

## Obciążenia a ułożenie elementu konstrukcyjnego w przestrzeni

Obciążenia są wielkościami wektorowymi.

Mówiąc o dodawaniu obciążeń mamy na myśli dodawanie wektorów, które mają różne zwroty w przestrzeni.

Korzystając z metod komputerowych w celu wyznaczenia sił wewnętrznych w ustrojach konstrukcyjnych należy właściwie „zadać” obciążenia.

Należy uważać. Wiele programów automatycznie uwzględnia ciężar własny - po podaniu informacji o wymiarach elementu i rodzaju materiału. Podobnie jest z obciążeniem śniegiem i wiatrem; po podaniu wartości skalarnych i informacji o rodzaju obciążenia program automatycznie uwzględnia fakt jak to obciążenie jest przyłożone.

Zależy mi, aby Państwo zdawali sobie sprawę z tego co w sposób automatyczny wykonują programy komputerowe.

W celu wyznaczenia sił wewnętrznych w elemencie konstrukcyjnym najprościej jest podzielić obciążenia na prostopadłe do osi elementu i równoległe do osi elementu.

Obciążenia prostopadłe wywołują zginanie, a równoległe ściskanie albo rozciąganie.

### Ustalenia wstępne:

G, P, F – dużymi literami oznaczone są siły skupione [kN]

g, p, f – małymi literami oznaczone są obciążone równomiernie rozłożone wzdłuż elementu liniowego [kN/m]

$\bar{g}$ ,  $\bar{p}$ ,  $\bar{s}$  – małymi literami z „daszkiem” oznaczone są obciążenia równomiernie rozłożone na powierzchni [kN/m<sup>2</sup>],

### Indeksy obciążeń:

- Indeks „ $\perp$ ” lub „ $n$ ” oznacza obciążenia prostopadłe do elementu
- Indeks „ $\parallel$ ” lub „ $s$ ” oznacza obciążenia styczne do elementu
- Indeks „ $v$ ” oznacza obciążenia pionowe związane z jednostką długości elementu
- indeks „ $H$ ” oznacza obciążenia poziome związane z jednostką długości elementu
- indeks „ $rz V$ ” oznacza obciążenia pionowe związane z jednostką długości rzutu poziomego elementu
- indeks „ $rz H$ ” oznacza obciążenia poziome związane z jednostką długości rzutu pionowego elementu

# KD-VI - Obciążenia

**Belka**

obciążenie  $\perp$  do osi elementu  $\rightarrow$  zginanie

$M = \frac{q_1 l^2}{8}$

$\sigma_m = \frac{M}{W}$

$q_{\perp} = q \cos \alpha$

$q_{\parallel} = q \sin \alpha$

**Stup**

obciążenie  $\parallel$  do osi elementu wywołuje:

- ściskanie
- rozciąganie

$N = q \cdot h$

ściskanie

$\sigma_c = \frac{N}{A}$  (Długość wybożenia)

