

## **Vetenskaplig slutrapport för projektet:**

### *Effects of demand driven fertilization on growth, appearance, and nitrogen use efficiency of turf grass*

### *Inverkan av behovsanpassad gödsling på tillväxt, utseende och kväveutnyttjande hos golfgräs*

#### **Ansvarig:**

Docent Tom Ericsson, Institutionen för landskapsplanering, SLU

#### **Testade hypoteser:**

Att behovsanpassad gödsling leder till:

- Mindre gödselåtgång
- Bättre rotutveckling
- Minskade sjukdomsangrepp
- Mindre näringsläckage

#### **Vad som menas med behovsanpassad gödsling:**

Tillväxten hos gräs och andra växter på våra breddgrader styrs primärt av tillgången på ljus och värme. På våren är tillgången på ljus god, men på grund av låga luft/marktemperaturer hålls tillväxten tillbaka. På hösten är det tvärtom, d.v.s. ljuset utgör då den tillväxtbegränsande faktorn. Av detta följer att tillväxten är låg under vår och höst med ett tillväxtmaximum strax efter midsommar. Eftersom tillväxt och näringsbehov är intimt kopplade processer bör gödslingsförloppet på en golfbana följa tillväxtkurvan, d.v.s. näringsgivorna ska successivt öka från tidig vår fram till början av juli för att därefter gradvis avta och helt upphöra när medeltemperaturen understiger 5°C.

#### **Försöksdesign:**

En ordinarie green på Fullerö golfbana indelades i tre delar om vardera ca 100 m<sup>2</sup>. En av dessa utgjorde kontroll, d.v.s. erhöll en liknande gödslingsbehandling som golfbanans övriga greener. De två övriga ytorna erhöll behovsanpassad gödsling motsvarande 100% av gräsets uppskattade behov respektive 80% av detta behov. Greenerna gödslades en gång per vecka med Biogolf (kontrollen) eller Wallco 960600. Mängden gräsklipp i de olika försöksleden insamlades och kvantifierades var annan (2003) eller var tredje vecka (2004). Gräsklippets innehåll av makronäringsämnen bestämdes vid 8 tillfällen under säsongen. Gräsets kolhydratstatus, i form av fruktan, bestämdes vid slutet av gödslingsperioden (oktober). Prover på rötter och jord i markskiktet 0-30 cm insamlades i början respektive slutet på tillväxtperioden.

Samtliga värden på klippmängder och näringsinnehåll i gräsklipp har korrigerats för sandkontaminering med hjälp av glödförlustbestämningar. Trots denna åtgärd kan troligen en del av variationen i försöksdata mellan tidpunkter och behandlingar förklaras av

sandförekomst i proverna. Det är därför viktigt att inte lägga allt för stor vikt på enskilda mätdata utan istället se på trenderna inom och mellan de olika försöksleden. Projektets budget har ej medgivit att behandlingarna har replikerats och av samma anledning har de kemiska analyserna utförts på sammanslagna prover. En statistisk analys av behandlingsskillnaderna har därför inte kunnat utföras.

## **Resultat och diskussion**

### **Gödsling, tillväxt och utseende 2003 och 2004:**

Gödslingsförloppet under 2003 för kontroll- respektive de behovsanpassade ytorna finns redovisade i Figur 1. Under detta år användes 7 olika fasta gödselmedel till golfbanans övriga greener. Av praktiska skäl användes ett flytande gödselmedel (Biogolf) på kontrollytan (Wallco 960600 är ett flytande gödselmedel) och gödslingsförloppet på denna yta avvek från övriga greener på golfbanan genom att veckogivan hölls oförändrad (0.08 kg N per 100 m<sup>2</sup>) under hela gödslingsperioden. Under 2003 tillfördes totalt 2.06, 1.61 respektive 1.28 kg N per 100 m<sup>2</sup> i kontroll-, 100% - respektive 80% leden.

Tillväxtförloppet under 2003 var starkt korrelerad till gödselgivornas storlek, dvs kontrollen växte bättre under vår och höst och sämre under högsommaren jämfört med de behovsgödslade försöksleden (Figur 2). Tillväxttakten i samtliga försöksled varierade dock markant under säsongen, vilket delvis kan förklaras av vädret dagen före klippningen. Perioder med temperaturer över ca 24°C resulterade i klart sämre grästillväxt.

Utseendet på gräset under våren skiljde sig åt mellan försöksleden genom att de behovsgödslade ytorna uppvisade en mattare grön färg jämfört med kontrollen. Denna färgförändring var troligen orsakad av de allt för låga näringsgivorna under denna del av tillväxtperioden. I takt med att veckogivorna ökade utvecklade gräset i dessa försöksled samma friska gröna färg som kontrollen. Några påtagliga skillnader i gräsets färg kunde inte noteras under hösten trots att näringsgivorna återigen antog samma låga värden som under våren.

Gödslingsförloppet under 2004 justerades i de behovsanpassade försöksleden. Totalgivorna förblev oförändrade men gödselmängderna under vår och höst ökades samtidigt som gödslingsnivån mitt på sommaren reducerades (Figur 1). Kontrollledets totala N-giva under 2004 (samt på golfbanans övriga greener) sänktes till 1.82 kg N per 100 m<sup>2</sup> och gödslingsförloppet uppvisade stora likheter med de behovsanpassade försöksleden.

Tillväxtförloppet under 2004 uppvisade också god korrelation mellan tillförd mängd gödsel och tillväxt (Figur 2). Under 2004 bytte kontrollledet och 80% ledet plats på greenen (pga misstankar om ojämn spelbelastning på dessa ytor) och denna förändring kan utgöra en förklaring till att 80% ledet växte fortare än 100% ledet under början av säsongen. Under 2004 kunde inga skillnader i gräsets utseende observeras mellan försöksleden utan samtliga ytor uppvisade en frisk grön färg.

### **Gräsets näringsinnehåll:**

Gräsets kväveinnehåll uppvisade stor korrelation till tillväxten under de två försöksåren (Figur 3 & 4). Ju högre tillväxt desto högre kvävekoncentration i gräsklippet. Likaså var innehållet av P och K starkt korrelerat till kvävekoncentrationen i gräsklippet under de två försöksåren (Figur 3 & 4). Balansen mellan dessa tre ämnen uppvisade liten variation under säsongen och mellan försöksleden. Trots att proportionerna mellan N-P-K i Biogolf är 100N:20P:185K innehöll gräsklippet i oktober proportionerna 100N:12:56K. Motsvarande proportioner för

Wallco är 100N:20P:84K och i gräsklippet från de Wallcogödslade ytorna var proportionerna 100N:14P:61K. Av dessa resultat drar jag slutsatsen att ett bra balanserat gödselmedel till krypven inte behöver innehålla mer än lite drygt 60K till 100N. Att tillföra extra kalium på hösten ter sig utifrån våra observationer som ett oerhört slöseri på ändliga naturresurser eftersom gräset inte visade någon tendens till att utnyttja det höga kaliuminnehållet i Biogolf. Att höstgödsla med gödselmedel vars kaliuminnehåll vida överstiger kväveinnehållet (tex Arena Höst som innehåller 5 gånger mer K än N) kan bara leda till ett onödigt stort läckage av K samt medföljande förluster av anjoner såsom nitrat, sulfat eller klorid.

Att öka fosforinnehållet i gödselmedel på våren, vilket ofta rekommenderas av gödseltillverkare, förefaller också sakna biologisk relevans. Trots att tillförseln av detta ämne var mycket låg under våren i jämförelse med dagens rekommendationer uppvisade gräset i de behovsgödslade ytorna ingen nedgång i P-innehåll under denna del av säsongen (Figur 3 & 4).

Även gräsklippets innehåll av Ca, Mg och S uppvisade god korrelation till gräsets N-status (Figur 3 & 4). Resultaten från denna studie indikerar att ett bra gödselmedel för krypven (troligen också för andra viktiga golfgräs) bör uppvisa följande ungefärliga balans mellan de olika makronäringsämnen:

**100N: 14P: 65K: 7Ca: 6Mg: 9S**

Dessa proportioner är mycket snarlika de som vi i Torsten Ingestads forskargrupp på SLU har visat vara optimala för en rad andra växtarter (träd, örtartade perenner och annueller).

