

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Gräsytors utseende - en utvärdering av klippningsteknik och klippningsrutiner

**The appearance of grass surfaces - an evaluation of
cutting methods and cutting routines**

Fredrik Hallefält

Susanne Hansson

Håkan Schroeder



**Institutionen för lantbruksteknik
Avd för park- och trädgårdsteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering**

**Rapport 176
Report**

**Alnarp 1994
ISSN 0283-0086
ISRN SLU-LT-R-176-SE**

DOKUMENTDATABLAD för rapportering till SLU:s lantbruksdatabas LANTDOK,
Svensk lantbruksbibliografi och AGRIS (FAO:s lantbruksdatabas)

Institution/motsvarande		Dokumenttyp	
Institutionen för lantbruksteknik		Rapport	
		Utgivningsår	Målgrupp
		1994	F R
Författare/upphov			
Hallefält, F., Hansson, S., Schroeder, H.			
Dokumentets titel			
Gräsutyor utseende - en utvärdering av klippningsteknik och klippningsrutiner. The appearance of grass surfaces - an evaluation of cutting methods and cutting routines			
Amnesord (svenska och /eller engelska)			
gräs, gräsklippning, kortgräs, skötsel, gräsklippare, tidsstudier, klipp höjd, klippningsintervall, gräskvalite turfs, lawns mowing, management, mowers, work-study, mowing-height, mowing frequency, turf quality			
Projektamn (endast SLU-projekt)			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr		ISBN/ISRN	
Sveriges Lantbruksuniversitet Institutionen för lantbruksteknik Rapport nr 176		SLU-LT-R--176 --SE	
		ISSN 0283-0086	
Språk	Smf-språk	Omfång	Antal ref.
Svenska	Svenska	61 s + 1 Bilaga	61

Postadress

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Ultunabiblioteket, Förrävarvdelningen/LANTDOK
Box 7071
S- 750 07 UPPSALA

Besöksadress

Centrala Ultuna 22
Uppsala

Telefonnummer

018-67 10 00 vx
018-671103

Telefax

018-3010 06

FÖRORD

Föreliggande rapport är en slutrapport av projektet Gräsytor utseende - en utvärdering av klippningsteknik och klippningsrutiner. Projektet är finansierat av Byggforskningsrådet och har projektnummer 900824-0.

I rapporten redovisas en litteraturstudie som tar upp de kända tekniska och biologiska fakta som bör finnas med i en utvärdering av olika klippningstekniker och klippningsrutiner.

Inom projektet har också försök utförts rörande maskintyper, klippningsintervall, klipphöjder och mätmetoder för gräskvalitet. Resultat från dessa redovisas liksom resultat från fallstudier utförda i olika förvaltningar. I fallstudierna gjordes bl.a. tidsstudier av olika maskintyper på olika sorters gräsytor.

Försöksledare Håkan Schroeder på avd. för park- och trädgårdsteknik har fungerat som handledare för projektet. Fredrik Hallefält har utfört litteratursökning och de praktiska försök som är utförda i projektet. Slutlig bearbetning av materialet och redigering av rapporten har gjorts av Susanne Hansson.

Vi vill rikta ett tack till de som varit behjälpliga vid utförandet av försöken på Alnarp och Vasakronan (f.d. Kungliga Byggnadsstyrelsen) som ställt maskiner och ytor till förfogande vid försöken i Lund. Vi vill också tacka de entreprenörer och förvaltningar hos vilka fallstudierna har utförts.

Alnarp 94.02.01

Håkan Schroeder, Fredrik Hallefält, Susanne Hansson

1.	SAMMANFATTNING	1
2.	SUMMARY	2
3.	INLEDNING	3
4.	DEFINITION AV GRÄSYTOR	5
	Svenskt system	5
	Danskt system	6
5.	GRÄSETS TILLVÄXT - NÅGRA PÅVERKANDE FAKTORER	8
	Klipphöjden	8
	Klippfrekvensen	10
	Växtmaterial	11
6.	KLIPPTEKNIK	13
	Slå	13
	Klippa	14
	Skära	15
	Rycka	15
	Energiåtgång vid klippning	16
7.	ARBETSORGANISATION FÖR GRÄSKLIPPNING	20
	Behovsanpassad klippning	20
	Klippning efter schema	20
	Behandling av gräsklipppet	20
8.	MASKINTYPER	22
	Cylindergräsklippare	22
	Rotorgräsklippare	23
	Bygelklippare	24
	Rotorslåttermaskin	25
	Slaggräsklippare	27
	Utveckling på maskinområdet	27
	Val av maskintyp	29
9.	MÄTMETODER FÖR GRÄSYTEKVALITÉ	32
	Subjektiva bedömningar	32
	Kvantifierbara mätmetoder	32
	Andra bedömningsgrunder	33
10.	TIDSSTUDIER SOM UNDERLAG FÖR BERÄKNING AV KOSTNADER	37
	Tidsstudiernas genomförande	37
	Faktorer som påverkar tidsåtgången	37
11.	PRAKTISKA FÖRSÖK OCH STUDIER	41
	Maskintyper	41
	Gräsets tillväxt vid olika klippningsintervall	43

Rullängd vid olika klipphöjder	45
Fallstudier	46
12. DISKUSSION	52
Klippningsrutiner	52
Klipptechnik	53
Ytform och karaktär	54
Mätmetoder	55
13. LITTERATURFÖRTECKNING	56
14. BILAGOR	61

1 SAMMANFATTNING

Vid val av metoder och teknik för skötsel av gräsytor är det nödvändigt att målet med skötseln av aktuellt grönområde är klart formulerat. Idag är det svårt att formulera målet eftersom det saknas en entydig terminologi. I rapporten presenteras några olika system för beskrivning av grönytor.

Behovet av skötselinsatser i form av gräsklippning beror på många faktorer såväl biologiska som tekniska. I litteraturen finns mycket material som beskriver biologiska aspekter men förhållandevis lite berör metoder och teknik vid skötseln av gräsytor. Det finns också ett behov av tvärvetenskapliga undersökningar för att studera samband mellan olika faktorer.

Det finns många metoder att korta av ett grässtrå. Slå och klippa är de vanligaste, de används t.ex. av maskintyper som rotorgräsklipparen och cylinder. För att effektivt slå av ett grässtrå erfordras att knivens periferihastighet är ca 35 m/s. Vid klippning måste friktionen mellan knivar och strå vara tillräckligt stor.

Cylindergräsklipparen är den maskin som är lämpligast för mycket kortklippta och plana gräsytor, den ger en exakt klipphöjd och en jämn spridning av gräsklippen i de fall där ej uppsamling sker. Till bruksytor är rotorgräsklipparen lämpligare eftersom den är mindre känslig för skador än cylindergräsklipparen och kan dessutom klippa högre gräs. Nackdelen är framförallt en ojämnare spridning av gräsklippen. Rotorslättermaskinen är ett intressant alternativ till rotorgräsklipparen genom bl a en hög kapacitet. Generellt gäller att man kan minska arbetstid och energiåtgång genom att ha skarpa och rätt inställda knivar och i övrigt hålla gräsklipparen i god kondition. Den s.k. bygelklipparens kan enligt tillverkaren användas som en allroundklippare till olika grästyper, den har emellertid inte genomgått någon grundlig provning. Tidigare forskningsresultat med rödven visar att grästillväxten ökar om man klipper gräset ofta. Dessa försök utfördes med mycket låga klipphöjder 0,5 - 1,7 cm. Orienterande studier gjorda på Alnarp i detta projekt antyder att man vid högre klipphöjd (från x till y) kan uppnå motsatt effekt, d.v.s. att grästillväxten minskar. Behovet av klippning kan också styras genom nya svagväxande grässorter.

Vid en utvärdering av klippningsresultat är det svårt att mäta en gräsytas kvalité med kvantitativa mätmetoder. I rapporten beskrivs några, men det är en lång rad parametrar som måste beaktas och de utarbetade metoderna är inte i alltid fullständiga. I rapporten beskrivs en enkel bollrullningsmetod, metoden mäter dock bara en gräskvalitetsparameter som måste vägas samman med andra kvalitetsegenskaper. Subjektiva mätmetoder kan också användas, men det är svårt att jämföra resultat från olika bedömare. Bildbehandling kan i framtiden bli ett komplement för att bedöma en gräsytas kvalité.

För att kunna beräkna klippningskostnader är det nödvändigt med data som beskriver kapacitet vid olika förutsättningar. Tidsstudier utförda i projektet ger ett underlag för beräkning av totaltider för gräsklippning. För att kunna utnyttja resurserna effektivt krävs det att klippningen studeras i ett helhetsperspektiv. I den fortsatta forskningen är det angeläget att fokusera kring utformning av grönområden och konsekvenser för skötselkostnader. Det kan gälla val av grästyp t.ex. äng och dess placering inom ett grönområde.

2 SUMMARY

When choosing methods and technology for maintaining lawns it is necessary to formulate clearly the aim of the maintenance. Today it is difficult to formulate the aim since the terminology is ambiguous and unclear. This report presents different systems for describing green surfaces.

The need for maintenance in the form of mowing grass depends on many different factors, both biological and technical. There is a great deal of literature on the biological aspects but relatively little concerning technology and methods for maintenance of grass surfaces. There is also a need for interdisciplinary research to study the relationships between different factors.

There are many ways of shortening a grass blade. The most common ones are chopping and cutting, used by machines such as rotary lawn mowers and cylinder lawn mowers. In order to chop off grass efficiently, the peripheral speed of the blade must be approximately 35 m/s. When cutting, the friction between blades and grass must be great enough.

The cylinder mower is the most suited to very short and plane grass surfaces: it gives a very level cut and spreads the cuttings evenly if these are not collected. For other types of lawn it is better to use a rotary mower since it is less sensitive to damage than a cylinder mower and can also be used on taller grass. The primary disadvantage of the rotary mower is that it spreads the cuttings unevenly.

The rotary mower is an interesting alternative to the rotary lawn mower because of its greater capacity. In general, it is possible to reduce the time required as well as the energy consumed by having sharp and correctly adjusted blades and by keeping the lawn mower in good shape. According to the manufacturer, the cylindrical rotary mower divided in sections can be used as an allround mower for different types of grass, but it has not undergone any thorough testing.

Earlier research results with Colonial bentgrass show that grass grows faster if it is mown more often. These trials were carried out with very low heights, between 0.5 and 1.7 cm. Introductory studies carried out at Alnarp in this project suggest that if the cutting height is raised (from x to y), then this will have the opposite effect, that is that growth diminishes. New grass varieties with a slow growth rate also affect the cutting frequency.

When evaluating cutting results, it is difficult to measure the quality of a grassed surface with quantitative methods. This report describes some, but there is a large number of parameters that must be taken into consideration and the methods are not always complete. The report describes a simple ball-rolling method, which however only measures one parameter of grass quality which must be weighed together with other qualities. Subjective methods can also be used, but it is difficult to compare results from different judges. In the future, image analysis can be used as a complement to evaluate the quality of a grass surface.

In order to calculate mowing costs, we need data that describe capacity under different conditions.

Time studies carried out in the project provide a basis for calculating the total time for mowing. In order to use resources efficiently we need to study mowing as a whole. Future research should focus around how green areas should be designed and the consequences on maintenance costs. This could apply to choice of grass type, meadow for example, and its position within a green area.

3 INLEDNING

Idag kommer allt fler krav på besparingar inom grönytesektorn. Ofta genomförs nedskärningarna hastigt utan väl genomarbetade beslut. En besparing kan mycket väl leda till en sämre kvalitet och i sämsta fall också utebliven besparing.

Besparingskraven är i flera kommunala verksamheter omfattande och kan i enskilda förvaltningar uppgå till 20-30 % (Nilsson, 1992). Gräsklippningen är en av de större kostnadsposterna för skötseln av grönområden. I t ex Lunds kommun beräknar man att 70 % av besparingen ska tas från grässkötseln (pers medd. Brobeck).

Att använda kortklippta gräsytor som inslag i parker har varit möjligt under lång tid. I och med att anslagen dras ner så minskas ofta klippintensiteten på de kortklippta gräsytorerna. Under 60- och 70-talen klippte man kortgräsytorerna 14-20 ggr/säsong. För att minska på kostnaderna drog man ner på antalet klippningar under 80-talet. Nedskärningarna ledde dels till att kortgräsytorerna ofta bara klipptes 10-12 ggr/säsong, dels till att "mellanlångt" och "långt" gräs introducerades. Mellanlångt gräs med 5-6 klippningar per säsong och långt med 1-2 ggr. Ett litet antal klippningar leder emellertid till stora mängder avklippt material som påverkar gräsyntans utseende negativt. Förändrade klippningsrutiner innebär att gräsklipparna används på ett sätt som de inte är byggda för. Som exempel kan nämnas lägre körhastigheter, till följd av att maskinerna inte klarar de stora gräsmängderna, som påverkar ekonomin negativt.

De förändrade klipprutinerna är alltså en följd av de kostnadsbesparingar som man vill åstadkomma. Förvaltarna av grönytor är emellertid idag osäkra på t ex vilken klipp höjd och vilket klippningsintervall som är optimal utifrån ytans användning och utseende i förhållande till kostnaderna. Både ekonomin och utseendet på gräsytan är i hög grad beroende av vilken gräsklippartyp man använder. För alla maskintyperna kan för och nackdelar ställas upp. Det gäller därför att välja rätt teknik utifrån aktuella förutsättningar.

Projektets inriktning motiveras med att det finns goda möjligheter att uppnå ett effektivare resursutnyttjande genom en ökad kunskap om metoder och teknik för gräsyteskötsel. Syftet med projektet är att sammanställa befintlig kunskap inom området teknik och metoder för klippning av grönytegräs. Denna kunskapsinventering utgör en viktig bas för fortsatt forskning inom området. Teknik definieras i detta sammanhang som klippningsprincip d v s cylinder, rotor etc. I projektet har enbart generella egenskaper studerats och därför har inte enskilda gräsklippfabrikat undersökts. Med metoder menas klippningsstrategier d v s antalet klippningar per säsong och klipp höjd. Tekniska och metodrelaterade frågeställningar är också satta i ett perspektiv som behandlar gräsyntans funktion, ekonomi och arbetsorganisatoriska aspekter. Syftet var också att genomföra orienterande undersökningar inom området.

Projektets genomförande består av i huvudsak tre delar:

1. Litteraturstudie
2. Orienterande undersökningar
3. Uppföljning av praktikfall

Eftersom teknik och metoder inte kan ses som en isolerad företelse innehåller rapporten också information som gör det möjligt att placera in gräsklippningen i ett helhetsperspektiv. Kunskap om förutsättningarna för grässkötseln är nödvändig för att kunna ifrågasätta de metoder och den teknik som används.

Denna rapport spänner över en stor kunskapsbredd. I projektet har tillämpade undersökningar genomförts som behandlar tekniska, biologiska, ekonomiska, estetiska och funktionella aspekter, med en tyngpunkt inom metoder och teknik. Resultatet av litteratur undersökningar visar att väldigt lite forskning inom grönytegräsområdet har genomförts med inriktning mot klippning. Behovet av forskning inom området är därför stort.

Erfarenheterna från projektets litteraturstudie och egna undersökningar pekar på möjligheter att rationalisera gräsklippningen utan en negativ förändring av utseende och användbarhet. Det finns förutsättningar att minska antalet klippningar genom att optimera klipphöjd och klippintervall. Orienterande undersökningar resulterade i en lägre grästillsväxt vid högre klipphöjd. När det gäller klippteknik är det oftast spridningen av gräsklippen som är den faktor som påverkar utseendet mest.

För att öka kunskapen om hur man kan uppnå en bättre sönderdelning och spridning av gräsklippen arbetades en forskningsansökan fram under projektet med titeln "Forskningsprogram för grundläggande studier av sambandet mellan sönderdelning och spridningsbild vid klippning av grönytegräs".

Det finns stora möjligheter att reducera kostnaderna för gräsklippning genom att utnyttja olika grästyper och att anpassa gräsyternas form. Det kan finnas flera fördelar att differentiera ytornas karaktär genom att t ex bibehålla en mindre areal med en intensiv klippning, samtidigt som andra ytor ges en mer naturlig karaktär. Möjligheterna att kombinera olika grästyper inom ett område skapar också förutsättningar att rationalisera gräsklippningen samtidigt som en större mångfald kan erbjudas. Genom att använda ängsytor med 1 klippning plus uppsamling per år eller låta gräset växa utan klippning på svåråtkomliga delar minskas klippningstiden.

I en besparingssituation är kunskap om de ekonomiska konsekvenserna av olika strategier för gräsyteskötsel nödvändigt. Inom detta område startades ett projekt finansierat av Bygghörsningsrådet under 1993, vid Avd för park- och trädgårdsteknik i Alnarp. (Optimerad skötsel av gräsytor. teknik, ekonomi och bruksvärde i ett helhetsperspektiv. BFR nr 900166-0).

4 DEFINITION AV GRÄSYTOR

För att kunna definiera olika typer av gräsytor har det skapats en mängd olika termer. Beteckningarna är inte enhetliga och förvirring uppstår lätt. Indelningen av ytorna brukar göras efter olika användningsområden, skötselinsatser eller utseende.

Svårigheten med att definiera det s.k. bruksvärdet har lett till att man istället definierar målet utifrån skötselinsatser. Det vill säga att man säger att yta A skall klippas så många gånger och yta B så många gånger. Behovet av att definiera olika målsättningar ökar när beställare och utförarens inte tillhör samma organisation.

När målen är rent estetiska är de svåra att mäta på ett objektivt sätt. En gräsytas värde är därför mycket svårt att bedöma. Värdet är betydligt lättare att beräkna t.ex. inom jordbruket där man har en avsalugroda med en mätbar avkastning. En metod skulle kunna vara att fråga de boende runt ytan vad de kan tänka sig att betala för att få fram ett så kallat bruksvärde. Några av de vanligaste sätten att definiera gräsytor tas upp nedan.

Svenskt system

I ett klassificerings system utarbetat av Movium (Persson, 1989) utgår man ifrån vad ytan skall användas till. Det finns i samma redovisning också en klassificering av andra grönytor till exempel buskage och trädplanteringar.

Tabell 1. Moviums klassificerings system (Persson, 1989)

Antal skötsel tillfällen per år				
Skötselåtgärder	Prydnadsgräs	Bruksgräs	Högvuxet gräs	Äng
Klippning	18-22	10-14	3-5	1-2
Uppsamling			Ja	Ja
Putsning	18-22	5-7		
Gödning	Vid behov	Vid behov		
Vattning	Vid behov			
Renovering	Vid behov			
Lövupptagning	Ja			
Räfsning	1			

Prydnadsgräsmattan är inte avsedd att bedriva någon verksamhet på, t.ex. lek eller spel. Dess huvudsakliga ändamål är att vara en prydnad för ögat. Gräset skall vara friskt, grönt, tätt, ogräsfritt och välvårdat. Gräshöjden får inte överstiga 6 cm.

Bruksgräsmattan är den vanligaste typen av gräsyta. Gräset skall vara robust för att tåla spel, lek och vistelse på ytan. Utseendet skall dock vara värdat och gräshöjden skall inte överstiga 10 cm.

På en *högvuxen gräsyta* där gräsklipppet samlas upp (se tabell 1, sid. 5) är likheten med ängen mycket stor. Ytan skall vara resurssnål men dock ha ett värdat utseende. Ytan tål att nyttjas men på grund av sitt periodvis höga gräs begränsas användbarheten.

Från *ängen* skall gräsklipppet samlas för att marken skall "utarmas" och gräs och örter skall trivas. Ytan skall vara vacker och ge ett naturpräglat utseende.

Danskt system

Begreppen för olika typer av ytor har i Danmark liksom i Sverige varit individuella för olika förvaltningar, detta har försvårat upphandling för anläggningar och skötsel av entreprenörer (Holgensen, 1990). För att lättare kunna skriva bl.a. avtal har en systematisering av parkskötseln inletts av Landsforeningen Danske Anleagsgartnereneringen. Detta gäller inte bara olika grästyper utan inom hela grönytesektorn.

