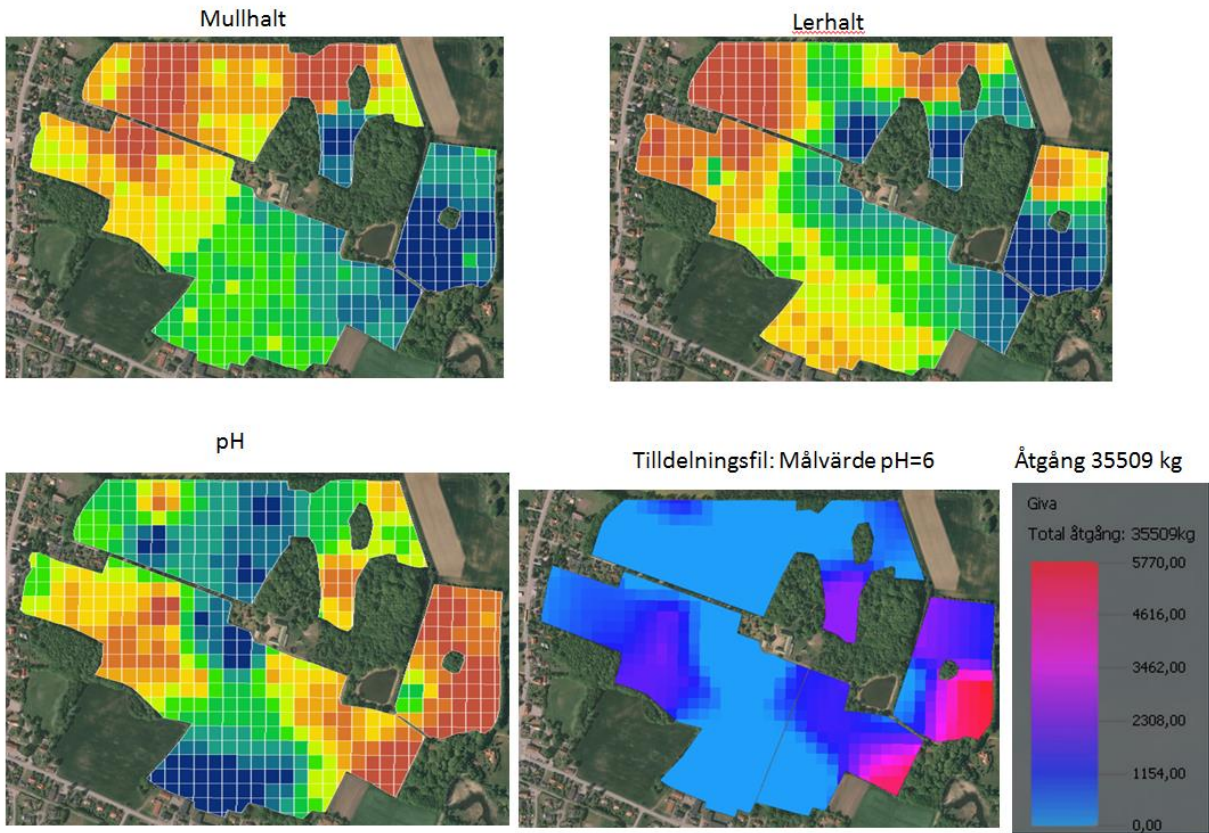


Beräkning av pH-kalkning med krossad kalksten



Beräkning av behovsformel för pH-kalkning

		Lerhalt %								
		3.5	10							
Ungefärlig mängd CaO i ton/ha som behövs för att höja pH 0,5 enheter i intervallet 5,0-6,5 (för varje jord visas lerhalten i procent)										
Mullhalt i procent		Sand och mo, <5	Lerig jord, 5-15	Lättilera, 15-25	Mellanlera, 25-40	Styv lera, 40-60	Mycket styv lera, >60			
<2		0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	4,5			
2-3		1,0	1,5	2,5	3,5	4,5	5,0			
3-6		1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	5,5	Måttlig mullhalt		
6-12		2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	Mullrik		

Mullhalt %

4.5

9

Jordbruksverkets riktlinjer för kalkning

Tabellinterpolering i 2 dimensioner görs med bilinjär interpolering:

Låt f vara den tabellfunktion ovan som vi vill approximera till en behovsformel av nedan karaktär:

$$f(x, y) \approx a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy$$

där x är mullhalt, y är lerhalt och \mathbf{a} är koefficientvektor. Om vektorn \mathbf{a} är känd kan vi alltså beräkna kalkningsbehovet för höjning av pH-värdet för alla mullhaltsvärden och lerhaltsvärden enligt markkartan, alltså även mellanvärden i tabellen.

