



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE  
AGH UNIVERSITY OF KRAKOW

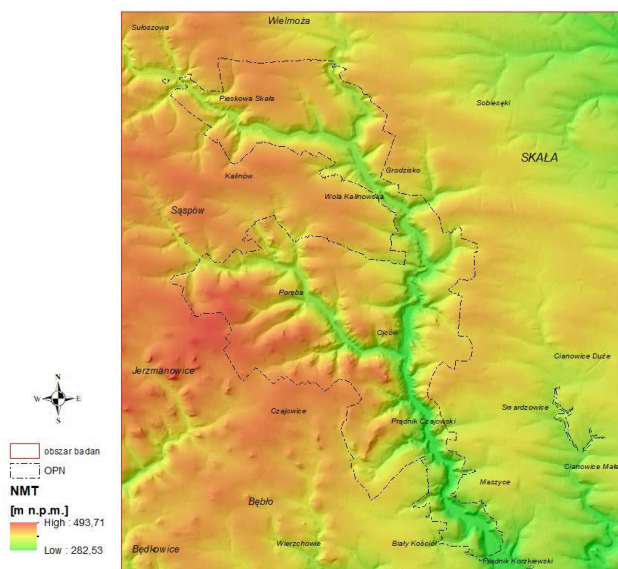
# Podstawowe atrybuty topograficzne

Zastosowanie GIS w badaniach przyrodniczych

Tomasz Bartuś  
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Katedra Geologii Ogólnej i Geoturystyki

## Atrybuty topograficzne

- Analizy rzeźby terenu pozwalają rozwiązywać problemy dotyczące wiele dziedzin życia. Dokonywane są w oparciu o wskaźniki geomorfometryczne obliczane na podstawie NMT. Wskaźniki te nazywane są atrybutami topograficznymi. Istnieją:
- podstawowe (*primary topographic attributes*) są obliczane bezpośrednio na podstawie NMT
- wtórne atrybuty topograficzne (*secondary topographic attributes*) są obliczane z wykorzystaniem atrybutów pierwotnych.



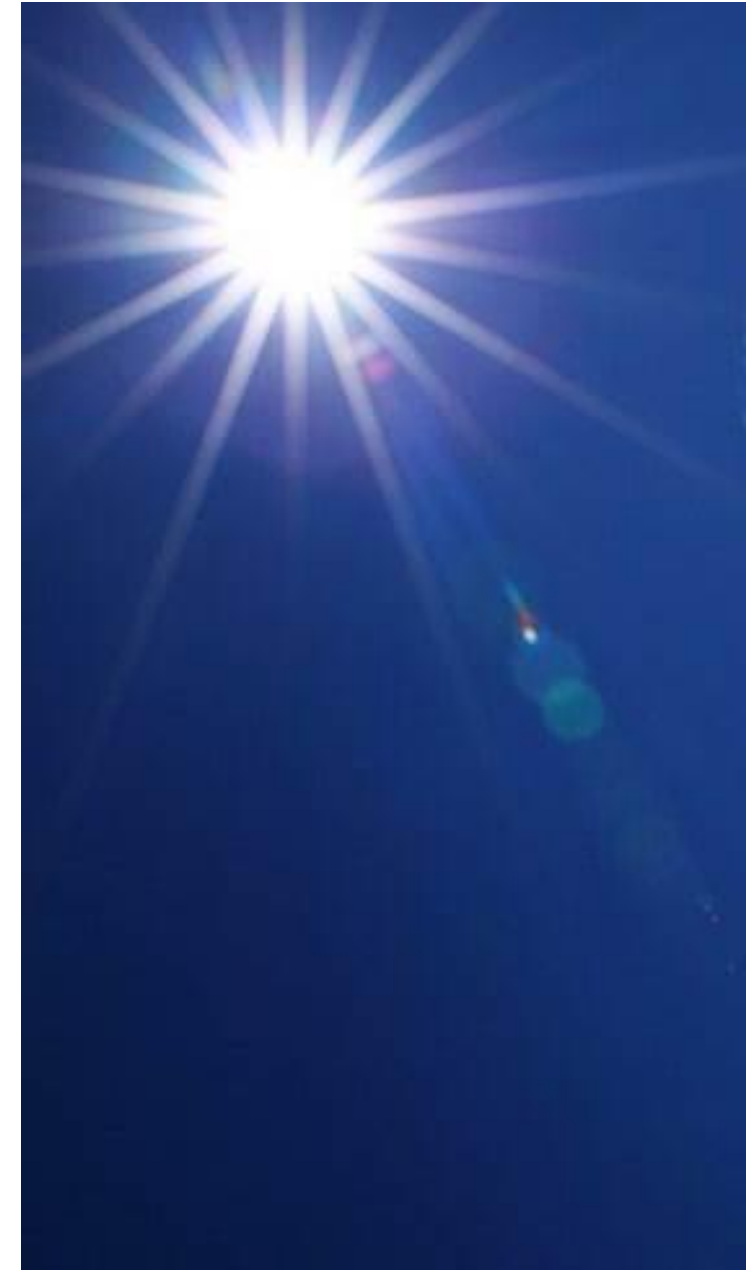
## Podstawowe atrybuty topograficzne

Do najważniejszych podstawowych atrybutów topograficznych należą:

- nachylenie stoków (***slope***),
- ekspozycja stoków (***aspect***),
- krzywizna planarna (***plan curvature***),
- krzywizna wertykalna (***profile curvature***)
- krzywizna ogólna (***curvature***)

## Aspect - ekspozycja stoków

- Jednym z ważniejszych egzogenicznych czynników **morfotwórczych** jest położenie stoku względem kierunku padania promieni słonecznych, czyli tzw. **ekspozycja solarna**.
- Obszary o monotonnej, poziomej morfologii są nasłonecznione w podobnym stopniu.
- Na obszarach o zróżnicowanej morfologii ekspozycja zboczy wpływa na **ilość energii słonecznej** docierającej do powierzchni terenu i jest bezpośrednim powodem powstawania przestrzennej zmienności temperatury i wilgotności podłoża.





## Aspect

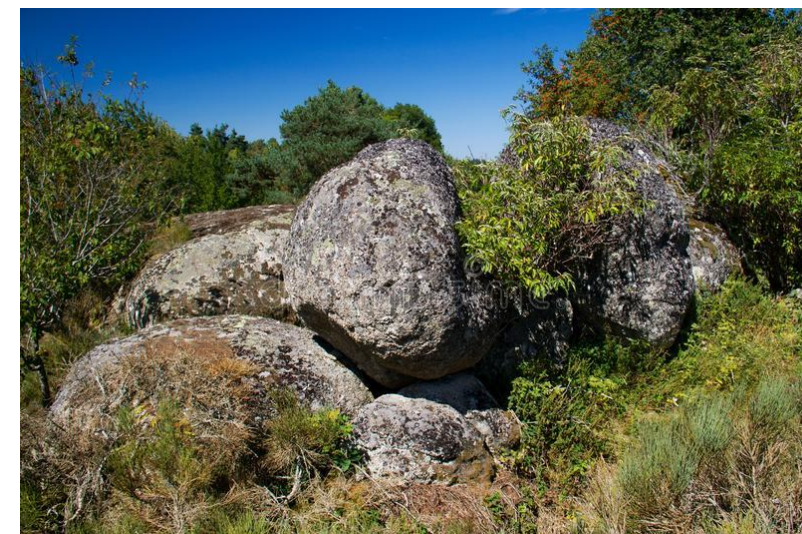


- Ekspozycja stoków obok zróżnicowania litologicznego oraz nachylenia zboczy, w największym stopniu wpływa na procesy **wietrzenia fizycznego skał** oraz jakość i intensywność procesów rzeźbotwórczych.



## Aspect

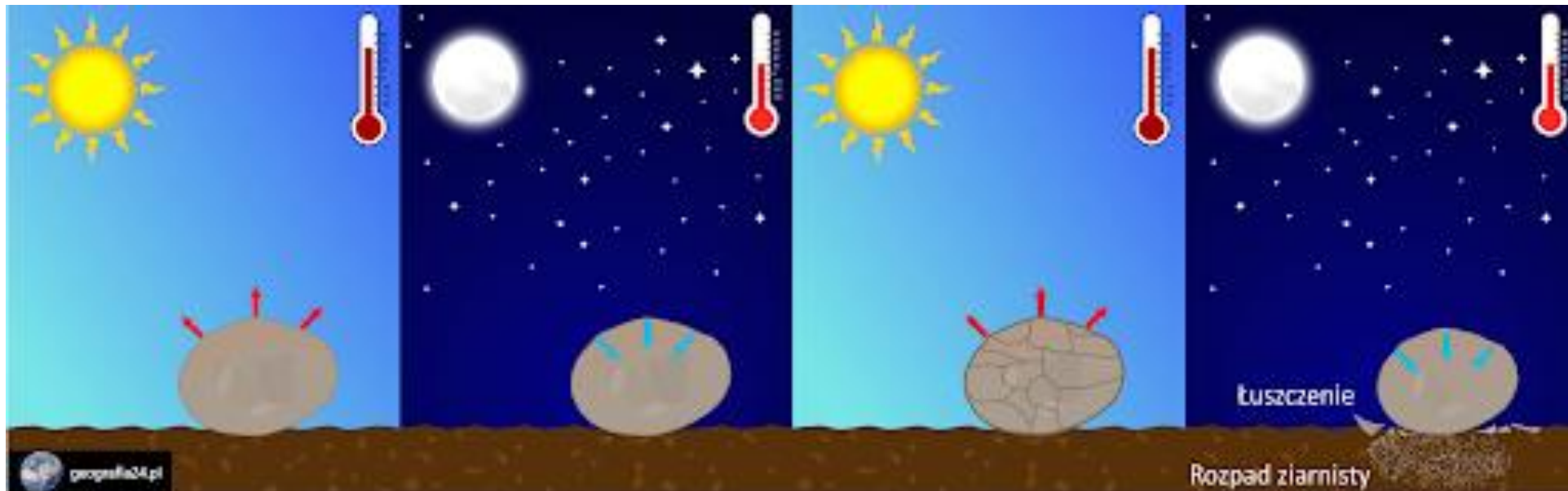
- Do głównych efektów wietrzenia spowodowanego nasłonecznieniem zalicza się **dezintegrację granularną, eksfoliację i dezintegrację blokową**.
- W rzeczywistości, w strefie umiarkowanej, wychodnie skalne są często pokryte **zwietrzeliną skalną i roślinnością**, które zaburzają opisywane zjawiska i w znacznym stopniu spowalniają procesy wietrzeniowe.



## Aspect – insolacja

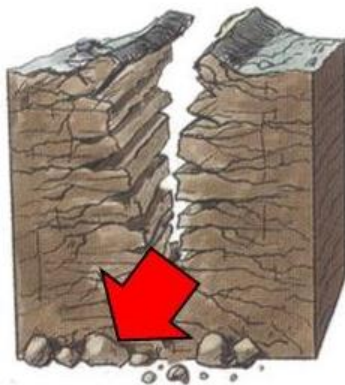
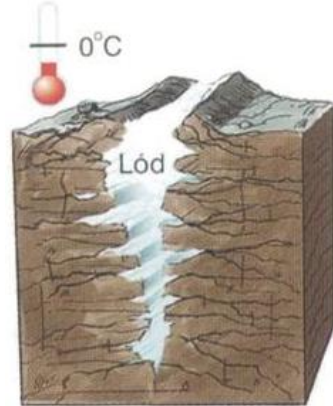
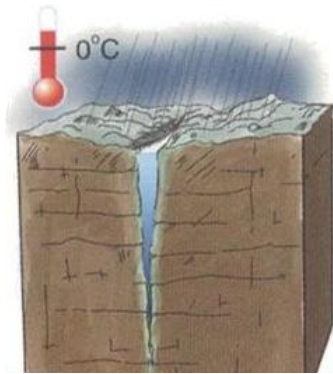
Efektywne wietrzenie wskutek nasłonecznienia warunkują:

- **wysoki stopień nagrzania skał**
- **wahania temperatury** w trakcie ogrzewania i ochładzania.