Tabell 2. Antal gånger de olika arbetsmomenten utförs på respektive yta (Holgensen, 90)

Arbetsinsats	Prydnadsgräs	Bruksgräs	Gräsplaner	Sportsgräs	"Frilivsgräs"	Blomsteräng	Naturgräs
Gräsklippning	20-25	15-20	17-20	20-25	1-2 ¹⁾	1-2 ¹⁾	0-2 ¹⁾
Putsning	15-20	10-15	12-17	15-20			
Uppsamling	10	5	5	5	1-2	1-2	
Kantskärning	2	1	1	2			
Bättr.-sådd	2	2		10			
Lövmalning	2	1	1	2			
Bekämpningar	1	1	E b [#]	1			
Gödsling	3	3	3	5			
Ogräskontroll	1	1	1	1	1 ²⁾	1 ²⁾	1 ²⁾
Vertikal-skärning	1	E b [#]		1			
Toppdressing	1			1			
Vattning	E b [#]	1		4			
Luftning				1			

Efter behov

¹⁾ Gräset klippes till 6-8 cm höjd efter blomning.

²⁾ Önskad örtvegetation och vedartad vegetation begränsas.

Prydnadsgräsmattan är en yta med kort, tätt gräs utan några ojämnheter. Gräsets klippes vid 6 cm höjd till 4 cm höjd efter klippning, det vill säga att man klipper bort maximalt 1/3 av stråets längd. Kanterna är väl skurna och något gräsklipp får inte synas. Vid behov vattnar man för att inte få en torkskadad gräsyta.

På *bruksgräset* äger olika slag av aktiviteter rum. Gräsklipp samlas bara upp vid behov, det vill säga om det finns risk för att det blir liggande i klumpar på ytan.

På *gräsplanen* är gräset bara till för att skapa ett grönt golv för ögat på avstånd. Ofta ligger ytorna långt från byggnader och vägar. Ytan skall upplevas lika fin som en prydnadsgräsmattan (tabell 2, sid. 6) men den skall skötas som en bruksgräsyta, gräsets höjd skall, innan klippning, som högst vara 8-10 cm och klipphöjden 5-6 cm. Då avståndet till ytan från den som ser den är stort blir intrycket gott trots en lägre skötselintensitet.

Sportsgräset är avsett för t.ex. fotboll. Utseendet spelar ingen roll, men gräset skall vara kort och tätt. Ytan skall vara jämn och utan några bara fläckar. Slitaget är stort och accepteras om det inte är större än vad som kan renoveras löpande.

"Frilivsgräs" skall vara som ett golv för extensivt friluftsliv. Ytan skall vara utan oväntade hål och ojämnheter. Gräsets höjd och kvalité kan vara varierande. Det avklippta gräset skall tas bort.

Blomsterängen slås efter det att de mest önskvärda växterna har blommat. Klippet tas bort för att med tiden utarma jorden och främja de växter som gynnas av en näringsfattig jord . Ängen har medelhögt till högt gräs och är inte slitagetåligt.

Naturgräs är vildväxande gräs som kan slås med enbart obetydlig växtbegränsning som mål. Sly och ej passande växter tas bort.

5 GRÄSETS TILLVÄXT - NÅGRA PÅVERKANDE FAKTORER

Gräset växer under hela sommarhalvåret, hur mycket är framförallt beroende på vatten och näringstillgång. Andra faktorer som påverkar tillväxten är bl.a. klippningsfrekvens, klipphöjd och typ av växtmaterial på gräsytan. Madison (1960) menar också att tillväxten är direkt proportionell mot nattetemperaturen.

Tabell 3. Krypvenet "Seaside's" tillväxt i gram torrsbstans under perioden maj - juni, vid tre olika klipphöjder och 8 olika klippningsintervall (Madison, 1960)

Period	Klipphöjd (cm)	Gräsklippets torkade vikt (gram)							
		Klippningsintervall (dagar)							
		1	2	3	4	5	7	10	15
Maj-Juni #	0,6	2,35	5,92	10,92	13,85	15,95	28,14	38,20	68,85
	1,3	1,88	5,62	7,26	15,48	18,70	23,87	23,30	60,90
	2,0	1,96	3,00	6,27	14,64	15,70	21,98	32,40	77,85

periodens medeltemperatur låg mellan 10,4°C och 27,4°C

Klipphöjden

Vid en sänkt klipphöjd kan följande fenomen uppstå hos gräset enligt (Beard, 1973).

- Minskad fotosyntes och kolhydratreserv.
- Ökat skottantal
- Ökad skottäthet
- Minskad bladbredd
- Ökad saftighet i skotten
- Minskad rottillväxt och rotmängd.
- Minskad rizom utveckling.
- Ökat klorofyll innehåll.

Stress

En allmänt vedertagen regel säger att man aldrig bör klippa bort mer än en tredjedel av gräsets längd (Madison 1960; Beard 1973). När en större del än så av gräsets längd klippas bort stressas plantan och gräset försvagas. Detta innebär att ytor med låg klipphöjd måste klippas oftare än ytor med högre klipphöjd för att man skall kunna hålla sig till denna tumregel. Man klipper t.ex. golfgreenar dagligen under den intensiva delen av växtsäsongen. Vid förändringar av klipphöjden måste ibland större andel av grässtrået klippas bort, detta bör då göras i etapper för att gräset inte skall ta skada (Isaac, 1992).

Tillväxt

Madison (1960) hävdar att tillväxten blir högre vid ett längre klippintervall. Robinson (1976) menar däremot att grästillsväxten minskar vid en låg klipp höjd (tabell 4, sid. 6). En anledning till den minskade tillväxten vid lägre klipp höjd, kan vara att rotmassan minskas vid klippning och att vätske- respektive näringstillförseln minskar (Beard, 1973). Man bör notera att Madison och Robinson använt olika arter av ven i sina försök och att detta kan påverkat resultaten.

Vidare menar Beard att man i klippningen av gräset dödar lika stor mängd rötter som den mängd gräs som klipps bort. Efter klippningen börjar gräset genast växa, först ovan jord och därefter under jord (*Tillväxt*, sid.10). Gräset behöver vatten för att växa, men eftersom rötterna har minskat i volym kan det vara svårt att få tag i tillräcklig mängd vatten. Detta är framförallt ett problem vid normalt torra perioder under året som t.ex. under juli månad.

Vid en hög klipp höjd förbrukas mer vatten än vid en låg klipp höjd (Dahlsson, 1973). Trots detta finns det ingen anledning att sänka klipp höjden, en sänkning av klipp höjden ökar skottantalet och gör därmed att snittyornas relativa andel blir större och därigenom ökar vattenförlusten per enhet bladyta.

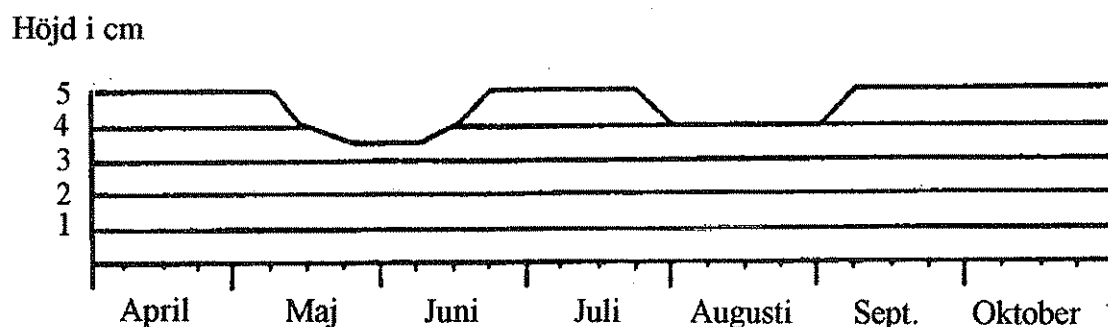
Skottäthet och bladvinkel

Sceffer et al. (1978) har i försök tittat på några sorters ängsgröe. Han fann ett statistiskt signifikant samband mellan klipp höjd och skottäthet, respektive klipp höjd och bladvinkel. En minskad klipp höjd gav ett ökat skottantal och en mera horisontell bladvinkel.

Vid en låg klipp höjd når ljuset lättare ner i gräset och man gynnar sättningen av nya sidoskott, vilket leder till en tät gräsmatta. Klipper man oregelbundet och med varierande höjd hämmar man skottsättningen (Peterssen & Daehnfeldt, 1981).

Krav vid bollspel

På fotbollsplaner vill man ha gräset kortklippt, d.v.s. en låg klipp höjd, för att det skall bli "lättspelat". I försök gjorda av Langvald (1968), visas dock att gräslängden i intervallet 20 - 40 mm ej mätbart påverkar rullängden för bollen.



Figur 1. Rekommenderad klipp höjd för fotbollsplaner (Peterssen & Daehnfeldt, 1981)

Klippfrekvensen

Klippfrekvensen är direkt kopplad till klipphöjden om man följer regeln att aldrig klippa av mer än 1/3 del av stråets längd. En ökad klippfrekvens ger upphov till en lägre klipphöjd.

Vid en ökad klippfrekvens kan följande fenomen uppstå hos gräset enligt (Beard, 1973).

- Ökad skotttäthet
- Minskad kolhydratreserv
- Minskad rotmängd
- Minskad rizom utveckling.
- Minskad skotttillväxt
- Minskat klorofyll innehåll.
- Ökad saftighet

Skottantal

En ökad klippfrekvens påverkar skottantalet och mängden gräsklipp. Genom ett ökat antal skott blir ytan tätare och lämpligare för vissa sportändamål t.ex golfgreener.

I försök utförda av Robinson (1976) visade det sig att gräsets botaniska sammansättning (4/5 rödven (*Agrostis capilaris*), resten andra gräsarter och dött material) inte påverkades av klippfrekvensen. Man noterade speciellt att gräsets innehåll av vitgröe inte förändrades nämnvärt. I försöket användes mycket låga klipphöjder, gräslängder på 5 mm till 17,5 mm och med klippintervall 1-3 ggr / vecka. Detta får närmast betecknas som en specialyta. De enda ytorna i svenska förhållanden, som är aktuella att klippa mer än en gång i veckan är fotbollsplaner och golfgreener.

Tabell 4. Mängden gräsklipp och skottantal av rödven, vid olika klippningsintervall och klipphöjder som fanns kvar efter en treveckorsperiod (Robinson 1976)

Klipphöjd, Antal klippningar / vecka	Gräsklipp (mg/cm ²)	Skott (antal /cm ²)
Högt (17,5 mm)	8,9	6,56
Mellanhögt (10 mm)	6,9	10,25
Kort (5 mm)	4,6	11,97
1 gång i veckan (17,5 mm högt)	6,5	8,94
2 gånger i veckan (10 mm högt)	6,8	10,17
3 gånger i veckan (5 mm högt)	7,2	9,66

Tillväxt

Vid en intensiv klippning tar man bort gröna delar som behövs för fotosyntesen, vilket leder till en minskad tillväxt av plantans överjordiska delar och en reducerad eller i vissa fall avstannad rot och rizom tillväxt (Everson, 1966). Samspelet mellan strån, rötter och rizom upphör och det blir en tävlan om näring istället. Vid ett större klippningsintervall ökar också torrsubstanshalten i gräset och vätskebehovet ökar (Madison, 1960).

Madison (1960) hävdar också att det under de första fyra dagarna efter klippning är de avklippta grässtråna som har den dominerande tillväxten, därefter överväger tillväxten hos de nya skotten. Med hjälp av kemiska medel "retarderingsmedel" kan man öka dagens klippintervall på en cirka en vecka till flera veckor enligt Scott et al. (1978).

Nedbrytning av gräsklipp

Vid en hög klippfrekvens blir längden på det avklippta materialet kort. Nedbrytningen går snabbare om gräsklipppet faller igenom gräset, ner till marken eftersom mikroklimatet för nedbrytning är mer gynnsamt där (Beard 1973).

Växtmaterial

Det är av stor betydelse, för gräsyntans skötsel och utseende, vilka gräsarter och också vilka sorter av en viss art som den innehåller. De gräsarter man sår ut består inte alltid så länge, andra arter kan vandra in och byta ut de ursprungliga. Detta kan man till stor del påverka positivt eller negativt genom skötseln av gräsytan. Alla gräsarterna reagerar olika på olika behandlingar såsom till exempel klipp höjd, klippfrekvens och slitage.

Det är stor skillnad på toleransen för låga klipphöjder mellan olika arter och mycket lite forskning tycks ha skett inom området. Davis (1958) redogör i försök för klipphöjdens påverkan på olika sorters grös. Han menar att om gräset klippas kortare (ca 2 cm) istället för längre (ca 5 cm), kommer sortutbytet att gå snabbare. Detta är emellertid tvärtom vad Robinson (1976) säger (*Skottantal*, sid. 6). Skillnaderna i resultat mellan de olika försöken kan bero på att olika gräsarter använts. Robinson använde olika sorters ven i sitt försök.

Sceffer et al. (1978) har gjort försök med några sorters ängsgrös. De fann att man hos ängsgrös hade en statistiskt signifikant skillnad på grässtråets vinkel mot marken mellan olika sorters ängsgrös och vid olika klipphöjder. Vid en låg klipp höjd (1,3 cm) antog bladen på de flesta sorterna en horisontell ställning och bara på ett litet antal sorter stod bladen rakt upp. Antalet skott ökade på de sorter där bladen behöll en vertikal riktning. Slutsatsen som drogs av detta försök var att det ursprungliga innehållet av ängsgrös i en gräsyta väsentligt kan ändra sig beroende på den klipp höjd man väljer.

Ett sätt att minska antalet klippningar utan att ge avkall på ytans utseende eller dess användbarhet kan vara att lägga om gräsytan med ett nytt växtmaterial. Forskningen gällande växtmaterial för gräsytor har under det senaste årtiondet gjort stora framsteg, man har tagit fram grässorter som är speciellt lämpade för gräsmattor. De är, jämfört med de gamla sorterna som var framtagna för att ge en hög avkastning i vallproduktionen, lågavkastande och skottlösa. Höjdtillväxten har på de grässorter som godkänns i slutet av åttio-talet och början på nittio-talet minskat radikalt. Som exempel kan nämnas att för de vanligaste gräsmattegräsen rödsvingel, ängsgrös och engelskt rajgräs har höjdtillväxten minskat 20-30 % jämfört med grässorter som godkändes på sjuttio-talet och tidigare (Svensson, 1991). Gräsytor som innehåller denna typ av gräs kräver betydligt färre klippningar per år än ytor med gamla grässorter.

Det finns idag ett antal olika färdiga gräsfröblandningar att välja bland och det är inte alla som innehåller de sorter man från experthåll rekommenderar. Man bör därför lägga stor vikt vid valet av gräsfrö vid nyanläggning eller omläggning av en gräsyta.

Resultatet av en omläggning av gräsytor är mycket beroende av vilken metod man använder. I försök gjorda i Malmö kyrkogårdsförvaltning i slutet av åttio-talet visade det sig kostnaden att lägga om en gräsmatta med tillfredsställande resultat låg vid ca 5-7 kr/m². Detta kan tyckas vara en stor kostnad men den betalar sig oftast på 5-10 år (Nilsson & Svensson, 1991).

6 KLIPPTEKNIK

Slå

Slaget kan antingen ske horisontellt eller vertikalt. Slaget sker utan hjälp av något motstål och måste därför ske med så hög hastighet att strået inte böjer sig undan (se figur.2). Metoden kan leda till att snittytan blir söndertrasad, bl.a. beroende på hastigheten.

Man brukar räkna med följande periferihastigheter:

Slaghack 30 - 50 m/s

Rotorslåttermaskin 65 - 90 m/s

Den kritiska hastigheten är den hastighet som behövs för att slå av strået. Den effektiva stråmassan är beroende av stråets styvhet, massa per längdenhet och accelerationen vid snittet. Har inte slagan eller kniven uppnått den kritiska hastigheten vid snittet böjs bara strået undan utan att slås av. Den effektivaste klippningen har man på hastigheter över 15-30 m/s, vilket är inom det område den kritiska hastigheten ligger (O'Dogherty et al, 1986). Den lägsta hastighet som måste till för att gräs och halm skall slås av är ca 20 m/s enligt McRandal & McNulty (1978).

Kritisk hastighet vid ett slag utan motstål enligt Chancellor (1958) är :

$$\text{Kritisk hastighet} = k \times \sqrt{\frac{D_s \times F_i}{m_s}}$$

k = konstant

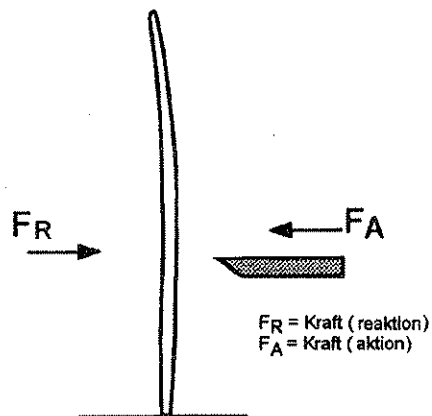
D_s = Strådiameter

F_i = Slagkraft

m_s = Stråmassa

Är hastigheten högre än den så kallade kritiska hastigheten, är det av mindre betydelse om bladet är 1 eller 3 mm tjockt (O'Dogherty et al, 1991). De säger också att är man bara över den kritiska hastigheten, så är energiåtgången per strå lika om man klipper ett eller flera. Detta är inte fallet annars om man jämför ett enskilt stå med en grupp.

Klippenergibehovet är dubbelt till tio gånger så stort med en slaggräsklippare än med en slättermaskin eller en rotorslåttermaskin, enligt Chancellor (1958). Detta beror till största delen på att det åtgår energi för att accelerera det avklippta materialet genom den fläktverkan som uppstår i luftströmmen som produceras av slagorna.



Figur 2. Avslagning av ett strå.

Klippa

Klippning sker när strået kläms mellan två skär. Är det ena skäret stillastående i förhållande till det andra brukar det stillastående kallas för motstål och det rörliga kallas för kniv.

Dmitrewski (1982) har gjort en längre utredning om klippningsprincipen. Han redovisar likartade förklaringar som Chancellor (1958), Feller (1959), m fl.

För att nå ett gott resultat vid klippning skall knivarna gå så nära varandra som möjligt oberoende av om kniven är vass eller slö (McClelland, 1958). Hur nära knivarna skall gå är en avvägning, ty slitaget blir högre och energiåtgången ju hårdare de ligger emot varandra.

Den två vanligaste varianterna av klippande maskiner är cylinderklipparen och slätterbalken.

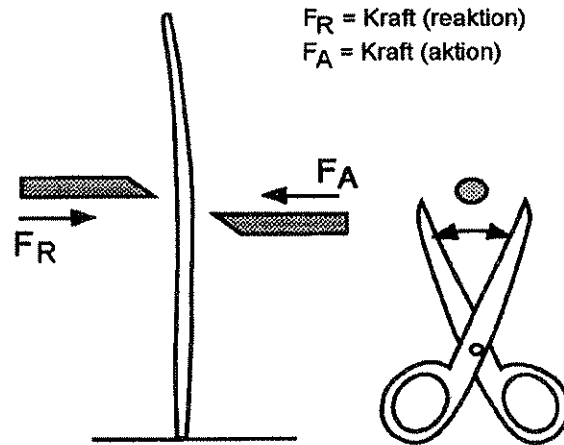
Klippvinkeln, det vill säga den vinkel som skären har i förhållande till varandra måste vara hälften så stor eller mindre än friktionsvinkeln mot strået. Detta åskådliggörs lättast om man tänker sig en sax (se figur 3), där kraften mot det som skall klippas av inte är vinkelrätt mot eggen utan mot stråets kärna.

Om friktionsvinkeln är mindre än halva klippvinkeln trycks istället strået ut ur saxen.

$$2 \times \rho \geq \alpha$$

ρ = friktionsvinkel

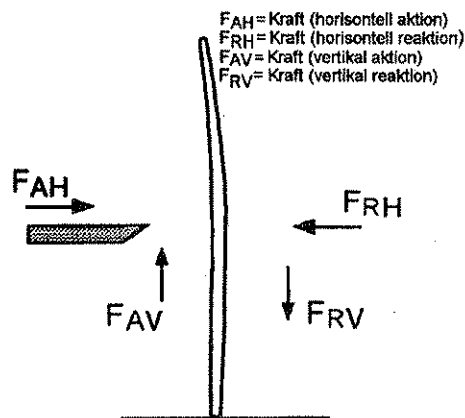
α = klippvinkel



Figur 3. Avklippning av ett strå.

Skära

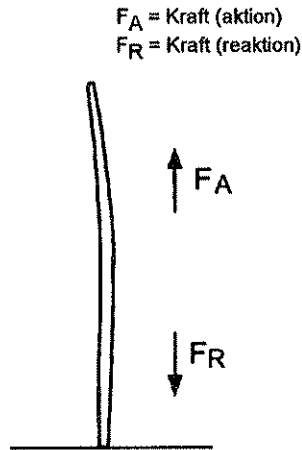
Tekniken att skära av strån används idag inte för gräsklippning. Den gamla skäran är ett skärande verktyg, likaså lien. Eggen förutsätts vara vass och strået så styvt att det inte böjer sig undan kniven. Kniven måste ha en viss skärpa för att kunna skära av strået och inte slå av det eller låta det glida förbi.



