



## Pesticidfri vejdrift - forsøg på hellearealer

Kristoffersen, Palle; Larsen, Søren Ugilt

*Publication date:*  
2005

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Kristoffersen, P., & Larsen, S. U. (2005). *Pesticidfri vejdrift - forsøg på hellearealer*. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole: Center for Skov, Landskab og Planlægning/Københavns Universitet. Arbejdsrapport / Skov & Landskab, Nr. 15



Skov & Landskab

Center for Skov,  
Landskab og  
Planlægning • KVL

# *Pesticidfri vejdrift - Forsøg på hellearealer*

*Palle Kristoffersen & Søren Ugilt Larsen*

*Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 15-2005*



**Rapportens titel**

Pesticidfri vejdrift - Forsøg på hellearealer

**Forfattere**

Palle Kristoffersen & Søren Ugilt Larsen

**Serie**

Arbejdsrapport nr. 15-2005

Rapporten publiceres udelukkende elektronisk på [www.SL.kvl.dk](http://www.SL.kvl.dk)

**ISBN**

ISBN 87-7903-235-4

**Udgiver**

*Skov & Landskab*

Hørsholm Kongevej 11

2970 Hørsholm

Tlf. 3528 1500

E-post: [sl@kvl.dk](mailto:sl@kvl.dk)

**Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse**

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af navnet *Skov & Landskab* kun tilladt efter skriftlig tilladelse

**Skov & Landskab** er et  
selvstændigt center for  
forskning, undervisning,  
formidling og rådgivning  
vedr. skov, landskab og  
planlægning ved Den  
Kgl. Veterinær- og  
Landbohøjskole (KVL)

# Indhold

<b>Indhold</b>	<b>1</b>
<b>1. Baggrund</b>	<b>3</b>
<b>2. Forsøgsdesign</b>	<b>3</b>
2.1. Opbygning af heller	4
2.2. Renholdelse før forsøget	4
2.3. Behandlinger	5
2.3.1 Damp	5
2.3.2 Flammer	7
2.3.3 Hedluft	8
2.3.4 Hedvand	10
2.3.5 Børstning	12
2.3.6 Generelt om doseringer	12
2.3.7 Afvigelser fra forsøgsplanen	12
<b>3. Registreringer og databehandling</b>	<b>13</b>
3.1. Med måleramme	13
3.1.1 Udeladelse af observationer	14
3.1.2 Statistisk analyse af registreringer med måleramme	14
3.2. Visuelle vurderinger	15
3.2.1 Behandlingseffekt	15
3.2.2 Skadevirkning	15
3.2.3 Opfyldelse af tilstandskrav	15
3.2.4 Statistisk analyse af visuelle registreringer	15
<b>4. Resultater med måleramme</b>	<b>16</b>
4.1. Variation i ukrudtsforekomst	16
4.1.1 Konklusion på behandlingsevne på dækningsgrader	19
4.2. Behandlingsevne på procent ukrudtsfrie felter	19
4.2.1 Konklusion på procent ukrudtsfrie felter	20
<b>5. Resultater af visuelle vurderinger</b>	<b>23</b>
5.1. Behandlingseffekt	23
5.1.1 Konklusion på behandlingsevne	24
<b>5.2. Skadevirkning</b>	<b>25</b>
5.2.1 Konklusion på skadevirkning	26
5.3. Opfyldelse af tilstandskrav	26
5.3.1 Konklusion på opfyldelse af tilstandskrav	29
<b>6. Sammenhæng mellem ukrudtsforekomst og opfyldelse af tilstandskrav</b>	<b>29</b>
6.1. Konklusion på acceptkriterier	30
<b>7. Konklusion</b>	<b>31</b>

# Forord

Denne rapport præsenterer resultaterne fra et forsøg udført i 2004 med pesticidfri ukrudtsbekæmpelsesmetoder på belagte hellerarealer.

Forsøget er en del af et projekt finansieret af Vestsjællands Amt, Storstrøms Amt og Vejdirektoratet om pesticidfri vejdrift. Projektet har omfattet forsøg med bekæmpelse på hellearealer, langs kantsten, på cykelstikanter, på motorvejsnødspor og et forsøg med udførelse af ukrudtstæt revneforsegling af asfalbelægninger.

Projektets resultater er publiceret i fire arbejdsrapporter, heraf denne ene, og en planlagt artikel i Dansk Vejtidskrift om revneforseglingsforsøget.

Arbejdsrapporterne er tilgængelige på [www.SL.kvl.dk](http://www.SL.kvl.dk).

Til støtte for projektets gennemførelse har været nedsat en styregruppe fra de finansierende parter, bestående af:

Knud Hansen, Vestsjællands Amt  
Betina Holmqvist, Vestsjællands Amt  
Anders Jenrich, Storstrøms Amt  
Søren Gludsted, Vejdirektoratet.

Maj 2005

Palle Kristoffersen

# 1. Baggrund

På det overordnede vejnet forekommer der hyppigt heller, skillerabatter og andre hævede belagte flader. Det er typisk for at lede og adskille trafikken ved kryds, rundkørsler mm. Hellerne er typisk opbygget med en faststøbt kantsten og en belagt flade. Fladen kan være belagt med en fugefri belægning, som asfalt eller beton, med betonbelægningssten eller som i dette forsøg med chaussésten, lagt dels i et ubundet grusmateriale og i et cementbundet materiale som jordfugtig beton.

Karakteristisk for heller belagt med fugebelægninger er, at der forekommer en varierende mængde af ukrudt. Der er ingen færdsel på hellerne, og renholdelse og ukrudtsbekæmpelse vanskeliggøres, da der ofte er placeret en række skilte, master o.lign.

Hellerne er placeret, hvor trafikanterne sænker farter og evt. holder helt stille tæt ved. En bevoksning med ukrudt på disse arealer er derfor meget synlig i forhold til andre steder. Placeringen i ofte tæt trafikerede knudepunkter stiller af hensyn til trafikafviklingen, trafiksikkerheden og arbejdsmiljøet krav til, hvordan ukrudtsbekæmpelsen kan udføres, både mht. tidspunkter på døgnet og til behandlingsfrekvenser.

# 2. Forsøgsdesign

Forsøget på heller er udført med en intensiv registrering af ukrudtsforekomsten hen over vækstsæsonen. Forsøget er anlagt som et blokforsøg med fire blokke, en på hver af lokaliteterne angivet i tabel 1. Lokaliteterne er udvalgt ved en række besigtigelser i februar og marts måned 2004 og er endeligt afsat ultimo marts. Der indgår udelukkende heller belagt med chaussésten. Ved udvælgelsen blev det tilstræbt at vælge lokaliteter, hvor der fandtes et tilstrækkeligt antal heller inden for et afgrænset geografisk område. Det blev endvidere tilstræbt at udvælge heller med en ensartet og gerne tæt bevoksning med ukrudt. Dette sidste krav var dog svært at opfylde, da lokaliteterne er udvalgt på et tidspunkt, hvor der ikke var vækst i ukrudtet.

*Tabel 1. Oversigt over forsøgslokaliteter.*

Blok nr.	Lokalitet	Vej nr.	Kilometrering	Renholdels
1	Høng	125 520	km 10.900 km 1.600	Ingen
2	Gørlev	125 125	km 16.800 km 18.000	23. april
3	Ugerløse	125	km 30.500	23. april
4	Kalundborg	125	km 35.400	23. april

Inden for hver lokalitet blev hellerne opdelt i 6 parceller med hver deres behandling med ukrudtsbekæmpende metoder.

## 2.1. Opbygning af heller

Væksten af ukrudt på hellerarealerne er meget varierende, således at der på nogle heller er en jævn vækst af primært finstråede græsarter formentlig svingelarter. Dette gælder lokaliteten Ugerløse og nogle af parcellerne i Høng. Karakteristisk for disse heller med jævn ukrudtsvækst er, at chausséstensbelægningen er sat i grus. Det giver gode spirings- og vækstbetingelser, dog må opbygningen antages at medføre en betydelig risiko for udtørring og dermed en selektion af ukrudtsarter. Den aktuelle ukrudtsforekomst på disse heller synes at være et resultat af en sådan udvælgelse, idet der bl.a. ikke findes bredbladet ukrudt af betydning på de heller, der er sat i grus.

I modsætning til de heller, der er opbygget i grus findes heller, hvor chausséstene er sat i tørbeton. Fugerne er generelt her lidt bredere, men er i kraft af deres tæthed kun i mindre grad bevokset med ukrudt. Principielt udgør fladen på hellerne en sammenhængende plade. Denne plade kan bevæge sig uafhængigt af de omgivende kantsten, hvorved der opstår revner langs disse. Denne revnedannelse forstærkes, når tung trafik kører på hellerne.

Konsekvensen heraf er, at der på heller sat i beton forekommer ukrudtsvækst langs randen af hellerne. Ukrudtet her er typisk tueddannende græsarter, enårig rapgræs og bredbladede ukrudtsarter.

Idet fugerne inde på hellerne formodes at være tætte for nedtrængning af vand, betyder det, at der selv ved små nedbørsmængder vil ske en forholds-mæssig større tilførsel af vand til det ukrudt, der vokser i fugerne langs kanten.

## 2.2. Renholdelse før forsøget

Det ønskedes at afprøve, hvilken indflydelse renholdelse har på ukrudtsvæksten og på effektiviteten af de udførte ukrudtsbekæmpelsesbehandlinger.

Der blev jf. tabel 1 foretaget renholdelse forud for forsøgsstart på tre af lokaliteterne, nemlig Gørlev, Ugerløse og Kalundborg, og ikke udført forudgående renholdelse i Høng. Renholdelsen på de tre lokaliteter blev udført 3 dage før første registrering af dækningsgrader.

Der blev før opmærkning af parceller foretaget en almindelig grundig forårsrengøring, bestående af fejning og bortskovling af materiale på belægningsoverfladen. Fejning blev delvis foretaget med en horisontalt roterende motormanuel fejmaskine og suppleret med håndfejning omkring skilte og andre forhindringer.



Figur 1. Ubehandlet parcel i Høng 24. august. Lokaliteten Høng var ufejlet forud for forsøgsstart, og der blev ikke foretaget rengøring undervejs i forsøgsperioden. Den manglende renholdelse bevirker, at der akkumuleres jord og grus omkring ukrudtsplanterne, hvorved spiring og vækst af nye planter muliggøres, vækstpunkterne på allerede etableret ukrudt beskyttes, og effekten af termiske metoder reduceres. Se indsatte billede.

Der er igennem sæsonen udført sædvanlig fejning nede i kantstenen rundt om forsøgshellerne, mens der ikke er udført fejning oppe på kantstenen, hvor der er forsøg på hellerne.

## 2.3. Behandlinger

Forsøget er anlagt med seks forskellige behandlinger, heraf en ubehandlet kontrolparcel jf. tabel 2.

Tabel 2. Behandlingsoversigt.

Behandling nr.	Behandlingstype	Antal behandlinger per år
1	Ubehandlet kontrol	
2	Flammer	8
3	Hedluft	8
4	Damp	8
5	Hedvand med skumdækning	4
6	Ukrudtsbørster	4

### 2.3.1 Damp

Dampbehandlingen er udført af Hedeselskabet, med en maskine fra firmaet WR-Damp. Udførelsen på helleanlæggene er udført med et håndført udlæggeraggregat, baseret på skjoldet fra en FLYMO græsklipper. Via en



slangeforbindelse til dampmaskinen fremføres dampen til den håndførte skærm, hvorunder den udledes.

Det håndførte udlæggeraggregat gav glimrende mulighed for at tilpasse udførelsen til de små helleanlæg med mange forhindringer i form af skiltestandere mm. Doseringen af behandlingerne er udført på basis af erfaring og på basis af aktuelle respons på behandlingerne typisk i form af skift i ukrudtets farve og struktur.

På grundlag af et udført tidsstudie under udførelsen af behandlinger på to heller er netto behandlingskapaciteten målt til mellem 250 og 300 m<sup>2</sup> i timen.

Dampkedelens ydelse er med dampudledning under maskinens skærm beregnet til en ydelse på 83,4 kWh/t, baseret på et forbrug på 8,4 l brændselsolie. For sammenligningens skyld kan olieforbrugets energi omregnes til 6,5 kg gas.

Forudsat at kedlen har ydet det samme ved udtag af damp til den håndførte skærm som til den fastmonterede skærm, vil det svare til doseringer mellem 260 og 216 kg gas/ha (3336 og 2780 kWh/t). Disse doseringer ligger 2-3 gange over de normalt anbefalede.

Det vurderes, at der ikke har været helt samme spild, i form af utilsigtede overlap og forhindringer med denne håndførte udlægningsmetode i forhold



Figur 2. Dampbehandling af helle i Kalundborg den 29. april. Slangeforbindelsen til dampmaskinen muliggør en vis bevægelsesfrihed.



Figur 3. Behandling af helle i Ugerløse den 24. oktober. Fordelen ved den anvendte udbringningsmetode er, at det er muligt at komme helt tæt på skiltestandere og andet. Ulempen er størrelsen af skærmen.

til andre udbringningsmetoder. Derimod er det sandsynligt, at dampkedlen har forbrændt mindre olie under anvendelse af den håndbårne udlægger end ved udbringning under den fastmonterede skærm. Dampkedlens ydelse ved brug af håndført udlægger er ikke målt, men kan skønsmæssigt antages at være 2/3 af den fulde målte ydelse. Dermed reduceres doseringen til mellem 150 og 175 kg gas (1850 og 2200 kWh/t), svarende til det dobbelte af den normalt anbefalede dosering.

