

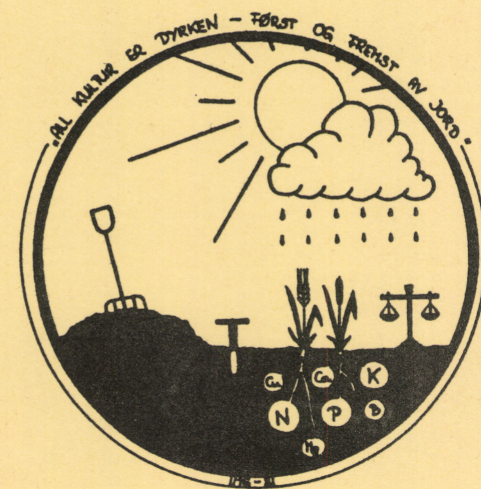
INSTITUTT FOR JORDKULTUR
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
1432 AS-NLH

SERIE B 11/84

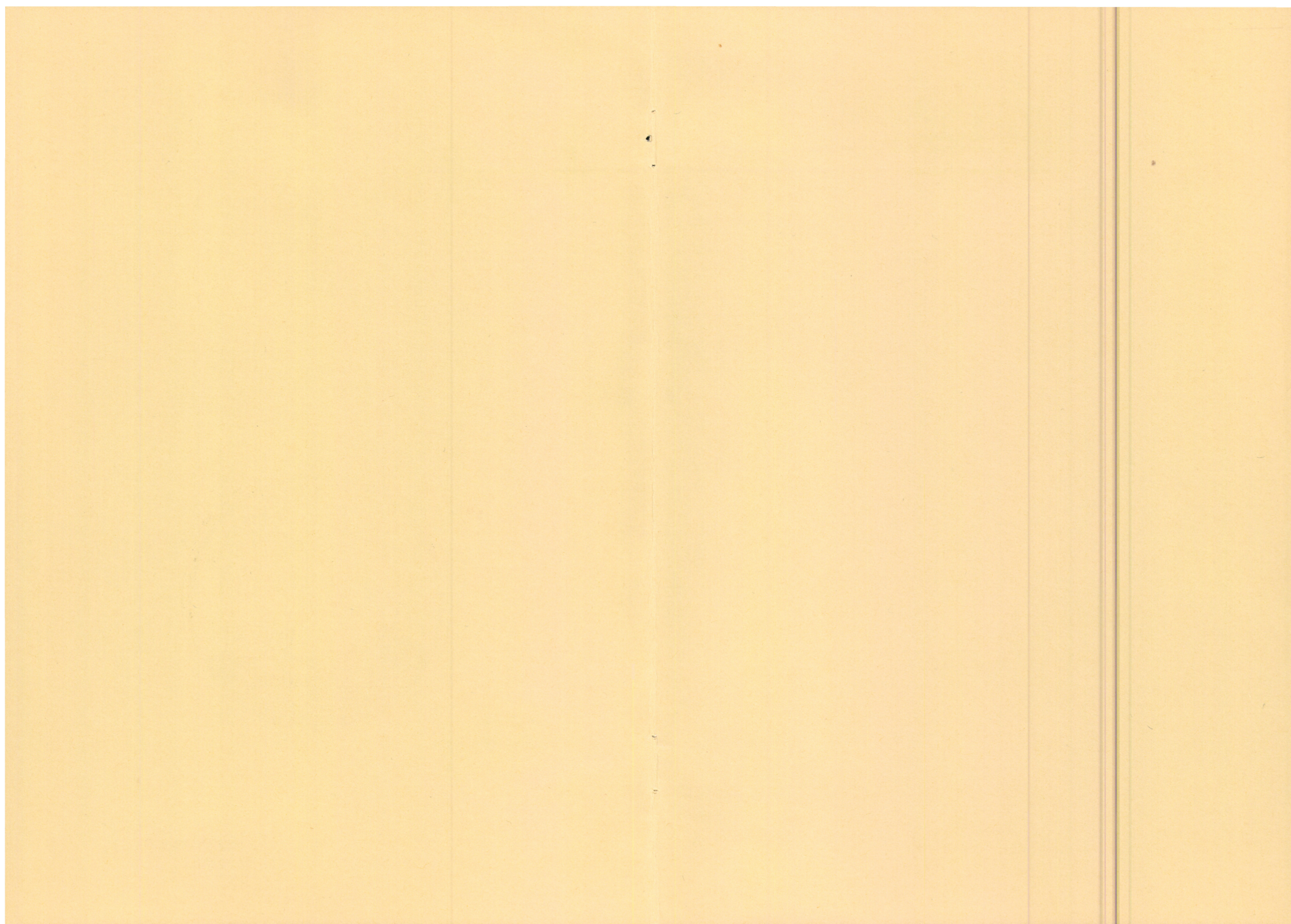
Naturgitte skranker for transporter på innmark

