



BODEMVERDICHTING DOOR BERIJDING MET ZWARE MACHINES.

ABSTRACT

In een onderzoek van 2011 werd vastgesteld dat ruim 60 % van de verdichting door de eerste berijding ontstaat, 8 % door de tweede en daarna neemt het effect snel af.

AUTEUR

Maximilian Hetz, MSc
Onderzoeker bij TFI Vitaler Groen

WHITEPAPER.

16 JULI 2024

BODEMVERDICHTING DOOR BERIJDING MET ZWARE MACHINES.

PROBLEEMSTELLING

Bouwwerkzaamheden, festivals en andere gebeurtenissen veroorzaken meestal veel overlast voor bomen. Zware vrachtwagens en constructiemachines rijden dicht langs de stam, vaak wordt ook zwaar materiaal te dicht bij de boom opgeslagen. Dit veroorzaakt bodemverdichting, wat schadelijk voor de boom kan zijn. Verhoogde bodemverdichting als gevolg van bouwactiviteiten vermindert de porositeit, beluchting en infiltratiecapaciteit van de bodem, terwijl waterafvoer over het maaiveld en erosie ervan toenemen. Bodemverdichting beperkt de groei van boomwortels en vermindert zo de wortelontwikkeling en wateropname [1]. Het algemene advies is om het gebied onder de kroon onaangetast te laten. Het Norminstituut Bomen adviseert om tijdens bouwwerkzaamheden het gebied onder de hele kroon af te schermen [2]. Maar regels worden overtreden en soms worden de vereisten helemaal niet uitgevoerd. Dit kan een schadelijk niveau aan bodemverdichting veroorzaken [1]. Bij een verdichting in de bodem van 1.5 MPa (megapascal) kunnen de boomwortels zich slechter ontwikkelen, en bij een verdichting van 3 MPa kunnen helemaal geen wortels meer groeien [3].

DE EERSTE DRIE BERIJDINGEN VEROORZAKEN DE MEESTE SCHADE

In het algemeen veroorzaken de eerste drie berijdingen de meest significante verdichting [4], [5]. In een onderzoek van 2011 werd vastgesteld dat ruim 60 % van de verdichting door de eerste berijding ontstaat, 8 % door de tweede en daarna neemt het effect snel af [6]. Bij een reeds verdichte grond zou het geen verschil maken, omdat deze al verdicht is [4] (zie bijlage – figuur 1). Maar dat betekent ook dat hoe meer poriën in de grond zitten, hoe groter het effect van de eerste overrijdingen is. Zwaardere machines hoefden minder vaak de grond te berijden dan lichtere machines om dezelfde verdichting te veroorzaken [7].

IN 30-50 CM DIEPTE WORDT DE GROND HET MEESTE VERDICHT

Onder zwaar verkeer kan de bodem tot ruim 1 meter verdicht worden [8]. Een machine van 10 ton verdicht de bodem doorgaans tot 50 cm diepte en zwaardere machines nog dieper [9]. De meeste verdichting, ruim 45 %, ontstaat tussen 20-30 cm diepte [7]. Dit veroorzaakt onder andere een significante reductie van poriën in de bovenste laag [4]. Vanaf 30 tot 100 cm neemt de druk aanzienlijk af met de diepte, en naar 100 cm neemt de geïnduceerde stress heel langzaam af met toenemende diepte [10]. De meeste verdichting ontstaat direct verticaal en verspreidt zich in mindere mate horizontaal [9] (zie bijlage – figuur 2).

KLEI EN SILT ZIJN KWETSBAARDER DAN ZAND, VOCHT VERSTERKT HET EFFECT

Fijnkorrelige bodems met een hoge plasticiteit hebben ook een hogere samendrukbaarheid [11]. Klei en silt hebben van nature meer poriën en verdichten makkelijker dan zandbodems. De verdichtingsfactor vergroot zich met bodemvocht; hoe vochtiger de grond, hoe meer de verdichting zich concentreert op grotere diepte [9]. Maar aan de andere kant zijn bodems bestand tegen zwaar verkeer als ze droog genoeg zijn [12] (zie bijlage – figuur 3).

