

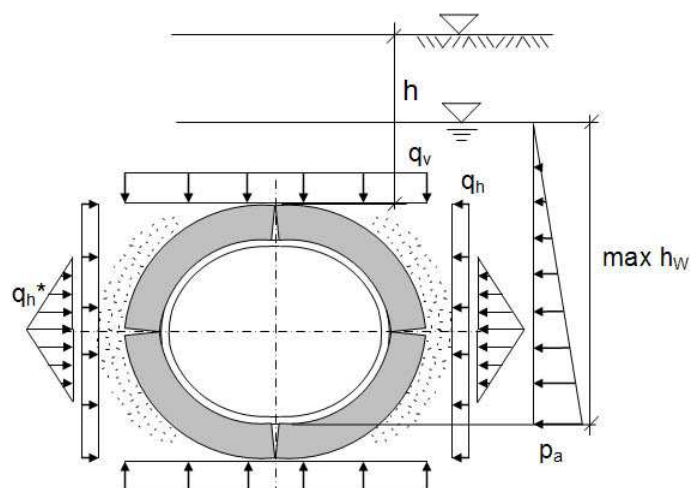
# Obliczenia statyczne rekawów według instrukcji roboczej DWA-A 143-2:2015 Program LinerB, wersja 8.10

Projekt: Beispiel  
Sektor: 1  
Data: 31.03.2020

Stara rura, material: Beton  
przekrój kołowy, średnica nominalna DN 200  
Stan starej rury III

Material rekawa: Synteza włókno laminat - Grubość ścianki:  $t_L = 4,2$  mm

System (schemat ideowy) i obciążenie:



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 materiału 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: Beton

|   |        |   |          |       |
|---|--------|---|----------|-------|
| Srednica nominalna                                  | DN     | = | 200      | mm    |
| Srednica wewnetrzna                                 | di     | = | 200,00   | mm    |
| Grubosc scianki                                     | t      | = | 26,0     | mm    |
| Mimosrodowosc przegubu (Table 14)                   | eG/t   | = | 0,35     |       |
| Modul sprzystosci podluznej                         | ER     | = | 10000    | N/mm2 |
| Wytrzymałosc na sciskanie/rozciąganie przy zginaniu | βR/βbZ | = | 17,5/3,0 | 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 | σbz,k | = | 18,0  | N/mm2 |
| wartosc obliczeniowa   | σbz,d | = | 13,3  | N/mm2 |
| Długookresowa wytrzymałosc na sciskanie, wartosc charakterystyczna                 | σD,k  | = | 25,0  | N/mm2 |
| wartosc obliczeniowa   | σD,d  | = | 18,5  | N/mm2 |
| Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, niekorzystny                       | γM    | = | 1,35  |       |
| Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, korzystny                          | γM    | = | 1,00  |       |

#### \* Warunki montazu, gruntu

|  |       |   |      |       |
|--|-------|---|------|-------|
| Odkształcenie starej rury jako pierscienia czteroprzegubowego (owalizacja) | ωGR,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               | λR          | = | 0,75        |       |
| Ciezar własciwy starej rury  | γR          | = | 24,00       | kN/m3 |
| Woda gruntowa nad dnem   | hW,So       | = | 0,00        | m     |
| Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa dla staly/zmienny obciazenie | γF,G / γF,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*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   | = | 205/194  | mm    |

### \*\*\* Wyniki posrednie

#### \* Iteracja

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

|    |   |        |    |    |        |
|----|---|--------|----|----|--------|
| it | 3 | 0,1237 | it | 7  | 0,1246 |
| it | 4 | 0,1243 | it | 8  | 0,1246 |
| it | 5 | 0,1245 | it | 9  | 0,1246 |
| it | 6 | 0,1246 | it | 10 | 0,1246 |