**Wieszak**

rozciąganie

$\sigma_t = \frac{N}{A}$

$A = b \cdot h$

$W = \frac{b h^2}{6}$

$g = A \cdot \gamma$

zginanie  $M = \frac{q_{\perp} \cdot l^2}{8}$   $\sigma_m = \frac{M}{W}$

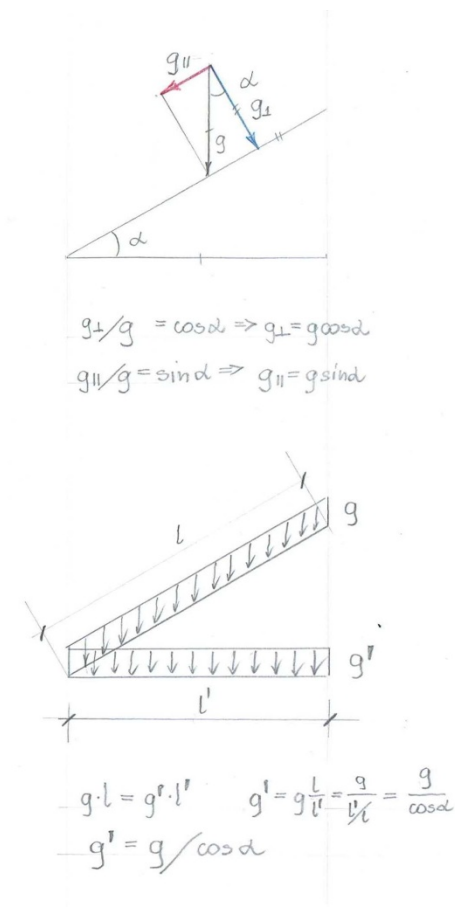
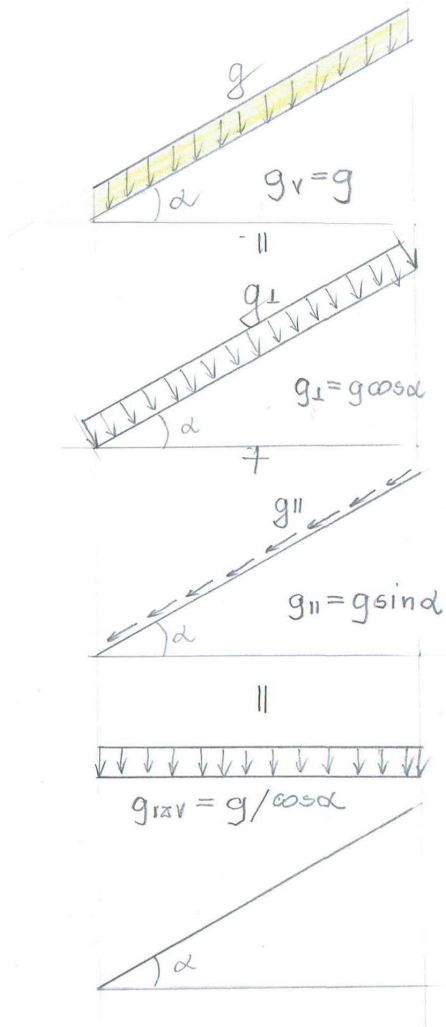
ściskanie albo rozciąganie zależnie od rodzaju podpory przesuwana albo nie

Ciężar własny

Ciężar **własny** jest obciążeniem grawitacyjnym.

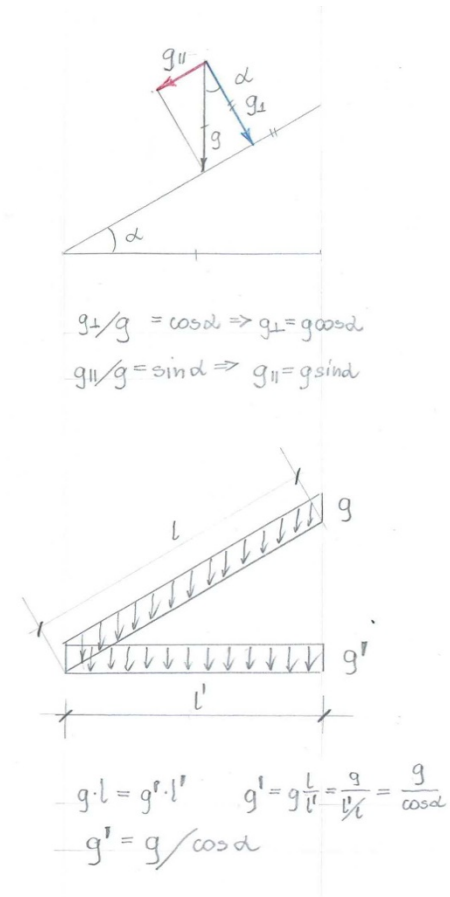
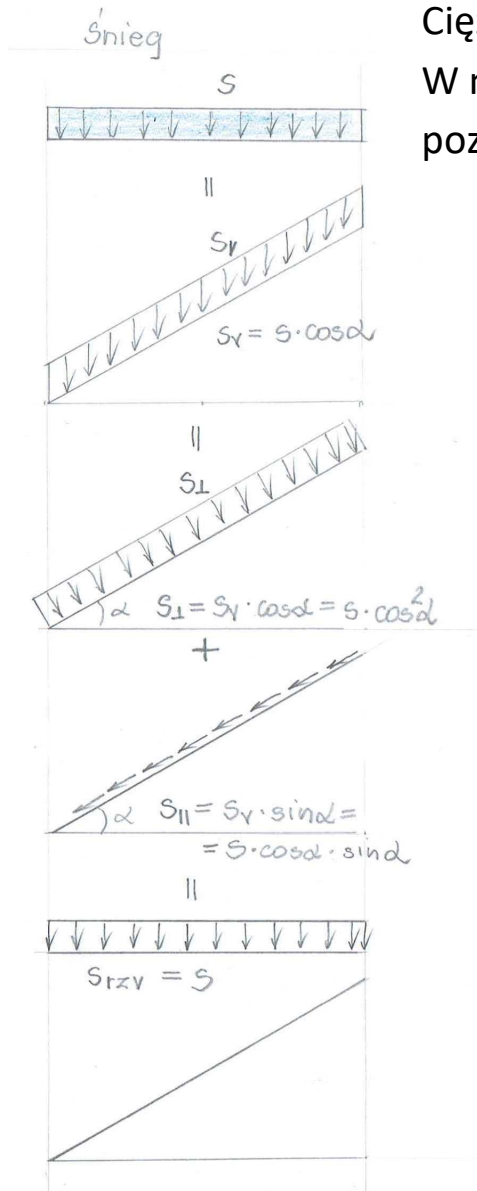
Zawsze związany jest z jednostką długości elementu.