VERDICHTING KAN PERMANENT BLIJVEN

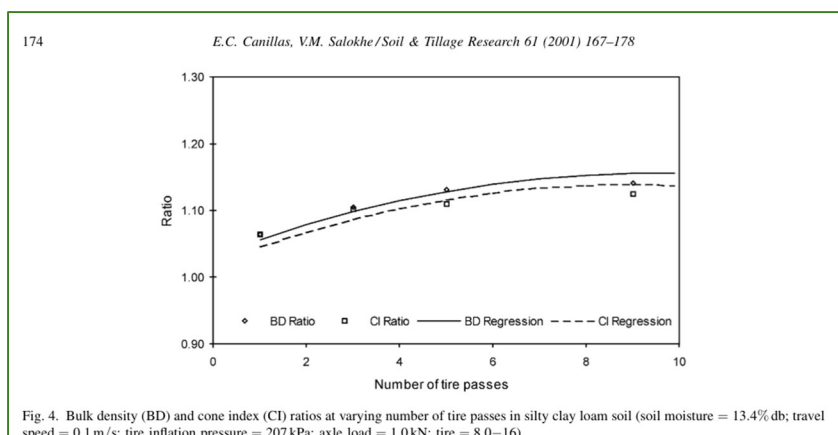
Meerdere factoren zoals gewicht, bandengrootte en -spanning beïnvloeden de druk die een machine uitoefent. Hetzelfde gewicht veroorzaakt minder druk bij bredere banden. Een gewone auto bijvoorbeeld veroorzaakt een belasting van 0.2 MPa [13]. En gewone (stads)grond is gewoonlijk al verdicht rond 1 MPa. Verder kan een bodem zich van verdichting herstellen, zelfs als de verdichting tot 1.5 MPa of meer toeneemt. Maar bij te zware of te frequente verdichting kan de herstellimiet (afhankelijk van vochtgehalte en bodemsamenstelling) van een bodem worden overschreden en daardoor een permanente verdichting ontstaan [14], [15]. Een verdichting dieper dan 40 cm herstelt zich bijna nooit vanzelf en het mechanisch losmaken is vaak moeilijk en duur [9].

CONCLUSIE

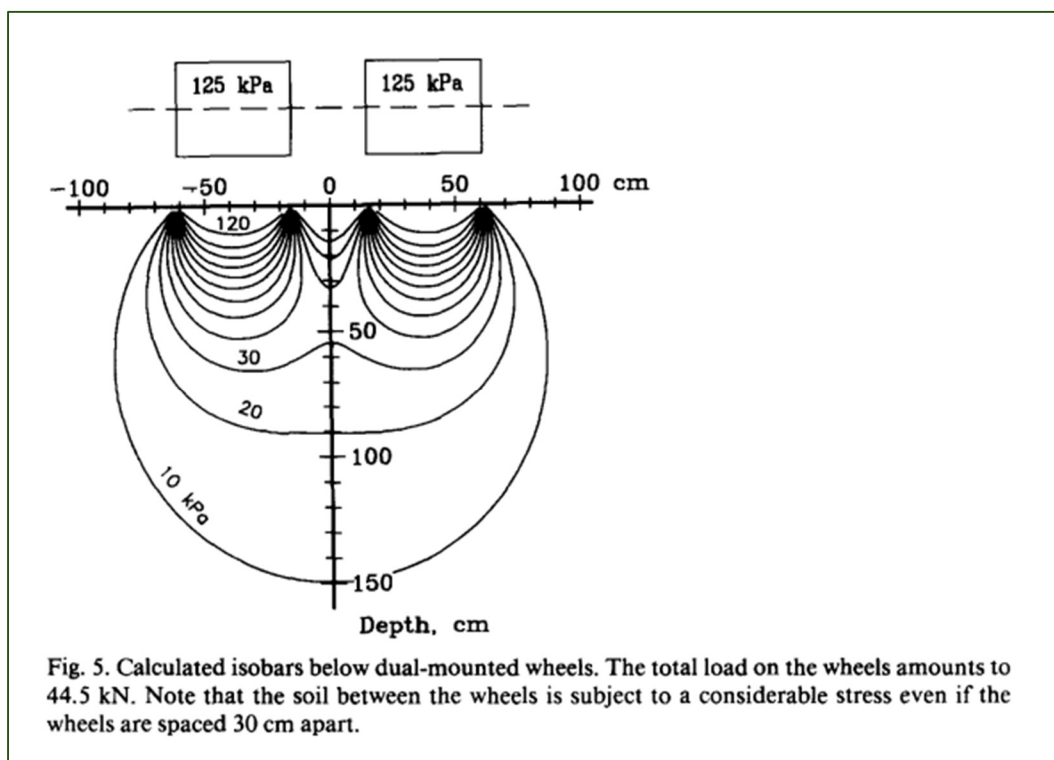
Een behandeling met de TFI-methode®, een geavanceerde luchtinjectietechniek, is een goede oplossing om bodemverdichting op te heffen. Het creëren van poriën in de bodem en inbrengen van een daarvoor ontwikkeld substraat geeft boomwortels weer ruimte om zich te ontwikkelen. Ook herstelt het de doorlaatbaarheid van de bodem en voorkomt wateroverlast. Bijvoorbeeld, vanwege regelmatige wateroverlast in het Spinozapark heeft de Gemeente Rotterdam een onderzoek naar een behandeling met de TFI-methode® uitgevoerd. Daaruit blijkt dat er na de behandeling met de TFI-methode® een significante verbetering van de doorlatendheid van de bodem werd bereikt [16].