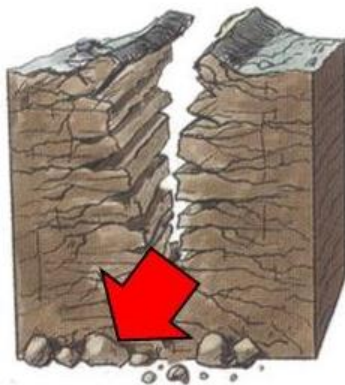
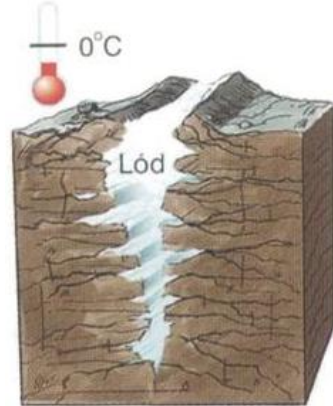
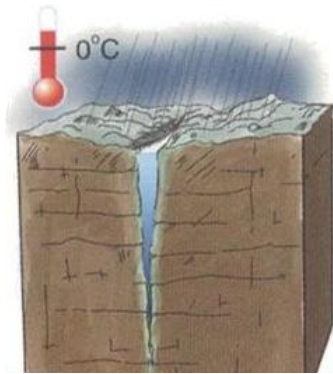
## Aspect – zamróz



- Gdy skały są uszczelinione lub porowate, puste przestrzenie są wypełnione wodą (opadową, roztopową lub z kondensacji mgły), a temperatura oscyluje wokół 0°C, w wyniku zamarzania i zwiększenia objętości lodu o około **9%**, dochodzi do wzrostu ciśnienia i niszczenia spójności skał.
- Głównym efektem tego zjawiska jest **rozpad blokowy**.
- Produktem wietrzenia fizycznego tego typu jest **zwietrzelina blokowo-ziarnisto-pylasta** o charakterze **glin**.



## Aspect – zamróż



- Intensywność zamrozu jest silnie uzależnione od **litologii skał**.
- W umiarkowanych szerokościach geograficznych, poza obszarami wysokogóorskimi, zjawisko zamrozu zachodzi głównie w **zimie** i **wiosną**.
- W Polsce ze względu na dużą liczbę dni z przymrozkami (**200** w roku 1990) istnieją warunki klimatyczne sprzyjające rozwojowi wietrzenia zamrozowego. Podlegają mu pozbawione pokrywy zwietrzelinowej, nagie wychodnie skalne.

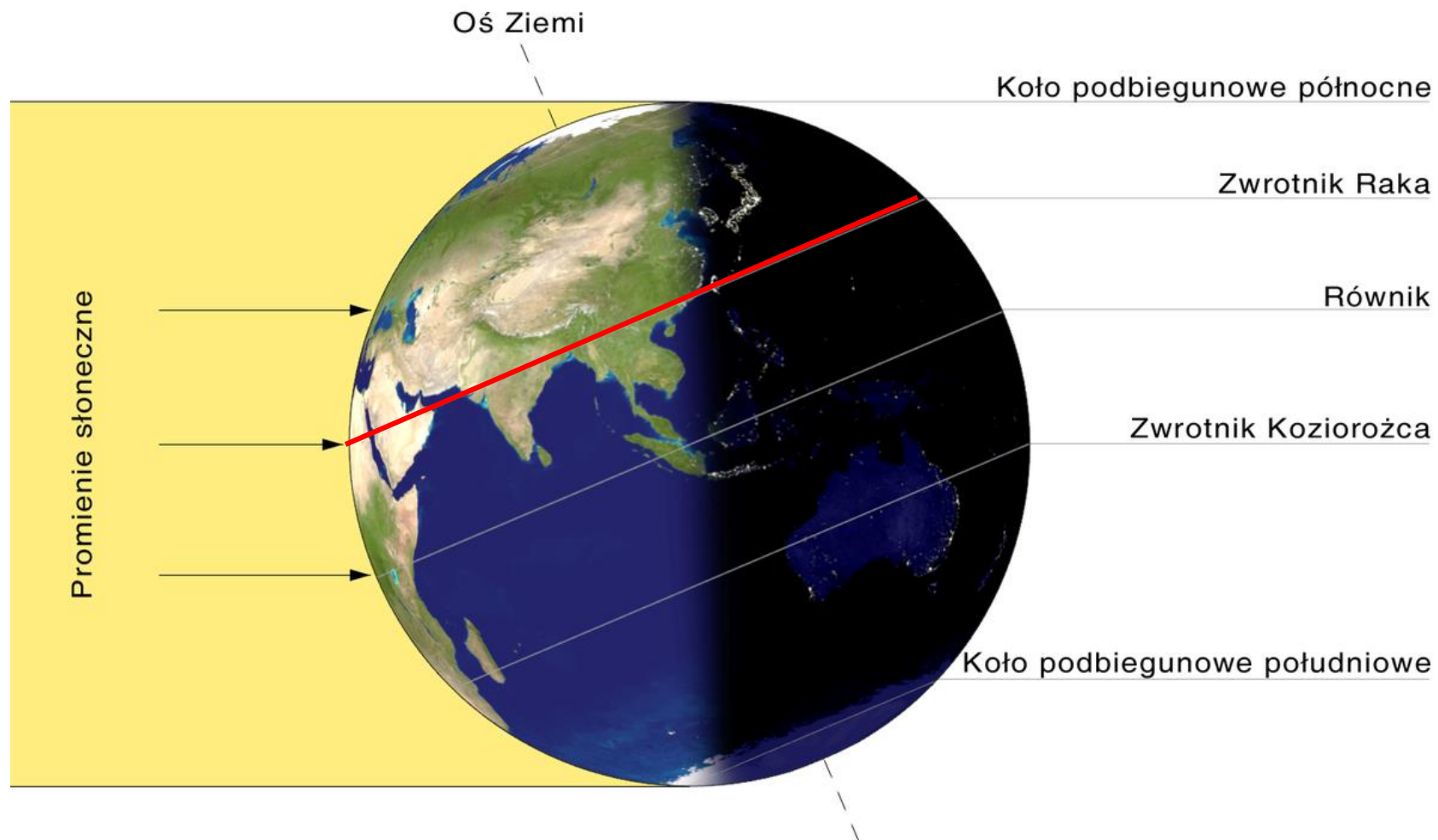
## Aspect – parowanie



- Zjawisko to ma szczególne znaczenie na nagich wychodniach skał ilastych, np. iłowców, mułowców, glin, lessów lub margli.
- Utwory te w stanie wilgotnym cechują się znaczną spoistością. Po odparowaniu wody rozpadają się na drobne okruchy lub tworzą na powierzchni wychodni charakterystyczne szczeliny dzielące powierzchnię na wieloboczne wklęsłe fragmenty. Powstające formy ułatwiają rozmywanie i modelowanie powierzchni.

## Aspect – ciepła ekspozycja solarna

- Na półkuli północnej, na północ od zwrotnika Raka ( $23^{\circ}27' \text{ N}$ ), Słońce zawsze świeci od południowej strony.





## Aspect – ciepła ekspozycja solarna

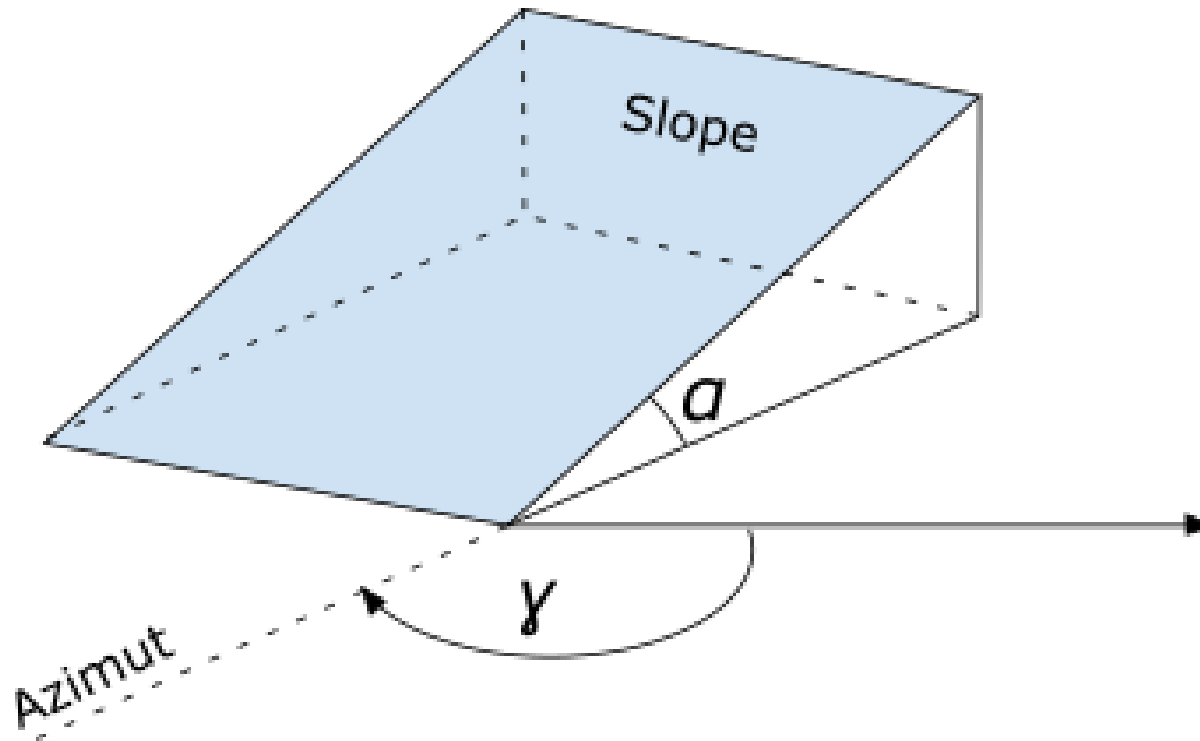
- Za ciepłą ekspozycję (solarną) w Polsce uważany jest kierunek **południowo-zachodni**.
- Skały są w ciągu dnia silnie nagrzewane, a w nocy, zwłaszcza w warunkach górskich, szybko ochładzane.
- Powoduje to, że w umiarkowanych szerokościach geograficznych nagie wychodnie skał eksponowane w tym kierunku, w pewnym zakresie, poddawane są temu rodzajowi wietrzenia.

## Aspect

- Ilość światła docierającego do powierzchni w istotny sposób wpływa także na wegetację i zróżnicowanie siedliskowe organizmów roślinnych i zwierzęcych.