W zależności jak ułożony jest element może wywoływać zginanie, ściskanie lub rozciąganie.

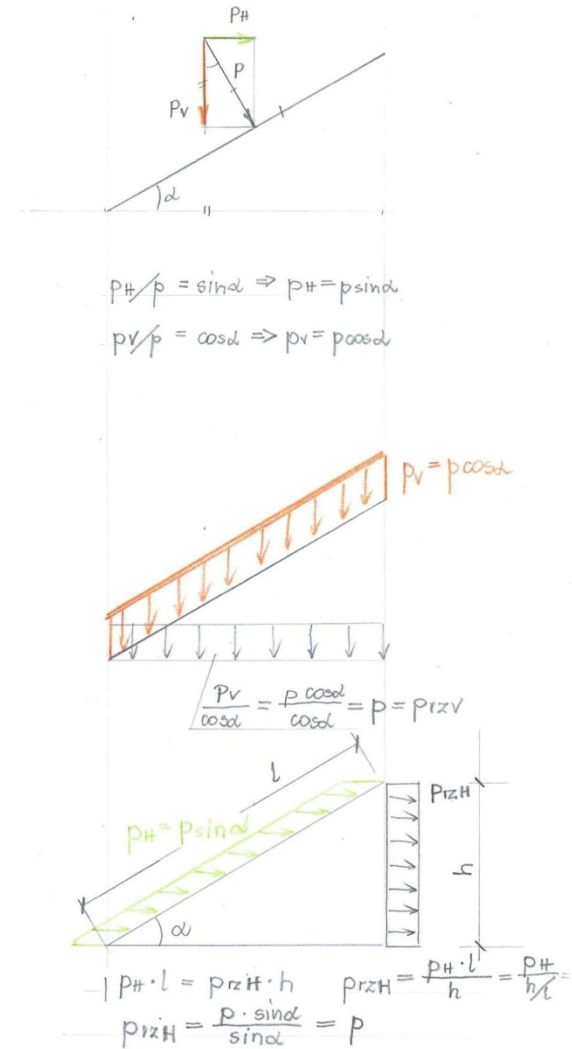
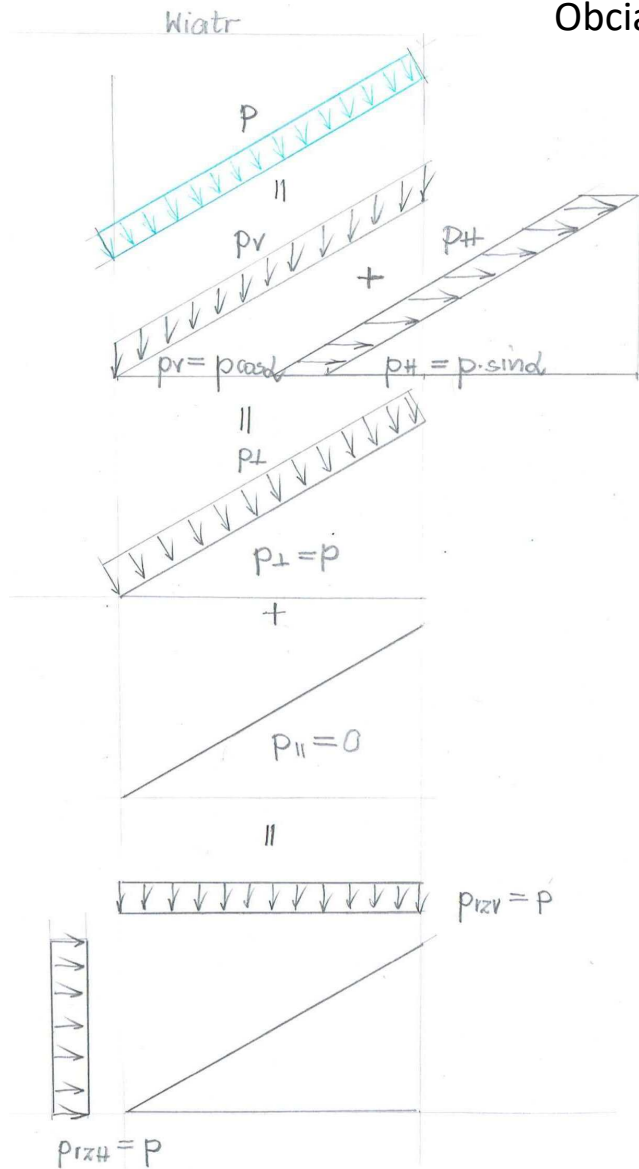