### 2.3.2 Flammer

Flammebehandlingen blev udført af Hedeselskabet med en HOAF håndbugseret gasbrænder med 50 cm arbejdsbredde. Behandling med gasbrændere skal, på grund af brændernes vinkel mod underlaget og skærmens udformning, helst fremføres i redskabets retning. På de mindre hellerarealer betyder dette, at der er et større tidsforbrug end ved kørsel ligeud på større regulære arealer. Dette medfører et større netto tidsforbrug og et større gasforbrug som der jf. erfaringer fra doseringsforsøg ikke opnås forholdsmæssig effekt for.

Doseringen af behandlingerne er udført på basis af erfaringer og med en intensitet, så det via fingertryksprøven blev sikret, at samtlige overjordiske dele af planterne var blevet varmepåvirket i et omfang, så de blev beskadiget. For at opnå tilstrækkelig varme inde i tueddannende og rosetdannende planter skete der en afbrænding af de yderste dele af planterne og af mindre ukrudtsplanter.



Figur 4. Flammebehandling i Kalundborg den 29. april. De hvide fuger skyldes krystallisering af restsalt fra glatførebekæmpelsen.

På grundlag af et udført tidsstudie under udførelsen af behandlinger på to heller er netto behandlingskapaciteten målt til mellem 320 og 350 m<sup>2</sup> i timen.

På basis af udført ydelseskontrol i forbindelse med doseringsforsøget svarer de målte behandlingskapaciteter til, at der er udbragt en dosering på gennemsnitligt 150 kg gas/ha.

Denne dosering er cirka det dobbelte af den normalt anbefalede dosering på 80 kg gas/ha, men afviger ikke så meget fra de høje doseringer, der ved andre forsøg har vist sig nødvendige at anvende til bekæmpelse af eksisterende veletableret vegetation.

### 2.3.3 Hedluft

Behandlingen med hedluft blev udført af Hedeselskabet med en håndbugseret maskine fra Zacho Products, Type UKB 650, med 65 cm arbejdsbredde. Producenten anfører et energiforbrug på 10-20 kg gas/ha. Denne anførte dosering svarer med den målte ydelse og arbejdsbredde til fremføringshastigheder på 10 og 20 km/t, hvilket er ganske urealistisk for såvel håndbugserede redskaber som redskaber monteret på redskabsbærere. Denne af producenten anbefalede dosering har da heller ikke ved gennemførelse af doseringsforsøg kunnet eftervises. Derimod viste doseringsforsøget, at det er energidoseringen, der bestemmer effekten på ukrudtet, og at der for at opnå en effekt, der kan bruges til gennemførelse af bekæmpelsesstrategier, skal anvendes doseringer på 80 kg gas og opefter, med mindre der anvendes meget lave behandlingshastigheder og dermed lange behandlingstider.

Zacho UKB 650 har en ydelse på 12,6 kg gas per time, hvilket i forhold til andre redskaber giver en høj fremdriftshastighed og en lav behandlingstid. På de små heller med mange forhindringer bliver forøgelsen i behandlingstid og dermed dosering forholdsmæssigt større p.g.a. redskabets større ydelse end for redskaber med en lavere ydelse og dermed tilhørende lavere fremdriftshastighed.

Der er udført et tidsstudie under udførelsen af behandlinger på to heller, hvor netto behandlingskapaciteten er målt til mellem 350 og 400 m<sup>2</sup> i timen. Som følge af den høje ydelse er den udbragte dosering beregnet til mellem 320 og 350 kg/ha

Den aktuelt anvendte dosering står i åbenlyst misforhold til producentoplysningerne. Dette misforhold skyldes en urealistisk doseringsangivelse fra producenten og, affødt af arealernes udformning, et stort spild og dobbeltbehandling på grund af overlap og forhindringer.

Den aktuelt anvendte fremføringshastighed og dermed dosering er anset for at have en umiddelbar tilstrækkelig bekæmpelseeffekt på ukrudtet.



Figur 5. Hedluftbehandling i Ugerløse den 29. april. De hvide fuger mellem chaussestenene skyldes krystallisering af restsalt fra glatførebekæmpelsen.

### 2.3.4 Hedvand

Hedvandsbehandlingen blev udført af NCC Vejservice med Waipuna systemet. Systemet er baseret på udledning af vand opvarmet til 95°C. Vandet er tilsat majs- og kokosolie, der udvikler et isolerende lag af skum ved udlægningen.

Udlægningen forgår enten med en håndbåret udlægger med ”støvsugermundstykke” eller med en ”sækkevogsmode” der trækkes hen over arealet.

Den anbefalede dosis fra den new zealandske producent er 130 l brændselolie per ha, svarende til 100 kg gas/ha

Det udførte doseringsforsøg viste, at der skal anvendes doseringer på op til 400 l brændselolie per ha for at opnå en bekæmpelseeffekt på 75 % efter 5 dage, når der er tale om en tæt græsvegetation.

I helleforsøget er anvendt en dosering på ca. 400 l brændselolie per ha. Omregnet til kg gas svarer det til ca. 310 kg gas/ha. Den estimerede kapacitet er 200 m<sup>2</sup> i timen ved den anvendte dosering ved 1 oliefyr, og 400 m<sup>2</sup> i timen ved anvendelse af 2 oliefyr.



Figur 6. Foto fra 19. november, visende ”behandling” med hedvand 24. september. Det ses, at der 8 uger efter behandling er fuld dræbende effekt og ingen genvækst. Pletten viser hvor mundstykket har ligget med varmt vand løbende ud, indtil den ønskede temperatur er opnået. Eksemplet viser, at der med ekstrem høj energidosering kan opnås en effektivitet, der ikke vil kunne opnås med andre metoder.

Hedvandsmetoden anses for at være markedets mest effektive metode til at bekæmpe etableret ukrudt, idet metoden formentlig p.g.a. den store vandbårne energidosering trænger ned i jorden og på den måde bekæmper dybtliggende vækstpunkter og evt. også rødder.

Hedvandsmetoden er en kontaktmetode. Varmeenergien er bundet til vandet i væskeform. Forholdet mellem brændselolie og vand er 1:100, hvilket betyder, at vandforbruget er 40.000 l per ha, svarende til 4 l per m<sup>2</sup>, svarende til 4 mm nedbør. Det er afgørende for en effektiv udnyttelse, at vandet findes ved ukrudtsplanterne i tilstrækkelige mængder og længe nok til, at der sker en varmeafgivelse til planterne, og at vandet ikke strømmer af. I forhold til behandling på befæstede arealer viser der sig det forhold, at vandet samles i fugerne, og at der derved reelt opnås en højere dosering i fugerne end den der er udbragt på arealet. Da fugearealet for chaussébelægninger udgør ca. 20 % betyder det, at der tilføres fugerne op til 20 mm nedbør på kort tid.

Energien samles og afgives i fugerne i modsætning til de øvrige termiske metoder, der virker uafhængigt af overfladen og dermed afgiver deres energidosering jævnt.

Dette forhold skulle medvirke til en bedre effekt på hellerne, men er også set som et problem ved udførelsen på visse af hellerne, idet disse er udført med pilhøjde og har relativt fyldte fuger, visse steder endda udført i beton. Ved udførelsen er det således set, at vand og skum er løbet af hellerne og på tværs af vejen. Dette er ikke så overraskende set i forhold til den hurtige tilførsel af store vandmængder, da fugernes infiltrationskapacitet ikke er tilstrækkelig. Som følge af afstrømningen er det åbenlyst, at ikke al varmeenergien afgives til ukrudtet.



Figur 7. Hedvand udlagt med "sækkevognsmodellen" i 50 cm bredde. Eksemplet er fra behandling af nødsporskanter.

### 2.3.5 Børstning

Børstebehandlingerne er udført af Hedeselskabet med en håndbugseret ukrudtsbørste type DUKS FM-BS, med 50 cm arbejdsbredde. Redskabet er udstyret med et vertikalt, roterende børstehoved monteret med penselbørster af bladstål. Børsterne består af et antal bladstål samlet i plastslanger til at fastholde børsterne og regulere deres angreb mod underlaget.

Redskabet er monteret med en benzinmotor til at trække børsterne og give redskabet fremdrift. Børsterne virker med deres fysiske angreb mod underlaget, og det nødvendige modhold skal foretages af den person, der fører redskabet. Dette modhold begrænser de kræfter, der kan overføres til ukrudtet og dermed behandlingsintensiteten. Børster af fladstål er mindre effektive end børster af opflosset stålwire, der anvendes på traktormonterede redskaber.

Ukrudtsbørstens funktionsprincip er dels at oprive ukrudtsplanter og dels at slide de overjordiske dele af planterne i stykker.

### 2.3.6 Generelt om doseringer

For metoderne damp og flammer er der beregnet udbragte doseringer på det dobbelte af de normalt anbefalede og for hedluft op til 4 gange det anbefalede (tabel 3). Det er i høj grad den praktiske udførelse på hellerne, der styrer tidsforbruget, hvilket afspejler at der stort set er samme tidsforbrug ved udførelse af alle 4 behandlinger. Forskellen i doseringen opstår som følge af redskabernes forskellige ydelse. Da kun få heller er opdelt i flere forsøgsparceller, er det ikke den forsøgmæssige udførelse, der har medført et større tidsforbrug ved udførelsen af de enkelte behandlinger.

Tabel 3. Anvendte doseringer per behandling og i forsøgsåret.

Behandling	Antal behandlinger pr. år	Kg gas/ha/ behandling	Kg gas/ha/år
Flammer	8	150	1200
Hedluft	8	335	2680
Damp	8	163	1304
Hedvand	4	310	1240

For hedvand er doseringen 3 gange producentens anbefalinger, hvilket jf. forsøg og erfaringer er nødvendigt for at opnå virkningsfulde behandlinger udbragt på tæt bevoksede arealer. Som anført under beskrivelsen af metoden kan der være forhold som afstrømning, der kan have reduceret metodens effekt.

Ud fra de beregnede doseringer er der grund til at antage, at der ved alle behandlingstidspunkter er opnået virkningsfulde behandlinger.

### 2.3.7 Afvigelser fra forsøgsplanen

I forhold til forsøgsplanen blev der i Høng udført en ekstra behandling med hedvand 14/7 2004, dvs. i alt 5 behandlinger med hedvand på denne lokalitet imod 4 behandlinger på de øvrige tre lokaliteter. Der er i nogen grad ta-

get højde for dette ved dataanalysen, idet tiden fra seneste behandling med hedvand til registreringen 19/7 2004 var kortere i Høng (5 dage) end på de tre andre lokaliteter (39 dage).

### 3. Registreringer og databehandling

#### 3.1. Med måleramme

Inden for hver parcel er der forud for behandlingsstart foretaget afmærkning af 3 målefelter, hvert på 75x75 cm. Målefelterne kunne vha. afmærkningen genfindes ved alle målinger gennem forsøgsperioden, og der blev således foretaget gentagne målinger på nøjagtigt samme felter hver gang. Det blev ved placeringen af målefelter tilstræbt at udvælge en repræsentativ del af parcellerne. Dette viste sig efterfølgende ikke helt at være efterkommet på grund af, at udvælgelsen skete på et tidspunkt uden synlig ukrudtsvækst.

På de afmærkede målefelter lagdes en 100-felts måleramme, der således opdelt målefeltet i 100 mindre felter på 7,5x7,5 cm. Inden for hvert felt vurderedes dækningsgraden, der summeredes op for hele rammen. Fuld dækning af et målerammefelt svarer til 1 %, 1/10 dækning svarer til 0,1 % osv. Desuden blev det optalt, i hvor mange af de 100 felter i rammen, der var forekomst af ukrudt, uanset dækningsgraden i de givne felter. Dækningsgraderne og andelen af ukrudtsfrie felter blev indtastet i en bærbar computer.

Foruden opgørelsen af dækningsgraden og ukrudtsfrie felter i målefelterne blev der hver gang foretaget en bedømmelse af, om målefelterne vurderes at opfylde tilstandskravet. Tilstandskravet er et udtryk for den standard, forvalteren har valgt at acceptere, og som de udførte behandlinger ideelt set skal kunne resultere i.

Registreringerne blev udført før behandlingsstart og umiddelbart før hver af de hyppigst udførte behandlinger (damp, flammer og hedluft) samt 4 uger efter sidste behandling med flammer, damp og hedluft.

Tabel 4. Registreringstidspunkterne og interval fra seneste behandling.

Registrering nr.	Dato	Dage efter behandling		
		Flammer Hedluft	Damp Børster	Hedvand
1	26. april	Ingen forudgående behandling		
2	10. maj	12	Ingen forudgående behandling	
3	24. maj	12	12	12
4	7. juni	11	23	26
5	28. juni	17	17	18
6	19. juli	18	35	39
7	30. august	39	39	32
8	11. oktober	39	39	27
9	8. november	25	64	55



Det valgte registreringstidspunkt, umiddelbart før næste behandling, betyder, at registreringen er en kontrol af opfyldelse af tilstandskrav. Alternativt kunne der have været foretaget registreringer efter hver behandling. I så fald havde der været tale om en kontrol af opfyldelse af udførelseskrav, altså om hver enkelt behandling havde virket. Da det forudsættes, at der er udført virkningsfulde behandlinger, er registreringerne således en kontrol af, hvordan behandlingen påvirker væksten af ukrudtet frem til næste behandling. Da der måles på det tidspunkt, hvor der forventes at være mest ukrudt, kan resultaterne direkte bruges til sammenligning med opstillede kvalitetskrav.