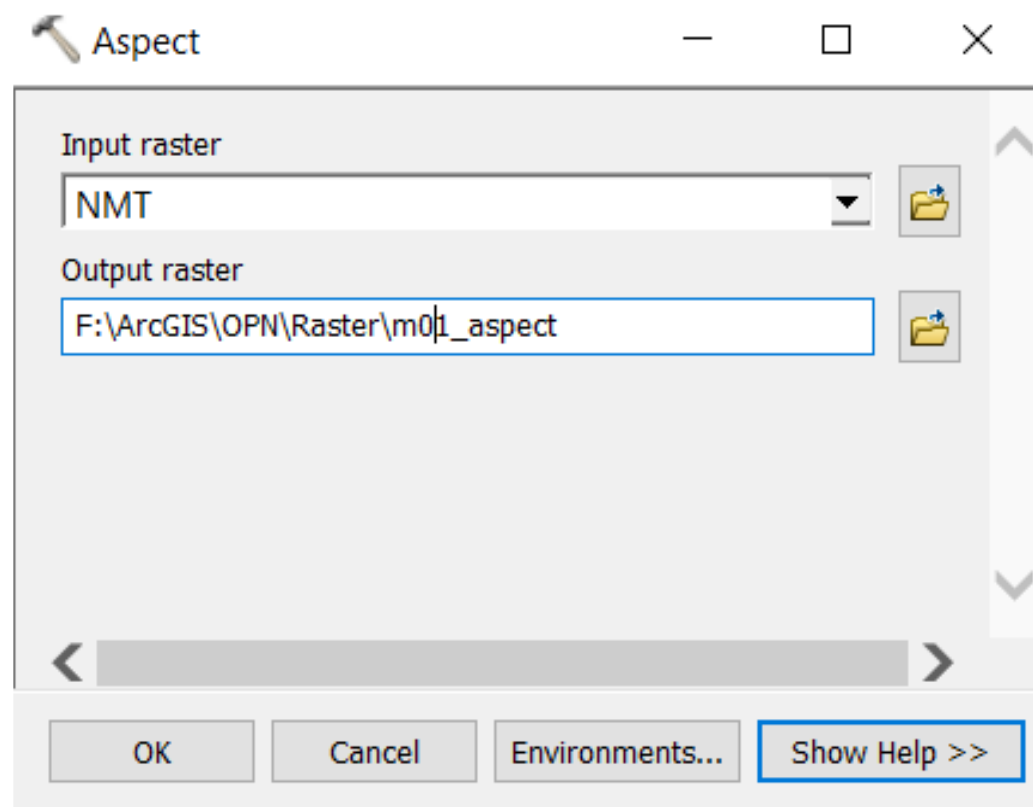
## Aspect – definicja



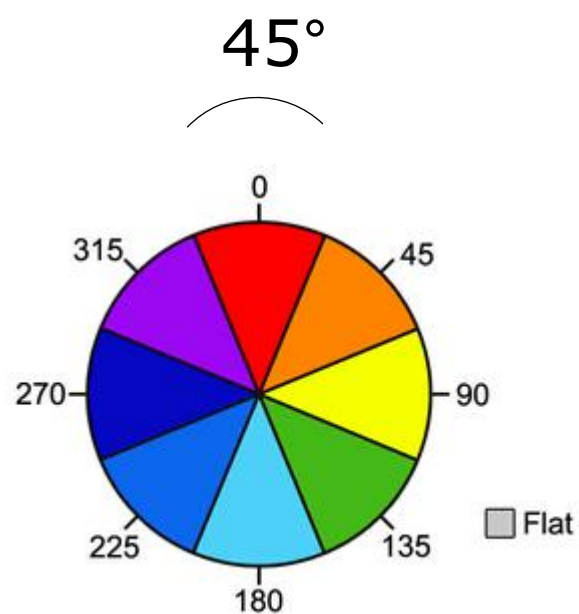
- Określa kierunek nachylenia stoków i jest zdefiniowany przez jego azymut, czyli kąt mierzony zgodnie z ruchem wskazówek zegara między kierunkiem północnym a kierunkiem maksymalnego nachylenia.



## Aspect – obliczenia



## Aspect – obliczenia



108	87	71
91	92	96
72	96	114

Aspect of elevation

Flat (-1)

North (0-22.5)

Northeast (22.5-67.5)

East (67.5-112.5)

Southeast (112.5-157.5)

South (157.5-202.5)

Southwest (202.5-247.5)

West (247.5-292.5)

Northwest (292.5-337.5)

North (337.5-360)

## Aspect - reklasyfikacja

Zakres azymutów [°]	Ekspozycja	kod
<0,0; 22,5>	N	1
(22,5; 67,5>	NE	2
(67,5; 112,5>	E	3
(112,5; 157,5>	SE	4
(157,5; 202,5>	S	5
(202,5; 247,5>	SW	6
(247,5; 292,5>	W	7
(292,5; 337,5>	NW	8
(337,5; 360,0>	N	1
-1	obszary płaskie	9

**Reclassify**

Input raster  
m01\_aspect

Reclass field  
VALUE

Reclassification

Old values	New values
-1 - -0,000001	9
-0,000001 - 22,5	1
22,5 - 67,5	2
67,5 - 112,5	3
112,5 - 157,5	4
157,5 - 202,5	5
202,5 - 247,5	6
247,5 - 292,5	7

Classify...  
Unique  
Add Entry  
Delete Entries

Load... Save... Reverse New Values Precision...

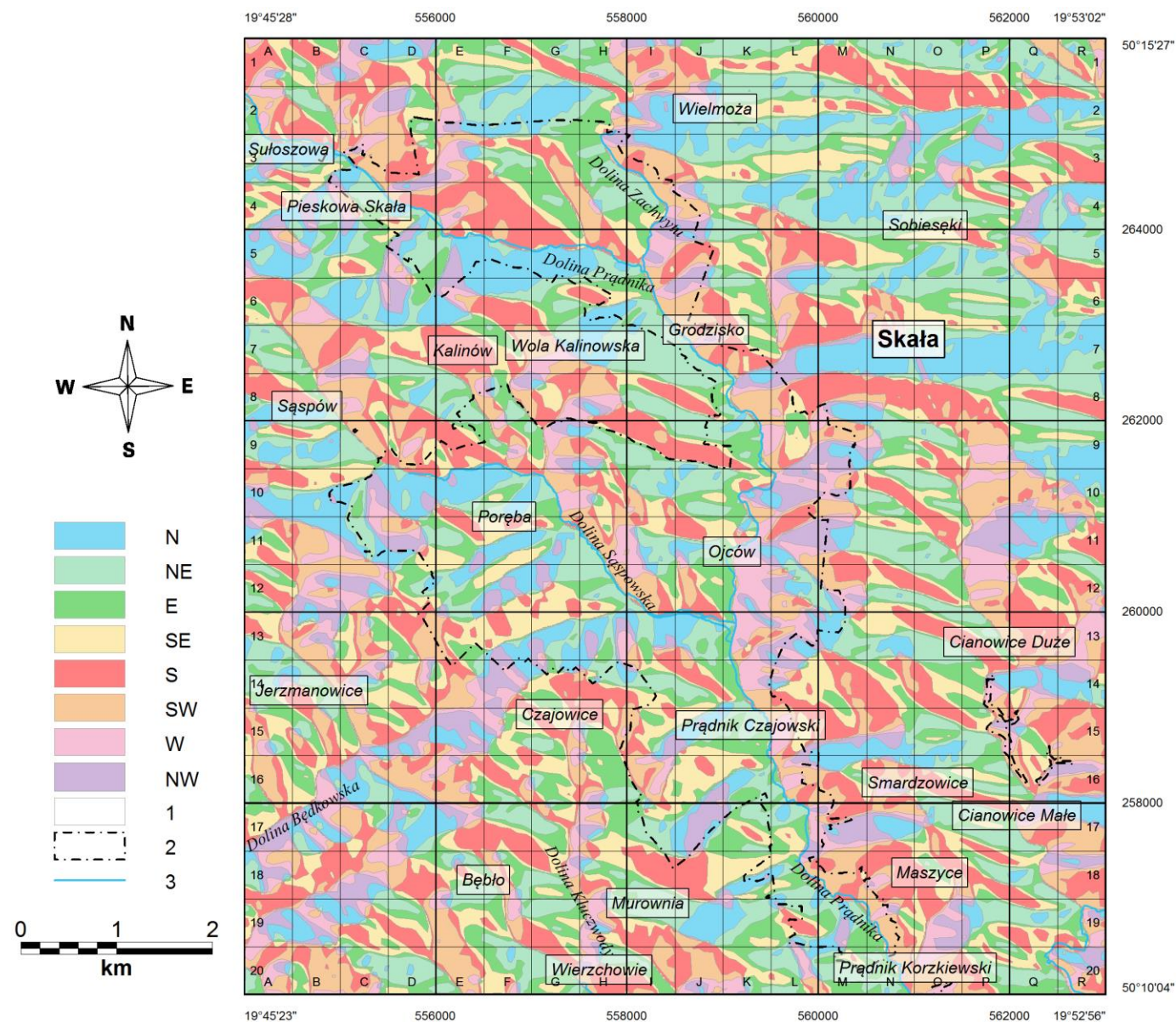
Output raster  
F:\ArcGIS\OPN\Raster\m02\_AspRcl

☐ Change missing values to NoData (optional)

OK Cancel Environments... Show Help >>



# Aspect - reklasyfikacja



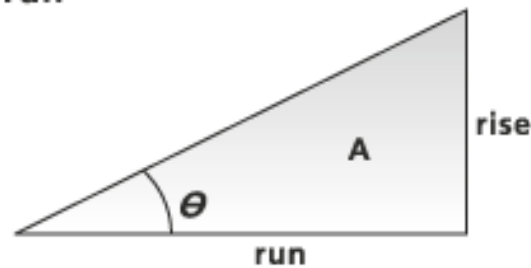
## Slope – nachylenie stoków

- Nachylenie stoków stanowi jeden z najważniejszych czynników wpływających na **postrzeganie krajobrazu**.
- Jest definiowane jako kąt zawarty pomiędzy powierzchnią terenu a płaszczyzną poziomą i wyznaczany w kierunku największego spadku (Urbański 2011).