Sily tnace (prawa polowa profilu) według teorii II. rzędu  
 (Wszystkie sily wewnetrzne, 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     | 0,02     | -0,63    | 4,21       | 2     | -0,03    | -0,63    | 3,66       |
| 3     | -0,09    | -0,63    | 3,12       | 4     | -0,15    | -0,63    | 2,58       |
| 5     | -0,20    | -0,62    | 2,05       | 6     | -0,26    | -0,60    | 1,52       |
| 7     | -0,31    | -0,58    | 1,01       | 8     | -0,37    | -0,55    | 0,52       |
| 9     | -0,42    | -0,52    | 0,05       | 10    | -0,46    | -0,49    | -0,40      |
| 11    | -0,51    | -0,45    | -0,82      | 12    | -0,55    | -0,41    | -1,20      |
| 13    | -0,59    | -0,36    | -1,54      | 14    | -0,62    | -0,31    | -1,85      |
| 15    | -0,65    | -0,25    | -2,11      | 16    | -0,68    | -0,20    | -2,33      |
| 17    | -0,70    | -0,14    | -2,50      | 18    | -0,71    | -0,08    | -2,61      |
| 19    | -0,72    | 0,04     | -2,68      | 20    | -0,72    | 0,10     | -2,64      |
| 21    | -0,71    | 0,16     | -2,56      | 22    | -0,70    | 0,23     | -2,42      |
| 23    | -0,68    | 0,29     | -2,22      | 24    | -0,66    | 0,35     | -1,97      |
| 25    | -0,63    | 0,38     | -1,68      | 26    | -0,60    | 0,43     | -1,36      |
| 27    | -0,56    | 0,49     | -0,99      | 28    | -0,52    | 0,54     | -0,57      |
| 29    | -0,47    | 0,58     | -0,12      | 30    | -0,42    | 0,63     | 0,38       |
| 31    | -0,36    | 0,66     | 0,91       | 32    | -0,30    | 0,70     | 1,48       |
| 33    | -0,24    | 0,73     | 2,07       | 34    | -0,18    | 0,75     | 2,69       |
| 35    | -0,11    | 0,77     | 3,33       | 36    | -0,04    | 0,78     | 3,98       |
| Belka | Ne,d [N] | Ve,d [N] | Me,d [Ncm] |       |          |          |            |
| 36    | -0,04    | 0,78     | 4,67       |       |          |          |            |

#### \* Istotne projektowane sily wewnetrzne

|              | Wierzcholek | podpora | dno         |
|--------------|-------------|---------|-------------|
| $\Sigma N_d$ | 0,02        | -0,71   | -0,04 N/cm  |
| $\Sigma M_d$ | 4,21        | -2,68   | 4,67 Ncm/cm |

### \*\*\* Wyniki

#### \* Obliczenia naprezen rekawa

|  | Wierzcholek  | podpora | dno          |                   |
|--|--------------|---------|--------------|-------------------|
| Sila normalny Nd                           | 0,002        | -0,071  | -0,004       | N/mm              |
| Moment Md                                  | 4,209        | -2,677  | 4,666        | Nmm/mm            |
| $\sigma_{i,d}$                             | 1,453        | -0,941  | 1,609        | N/mm <sup>2</sup> |
| $\sigma_{a,d}$                             | -1,411       | 0,881   | -1,565       | N/mm <sup>2</sup> |
| Obliczenia naprezen pozytywny ( $\leq 1$ ) | <b>0,109</b> | 0,066   | <b>0,121</b> |                   |
| Obliczenia naprezen negatywny ( $\leq 1$ ) | <b>0,076</b> | 0,051   | <b>0,085</b> |                   |

#### \* Obliczenia naprezen w starym przewodzie rurowym (AZ III)

|  | Wierzcholek  | podpora | dno    |                   |
|--|--------------|---------|--------|-------------------|
| Sila normalny Nd                           | -5,108       | -9,157  | -5,245 | N/mm              |
| Moment Md                                  | 0,000        | -78,690 | 0,000  | Nmm/mm            |
| $\sigma_{i,d}$                             | 0,000        | -1,321  | 0,000  | N/mm <sup>2</sup> |
| $\sigma_{a,d}$                             | -0,737       | 0,000   | -0,756 | N/mm <sup>2</sup> |
| Obliczenia naprezen pozytywny ( $\leq 1$ ) | -            | -       | -      |                   |
| Obliczenia naprezen negatywny ( $\leq 1$ ) | <b>0,063</b> | 0,113   | 0,065  |                   |

#### \* Graniczne naprezenie w gruncie

|   |                |                               |
|---|----------------|-------------------------------|
| Poziome naprezenie calkowite              | qh+qh*         | <b>84</b> kN/m <sup>2</sup>   |
| Pasywne, poziome parcie gruntu            | > 0,75*Kpgh*qv | <b>81,1</b> kN/m <sup>2</sup> |
| -> Plastyczna strefa gruntu w podporze ca | $\phi_{pl}$    | 5°                            |