### 3.1.1 Udeladelse af observationer

For at få et mere reelt billede af behandlingsvirkningerne blev der før data-analysen og præsentation af resultaterne udeladt visse observationer:

- I Gørlev blev behandlingerne flammer og hedluft udført på et helleanlæg med meget begrænset ukrudtsvækst, formodentlig fordi chaussébelægningen er sat i tørbeton. Derfor blev resultaterne fra Gørlev udeladt ved analysen af resultaterne.
- I Høng blev alle observationer fra målefelt 1 i parcellen med hedvand og fra målefelt 2 i den ubehandlede parcel udeladt, da der sammenlignet med de to øvrige målefelter i parcellen var en meget begrænset forekomst af ukrudt.
- I Kalundborg blev alle observationer fra målefelt 3 i parcellen med hedvand udeladt, da der på intet tidspunkt blev registreret nogen forekomst af ukrudt.

Endvidere blev der p.g.a. køreskader ikke lavet registreringer i parcellen med børstning i Høng ved registreringen 28/6 2004.

### 3.1.2 Statistisk analyse af registreringer med måleramme

Både procent ukrudtsdækningsgrad og procent ukrudtsfri felter i målerammen blev analyseret vha. samme model. Til den statistiske analyse blev for hver parcel og måletidspunkt beregnet en gennemsnitsværdi af de tre målefelter i hver parcel.

Analyserne blev udført i programmet SAS version 8.2 vha. proceduren proc mixed, hvor der kan tages højde for tilfældige virkninger og gentagne målinger. Lokalteterne blev opfattet som tilfældigt udvalgte, og de forskellige behandlings virkning og andre faktorer blev testet mod forskellen mellem lokaliteterne. Modellen tog højde for, at gentagne målinger i samme parcel er korrelerede, og dagens nummer i året blev brugt til at korrigere for tidsrummet mellem målingerne.

Ukrudtsmængden ved forsøgsstart indgik som kovariat i modellen, dvs. for hver forsøgsparcel korrigeredes for ukrudtsmængden før udførelse af de første behandlinger. I modellen indgik faktorerne behandling og målingens nummer samt vekselvirkningen mellem disse to faktorer. Endelig tog modellen højde for, hvor mange dage der var gået fra seneste behandling til udførelse af en given registrering. For målinger før den først udførte behandling og for målinger i ubehandlede parceller blev denne tid sat til 0 dage.

Dækningsgraden for ukrudt blev før analysen kvadratrods-transformeret, mens procent ukrudtsfrie felter blev logit-transformeret. Forskelle mellem de forskellige behandlings virkning blev testet vha. parvise t-tests.

## 3.2. Visuelle vurderinger

Tre gange i løbet af vækstsæsonen (8. juni, 24. august og 26. oktober) er samtlige parceller blevet besigtiget og vurderet af projektgruppen bestående af 3 personer fra Vestsjællands Amt, 2 personer fra Storstrøms Amt, 3 personer fra Vejdirektoratet og 1 fra *Skov & Landskab*. Ikke alle har kunnet deltage ved hver vurderingsrunde, så antallet af personer har varieret fra 6 til 8.

Alle personer i projektgruppen foretog vurdering af hver parcel ud fra flg. kriterier:

### 3.2.1 Behandlingseffekt

Hvilken effekt vurderes behandlingen at have haft i den konkrete parcel? Til støtte for vurderingen er benyttet den ubehandlede parcel, andre omkringliggende heller og forekomsten af behandlet dødt ukrudt på belægningsoverfladen.

### 3.2.2 Skadevirkning

Hvilken skade vurderes den aktuelt forekommende ukrudtsmængde at udgøre på belægningen? Skadevirkningen kan bestå i fysisk pres mellem de enkelte sten og medvirken til øget vandnedtrængning.

Både behandlingseffekt og skadevirkning er vurderet på en skala fra 0-10, hvor 0 er hhv. ingen effekt og ingen skadevirkning, og 10 er hhv. fuld effekt og stor skadevirkning.

### 3.2.3 Opfyldelse af tilstandskrav

Personerne i projektgruppen blev derudover bedt om at tage stilling til hvorvidt de, med hver deres forudsætninger og baggrund opfattede, at tilstanden opfylder de krav, de ville stille til den pågældende arealtypes fremtøning.

Tabel 5. Besigtigelsestidspunkterne og interval fra seneste behandling.

Besigtigelse nr.	Dato	Dage efter behandling		
		Flammer Damp Hedluft	Børster	Hedvand
1	8. juni	11	24	27
2	24. august	33	33	26
3	26. oktober	12	51	42

### 3.2.4 Statistisk analyse af visuelle registreringer

De visuelle vurderinger af behandlingseffekt, skadevirkning og opfyldelse af tilstandskrav blev alle analyseret efter samme model i SAS-proceduren proc mixed. Lokalteterne blev opfattet som tilfældigt udvalgte, og de forskellige behandlings virkning og andre faktorer blev testet mod forskellen

mellem lokaliteterne. Modellen tog højde for, at gentagne målinger i samme parcel er korrelerede, og dagens nummer i året blev brugt til at korrigerer for tidsrummet mellem målingerne. I modellen indgik faktorerne behandling, dato for vurderingen, hvilken person der foretog den enkelte vurdering samt vekselvirkning mellem behandling og vurderingsdato. Analysen blev for alle tre måleparametre udført uden lokaliteten Gørlev, og ingen af måleparametrene blev transformeret før analysen. Forskelle mellem de forskellige behandlings virkning blev testet vha. parvise t-tests.

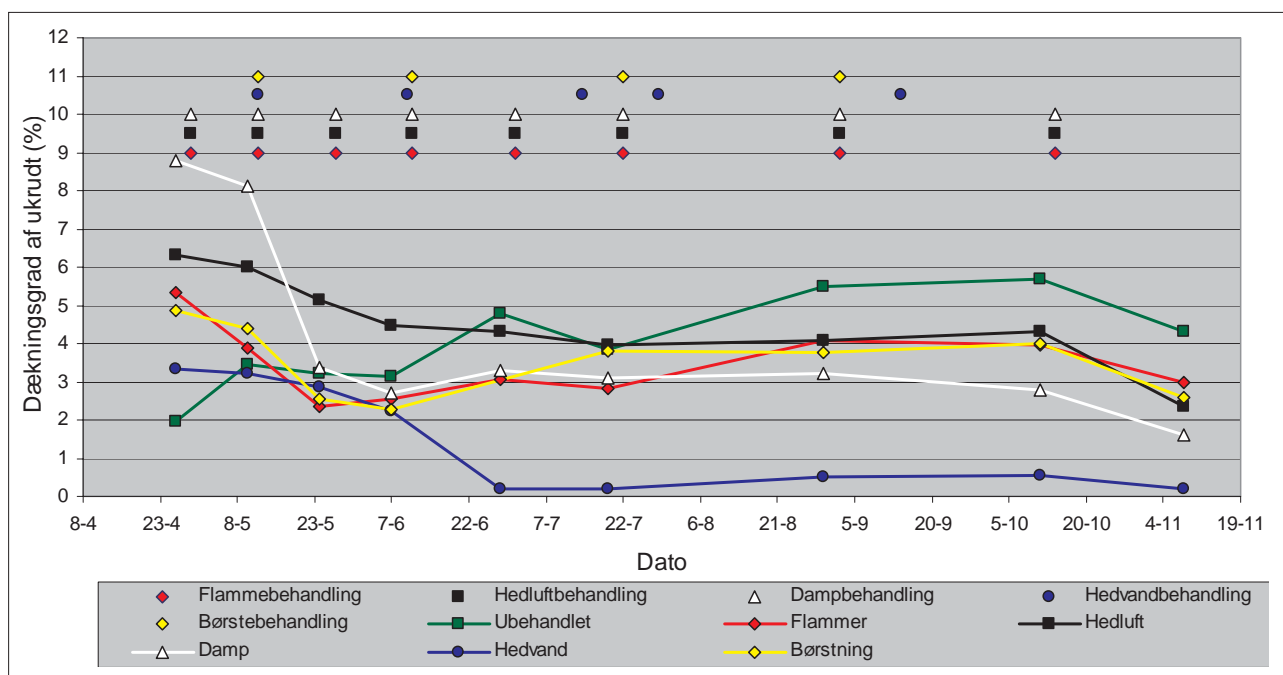
## 4. Resultater med måleramme

### 4.1. Variation i ukrudtsforekomst

Ved målingen af ukrudt før forsøgsstart 26. april 2004 var dækningsgraden for ukrudt i gennemsnit for alle målefelter og parceller 5,4 % i Høng, 1,1 % i Kalundborg og 1,7 % i Ugerløse. Den større ukrudtsmængde i Høng skyldes primært, at der ikke var blevet foretaget oprydning med børstning på denne lokalitet forud for forsøgsstarten.

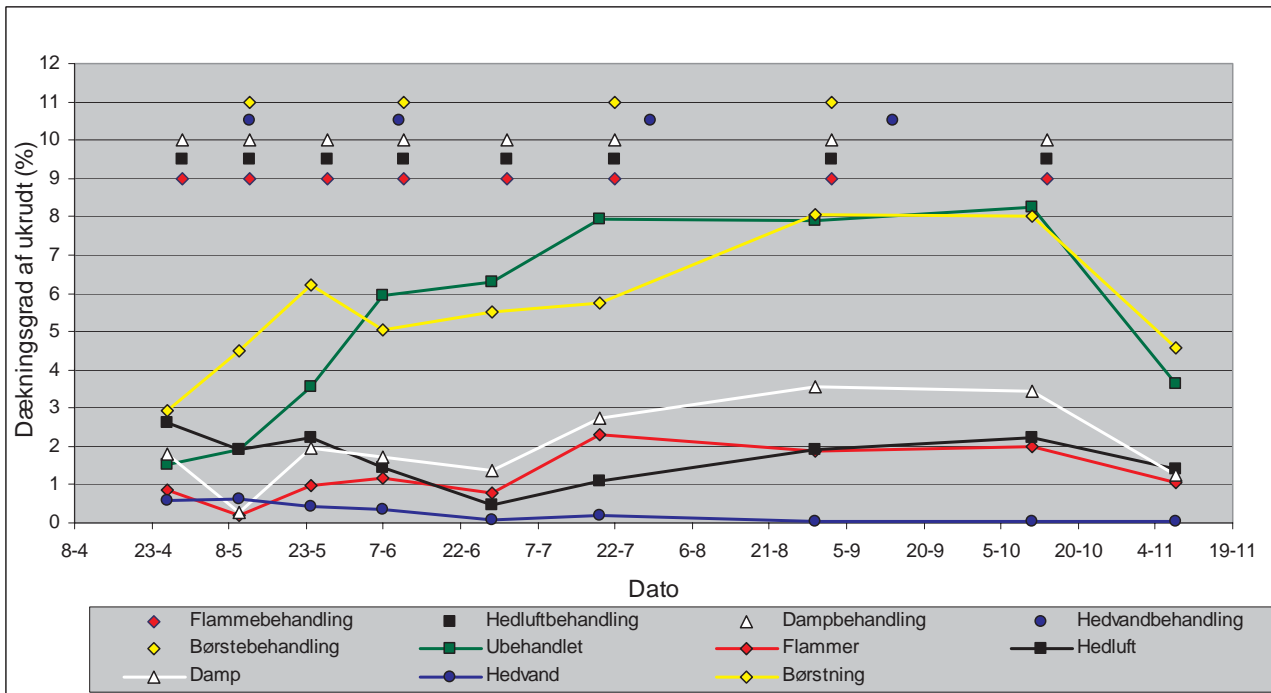
Den gennemsnitlige andel af ukrudtsfrie felter i målerammen ved forsøgsstart var hhv. 52 %, 70 % og 46 % for de tre lokaliteter. Sammenholdt med dækningsgraderne betyder dette, at i Høng var i gennemsnit 11 % af arealet i felterne med ukrudtsforekomst dækket med ukrudt, mens dette tal var 4 og 3 % i hhv. Kalundborg og Ugerløse. Dette antyder, at ukrudtsplanter i parcellerne i Høng generelt var større end i Kalundborg og Ugerløse.