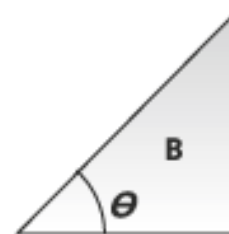
$$\text{DEGREE\_SLOPE} = \theta$$

$$\text{DEGREE\_SLOPE} = \frac{\text{rise}}{\text{run}} * 100$$

$$\frac{\text{rise}}{\text{run}} = \tan \theta$$



DEGREE\_SLOPE=30  
PERCENT\_SLOPE=58



45  
100



75  
370



## Slope – nachylenie stoków

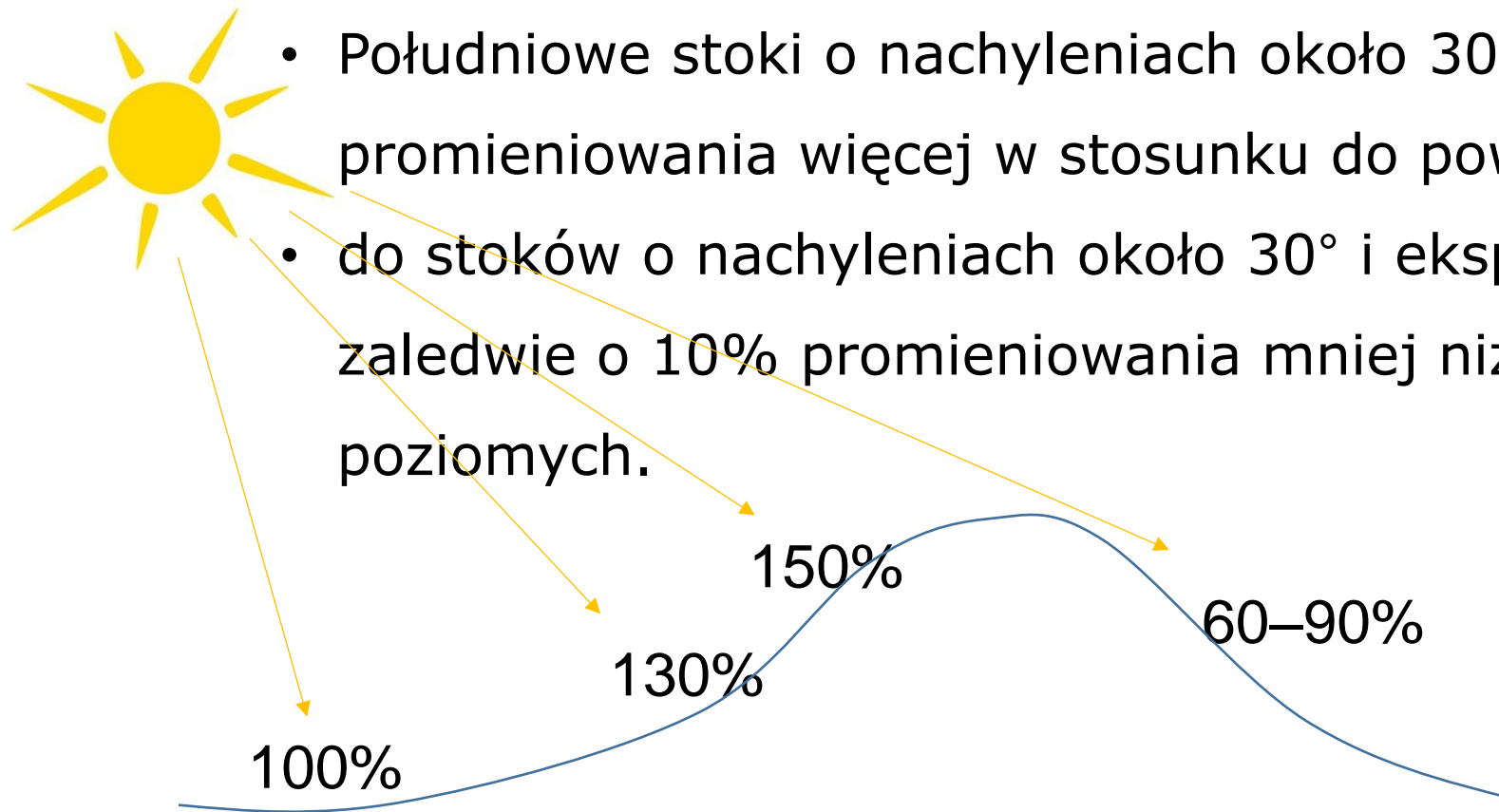
Wielkość nachyleń stoków wpływa na rodzaj i dynamikę procesów morfotwórczych – denudacji i akumulacji. W zależności od natury zjawiska warunkuje ona jakość i intensywność ruchów masowych i spłukiwania





## Slope

- Nachylenie stoków wpływa na ilość promieniowania słonecznego docierającego do eksponowanej powierzchni.
- Południowe stoki o nachyleniach około  $30^\circ$  absorbują o 30% promieniowania więcej w stosunku do powierzchni horyzontalnej,
- do stoków o nachyleniach około  $30^\circ$  i ekspozycji północnej dociera zaledwie o 10% promieniowania mniej niż do powierzchni poziomych.



## Slope

- Nachylenie stoków jest także istotnym czynnikiem wpływającym na wegetację roślin,
- reguluje sposób rolniczego użytkowania ziemi
- reguluje rodzaj zagospodarowania przestrzennego,
- warunkuje rozwój sieci komunikacyjnej.



Zielnik Łódzki, 2020



Autoslopem podróż przez świat, 2018

## Slope – wykorzystanie

- w analizach przestrzennych stref zagrożeń ruchami masowymi,
- do określenia skutków działania tych procesów masowych,
- w analizach spływu powierzchniowego,
- w analizach stopnia uwilgocenia gleby,
- w analizach rodzaju pokrycia roślinnością,
- W analizach zróżnicowania topoklimatycznego
- do określenia jakości wegetacji
- do definicji klasy gruntów,
- w ocenach georóżnorodności.

# Slope – reklasyfikacja

Zakres azymutów [°]	kod
<0; 5>	1
(5; 20>	2
(20; 46>	3

**Reclassify**

Input raster: m04\_slope

Reclass field: VALUE

Reclassification

Old values	New values
0 - 5	1
5 - 20	2
20 - 46	3
NoData	NoData

Buttons: Classify..., Unique, Add Entry, Delete Entries, Load..., Save..., Reverse New Values, Precision...

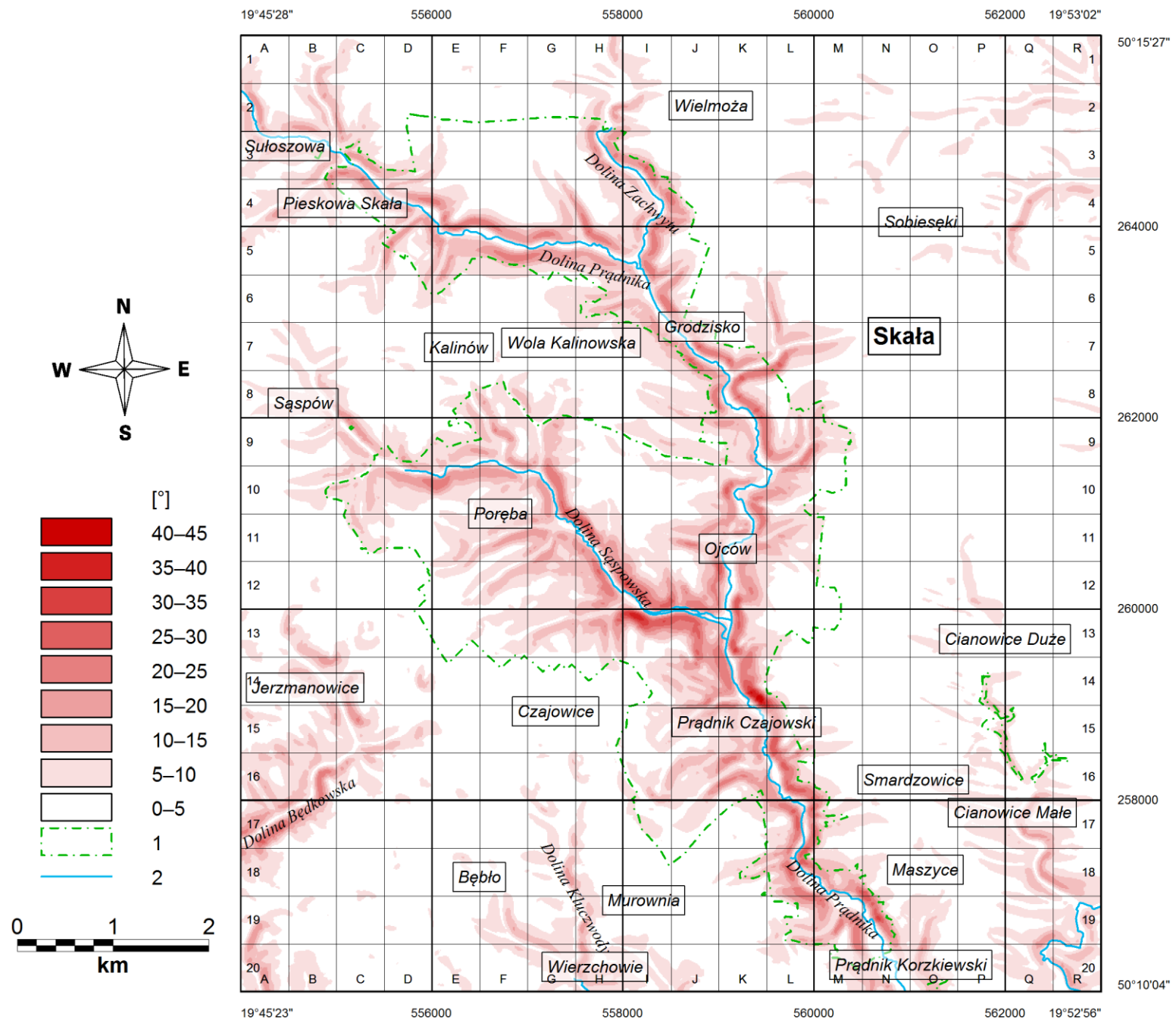
Output raster: F:\ArcGIS\OPN\Raster\m05\_slord

☐ Change missing values to NoData (optional)