Echter het berijden met een zware machine na een behandeling heeft een sterk negatief effect, omdat de behandelde bodem weer kwetsbaar voor verdichting is. Het is aan te nemen dat op gazon een enkele berijding door een 10 ton zware machine een verdichting van 45 % tot 30 cm diepte kan veroorzaken en bij een vochtige bodem nog dieper. Het is dan ook aan te bevelen om na een behandeling gericht op het opheffen van bodemverdichting, ook maatregelen te treffen om herhaalde overbelasting van de bodem te voorkomen.

BIJLAGE



Figuur 1 – Afname bodemverdichting na herhaalde berijdingen [5]



Figuur 2 – Gecalculeerde verspreiding van de druk veroorzaakt door twee banden [10]

| Plasticity of various silt/clay soils | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------|----------------------|
| Category | Soil | PI (percentage) | Degree of plasticity |
| I | Sand or silt • traces of clay • little clay | 0-1 | Non-plastic |
| | | 1-5 | Slight plasticity |
| | | 5-10 | Low plasticity |
| II | Clay loam | 10-20 | Medium plasticity |
| III | Silty clay Clay | 20-35 | High plasticity |
| | | >35 | Very high plasticity |

Figuur 3 – Plasticiteit van bodemsamenstelling, hogere plasticiteit komt overeen met hogere samendrukbaarheid [11].

LITERATUUR

- [1] K. Pike, K. O'Herrin, C. Klimas, and J. Vogt, "Tree preservation during construction: An evaluation of a comprehensive municipal tree ordinance," *Urban For Urban Green*, vol. 57, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.ufug.2020.126914.
- [2] Norminstituut Bomen, *Handboek Bomen*. 2022.
- [3] Remco Valk, "Gesprek met Remco Valk, Operationeel Directeur TFI." Utrecht, Apr. 30, 2024.
- [4] R. H. Webb, "Off-road Motorcycle Effects on a Desert Soil," *Environ Conserv*, vol. 9, no. 3, pp. 197–208, 1982, doi: 10.1017/S0376892900020403.
- [5] E. C. Canillas and V. M. Salokhe, "Regression analysis of some factors influencing soil compaction," 2001.
- [6] A. Elaoud and S. Chehaibi, "Soil Compaction Due to Tractor Traffic," *Journal of Failure Analysis and Prevention*, vol. 11, no. 5, pp. 539–545, Oct. 2011, doi: 10.1007/s11668-011-9479-3.
- [7] M. Allman, Z. Dudáková, M. Jankovský, M. Vlčková, V. Juško, and D. Tomčík, "Soil Compaction after Increasing the Number of Wheeled Tractors Passes on Forest Soils in West Carpathians," *Forests*, vol. 13, no. 1, p. 109, Jan. 2022, doi: 10.3390/f13010109.
- [8] T. T. Kozłowski, "Soil compaction and growth of woody plants," 1999.
- [9] I. Hiikansson and R. C. Reeder, "Subsoil compaction by vehicles with high axle load extent, persistence and crop response," 1994.
- [10] H. J. Olsen, "Calculation of subsoil stresses," *Soil Tillage Res*, vol. 29, no. 2–3, pp. 111–123, Mar. 1994, doi: 10.1016/0167-1987(94)90047-7.
- [11] FAO, "FAO-Training Webpage 'Soil.'" Accessed: May 17, 2024. [Online]. Available: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706e/x6706e00.htm#top

- [12] R. L. Raper and J. Mac Kirby, “Soil compaction - how to do it, undo it, or avoid doing it.,” 2006.
- [13] J. W. Thompson, K. Sorvig, and C. D. Farnsworth, *Sustainable Landscape Construction: A Guide to Green Building Outdoors*. Island Press, 2000. Accessed: May 17, 2024. [Online]. Available: <https://archive.org/details/sustainablelands0000thom/page/50>
- [14] T. T. Kozlowski, “Soil compaction and growth of woody plants,” 1999.
- [15] T. Keller, J. Arvidsson, P. Schjønning, M. Lamandé, M. Stettler, and P. Weiskopf, “In Situ Subsoil Stress-Strain Behavior in Relation to Soil Precompression Stress,” *Soil Sci*, vol. 177, no. 8, pp. 490–497, Aug. 2012, doi: 10.1097/SS.0b013e318262554e.
- [16] D. van der Sar and N. Mooij, “Spinozapark geohydrologische monitoring,” Rotterdam, May 2017.