### **Rotutveckling:**

Studien har visat att rötterna, oavsett behandling, är starkt koncentrerade till det övre jordlagret. Ca 80 % av rotbiomassan i samtliga försöksled påträffades i de övre 5 cm skiktet (Figur 5). I absoluta tal uppvisade kontrollytan på våren 2004 mer rötter jämfört med de behovsanpassade försöksleden (Figur 5), men med tanke på att tillväxten ovan jord på denna yta under vår och höst (tidpunkterna för rotprovtagningen) var högre än på de behovsanpassade ytorna bör den relativa rotproduktionen ha varit lägre. Mina egna växthushusförsök med krypven har dock vid samtliga tillfällen klart visat att en tillväxtbegränsande kvävetillförsel även i absoluta tal resulterar i en större underjordisk produktion jämfört med när kvävetillgången är hög. Den dåliga rotutvecklingen längre ner i markprofilen i samtliga försöksled kan möjligen förklaras av otillräcklig luftning. Under sådana betingelser kan man förvänta sig att syrebristen blir besvärligast för det gräs som lider störst brist på N, eftersom en sämre tillväxt också påverkar transpirationen negativt och därmed upptorkningen av odlingssubstratet. Detta skulle möjligen kunna förklara varför tillväxten i absoluta tal var sämre i de behovsanpassade försöksleden. Det bör dock påpekas att framprepareringen av rötter ur jordproverna har varit mycket besvärlig och det har inte gått att helt eliminera förekomsten av sand i de vägda rotproverna.

### **Kväveutnyttjande:**

Utnyttjandegraden av N har beräknats som en mellanskillnad mellan tillfört N den aktuella veckan och mängden N i gräsklippet samma vecka. Eftersom gräsklipp endast insamlades vid ett tillfälle den aktuella veckan har jag antagit att tillväxten per dag har varit lika stor under hela veckan. Kväveutnyttjandet under 2003 var lågt i kontrollerdet (Figur 6). Som regel påträffades knappt 50 % av den tillförda kvävemängden (0.08 kg N per 100 m<sup>2</sup> och vecka) i gräsklippet. De behovsanpassade försöksytorna uppvisade samma år ett mycket högt kväveutnyttjande under vår och höst (Figur 6). Under sommaren då kvävegivorna översteg

0.08 kg N per 100 m<sup>2</sup> och vecka påträffades mindre än hälften av det tillförda kvävet i klippet. Under 2004 var utnyttjandegraden av kväve mycket hög i samtliga försöksled. Detta var troligen ett resultat av att gödselgivorna detta år bättre korrelerade med grässets verkliga behov. Att mer kväve återfanns i gräsklippet än vad som tillfördes via gödslet kan möjligen förklaras av att den dagliga tillväxten under provtagningsveckan kan ha överskattats. Det är också möjligt att organiskt bundet N har frigjorts i tillräckliga kvantiteter för att upptaget av N kan överstiga tillförseln.

Resultaten visar att en tillförsel på ca 0.03 kg N per 100 m<sup>2</sup> och vecka i början (kring vecka 16) och slutet på säsongen (kring vecka 43) och ett maximum på ca 0.06 kg N per 100 m<sup>2</sup> och vecka under sommarmånaderna (vecka 25-35) förefaller vara tillräckliga mängder för att skapa ett bra golfgräs (krypven) i Mälarenregionen.

Jordproverna tagna före gödslingsstarten visade på klart förhöjda kvävenivåer i skiktet 10-30 cm under 2003 jämfört med 2004 (Tabell 1). Detta indikerar att sen höstgödsling (0.05 kg N per 100 m<sup>2</sup>, gavs 5/12 2002), alternativt stora näringsgivor tidigt på våren, i mycket ringa utsträckning kan utnyttjas av gräset. Konsekvenserna av detta blir ett oacceptabelt stort näringsläckage.

#### **Grässets kolhydratstatus:**

Gräsklippets innehåll av fruktan (lagringsformen av kolhydrater i gräs) under 2003 uppvisade som regel en negativ korrelation till kväveinnehållet. Att de icke strukturella kolhydraterna i växtvävnaderna ökar under kvävebegränsande tillväxtförhållanden är ett förväntat resultat och har demonstrerats för en rad andra växter. Mot slutet av tillväxtperioden ökade fruktaninnehållet markant i samtliga försöksled och även detta resultat stämmer väl överens med andra studier. Under 2004 var skillnaderna mellan försöksleden mindre och ökningen i fruktan mot slutet av säsongen var mycket blygsam. En möjlig förklaring till detta fenomen kan vara att grässets kvävestatus vecka 40 var något högre under 2004 jämfört med samma tidpunkt 2003 (jfr Figur 3 & 4). Kvävegivornas storlek under senhösten var också ca 10 ggr högre 2004 jämfört med 2003. Olikheter i väderförhållandena under dessa två år kan också ha påverkat bildningen av kolhydrater. (har ej i skrivande stund tillgång till väderdata för oktober 2003 och 2004).

#### **Skador:**

Under försökets två år har inga allvarliga angrepp av svamp observerats i de olika försöksleden. Ej heller har övervintringsskador av abiotisk natur observerats. Att så ej har inträffat i de behovsanpassade försöksleden, där extra kalium ej tillfördes mot slutet av säsongen, talar för att höstgödsling är ett fenomen som ej är biologiskt förankrat.

#### **Slutsatser**

- Det är möjligt att kontrollera och styra tillväxten på greener med hjälp av ett behovsanpassat gödslingsprogram.
- Det går att kraftigt reducera tillförseln av kväve till nivåer runt 1.3 kg N per 100 m<sup>2</sup> och år på greener i Mälarenregionen när gödslingen anpassas till tillgången på ljus och värme under tillväxtperioden.
- Trots en kraftig minskning av gödselmängden på årsbasis, med hjälp av behovsanpassade näringsgivor, uppvisar krypven inga synliga negativa färgförändringar.
- Behovsanpassad gödsling leder till ett mycket högt kväveutnyttjande och därmed till små näringsläckage.

- Försöket antyder att det är möjligt att styra gräsets kolhydratstatus, och med stor sannolikhet förmågan att stå emot svampangrepp samt vinterns abiotiska påfrestningar.
- Att rotutvecklingen också gynnas av en behovsrelaterad gödslingsregim har inte kunnat demonstreras i detta försök
- Försöket ger inga belägg för att höstgödsling med K gynnar gräsets invintring och överlevnad under vintern.
- Försöket ger inga belägg för att det finns behov av extra P-tillskott under våren för att underlätta gräsets P-upptag när marktemperaturen är låg.
- Det går att använda ett enda gödselmedel under hela tillväxtperioden istället för att som idag ändra gödselmedlets sammansättning under vår, sommar och höst.