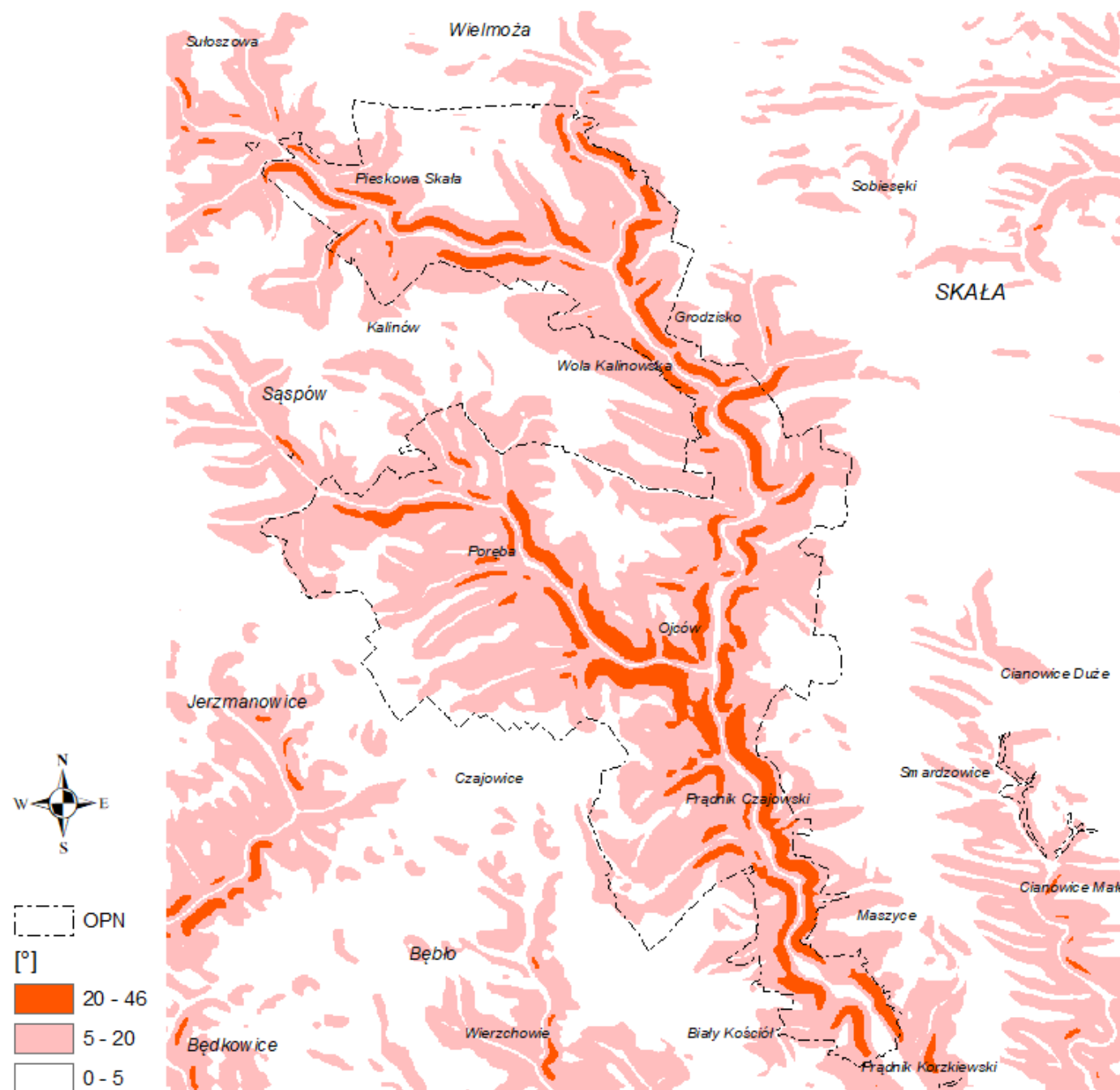
OK Cancel Environments... Show Help >>



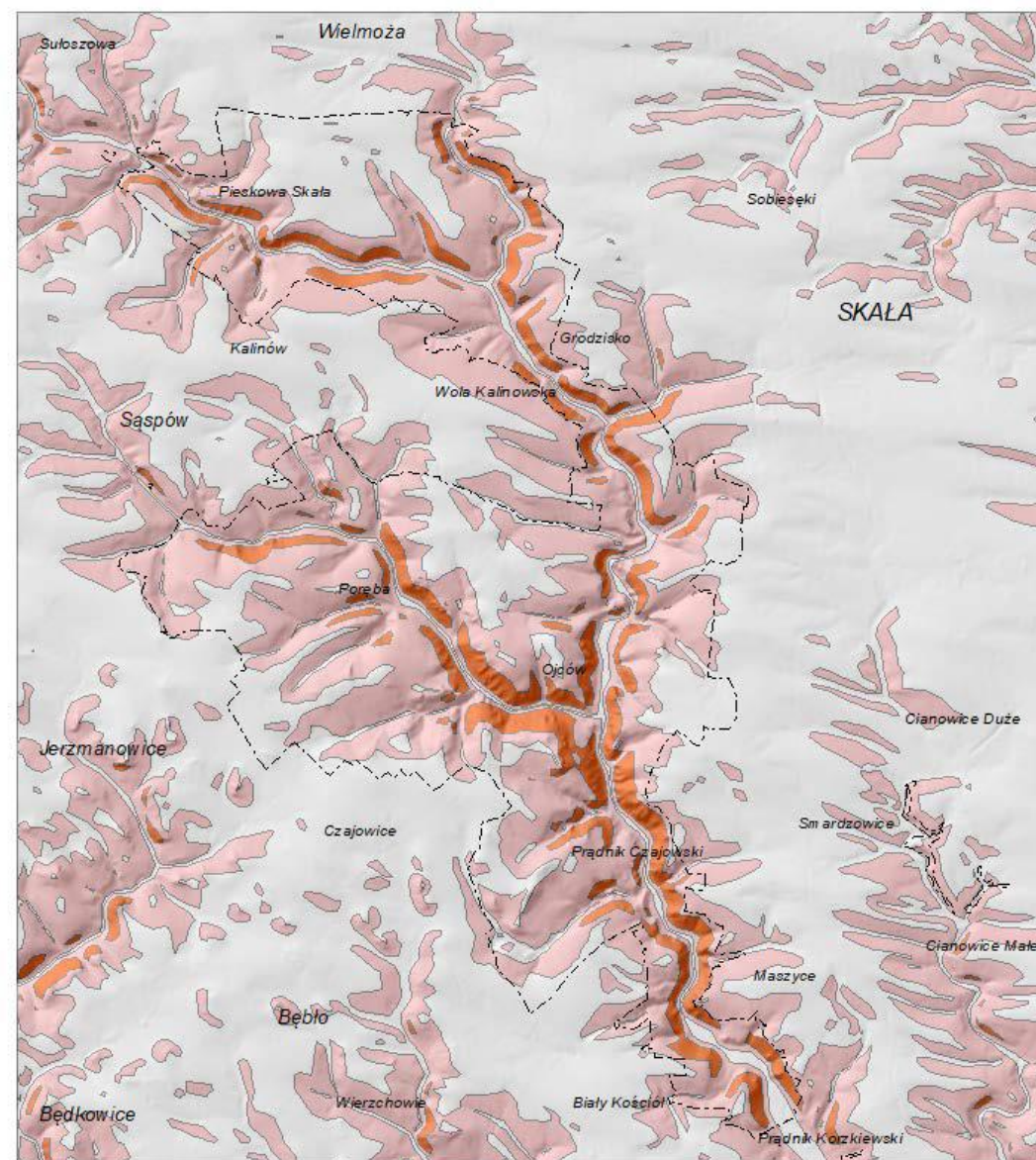
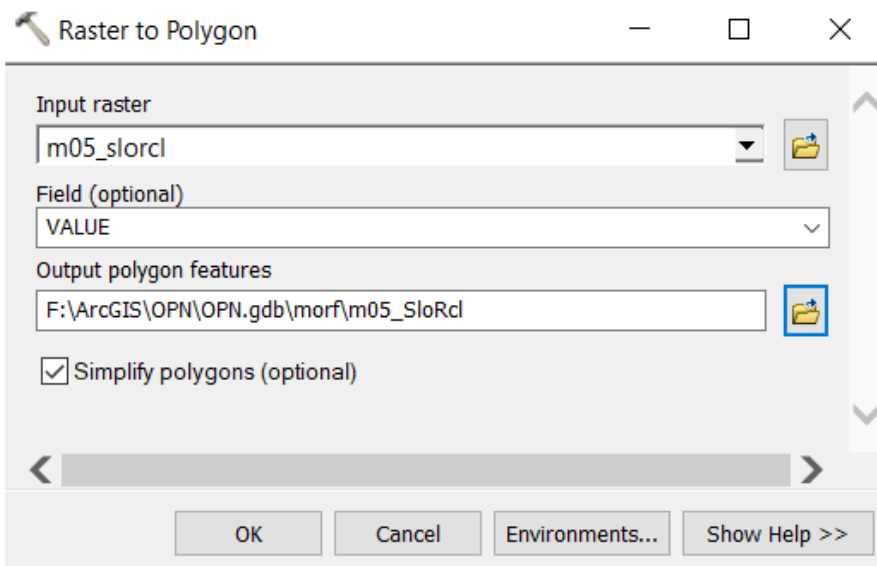
# Slope



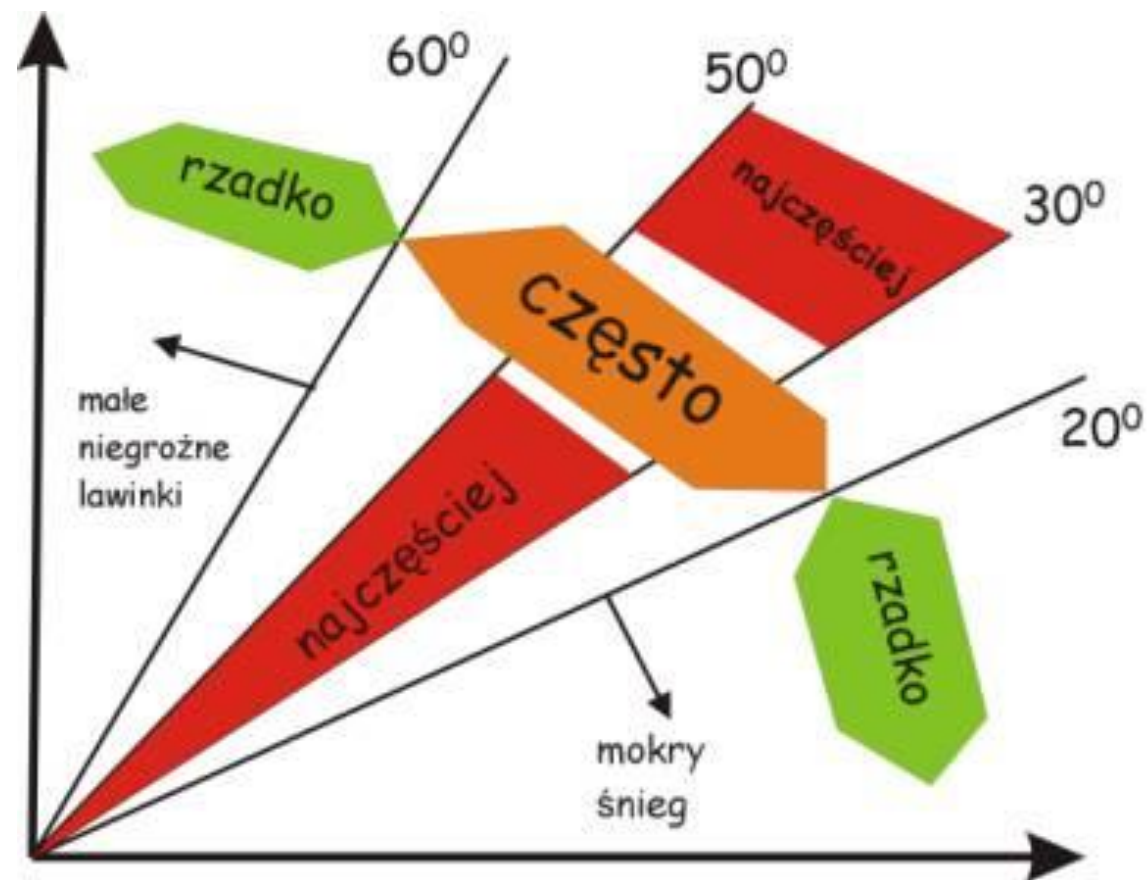
# Slope



# Slope

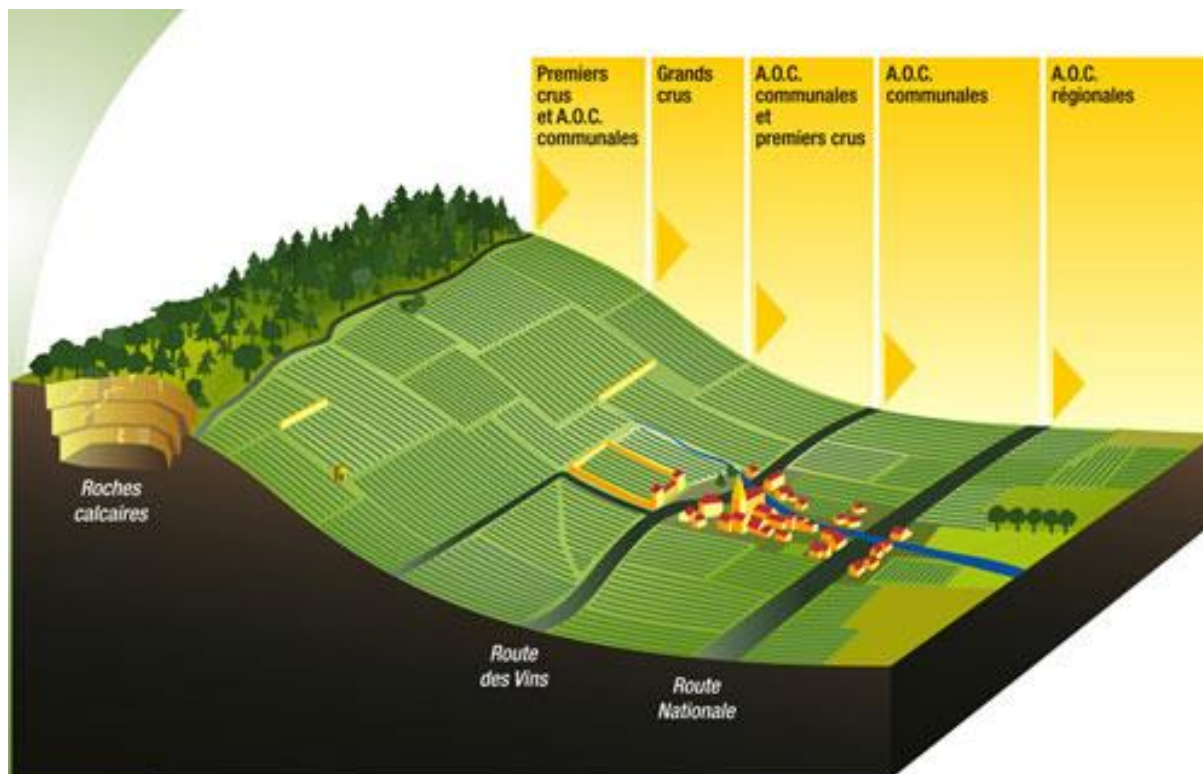


## Slope – zagrożenie lawinami





## Enologia w Burgundii



Najwyższą jakość dają winnice położone wyżej (ale nie najwyżej) na wzgórzach i o znacznym nachyleniu stoku, a to z uwagi na:

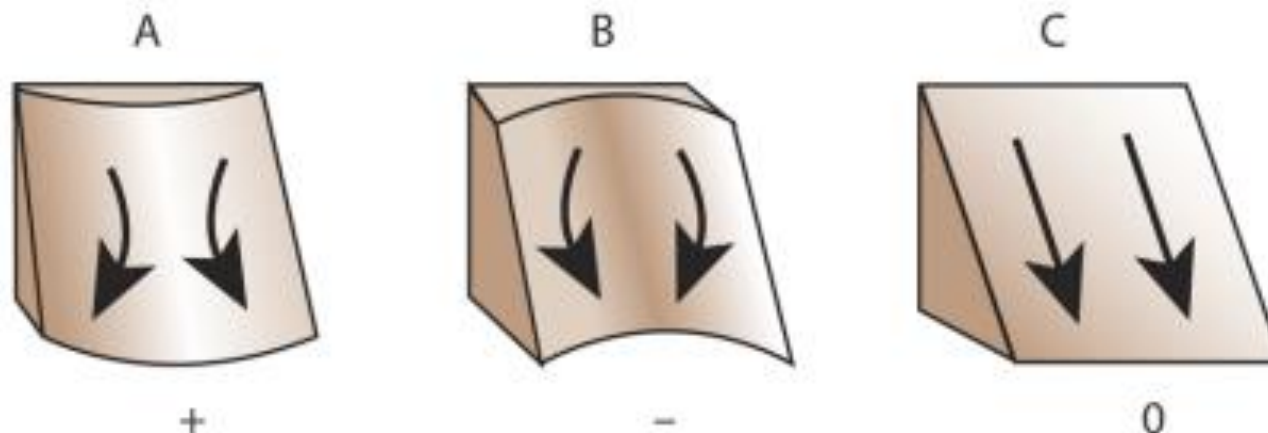
- najlepsze nasłonecznienie,
- unikalne mikroklimaty
- najlepszy drenaż (woda opadowa spływa natychmiast do podnóża stoku, nie pozostając w winnicy), są to: Grands Crus

## Krzywizna

- **Krzywizna** należy do grupy podstawowych atrybutów topograficznych i służy do opisu kształtu stoków.
- Współczesne oprogramowanie umożliwia wyznaczenie:
  - 1.krzywizny **planarnej** (poziomic, *plan curvature*),
  - 2.krzywizny **wertykalnej** (profilu, *profile curvature*),
  - 3.krzywizny **ogólnej**.

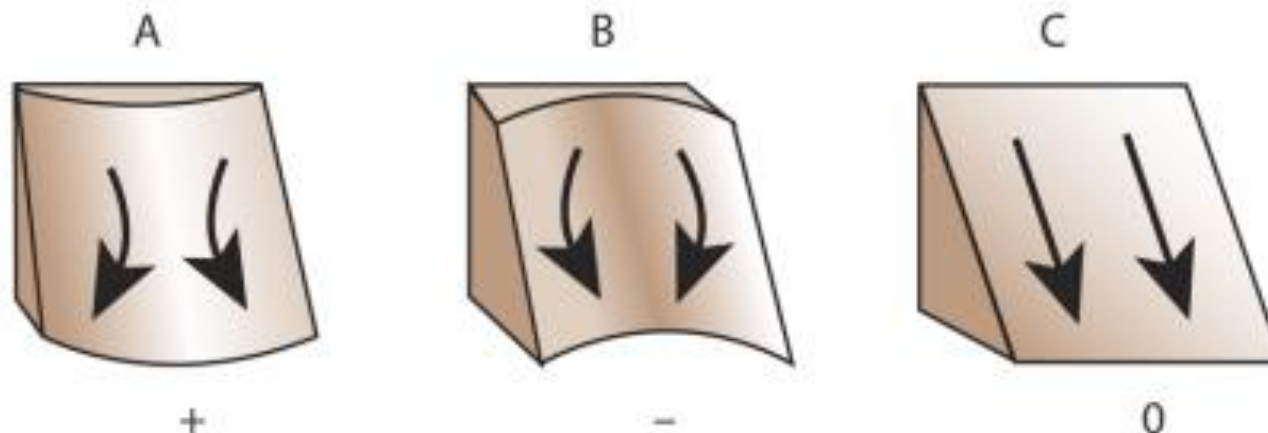
## Plan curvature - krzywizna planarna

**Krzywizna planarna** opisuje kształt poziomic na powierzchni poziomej. Pozwala na wyodrębnienie fragmentów zboczy posiadających tendencję do **konwergencji** (zbieżność spływu powierzchniowego) oraz obszarów powodujących jego **dywergencję** (rozbieżność).



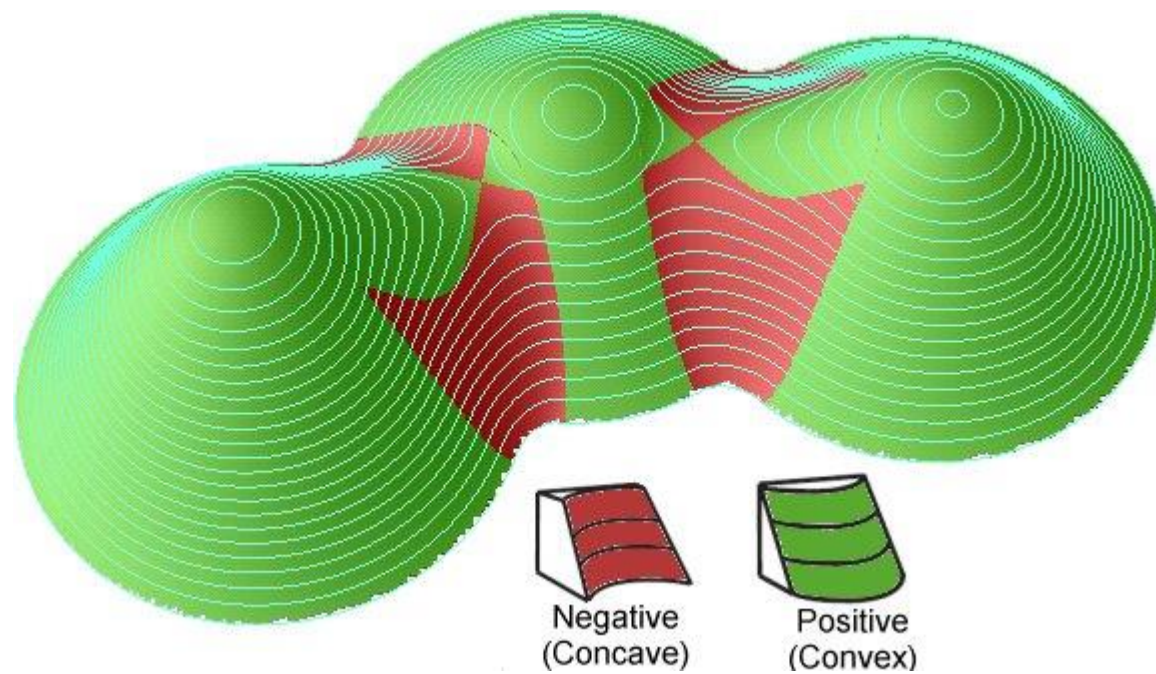
## Plan curvature

- wskaźnik przyjmuje wartości dodatnie w miejscach o tendencji do dywergencji
- ujemne w miejscach o tendencji do konwergencji.
- Wartości krzywizny planarnej równe 0 cechują obszary bez krzywizny poziomic.

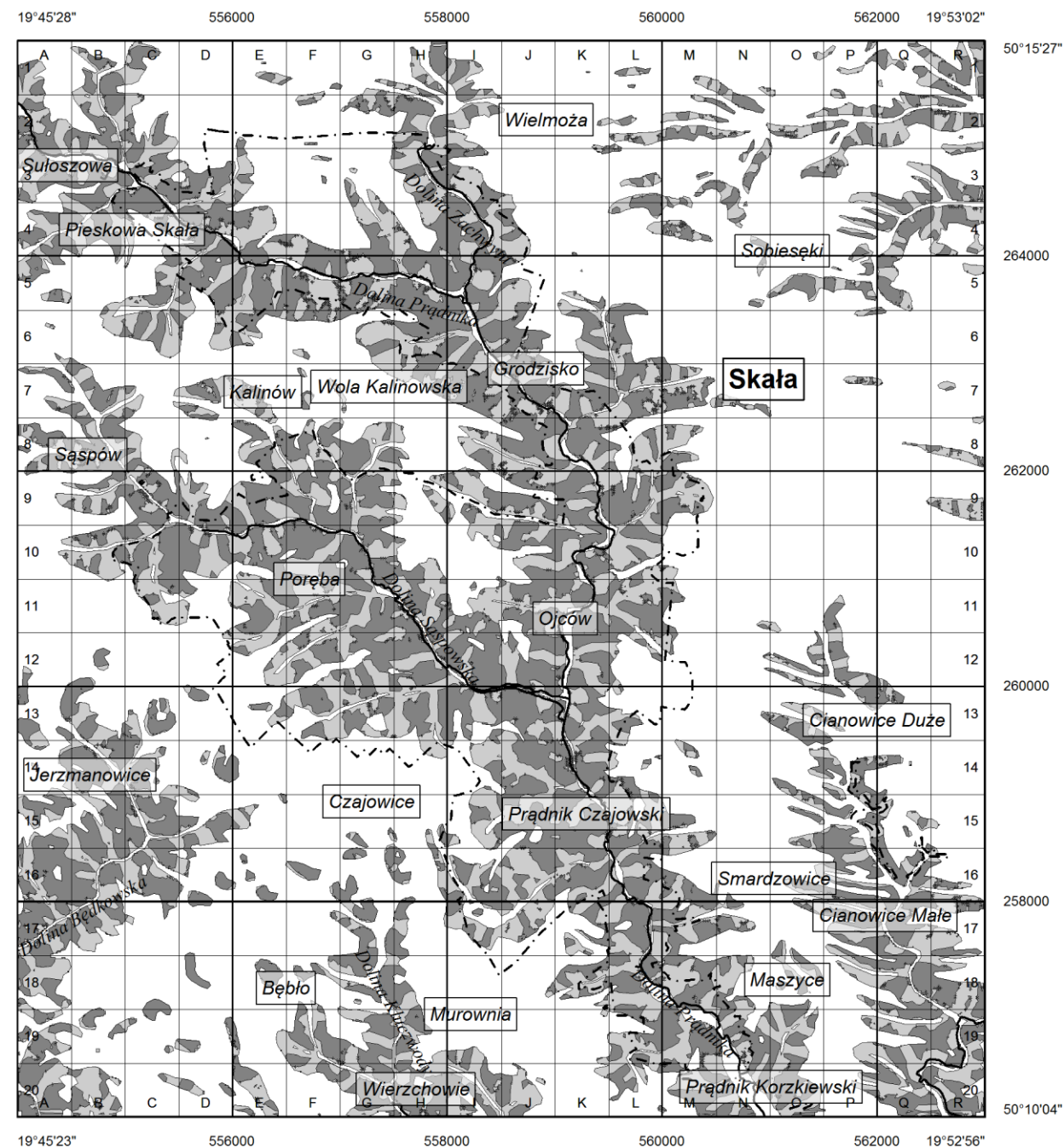
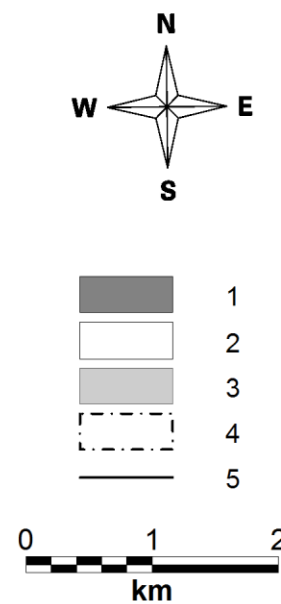