Av
Arnor Njøs

Foredrag under Høgskoledagene
ved Norges landbrukshøgskole
8. og 9. november 1984:
"Transportspørsmål i landbruket"



DEPARTMENT OF SOIL FERTILITY AND MANAGEMENT
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF NORWAY
N-1432 AS-NLH, NORWAY



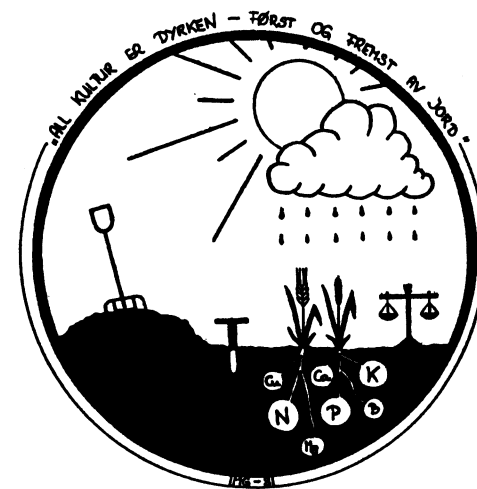
INSTITUTT FOR JORDKULTUR
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
1432 AS-NLH

SERIE B 11/84

Naturgitte skranker for transporter på innmark

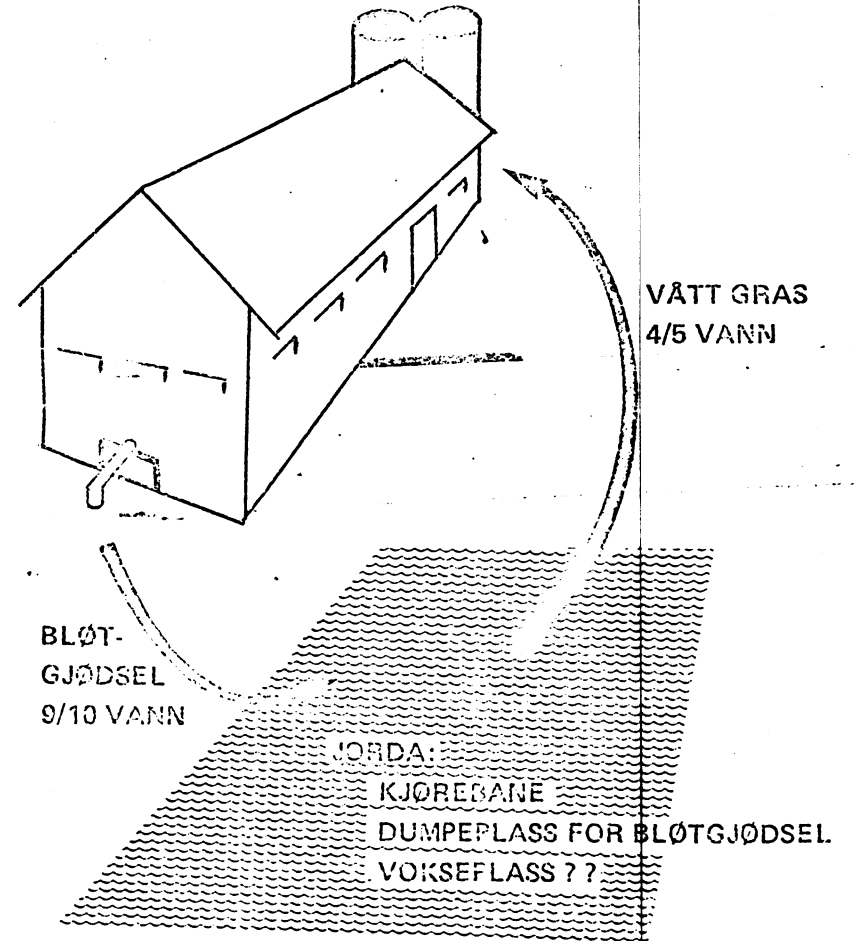
Av
Arnor Njøs

Foredrag under Høgskoledagene
ved Norges landbrukshøgskole
8. og 9. november 1984:
"Transportspørsmål i landbruket"



