Allianz Fahrweg Normalspur / Genfergasse 11, CH-3001 Bern / info@allianz-fahrweg.ch / allianz-fahrweg.ch

Improving Seasonal Frost Design

Designverbesserung des saisonalen Frostdesigns
Amélioration du Dimensionnement au Gel Saisonnier

Version	Erstelldatum	Änderungen	Autor(en)	Freigabe
V1.0	02.02.2023	-	James Fern	FB FB, 08.11.23

Allianz Fahrweg Normalspur / Genfergasse 11, CH-3001 Bern / info@allianz-fahrweg.ch / allianz-fahrweg.ch

Inhaltsverzeichnis / Table of content

1 Management Summary 3

2 Ausgangslage & Ziel / Scope &Objectives 4

3 Herangehensweise / Methodology 4

4 Ergebnisse / Results & findings 4

4.1 State of knowledge 4
4.1.1 Frost-sensitive soils 5
4.1.2 Frost depth 5
4.1.3 Groundwater migration 5
4.2 Current Swiss regulations 5
4.2.1 AB-EBV design method 6
4.2.2 VSS (SN 6)70 140b design method 6
4.2.3 VÖV RTE 21110 design method 7
4.2.1 USACE EM 11110-3-138 design method 7
4.2.2 General shortcomings of Swiss regulations 7
4.3 Possible improvements 8
4.3.1 Frost-susceptibility classification 8
4.3.2 Evolution of frost indices (global warming) 8
4.3.3 Frost Index design 9
4.3.4 Reduced subgrade-strength method 9
4.3.5 Integration of other design paradigms 9
4.3.6 Computer-aided design approaches 9
4.3.7 Timeline for implementing improvements 10

5 Diskussion & Schlussfolgerungen / Discussion & Conclusion 10

6 Literaturverzeichnis / References 11

Appendix A: Evolution of frost indices between 1902 and 2022 12

Appendix B: Evolution of frost penetration depth according to Swiss regulations between1902 and 2022 13

Abbildungsverzeichnis / List of Figures

Figure 1: Average winter (Jan.-Mar.) temperature, data from Meteo Schweiz (2019). Grey line is the data, red line the trendline of the data, dots are the average winter temperature of the 3 worst winters within 30-year period and the orange line the trendline of 3 worst winters within 30-years period. 8

Allianz Fahrweg Normalspur / Genfergasse 11, CH-3001 Bern / info@allianz-fahrweg.ch / allianz-fahrweg.ch

1 Management Summary

A review of the Swiss frost design regulations for track beds has been undertaking. It shows that the different regulations are simplifications of the original work of the US Army Corps of Engineers (USACE) design guidelines with little additional work for Swiss conditions. The AB-EBV (2020) suggests using a oversimplified mathematical model for “normal weather conditions” but this model is not representative of the physics. The VÖV RTE (2015) assumes frost indices to be invariant rather variables and VSS (2019) does not recognise a significant impact of global warming on ground frost. The consequence is that the current regulations give a very conservative frost design and for the worst frost-events ever recorded. The review also shows that new engineering paradigms could be used for frost design such as resilience engineering. Other scientific methods for frost design are permitted by the AB-EBV (2020), albeit possibly with some political resistance. Some of these shortcomings can be overcome in simple ways but other require a shift in paradigm or a stronger political wish to update the standard.

Es wurde eine Überprüfung der Schweizer Frostschutzvorschriften für Gleisbetten vorgenommen. Es zeigt sich, dass die verschiedenen Vorschriften Vereinfachungen der ursprünglichen Arbeit der Planungsrichtlinien des US Army Corps of Engineers (USACE) sind, mit wenig zusätzlichen Arbeiten für die Schweizer Bedingungen. Die AB-EBV (2020) schlägt vor, zu vereinfachte mathematische Modelle zu verwenden, die nicht repräsentativ für die Physik sind. Der VÖV RTE (2015) geht eher von unveränderlichen Frostindizes aus und der VSS (2019) erkennt keinen signifikanten Einfluss der globalen Erwärmung auf den Bodenfrost. Dies hat zur Folge, dass die aktuellen Vorschriften eine sehr konservative Frostbemessung vorsehen und für die schlimmsten jemals aufgezeichneten Frostereignisse gelten. Die Überprüfung zeigt auch, dass neue technische Paradigmen für die Frostplanung verwendet werden könnten, wie z. B. Resilienz-Engineering. Andere wissenschaftliche Methoden zur Frostgestaltung werden vom AB-EBV (2020) zugelassen, wenn auch möglicherweise mit einigem politischen Widerstand. Einige dieser Unzulänglichkeiten lassen sich auf einfache Weise beheben, andere erfordern einen Paradigmenwechsel oder einen stärkeren politischen Willen zur Aktualisierung der Norm.

Un examen des réglementations suisses relatives au dimensionnement des fondations de voie ferrées contre le gel a été entrepris. Il en ressort que les différentes réglementations sont des simplifications des travaux originaux de l'US Army Corps of Engineers (USACE) avec peu de travail supplémentaire pour les conditions suisses. L'DE-OCF (2020) suggère d'utiliser un modèle mathématique trop simplifié qui n’est pas représentatif de la physique. Le UTP RTE (2015) suppose que les indices de gel sont invariables, tandis que le VSS (2019) ne reconnaît pas l'impact significatif du réchauffement climatique sur le gel du sol. La conséquence est que les réglementations actuelles donnent une conception du gel très conservatrice et pour les pires événements de gel jamais enregistrés. L'examen montre également que de nouveaux paradigmes d'ingénierie pourraient être utilisés pour le dimensionnement contre le gel, comme l'ingénierie de la résilience. D'autres méthodes scientifiques pour le dimensionnent contre le gel sont autorisées par l'AB-EBV (2020), mais il faut s’attendre à une certaine résistance politique. Certaines de ces lacunes peuvent être surmontées de manière simple mais d'autres nécessitent un changement de paradigme ou une volonté politique plus forte pour la mise à jour des normes.