# Plan curvature

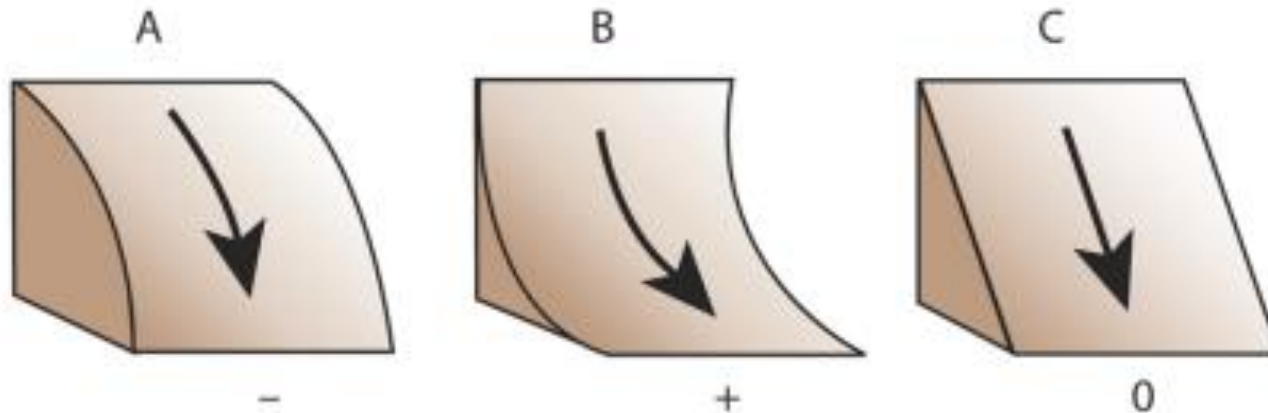


# Plan curvature



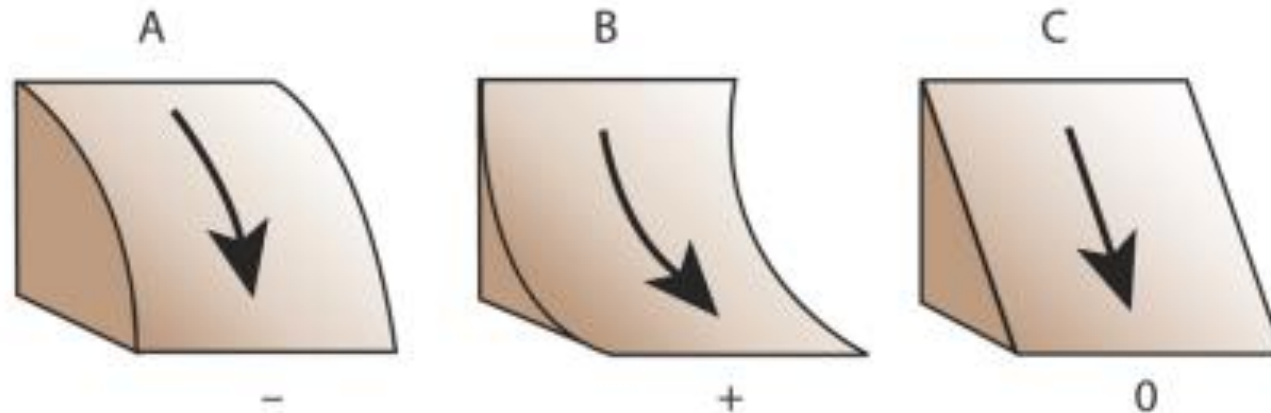
## Vertical curvature - krzywizna profilu

- Wskaźnik przyjmuje wartości ujemne dla stoków wypukłych w profilu,
- dodatnie – dla stoków wklęsłych w profilu,
- równe 0 dla stoków bez wyraźnej krzywizny profilu.



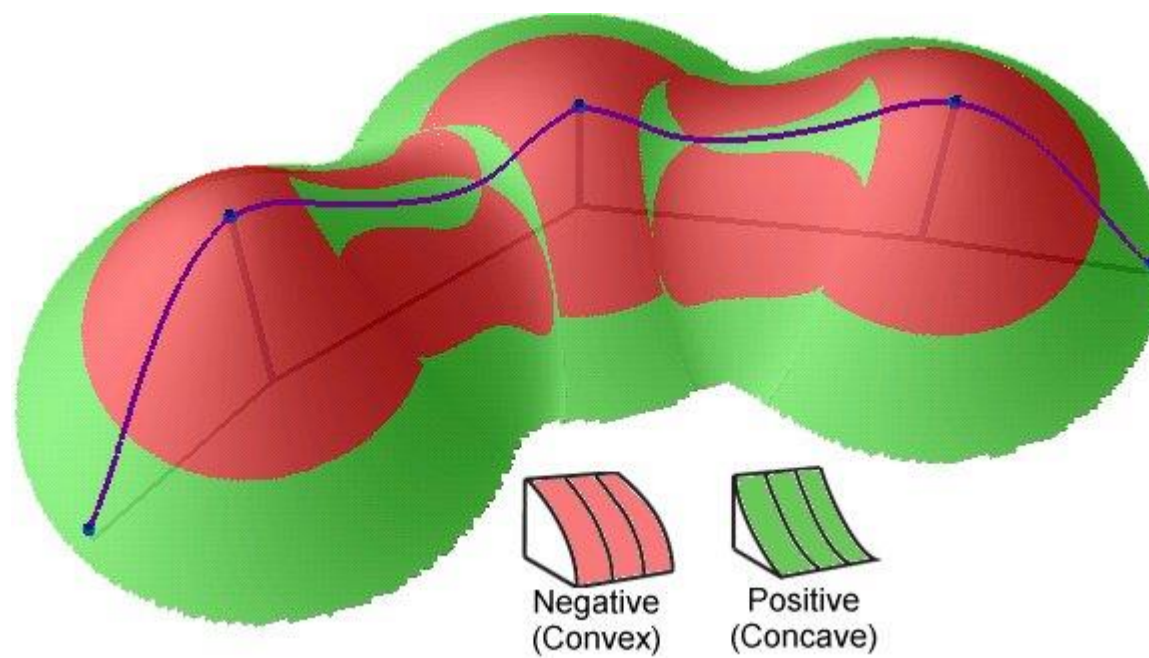
## Vertical curvature - krzywizna profilu

Krzywizna profilu opisuje zmianę nachylenia wzdłuż linii spływu i pozwala na określenie kształtu stoku

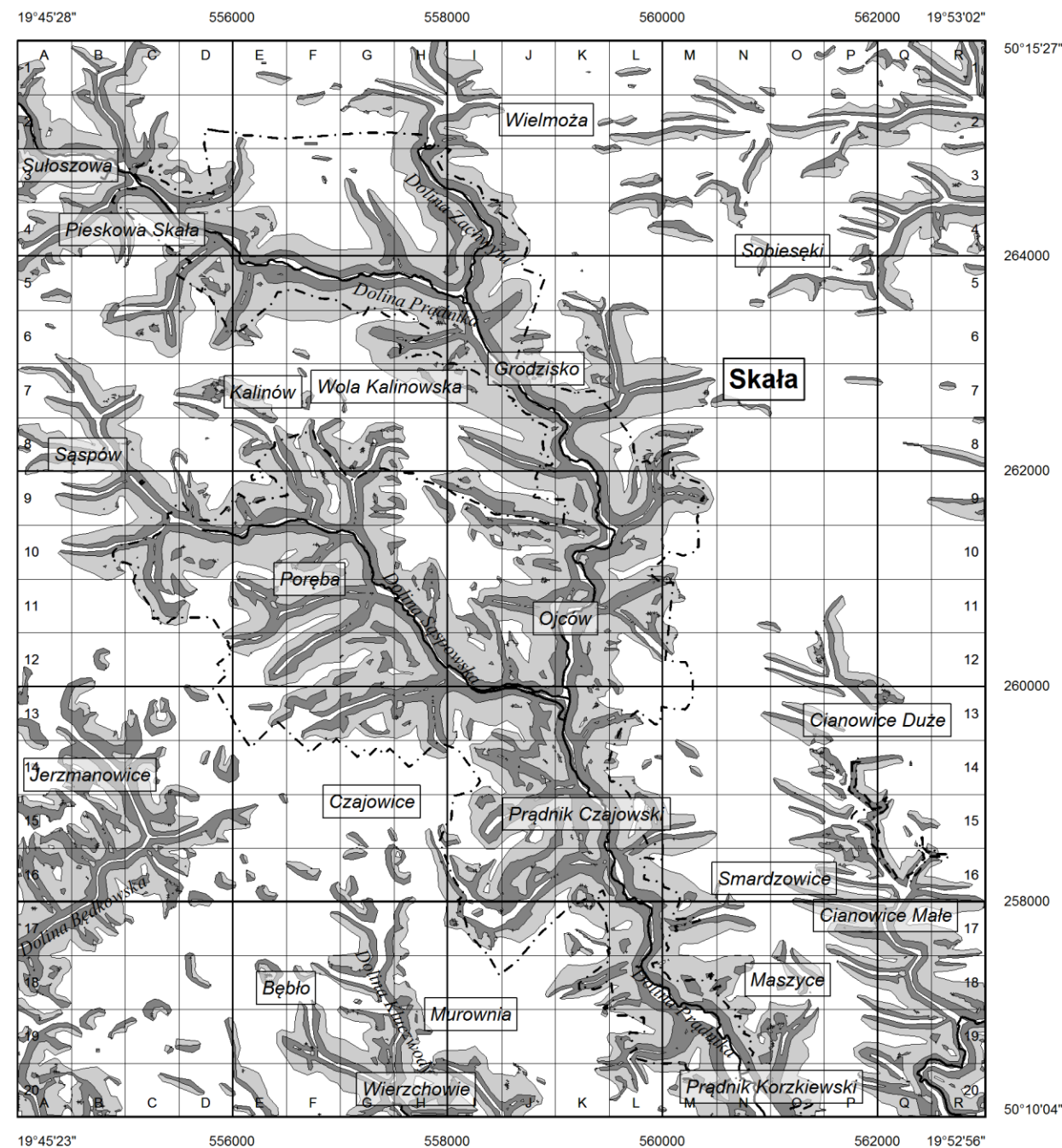
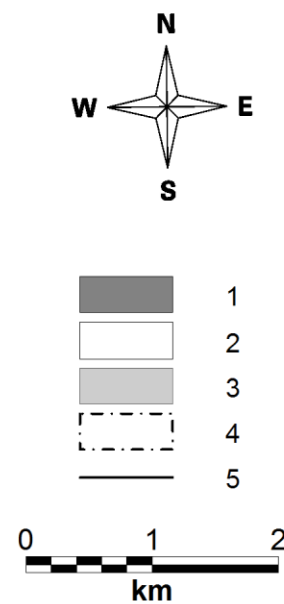