DEPARTMENT OF SOIL FERTILITY AND MANAGEMENT
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF NORWAY
N-1432 AS-NLH, NORWAY

ENGDYR KING = VANNKJØRING ?



Det trengs mer forskning når det gjelder varighet av pakkevirkninger av de svært tunge maskinene. Her ville det være nyttig å utarbeide akseltrykknormer også for dyrket jord.

Tiltak

Drenering ved grøfting, og på tett jord ved overflateavrenning, vil påvirke bæreevnen og kjørebareheten i gunstig retning. (Hove (1982) har vist stor innvirkning av stigende grøfteintensitet på muligheten for tidlig såing om våren. Når det gjelder de tunge transportene, spesielt store tankvogner med kalk eller bløtgjødsel, ville det ut fra hensyn til jorda være best å foreta kjøringen på frossen jord. Ut fra forurensningssynspunkt vil det være det verste, og en må derfor finne en mellomvei. Kalken kan spres ut på stubbåker eller eng før pløying, og bløtgjødsel om våren på upløyd mark. Deretter kan pløying løse opp den sammenpakkede jorda. - Dette vil likevel ikke hjelpe i rene engomløp hvor det samtidig er overskudd på husdyrgjødsel. Her vil gyllemetoden - det vil si spredning av bløtgjødsel med vanningsutstyr hjelpe.

Men en har da igjen et problem med forurensning ved overflateavrenning. Dersom vanningen blir utført utenom eller i slutten av vekstsesongen er det risiko for nitratutvasking.

Mens strukturskader i topplaget stort sett øker med marktrykket, vil påvirkningen på de dypere lagene øke med tyngden av maskinene. Det må derfor være riktig å holde mest mulig av den tyngste trafiken på skifteveier. Det skulle da være en fordel at skiftene er noenlunde kvadratiske med skifteveier på alle sider.

Arnor Njøs
Institutt for jordkultur

NATURGITTE SKRANKER FOR TRANSPORTER PÅ INNMARK

Transportmengder

Total transportert masse på innmark kan være 25 - 30 millioner tonn, av dette rundt 20 millioner tonn vann. Hvis en regner midlere transportlengde rundt 350 m, vil vi få henholdsvis ca. 10 millioner tonnkm totalt, derav ca. 7 millioner tonnkm vann.

Gras og bløtgjødsel er de dominerende transportpostene. I melkeproduksjonen vil det være en inntransport til driftsbygningen på 3 - 5 tonn gras pr dekar, avhengig av avlingsstørrelsen. Av denne massen er det 2,5 - 4 tonn vann. Transport av bløtgjødsel ut fra bygningene utgjør 2-4 tonn pr dekar avhengig av husdyrtall i forhold til areal og av kraftfôr og annet fôr transportert til gården utenfra. Vannmengden i bløtgjødsel er 1,8 - 3,6 tonn pr dekar.

I kornproduksjonen vil selve korntransporten inn til tunet utgjøre 350 - 500 kg pr dekar, med en vannmengde rundt 70 - 100 kg.

Trafikktetthet

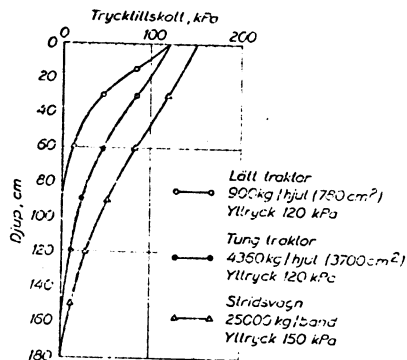
Trafikktettheten på innmark er avhengig av driftsmåten. Ved engdyrking med 3 ganger høsting blir det en midlere spordekning på 4, dvs. at hele arealet i middel er dekket 4 ganger med spor i løpet av en sesong. Ved korndyrking kan spordekningen variere fra 1,0 til 2,5, det minste tallet for store maskiner og redusert jordarbeiding, det største for mindre maskiner og jordarbeiding med pløying.