Den statistiske analyse bekræftede mønstret i figur 12, idet der var stærkt signifikant virkning af behandlingsfaktoren (tabel 6). Der var også klar for-

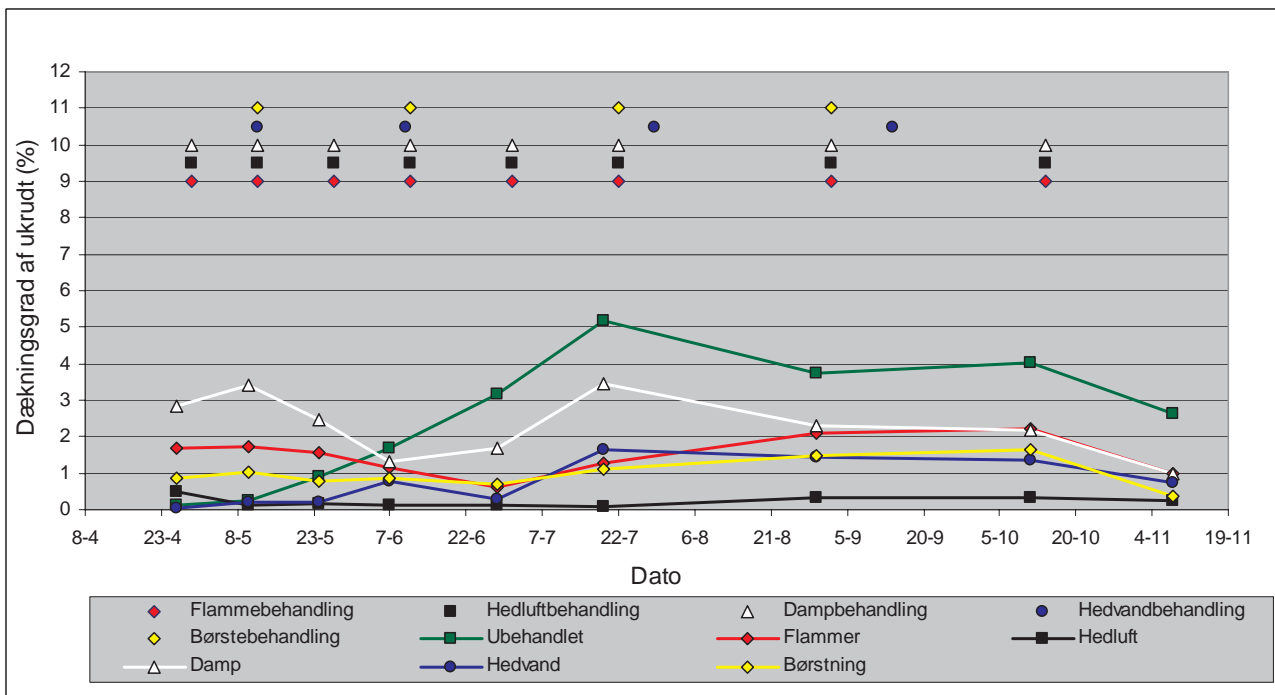


Figur 9. Dækningsgrader af ukrudt for hver af behandlingerne udført på helleanlæg på lokaliteten Høng. Hvert målepunkt repræsenterer gennemsnit for tre fastlagte målefelter i parcellen. Punkter foroven angiver tidspunkter og frekvenser for udførelse af de forskellige behandlinger.

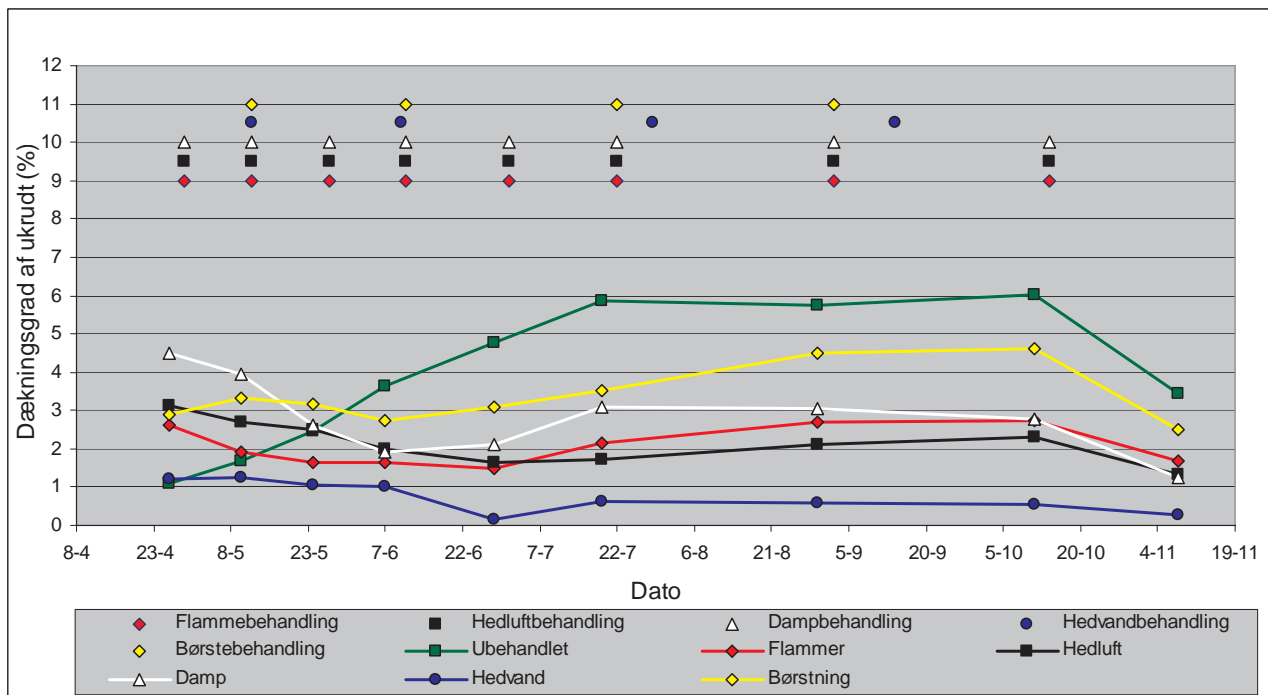
skel i ukrudtsmængden afhængig af registreringstidspunktet og afhængig af tidsrummet fra seneste behandling til måletidspunktet. Ukrudtsmængden ved forsøgsstart var også en vigtig faktor, mens der ikke var nogen klar vekselvirkning mellem behandling og registreringstidspunkt. Dette betyder, at de forskellige behandlinger ikke virker indbyrdes forskelligt henover sæsonen, hvilket også afspejles af de forholdsvis parallelle kurver henover en stor del af vækstsæsonen (figur 12).



Figur 10. Dækningsgrader af ukrudt for hver af behandlingerne udført på helleanlæg på lokaliteten Ugerløse. Hvert målepunkt repræsenterer gennemsnit for tre fastlagte målefelter i parcellen. Punkter foroven angiver tidspunkter og frekvenser for udførelse af de forskellige behandlinger.



Figur 11. Dækningsgrader af ukrudt for hver af behandlingerne udført på helleanlæg på lokaliteten Kalundborg. Hvert målepunkt repræsenterer gennemsnit for tre fastlagte målefelter i parcellen. Punkter foroven angiver tidspunkter og frekvenser for udførelse af de forskellige behandlinger.



Figur 12. Gennemsnitlige dækningsgrader af ukrudt for hver af behandlingerne udført på helleanlæg. Hvert målepunkt repræsenterer gennemsnit for 9 målinger, dvs. tre fastlagte målefelter i parcellen på hver af lokaliteterne Høng, Kalundborg og Ugerløse. Punkter foroven angiver tidspunkter og frekvenser for udførelse af de forskellige behandlinger. I Høng blev der endvidere udført en behandling med hedvand 14. juli 2004.

Forløbet med parallelle kurver starter fra midten af juli. På det tidspunkt er de fleste ukrudtsarters strækingsvækst overstået og planterne har typisk sat frø. Efter dette tidspunkt ses der ikke at være den store udvikling i planterne.

Tabel 6. Variansanalyse af målinger af procent ukrudt i forsøget på helleanlæg i 2004 (data fra Høng, Kalundborg og Ugerløse). P-værdierne angiver test-sandsynligheden for, at der samlet set ikke er en virkning af den pågældende faktor, dvs. en lav P-værdi betyder, at faktoren med stor sandsynlighed har haft en virkning.

Faktor	Frihedsgrader	F-værdi	P-værdi
Behandling	5	21.52	<0.001
Registreringstidspunkt	7	3.37	0.012
Tid fra behandling til registrering	1	6.33	0.013
Ukrudtsprocent ved forsøgsstart	1	63.34	<0.001
Behandling*registreringstidspunkt	35	1.45	0.074

Ved sammenligning af de forskellige behandlingers virkning førte alle behandlinger til en signifikant reduktion i ukrudtmængden sammenlignet med de ubehandlede parceller (tabel 7). Hedvand, hedluft og damp var mest effektive, og der var ikke sikker forskel mellem disse behandlingers virkning. Hedluft var signifikant mere effektiv end børster, mens hedvand var mere effektiv end både flammer og børster.

Tabel 7. Estimer for behandlingernes relative virkning på procent ukrudt i forsøget på helleanlæg i 2004 (data fra Høng, Kalundborg og Ugerløse). P-værdierne angiver test-sandsynligheden for, at to behandlinger er ens, dvs. en lav P-værdi betyder, at to behandlinger med stor sandsynlighed har virket forskelligt.

Behandling	Ukrudtsmængde (% dækningsgrad)	P-værdi for behandlingsforskelle				
		Hedvand	Hedluft	Damp	Flammer	Børster
Hedvand	0.9					
Hedluft	1.1	0.252				
Damp	1.2	0.198	0.682			
Flammer	1.6	0.007	0.072	0.205		
Børster	1.8	<0.001	0.037	0.082	0.452	
Ubehandlet	8.4	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

#### 4.1.1 Konklusion på behandlingsvirkning på dækningsgrader

Allerede først i juni var der en klar rangorden i behandlingernes virkning med hedvand som mest effektiv behandling efterfulgt af hedluft, flammer og damp, der alle gav ret ens ukrudtsmængde, og børstning som den mindst effektive metode. Alle behandlinger førte til markant mindre ukrudtsmængde end i ubehandlede parceller. Fra midten af juli skete der ikke den store udvikling i ukrudtsvæksten, formentlig som følge af den afsluttede strækningsvækst. Der skete heller ingen forøgelse af dækningsgraden som følge af nysåede planter til trods for en meget nedbørstig eftersommer.

## 4.2. Behandlingsvirkning på procent ukrudtsfrie felter

Andelen af ukrudtsfrie felter i målerammen varierede betydeligt mellem lokaliteter og mellem behandlinger inden for hver lokalitet (figur 13, 14 og 15). Forskellen i andelen af ukrudtsfrie felter mellem behandlingerne modsvarer generelt forskellene i dækningsgraden for ukrudt (figur 9, 10 og 11). Selvom andelen af ukrudtsfrie felter og den målte dækningsgrad i en vis udstrækning begge afspejler ukrudtsmængden, så giver antallet af ukrudtsfrie felter også et udtryk for udbredelsen af ukrudt. Hvis der ved en given ukrudtsmængde er mange ukrudtsfrie felter, tyder dette på, at ukrudtet er samlet i pletter, evt. i få store planter. Er der derimod få ukrudtsfrie felter ved den samme ukrudtsmængde, tyder dette på, at ukrudtet er mere jævnt fordelt og formentlig består af mange små planter.

Som gennemsnit af de tre lokaliteter ses samme udspaltning af de forskellige behandlingers virkning på andelen af ukrudtsfrie felter (figur 16) som på dækningsgraden for ukrudt (figur 12). Hedvand havde generelt den største effekt og kunne bevare andelen af ukrudtsfrie felter over 90 % gennem stort set hele vækstsæsonen. Hedluft, flammer og damp havde en relativt ens virkning, mens børstning kun kunne bevare en betydeligt mindre andel af ukrudtsfrie felter.

Den statistiske analyse bekræftede, at der var en stærkt signifikant virkning af behandlingsfaktoren på andelen af ukrudtsfrie felter, ligesom udgangspunktet ved forsøgsstart havde stor indflydelse (tabel 8). Derimod var der ikke nogen klar virkning af registreringstidspunkt, af tidsrummet fra seneste behandling til måletidspunktet eller nogen vekselvirkning mellem behandling og registreringstidspunkt.

Tabel 8. Variansanalyse af målinger af procent ukrudtsfrie felter i forsøget på helleanlæg i 2004 (data fra Høng, Kalundborg og Ugerløse). P-værdierne angiver test-sandsynligheden for, at der samlet set *ikke* er en virkning af den pågældende faktor, dvs. en lav P-værdi betyder, at faktoren med stor sandsynlighed har haft en virkning.