# Vertical curvature



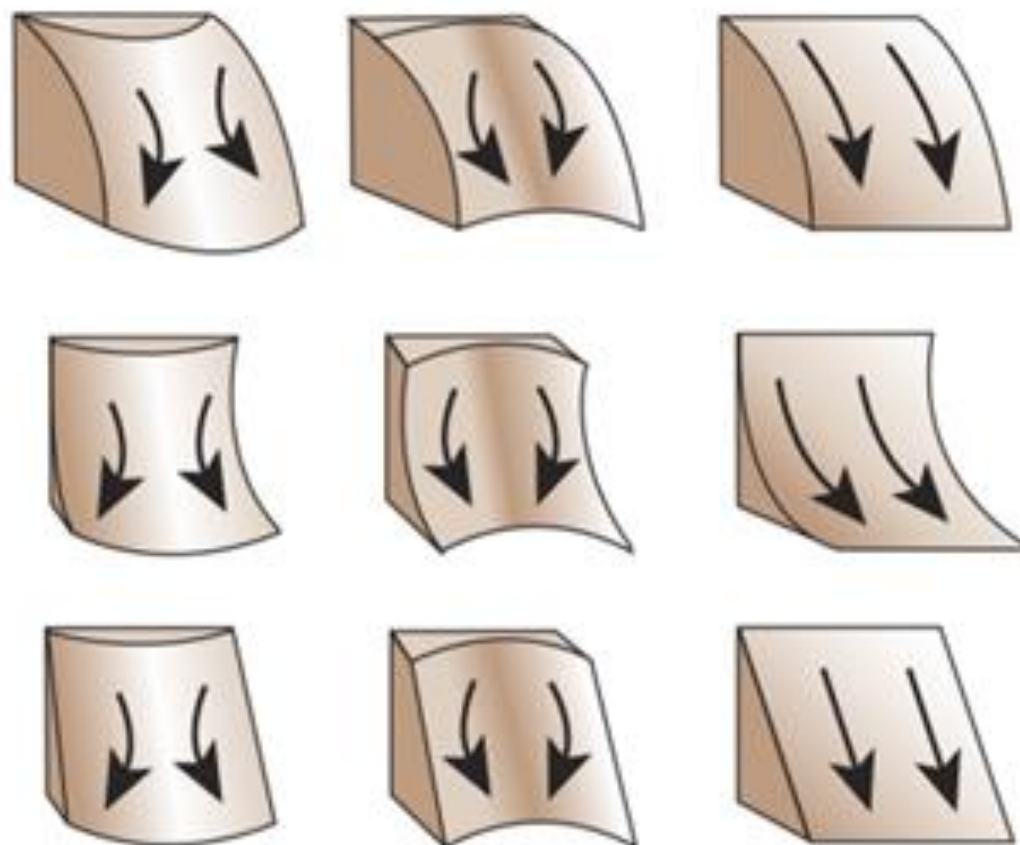
# Vertical curvatur



# Krzywizny – wykorzystanie w hydrografii

rodzaje krzywizny planarnej

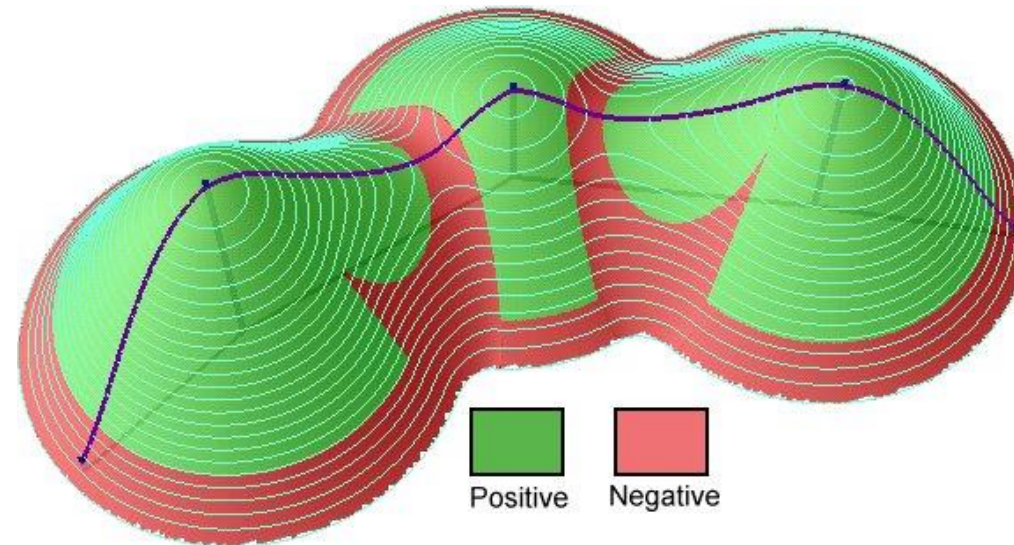
rodzaje krzywizny profilu



## General curvature - krzywizna ogólna

Krzywizna ogólna jest krzywizną powierzchni (a nie krzywizną linii utworzonej przez przecięcie powierzchni z płaszczyzną). Krzywizna ogólna może być:

- dodatnia lub wypukła (wskazując wzniesienia),
- ujemna lub wklęsła (wskazując doliny)
- 0 (wskazując powierzchnię płaską).

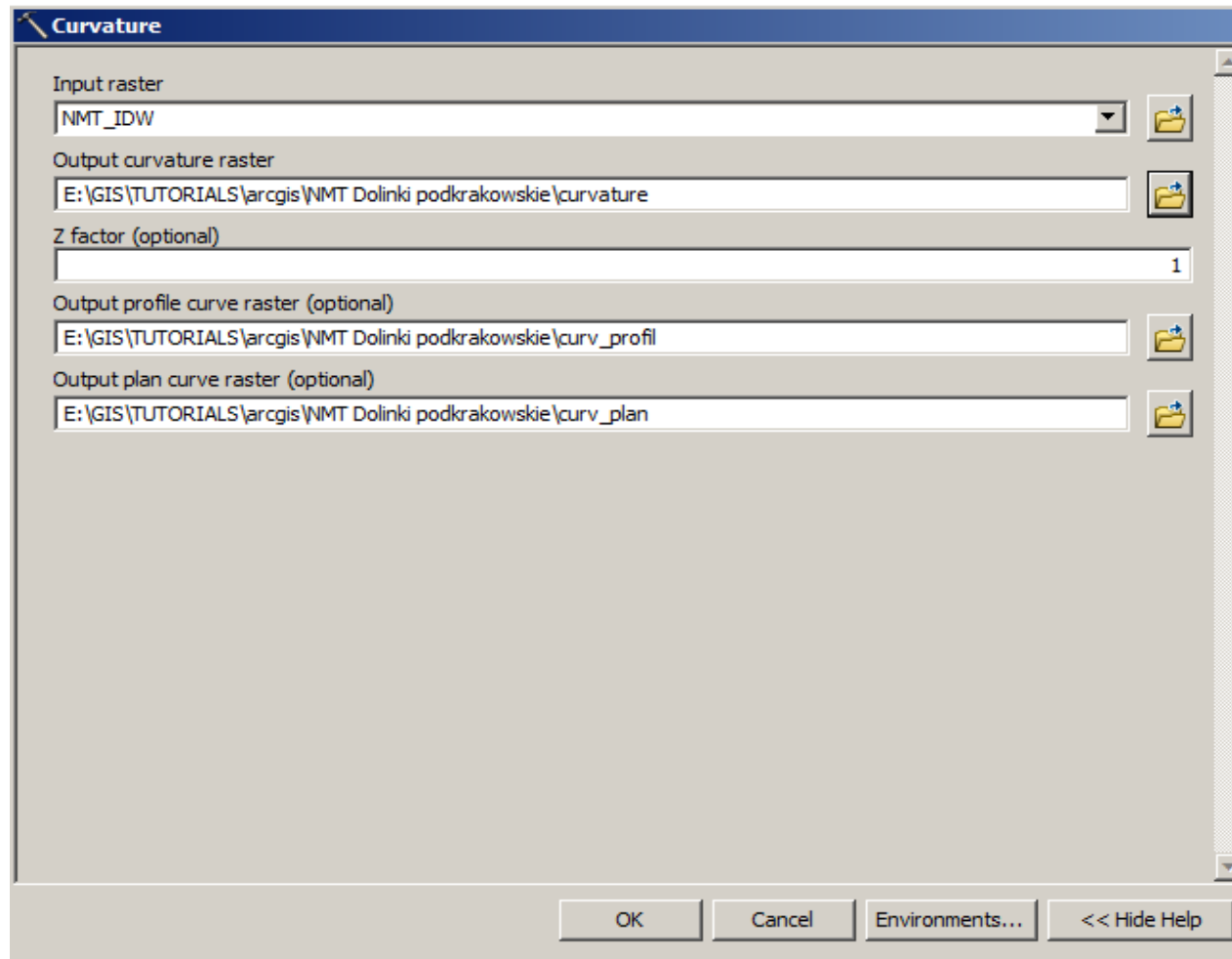




## Krzywizny – wykorzystanie w hydrografii

- **Krzywizna profilu** wpływa na przyspieszenie bądź spowolnienie spływu, a zatem wpływa na erozję i akumulację.
- **Krzywizna planarna** wpływa na zbieżność i rozbieżność spływu.
- Analiza atrybutów krzywizny planarnej i wertykalnej umożliwia dokładniejsze zrozumienie charakteru **spływu powierzchniowego**.

## Krzywizny - obliczenia



The image shows a screenshot of the 'Curvature' dialog box in a GIS software. The dialog has a title bar with a hammer icon and the word 'Curvature'. It contains several input fields and buttons. The 'Input raster' field is set to 'NMT\_IDW'. The 'Output curvature raster' field is set to 'E:\GIS\TUTORIALS\arcgis\NMT Dolinki podkrakowskie\curvature'. The 'Z factor (optional)' field is set to '1'. The 'Output profile curve raster (optional)' field is set to 'E:\GIS\TUTORIALS\arcgis\NMT Dolinki podkrakowskie\curv\_profil'. The 'Output plan curve raster (optional)' field is set to 'E:\GIS\TUTORIALS\arcgis\NMT Dolinki podkrakowskie\curv\_plan'. At the bottom, there are four buttons: 'OK', 'Cancel', 'Environments...', and '<< Hide Help'.

Curvature

Input raster  
NMT\_IDW

Output curvature raster  
E:\GIS\TUTORIALS\arcgis\NMT Dolinki podkrakowskie\curvature

Z factor (optional)  
1

Output profile curve raster (optional)  
E:\GIS\TUTORIALS\arcgis\NMT Dolinki podkrakowskie\curv\_profil

Output plan curve raster (optional)  
E:\GIS\TUTORIALS\arcgis\NMT Dolinki podkrakowskie\curv\_plan

OK Cancel Environments... << Hide Help

## Bibliografia

Bartuś, T., 2020. *Struktura i różnorodność abiotycznych komponentów krajobrazu w ocenie i delimitacji obszarów chronionych na przykładzie rejonu Ojcowskiego Parku Narodowego i jego otoczenia*. Wydawnictwa AGH. Kraków, 398pp. [[pdf](#)].

Urbański, J., 2011. *GIS w badaniach przyrodniczych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 252.