Figur 4. Avskärning av ett strå.

Rycka

En del djur som betar använder metoden att slita av strået. Ryckning leder till stora skador på ytan om jorden är lös och rotsystemet grunt, ty då blir det ingen avryckning utan hela plantan dras upp. Metoden är inte tillämpad på någon av dagens maskiner.



Figur 5. Avryckning av ett strå.

Energiåtgång vid klippning

Energiåtgången är svår att mäta (Richey, 1958). Energiåtgången i klippmomentet är bl.a. beroende av vattenhalt, utvecklingsstadiet, växtmaterial, kvävegödsling, klipphöjd och klippfrekvens. Andra faktorer som också direkt påverkar energiåtgången är knivens skärpa och utformning. Det förbrukas också energi i klippmoment, där kniven klipper av grässtrået och accelererar det avklippta gräset. Det är också skillnad på energiåtgången om det är ett strå som skall klippas av eller om det är många d.v.s. grässets täthet. Man måste också förutom tidigare nämnda faktorer t.ex. ta hänsyn till förhållanden som luftmotstånd och motstånd i lager d.v.s. friktionsenergi.

Av Fluck et al. (1988) kan man dra följande slutsatser för att minska energiåtgången vid gräsklippning:

- Man skall gödsla gräset så lite som möjligt.
- Man skall klippa så högt som möjligt. (jämför med uppgift från Liljendahl et al.(1961), nedan)
- Man skall klippa när gräset är torrt.
- Man skall klippa sällan.
- Man skall välja lämpliga grässorter.

Vattenhalt

Gräs klipps normalt vid en vattenhalt betydligt över 40 %. Energiåtgången ökar vid en hög vattenhalt jämfört med vid en låg (Fluck et al. 1988). Skillnaden i energiåtgång mellan vått och torrt gräs är stor i klippmomentet (klippning och förflyttning av gräset). Fluck et al. påvisade i försöken en ökning med ca 50 %. Energiuttaget från motorn ökade betydligt mindre ca 10 %.

Liljendahl et al. (1961) har under laboratorieförhållande tittat på energiåtgången vid klippning. I laboratorieförsöken användes en rotorgräsklippare. Där har de bland annat kommit fram till att grässets vattenhalt inte har så stor betydelse för energiåtgången om man har en vass kniv.

Kvävegödsling

Fluck et al. (1988) beräknar vidare att kvävegödsling påverkar energiåtgången enligt:

$$\text{Energitarea} = 0,180 + 0,0428 \times n$$

n = gödselgiva på g/m^2 och månad.

Under svenska förhållande gödslar vi normalt inte grönytegräs, sportytor undantagna. När gödsling sker ligger den kring 20 g N per m^2 och år, det vill säga med en klippsäsong på 5 månader med 4 g N per m^2 och månad. Detta motsvarar en fördubblad energiåtgång mot en ogödslad yta.

Klippfrekvens

Klippningsfrekvensen påverkade energiåtgången enligt följande:

$$\text{Energitarea} = 0,1152 + 0,0009 \times d$$

d = dagar sedan senaste klipningen.

Som synes påverkar intervallet mellan klipningarna energiåtgången väldigt lite. Källan förklarar att detta delvis beror på att gräset haft en dålig tillväxt i försöken.

Klipphöjd

Klipphöjd påverkade energiåtgången enligt följande:

$$\text{Energitarea} = 1,212 - 0,180 \times h$$

h = klipp höjd i cm.

Energiåtgången ökar med sänkt klipp höjd. I detta exempel är gräset klippt en vecka tidigare till en höjd på $5,1 \text{ cm}$. Vid skalpering blir energiåtgången hög.

För att göra detta mer åskådligt kan man vända på uppställningen och säga att skillnaden mellan normal klipp höjd och sänkt klipp höjd påverkar energiåtgången enligt följande:

$$\text{Energitarea} = 0,294 + 0,180 \times a$$

$a = (5,1-h)$, den sänkta klipp höjden minus den normala klipp höjden i cm.

I det tidigare refererade försöket från Liljendahl et al. (1961) kommer även de fram till att en sänkt klipphöjd med 0,6 cm ger ett ökat energibehov på 25%. Så blir exempelvis fallet om klipphöjden är 5,0 cm vid ett klippningstillfälle och den vid nästa klippnings tillfälle sänks till 4,5 cm.

Knivens kondition

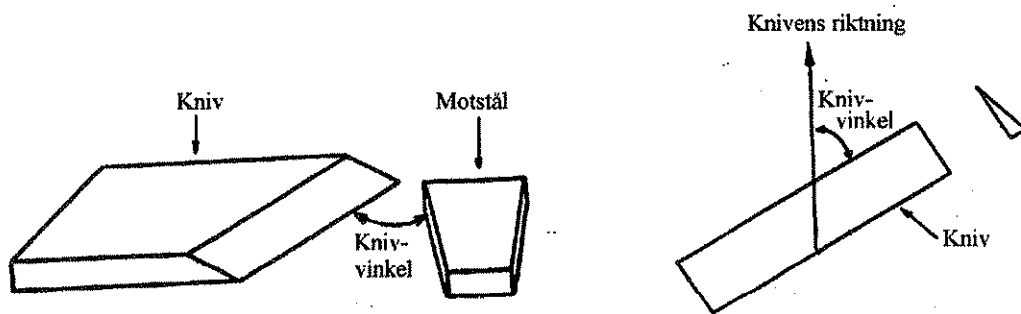
Knivens kondition har stor betydelse för klippresultat och energiåtgång. Energiåtgången ökar när kniven är slö (Prince et al, 1958). Steinegger et al. (1983) har i ett försök med ängsgröe använt en skarp och en slö kniv på en rotorgräsklippare för att undersöka hur dessa olika parametrar påverkar energiåtgången. De hävdar att med en vass kniv kan man spara upp till 22 % av bränsleförbrukningen (tabell 6, sid.1). De hävdar vidare att gräsets vattenförbrukning ökade kraftigt vid klippning med ett vasst knivblad, förmodligen beroende på att skottsättningen och sundhet hos gräset är större om snittet är fint istället för trasigt. Detta motsäger den annars allmänna uppfattningen att ett gräs som är klippt med ett trasigt snitt förbrukar mest vatten. Man menar också att gräskvalitén blev sämre med ett slött knivblad än med ett skarpt också beroende på att snittet blir trasigt.

Tabell 6. Bränsleförbrukning (relativtal) vid olika bladskärpa (Steinegger, 1983)

	Bränsleförbrukning (relativtal)	
	Slö kniv	Skarp kniv
11 Maj	131	100
25 Maj	175	131
8 Juni	162	131
22 Juni	172	138
6 Juli	131	94
20 Juli	150	119
3 Augusti	162	125
17 Augusti	162	130
Medeltal	156,00	121

Knivvinkel

Beroende på gräsklipparens tilltänkta användningsområde utformar man knivarna olika. McClelland & Spielrein (1958) säger att knivvinkeln för knivar med motstål skall vara mellan 17° och 25°. Är kniven tandad vill man ha större vinkel (35°). Fasade knivar (tunna, vassa) ger det bästa snittet men håller inte skärpan så bara som en kniv med rak egg.



a. Fasad kniv med motstål (McClelland & Spielrein, 1958)

b. Fasad kniv utan motstål (Feller, 1959).

Figur 6. Knivvinkel

Feller (1959) säger att vid 60° knivvinkel är energiåtgången som minst för en vass kniv utan motstål. Är kniven däremot slö är den lägsta energiåtgången vid en knivvinkel på 90° . Detta innebär att man måste ha klart för sig i vilken kondition man avser att hålla maskinen. Skall den slippas regelbundet skall man ha en viss knivvinkel men avser man köra med slö kniv skall man ha en annan vinkel.

Växtmaterialet

Vid klippning ökar energiåtgången i förhållande till strådiametern. Den minsta ökningen av energiåtgången får man om kniven är vass, skillnaden mellan en slö och en halvslö kniv spelar däremot ingen roll för energiökningen (Prince et al, 1958). I tidigare refererade försök av Fluck et al. (1988) visade det sig att man kunde uppmäta skillnader i energiåtgången vid klippning mellan olika gräsarter och även mellan olika sorter. En möjlig förklaring till detta är skillnader i täthet hos de olika gräsart- och sorterna.

7 ARBETSORGANISATION FÖR GRÄSKLIPPNING

Det finns två strategier för arbetsorganisation som man arbetar efter idag. Antingen klipper man efter behov eller klipper man efter en förutbestämd plan. I det följande stycket behandlas de båda typerna med avseende på bland annat biologiska förutsättningar, arbetsuppläggning, typ av ytor och maskintyper.

Behovsanpassad klippning

Denna strategi går ut på att när gräset har nått en viss längd klipps det, oberoende av när det klipptes senast. Resultatet av metoden är att gräsmattans kvalitet ökar genom att den alltid har ett bra utseende, den kan också leda till att färre klippningar behövs.

Nackdelen är att maskinparken måste ha en rejäl överkapacitet eftersom situationer då mycket gräs måste klippas samtidigt lätt uppstår. Klippningsbehovet på de olika ytorna kan variera, därför blir arbetsplaneringen svårare eftersom man inte kan köra samma "runda" med klippaggregatet vid varje klippningstillfälle. I arbetsplaneringen bör man sträva efter att få så lite transportsträckor som möjligt.

Klippning efter schema

Det enklaste sättet att organisera klippning är att klippa efter ett i förväg uppgjort schema. Gräset klipps med jämna tidsintervall oberoende på tillväxt och behov. Maskinparken dimensioneras efter den tid som "klipprundan" tar och risken att inte hinna med beror på vilka tidsmarginaler man har kalkylerat med. Planeringen görs med avseende på att maskinen skall hinna runt sina ytor på en viss tid.

En risk med denna typ av organisation är att man ibland tvingas klippa bort mer än 1/3 av gräs- höjden. Detta inträffar om den aktuella maskinen är hårt belastad och går sönder e.dyl.. Detta leder också till att maskinen inte klipper gräset vid den längd som är planerat och resultatet blir då oftast inte utseendemässigt tillfredsställande. Dessa risker kan elimineras genom en viss reservkapacitet.

Behandling av gräsklipppet

Det är idag allmänt vedertaget att låta gräsklipppet ligga kvar efter klippning. Det är bara på specialytor, typ golfgreenar och den andra ytterligheten, ången, som det måste samlas upp. Om gräsklipppet får ligga kvar är det viktigt att det inte bli liggande i klumpar på ytan. En gräsmatta med gräsklumpar är ful och tillväxten av gräset under klumparna hämmas. För att klippet lättare skall falla igenom gräsmattan bör man ha ett väl sönderdelat klipp. Beard (1976) säger att maskinerna går att konstruera så att gräset klipps i kortare bitar som lättare går att tvinga ner i gräsmattan.

Mulcherklippare

Det finns idag maskiner som är konstruerade för att sönderdela gräset väl. Dessa s.k. mulcherklippare arbetar med rotoror, men är jämfört med vanliga rotorgräsklippare konstruerade så att gräsklipppet behålls under kåpan längre och bearbetas flera gånger. Intresset ökar enligt Williams (1992) för denna maskintyp, bland annat därför att det i många länder blivit förbjudet att deponera uppsamlat gräs och löv.

Energiåtgång

Sönderdelningen av gräsklipp är energikrävande. Klippningskapaciteten sjunker och klippningskostnaden stiger. Lämpligast för sönderdelning är rotorgräsklipparen och slaggräsklipparen. Cylindergräsklipparen sönderdelar inte lika effektivt och dessutom är den betydligt känsligare för hårda föremål (Hallefält, 1992). Den ger emellertid en jämn spridning över hela klippbredden i likhet med slaggräsklipparen. Rotorgräsklipparen har antingen sido eller bakåtkast och lägger ofta klippet i en sträng. Tendenser till strängbildning är större med bakåtkast.

8 MASKINTYPER

Kraven man bör ställa på en bra gräsklippare är många, men varierande beroende på olika förutsättningar t.ex. antal klippningar per år, grässets tillväxt, krav på ytan etc. För att uppnå ett snyggt klippresultat bör inte maskinen lägga gräsklipppet i en sträng eller högar. För att det klippta gräset lätt skall trilla ner i gräsmattan måste klippet sönderdelas väl. Ett annat viktigt generellt krav är att klipphöjden skall gå lätt att ändra. Klippaggregatet skall dessutom följa marken på ett sådant sätt att skador på gräsytan undviks.

Klippaggregaten bör ha skydd som hindrar stenar och dylikt att kastas ut. Klippknivarna oberoende vad det är för maskintyp bör vara skyddade mot beröring. Ytterligare ett steg att öka säkerheten är att klippaggregatet automatiskt slås ifrån så fort man reser sig från förarplatsen och när klippaggregatet lyfts upp från arbetsläget.

Föreskrifter för gräsklippning finns preciserade av arbetarskyddsstyrelsens författningssamling (Gräsklippare 1985:7). Reglerna är delvis EG anpassade, vilket bl.a. betyder att ett större ansvar lämnas över till tillverkaren när det gäller utformning av t. ex. skyddsanordningar. Detta innebär att generella krav på skydd som förhindrar beröring av kniven försvinner och kan ersättas med t.ex. så kallat "död mans grepp" och för åkgräsklippare kontakt som påverkas med sitsen.

I avsnitten som följer beskrivs bland annat de fem olika arbetsprinciper som idag används för klippning av grönytegräs. De olika maskintypernas för- och nackdelar tas upp, samt deras vanligast användningsområden. Beskrivningarna är generella och åsyftar inget speciellt fabrikat mer än för bygelklipparen, då den bara produceras av en tillverkare.

En maskintyp som inte behandlas här är knivbalken, den tas inte upp bland annat på grund av att den är väldigt känslig för främmande föremål. Med en knivbalk som är rätt inställd kan annars avverkningen vara hög. Det beror på att den inte bearbetar det avklippta materialet utan bara klipper av det. Kepner (1952) behandlar den ingående och den intresserade hänvisas dit.

Cylindergräsklippare

En vanligt förekommande gräsklippare är cylindergräsklipparen. Denna klippartyp har funnits sedan 1830 -talet (Benson, 1963).

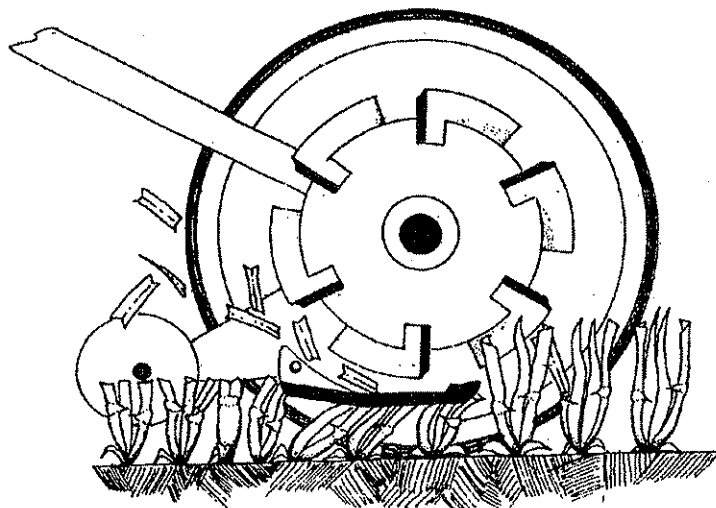
Arbetsprincipen för cylindergräsklipparen är att klippa av strån (*Klippa*, sid 14). Detta sker mellan de radiellt placerade roterande knivarna och det stillastående motstålet (se figur 8). Knivarna är något vridna i förhållande till den roterande axeln. Denna vinkel bör inte överstiga 20° bland annat för att en kniv skall ligga mot motstålet hela tiden (Benson, 1963). Avståndet mellan kniven och motstålet skall vara så litet som möjligt oberoende av vilken skärpa kniven har.

Cylindergräsklipparens periferihastighet det vill säga den hastighet som cylindern har vid själva klippningen är normalt ca 2 m/s. Om man har en för hög periferihastighet uppstår en fläktverkan som inte är önskvärd. Genom att höja hastigheten på cylindern får man fler snitt per ytenhet.

Samma resultat får man med ett ökat antal knivar per cylinder. Standardklipparna har oftast 5 knivar per cylinder medan klippare för t.ex. golfgreener kan ha 9 knivar per cylinder. Ett problem som uppstår om man många knivar per cylinder är att cylindern blir "tät" och gräset får svårare att komma in i den (se figur 8). Många snitt per ytenhet medför en möjlighet att öka körhastigheten, väljer man istället en bibehållen hastighet får man ett jämnare klippresultat. Är framföringshastigheten för hög i förhållande till periferihastigheten, blir den klippta gräsytan vågig.

Den enda anledningen till att höja hastigheten på en cylindergräsklippare är att gräsklipppet då kastas ut bakom klipparen istället för att falla rakt ner. Gräsklipppet är lättare att samla upp vid en högre hastighet (Benson, 1963).

Om något hårt föremål kommer in mellan kniv och motstål förstörs klipparen. Energin som orsakar skadorna är inte proportionell mot periferihastigheten utan är istället kvadraten på periferihastigheten. Det vill säga att risken för omfattande skador ökar dramatiskt med periferihastigheten.



Figur 8. Cylindergräsklipparen (Turegon, 1985).

Cylindergräsklipparens fördelar:

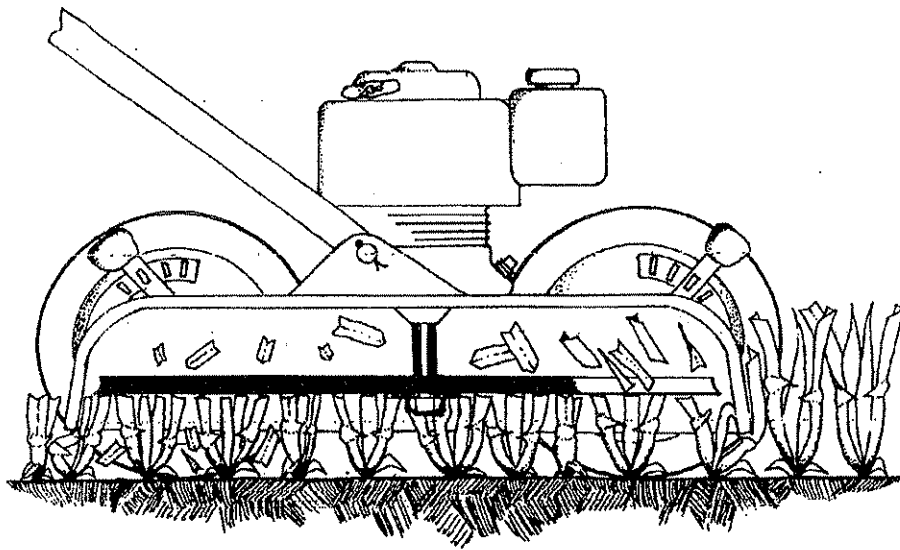
- Den gräsklippartyp som ger jämnast gräsyta efter klippningen
- Klippsnittet blir fint och utan söndertrasning (under förutsättning att knivarna är slipade).
- Klippet sprids jämnt efter maskinen

Cylindergräsklipparens nackdelar:

- Dyr i inköp och underhåll.
- Känslig för främmande föremål t ex stenar.
- Kräver ett jämnt underlag för att klippa bra på grund av att konstruktionen fördyrar uppdelning i smala sektioner.
- Knivarna måste vara rätt inställda och skarpa för att ge ett bra klippresultat.
- Kan vara svåra att slipa och (slipjigg underlättar arbetet).
- Kan inte klippa högt gräs.

Rotorgräsklippare

Rotorgräsklipparen kom på 1920-talet (Hanson & Juska, 1969), den arbetar med en horisontellt roterande kniv utan något motstål (fig. 9). Den slår av gräset (*Slå*, sid. 13). För att klippresultatet skall bli bra måste kniven ha en hög hastighet och vara vass. Periferihastigheten bör inte vara lägre än ca 35 m/s.



Figur 9. Rotorgräsklippare (Turegon, 1985).

Rotorgräsklipparens fördelar:

- Billig i inköp och underhåll eftersom klipporganets konstruktion är enkel.
- Tål främmande föremål.

Rotorgräsklipparens nackdelar:

- Risk för stenkast från maskinen.
- Läger det klippta gräset i en sträng och bildar ofta klumpar med gräsklipp.
- Vid låg periferihastighet och slö kniv riskerar man att få ett söndertrasat snitt.