Ciążar **śniegu** jest obciążeniem grawitacyjnym.

W normie obciążenie śniegiem określone jest na jeden metr kwadratowy rzutu poziomego.

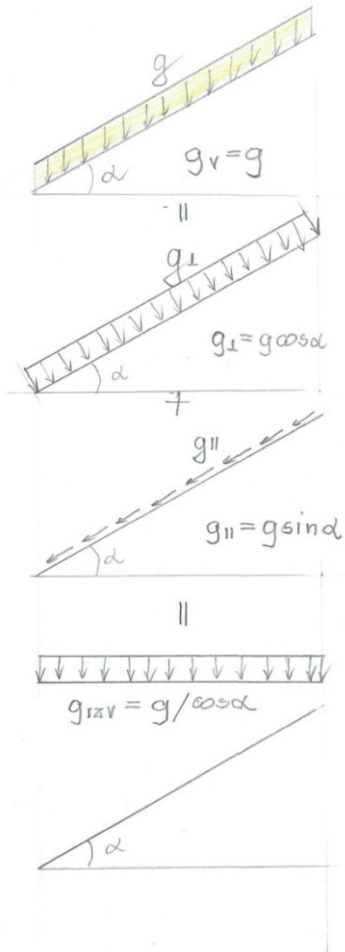


Obciążenie **wiatrem** działa zawsze prostopadłe do powierzchni elementu.