#### \* 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 wewnątrz)             |                      |               |
| według teorii II. rzędu w wierzchołku                  | wo                   | 0,46 mm       |
| w dnie   | wu                   | -0,37 mm      |
| odniesione do DN/2                                     | $\delta_{v,el}$      | <b>0,57</b> % |
| dop. sprężyste odkształcenie (DWA-A 143-2, 7.6.3)      | dop. $\delta_{v,el}$ | 6 %           |
| c) Odkształcenie calkowite                             | w                    | 4,06 mm       |
| odniesione do DN/2                                     | $\delta_v$           | 3,57 %        |
| Wartosc orientacyjna (DWA-A 143-2, 7.6.3)              | dop. $\delta_v$      | 10 %          |

#### \* Obliczenia statecznosci

|  |            |                          |
|--|------------|--------------------------|
| Parcie wody gruntowej nad dnem rekawa (wartosc obliczeniowa)           | pa,d       | 0,00 kN/m <sup>2</sup>   |
| Krytyczny parcie wody  | krit pa,d  | 167,61 kN/m <sup>2</sup> |
| Pionowe naprezenie gruntu na starej rurze                              | qv,d       | 85,41 kN/m <sup>2</sup>  |
| Krytyczny własny stary przewód rurowy - grunt (bez rekaw), Aneks F     | krit qv,d  | 316,27 kN/m <sup>2</sup> |
| Obliczenia stary przewód rurowy - grunt: qv,d / krit qv,d ( $\leq 1$ ) | Obliczenia | <b>0,20</b>              |

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

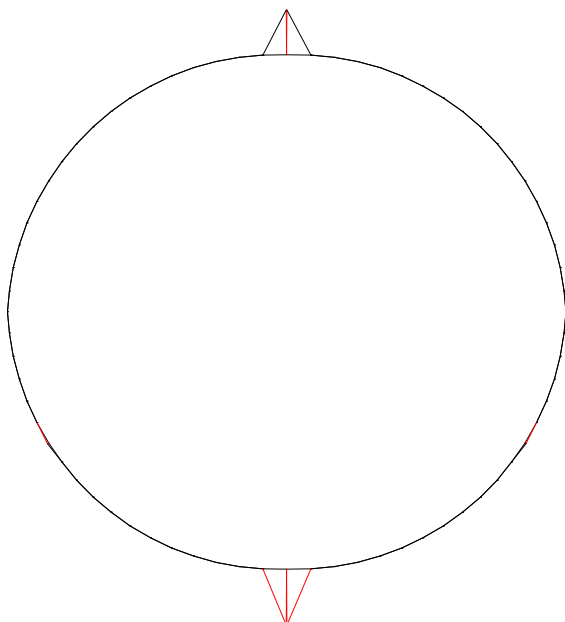
W ten sposób potwierdza sie również statecznosc.