Bygelklippare

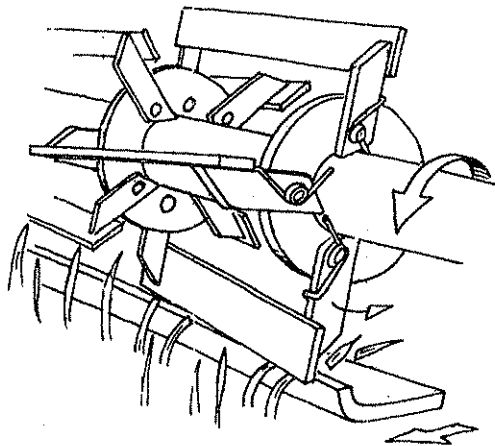
Bygelklipparen är en ny konstruktion som till stora delar liknar en cylindergräsklippare. Knivarna är fjäderbelastade för att inte skadas av hårda föremål. Arbetsprincipen är identisk med cylinderklipparens, grässtrået klipps av (*Klippa*, sid 14) För ytterligare information om denna typ av klippare se bilaga 1.

Bygelklipparens fördelar:

- Tål främmande föremål.
- Billiga reservdelar.
- Enskilda byglar går att byta.
- Lätt att slipa med speciell slipjigg (i likhet med cylinderklipparen).

Bygelklipparens nackdelar:

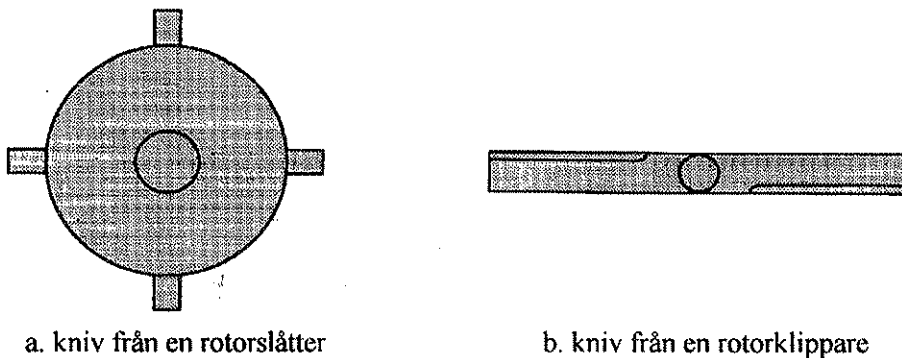
- Om gräset är tjockt klipper den ej, fjädrarna böjs och gräset glider förbi maskinen oklippt.
- Klippenheterna är tunga och kan vara något svårhanterade på grund av detta.



Figur 10. Bygelklippare (ur broschyr från Idé Support AB).

Rotorslättermaskin

Rotorslättern utvecklades ursprungligen för jordbruksändamål. Arbetsprincipen är samma som hos rotorklipparen (*Slå*, sid. 13). Det finns två typer av rotorslättermaskiner, antingen drivs maskinen underifrån (tallriksrotorslättermaskin) eller drivs den ovanifrån (trumrotorslättermaskin). Arbets sättet liknar en rotorgräsklippares med horisontellt roterande knivar utan motstål. Skillnaden ligger i att rotorslätterns knivar är placerade i ytterkanten på en tallrik, medan rotorklipparen har en lång genomgående kniv som i mitten är fäst vid rotationsaxeln (se figur 11). Rotationshastigheten skall vara hög, ca 3000 rpm. (82 m/s) för att resultatet skall bli tillfredsställande.

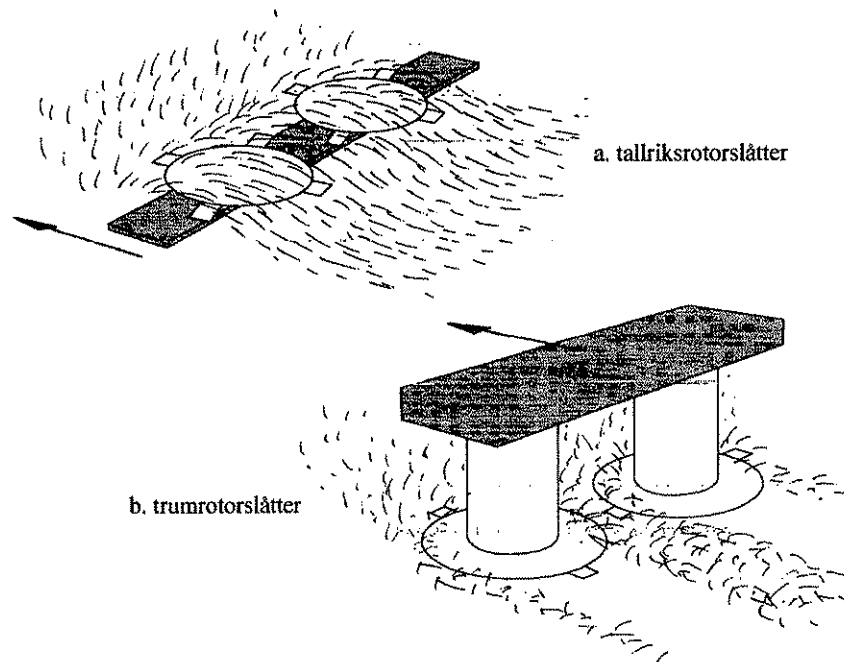


a. kniv från en rotorslätter

b. kniv från en rotorklippare

Figur 11. Skillnaden mellan rotorslättermaskin och rotorgräsklippare

På trumrotorslåttermaskinen är trummorna ett hinder för det avklippta gräset. Gräset stoppas lätt upp när det skall passera mellan trummorna och risken för strängbildning av gräsklipp är stor. Trumrotorslåttermaskiner är lättare att tillverka med en stor diameter på trumman, men med diametern ökar också risken för strängbildning. Rotordiametern ligger vanligen mellan 40 och 80 cm. Till skillnad från trumrotorslåttermaskinen hindrar inte tallriksrotorslåttermaskinen gräset från att passera tallriken och gräsklippen fördelas därför jämnare över ytan (fig 12).



Figur 12. Gräs som "passerar" genom en tallriksrotorslätter och en trumrotorslätter.

Rotorslåttermaskinens fördelar:

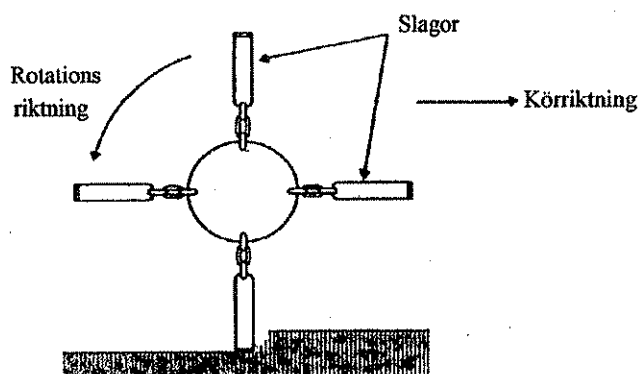
- Billig i inköp per meter arbetsbredd.
- Har ett relativt lågt effektbehov i förhållande till kapaciteten.
- Obetydlig strängläggning av gräsklippen (gäller endast för tallriksrotorslättern)
- Enkel i underhåll

Rotorslåtterns nackdelar:

- Risk för kast av stenar och lossnande knivar.
- Lantbruksanpassade maskiner måste kompletteras med skydd.
- Trumrotorslåttermaskinerna stränglägger gräsklippen.

Slaggräsklippare

På slaggräsklipparen slås gräset av med slagor (*Slå*, sid 13) som sitter placerade på en horisontell axel, sönderdelningen är intensiv (figur 13).



Figur 13. Slaggräsklippare (Hawker & Keenlyside, 1977).

Slagklipparens fördelar:

- Tål främmande föremål
- Billig i inköp.
- Ingen strängbildning.

Slagklipparens nackdelar:

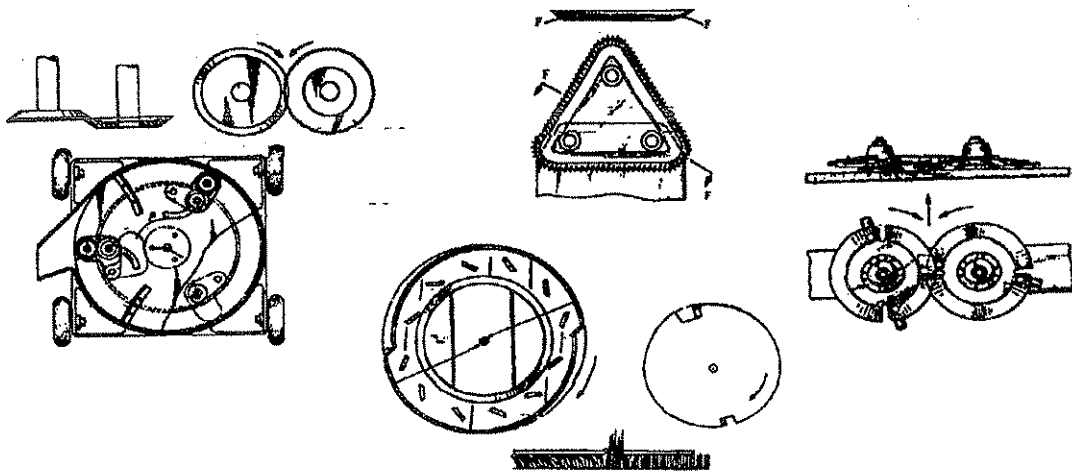
- Dålig kapacitet på grund av sitt höga effektbehov.
- Snittet blir söndertrasat.

Utveckling på maskinområdet

Fram till mitten av 1980-talet har utvecklingen, med få undantag, under en lång tid inte tillfört maskinsidan något. Då visades ett visst nytänkande inom gräsklippningen genom att rotorslåttern började användas på kortklippta gräsytor i Sverige. Samtidigt startade också ett projekt finansierat av Kommunförbundet och STU för att ta fram ny gräsklippningsteknik.

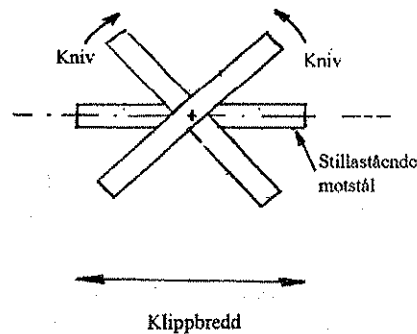
K-Konsult fick som en del av detta projekt i uppdrag att ta fram en kravspecifikation för gräsklippningsaggregat. Den skulle vara till hjälp för entreprenörer och förvaltningar vid upphandling av nya maskiner (Löf, 1985).

I samband med projektet fick Kretex i uppdrag att göra en kartläggning av nya och befintliga klipptekniker (Wicen, 1985). Man hade visioner om olika typer av maskiner, realistiska och orealistiska. Bland idéerna finns bland annat maskinprinciper med horisontellt roterande skivor som knivar och små horisontellt roterande knivar som skjuvar av gräset (figur 14). Det fanns även idéer om en rotorklippare med motroterande eller en stillastående kniv som utgår från samma axel (figur 16). Idéerna byggde också på konventionell klippteknik men med annan utformning för att bland annat kunna komma åt bättre nära träd och andra hinder.



Figur 14. Några visioner om gräsklipparsaggeregat med horisontellt roterande skivor. (Wicen 1985)

För att få in fler idéer begärde man in prospekt från företag inom branschen med kravspecifikationen som underlag. En av maskinidéerna som kom fram var bygelklipparen som beskrivits tidigare, utförligare information ges i bilaga 1. Denna klippare har också tagits fram och säljs idag kommersiellt. Som nämnts tidigare har vi ännu inte sett bygelklipparen tillräckligt mycket i drift för att kunna avgöra om den uppfyller kravspecifikationen.

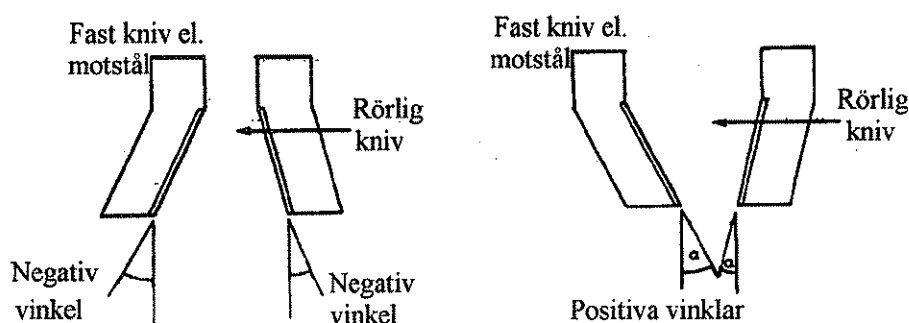


Figur 15. Rotorklippare med motroterande knivar. (Wicen 1985)

Maskiner med lättbladsknivar och vajrar som klippningsaggeregat kom också fram. Vajrarna skulle fungera på samma vis som en grästrimmers snöre. Lättbladsknivarna skulle vara utrustade med en momentkoppling. En momentkoppling arbetar på det sättet den att vid ett lägre varvtal är hårt ihopkopplad och vid ett högre varvtal kopplar den lättare ur. Detta betyder att om kniven går emot något föremål vid högt varvtal, kopplar den ur och stannar direkt. Risken för stenskott och skador på maskinen skulle då minska betydligt.

Tankar fanns också på att klippa av gräset med en vattenstråle och med hjälp av elektricitet. Wicén (1985), hävdar att det går att klippa gräs med en varm tråd men att det bör undersökas hur praktiskt applicerbart det är bland annat i blött gräs. Metoden med en vattenstråle fungerar också, men det blir en orimlig mängd vatten som behövs.

Maskinutvecklingen pågår också internationellt åtminstone gällande klippning av vallgräs. Tuck et al (1991 a) arbetar med ett klippaggregat som närmast är en rotorslättermaskin med motstål, gräset klippas av mot fasta knivar. Knivarna och motstålen bör vara så utformade att de bildar en positiv vinkel (figur 16).



Figur 16. Knivarnas "negativa" och "positiva" vinkel och utseende (Tuck et al, 1991 a)

Tuck et al, (1991 b) arbetar också med en ny typ av horisontellt skärande tandad kniv. Den liknar i utformningen klingan på en vedkap fast med mycket finare tänder, klingans diameter är 475 mm. Denna typ av kniv arbetar bäst vid en periferihastighet på 40 m/s. Energiåtgången för dessa knivar, är mycket lägre (drygt hälften) än för konventionella knivar. Skillnaden i energiåtgång mellan vass och slö kniv är låg, endast ca 5 % medan skillnaden för konventionella knivar är ca 50 %.

Val av maskintyp

I de tidigare avsnitten har det redogjorts för några av maskintyperna egenskaper. En av svårigheterna med att göra jämförelser är exempelvis att cylinderklipparna ofta är fast monterade på en redskapsbärare medan t.ex. rotorslättern är ett separat buret redskap utan egen drivning.

Maskintyperna är endast generellt studerade, olika märken är inte behandlade och variationer kan självfallet förekomma mellan olika fabriker (tabell 7,8). Maskinerna är ursprungligen avsedda för ett användningsområde, men med tiden har användningsområdena blivit flera och maskinerna är inte alltid så väl anpassade efter de nya kraven. Maskinernas användningsområde tas upp i avsnittet diskussioner där syntesen maskin - yta behandlas.

Tabell 7. Sammanställning över olika maskiners egenskaper (maskinbroschyrer och Trädgårdsmaskiner 90/91)

Maskin	Cylinderklippare	Rotorklippare	Bygelklippare	Rotorslättermaskin	Slagklippare
Effektbehov (kW/m)	12	10	14	5-13	11-22
Stryktålighet*	Känslig	Mycket tålig	Tålig	Tålig	Mycket tålig
Arbetsbredd / sektion	1 meter	ca 3 meter	1 meter	ca 3 meter	ca 3 meter

* Detta är en subjektiv bedömning från egna erfarenheter och allmänna uppfattningar.

Tabell 8. Val av maskin vid olika förutsättningar. (Implement and tractor 1968b)

Maskintyp	Slaggräsklippare	Rotorklippare	Knivbalk	Cylinderklippare*
Körhastighet	1	2	3	3
Underhåll	1	2	3	3
Ojämn terräng	2	3	1	3
Högt gräs	3	1	2	3
Vått gräs	2	3	3	3
Effektbehov	3	3	1	2
Förarskicklighet	2	1	3	1
Säkerhet för:				
<i>Föraren</i>	1	2	3	2
<i>Förbipasserande</i>	2	3	1	1

1 = bäst/ lämpligast

* Cylinderklipparen är ett komplement med egna erfarenheter.

Maskinprestanda

Att valet av rätt maskin är viktigt påpekar också Watson et al. (1989) i en artikel som behandlar klippning av stora ytor. Han menar att det ofta kan vara bättre att välja ett par mindre klippare än en stor eller traktorburen klippare, beroende på utformningen av ytan. Han påpekar vidare att man skall lägga stor vikt vid att undersöka maskinens egenskaper innan man köper den för att den säkert skall passa till avsedda ändamål och ytor.

Maskinen bör inte vara för bred i transportläge, det är därför negativt med ett stelt klippaggregat med stor bredd (Tilley, 1992). De flesta rotorgräsklippare drivs med remmar som måste vara spända, detta gör att det är svårt att fälla upp sidosektioner. Problemet går att lösa med hydrostatisk drift på klippaggregaten.

En intressant enhet som Patsche-Ballerstaedt (1984) använder är m^2 /timme och meter arbetsbredd. Med ett standardiserat kapacitetsmått likt detta skulle det lättare gå att jämföra olika maskiner direkt utan att behöva göra omräkning för att ta hänsyn till arbetsbredd och andra faktorer. Ytans utseende och form skulle inte då inte vara av betydelse. De yttre faktorer som påverkar kapacitetsmättet begränsas då till förarens skicklighet och maskinens arbetsbredd.

Effektbehov

Effektbehovet varierar bl.a. med olika maskintyper enligt tidigare avsnitt. Om gräsklipparen sönderdelar gräsklippen som t.ex. slaggräsklipparen och mulcherklipparen ökar effektbehovet markant eftersom större gräsmängder bearbetas per klippningstillfälle. Otillräcklig motoreffekt leder till minskad körhastighet och därmed ökade kostnader.

Skillnaderna i motoreffekt mellan några olika maskiner ser man i tabell 9 och 10. Tabellerna är ett axplock av maskiner på marknaden.

Tabell 9. Motoreffekt relaterad till arbetsbredd hos några självgående rotorgräsklippare (Trädgårdsmaskiner, 1992)

Maskin	Arbetsbredd (mm)	Motoreffekt (kW)	Effekt/arbetsbredd
Jacobsen Turfcut	1820	16,0	8,8
Jacobsen HR-5111	3400	38,0	11,2
Robrine 1502 D	1800	24,5	13,6
Rasant 1200 td	1850	20,6	11,1
Rasant 1200 s	2250	20,6	9,2
Toro GM 118	1320	13,2	10,0
Toro 223	1830	16,9	9,2

Korrigeringar för framdrivning exempelvis hydrostatisk och fyrhjulsdraft kan vid en jämförelse vara nödvändig, men maskinerna här ovan är av likartad karaktär. Hydrostatiska maskiner kräver högre effekt då verkningsgraden är lägre.

Tabell 10. Motoreffekt relaterad till arbetsbredd hos självgående cylindergräsklippare (Trädgårdsmaskiner, 1992)

Maskin	Arbetsbredd (mm)	Motoreffekt (kW)	Effekt/arbetsbredd
Jacobsen H 15	4700	57,7	12,3
Jacobsen ST-5111	3400	38	11,2
Robrine 1202-3 D	2100	21,3	10,1
Robrine 600-3 D	2100	13,3	6,3
Ransomes 350 D	3500	28,3	8,1
Ransomes 180 D	1800	11,8	6,6
Toro 335 D	2130	25,7	12,1
Toro 375	1830	11,8	6,4

Att variationen när det gäller effekt/arbetsbredd är stor beror antagligen på att det oftast är den motor som är billigast eller lättast att montera som väljs. Det är inte bara en skillnad mellan olika märken utan också inom ett och samma fabrikat.

Med en motorstarkare maskin blir det lättare att arbeta i slänter och när gräset är fuktigt och stora gräsmängder skall bearbetas.