## **Förslag på angelägna forskningsområden**

### **I**

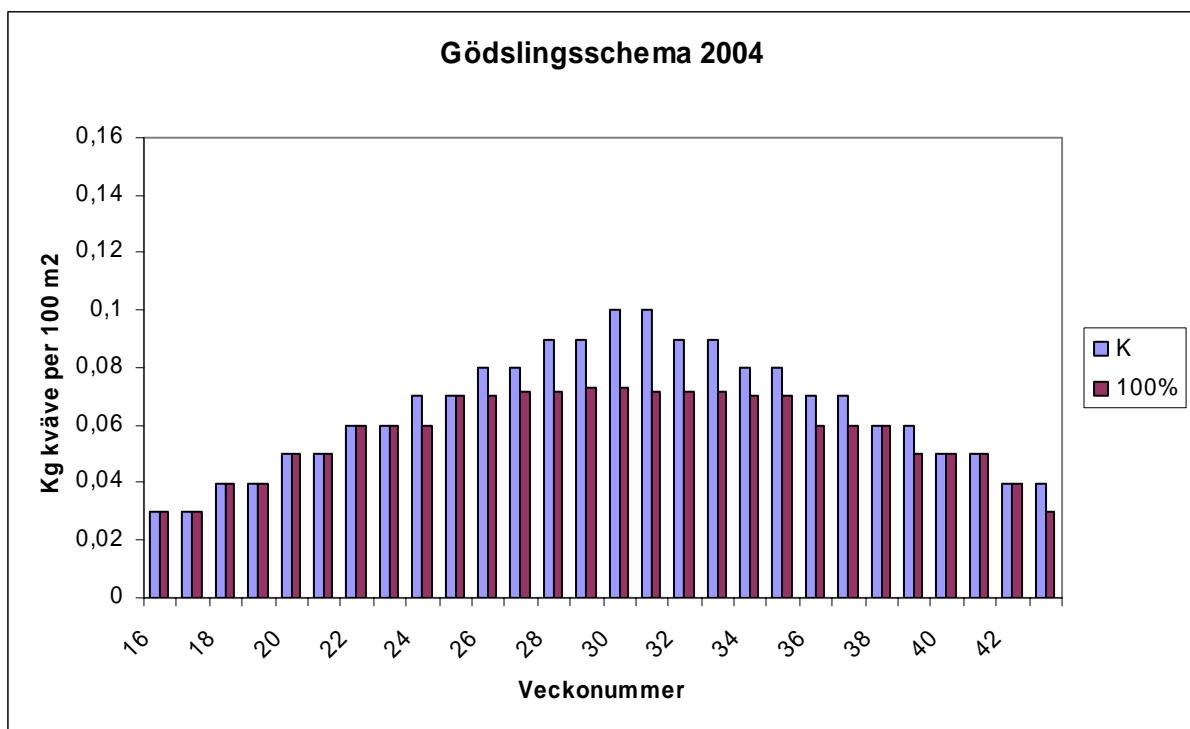
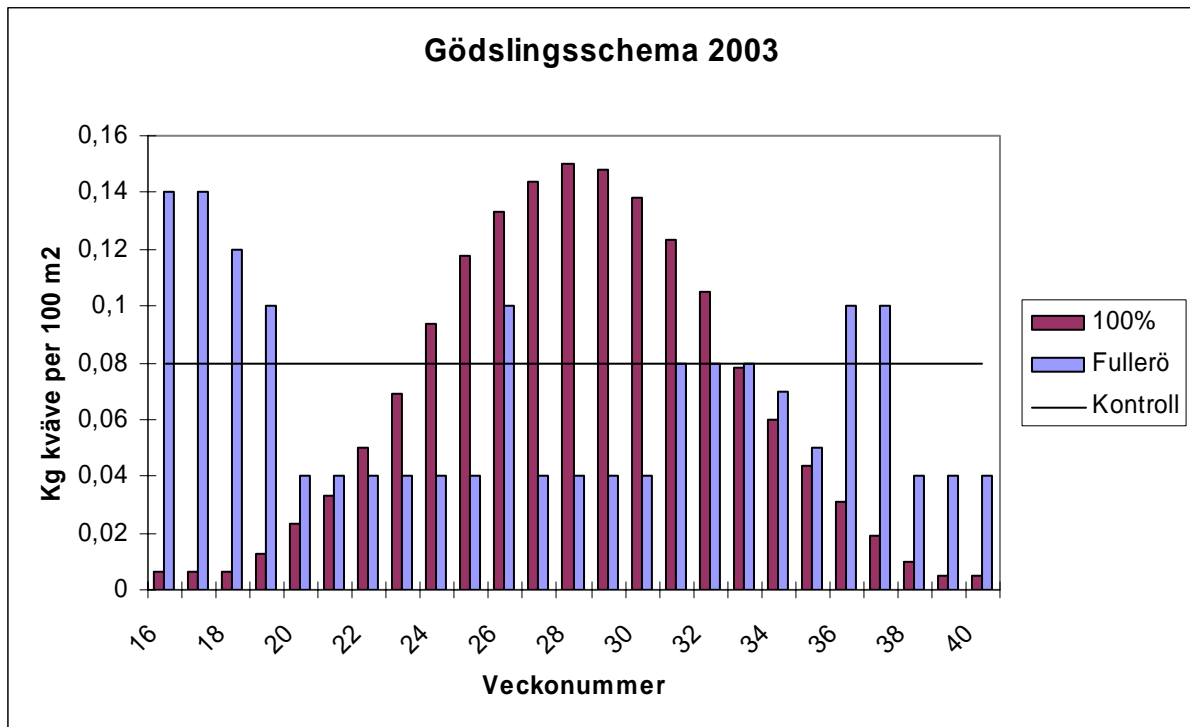
Vi saknar i dag kunskap om sambandet mellan kväveinnehåll i bladen och tillväxthastigheten för de idag mest betydelsefulla grässorterna i Skandinavien. Denna kunskap är viktig inte bara för att beräkna åtgången av näring. Kunskapen är också viktig för att kunna ställa rätt diagnos om tillväxten/utseendet på gräset inte överensstämmer med förväntningarna. Även en ökad kunskap kring behovet av övriga näringsämnen är önskvärt för att kunna utveckla gödselmedel för golfgräs som svarar mot gräsets verkliga behov.

### **II**

Det är också angeläget att öka vår kunskap kring sambandet mellan kvävestatus och kolhydratförrådets storlek i blad och rot hos de i dag mest använda grässorterna. Denna kunskap är, enligt min mening, särskilt viktig om förbud införs mot användandet av fungicider i framtiden.

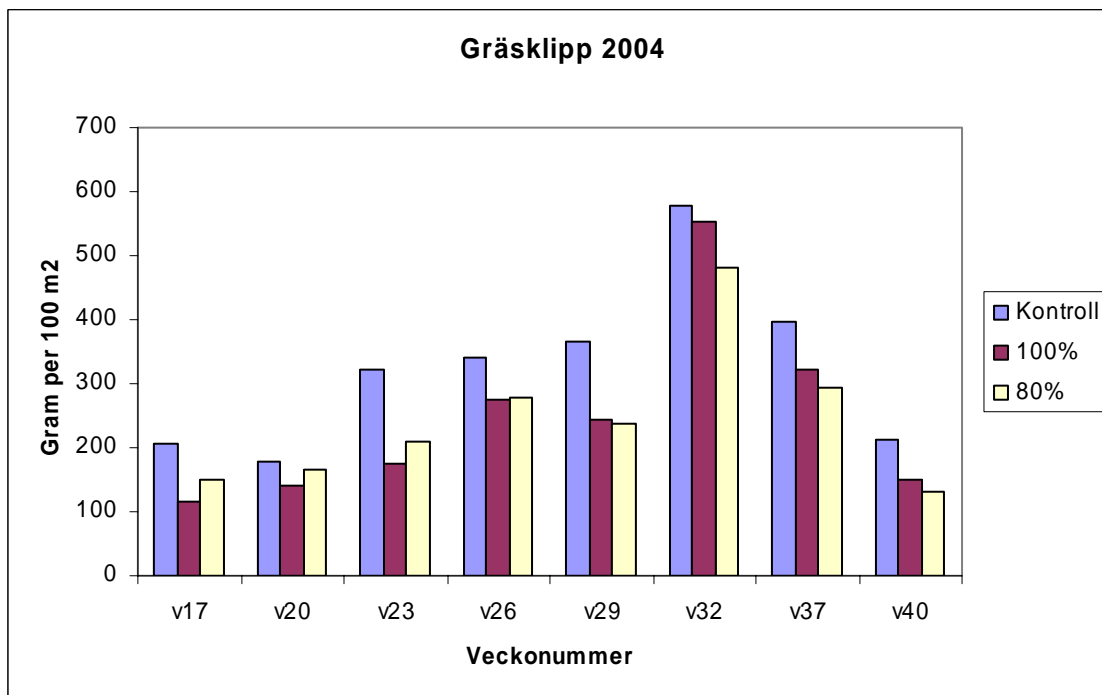
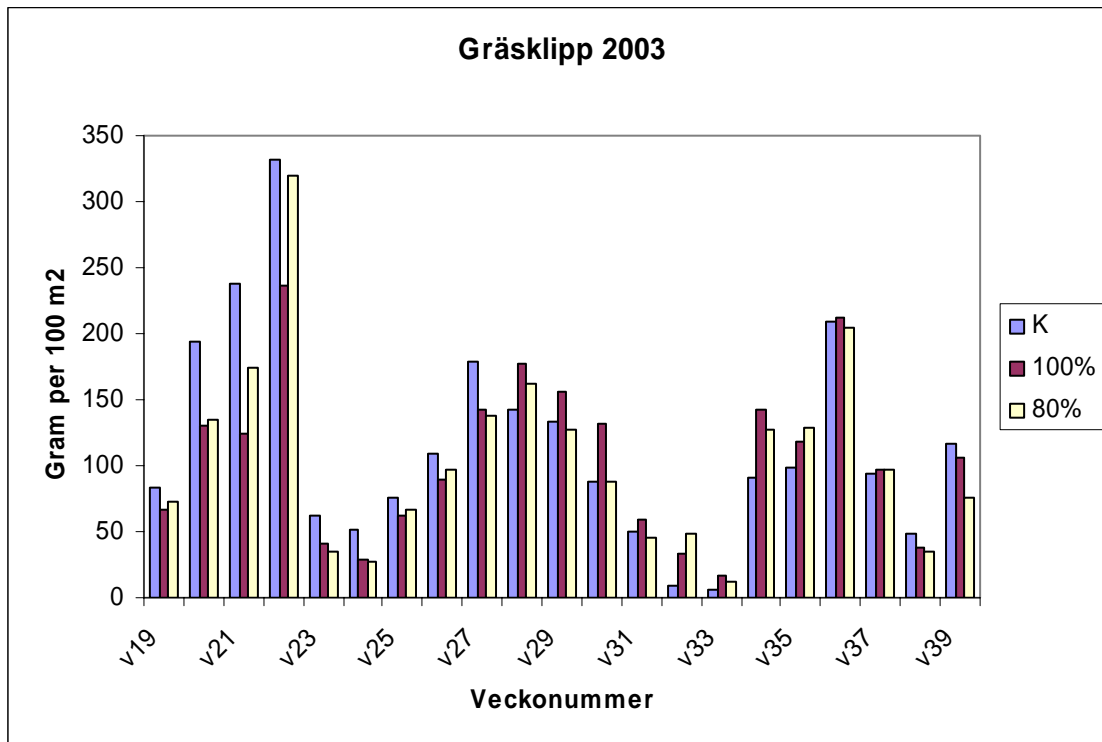
### **III**