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

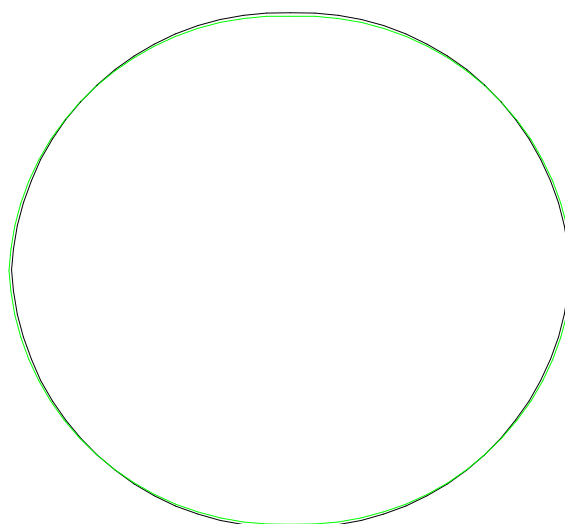
#### \* Wskazówka

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

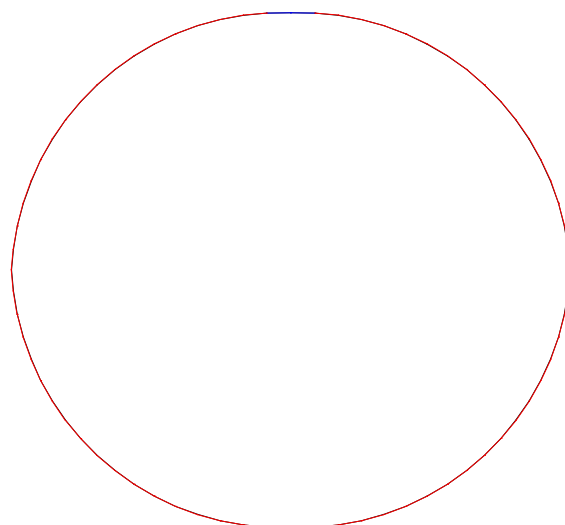
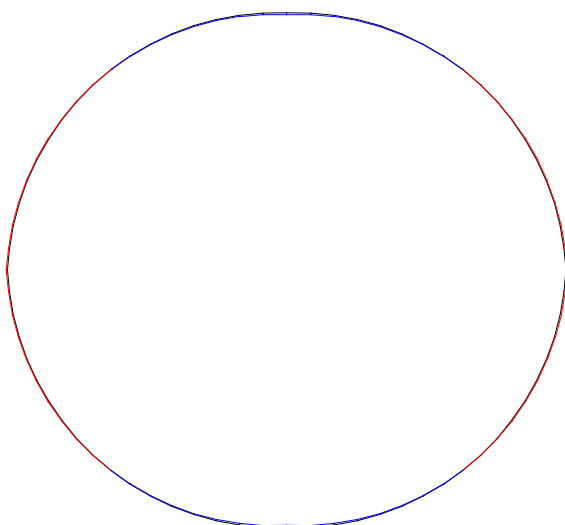
## Rekaw



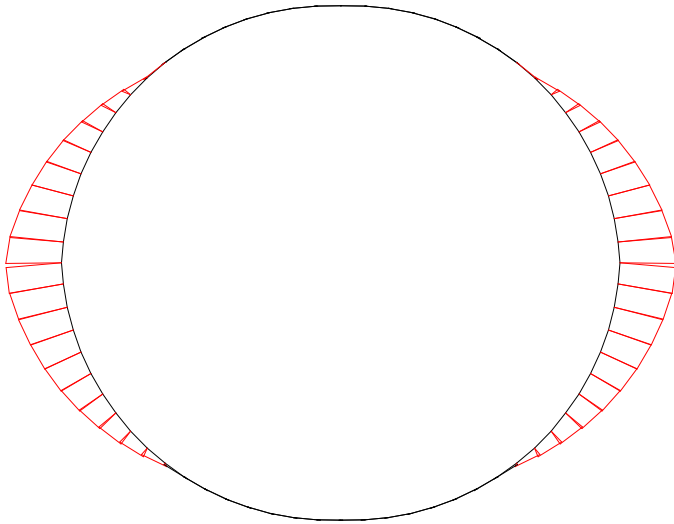
sily kontaktu, maks|K| = 1.5613 N/cm  
M-liniowy, maks|M| = 81.01 Ncm/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



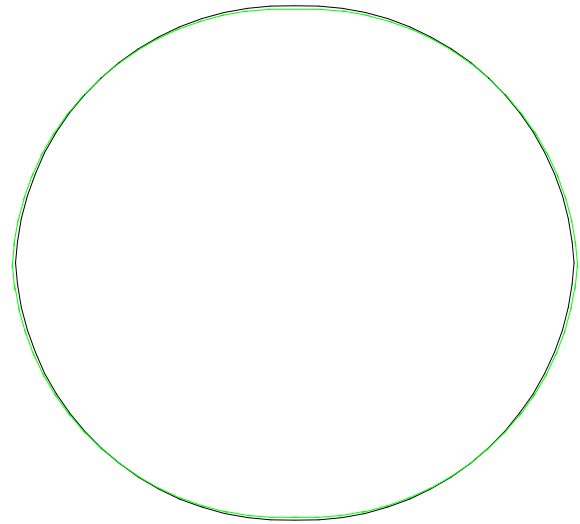
odkształcenie, maks|d| = .125 cm (nie pow.)  
N-liniowy, maks|N| = 91.17 N/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



## Stara rura



rodzaje starej rury, maks|qh\*| = 6.392 N/cm  
M-liniowy, maks|M| = 557 Ncm/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



odkształcenie, maks|d| = .125 cm (nie pow.)  
N-liniowy, maks|N| = 91.17 N/cm  
(z wartosc obliczeniowa)