9 MÄTMETODER FÖR GRÄSYTEKVALITÉ

För att på ett tillfredsställande sätt kunna utvärdera resultatet av olika klippmetoder och klipp-tekniker behövs det kvantifierbara mätmetoder. Att mäta gräsets kvalitet i siffror är mycket svårt. De flesta bedömningar hitintills har gjorts mer eller mindre subjektivt, dessa bedömningar blir aldrig riktigt enhetliga. Det är framförallt riskfyllt att jämföra resultat från olika platser och andra bedömare. Man har uppmärksammat dessa problem även internationellt och några mätme-toder är under utveckling.

Subjektiva bedömningar

Den idag i Sverige vanligaste mätmetoden bygger på subjektiva bedömningar (Svensson, 1977). Egenskaper såsom täthet, helhetsintryck, övervintringsförmåga, ogräsfrihet, slutenhet, resistens mot torka, resistens mot sjukdomar, bedöms i en 10- gradig skala där 0 är sämst och 9 är bäst. Bedömningen upprepas ett antal gånger under vegetationsperioden. Vissa av gräsets egenskaper bedöms också på ett mer objektivt sätt, tillväxten bedöms genom att mäta gräsets höjdtillväxt in-nan varje klippning och skottantal per ytenhet bedöms genom att räkna skotten i en upptagen grästorva. På Institutionen för trädgårdsvetenskap, Alnarp har man i vissa försök också använt en specialbyggd slitagemaskin för att bedömma grässorternas tolerans mot slitage.

Kvantifierbara mätmetoder

Engelsmannen Dury (1992) har tagit fram en kvantifierbar mätmetod där han ger gräset en kvali-tetsbeteckning utifrån en femgradig skala, ifrån "hög kvalité" till "låg kvalité". Han kommer fram till detta genom att värdera tretton olika parametrar som är uppdelade i tre grupper, *gräsyntans struktur*, *bollen uppträdande på gräsytan* och *gräsyntans utseende*. Delbetyg sätts på parametrar-na, vilka sedan räknas ihop till en totalsumman. De flesta av delbetygen är mätbara medan endast några av dem är subjektiva bedömningar. Med hjälp av totalsumman får man sedan fram ett pro-centtal som i sin tur bestämmer vilken kvalitetsbeteckning gräset skall få.

Tabell 10. Gruppindelning av de parametrar som ligger till grund för kvalitetsbeteckningarna (Dury, 1992)

Sturktur		
parameter		mätenhet
Jämnhet	fördjupningar i	mm
Lutning	grader	
Marktäckning	% av yta	
Ogräsförekomst	%	
Vattengenomsläpplighet	mm / timme	

Bollens uppträdande		
parameter		mätenhet
Bollens studs	%	
Bollens rullning	m	
Hårdhet vid nedslag	"Peak G" med 1.50 m fallhöjd	
Dragkraft	Nm	

Utseende		
parameter		mätenhet
Märken	synliga från	antal m
Främmande föremål	%	
Klippets kvalitet	klippets jämnhet i	%
Jämnhet i färg	subjektivt	

Tabell 11. Bedömning av gräskvalité enligt Dury (1992)

Intervallen för bedömningen ligger enligt följande:	
- 60.0 %	Låg kvalitet
60.0 - 70.0 %	Mellan låg kvalitet
70.0 - 80.0 %	Medium kvalitet
80.0 - 90.0 %	Mellan hög kvalitet
90.0 - %	Hög kvalitet

Andra bedömningsgrunder

Även andra bedömningsgrunder finns, Beard (1973) tar i sin mätmetod upp sex faktorer som han anser är avgörande för gräskvalitén, men även dessa är svåra att mäta på ett objektivt sätt:

- Enhetlighet (mäts subjektivt)
- Täthet (mäts i antal skott / ytenhet)
- Struktur (mäts med grässtråets bredd vid ett visst utvecklingsstadium)
- Växtsätt (mäts subjektivt och med bollrullning)
- Mjukhet (mäts subjektivt och med bollrullning)
- Färg (mäts med ljusreflektion)

Rullningsmotstånd

I en orienterande undersökning av Langvald (1968) studerades hur rullningsmotståndet skulle fungera som en objektiv metod för att bedöma gräskvalitén. Rullningsmotståndet beror bland annat på gräslängden och på vilken maskintyp som gräsytan är klippt med. Ett frågetecken är dock vad rullningsmotståndet egentligen säger och hur man skall kunna använda det praktiskt. Hur är det möjligt att koppla gräsets bruksvärde till rullningsmotståndet ?

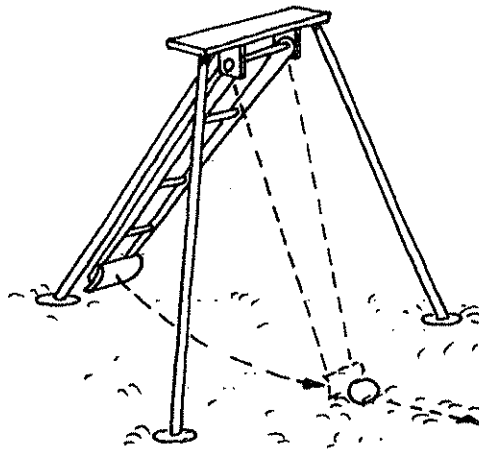
Grau (1933) använder en mekanisk putter (figur 17) för att se hur långt en boll rullar och hur stor avdriften på bollen blir vid rullning i slänter. Av hans resultat syns tydligt att golfbollens rulllängd är beroende av klipphöjden, se tabell 12.

Iden till att prova gräs med en mekanisk putter kommer troligen från en Mr Arnott som kommit med iden redan 1928 och provat den i mindre skala enligt Moneith (1929).

Tabell 12 Rulllängd hos olika sorters ven, före respektive efter klippning (Grau, 1933)

Grässort		Rulllängd i m	
		före klippning	efter klippning klipphöjd 0,5 cm
Seaside creeping	Krypven	4,19	4,57
Velvet	Rödven	3,63	4,25
Colonial	Brunven	3,98	4,50
German mixed		3,69	4,38
Washington creeping	Krypven	3,98	4,39
Metropolitan creeping	Krypven	4,19	4,75
Virginia Creeeping	Krypven	4,22	4,94
Columbia creeping	Krypven	4,88	5,18

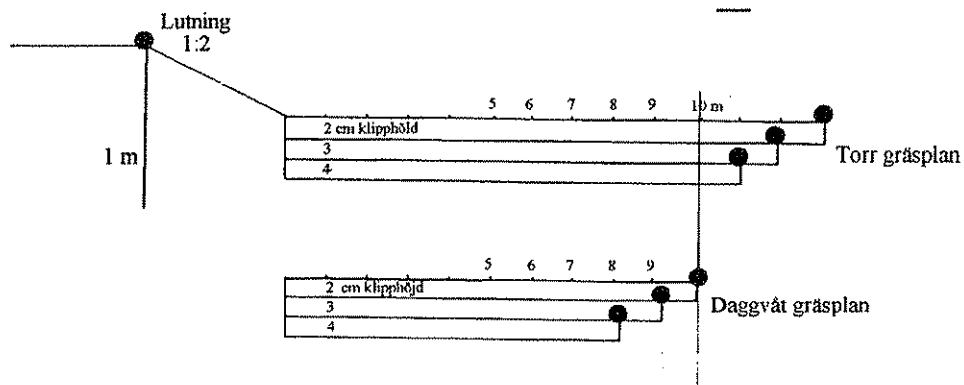
Tyvärr framgår det inte i vilken riktning i förhållande till klippriktning han har rullat bollen eller hur många gånger han rullat bollen. Man kan heller inte utläsa gräsets höjd före klippning.



Figur 17. Mekanisk putter (efter foto. Grau, 1933).

Langvald (1968) redogör för hur gräsets klipphöjd påverkar en fotbolls uppträdande på gräsytan. Han har bland annat kommit fram till att jordarten är mer avgörande än gräslängden för en studsen av en fotboll. Bollarna studsar ungefär dubbelt så högt på lerjordar som på torvjordar. När klipphöjden ändras från 20 mm till 30 mm minskar studshöjden endast med 5 %.

I försöken gjordes också rullprov, man lät fotbollen rulla genom ett 1 m långt rör med lutningen 1:2 (fig. 17). Avståndet från rörkanten till där bollen stannade mättes i cm. Skillnaden i rullängd mellan olika klipphöjder var inte stor (fig. 18), däremot menar han att dagg och fukt efter regn inverkar märkbart på rullängden. Fotbollen som användes i försöken vägde 435 g.



Figur 18. Bollrullning vid olika klipphöjder (Langvald, 1968).

Langvalds metod för rullängd kan vara lämplig att använda för att på ett enkelt sätt bedöma en gräsyntas tillstånd. Riktlinjer och enkla tumregler borde tas fram för denna metod. Man skall dock notera att det inte ger något exakt eller entydigt svar på gräsets kvalité, utan bara på en parameter det vill säga rullningsmotståndet.

Bildanalys

Ett annat möjligt men ännu ej etablerat sätt att mäta gräsets kvalité med är "bildanalys". Tanken är att man med hjälp av en kamera och en dator kan bestämma gräsyntans tillstånd. Denna metod skulle kunna användas för att på ett objektivt sätt bedöma en gräsyta, om och när den skall klip-pas, vattnas eller gödslas. Metoden används idag t.ex. för att studier av lantbruksgrödor.

För att slippa ta datorn med ut i fält kan man ta fotografier på gräset och analysera dessa senare. Ett av de svåraste problemen vid analysen är ljuset och skuggorna i bilden. Andra parametrar som påverkar analysen av en gräsyta är vädret, ljusförhållande, vilka grässorter det finns, gräsets hälsotillstånd, vattenhalt och tidpunkt under vegetationsperioden och även tid på dygnet när analysen sker och när gräset klipptes senast.

Det är möjligt att använda bildanalys till att mäta gräskvalitén, men metoden behöver utvecklas. En dator kan säga att så ser det ut, t.ex. så många procent grönt och så många procent gult. Men var gränsen går för vad vi "upplever" som snyggt, det vet inte datorn. Vid vilken färg ska man dra gränsen mellan bra och dåligt? Gult och grönt är färger som ligger nära varandra och nyanserna är svåra att skilja från varandra. Helt gula strån och strån med gula toppar är också svåra att skilja åt. Skuggor och mörka strån likaså. Frågetecknen är många vilket gör det svårt att bedöma metodens tillämpbarhet.

10 TIDSSTUDIER SOM UNDERLAG FÖR BERÄKNING AV KOSTNADER

Tidsstudier är ingen exakt vetenskap utan bara en rimlighetsuppfattning om tidsåtgång.

De utgör ett viktigt underlag för beräkning av arbets- och maskinkostnader. Tidsstudier ger också en information om kapacitetsbehovet för att utföra ett visst arbete. Detta är nödvändigt att veta vid dimensioneringen av maskinparken och planeringen av arbetsorganisationen. Tidsstudierna utgör också ett viktigt planeringsinstrument vid projekteringen av en gräsyta. Man kan med hjälp av inhämtad information anlägga ytan på ett sådant sätt att den blir lätt att sköta t.ex. undvika konkava hörn med en radie mindre än 3 meter (Engsmyre & Gabrielsson, 1979). Man får med tidsstudier en uppfattning om vad t.ex. en kil eller en grupp med träd kostar i skötsel.

Tidsstudiernas genomförande

Tidsstudier kan genomföras på olika sätt och med olika noggrannhet. De två vanligaste metoderna är:

Klockstudie är en metod där de olika deltiderna i ett arbete registreras.

Frekvensstudier är en annan metod som är möjlig att använda då man vid regelbundna och oregelbundna tider noterar vilken slags arbete som utförs.

Faktorer som påverkar tidsåtgången

Hastighet

Hastigheten är en viktig parameter när det gäller avverkningen. Hastigheten måste anpassas till maskinens prestanda och vad föraren är kapabel att klara av. Det är inte bara hastigheten på en raksträcka som är intressant utan också runt oregelbundna kanter, intill kantstenar, vid hinder etc. Andra faktorer som begränsar hastigheten är gräsmängd och väderlek.

Energibehovet blir större vid en högre hastighet och hastigheten måste därmed anpassas till maskinens prestanda. Beroende på maskintyp och prestanda påverkas också klippresultatet av körhastigheten. Thomas (1966) anser att klippshastigheten för cylindergräsklippare inte bör överstiga 10 km/h, för att det inte skall bli ett ojämnt klippresultat (tvättbräda), detta fenomen uppkommer om cylinderns rotorhastighet är för låg jämfört med framföringshastigheten. Att det vid höga hastigheter skulle kastas fram gräs framför maskinen anser han inte vara riktigt, problemet är då istället att klipparen är felinställd. Vid klippning av kort gräs skall motstålet vara rakt under cylinderns axel och vid klippning av längre, något bakom. Är motstålet bakom axelns horisontallinje och gräset är kort, trycks det ner under kniven och klipps ej av. Är gräset långt blir det för mycket material vid motstålet om det är placerat rakt under cylinderaxeln.

Arbetsbredd

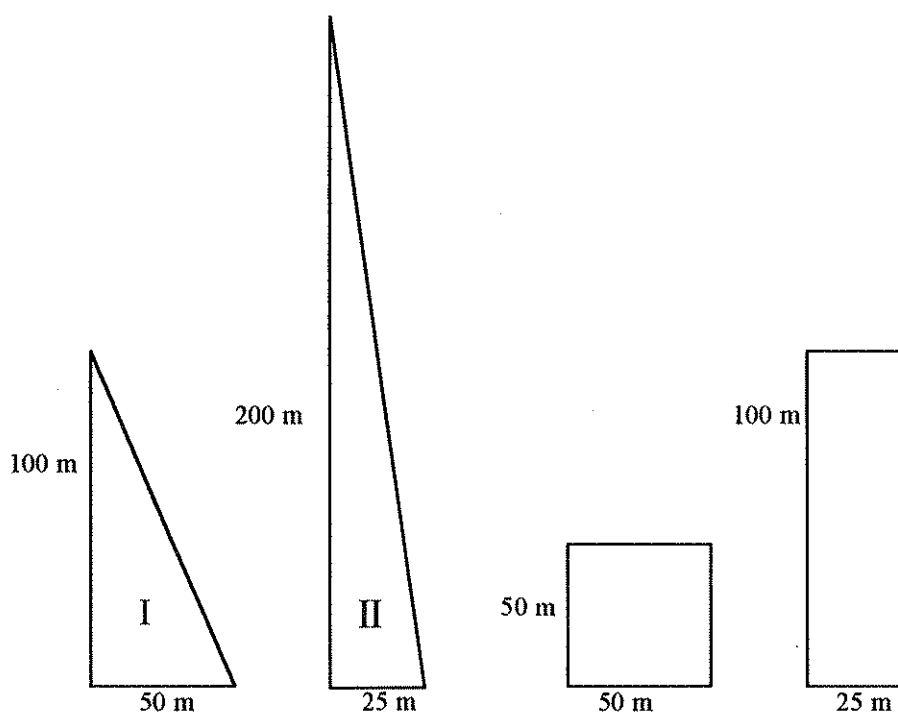
Den effektiva arbetsbredden beror till stora delar på föraren. En bra förare kan använda sin maskin så att överlappningen minimeras. Maskinens utformning är också av en viss betydelse. Föraren måste kunna se kanten på det yttersta aggregatet för att kunna använda hela bredden. Förarens vana att klippa en speciell yta avgör också hur effektivt maskinens arbetsbredd utnyttjas. Mycket tid kan sparas om föraren kan optimera ett körmönster så att så stor del av maskinens arbetsbredd arbetar hela tiden. En yta bör helst inte klippas enligt samma mönster alltid, utan varieras en del, detta för att undvika att spår uppstår. Normalt bryr man sig inte om detta utan klipper på det snabbaste sättet.

Ytform

Oberoende av om föraren kan optimera körmönstret på en yta eller ej kan han inte påverka dess form. En gräsyta med långsmal form utan hinder och kilar går snabbast att klippa. Kilar tar tid, framförallt om ett stort antal vändningar och tomkörning uppstår (Rosenqvist & Anselius, 1986). Man får många körsträckor där maskinens fulla arbetsbredd inte kan utnyttjas. Maskinen kan heller inte vända på ett enkelt sätt, man måste backa eller köra i en stor ögla för att komma på klippdraget igen.

Som exempel kan man jämföra olika fiktiva ytor med samma area men olika former, kil, kvadrat och rektangel (fig. 19). Ytan antas i detta fall till 2500 m^2 .

- Kil I är 50 meter bred och 100 meter lång. Förutsättningen är att klippning sker parallellt med den långa sidan. Beräkningen blir inte riktigt korrekt då en viss tomkörning kommer att ske varje runda (Harper, årtal saknas).
- Kil II är 25 meter bred och 200 meter lång. Körsträckan antas bli 15 - 20 % längre jämfört med övriga ytformer. Klippningen sker parallellt med den långa sidan.
- Kvadraten har sidan 50 meter. Klippning förutsätts ske parallellt med ena sidan.
- Rektangeln är 25 meter bred och 100 meter lång. Klippning förutsätts ske parallellt med den långa sidan.



Figur 19. Skisser över de olika ytorna och körriktningar.

Tabell 13. Beräknad tidsåtgång beroende på ytform och maskin. Beräkningarna baseras på eget datamaterial från tidsstudier. Siffrorna inom parentes är relativtal av de beräknade värdena

	Stor gräsklippare*	Liten gräsklippare**
Kil I	330 s (114)	715 s (106)
Kil II	340 s (117)	764 s (114)
Kvadrat	330 s (114)	715 s (106)
Rektangel	290 s (100)	673 s (100)

* Hastighet 4 m/s, arbetsbredd 2,5 m, vändtid 4 s

** Hastighet 2,2 m/s, arbetsbredd 1,8 m, vändtid 3 s

Tabell 14. De olika momentens del av totaltiden (%)

	Liten gräsyta	Stor gräsyta
Körning rakt fram	50 - 60	90
Vända	15	5
Backning	5	
Annat	20 - 30	5

Jämförelserna (tabell 13,14) visar bland annat att vändtiden inte är så intressant om det är en maskin som arbetar på en stor yta. Detta för då tar själva klippningen mer tid och vändtiden blir en mycket mindre del av totaltiden. Är det däremot en maskin som arbetar på en liten yta spelar vändtider, transporter med mera större roll, då de tar upp större del av totaltiden.

Uppdelningen på maskintyp mellan stor och liten gräsyta har inte gjorts då materialets omfattning inte var tillräcklig för detta.

Maskinens arbetsbredd har större betydelse än ytformen. Detta beroende bland annat på att antalet vändningar blir färre och tidsdelen på "drag" blir större. Skillnaden mellan de mest och de minst tidskrävande ytformerna synes här inte vara så stor (14%) men detta är när allt är tillrättat och man slipper dubbelkörningar, smala kilar och oregelbundna kanter.

I diskussionen för fallstudierna (sid 49) visas en metod för att räkna ut tidsåtgången för gräsklippning.

Hinder

Träd och stolpar är vanliga hinder. Det är inte bara hindrets storlek utan också hur hindret är placerat som är av betydelse för tidsåtgången. Står hindren i rad eller är de utspridda och om maskinen kan komma mellan hindret och kanten eller annat hinder. Alla hinder går inte att komma runt eller klippa nära på ett vettigt sätt. Putsning sker vid dålig åtkomlighet med stor maskin lättast med en mindre åkgräsklippare alternativt en handgräsklippare eller med en gräsrojäare. Putsningen är tidskrävande, vilket innebär att det ofta är en stor kostnadspost. Skötselkostnaden per m² är 3-5 ggr större för putsning än för klippning. (Engsmyre & Gabrielsson, 1979).

Avståndet mellan två hinder bör inte vara mindre än en arbetsbredd och inte större än två arbetsbredder, detta för att maskinen skall komma emellan hindren och ändå bara behöva följa en klippt kant i taget. Körningen blir annars mer invecklad och man riskerar att få en större mängd tomkörning.



Figur 20. Träd som är olämpligt placerade med tanke på gräsklipparens framkommlighet. (Foto. Fredrik Hallefält)

Det är vanligt att stolpar och träd placeras mitt i "gräsremсор" mellan t.ex. en väg och en cykelstig. Detta gör att gräsklipparen kan få stora problem att komma runt trädet då en kant normalt uppstår mot vägen. Placeras träden däremot i ena kanten så kommer gräsklipparen lättare fram.

Lutning

Sluttande gräsytor kan också medföra en ökad tidsåtgång om sluttningen är för kraftig. På ytor med lutningar större än 1:1,9 är klippning med konventionella klippare inte lämplig bland annat p.g.a. olycksrisken. För att klippaggregaten obehindrat skall ta sig fram över krön bör den konvexa radien inte understiga 5 m. Gräsytor med brantare lutning än 1:3 bör inte anläggas (Engsmyre & Gabrielsson, 1979).