Mot bakgrund av den i mitt tycke dåliga rottillväxten på de behovsgödslade försöksytorna finner jag det angeläget att öka vår kunskap kring hur tillgången på syre och kväve i marken påverkar rotutvecklingen hos golfgräs. Jag söker med andra ord en förklaring till varför rotutvecklingen i mina krukförsök i motsats till fältförsöket har gynnats i absoluta tal av en tillväxtbegränsande kvävetillförsel jämfört med icke begränsande näringsförhållanden.



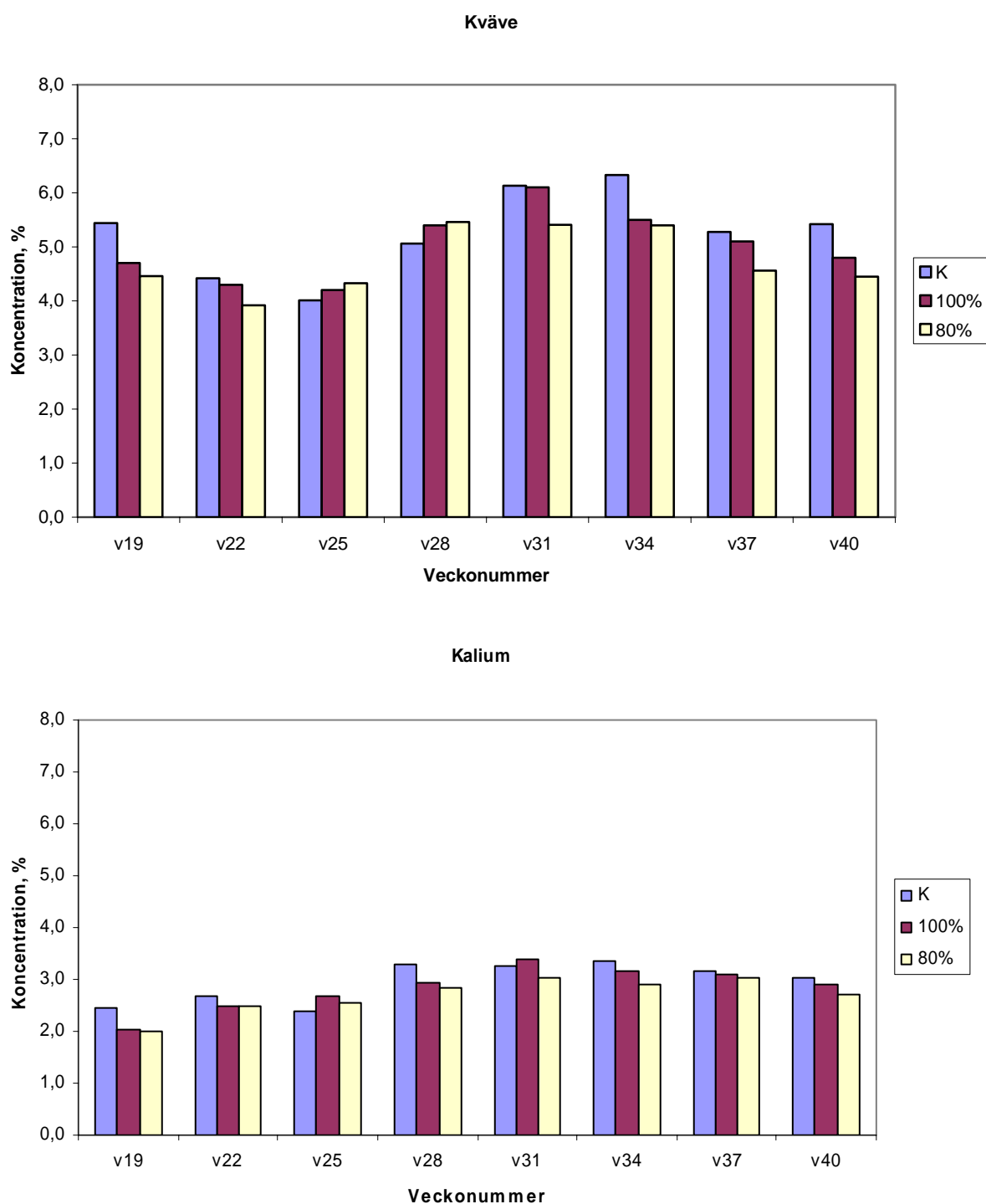
Figur 1 Kvävegivans storlek under 2003 och 2004 i kontroll (K, Fullerö GK:s ordinarie program) och behovsanpassad (100%) försöksled.

## Gräsklipp 2003 och 2004



**Figur 2.** Gräsklipp per 100 m<sup>2</sup> och dag under 2003 och 2004 i de tre försöksleden; Fullerö GK:s gödslingsregim (K), behovsanpassad gödsling (100 %), 80 % av behovsanpassad gödsling(80 %).

