wartosci minimalnej według DWA-A 143-2 ($hW,k = 1,5$ m lub $Da + 0,1$ m).

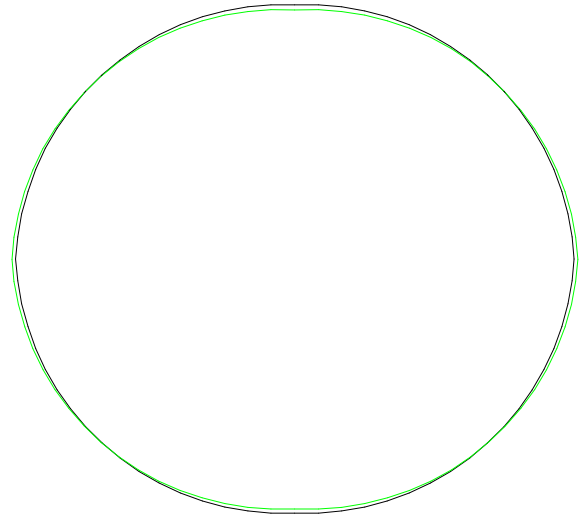
* Wskazówka

Obliczenia wazne sa tylko dla parametrów danych wprowadzonych wg strony *** Wprowadzenie
 Przy odchyleniach od tych parametrów nalezy dokonac uzupełnien w obliczeniach.

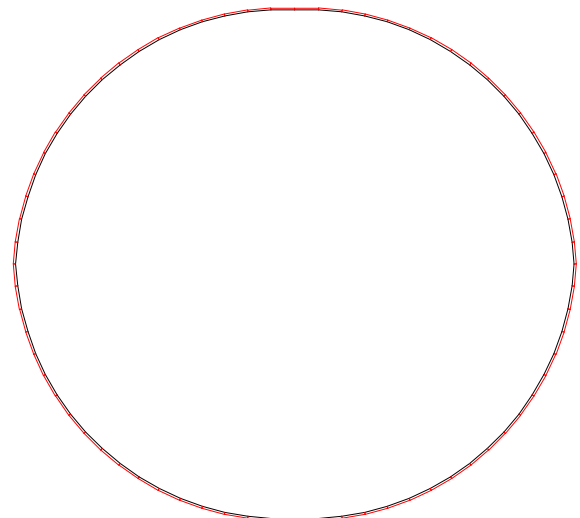
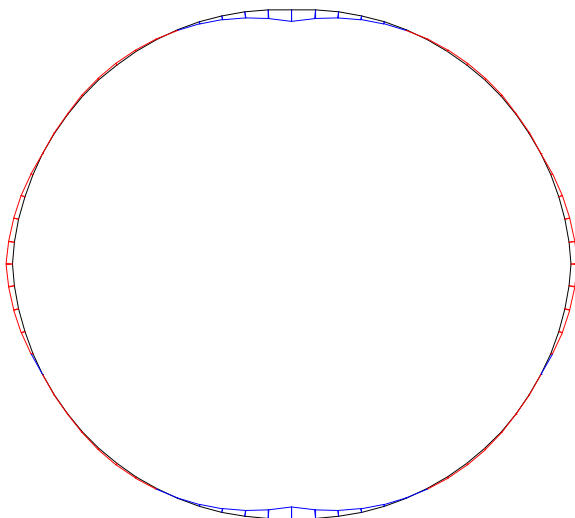
Rekaw



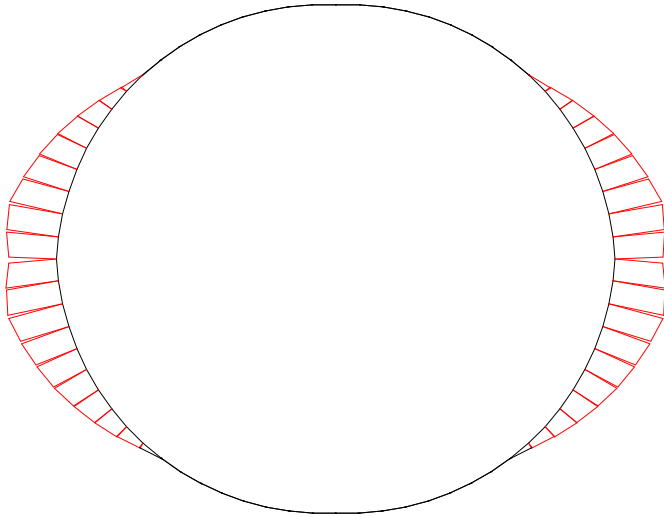
sily kontaktu, maks $|K|$ = 5.909 N/cm
M-liniowy, maks $|M|$ = 30.714 Ncm/cm
(z wartosc obliczeniowa)



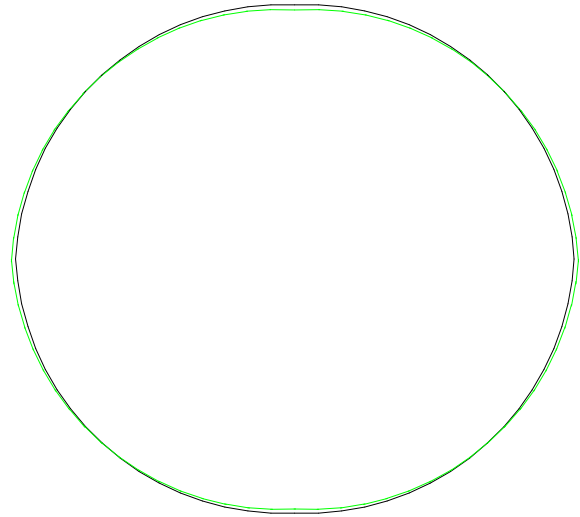
odkształcenie, maks $|d|$ = .186 cm (nie pow.)
N-liniowy, maks $|N|$ = 78.57 N/cm
(z wartosc obliczeniowa)



Stara rura



rodzaje starej rury, $\text{maks}|q_h^*| = 7.151 \text{ N/cm}$
M-liniowy, $\text{maks}|M| = 557 \text{ Ncm/cm}$
(z wartosc obliczeniowa)



odkształcenie, $\text{maks}|d| = .186 \text{ cm}$ (nie pow.)
N-liniowy, $\text{maks}|N| = 78.57 \text{ N/cm}$
(z wartosc obliczeniowa)