11 PRAKTISKA FÖRSÖK OCH STUDIER

Maskintyper

Material och metoder

Gräsklipparnas lämplighet och förutsättningar för att klara av högre gräs (15-20 cm) är tidigare dåligt kartlagda. Under sensommaren 1991 gjordes undersökningar där avsikten var att studera olika maskintyper vid simulering av olika klippfrekvenser. Målet var att få besked om hur en förändrad strategi från ca 12-15 klippningar per år till 5-7 klippningar per år påverkar klippkostnaden och gräsyntans utseende efter klippning. Kontakter togs för att låna in maskiner som skulle representera de fem olika maskingrupperna. Maskinerna som ingick i försöken var slaggräsklipparen Mott 88, rotorgräsklipparen Robrine 1500, cylindergräsklipparen Toro 224 och Kohne rotorslättermaskin CM 265 F. Kontakter togs med leverantörer av bygelklipparen Multicut 31 och maskinen planerades in i försöken. Bygelklipparen fick senare strykas från försöken då den vid tiden för försöket inte fanns tillgänglig som tidigare utlovat.

En lämplig försöksyta identifierades tillsammans med Byggnadsstyrelsen i Lund. Gräsyntan som användes var ej klippt tidigare under säsongen och närmast föregående år var gräsyntan kortklippt. Rutornas storlek var 5 x 5 m och de mättes upp inom ett område där gräset tillsynes var homogent. För att avgränsa rutorna från varandra klipptes gräset kort runt dem. Ett klippningstillfälle som skulle motsvara gräslängden och gräsmängden av ca 5 klippningstillfällen per år planerades in. (För en bruksyta är det normala antalet klippningstillfällen ca 12-15 ggr per säsong.) Olyckliga omständigheter kring försökens genomförande medförde att gräset inte klipptes vid det planerade tillfället med en gräslängd på 15-20 cm utan körningarna i försöket blev begränsade till relativt högt gräs. Gräsets höjd var då 20-25 cm och mängden var riklig.

Mätningen av gräsmängderna gjordes i fält med hjälp av en mindre rotorgräsklippare med uppsamlare. De olika maskinerna klippte en arbetsbredd och med ett 5 meter långt kördrag, därefter klipptes det "rent" med handgräsklipparen runt varje maskins klippa yta. Handgräsklipparen var då ställd på så låg klipphöjd som möjligt. Sedan kördes handgräsklipparen med samma klipphöjd som den ursprungliga maskinen hade, på respektive maskins kördrag i 20 cm remsor och hela längden på 5 meter, detta upprepades på hela arbetsbredden. Gräset från rotorgräsklipparens uppsamlare vägdes upp efter varje remsa.

Mätningar av maskinernas varvtal fötets under körningarna. Maskinens varvtal noterades före respektive under klippningen.

Resultat

Resultatet visade tydligt att maskinerna har helt olika förutsättningar beroende på vad de ursprungligen är avsedda för (tabell 15). Några dagar efter klippningen syntes det tydlig skillnad mellan de olika maskintyperna. Det som skilde sig mellan de olika maskinerna var huvudsakligen hur maskinen klarade av avslagning respektive avklippning och hur maskinen spred gräsklippen efter sig. Det är viktigt att det klippa gräset sprids jämnt, framförallt när gräset är långt.

Cylindergräsklipparen klarade inte att klippa det långa gräset, utan tryckte istället ner det. Den lämnar dock inga klumpar eller strängar efter sig eftersom gräsklippen blir jämnt utspritt över hela arbetsbredden.

Slaggräsklipparen utförde ett tillfredsställande arbete men kompletterad med uppsamlingsutrustning är inte heller den helt passande, samlingsbehållaren blir för snabbt full och mängden transportkörning ökar.

Rotorgräsklipparen klarade att "få av" gräset men den hade inte slagit av allt utan istället slitit av en del. Risken är då att resultatet inte blir så tilltalande, gräset ser brunt ut p.g.a. söndertrasade snitt på grässtråna. Spridningen av gräsklippen är inte tillfredsställande då gräsklumpar ligger utspridda över ytan. Kapaciteten för en rotorgräsklippare sjunker vid 10 -12 cm gräshöjd.

Rotorslåttern klarar däremot av avslagningen av gräset bra, men det finns risk för strängbildning speciellt om klipparen är av trumrotorslättermodell (*Rotorslättermaskin*, sid. 25). I standardutförande är denna maskintyp inte lämplig att använda för klippning av gräsytor på offentliga platser då skydden inte är utformade för detta ändamål. I de fall maskinen kompletteras med erforderliga skydd kan den vara mycket lämplig (tabell 19, sid 49)

Tabell 15. Sammanställning över olika maskiners användningsområde. Grästyper definierade enligt kapitel 3 sid.1

Maskin	Prydnadsgräs	Bruksgräs	Högvuxet gräs	Äng
Cylinder klippare	Lämplig	Fungerar	Olämplig	Fungerar ej
Rotorklippare	Fungerar	Fungerar	Fungerar*	Olämplig
Bygelklippare	Fungerar	Fungerar	Fungerar**	Olämplig
Rotorslättermaskin	Olämplig	Fungerar	Lämplig [#]	Lämplig
Slagklippare	Olämplig	Fungerar***	Lämplig ^{##}	Fungerar [□]

* Maskinen har en dålig kapacitet och ger en dålig spridning av gräsklippen.

** Enligt leverantören

*** Det estetiska resultatet inte alltid tillfredsställande

Förutsatt att erforderliga skydd har monterats

Förutsatt att den körs utan uppsamlingsbehållare

□ Specialmaskiner med uppsamling fungerar vid mindre gräsmängder

Vikterna på det uppsamlade gräset från de olika maskinerna varierade, men inte beroende av vilken maskintyp som vägdes utan förmodligen istället beroende på gräsets ytfukt. Man kunde heller inte se något mönster i spridningsbilden efter maskinerna, t.ex. att rotorgräsklipparen lade gräset i strängar eller dylikt.

Varvtalsmätningarna av de olika maskinerna före och under körning gav inga skillnader i mätvärdena.

Diskussion

Hur klippningsintervallet påverkar klippningskostnaden är inte helt klagjort. Säkert är dock att en ökad gräsmängd, som är fallet vid en högre gräslängd påverkar kapaciteten negativt vid klippningstillfället. Samma yta tar vid varje klippningstillfälle längre tid att klippa om man har en hög gräslängd istället för en låg. Detta kan kanske uppvägas av att det blir ett färre antal klippningar. Vilken påverkan på gräsykans utseende vid ett ökat klippningsintervall är till stor del beroende av vilken maskintyp som används. Den som i försöken bedömts som helt olämplig är cylindergräsklipparen medan de som vi funnit lämpligast är slaggräsklipparen och rotorslättermaskinen. För att rotorgräsklipparen skall vara lämplig måste erforderliga skydd vara monterade.

Olika faktorer har påverkat försöksresultaten i negativ riktning. Maskinerna var av olika ålder och skick. Detta gör att möjligheterna för direkta jämförelser mellan maskintyperna kan vara svåra att göra. Gräsytan som klipptes var inte helt homogen. Vädret varierade under dagen mellan duggregn och sol, detta gjorde att ytans vattenhalt fluktuerade.

Mätmetoden gjorde att remsorna var för breda och därigenom blev skillnaden sinsemellan dem liten och eventuellt felvisande. Remsorna skulle varit smalare, kanske bara 10 cm breda och istället längre för att tillräcklig gräsmängd skulle samlas upp. Metoden för uppsamlingen kan vara diskutabel då de fyra rotorbladen på den uppsamlande rotorgräsklipparen fungerar lite som en dammsugare. Eftersom det i uppsamlingsmomentet blev en viss överlappning över tidigare körd yta samlades det eventuellt upp mer material än vad som var avsett per remsa. Som uppsamlingsmaskin skulle en "vanlig dammsugare" med ett munstycke av samma bredd som remsorna vara möjlig att använda.

Den ideala utgångspunkten hade varit maskiner med samma kondition, gräsytor med homogent gräs med avseende till längd, täthet och sorter, ett väder som är likartat under provtagningstillfällena och möjlighet att upprepa körningar vid olika gräsmängder. Man bör också ha en mätmetod för gräsets ytfukt då detta verkar vara en viktig parameter.

Gräsets tillväxt vid olika klippningsintervall

Material och metoder

Orienterande försök med hur olika klipphöjd och klippintervall påverkar gräsets tillväxt genomfördes i Alnarp under sommaren 1991.

På en homogen gräsmatta markerades ett antal rutor 2 x 5 m stora. Dessa rutor klipptes med två olika intervall och fyra olika klipphöjder med mindre rotorgräsklippare TORO 530 BBC med uppsamlare. Gräslängden noterades före klippning. Metoden innebar att en del ytor klipptes ner mer än med 1/3 av gräsets längd, vilket inte rekommenderas. Gräsklipppet samlades upp och vägdes.

Resultat

Den totala gräsmängden varierade kraftigt under sommaren. I jämförelser mellan de olika klippleden var variationen dock inte så stor (tabell 16).

Tabell 16. Tillväxt, vid olika klipphöjd och olika klippningsintervall, värdena är genomsnittsvärden på totaltillväxten under sommaren 1991 och omräknat till samma vattenhalt

Klipphöjd	Varje vecka		Varannan vecka	
	g/m ²	mm	g/m ²	mm
45 mm	796	24	2213	57
60 mm	772	32	1615	55
75 mm	759	30	890	48
90 mm	620	30	988	53

Som synes är höjdtillväxten likartad mellan de olika klipphöjderna, medan massan i gram sjunker med en ökad klipphöjd. Under säsongen som helhet är tillväxten störst hos det gräs som klipptes varannan vecka. Tillväxten är nästan dubbelt så stor både när det gäller massa och höjd. 1/3 dels regeln följs för samtliga klipphöjder i varje veckas klippningen, medan det är endast i de båda högsta höjderna i varannan veckas klippningen den följs.

Diskussion

Det mycket intressant att konstatera att försöken visar att ett ökat klippintervall ökar tillväxten vilket kan leda till minskad kapacitet vid klippningen och problem med gräsyntans utseendet genom spridning av en större mängd gräsklipp.

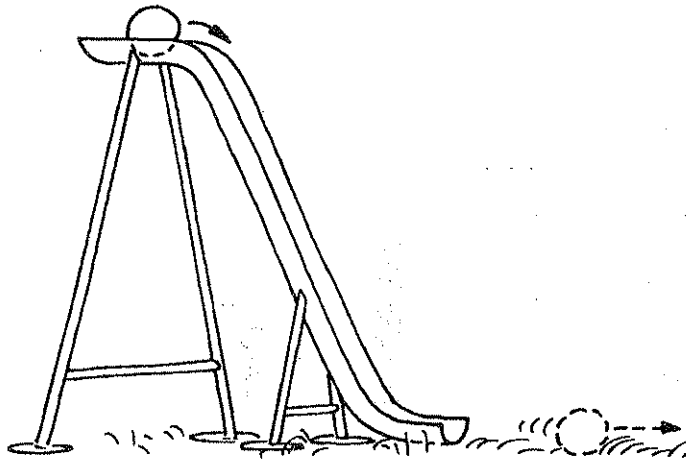
Man kan emellertid fråga sig vad som händer om man ökar intervallen ytterligare. För att få svar på denna fråga måste man ha försök som sträcker sig över mer än en klippssäsong. Man måste vara medveten om att gräsets utseende ändrar sig så att det vanligen uppfattas som sämre vid färre klippningar per säsong. Det är möjligt att ur teknisk och biologisk synpunkt öka klippintervallet och därigenom gräslängden mer än vad som i de flesta fall är estetiskt möjligt. Den tekniska möjligheten att klippa längre gräs innebär dock inte alltid att man kan använda samma maskiner som till det korta gräset (*Maskintyper*, sid 22).

Det verkar finnas en brytpunkt för tillväxtökningen någonstans mellan 17,5 och 45 mm klipphöjd om man jämför försökens resultat med litteraturstudien (kap.5 sid.8). Många av dagens gräsytor ligger inom detta intervall och det är därför anmärkningsvärt att denna brytpunkt ligger inom området.

Rullängd vid olika klipphöjder

Material och metoder

En ramp av vinkeljärn tillverkades och fick utgöra en standard (fig. 18). En vanlig golfboll användes till försöket. Bollen rullades utför rampen och längden bollen rullade registrerades. Bollrullningen upprepades femton gånger på varje uppställningsplats. Rampens höjd var konstant mellan uppställningsplatserna, den var 1000 mm hög 1200 mm lång.



Figur 22. Rampen som användes vid rullningsförsök.

Resultat

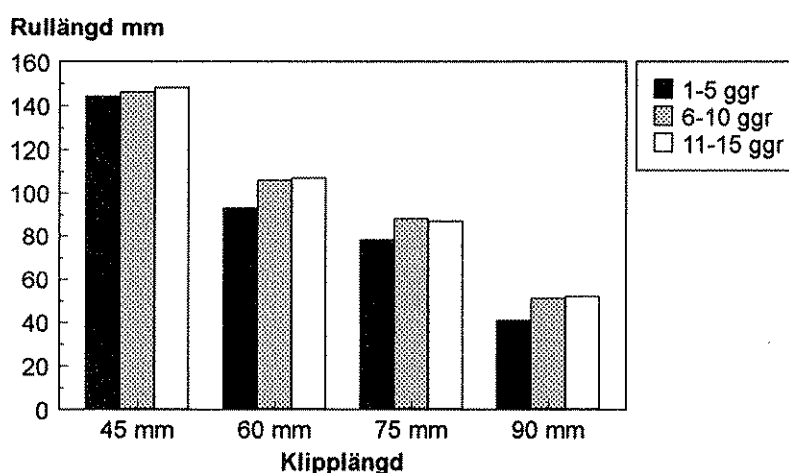
Resultaten av försöken visade att bollen rullade längre i kort än i långt gräs. Likaså ökade rullängden med antalet rullningar på samma uppställningsplats. Bollen gjorde en "bana" och tryckte ner gräset, den fick på det viset en längre rullängd vid nästa rullningstillfälle. Ökningen av rullängden planade ut och efter 12-14 rullningar var rullängden konstant (tabell 17). Som synes ökar rullängden markant med en minskad klipphöjd. Rullängden synes vara omvänt proportionell till gräslängden (fig. 23), medan den inte påverkades lika starkt av klippningsriktningen (tabell 18). Skillnaden synes vara till fördel för rullning längs klippriktningen.

Tabell 17. Rullängd beroende på klipplängd. Värdena är medeltal av rullningarna i mm

Rullning antal ggr.	Klipphöjd			
	45 mm	60 mm	75 mm	90 mm
1-5	144,4	92,8	77,4	40,8
6-10	146,4	106,0	88,0	51,4
11-15	147,6	107,2	86,6	51,6

Tabell 18. Rullängd i olika klippriktningar (mm).

Rullning antal ggr.	Längs klippriktningen		Tvärs klippriktningen	
	Klipphöjd 45 mm	Klipphöjd 75 mm	Klipphöjd 45 mm	Klipphöjd 75 mm
1-5	134,6	83,2	144,4	77,4
6-10	160,4	93,8	146,4	88,0
11-15	173,8	95,4	147,6	86,6



Figur 23. Diagram över Rullängd - klipplängd

Diskussion

Metoden verkar ge ett direkt svar på gräsets struktur. Eftersom utrustningen för att mäta rullninsmotstånd är enkel, billig och lätt att använda skulle det vara av intresse att undersöka om man på något sätt kan koppla denna parameter till en bedömning av en gräsytas bruksvärde. Eventuellt kan vissa förändringar göras av bollens storlek, vikt och utgångshastighet beroende av vilken typ av gräsyta man vill bedömma.

Man får i detta sammanhang inte glömma att detta är endast en parameter i bedömningen av en gräsytas kvalitet och man måste därför, med dagens kunskap, vara försiktig att dra för långtgående slutsatser av ett rullningsprov.

Fallstudier

Material och metoder

Under sommaren 1991 studerades olika grästyper i samarbete med ett antal förvaltningar. Detta gjordes som en ytterligare komplettering till den övriga kunskapsinventeringen. Målet var att man med ledning av de insamlade uppgifterna skulle kunna avgöra om och hur gräsets utseende ändrade sig under säsongen. Uppföljningen skulle också visa om klippningen skedde slentrianmässigt eller efter behov, hur klippningen fördelade sig under säsongen och om avverkningshastigheten ändrade sig. Semestrar och andra yttre faktorer påverkade dock resultatet av denna del av studien negativt. De utdelade formulären blev inte alltid fullständigt ifyllda.

En tidsstudie med den s.k. klockmetoden gjordes på några av ytorna. Ett enklare dataprogram togs fram för att lättare göra tidsstudierna. Programmet registrerade händelserna i kronologisk ordning och vid ändrad aktivitet sparades tiden (se bilaga xx). Upp till åtta olika moment kunde registreras. Registrering av fler moment hade blivit alltför detaljerat och inte givit något utslag.

De registrerade momenten var följande:

- Körning rakt fram
- Litet hinder
- Stort hinder
- Backning
- Transport
- Vända
- Kontroll
- Annat

Då både den kronologiska tiden registrerades och händelsen kan man av de tidstudier som bedrevs se två intressanta resultat:

A. Enskilda deltider.

B. Hur stor del av totaltid olika moment genomfördes.

Olika förare har olika strategier för sin klippning. En del är mycket noggranna att allt gräs är klippt och att man har klippt så nära kanterna som möjligt, medan andra inte bryr sig om mistor utan har ett högre tempo. Detta är några av faktorerna som gör att direkta jämförelser mellan olika förare och maskiner kan vara missvisande.

Landskrona

I Landskrona följdes fem olika ytor under en klippsäsong. Uppföljningarna blev tyvärr inte fullständiga p.g.a. sjukdom, semestrar och en del missuppfattningar. Ytorna storlek varierade och även maskinerna var av varierande typ och storlek, en hemmabyggt buren cylindergräsklippare på en Fiat jordbrukstraktor, två självgående cylindergräsklippare Ransomes 350 D och Jacobsen F10 och en självgående rotorgräsklippare av märket Rasant Rasenbuggy 1200S TD.

Den största gräsytan var flygfältet i Glumslöv, denna yta liksom golfbanan i Landskrona klipptes kommunen på entreprenad.

Man är i Landskrona inte rädd för konkurrens från privata entreprenörer, då man anser sin egen organisation vara kostnadseffektiv.

Lund

På byggnadsstyrelsen i Lund följdes två olika maskiner. En Toro 223 och en Robrine 1500. Förarna var mycket intresserade av arbetet och att delge sina erfarenheter.

De två ytor som följdes var av olika karaktär, på tekniska högskolan användes ytan flitigt till olika aktiviteter, allt från spel och lek till byggarbetsplats för studentupptåg och den andra ytan belägen utanför LBT's lokaler användes i stort sett aldrig. Trots att ytorna nyttjades så olika var skötselinsatsen den samma.

Varje förare har ett arbetsområde som de ansvarar för. Förarna visade ett stort intresse för sina arbetsområden och följde med vad som skulle ske på den. Detta leder till att en viss yrkesstolthet uppstår, man vill sköta gräsklippningen så att ytorna inom det egna ansvarsområde ser fina ut. Någon direkt konkurrens mellan förarna tycktes ändå inte uppstå. Vid semestrar eller arbetstoppar hjälpte man till att klippa på andras arbetsområden.

Det var inte alltid förarna uppskattade förändringar, då de såg praktiska problem med skötseln. Till exempel att man anlade olika skyddsvallar med gräs. Man ansåg dessa extremt svåra att klippa då lutningen blev så stor att en åkgräsklippare inte skulle kunna ta sig fram.

Malmö

Här fungerade inte uppföljningen som önskat. Intresset var svagt, antagligen beroende på att gräsklippningen lagts ut på entreprenad och den nya organisationen hade mycket att tänka på. Uppföljningen av Malmö fick därför avbrytas.

Bjuv

I Bjuv följdes två ytor och en maskin. Klippningen utfördes av en entreprenör. Maskinen som användes var en traktorburen rotorslättermaskin Krone AFL 242 med specialbyggda kåpor för att skydda omgivningen mot stenskott. Runt träd och andra hinder har rotorslättern svårt att komma till och därför följdes den av en mindre gräsklippare som skötte putsningen. Arbetet skedde i samspel mellan de två förarna. Relationen mellan entreprenör och kommun verkar i Bjuv att fungera bra. Klippning sker så att gräsmattorna alltid är fina. Finns där inget behov av att klippa, klipps det inte respektive växer det mycket klipps det ofta.