Faktor	Frihedsgrader	F-værdi	P-værdi
Behandling	5	14.30	<0.001
Registreringstidspunkt	7	1.80	0.091
Tid fra behandling til registrering	1	2.10	0.150
Ukrudtsprocent ved forsøgsstart	1	14.63	<0.001
Behandling*registreringstidspunkt	35	0.97	0.530

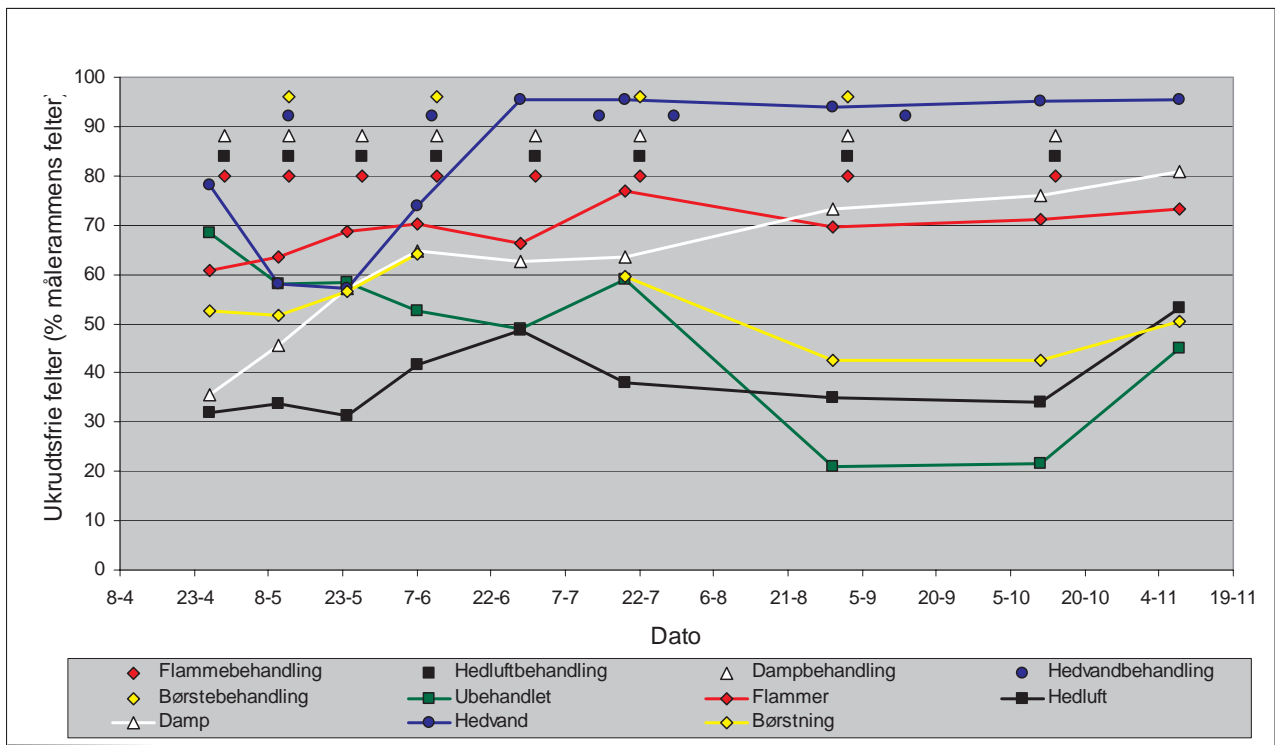
Sammenlignes de forskellige behandlings virkning, førte alle behandlinger til flere ukrudtsfrie felter end i de ubehandlede parceller (tabel 9). Hedvand, hedluft og damp var mest effektive, og der var ikke sikker forskel mellem disse behandlings virkning. Både hedvand og hedluft var signifikant mere effektive end damp og børstning. Rangordenen for behandlingernes virkning på andelen af ukrudtsfrie felter var således ikke væsentlig anderledes end for virkningen på ukrudtsdække, om end flammer og damp havde byttet plads.

Tabel 9. Estimer for behandlingernes relative virkning på procent ukrudtsfrie felter i forsøget på helleanlæg i 2004 (data fra Høng, Kalundborg og Ugerløse). P-værdierne angiver test-sandsynligheden for, at to behandlinger er ens, dvs. en lav P-værdi betyder, at to behandlinger med stor sandsynlighed har virket forskelligt.

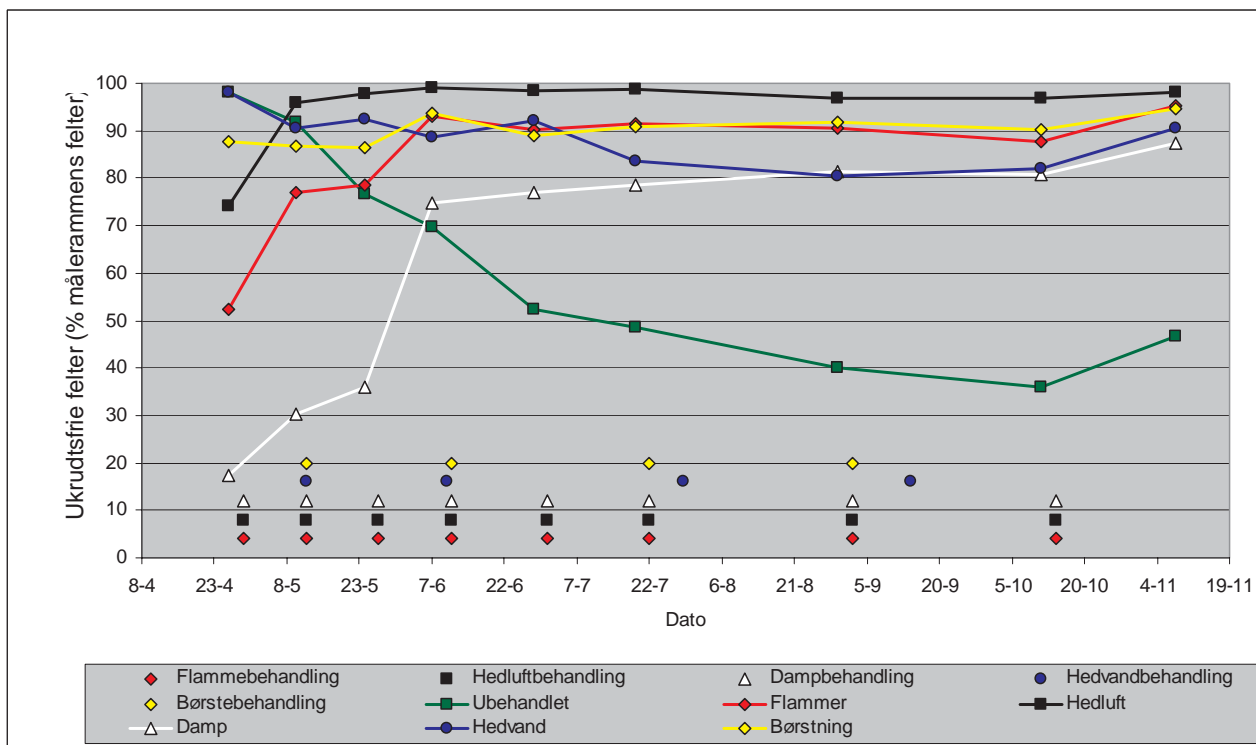
Behandling	Ukrudtsmængde		P-værdi for behandlingsforskelle			
	(% ukrudtsfrie felter)	Hedvand	Hedluft	Flammer	Damp	Børster
Hedvand	91.4					
Hedluft	87.9	0.330				
Flammer	81.7	0.018	0.086			
Damp	76.3	0.004	0.005	0.266		
Børster	71.5	<0.001	0.006	0.133	0.519	
Ubehandlet	17.3	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.023

#### 4.2.1. Konklusion på procent ukrudtsfrie felter

Rangordenen for behandlingernes virkning på andelen af ukrudtsfrie felter var ikke væsentlig anderledes end for virkningen på ukrudtsdække. Hedvand havde generelt den største effekt og kunne bevare andelen af ukrudtsfrie felter over 90 % gennem stort set hele vækstsæsonen. Hedluft, flammer og damp havde en relativt ens virkning, mens børstning kun kunne bevare en betydeligt mindre andel af ukrudtsfrie felter.

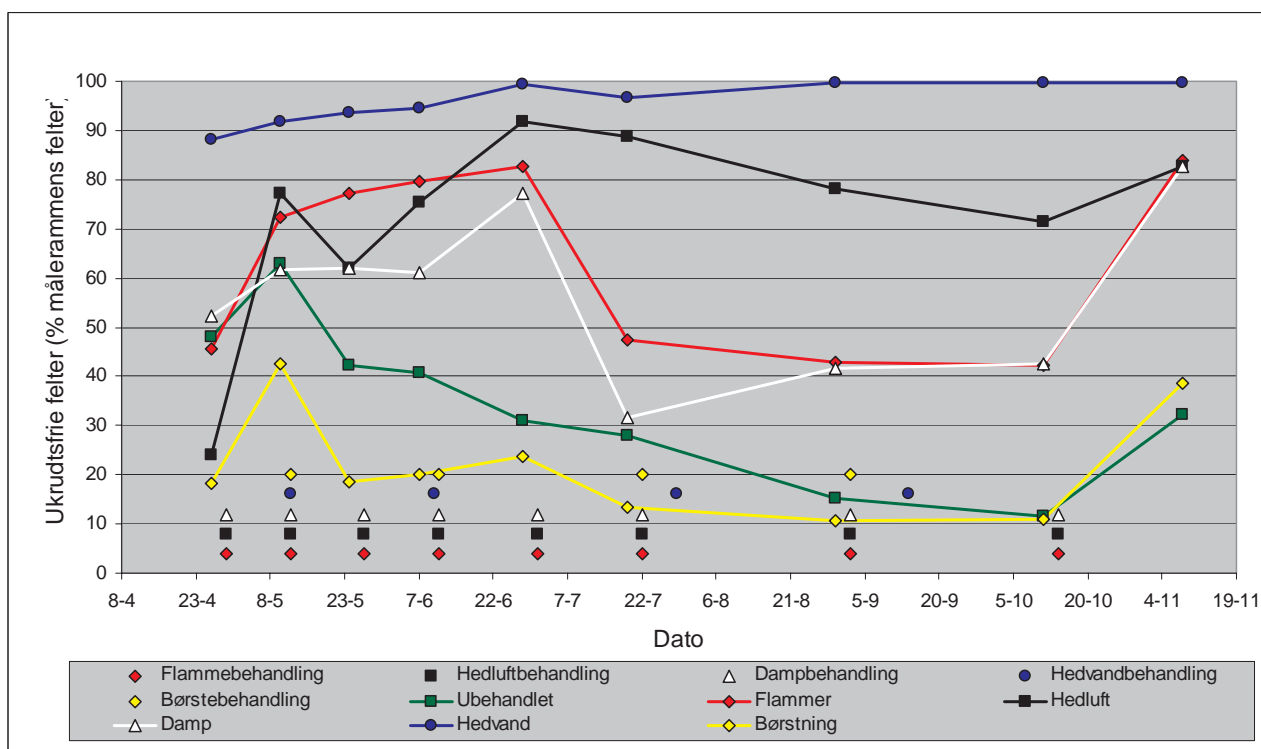


Figur 13. Procent ukrudtsfrie felter i målerammen for hver af behandlingerne udført på helleanlæg på lokaliteten Høng. Hvert målepunkt repræsenterer gennemsnit for tre fastlagte målefelter i parcellen. Punkter foroven angiver tidspunkter og frekvenser for udførelse af de forskellige behandlinger.

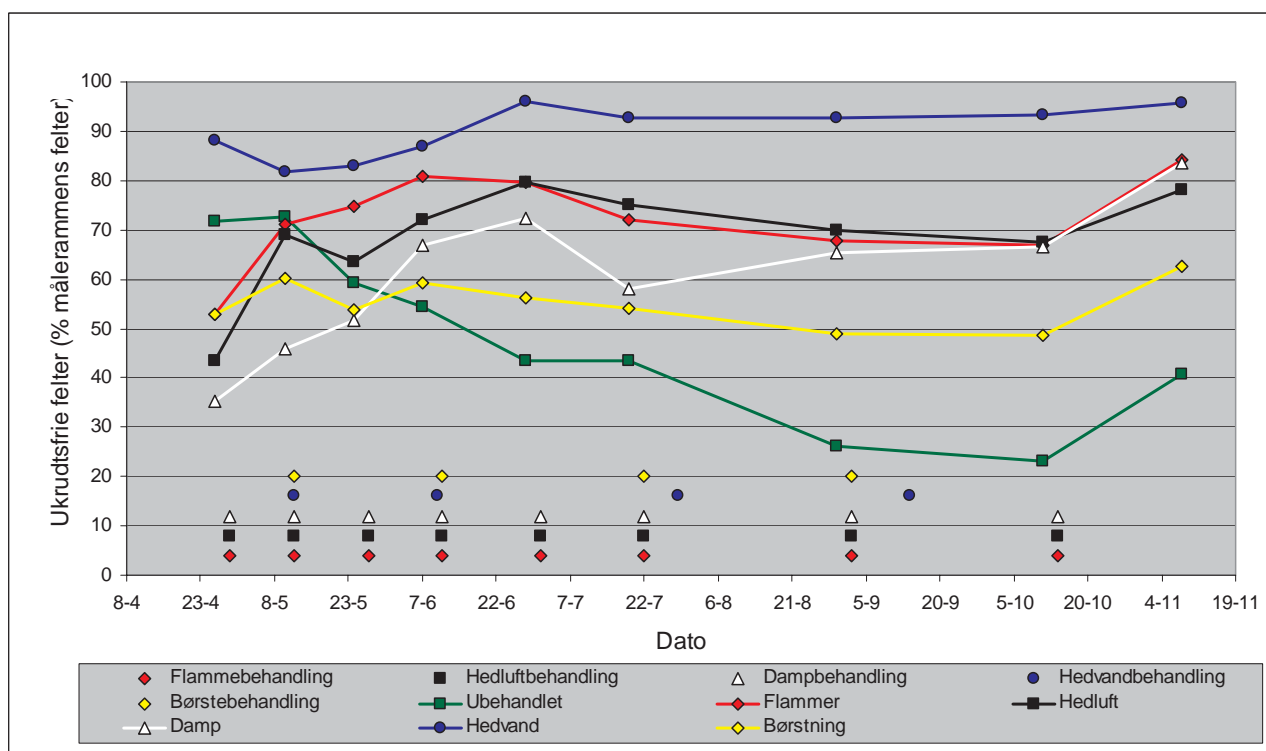


Figur 14. Procent ukrudtsfrie felter i målerammen for hver af behandlingerne udført på helleanlæg på lokaliteten Kalundborg. Hvert målepunkt repræsenterer gennemsnit for tre fastlagte målefelter i parcellen. Punkter foroven angiver tidspunkter og frekvenser for udførelse af de forskellige behandlinger.