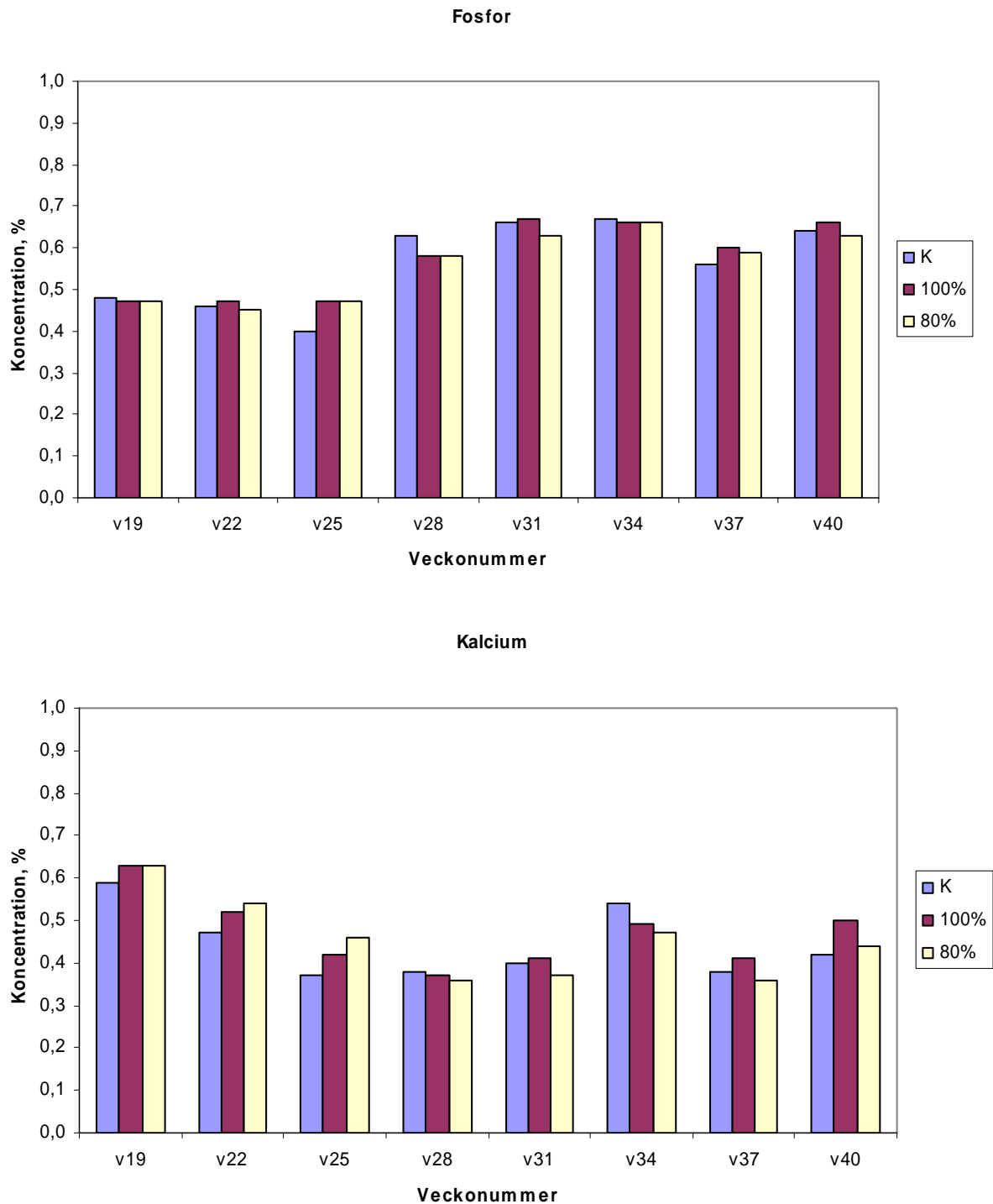
## Näringsinnehåll i gräsklipp 2003



**Figur 3a.** *Kväve- och kaliuminnehåll i gräsklipp (krypven, Pen A4) under 2004 som resultat av tre näringsbehandlingar; Fullerö GK:s gödslingsregim (K), behovsanpassade näringsgivor (100%), 80% av de behovsanpassade näringsgivorna (80%)*

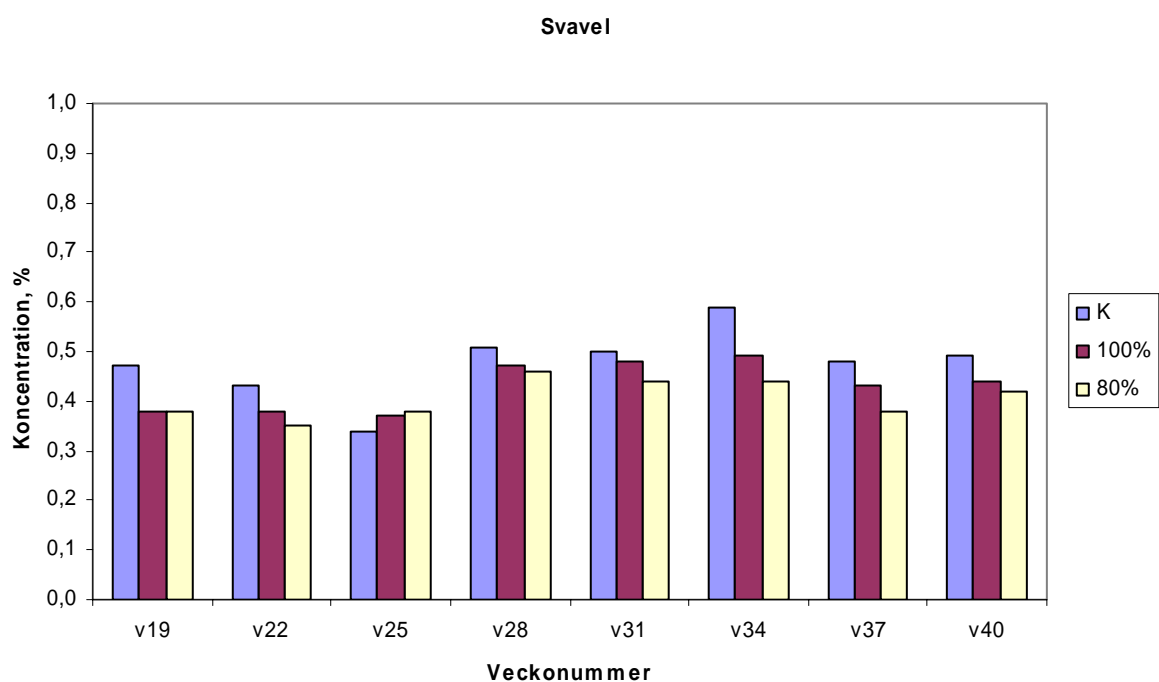
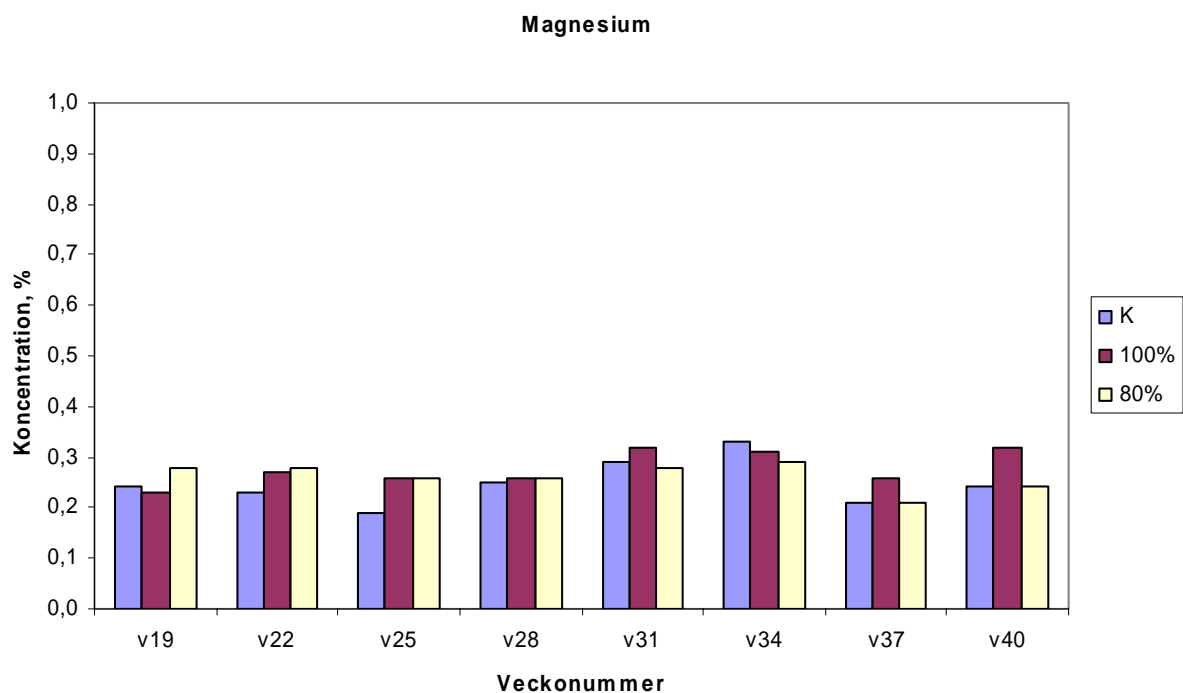