Beräkning av koefficientvektor \mathbf{a} :

Låt \mathbf{X} vara mullhaltsvektorn och \mathbf{Y} lerhaltsvektorn i tabellen ovan.

Således blir: $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 4.5 \\ 9.0 \end{bmatrix}$ och $\mathbf{Y} = [3.5 \quad 10]$

$$\text{Låt } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & x_1 * y_1 \\ 1 & x_1 & y_2 & x_1 * y_2 \\ 1 & x_2 & y_1 & x_2 * y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 & x_2 * y_2 \end{bmatrix} \text{ och } \mathbf{B} = \begin{bmatrix} f(Q11) \\ f(Q12) \\ f(Q21) \\ f(Q22) \end{bmatrix}$$

där x_i och y_j är elementen i och j för respektive mullhaltsvektor och lerhaltsvektor och $f(Q_{ij})$ är tabellvärdet för i :te mullhalten och j :te lerhalten.

Således blir A-matrisen och B-vektorn:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 4.5 & 3.5 & 15.75 \\ 1 & 4.5 & 10 & 4.5 \\ 1 & 9 & 3.5 & 31.5 \\ 1 & 9 & 10 & 90 \end{bmatrix} \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} 1.5 \\ 2.0 \\ 2.5 \\ 3.0 \end{bmatrix}$$

Lös ekvationen $\mathbf{A} * \mathbf{a} = \mathbf{B}$. Lösningen ges av: $\mathbf{a} = \mathbf{A}^{-1} * \mathbf{B}$. Beräkning ger a-vektorn.

$$\mathbf{a} = \begin{bmatrix} 0.231 \\ 0.222 \\ 0.077 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Beräkning kan enkelt göras med ett matematikverktyg typ "Linear Equations Solver". Se nedan länk:

http://www.bluebit.gr/matrix-calculator/linear_equations.aspx

Multiplitera \mathbf{a} -vektorn med faktor:

1000, för att Jordbruksverkets tabell för CaO gäller i enheten 'ton/ha'

2, för att Jordbruksverkets tabell för CaO gäller för att höja pH med 0.5 enheter

2, för att vi tänker oss att använda krossad kalksten som innehåller 50% CaO.

Sammantaget blir alltså kalkbehovsfunktionen **F** i enheten kg/ha:

$$F(\text{mullhalt, lerhalt, pH}) = (\text{pH_m\AA}l\text{v\AA}rde - \text{pH}) * (924 + 888 * \text{mullhalt} + 308 * \text{lerhalt})$$

d\AA r pH m\AA l\text{v\AA}rde \AA r det pH v\AA rde vill vi uppn\AA .

Formeln g\AA ller f\AA r mullhaltsintervallet: [3% , 12%] och lerhaltsintervallet: [2%, 15%]. Finns behov av formel utanf\AA r detta intervall g\AA r man om ber\AA kningarna enligt ovan.

Exempel:

\AA nskar h\AA ja pH med 0.5 enheter vid mullhalt 4.5% och lerhalt 3.5% ger $F=0.5 * (924 + 888 * 4.5 + 308 * 3.5) = 2999$ kg/ha kalksten vilket \AA r 1.5 ton/ha CaO vilket \AA verensst\AA mmer med Jordbruksverkets tabell. Formeln ger allts\AA m\AA j\AA lighet att variera m\AA ngden kalksten \AA ver f\AA l\text{t}et f\AA r att styra behovet d\AA r det beh\AA vs enligt markkartan. pH m\AA l\text{v\AA}rde bestst\AA ms av vilka gr\AA dor man odlar. Resultatet blir allts\AA att man f\AA r samma pH v\AA rde \AA ver hela f\AA l\text{t}et och kan d\AA rigenom optimalt utnyttja den g\AA dning och g\AA dsel som tillf\AA rs p\AA ett enkelt s\AA tt.

Formeln g\AA rs om till en geotaggad tilldelningsfil med t.ex. ett v\AA xtodlingsprogram och \AA verf\AA rs d\AA refter till spridarens GPS-utrustning.