Figur 15. Procent ukrudtsfrie felter i målerammen for hver af behandlingerne udført på helleanlæg på lokaliteten Ugerløse. Hvert målepunkt repræsenterer gennemsnit for tre fastlagte målefelter i parcellen. Punkter foroven angiver tidspunkter og frekvenser for udførelse af de forskellige behandlinger.



Figur 16. Gennemsnitlig procent ukrudtsfrie felter i målerammen for hver af behandlingerne udført på helleanlæg. Hvert målepunkt repræsenterer gennemsnit for 9 målinger, dvs. tre fastlagte målefelter i parcellen på hver af lokaliteterne Høng, Kalundborg og Ugerløse. Punkter foroven angiver tidspunkter og frekvenser for udførelse af de forskellige behandlinger. I Høng blev der endvidere udført en behandling med hedvand 14/7 2004.

## 5. Resultater af visuelle vurderinger

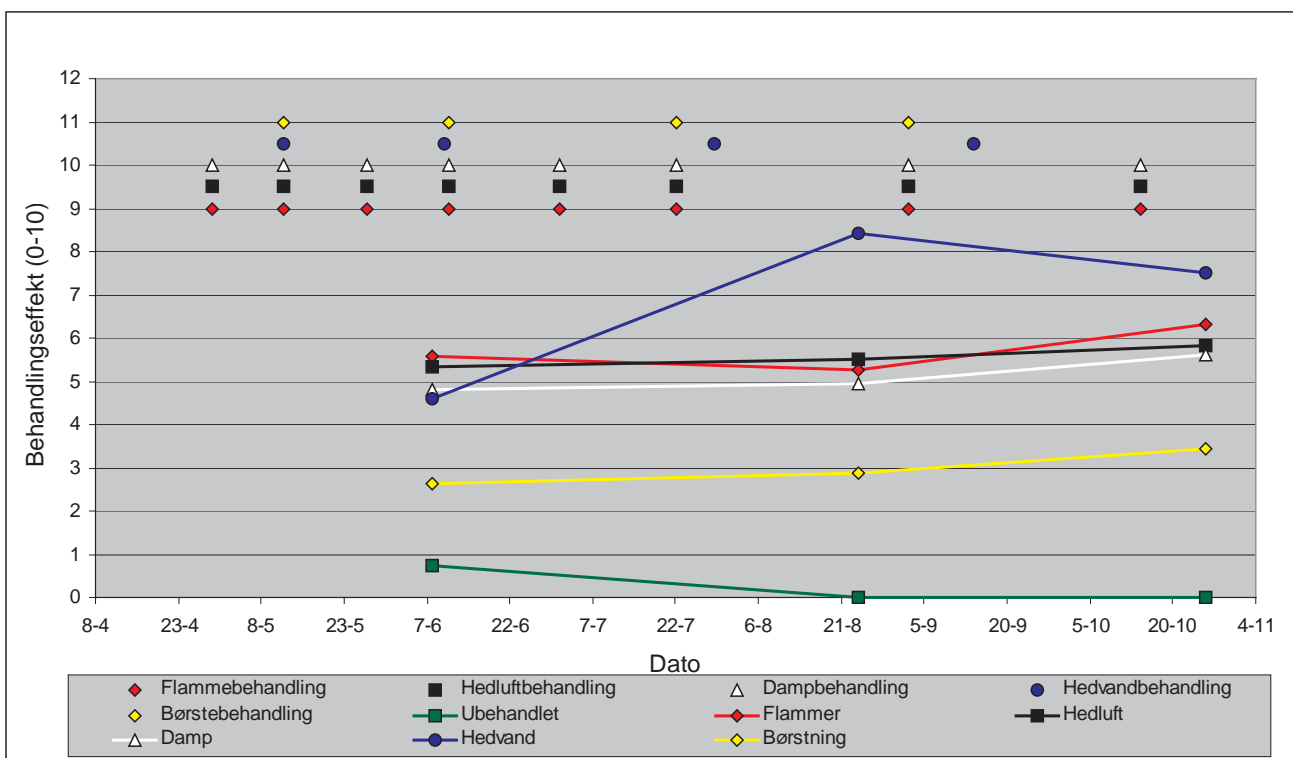
### 5.1. Behandlingseffekt

I figur 17 er vist resultaterne af de vurderinger af metodernes bekæmpelses-effekt, projektgruppen har foretaget ved de tre besigtigelser. Resultatet er vist som gennemsnittet af alle foretagne vurderinger, hvis antal varierer mellem de enkelte vurderingsdatoer, da ikke alle havde mulighed for at deltage hver gang.

Ved første vurdering var der udført 3 hhv. 1 behandling for hver af metoderne. Ved anden vurdering 6 hhv. 3 behandlinger og ved sidste vurdering var alle planlagte behandlinger udført. Første og tredje vurdering er udført knap to uger efter den seneste behandling med hedluft, flammer og damp, hvorimod der var gået knap 5 uger til den anden vurdering. For hedvand var der gået knap 4 uger fra seneste behandling til første og anden vurdering og 6 uger frem til tredje vurdering.

Det er for alle udførte behandlinger vurderet, at de har en stigende behandlingseffekt gennem vækstsæsonen. Den stigende effekt, der er vurderet gennem de tre målinger, skønnes at kunne tilskrives den udmattende effekt, som de termiske behandlinger har på ukrudtsbestanden.

Hedvandsbehandlingen vurderes til at have en markant større bekæmpelses-effekt ved det andet vurderingstidspunkt. Den bedre effekt skal givet tilskrives metodens større effektivitet af den enkelte behandling, og at der i forhold til de øvrige termiske metoder er gået en uge mindre siden seneste behandling.



Figur 17. Behandlingseffekten vurderet af projektgruppen ved 3 besigtigelser

Der var en statistisk sikker forskel mellem behandlingernes virkning (tabel 10). Der var dog også forskel mellem de forskellige personers vurderinger, men da der ikke var vekselvirkning mellem behandling og person ( $P=0,059$ ), nåede de forskellige personer generelt frem til den samme konklusion mht. behandlingsvirkninger. Der var forskel mellem behandlingsdatoer med en generelt stigende behandlingseffekt over tid. Endelig var der vekselvirkning mellem behandling og dato, hvilket primært skyldes, at kurven for hedvand følger et anderledes mønster end de øvrige kurver.

Tabel 10. Variansanalyse af visuelle vurdering af behandlingseffekt i forsøget på helleanlæg i 2004 (data fra Høng, Kalundborg og Ugerløse). Vurderingerne er foretaget af 6-8 personer. P-værdierne angiver test-sandsynligheden for, at der samlet set *ikke* er en virkning af den pågældende faktor, dvs. en lav P-værdi betyder, at faktoren med stor sandsynlighed har haft en virkning.

Faktor	Frihedsgrader	F-værdi	P-værdi
Behandling	5	175,0	<0,001
Person	8	7,8	<0,001
Dato	2	26,7	<0,001
Behandling*Dato	10	7,9	<0,001
Behandling*Person	40	1,4	0,059

Tabel 11. Estimer for behandlingernes relative behandlingsvirkning, vurderet visuelt i forsøget på helleanlæg i 2004 (data fra Høng, Kalundborg og Ugerløse). P-værdierne angiver test-sandsynligheden for, at to behandlinger er ens, dvs. en lav P-værdi betyder, at to behandlinger med stor sandsynlighed har virket forskelligt.

Behandling	Behandlingsvirkning (Skala 0-10)	P-værdi for behandlingsforskelle					
		Hedvand	Damp	Flammer	Hedluft	Børstning	Ubehandlet
Hedvand	7,2						
Damp	5,3	<0,001					
Flammer	5,1	<0,001	0,466				
Hedluft	4,8	<0,001	0,042	0,190			
Børstning	2,7	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
Ubehandlet	0,4	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

Ved parvis sammenligning af de forskellige behandlinger blev hedvand vurderet til at være mere effektiv end alle øvrige behandlinger (tabel 11). Damp, flammer og hedluft bliver vurderet til at have nogenlunde ens effekt, mens børstning har væsentlig dårligere virkning end alle øvrige behandlinger, men er dog bedre end ubehandlet. Effekten af børstebehandlingerne er vurderet til at have en effekt på cirka den halve af de termiske behandlinger, hvilket givet skyldes en manglende effekt af metoden. Den manglende effekt vurderes at kunne tilskrives, at der på to af lokaliteterne var en jævn bevoksning med finstrået græs, som børsterne ikke har haft nogen nævneværdig bekæmpelseeffekt overfor. Den manglende effekt afspejler sig i, at niveauet allerede ved første vurdering er lavere end de øvrige.

### 5.1.1 Konklusion på behandlingseffekt

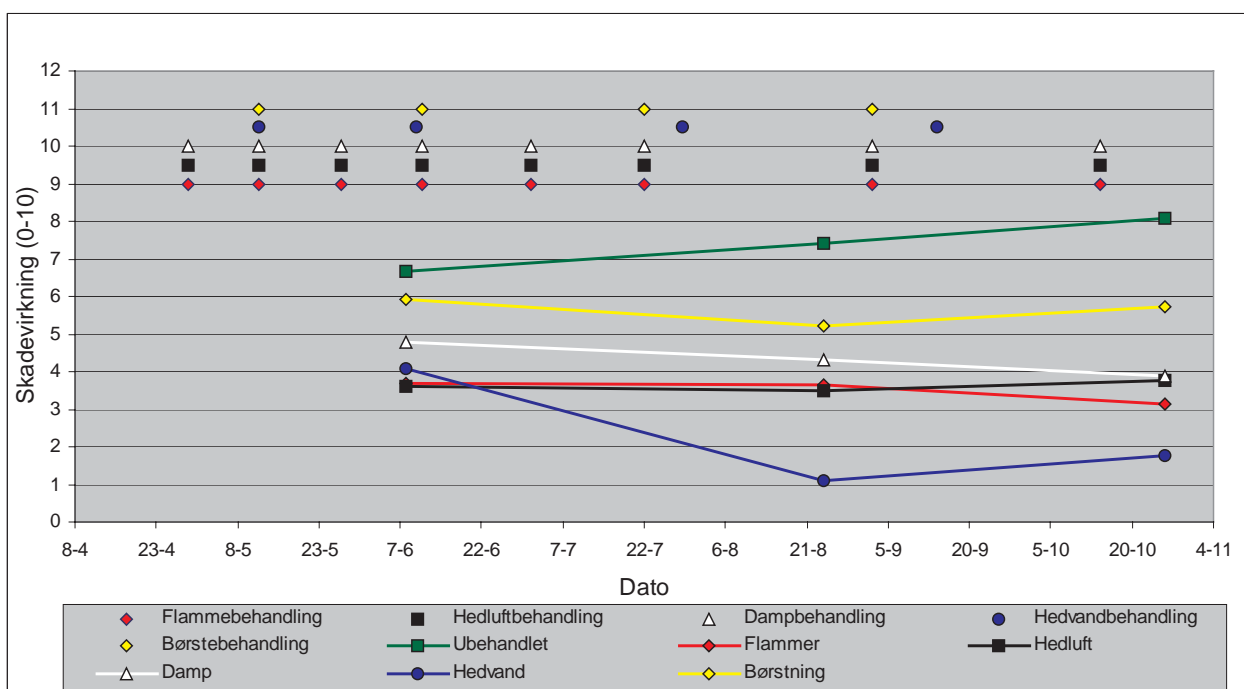
Det er for alle udførte behandlinger vurderet, at de har en stigende behandlingseffekt gennem vækstsæsonen. Den stigende effekt, der er vurderet gen-

nem de tre målinger, skønnes at kunne tilskrives den udmattende effekt, som de termiske behandlinger har på ukrudtsbestanden.

## 5.2. Skadevirkning

I figur 18 er vist resultaterne af de vurderinger, som projektgruppen ved de tre besigtigelser har foretaget af ukrudtsvækstens skadevirkninger. Resultatet er vist som gennemsnittet af alle foretagne vurderinger, hvis antal varierer fra 6 til 8 mellem de enkelte vurderingsdatoer, da ikke alle havde mulighed for at deltage hver gang.

Analysen af personernes vurderinger af skadevirkning viser, at der var klar forskel mellem behandlingernes skadevirkning (tabel 12). Der var også forskel i personernes vurdering, men da der ikke var vekselvirkning mellem behandling og person, drog de forskellige personer generelt de samme konklusioner. Der var vekselvirkning mellem behandling og dato, hvilket primært skyldes, at kurven for hedvand følger et anderledes mønster end de øvrige behandlinger (figur 18).



Figur 18. Skadevirkninger vurderet af projektgruppen ved 3 besigtigelser vist som gennemsnit over 3 lokaliteter.

Tabel 12. Variansanalyse af visuel vurdering af skadevirkning i forsøget på helleanlæg i 2004 (data fra Høng, Kalundborg og Ugerløse). Vurderingerne er foretaget af 6-8 personer. P-værdierne angiver test-sandsynligheden for, at der samlet set ikke er en virkning af den pågældende faktor, dvs. en lav P-værdi betyder, at faktoren med stor sandsynlighed har haft en virkning.