## Näringsinnehåll i gräsklipp 2003



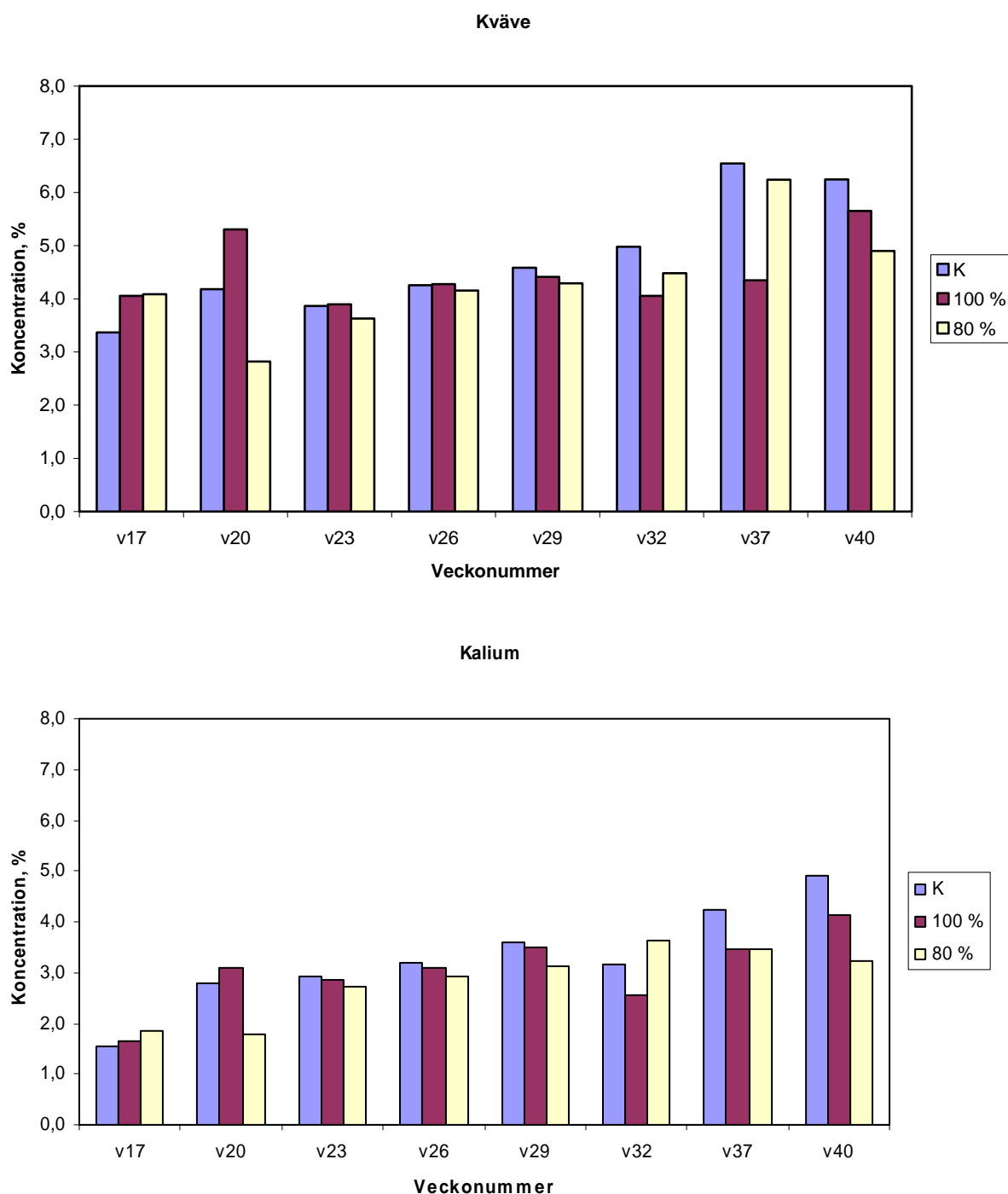
**Figur 3b** Fosfor- och kalciuminnehåll i gräsklipp (krypven, Pen A4) under 2004 som resultat av tre näringsbehandlingar; Fullerö GK:s gödslingsregim (K) behovsanpassade näringsgivor (100%), 80% av de behovsanpassade näringsgivorna (80%)

## Näringsinnehåll i gräsklipp 2003



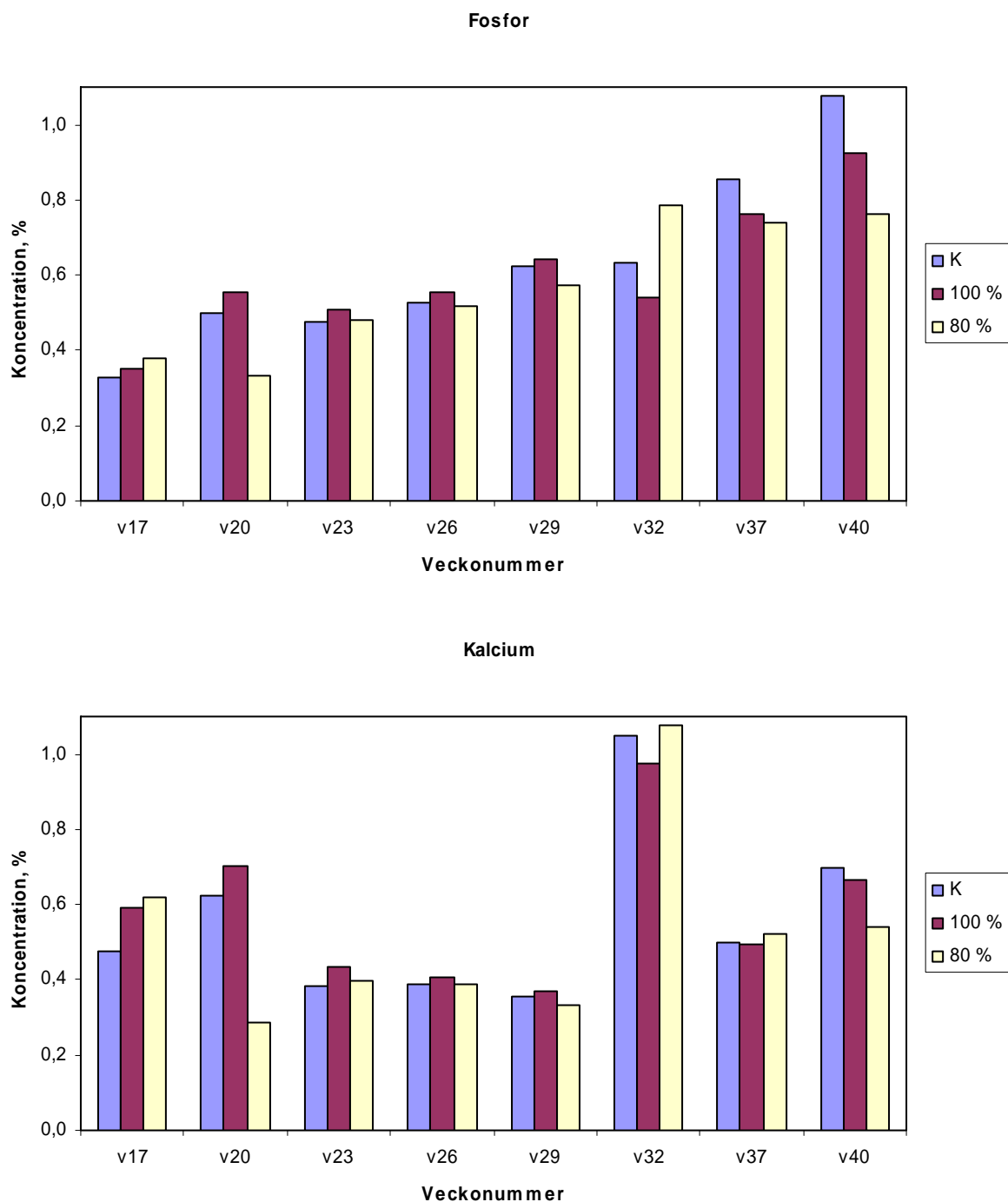
**Figur 3c.** *Magnesium- och svavelinnehåll i gräsklipp (krypven, Pen A4) under 2004 som resultat av tre näringsbehandlingar; Fullerö GK:s gödslingsregim (K), behovsanpassade näringsgivor (100%), 80% av de behovsanpassade näringsgivorna (80%)*