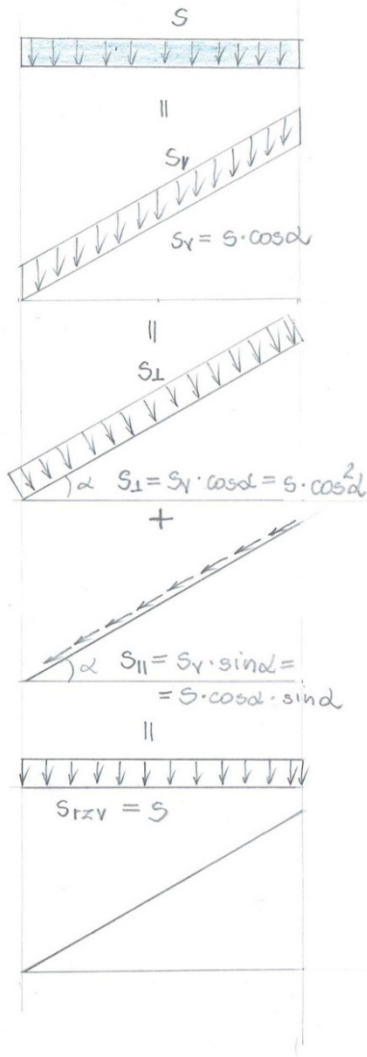


# KD-VI - Obciążenia

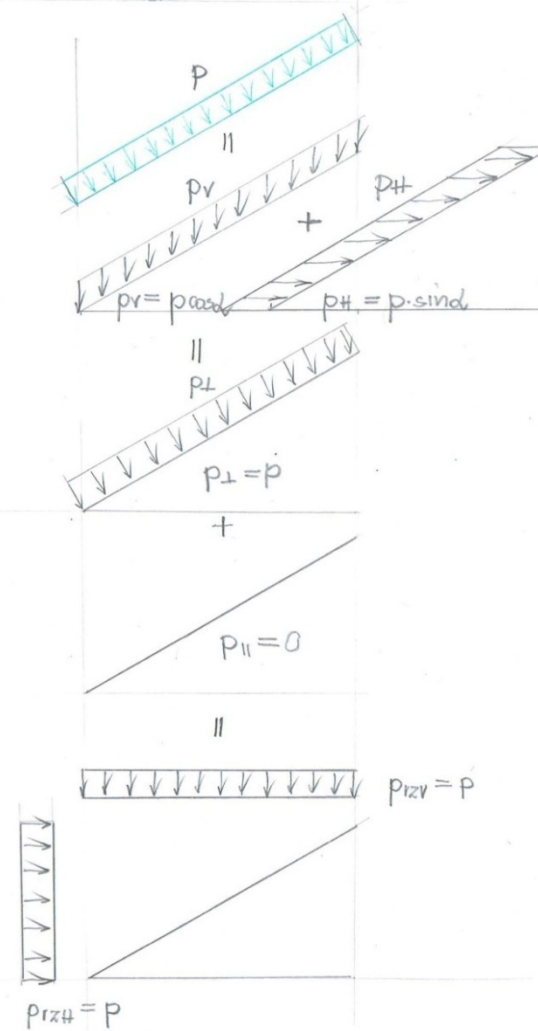
Ciężar własny



Śnieg



Wiatr



## Zestawienie wielkości , które można do siebie dodać po uwzględnieniu sposobu przyłożenia obciążenia do elementu i jego usytuowania w przestrzeni

Obciążenie całkowite pionowe związane z jednostką długości elementu  $q_v = g + s \cos\alpha + p \cos\alpha$

Obciążenie całkowite poziome związane z jednostką długości elementu  $q_H = 0 + 0 + p \sin\alpha$

Obciążenie całkowite prostopadłe do elementu  $q_{\perp} = q_n = g \cos\alpha + s \cos^2\alpha + p$

Obciążenie całkowite równoległe do elementu  $q_{\parallel} = q_s = g \sin\alpha + s \cos\alpha \sin\alpha + 0$

Obciążenie pionowe związane z jednostką rzutu poziomego długości elementu  $q_{rzV} = g/\cos\alpha + s + p$

Obciążenie poziome związane z jednostką rzutu pionowego długości elementu  $q_{rzH} = 0 + 0 + p$