Faktor	Frihedsgrader	F-værdi	P-værdi
Behandling	5	62,9	<0,001
Person	8	8,6	<0,001
Dato	2	2,2	0,182
Behandling *Dato	10	5,5	<0,001
Behandling *Person	40	1,0	0,441

Ved parvis sammenligning af de forskellige behandlings skadevirkning vurderedes hedvand at medføre den absolut mindste skadevirkning. Flam-mer, damp og hedluft medførte omtrent den samme skadevirkning, der var større end for hedvand men mindre end for børstning. Alle behandlinger medførte dog mindre skade end for ubehandlede parceller.

Tabel 13. Estimer for behandlingernes relative skadevirkning, vurderet visuelt i forsøget på helleanlæg i 2004 (data fra Høng, Kalundborg og Ugerløse). P-værdierne angiver test-sandsynligheden for, at to behandlinger er ens, dvs. en lav P-værdi betyder, at to behandlinger med stor sandsynlighed har virket forskelligt.

Behandling	Behandlingsvirkning (Skala 0-10)	P-værdi for behandlingsforskelle					
		Hedvand	Flammer	Damp	Hedluft	Børstning	Ubehandlet
Hedvand	2,3						
Flammer	4,4	<0,001					
Damp	4,6	<0,001	0,5213				
Hedluft	4,7	<0,001	0,222	0,562			
Børstning	6,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
Ubehandlet	7,2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

Ved første vurdering efter udførelse af tre hhv. en behandling for hver af metoderne er en rangorden mellem metoderne, som stort set holdes gennem de 3 vurderinger, samtidig med at forskellene mellem den højeste og laveste fordobles.

### 5.2.1 Konklusion på skadevirkning

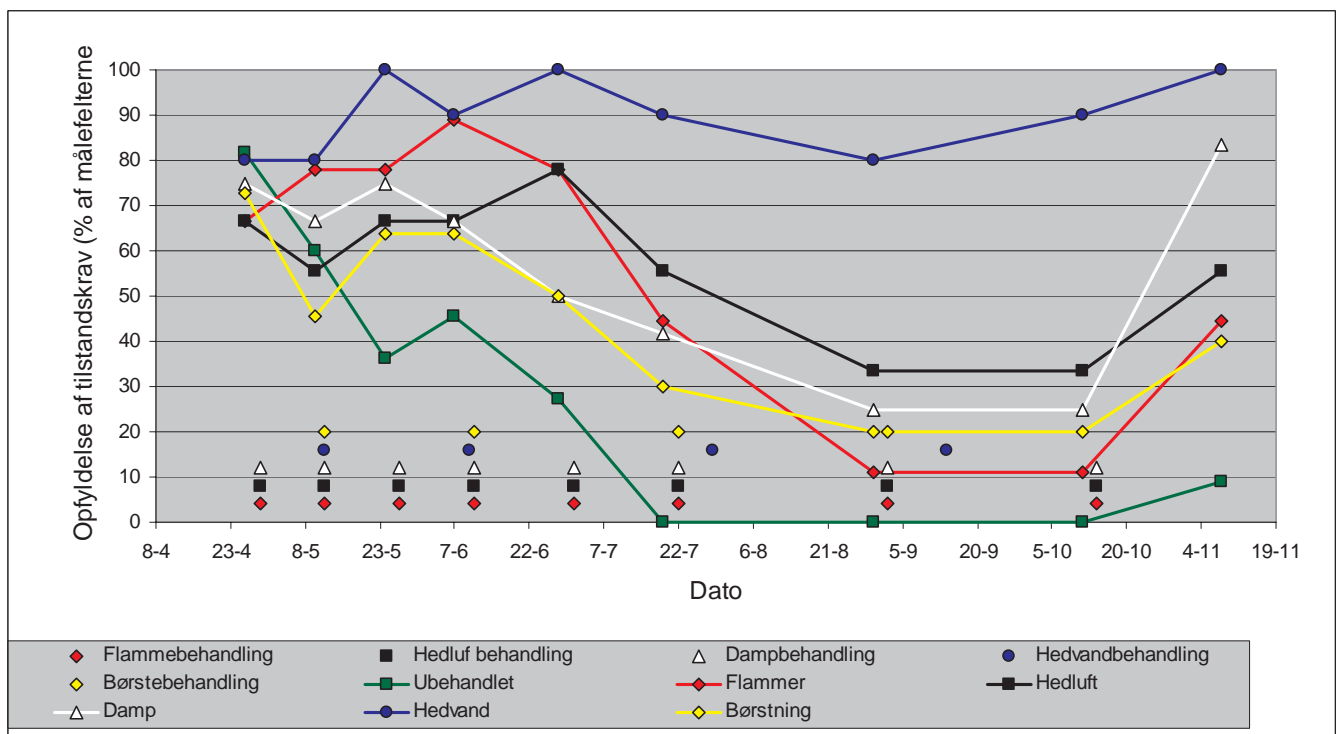
Ukrudtets skadevirkninger i de ubehandlede parceller stiger som den eneste gennem vækstsæsonen. Skadevirkningen i de børstebehandlede parceller falder marginalt, og i de hedluftbehandlede vurderes en uændret skadevirkning.

Damp- og flammebehandling medfører begge et fald på  $\frac{1}{2}$  til 1 enhed, hvorimod skadevirkningen i de hedvandsbehandlede parceller vurderes til at falde  $2\frac{1}{2}$  enhed gennem perioden.

## 5.3. Opfyldelse af tilstandskrav

I figur 19 vises resultatet af den vurdering, der er foretaget af, hvorvidt tilstanden opfylder de krav, de ville stille til den pågældende arealtypes fremtøning. Vurderingen skulle foretages som en ”enten-eller”, hvor accept af tilstanden har fået værdien 1 og ingen accept har fået værdien 0. Ud fra disse værdier er beregnet gennemsnit på tværs af de fire lokaliteter.

Personernes vurdering af opfyldelsen af tilstandskrav viste en klar forskel mellem de forskellige behandlinger, mellem vurderingsdatoer samt vekselvirkning mellem behandling og dato. Der var dog også forskel mellem de forskellige personers vurdering, både det generelle niveau af personernes vurdering og vurderingerne af de enkelte behandlinger (tabel 14).

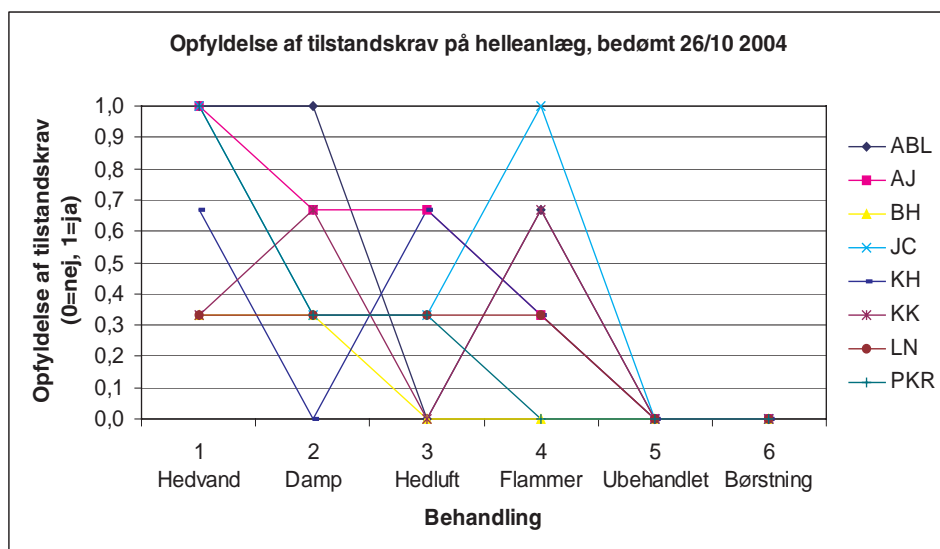


Figur 19. Vurdering af graden af opfyldelse af tilstandskrav for samtlige tre lokaliteter foretaget samtidig med opgørelse af dækningsgrader, dvs. vurderet i de enkelte målefeleter og ikke i parcellen som helhed.

Fra og med starten af juli måned er det kun hedvandsbehandlingerne, der resulterer i en acceptabel tilstand. I figur 12, og diskussionen af denne fremkom, at der fra midten af juli ikke skete nogen ændring af dækningsgraden resten af vækstperioden, og kun hedvand havde på dette tidspunkt medført dækningsgrader under 1 %. Ud fra dette kan det tyde på, at det er vigtigt at nå det acceptable niveau inden planternes primære vækstperiode med strækingsvækst afsluttes omkring 1. juli.

Tabel 14. Variansanalyse af visuel vurdering af opfyldelse af tilstandskrav i forsøget på helleanlæg i 2004 (data fra Høng, Kalundborg og Ugerløse). Vurderingerne er foretaget af 6-8 personer. P-værdierne angiver test-sandsynligheden for, at der samlet set ikke er en virkning af den pågældende faktor, dvs. en lav P-værdi betyder, at faktoren med stor sandsynlighed har haft en virkning.

Faktor	Frihedsgader	f-værdi	P-værdi
Behandling	5	38,4	<0,001
Person	8	10,0	<0,001
Dato	2	19,9	<0,001
Behandling*Dato	10	8,2	<0,001
Behandling*person	40	1,8	0,002



Figur 20. Vurdering af opfyldelse af tilstandskrav på helleanlæg med forskellige typer ukrudtsbekæmpelse. Vurderingerne er foretaget af 8 personer 26/10 2004 med værdien 1 svarende til, at tilstandskravet er opfyldt og 0 svarende til, at tilstandskravet ikke er opfyldt. Behandlingerne er rangordnet efter faldende tendens til opfyldelse af tilstandskrav, beregnet som totalgennemsnit af de 3 lokaliteter Høng, Kalundborg og Ugerløse, de tre måledatoer og alle personers vurderinger.

I figur 20 er vist resultatet fra en enkelt af registreringsdatoerne, hvoraf forskelligheden i personernes opfattelse fremgår.

Ved parvis sammenligning af de forskellige behandlings indflydelse på tilstanden medførte hedvand hyppigere opfyldelse af tilstandskravet end alle øvrige behandlinger (tabel 15). Hedluft, flammer og damp medførte opfyldelse af tilstandskravet omtrent lige hyppigt, mens arealer med børstning og uden behandling næsten aldrig opfyldte tilstandskravet.

Tabel 15. Estimer for behandlingernes relative virkning på opfyldelsen af tilstandskrav, vurderet visuelt i forsøget på helleanlæg i 2004 (data fra Høng, Kalundborg og Ugerløse). P-værdierne angiver test-sandsynligheden for, at to behandlinger er ens, dvs. en lav P-værdi betyder, at to behandlinger med stor sandsynlighed har virket forskelligt.

Behandling	Behandlingsvirkning (Skala 0-1)	P-værdi for behandlingsforskelle					
		Hedvand	Hedluft	Flammer	Damp	Ubehandlet	Børstning
Hedvand	0,7						
Hedluft	0,3	<0,001					
Flammer	0,3	<0,001	0,6201				
Damp	0,2	<0,001	0,248	0,509			
Ubehandlet	0,0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		
Børstning	0,0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,5087	

### 5.3.1 Konklusion på opfyldelse af tilstandskrav

Til trods for forskelle mellem de enkelte personers vurdering er der klare indikationer for, hvilke metoder der medfører en acceptabel tilstand, og hvilke der ikke gør. Fra og med starten af juli måned er det kun hedvands-behandlingerne, der resulterer i en acceptabel tilstand. Det tyder desuden på, at det er vigtigt at opnå et acceptabelt ukrudtsniveau omkring juni-juli.

## 6. Sammenhæng mellem ukrudtsforekomst og opfyldelse af tilstandskrav

For at få en forståelse af sammenhængen mellem ukrudtsforekomsten og arealets opfyldelse af tilstandskravet er de visuelle vurderinger af tilstanden, udført af 6-8 personer, sammenholdt med registreringerne af ukrudtsdækningsgrad, registreret med måleramme.

I Høng blev det vurderet, at tilstandskravet var opfyldt i parceller, hvor ukrudtsmængden varierede fra 0,4 % til 3,5 %, dvs. der blev accepteret op til 3,5 % ukrudt (figur 21). Omvendt blev tilstandskravet vurderet ikke at være opfyldt i parceller, hvor ukrudtsmængden varierede fra 0,4 % til 5,5 %, dvs. parceller blev i visse tilfælde 'kasseret' med en ukrudtsmængde så lav som 0,4 %. Der var dog kun 6 ud af i alt 132 vurderinger i Høng, hvor parcellen blev kasseret med en ukrudtsmængde på under 2,2 %.

I Kalundborg var tilstandskravet opfyldt i parceller med ukrudtsmængder fra 0,1 % til 1,6 %, mens parceller blev kasseret med ukrudtsmængder fra 0,1 % til 3,7 % (figur 22). Ud af de i alt 120 vurderinger i Kalundborg blev 30 kasseret med under 1,0 % ukrudt. At der kasseres så relativt mange vurderinger med under 1 % ukrudt vurderes at skyldes, at der på denne lokalitet var en meget uensartet ukrudtsbestand.