Resultat

Förarna var mycket medvetna om att de studerades. Detta gjorde att de lade sig vinn om att köra fort och effektivt, vilket gör att tiderna överlag kanske är lite för "bra". Det hade varit en fördel om tidsstudierna hade kunnat bedrivas under en längre tid och då helst helt automatiskt för att undvika att föraren ändrar sin körstil.

Totaltiderna för ytorna varierade mycket. Detta var mycket beroende på maskin, förare och yta. Antalet hinder påverkade också tiden, när man räknade bort tiden för hinder blev tidsskillnaden mindre. Dock kvarstår maskin och förare som viktiga parametrar.

Gräsets fukthalt visade sig ha en betydande inverkan för tidsåtgången. Den största skillnaden i tid mellan olika moment uppmättes vid olika väderlekar det vill säga vid klippning av vått kontra torrt gräs. En korrigering för vattenhalten måste därför ske för att erhålla jämförbara tider. På de tider som registrerades kunde noteras att körhastigheten sjunker 30 - 40 % vid regn, detta kan vara beroende bland annat av maskinens motoreffekt.

Tabell 19. Sammanställning över tidstudier.

	Rotorslättermaskin		Rotorgräsklippare		Cylindergräsklippare	
	buren		självgående		självgående	buren
	Krone AFL 242	Rasant Rasen- buggy 1200S TD	Roberine 1500	Toro 223	Hemmabygge**	
Medelhastighet	4,1 m/s	1,5 m/s	1,5 - 2,9 m/s	2,3 m/s		2,4 m/s
Vändtid (180°)	3,8 s	-	2,2 s	3,8 s		-
Vändtid (90°)	-	2,0 s	1,8 s	-		-
Litet hinder (diam. <1/2m)	-	16,0 s	16,0 s	6,0 s		10,1 s

Hastigheten som är beräknad på 20 m långa sträckor som mättes upp före klippning. När klipparen passerade första märket noterades tiden och likaså vid passage av det andra märket.

** Mätningen gjord på mycket stor öppen yta

Siffermaterialet (tabell 19) är något osäkert då det inte bygger på ett tillräckligt stort antal mättillfällen, olika kondition på maskinerna, gräsets fukthalt m.m. Man bör därför se siffrorna endast som en fingervisning.

Speciellt noterades att maskinen som användes i Bjuv, en traktorburen rotorslättermaskin har anmärkningsvärt hög avverkningshastighet, ca 4 m/s, men att putsningen där tog ungefär lika lång tid som klippningen.

Diskussion

Tidstudiematerialet är i minsta laget för att dra några riktigt säkra slutsatser. Tiderna måste kompletteras med yttre faktorer som t.ex. gräsmängd, gräsets fukthalt, maskinernas kondition och de olika förarnas erfarenhet.

Med hjälp av tidstudier är det möjligt att ta fram en formel som beskriver totaltid enligt:

$$\text{Totaltid} = A/(M \times V_s) \times K_1 + B/M \times S \times K_2 + O/V_o + H \times R + P + L + T$$

I den uppställda formeln är allt mycket generaliserat och förenklat. Sambanden mellan parametrarna är invecklade och borde utredas ytterligare, t.ex. påverkas körhastigheten av hur långt gräset är, vilket fukttinnehåll det har och vilken typ och storlek av hinder ytan har. För att beskriva och förklara vissa av svårigheterna har några korrigeringsfaktorer använts i formeln.

Formeln kan delas upp i fyra olika moment, förare, yta, maskin och gräsets tillväxt.

Förare:

- V_s = Körhastighet vid körning i drag (normal klippning)
- V_o = Hastigheten vid körning runt ytan (följa kanten)
- R = Tid att runda hinder

De variabler som föraren kan påverka är R , V_o och V_s . Detta är variabler som i stor utsträckning också påverkas av maskinens egenskaper.

Parametern förare går att effektivisera med utbildning, övning och information om hur man klipper på effektivaste sätt.

Maskin:

- M = Arbetsbredd
- S = Vändtid för maskinen
- P = Ställtid

Maskinvalet sker alltid med ett avvägande mellan olika faktorer. Till exempel måste arbetsbredd och klippaggregat vara anpassat för de ytor de skall användas på. Använder man samma maskin och förare är den enklaste vägen att minska klipptiden att förändra H (antal hinder).

Yta:

- A = Areal
- O = Ytans omkrets
- B = Ytans bredd
- H = Antal hinder inom ytan
- K_1 = Korrigeringsfaktor för ytform
- K_2 = Korrigeringsfaktor för maskinen

Ytparametern går att påverka genom att ändra formen på ytan, det är inte alltid till fördel för utseendet. Ytformen ändrar tiden för klippning, för att minimera tidsåtgången vill man ha en yta med så få vändningar som möjligt och med en så kort sträcka runt om som möjligt. Detta innebär att man får monotona ytor om man inte planerar gräsytan väl. En välprojekterad yta kan vara både effektiv att sköta och dessutom trevlig att se på och använda.

Den enklaste och billigaste ytan har en rektangulär form och är utan hinder, men detta är också den fulaste. Det är inget självändamål med en billig yta, är den varken användarvänlig eller vackert blir det ändå till sist en mycket dyr yta.

Med förutsättningen att ytorna förblir i den form de har och inte ändras är A , B , O , H konstanta.

Gräsets tillväxt:

L = Gräsets längd

T = Tid på säsongen

Gräsets tillväxt påverkas av olika faktorer av vilka endast några kan förändras. Årstid och väderförhållanden är exempel på faktorer som inte går att påverka medan sortval vid anläggning av gräsmattan och gödsling är exempel på faktorer som är påverkbara.

12 DISKUSSION

Ekonomi utgör ofta drivkraften i en teknisk utveckling. Avsaknaden av möjligheter att direkt värdesätta skötseln av grönytor har hämmat utvecklingen av rationella metoder och tekniker inom området.

Det är svårt att förstå varför det saknas teknikrelaterad biologisk forskning. Den viktigaste orsaken är troligen att forskarna inom området traditionellt sett har en biologisk bakgrund. Forskning med en tillämpad teknisk inriktning har haft svårt att utvecklas i det ingenmansland som funnits i gränsområdet mellan biologer och ingenjörer. Ett förhållande som för övrigt är mycket vanligt för forskningen inom bl a den gröna sektorn.

Nedan behandlas erfarenheterna från föreliggande projekt inom de tre huvudområdena klippningsrutiner, klippningsteknik, utformning av gräsytor och mätmetoder.

Behovet av ny tillämpad kunskap är också under ständig förändring. Den traditionella kortklippta gräsytan med ett stort antal klippningar per år kännetecknas av en resurskrävande intensiv skötsel. Under en tid med god tillgång till medel för skötsel av grönområden har kunskapen om denna typ av kostnadskrävande gräsyteskötsel utvecklats.

Klippningsrutiner

Resultatet av klippningsrutiner (klippfrekvens, klippintervall och klipphöjd) är beroende av såväl biologiska som tekniska parametrar. Litteraturstudien visar att biologisk forskning med tillämpning inom grönytegräs främst behandlat växtmaterial i form av olika grässorter och gödslingsrekommendationer.

Kunskapen till exempel om hur gräsets tillväxt påverkas av olika klipphöjd är mycket begränsad. Vissa forskningsresultat är specialiserade på extremt korta klipphöjder som vid klippning av golfgreener. Det vore av stort intresse att på en och samma försöksyta göra undersökningar av klipphöjder som spänner över hela intervallet, från 5 mm till ca 90 mm. I litteraturen förekommer ofta en angivelse som säger att man utifrån gräsets välmående inte får klippa bort mer än 1/3 av grässtråets längd. Detta är en rekommendation som befinner sig långt ifrån den verklighet som råder idag. Det är viktigt att kunskap som är relaterad till den verkliga skötseln av de stora arealerna gräs tas fram, för att få fram rimliga klipprutiner.

Med den besparingssituation som nu råder följer helt andra frågeställningar än de vi är vana vid. Ett exempel på "nya" frågeställningar är vad som händer med gräsets utseende och kostnaden om man ändrar antalet klippningar från 10 till 5 ggr per säsong. Ett annat är hur grästillväxten påverkas om man höjer klipphöjden.

Idag saknas såväl mer grundläggande växtfysiologisk kunskap som tillämpad kunskap för att ge ett svar på dessa frågor. Resultatet från litteraturstudien och de orienterande undersökningar av klippningsrutiner, som genomfördes i projektet, antyder att en minskad klippintensitet minskar grästillväxten. Detta innebär att en höjning av klipphöjden skulle kunna vara en möjlig väg mot en minskad klippkostnad. En höjning av klipphöjden på så kallade bruksgräsmattor, som utgör den dominerande arealen, bör kunna ske utan att användbarheten påverkas negativt. Däremot kan det uppstå rent estetiska frågeställningar kring en ökad klipphöjd.

Klipptechnik

Vid klippning av stora gräsmängder vid samma klipptillfälle är de tekniska begränsningarna uppenbara hos dagens teknik. Även de biologiska förutsättningarna är dessvärre relativt okända idag enligt avsnittet ovan. I synnerhet när det gäller extrema klipprutiner som 4-5 klippningar per säsong (då gräset är ca 150 - 200 mm högt). Kunskapen om biologiska begränsningar måste i större utsträckning än tidigare vara vägledande vid valet av utvecklingsstrategi när det gäller metoder och teknik. Målet med skötselinsatserna måste vara i centrum och teknikens roll är att göra arbetet ekonomiskt genomförbart, förbättra arbetsmiljö etc. Möjligheterna att genom en maskinutveckling lösa dagens skötselproblem är begränsade. Det är nödvändigt att se till helheten och med tekniska "hjälpmedel" ifrågasätta metoder istället för att lappa på ett otidsenligt system. I denna systemanalys är ett flerdisciplinärt förhållningssätt en förutsättning d.v.s. att man måste ta hänsyn till samspelet mellan biologi, estetik, ekologi, ekonomi och teknik.

Vid gräsklippning har man tidigare främst diskuterat utrustningens egenskaper med avseende på snittets utseende, jämnhet, etc. I takt med att klippintervallen ökas blir förmågan att sönderdela och sprida gräsklippen allt viktigare. Sönderdelning av gräsklippen är en förutsättning för att få ner gräsklippen till markytan och därmed undvika en negativ påverkan på utseendet. Sönderdelningen leder också till att nedbrytningen påskyndas.

Om rotorgräsklipparen används för bearbetning av stora gräsmängder vid ett klippningstillfälle lyckas man inte dölja gräsklippen. I nuvarande besparingssituation blir resultatet därför ofta ett mycket negativt utseende en lång tid efter klippning.

Av de gräsklippningsprinciper som idag används är det rotorgräsklipparen och slaggräsklipparen som åstadkommer den intensivaste sönderdelningen. Cylindergräsklipparen, bygelgräsklipparen och rottorslättermaskinen bearbetar inte gräsklippen efter avklippning. Intensiteten i sönderdelningsmomentet är främst beroende av kåpens utformning och gräsets kontakt med bearbetande knivar. Inneslutningen av klipporganet (kåpan) innebär att gräsklippen stannar kvar längre tid i kontakt med de sönderdelande knivarna.

En alltför intensiv sönderdelning kan troligtvis påverka spridningsjämnheten negativt. En intensiv sönderdelning bör kunna leda till att gräsklippen som har en hög vattenhalt, bildar klumpar av den krossade grönmassan som omöjliggör en jämn fördelning. Gräsklippen krossas i kontakten med den ofta trubbiga kniven och mot kåpan. Detta är ett vanligt resultat vid användning av traditionella rotorgräsklippare. Om klippning sker under torra förhållanden minskar risken för problem med klumpbildning. I en praktisk situation råder det emellertid sällan tillräckligt torra förhållanden. Nedbrytningen påverkas positivt av sönderdelningen.

Gräsets vatteninnehåll är av stor betydelse för maskinens klippresultat och energiåtgång. Vad man dock inte med säkerhet kan säga är om det är grässtråets vatteninnehåll eller gräsets ytfukt som påverkar gräsklipparna som är av störst betydelse.

Slaggräsklipparens fördelning av gräsklippen är i likhet med cylinder- och bygelgräsklipparens jämnare än rotorgräsklipparens. Gräsklippen förflyttas inte i sidled utan faller ned bakom maskinen utmed hela maskinens arbetsbredd. En neddragen kåpa bakom maskinen kan leda till att gräsklippen släpas med och bildar högar. Till skötsel av grönsaker inom jordbruket använder man slaggräsklippare som är helt öppna bakåt vilket ger en minskad sönderdelning men en mycket jämn spridning av klippen. Denna typ av öppna maskiner utgör emellertid en säkerhetsrisk för omgivningen i form av utkastade föremål och kan därför endast användas på jordbruksmark.

En slaggräsklippare av "grönytetyp" med en långt neddragen kåpa kräver mycket energi för den omfattande bearbetningen av gräsklipppet. En maskin med ett högt effektbehov kräver antingen en starkare motor eller en lägre körhastighet. Om motorn belastas för mycket och knivhastigheten sjunker ökar effektbehovet ytterligare samtidigt som avklippningen av gräset försämras. I praktiken blir det oftast den låga körhastigheten som leder till att kostnaderna för sklaghack-sytor blir höga. Med slaghacksytor menas ytor som klipps 1-5 gånger per säsong med slaggräsklippare.

Rotorslättermaskinen används för närvarande i mindre utsträckning för klippning av grönytegräs. Tekniken har emellertid nått framgång genom att man har kunnat visa på minskade kostnaderna för gräsklippningen. De lägre kostnaderna beror främst på rotorslättermaskinens höga averkningskapacitet vilket observerades i projektets fallstudier. Rotorslättermaskinen bearbetar inte gräset efter avklippning, vilket innebär att effektbehovet blir lågt. Orsaken till att rotorslättermaskinen inte fått en större användning är troligen främst osäkerheten bland användarna inför en "ny teknik". Maskinleverantörernas ointresse för att anpassa produkten till detta nya användningsområde är också en viktig förklaring. Behovet av modifieringar gäller främst skydd mot utkastade föremål.

Den teknik som finns idag för klippning av grönytegräs har uppenbara problem att fungera i nya klipprutiner som innebär ned mot 5 klippningar per säsong. Det är oklart vilken utvecklingspotential som finns när det gäller klipptechnik anpassad för dessa längre klippintervall. Bygelgräsklipparen utvecklades bland annat med målet att fungera även vid få klippningar per säsong. Maskinen har hitintills inte fått någon större spridning bland användarna. En bidragande orsak är osäkerheten kring maskinens egenskaper. För att råda bot på denna situation bör bygelgräsklipparen genomgå en opartisk provning.

Ytform och karaktär

En gräsyta form och förekomsten av hinder på ytan är avgörande för klippkostnadens storlek. Det är framförallt omfattningen av putsningsarbetet som påverkar kostnaden. Det finns för närvarande inga exakta siffror som gör det möjligt att bedöma hur klippkostnaderna påverkas av olika ytformer. Det förekommer uppskattningar som säger att putsklippningen står för ca hälften av klippningskostnaden, vilket överensstämmer med iakttagelser i projektets fallstudier.

Behovet av putsklippning kan påverkas genom att förändra karaktären på grönområdet som helhet. Behovet av ett noggrant putsningsarbete är som störst i "finparker" med en skötsel som har som mål att upprätthålla tydliga gränser mellan olika yttyper. Tydligt markerade gränser kan sägas vara ett mål som går tvärt emot en naturlig utveckling där vegetationen spontant suddar ut övergångarna mellan olika yttyper. Grässets invandring i planteringsytor eller i hårdgjorda ytor är tydliga exempel på processer som en stor del av skötseln har som mål att förhindra. Genom att eftersträva en mer informell karaktär skapas möjligheter till en ökad tolerans för en spontan utveckling. Ett exempel är att utesluta putsningen och låta gräset bli långt närmast buskytor. En annan möjlighet är att låta gräset växa upp i anslutning till trädrader. Genom att på detta sätt aktivt byta ut svårklippta ytor till gräsytor som kräver färre överfarter med klipparen bör det vara möjligt att sänka kostnaderna för grässkötseln. Förutom de ekonomiska aspekterna kan "informella grönytor" öka mångfalden som ett komplement till mer prydnadspräglade ytor.

Enligt avsnittet om klippteknik ovan är det oklart om en drastisk minskning av antalet klippningar per säsong är en framkomlig väg i en besparingsituation. Tekniska begränsningar att hantera gräsklipppet kan leda till att ytornas bruksvärde påverkas alltför negativt. En annan möjlighet är att istället välja en strategi som bygger på en ökad differentiering av gräsyterna det vill säga, antingen intensivt klippta ytor eller ängsytor med en klippning kombinerad med uppsamling per säsong. En rationell teknik för skötseln av ängsyterna är emellertid avgörande för ekonomin. Det är också tänkbart att man i vissa sammanhang kan tillämpa en grästyp som inte klipps utan bara sköts genom röjning av spontant etablerad icke önskvärd vedartad vegetation. En tredje inriktning innebär att de olika grästyperna kombineras inom ett grönområde med målet att erbjuda människor och djur en intressant vistelsemiljö och att skapa förutsättningar för att utföra skötseln rationellt.

En fjärde möjlighet är att anlägga ytor med svagväxande material som gör att klippningsintervallet blir betydligt förlängt.

För att kunna utveckla grönområdet med denna mångfald, krävs det planeringsinstrument och data som gör det möjligt att förutsäga skötselkostnaderna för en viss utformning av en yta. Väl genomarbetade skötselplaner är en förutsättning för att kunna styra resursförbrukningen och genomföra prioriteringar.

Mätmetoder

Möjligheten att bestämma en ytas bruksvärde är avgörande för om man skall kunna besluta vilken metod respektive teknik som skall användas och hur stora skötselinsatserna skall vara. Objektiva mätvärden eventuellt i kombination med subjektiva bedömningar kan vara en framkomlig väg att beskriva en gräsytas bruksvärde. Den i Sverige idag vanligaste bedömningsgrunden för en gräsytas status är helt subjektiv och ställer mycket stora krav på människan som utför bedömningen. För att användningen av ytors bruksvärden skall bli etablerad och rättvisande måste kompletterande och för användarna enkla mätmetoder tas fram.

Projektet har därför berört några olika möjligheter att med kvantifierbara mätmetoder objektivt bedöma statusen hos en gräsyta. De mätmetoder som beskrivits i litteraturen är ofta komplicerade att genomföra och behovet av en tämligen enkel men ändå säker mätmetod tycks därför vara mycket stort. I framtiden kan bland annat metoden att använda bildanalys för att bedömma en gräsytas status vara intressant, men den fordrar ytterligare forskning och utveckling innan den är tillämpbar.

13 LITTERATURFÖRTECKNING

- Arbetskyddstyrelsen 1985. Gräsklippare Arbetskyddsstyrelsens författningssamling 1985:7
- Beard, J. 1973. Turfgrass: Science and culture. Michigan State University.
- Beard, J. 1976. A research report on Clipping recycling in turf. Grounds Maintenance, vol. 11, part 6, 19, 21-22.
- Benson, D. O. 1963. Mowing grass with a reel-type machine. California Turfgrass culture, 7.
- Chanchellor, J. W. 1958. Energy requirements for cutting forage. Journal of agricultural Engineering. No 8, 633-636.
- Davis, R. R. 1958. The effect of other species and mowing height on persistence of lawn grasses. Agronomy Journal, 50, 671-673.
- Dahlsson, S-O. 1973. Gräsyntans klipphöjd och slitstyrka. Weibulls grästips, 16, 23-30.
- Dahlsson, S-O. 1987. Kunskaper om gräs. Stad och Land, nr 61.
- Dmitrewski, J. 1982. Agricultural machines theory and construction. vol. 3, 228-260. Warzaw, Poland.
- Drury, S. 1992. Science and the art of turf maintenance. Horticulture week, 211:10, 19-24.
- Everson, A. C. 1966. Effects of frequent clipping at different stubble heights on western wheatgrass. Agronomy Journal, 58 (1), 33-35.
- Feller, R. 1959. Effects of knife angles and velocities on cutting of stalks without a counter-edge. Journal of Agricultural Engineering Research, vol. 4, No. 4, 277-293.
- Fluck, R. C. & Busey, P. 1988. Energy for mowing turfgrass. Transaction of the ASAE, vol. 31 (5), 1304-1308
- Grau, F. V. 1933. Drift and speed of putted ball on bents as determined by mechanical putter. Bulletin - Green section united stats golf association, vol. 13, part 3, 74-81.
- Hallefält, F. 1992. Lokalt kretslopp för park och trädgårdsavfall. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik, Institutionsmeddelande 92:11.
- Hanson, A. A. & Juska, F. V. 1969. Turfgrass science. Madison, USA.
- Hawker, M. F. J. & Keenlyside, J. F. 1977. Horticultural machinery. 2nd ed., Longman Group Ltd., London., 194 s.
- Holgersen, S. 1990. Ett systematik att pleje efter. Grønt miljø, nr. 1, 6-11.
- Implement and Tractor. 1968b. Industrial mowers, part 2; How application factors affect the choice. Implement and Tractor, vol 83, no 18, s 30-31.
- Isaac, S. 1992. The correct mowing regime can cut down turf problems. Parks & sports grounds, March.
- John Deere. Safety Know How. Informationsbroschyr.
- Kepner, R. A. 1952. Analysis of the cutting action of a mower. Journal of agricultural engineering research, vol. 33, No. 11, 693-697, 704.
- Langvald, B. 1968. Sambandet mellan fotbollens studshöjd och klipphöjden på sportturf. Weibull grästips, nr. 10, 355- 357.