## Näringsinnehåll i gräsklipp 2004



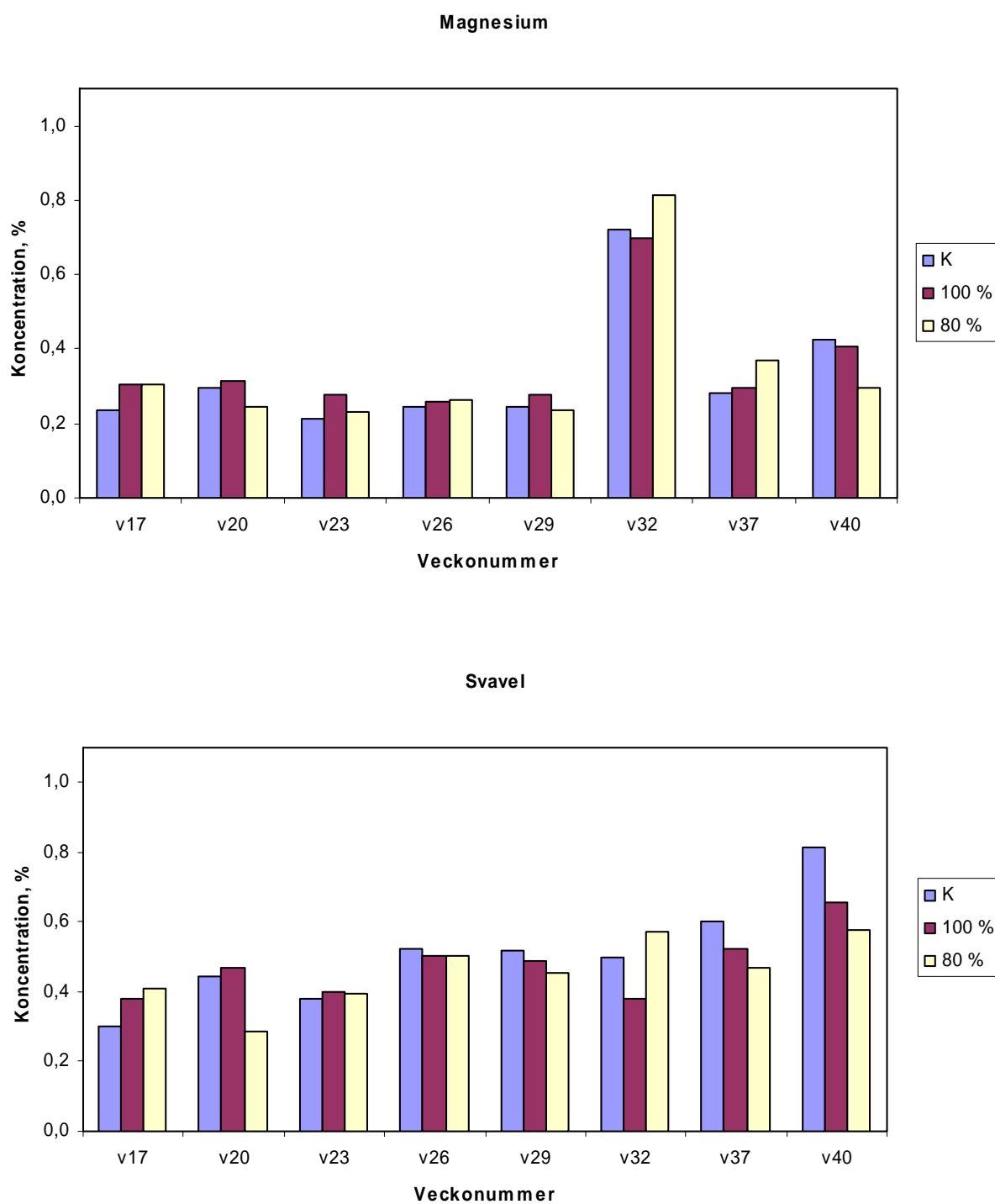
**Figur 4a.** *Kväve- och kaliuminnehåll i gräsklipp (krypven, Pen A4) under 2004 som resultat av tre näringsbehandlingar; Fullerö GK:s gödslingsregim (K), behovsanpassade näringsgivna, 80% av de behovsanpassade näringsgivna (80%).*

## Näringsinnehåll i gräsklipp 2004

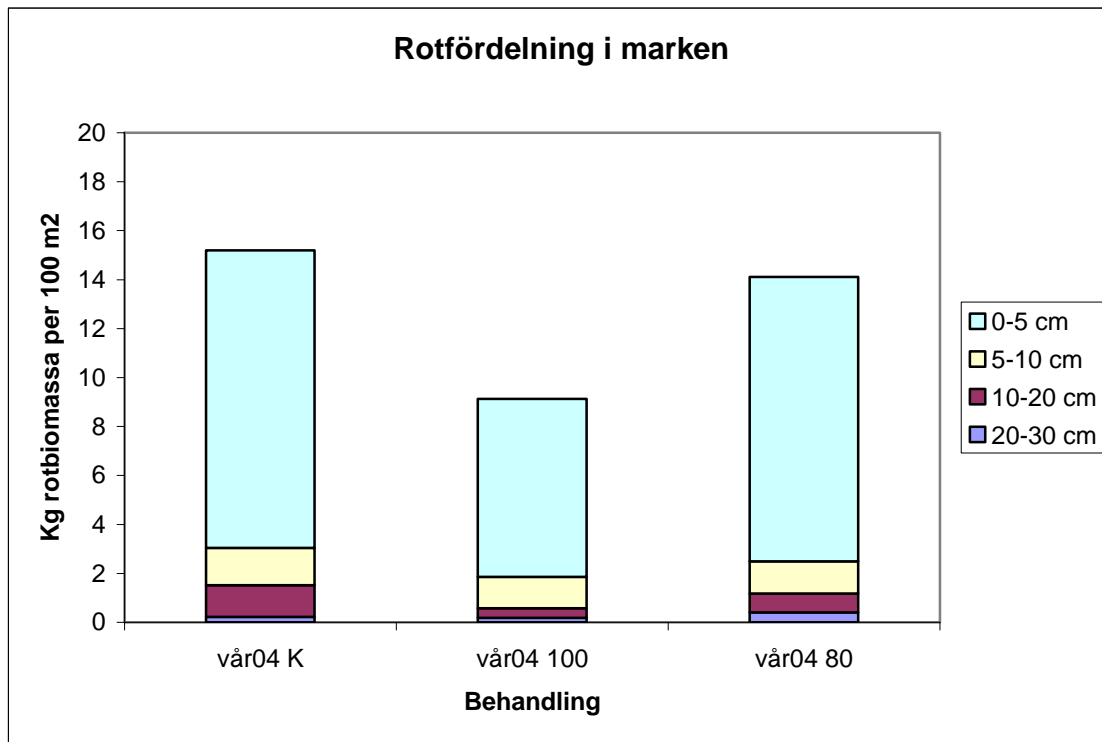


**Figur 4b.** Fosfor- och magnesiuminnehåll i gräsklipp (krypven, Pen A4) under 2004 som resultat av tre näringsbehandlingar; Fullerö GK:s gödslingsregim (K), behovsanpassade näringsgivor (100%), 80% av de behovsanpassade näringsgivorna (89%)