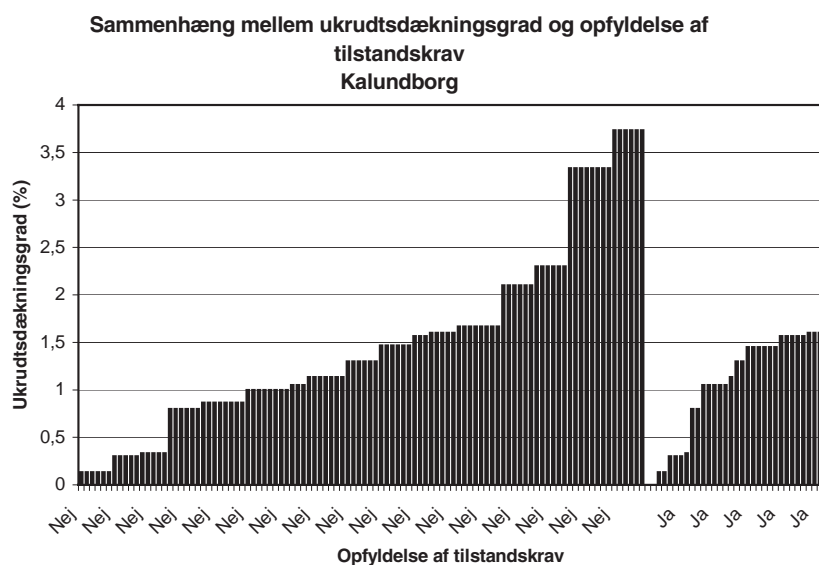
I Ugerløse var tilstandskravet opfyldt i parceller med ukrudtsmængder fra 0,0 % til 2,3 %, mens parceller blev kasseret med ukrudtsmængder fra 0,4 % til 8,0 %. Der var dog kun 6 ud af i alt 132 vurderinger i Ugerløse, hvor parcellen blev kasseret med en ukrudtsmængde på under 1,2 %. At der på denne lokalitet var færre vurderinger, der kasseredes under 1,2 %, vurderes at skyldes, at ukrudtsvæksten her var meget ensartet og bestod af finstrået græs.

Trods betydelige forskelle mellem de tre lokaliteter både mht. ukrudtsmængde og mht. opfyldelse af tilstandskrav er det klart, at opfyldelsen af tilstandskravet ikke entydigt afhænger af ukrudtets dækningsgrad. Dette ses bl.a. af det betydelige 'overlap' i ukrudtsmængde mellem accepterede og kasserede parceller, idet en parcel med kun 0,1 % ukrudt i visse tilfælde blev kasseret, mens en parcel med op til 3,5 % ukrudt i andre tilfælde blev godkendt. Dette forhold gør det vanskeligt at give klare retningslinier for, hvor stor en dækningsgrad af ukrudt, der kan accepteres, men det afhænger givet af ukrudtstypen og ukrudtets fordeling på arealet.

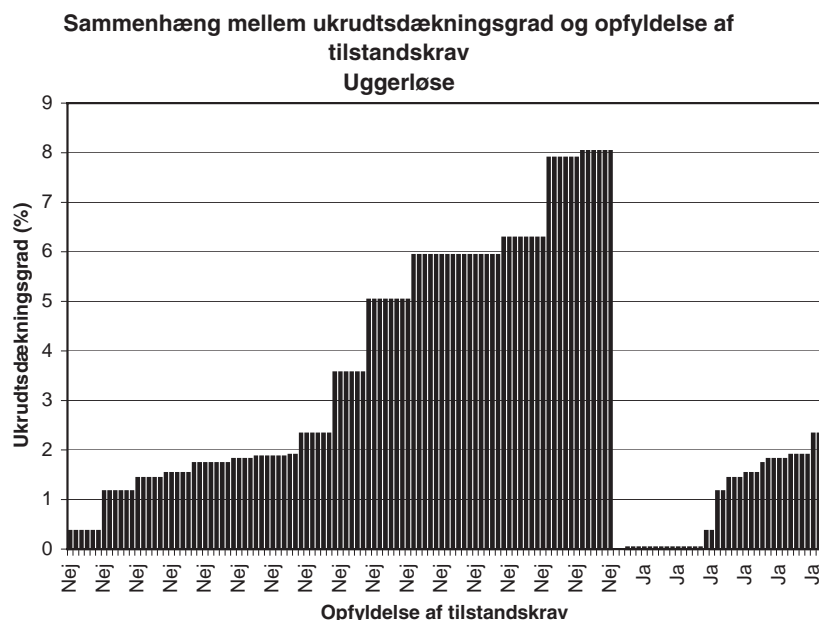


## 6.1. Konklusion på acceptkriterier

Ser man bort fra de relativt mange vurderinger i Kalundborg, hvor tilstandskravet ikke var opfyldt selv med ukrudtsmængder under 1,0 %, synes grænseværdien for opfyldelse af tilstandskravet på de to andre lokaliteter typisk at være mellem 1,2 og 2,2 %.

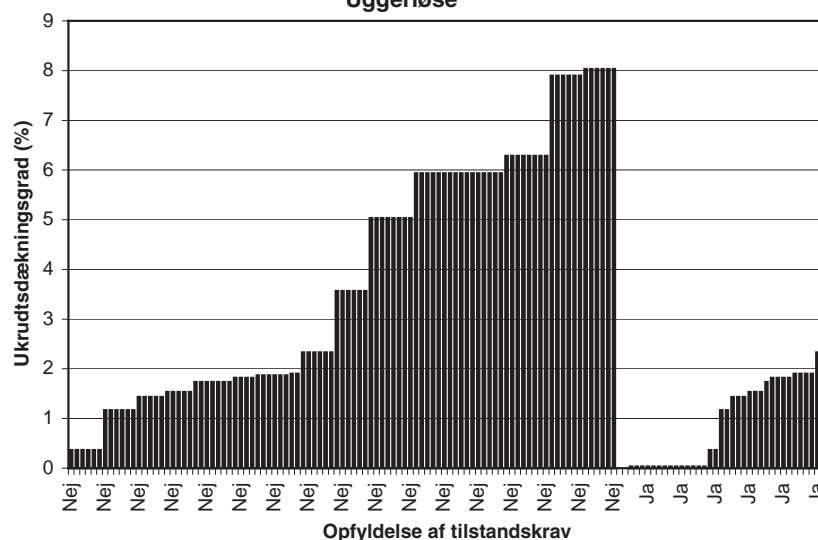


Figur 21. Sammenhæng mellem ukrudtsdækningsgrad og opfyldelse af tilstandskrav på helleanlæg i Høng. Søjlerne repræsenterer parcellerne med de 6 forskellige behandlinger, vurderet på 3 forskellige datoer af 6-8 personer, og der er sorteret efter stigende ukrudtsmængde inden for kategorierne Nej og Ja til opfyldelse af tilstandskrav.



Figur 22. Sammenhæng mellem ukrudtsdækningsgrad og opfyldelse af tilstandskrav på helleanlæg i Kalundborg. Søjlerne repræsenterer parcellerne med de 6 forskellige behandlinger, vurderet på 3 forskellige datoer af 6-8 personer, og der er sorteret efter stigende ukrudtsmængde inden for kategorierne Nej og Ja til opfyldelse af tilstandskrav.

**Sammenhæng mellem ukrudtsdækningsgrad og opfyldelse af tilstandskrav  
Uggerløse**



Figur 23. Sammenhæng mellem ukrudtsdækningsgrad og opfyldelse af tilstandskrav på helleanlæg i Uggerløse. Søjlerne repræsenterer parcellerne med de 6 forskellige behandlinger, vurderet på 3 forskellige datoer af 6-8 personer, og der er sorteret efter stigende ukrudtsmængde inden for kategorierne Nej og Ja til opfyldelse af tilstandskrav.

## 7. Konklusion

Forsøget viste, at det er vigtigt, at der ved starten af vækstperioden foretages en grundig rengøring af arealerne. Denne rengøring i form af fejning har til formål at fjerne akkumuleret skidt og vækstmateriale samt at fjerne det ukrudt, der måtte være på arealet. Rengøringen skal udføres så passende sent, at der dels ikke længere foretages vintertjeneste, hvor løst materiale fra vejbanen kan flyttes til hellerne, og dels så sent, at det ukrudt, der måtte findes, har begyndt sin vækst, og hvor man med fejningen således samtidig opnår en fjernelse af ukrudt. Dette kan spare 1 til 2 ukrudtsbehandlinger. Det optimale tidspunkt for forårsrengøringen menes at være 15. april, idet der skal ske en afvejning af hensynet til at få gjort rent, og der skal være vækst i ukrudtet.

Når der er udført en forårsrengøring, og etableret ukrudt er fjernet, viser forsøget, at der ikke opnås nogen betydende effekt af at behandle 4 gange med en håndbugseret ukrudtsbørste med bladfederbørster. Dette skyldes, at børsten ikke, som de termiske metoder, virker på fremspirende ukrudt, men kun på især tueddannende ukrudt af en vis størrelse.

Anvendelse af termiske bekæmpelsesmetoder medfører en varierende reduktion i forekomsten af ukrudt målt som dækningsgrader og målt som antal ukrudtsfrie felter i en 100-felts ramme.

Alle metoder gav en signifikant mindre mængde ukrudt end der, hvor der ikke var foretaget nogen bekæmpelse. Allerede først i juni var der en klar

rangorden i behandlingernes virkning med hedvand som mest effektiv behandling efterfulgt af hedluft, flammer og damp, der alle gav ret ens ukrudtsmængde, og børstning som den mindst effektive metode. Alle behandlinger førte til markant mindre ukrudtsmængde end i ubehandlede parceller. Fra midten af juli skete der ikke den store udvikling i ukrudtsvæksten, formentlig som følge af den afsluttede strækningsvækst. Der skete heller ingen forøgelse af dækningsgraden som følge af nysåede planter til trods for en meget nedbørsrig eftersommer.

Bedst effekt gav hedvand udbragt 4 gange i vækstsæsonen, uden at der dog var statistisk sikkerhed for, at den var bedre end de øvrige termiske metoder behandlet 8 gange. Energidoseringen af hedvand har været det dobbelte af de kendte metoder, flammer og damp og på niveau med hedluft. I forhold til den forbrugte energimængde synes der at være bedst effekt af hedvand. Det skal dog bemærkes, at den anvendte dosering for hedvand er 4 gange over den normalt anbefalede for termiske behandlinger, og at den årligt udbragte således svarer til 15 normale behandlinger.

Rangordenen for behandlingernes virkning på andelen af ukrudtsfrie felter er ikke væsentlig anderledes end for virkningen på ukrudtsdække. Hedvand havde generelt den største effekt og kunne bevare andelen af ukrudtsfrie felter over 90 % gennem stort set hele vækstsæsonen. Hedluft, flammer og damp havde en relativt ens virkning, mens børstning kun kunne bevare en betydeligt mindre andel af ukrudtsfrie felter.

Ukrudtets skadevirkninger i de ubehandlede parceller vurderes at stige som den eneste gennem vækstsæsonen. Skadevirkningen i de børstebehandlede parceller falder marginalt, og i de hedluftbehandlede vurderes en uændret skadevirkning.

Damp- og flammebehandling medfører begge et fald på  $\frac{1}{2}$  til 1 enhed, hvorimod skadevirkningen i de hedvandsbehandlede parceller vurderes til at falde  $2\frac{1}{2}$  enhed gennem perioden.

Til trods for forskelle mellem de enkelte personers vurdering er der klare indikationer for, hvilke metoder der medfører en acceptabel tilstand, og hvilke der ikke gør. Fra og med starten af juli måned er det kun hedvandsbehandlingerne, der resulterer i en acceptabel tilstand. Det tyder desuden på, at det er vigtigt at opnå et acceptabelt ukrudtsniveau omkring juni-juli.

Ser man bort fra de relativt mange vurderinger i Kalundborg, hvor tilstandskravet ikke var opfyldt selv med ukrudtsmængder under 1,0 %, synes grænseværdien for opfyldelse af tilstandskravet på de to andre lokaliteter typisk at være mellem 1,2 og 2,2 %.

## Arbejdsrapporter *Skov & Landskab*

- Nr. 1 · 2004 Etablering af løvtræ på marginale landbrugsjorder
- Nr. 2 · 2004 Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer
- Nr. 3 · 2004 Metroens effekt på ansattes transportadfærd
- Nr. 4 · 2004 Æstetisk sansning og naturvidenskabelig naturforståelse
- Nr. 5 · 2004 endnu ikke udgivet
- Nr. 6 · 2005 Status og anbefalinger for friluftsliv i forbindelse med Nationalpark Nordsjælland
  
- Nr. 7 · 2005 Recirkulering af aske i skove
- Nr. 8 · 2005 Biomasse til energiformål
- Nr. 9 · 2005 Forsøg på bekæmpelse af Blåtop på Randbøl Hede
- Nr. 10 · 2005 endnu ikke udgivet
- Nr. 11 · 2005 Genetablering af skov på stormfaldsarealer ved naturlig foryngelse
- Nr. 12 · 2005 Vorsø Skov VI
- Nr. 13 · 2005 Skærmstilling og underplantning af rødgran i Gludsted Plantage
- Nr. 14 · 2005 Værdisætning af de danske lyngheder
- Nr. 15 · 2005 Pesticidfri vejdrift - Forsøg på hellearealer
- Nr. 16 · 2005 Pesticidfri vejdrift - Forsøg med cykelstikanter
- Nr. 17 · 2005 Pesticidfri vejdrift - Forsøg langs kantsten
- Nr. 18 · 2005 Pesticidfri vejdrift - Forsøg i nødspor på den sønderjyske motorvej