Marktrykk - Tyngde

Marktrykk er tyngde/anleggsflate. Det er en viss sammenheng mellom lufttrykk i dekk og marktrykk, avhengig av bl.a. dekkstivheten. For traktorer varierer lufttrykket stort sett i området

100 - 300 kPa, mens tilhengere kan ha lufttrykk opp til 500 kPa og store lastebiler opp til 800 kPa. Totalmassen for maskiner varierer over et svært bredt område, fra under 1 tonn for forhøstere til 2 - 6 tonn for traktorer og opp til 15 - 16 tonn for store bløtgjødselspredere og spredebiler for kalk. Virkningen av stigende marktrykk gjør seg mest gjeldende ved økende spordybde og nedsynking i topplaget, mens økende tyngde påvirker de dypere jordlagene. Det er forsøkt å stille opp grenser for "skadelige" verdier av begge størrelser. For lufttrykk i dekkene har det vært nevnt et område for skadelige trykk helt fra ca. 30 kPa til 200 kPa med et slags praktisk middeltall rundt 100 kPa. For akseltrykk har det vært nevnt 6 tonn som en absolutt øvre grense, men virkningene på de dypere lagene begynner nok ved adskillig mindre belastninger.

Som figur 1 viser, kan en tung (4350 kg pr. hjul) traktor gi betydelig trykkvirkning på 60 cm dybde i forhold til en lett (900 kg pr hjul) selv om marktrykket er likt.



Figur 1.
Trykkvirkning i
ulike dybder av
ulike tunge
maskiner
e. Eriksson m.fl. (1974)

Underlagets funksjoner

Jorda eller jordsmonnet, kan betraktes som vokseplass, kjørebane og filter. Disse tre funksjonene virker ikke uavhengig av hverandre. Kjørebane påvirkes av hva som vokser. Et varig grasdekke gir større bæreevne enn en kornåker, og nypløyd mark gir svært liten bæreevne. Jorda som filter påvirkes både av

Klima - Kjørbare dager

Jordfuktigheten er en viktig begrensning for transport om en ikke vil skade vokseplassens funksjon. I forsøk ved Institutt for jordkultur har 1 - 6 kjøring under våte forhold om våren i åker gitt avlingsreduksjoner i korn på 10 - 40 prosent. I eng har kjøring generelt gitt mindre avlingsreduksjon, men i Sør-Norge har avlingsnedgangen for pakking vært betydelig ved 3 høstinger i forhold til ved 2. Fortørking av gras vil redusere transportbehovet ved engdyrking.

Antall brukbare dager for ulike arbeider i løpet av vekstsesongen varierer sterkt med klimaforhold på stedet. Arsvariasjonen er stor. Det ville være av betydelig interesse å utnytte kombinasjonen meteorologiske data - jorddata til å skaffe seg oversikt over kjørbare dager i ulike distrikter. Ved åkerbruk kan en ut fra fordamping og nedbør beregne risikoperioder for transport hvis en forutsetter en minste opptørking før det er tilrådelig med kjøring, og forutsetter visse jordegenskaper.

Eksempler på risikoperioder:

As: Teleløsning - 25. april og 25. september - Oppfrysing
Klepp: Teleløsning - 1. mai og 25. september - Oppfrysing
Trondheim: Teleløsning - 1. mai og 20. september - Oppfrysing

I kystbygdene i Nord-Norge blir risikoperiodene lengre. Det er ellers overalt risiko utenom periodene, etter kraftig eller langvarig regn.

FOU - behov

Det er behov for mer forskning når det gjelder pløyefri jordarbeiding ved korndyrking, eventuelt direktesåing, både for å redusere erosjon, øke bæreevne og for å spare energi. Det er videre behov for forskning på maskinsiden når det gjelder kjøring i sidehelling. I alle vekster, men spesielt i knoll- og rotvekster er det sterkt behov for å undersøke om faste hjulspor kan la seg gjennomføre i praktisk målestokk. Dette kan også kalles kontrollert trafikk. I åker kan det undersøkes om et modulsystem for arbeidsbredder for ulike maskiner kan gjøre det mulig med faste hjulspor.

