

## **Hilamuunnos tasossa**

Tässä yhteydessä hilamuunnoksella tarkoitetaan tasokoordinaattimuunnosta, jossa muunnoskertoimet esitetään tasavälisessä ruudukossa hilassa. Muunnoskertoimet on määritetty seuraavasti:

- 1) Helmert-muunnoksen jäännösvirheet on minimoitu tasoittamalla
- 2) jäännösvirheistä on muodostettu hilapisteistö affiinisella kolmioittaisella muunnoksella

Muunnoksesta voidaan käyttää myös nimitystä jäännösvirhemuunnos.

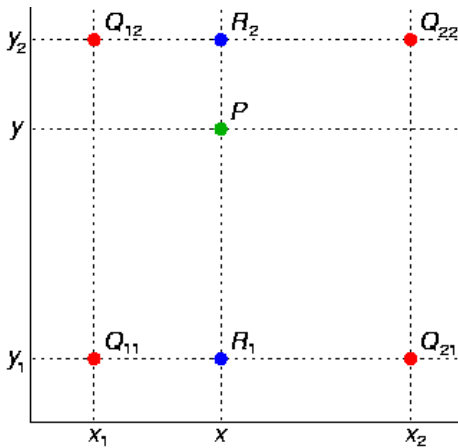
Hilamuunnoksen erityispiirre on että se ei hävitä vastinpistejoukkojen välillä esiintyviä mahdollisia paikallisia deformaatiota, vaan pikemminkin säilyttää ne. Hilamuunnoksen käyttö takaa parhaalla mahdollisella tavalla lähtöaineistoon mukautuvan muunnoksen kuitenkin ilman epäjatkuvuutta mahdollisten erilaisten osa-alueiden välillä.

Oleellista hilamuunnoksen määrittelyssä on, että mukaan valitut pisteet todella edustavat aineiston todellisia deformaatiota eikä mukaan tule virheellisiä pisteitä, jotka vääristäisivät muunnosta.

Muunnoksen lähtötietona ovat olleet Tampereen kaupungin runkopisteiden vanhat ja uudet tasokoordinaatit.

## ***Muunnosarvojen määrittäminen hilasta***

Muunnosarvot hilasta määritellään bilineaarisella interpoloinnilla, jonka matematiikka on esitetty esimerkiksi Wikipediassa.



$$\begin{aligned}
 f(x, y) \approx & \frac{f(Q_{11})}{(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)}(x_2 - x)(y_2 - y) \\
 & + \frac{f(Q_{21})}{(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)}(x - x_1)(y_2 - y) \\
 & + \frac{f(Q_{12})}{(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)}(x_2 - x)(y - y_1) \\
 & + \frac{f(Q_{22})}{(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)}(x - x_1)(y - y_1).
 \end{aligned}$$

$f(x,y)$  muunnettava koordinaatti

$f(Q_{11-22})$  ovat hilan nurkkapisteen hila-arvoja

$x_1, x_2, y_1$  ja  $y_2$  ovat nurkkapisteen koordinaatteja lähtökoordinaatistossa

Kun pisteen etäisyydet hilapisteistä normalisoidaan voidaan käyttää kaavaa:

$$f(x, y) \approx f(0, 0) (1 - x)(1 - y) + f(1, 0) x(1 - y) + f(0, 1) (1 - x)y + f(1, 1)xy.$$

Kuvien ja kaavojen lähde: [http://en.wikipedia.org/wiki/Bilinear\\_interpolation](http://en.wikipedia.org/wiki/Bilinear_interpolation)

Pohjois- ja itäsuuntaista muunnosta varten tarvitaan oma hilansa, koska hilapiste sisältää vain yhden korjausarvon. Korkeusmuunnos voidaan suorittaa hilan avulla samalla periaatteella.

Hilasta määritelly korjausarvo lasketaan etumerkkeineen yhteen muunnettavan koordinaattiarvon kanssa.