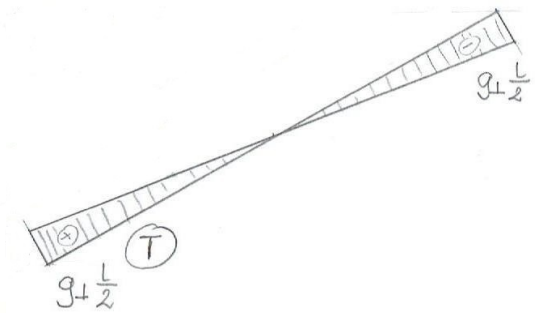
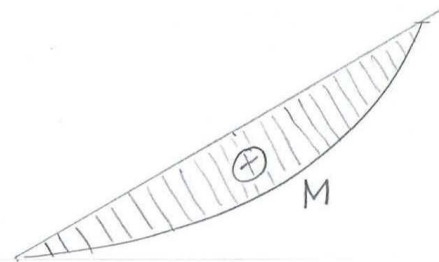
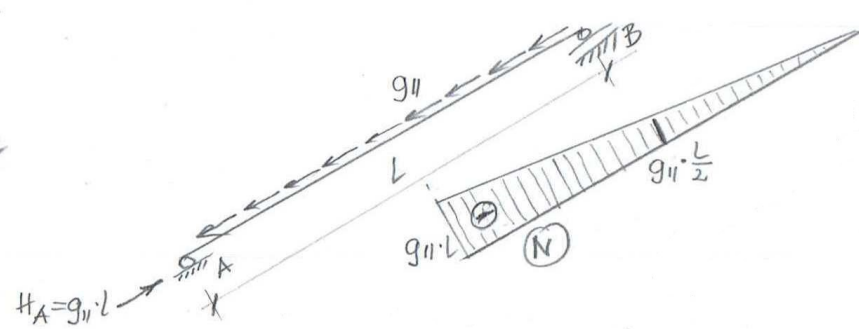
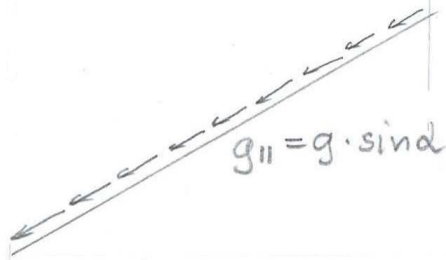
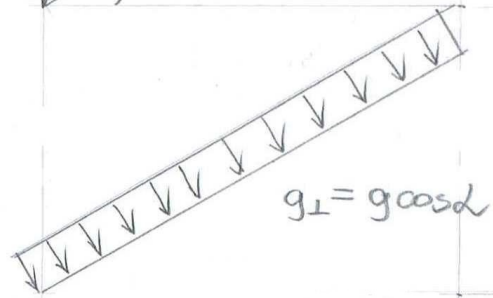
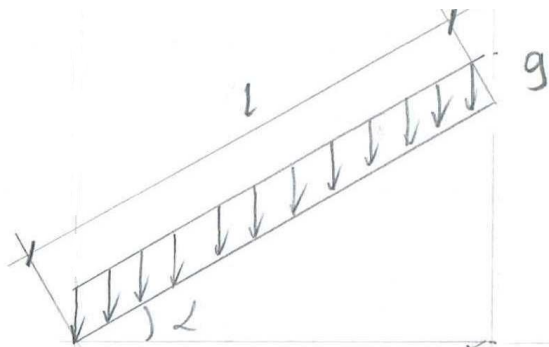
## Przyjmowanie miejsc do obliczeń

Sprawdzając wyężenie elementu należy uwzględnic jednoczesne działanie momentu zginajęcego sił normalnych i tnących, ale sił występujących w tym samym przekroju.

Nie wolno, bez zastanowienia, przyjąć  $M_{\max}$ ,  $N_{\max}$  i  $T_{\max}$ , ponieważ te wartości mogą występować w różnych przekrojach elementu.

### Przedstawiam sposób postępowania na przykładzie belki jak na rysunku

- na wykresie momentów odszukujemy miejsce występowania  $M_{\max} = g_{\perp}l^2/8$  (połowa rozpiętości)
  - w tym miejscu z wykresu sił normalnych odczytujemy siłę normalną odpowiadającą  $N_{\text{odp}} = 0,5g_{\parallel}l$
  - w tym miejscu z wykresu sił tnących siłę tnącą odpowiadającą  $T_{\text{odp}} = 0$
- na wykresie sił normalnych odszukujemy miejsce występowania  $N_{\max} = g_{\parallel}l$  (podpora A)
  - $M_{\text{odp}} = 0$
  - $T_{\text{odp}} = 0,5g_{\perp}l$
- na wykresie sił tnących odszukujemy miejsce występowania  $T_{\max} = 0,5g_{\perp}l$  ( podpora A)
  - $M_{\text{odp}} = 0$
  - $N = g_{\parallel}l$



Ostatecznie należy sprawdzić wytrzymałość elementu w dwóch przekrojach :

w środku rozpiętości dla:  $M = g_{\perp} l^2 / 8$ ,  $N = 0,5 g_{\parallel} l$ ,  $T = 0$

na podporze A dla:  $M = 0$ ,  $N = g_{\parallel} l$ ,  $T = 0,5 g_{\perp} l$