For eng tåles det noe større helling enn for åker. Opp til 25 prosent (1:4) kan regnes som brukbart for vanlig engbruk med dagens metoder for grashøsting, mens mark med helling 1:4 til 1:3 må betraktes som mer risikofylt. Her kreves bruk av spesielt transportutstyr, f.eks. kasser. Skal en dyrke enda brattere jord, blir det spørsmål om annet utstyr f.eks. vinsj.

Den ene siden av problemet bratthet er risikoen for ulykker, den andre er risikoen for erosjon. Terrassering og tilpasning til kjøring langs kotene er derfor en annen måte å løse problemet på. Jordarbeiding med vendepløgg kan være forholdsvis greit i sidehelling, f.eks. ved å la pløgen velte oppover. Traktoren vil rettes opp når det indre hjulet går i fura og det andre på upløyd mark. Men transportkjøring i sidehelling er ikke enkelt, fordi det kan bli sideglidning. Langsgående ribber på tilhengerhjulene gir større stabilitet i side. Oppretting av traktor og tilhenger ved hjelp av krøppede aksler kan være en annen mulighet.

Kupert terreng blir idag stort sett høvlet og jamnet ut med bulldosere.

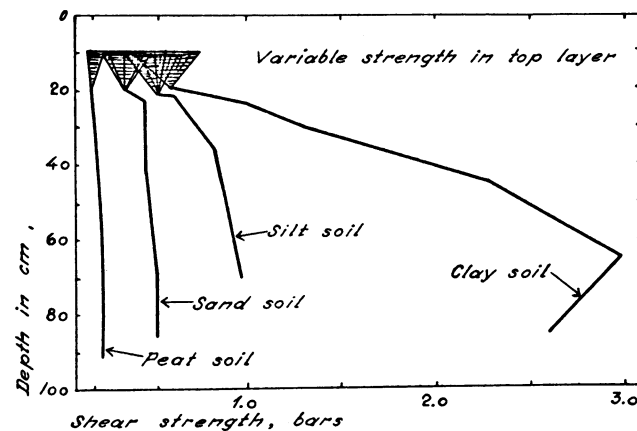
Kjøreskader

Siden bæreevnen er større i eng enn i åker blir en ofte fristet til å kjøre ved større jordfuktighet der det er grasdekke. Store deler av engdyrkinga foregår i områder med stor nedbør og samtidig jord med liten fasthet. Skadene av kjøring på eng er i første rekke en skade på plantedekket, dernest en skade på jordstrukturen. Den første ytrer seg i ujamn gjenvekst. Enga får et svært hakkete preg, med rask gjenvekst mellom hjulsporene og sterkt forsinket, eller liten gjenvekst i hjulsporene. Dagens bruk av eng til surfor, med høsting på tidlig vekststadium, fører til mange høstinger, stort energiforbruk pr førenhet (omtrent det dobbelte av i korn) og et ugrasproblem. Hjulsporene gir ujamn overflate, nedsatt infiltrasjon og større overflateavrenning av vann og dermed større risiko for forurensning.

I åker har vi først og fremst indirekte virkninger på avlingsnivået på grunn av kjøring. Jorda blir for tett og fast, det kan bli oksygenmangel, dårlig rotutvikling og nedsatt næringsopptak og dermed nedsatt avling.

jorda som kjørebane og jorda som vokseplass. Infiltrasjonshastigheten for vann er størst der det er varig grasdekke og minst der det er varig åker. Videre er den langt mindre i hjulspor enn mellom hjulspor. Både jorderosjon og forurensinger øker med stigende kjøremengde under ellers like forhold.

Jordas fasthet har betydning både for bæreevne og for maskinenes trekkeevne.



Figur 2.
Fasthet i ulike jordarter som funksjon av dybden. Legg merke til stor variasjon i topplaget

Mens fastheten i topplaget av dyrket jord kan vise stor variasjon med fuktighet og bruk, er fastheten i underlaget mer direkte avhengig av jordarten. Fastheten og dermed bæreevnen avtar i rekkefølgen leirjord - siltjord - sandjord - torvjord.