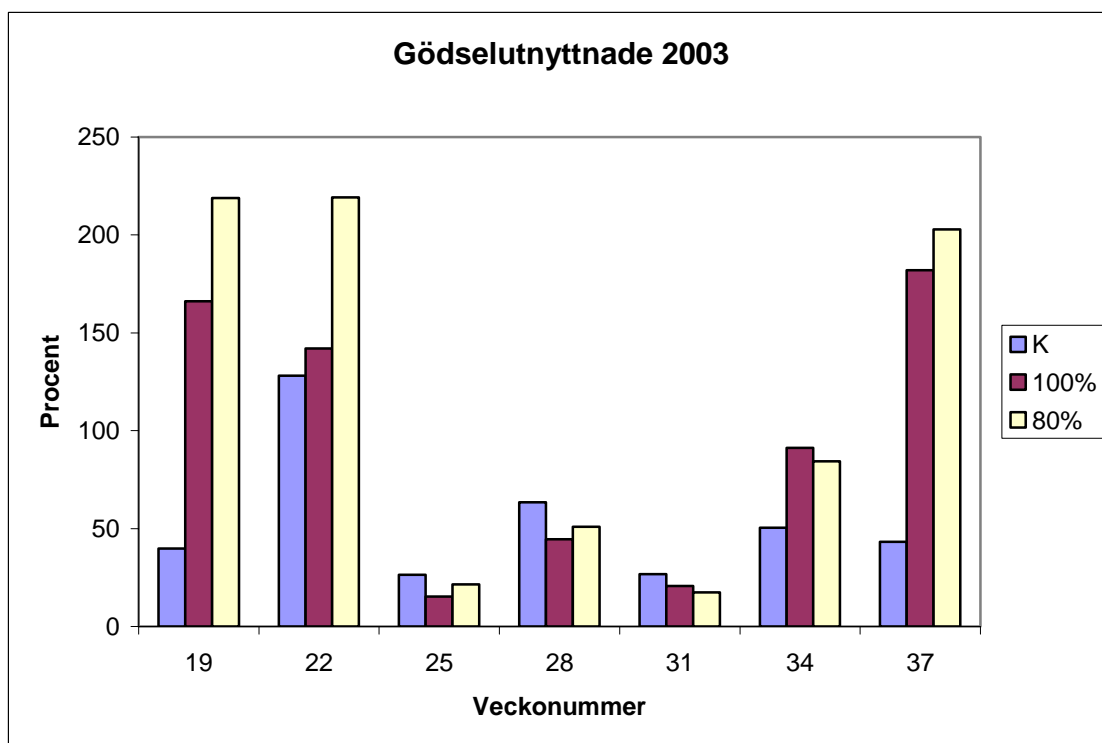
## Näringsinnehåll i gräsklipp 2004



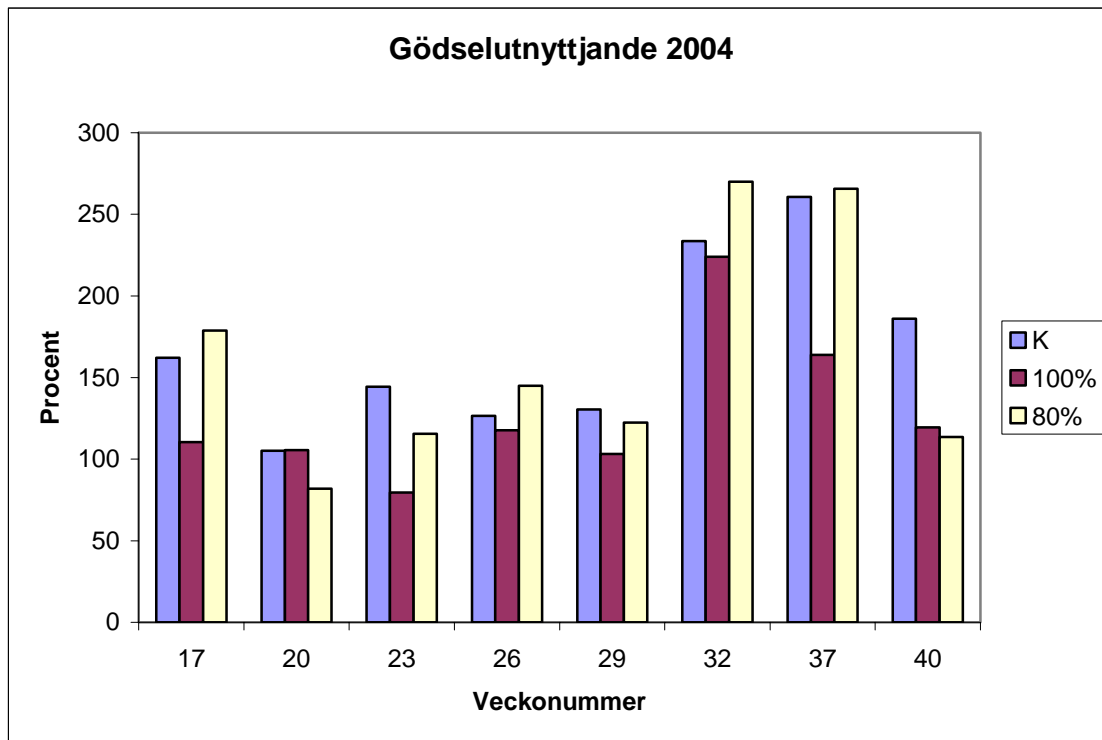
**Figur 4c.** Magnesium- och svavelinnehåll i gräsklipp (krypven, Pen A4) under 2004 som resultat av tre näringsbehandlingar; Fullerö GK:s gödslingsregim (K), behovsanpassade näringsgivor (100%), 80% av de behovsanpassade näringsgivorna (80%)



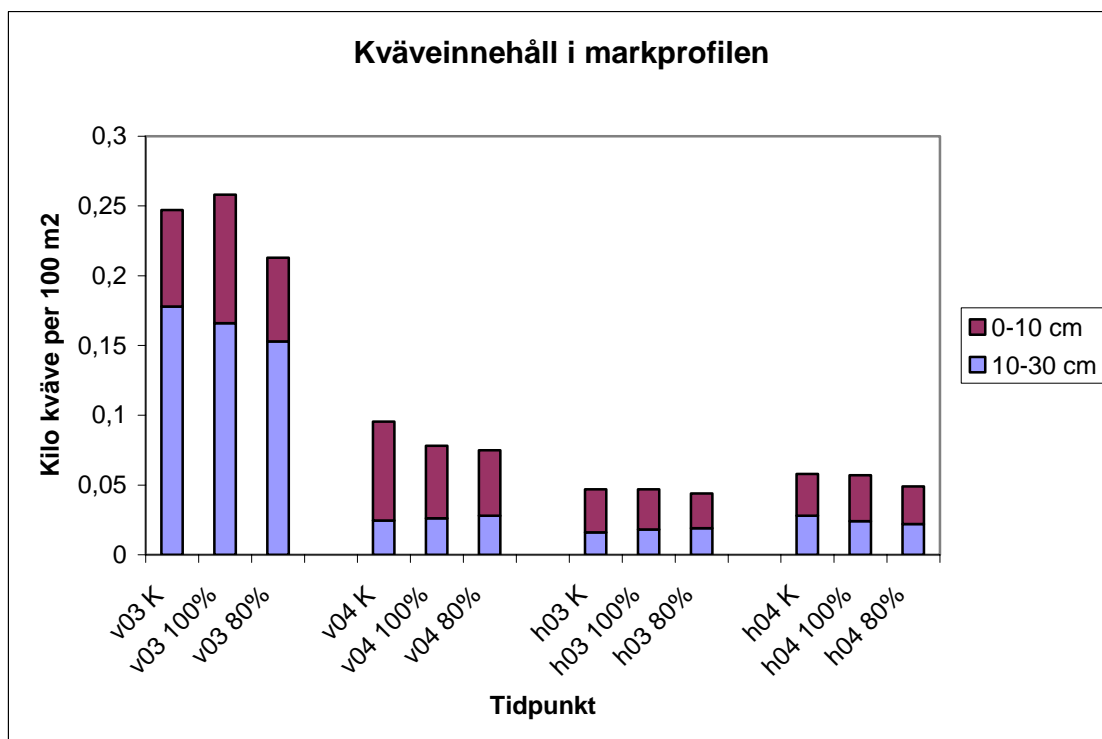
Figur 5. Rotbiomassans fördelning ner till 30 cm markdjup våren 2004, dvs ett år efter gödslingsförsökets start. Gödslingsbehandlingarna är; Fullerö GK:s gödslingsregim (K), behovsanpassad (100), 80% av behovsanpassad(80).



Figur 6. Utnyttjandegraden av tillfört gödselkväve, mätt som skillnaden mellan tillfört gödselkväve och bortfört kväve via gräsklippen, under 2003 i kontroll respektive behovsgödslade försöksleden på Fullerö golfbana.



Figur 7. *Utnyttjandegraden av tillfört gödselkväve, mätt som skillnaden mellan tillfört gödselkväve och bortfört kväve via gräsklippen, under 2004 i kontroll respektive behovsgödslade försöksleden på Fullerö golfbana.*



Figur 8 *Innehåll av växttillgängligt ammonium och nitrat i markskikten 0-10 cm och 10-30 cm på våren före gödslingsstarten respektive hösten efter avslutad gödslingsäsong under 2003 och 2004 i kontroll respektive behovsanpassade försöksled.*