- Liljedahl, J. G., Jackson, G.L., DeGraff, R. P., Schroeder, M. E. 1961. Measurement of shearing energy. *Journal of agricultural engineering*, no. 6, 298-301.
- Löf, R. 1987. Kravspecifikation för gräsklippningsaggregat. K-Konsult nr 20025-002-01 377. 870227.
- Madison, J. H. Jr. 1960. The mowing of turfgrass. I. Effect of season, interval, and height of mowing on the growth of seaside bentgrass turf. *Agronomy journal*, no. 52, 449-452.
- McClelland, J. H. & Spielrein, R. E. 1958. A study of some design factors affecting the performance of mower knives. *Journal of agricultural engineering research*, vol. 3, 137-145.
- McRandal, D. M. & McNulty, P. B. 1978 a. Impact cutting behavior of forage crops. *Journal of agricultural engineering research*, vol. 23, 313-328.
- Monteith, J. Jr. 1929. Testing turf with a mechanical putter. *Bulletin- United states golf association green section*, vol. 9, 3-6.
- Nilsson, K. 1992. Förändringar inom den kommunala parkverksamheten. *Movium rådgivning stencil*.
- Nilsson, K. & Svensson, R. 1991. Resultaten står sig! Att byta gräs lönar sig! *Utemiljö*, nr. 3, 4-6.
- O'Dogherty, M. J. & Gale, G. E. 1986. Laboratory studies of the cutting of grass stems. *Journal of agricultural engineering research*, vol. 35, 115-129.
- O'Dogherty, M. J. & Gale, G. E. 1991 a. Laboratory studies of the dynamic behavior of grass, straw and polystyrene tube during high-speed cutting. *Journal of agricultural engineering research*, vol. 49, 33-57.
- O'Dogherty, M. J. & Gale, G. E. 1991 b. Laboratory studies of the effect of blade parameters and steam configuration on dynamics of cutting grass. *Journal of agricultural engineering research*, vol. 49, 99-111.
- Patschke-Ballerstaedt, D. 1984. Mähwerke für die Halmfütterente und die Landschaftspflege. *Landtechnik*, 7/8, 343-348.
- Paulsson, B. 1982. Skötsel och underhåll av den gröna miljön. *Trädgårdsteknik*, 7. LTs förlag.
- Persson, B. 1989. Skötselmanual för utemiljö. *Gröna fakta D3*, Utemiljö 6/89.
- Petersen, M. 1981. *Graes plaener, principper & funktioner*. A-S L Daehnfeldt, Odense., 362 s.
- Prince, R. P., Wheeler, W. C., Fischer, D. A. 1958. Discussion on "Energy requirements for cutting forage". *Journal of agricultural engineering*, 39(10), 638-639.
- Richey, C. B. 1958. Discussion on "Energy requirements for cutting forage". *Journal of agricultural engineering*, 39(10), 636-637.
- Robinson, G. S., Moore, K. K., Murphy, J. 1976. Effects of mowing height and frequency, rolling and phosphate level on the quality of fine turf. *Journal of the sports turf research*, 52, 77-84.
- Rosenqvist, T. & Anselius, K. 1986. Projekteringen styr skötselkostnaderna. *Stad och Land* nr 43.
- Scott, P. E., Nölle, H. H., Will, H. 1978. Möglichkeiten zur Verängerung des Mähintervalls auf Rasenflächen. *Rasen-Turf-Gazon*, nr. 2, 39-44.
- Sheffer, K. M., Watschke, T. L., Duich, J. M. 1978. Effect of mowing height on leaf angle, leaf number, and tiller density of 62 Kentucky bluegrasses. *Agronomy journal*, vol. 70, 686-689.

- Steinegger, D. H., Shearman, R. C., Riordan, T. P., Kinbacher, E. J. 1983. Mower blade sharpness effects on turf. *Agronomy journal*, vol. 75, 479-480.
- Svensson, R. 1977. Bedömningar i sortförsök med grönytegräs. Stencil. Inst f. Trädgårdsvetenskap, Box 44, 230 53 Alnarp.
- Svensson, R. 1991. Grönyteegenskaper hos godkända sorter av rödsvingel, ängsgröe och engelskt rajgräs. *Svensk frötidning*, nr. 9, 17-21.
- Thomas, R. J. 1966. What's the best mowing speed ? *The golf superintendent*, vol. 34.
- Tilley, H. 1992. Grass cutting update. *Professional landscaper*, vol. 6, no. 2, 7-10.
- Trädgårdsmaskiner 1990/91. utgivare Lars Wahlin, Grönytekonsult, fjärde upplagan. Falun.
- Tuck, C. R., O'Dogherty, M. J., Baker, D. E., Gale, E. G. 1991 a. Laboratory studies of the performance characteristics of mowing mechanisms. *Journal of agricultural engineering research*, nr 50, 61-80.
- Tuck, C. R., O'Dogherty, M. J., Baker, D. E., Gale, E. G. 1991 b. Field experiments to study the performance of toothed disc mowing mechanisms. *Journal of agricultural engineering research*, nr 50, 93-106.
- Turegon, A. J. 1985. Turfgrass management. Reston Publishing Company, Inc. Reston, Virginia.
- Wicèn, J. 1985. Gräsklippparaggegat, projektrapport. Krettek.
- Williams, M. 1992. Straight and narrow. *Amenity management*, june, 31-36.
- Watson, J. R. & Champeny, G. 1989. Mowing large areas. *Grounds maintenance*, vol. 24, 12-14, 16.

Personliga meddelanden

- Brobeck Lars. 1993. Parkintendent, Park-och naturförvaltningen, Lunds kommun, tel. 046-355307
- Flood Sven. 1991. Vasakronan, Lund, tel. 046-10 93 70
- Göransson Allan. 1991. Entreprenör. Bjuv tel. 042-742 50
- Ohlsson Åke. 1991. Arbetsledare. Landskrona kommun, tel. 0418-790 00
- Lantblom Magnus. 1991. Trädgårdsmästare. Landskrona kommun, tel.0418-790 00

Övrig ej refererad litteratur inom området

- Alford, A. & James, R. 1990. Mowers with the kindest cuts of all. *Horticulture Week*, May 4, 17-24.
- Baader, W. 1966. Der Einfluß der Messerbewegung auf das Schnittmoment bei einem Scheberradschneiden mit geraden Messern. *Grundl. Landtechn.* Bd 16, Nr 3, 101-105.
- Beckhoff, J. & Thielmann, E. 1969. Einfluß der Schnitthöhe bei Messerbalken- und Kreiselmäherschnitt auf die Narben. *Das Wirtschaftseigene Futter*, 5-12.
- Chanchellor, J. W. 1989. Cutting biological materials. *CRC Handbook of engineering in agriculture*.
- von Ditter, P. 1973. Untersuchungen an Schutzvorrichtungen für Kreiselmäher. *Grundl. Landtechnik*, Bd 23, Nr 3, 65.
- Dobler, K. 1973. Schnittvorgang, Leistungsbedarf und Schnittqualität beim Mähen im freien Schnitt. *Landtechnik*, vol. 28, nr 1, 16-18.
- Fischer-Schlemm, W. E. and Eggert, O. 1955. Der Einfluß des Häckselmesser-Watenwinkels auf Schnitthaltigkeit und Kraftbedarf.
- Harbage, R. P. & Morr, R. V. Development and design of a Ten-foot mower. *Agr Eng*, April 1962, 43, 208-219.
- Harper, J. C. Calculations used in turfgrass management
- Hundsdorfer, M. 1987. Planungsdaten für eine aktive Landschaftspflege. *Landtechnik*, nr. 10, 428-430.
- Höhn, E. 1984. Mähsysteme im Vergleich. *Blätter für Landtechnik*, nr. 242.
- Jacobsson, E. 1992. Skötsel av stadens ängar, Gröna Fakta D6, Utemiljö 5/91.
- Johnston, R. C. R. 1959. Crop behaviour during mowing. *Journal of agricultural research*, no. 4, 193-203.
- Klinner, W. E. 1975. Design considerations for the effective guarding of mowing machines. *The agricultural engineer*, winter.
- Kromer, K. H. & Reloe, H. 1989. Maschinen und Geräte für die Brachlandpflege. *KTBL arbeitspapier*, vol. 141, 65-76.
- Lange, P. 1986. Ett system för klippning och uppsamling av gräs på långgräsytor - tidsförbrukning, funktion och ekonomi. *Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbruksteknik. Rapport 106*.
- Light, R. G. & Yoerger, R. R. 1960. Power Requirement of a horizontal rotary-type forage harvester. *Transaction of the ASAE*.
- McRandal D. M. & McNulty, P. B. 1980. Mechanical and physical properties of grasses. *Transaction of ASAE*, 23(4), 816-821.
- Nyström, P. 1988. Teknik för klippning av ängsytor. *Utemiljö*, nr. 6, 11-14.
- von Oheimb, R. 1989. Mähen stillgelegten Flächen. *KTBL arbeitspapier*, vol. 141, 57-64.
- Ostarhild, H. 1992. Areal-streifzug. *Landtechnik*, 1/2, 55-57.
- Ostarhild, H. 1988. Arbeitskettten für die Rasenpflege. *Deutcher Gartenbau*, 23, 1430-1432.
- Pain, J. 1989. Kreiselmähergeräte mit und ohne Nachbereiter. *KTBL arbeitspapier*, vol. 141, 77-81.

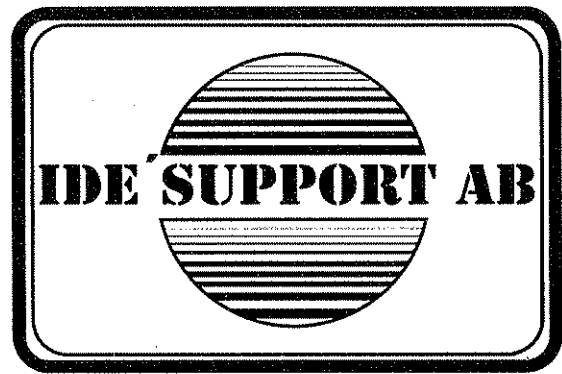
- von Paolim, K. 1986. Geräte und Maschinen zur Landschaftspflege. Landtechnik, 12, 519-522.
- Persson, B. 1989. Högvuxen gräsyta eller prydnadsgräsmatta . Stad och land, Nr. 73.
- von Rothenburger, W. & Hundsdorfer, M. 1986. Arbeitsverfahren zur Pflege der Landschaft. Landtechnik, 12,516-518.
- Scheifer, J. 1983. Ergebnisse der Landschaftspflegeversuche in Baden-Württemberg: Wirkungen des Mulchens auf Pflanzenbestand und Struezersetzung. Natur und Landschaft, 7/8, 295-300.
- Wright, T. 1979. Management of gardens. The Garden, 104, 471-477.

14 BILAGOR

Bygelklipparen

MULTICUT – 31

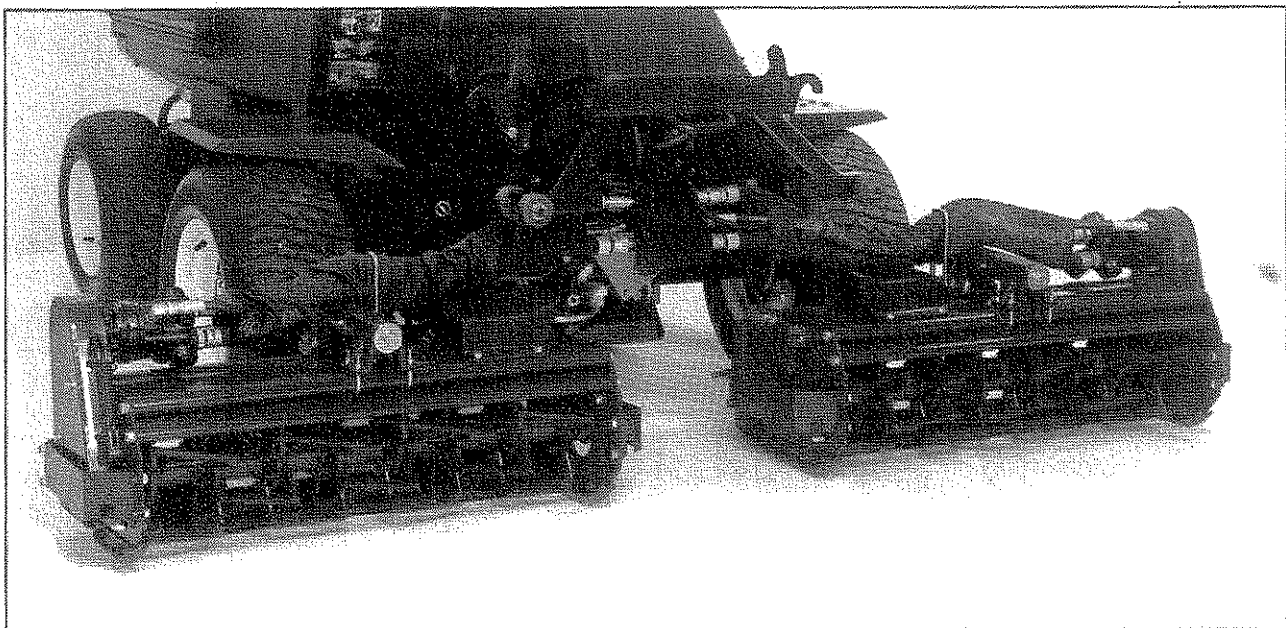
BYGELKLIPPAREN



MED SUVERÄNA EGENSKAPER FÖR GRÄSKLIPPNING MED
HÖGSTA FINISH PÅ ALLA TYPER AV GRÖNYTOR

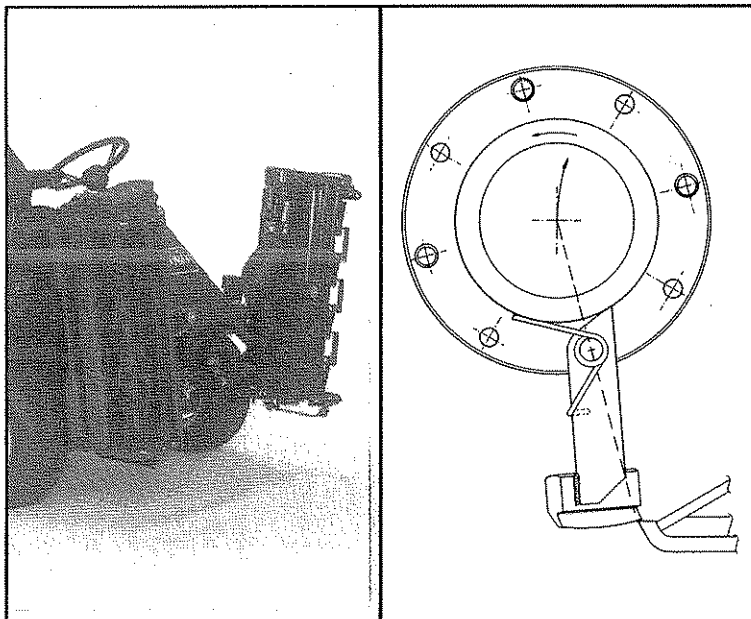
MULTICUT – 31 KOMBINERAR:

- ROTORKLIPPARENS — KAPACITET ATT KLIPPA HÖGT GRÄS
- CYLINDERKLIPPARENS — KVALITETSKLIPPNING PÅ PARADYTOR
- SLAGGRÄSKLIPPARENS — OKÄNSLIGHET MOT FRÄMMANDE FÖREMÅL



SÅ HÄR FUNGERAR MULTICUT – 31

MULTICUT – 31 är en byggelklippare med 28 stycken höger- eller vänster-slipade byglar monterade på en axel så att bygeln fjädrar undan då ett främmande föremål kommer in i klipparen. Den precisionsslipade bygeln skär effektivt av gräset mot ett understål.



- **BYGELKLIPPNINGEN** – innebär att klippning kan göras i högt gräs på ojämna och kuperade ytor med stor säkerhet, perfekt ytfinish och med ett klippljud som är lägre än vid andra klipp-sätt.
- **BYGELKLIPPNINGEN** – kan utföras i tätbebyggda eller andra ljudkänsliga områden såsom sjukhus-, kyrkogårds-, kursgårds-, golf- eller parkområden utan att störa omgivningen.
- **BYGELKLIPPNINGEN** – innebär en betydligt bättre arbetsmiljö för föraren dels ur ljudsynpunkt men inte minst tack vare **MULTICUT-31** enkla utbytessystem vid byte av bygel, vilket innebär kortare stilleståndstider och därmed högre effektivitet.

- **BYGELKLIPPAREN MULTICUT-31** kan klippa de flesta gräsytor tack vare sin unika och patenterade konstruktion.
- **MULTICUT-31** konstruktion gör att ingen allvarlig skada inträffar vid en eventuell påkörning av träd, metallrör, stolpar eller sten.
- **MULTICUT-31** kan med vissa konstruktionsändringar monteras till de flesta på marknaden förekommande drivenheter med en motorstyrka som är större än ca 20 hk för cylinder- och rotorklippning.

TEKNISKA SPECIFIKATIONER FÖR MULTICUT – 31 BYGELKLIPPARE

Modell:	Bygelklippare	Totalbredd:	100 cm (ca 40")
Konstruktion:	Bultad stålram. Bygelupphängningsaxel med extra kraftiga självriktande sfäriska rullager och lagerhus av smidesstål monterade på avfjädrande svängarmar. Rullagren smörjes genom skyddade inpassningar på varje axelände tätade av dubbelverkande tätningsringar. Precisionsframställd, maskinbearbetad underkniv. Inställbart gräsutkastskydd.	Cylinderdiam.:	250 mm (ca 10") i byglarnas yttersta läge.
		Klipphöjd:	Ställbart mellan 10–130 mm. Enkelt inställbart med självslående vinkelbult.
		Underkniv:	Utbytbar och vändbar med egg av induktionshärdat specialstål, monterad på knivbalken med insexbult med koniskt huvud. Byglarna justeras noggrant till underkniven med radiell låsning av skruvtyp.
Byglar:	28 stycken precisionsslipade vänster- eller högerställda byglar av extra kraftig helsvetsad konstruktion i säthärdat specialstål. Bygeln hålls i rätt klipp-läge, dels av centrifugalkraften dels av en fjäder, som trycker bygeln mot en slipad stopplack i upphängningsaxeln. Se bilden. Byglarna, såväl som upphängningsaxeln, är eftergivliga vid påkänning av fasta främmande föremål.	Bakre rulle:	Diameter 70 mm av stål med smörjbara rullager och dubbelverkande tätningsringar. För att ytterligare täta och höja smörjeffekten har en speciell O-ring monterats. Rullarnas axlar är monterade med fästen av extra kraftigt smidesstål. Rullgavlarna är av sfäriskt utformat specialstål.
Drivning:	Hydraulisk drift.	Vikt:	Ca 88 kg.
Klippbredd:	80 cm (ca 31")		

Erforderlig motoreffekt är minimum 20 hk med 3 klippaggregat inkopplade.

Vi förbehåller oss rätten till tekniska förändringar eller annan ändring utan föregående information.

Marketing and Sales through IDÉSUPPORT AB, Bergstigsvägen 14, S-194 52 Upplands Väsby, Sweden
Tel. +46 (0)760-855 31, Fax +46 (0)760-855 32

Manufactured by STÅLO AB, Sandviken, Sweden