Fuktigheten har stor betydning for fastheten. (Det normale er at fastheten øker når jorda tørker opp). I ren sand er fastheten liten i svært tørr og svært fuktig jord og størst ved moderat fuktighet. Dyrket jord på grovt underlag, eller på tett underlag får svært liten bæreevne etter langvarig regn. Topplaget blir mettet til en grense som svarer til dreneringssuget i bunnen av topplaget.

I eng er fastheten betydelig større enn i åker, se tabell 1.

Tabell 1. Skjærfasthet for ulike typer kjørebane, målt i topplaget.

Kjørebane	Skjærfasthet kPa
Snø etter setning	1 - 4
Torvjord, stubbåker	1 - 10
Torvjord, eng	3 - 25
Leirjord, stubbåker, etter høsting	20 - 40
Leirjord, eng etter høsting	40 - 80
Leirjord, høstpløyd åker, tidlig vår	ca. 10
Leirjord, upløyd åker, tidlig vår	ca. 30

De to siste linjene er etter Marti (1984). Han fant at selv om vanninnholdet var større, var fastheten større der det ikke var pløyd. Vi kan altså slå fast at pløying reduserer fastheten og dermed bæreevnen betydelig i topplaget. Innen grasarter er det en viss forskjell, f.eks. har timoteieng mindre fasthet enn engrap- og strandrøring på torvjord (Lotsberg 1976).

Kjørbarhet - Framkomstevne

En maskin som skal bevege seg ute i terrenget har en trekkevne som er avhengig av jord og terreng. Motorstyrken i kW har interesse bare i den grad den er tilstrekkelig for de verdier som er begrenset av jord og terreng.

Den kraften som skal trekke maskin og f.eks. tilhenger utvikles i grensesonen der jord slites mot jord under drivhjulene. Den resulterende skyvekraften er avhengig både av friksjon og kohe-sjon - den første dominerer på vei eller på tørr sandgrunn, den siste i våt leire. Friksjonskomponenten øker med stigende normallast, kohesjonskomponenten med økende anleggsflate. Når begge teller med, blir det størst skyvekraft ved et optimalt marktrykk tilsvarende en bestemt jordfuktighet. Ved høy jordfuktighet er det optimale marktrykket lite. Generelt øker skyvekraften med stigende grad av uttørking.

Begrensningene fra jorda kan beskrives som rulle-motstand. Denne består av de enerigtap som skyldes at jorda lar seg pakke og at jord må skyves foran hjula. Pakkingsmotstanden er avhengig av det jordvolumet som pakkes og av jordas fasthet. Hvis jorda er fast, blir spordybden liten, og dermed også rulle-motstanden. Det samme gjelder bulldosingsmotstanden som skyldes at jord må skyves foran hjulene. For begge motstander er det slik at ned-satt lufttrykk i dekkene fører til mindre spordybde og dermed også mindre rulle-motstand.

Ved stor fuktighet (nær metning) er skyvekraften liten. Da er også rulle-motstanden stor, p.g.a. stor spordybde. Samtidig blir strukturskadene store ved stor jordfuktighet, fordi jorda blir eltet sammen til en deig under drivhjulene (jord med et visst leirinnhold).

Bortimot ubegrenset bæreevne har vi på frossen jord. Dette har mest betydning på torvjord, men har også betydning hvis det er snakk om store akseltrykk på annen type jord. Bruk av store transportvogner for husdyrgjødsel og kalk, samt anleggskjøring over dyrket jord, kan gi store akseltrykk. En kan ellers merke seg at kjøring på tele kan gi betydelige skader på eng. Graset går ut, fordi vekstpunktet slites av på grasplantene.

Terreng

De terrengforholdene som begrenser transport på innmark er hellingsgrad og ujamnheth (kupert terreng). Ved åkerbruk blir det i flere land regnet en grense for bratthet rundt ca. 15 -20 % eller ca. 1:6 til 1:8. Men i Afrika kan det være eksempler (Zambia) på at terreng brattere enn 8 % (1:12.5) regnes som udyrkbart for åkerbruk. Dette har da større sammenheng med erosjonsrisiko enn med kjøreforhold. Større bruk av firehjulstrekk på traktorene og mer bruk av selvgående maskiner har nok flyttet grensene for hellingsgrad noe oppover, i retning av 20 % eller 1:5. Men ved klassifisering av åkermark bør nok helling rundt 1:8 til 1:5 betraktes som en noe risikofylt markbruksklasse.