## ***Aineiston käsittely***

Muunnettaessa aineistoa on jokaiselle koordinaattiarvolle määritettävä korjaus interpoloimalla korjauksen arvo hilasta. Esimerkiksi viiva-elementin peräkkäisille pisteille määritellään kullekin siis

oma korjauksensa em. periaatteen mukaisesti. Pih-muunnos voidaan tehdä yhtäaikaisesti käyttämällä kolmea hilaa samanaikaisesti.

## ***Hilatiedoston formaatti***

Ohessa esimerkki Tampereen seutukunnan tasohilatiedostoista. Näissä hiloissa Helmert-muunnos ja jäännösvirhemuunnos toteutetaan samanaikaisesti yhtenä muunnoksena. Muunnosarvojen laskenta on kuitenkin tehty edellä kuvatulla kaksivaiheisella tavalla.

```
0 0 0 6799859 6831859 451821 481821 100 100 2 2000000
178.4393 178.4398 178.4403 178.4409 178.4414 178.4419 178.4425 178.443 178.4435 178.4441
178.4446 178.4451 178.4457 178.4462 178.4467 178.4473 178.4478 178.4483 178.4489 178.4494
178.4499 178.4505 178.4511 178.4517 178.4522 178.4528 178.4534 178.4539 178.4545 178.4551
178.4556 178.4562 178.4568 178.4574 178.4579 178.4585 178.4591 178.4596 178.4602 178.4608
178.4614 178.4619 178.4625 178.4631 178.4636 178.4642 178.4648 178.4653 178.4657 178.4661
178.4666 178.467 178.4674 178.4679 178.4683 178.4687 178.4692 178.4696 178.47 178.4704
178.4709 178.4713 178.4717 178.4722 178.4726 178.473 178.4735 178.4739 178.4743 178.4748
178.4752 178.4756 178.4761 178.4765 178.477 178.4778 178.4785 178.4793 178.4801 ...
```

Kolme ensimmäistä numeroa ovat koordinaatistotunnuksia varten, seuraavaksi min(P), max(P), min(I), max(I), hilaväli P, hilaväli I, pohjoinen=1 ita= 2 ja viimeisenä vakio, joka pitää lisätä kaikkiin hila-arvoihin.

Hilatiedosto "etenee" rivi kerrallaan luoteesta kaakkoon.

## **Hilamuunnos korkeudessa**

Korkeusmuunnos toteutetaan hilalla, joka on luotiin sovittamalla 2. asteen polynomipinta Tampereen korkeusjärjestelmän ja N2000 järjestelmän korkeuseroihin.

Muunnoksen lähtötietoina ovat olleet Tampereen kaupungin korkeuspisteiden Tampereen korkeusjärjestelmän ja N2000 järjestelmän mukaiset korkeudet. Tampereen kaupungin alueen kattamiseksi kunnan alueen ulkopuolelle luotiin "virtuaalisia" Tampereen korkeusjärjestelmän pisteitä, joiden korkeustaso määriteltiin Geodeettisen laitoksen julkaiseman N60-N2000 korkeuseromallin avulla.

Ohessa esimerkki Tampereen kaupungin korkeushilatiedostosta:

```
0 0 0 -8857 79143 51178 129178 1000 1000 0 0
0.5582 0.5590 0.5597 0.5605 0.5612 0.5619 0.5625 0.5632 0.5638 0.5644 0.5650 0.5655
0.5660 0.5666 0.5670 0.5675 0.5679 0.5683 0.5687 0.5691 0.5694 0.5697 0.5700 0.5703
0.5705 0.5708 0.5710 0.5711 0.5713 0.5714 0.5715 0.5716 0.5717 0.5717 0.5717 0.5717
0.5717 0.5716 0.5715 0.5714 0.5713 0.5711 0.5710 0.5708 0.5705 0.5703 0.5700 0.5697
```

0.5694 0.5691 0.5687 0.5683 0.5679 0.5675 0.5670 0.5666 0.5661 0.5655 0.5650 0.5644  
0.5638 0.5632 0.5626 0.5619 0.5612 0.5605 0.5598 0.5590 0.5582 0.5574 0.5566 0.5557  
0.5549 0.5540 0.5530 0.5521 0.5511 0.5501 0.5491 ...

Hilan otsikkorivin selitykset ovat samat kuin tasohilalla.