
ELOT TS 1501-13-02-04-02:2023

SPÉCIFICATION TECHNIQUE HELLÉNIQUE

HELLENIC TECHNICAL SPECIFICATION



Zones de matériaux rocheux de barrages en remblai avec dalle de béton en amont (CFRD)

Rock materials zones of concrete faced rockfill dams (CFRD)

Classe de prix: 6

Préambule

La présente spécification technique hellénique révisé et remplace la spécification technique ELOT TS 1501-13-02-04-02:2009.

La présente spécification technique hellénique a été élaborée par des experts et vérifiée puis évaluée dans son domaine par un superviseur/expert spécialisé, qui a assisté aux travaux du comité technique ELOT/TE99 «Spécifications des travaux techniques», dont le secrétariat appartient à la Direction de la normalisation de l'Organisation hellénique de normalisation (Ellinikoú Organismoú Typopoísis — ELOT).

Le texte de la présente spécification technique hellénique pour ELOT TS 1501-13-02-04-02 a été approuvé le 17 février 2023 par le comité technique ELOT/TE 99 conformément au règlement sur la rédaction et la publication des normes et spécifications grecques.

Les normes européennes, internationales et nationales mentionnées dans les références de normalisation sont disponibles auprès de l'ELOT.

Sommaire

Introduction.....	4
1 Objectif.....	5
2 Références aux normes.....	5
3 Termes et définitions.....	5
3.1 Barrages en enrochements à masque en béton armé (CFRD).....	5
3.2 Coupe transversale des barrages en enrochements à masque en béton armé.....	6
3.3 Corps de support des matériaux d'enrochement.....	7
4 Exigences.....	7
4.1 Exigences applicables aux matériaux de la zone 3B.....	7
4.2 Exigences relatives à l'extraction et à la gestion des matériaux.....	8
4.3 Prescriptions applicables à l'équipement de compactage.....	9
5 Méthodologie pour l'exécution des travaux.....	9
5.1 Généralités.....	9
5.2 Préparation de la surface de fondation.....	10
5.3 Étalement — mouillage.....	10
5.4 Compactage.....	10
5.5 Étalement et compactage spéciaux.....	11
6 Critères d'acceptation des travaux.....	11
6.1 Généralités.....	11
6.2 Essais lors de la construction de la zone 3B.....	11
7 Méthode de mesure des travaux.....	13
Annexe A (à titre d'information) Conditions en matière de santé, de sécurité et de protection de l'environnement.....	14

Introduction

Cette spécification technique hellénique (STH) fait partie des textes techniques élaborés à l'origine par le ministère de l'environnement, de l'aménagement du territoire et des travaux publics et l'Institut pour l'économie de la construction (IOK) et a ensuite été éditée par l'ELOT afin d'être appliquée à la construction d'ouvrages techniques publics nationaux, en vue de produire des ouvrages solides et capables de répondre aux besoins qui ont dicté leur construction et de bénéficier à l'ensemble de la société.

Dans le cadre d'un contrat passé entre NQIS/ELOT et le ministère des infrastructures et des transports (numéro de publication en ligne 6EOB465XΘΞ-02T), l'ELOT s'est vu confier l'édition et la mise à jour, en tant que seconde édition, de trois-cent-quatorze (314) spécifications techniques helléniques (STH), conformément aux normes et règlements européens applicables et aux procédures prévues dans le règlement relatif à l'élaboration et à la publication des normes et spécifications helléniques et dans le règlement relatif à l'établissement et à l'exploitation des instruments de normalisation technique.

La présente spécification technique hellénique a été préparée par le contractant de l'offre restreinte n° 1/2020 pour l'attribution des travaux «Révision de la première édition de 314 STH» (numéro de publication en ligne ΩΕΕΑΟΞΜΓ-ΞΗΔ), vérifiée et évaluée dans son domaine par un superviseur/spécialiste – expert et soumis pour consultation publique. Elle a été approuvée par le comité technique ELOT/TE 99 «Spécifications des travaux techniques», qui a été institué par la décision du directeur général du NQIS, Δν.Σ. 285-19/08-02-2019 (ΑΔΑ6ΩΛΡΟΞΜΓ-15Ξ).

Zones de matériaux rocheux de barrages en remblai avec dalle de béton en amont (CFRD)

1 Objectif

L'objet de la présente spécification technique est de définir les exigences relatives à la construction de zones de matériaux rocheux de barrages de remblai en béton (CFRD).

2 Références aux normes

La présente spécification technique incorpore, par voie de références, des dispositions d'autres publications, datées ou non. Ces références renvoient aux parties respectives du texte et une liste de ces publications est présentée ci-après. En cas de références à des publications datées, toute modification ou révision ultérieure de celles-ci s'applique au présent document lorsqu'elle y est incorporée par voie de modification ou de révision. En ce qui concerne les références à des publications non datées, leur dernière version s'applique.

ELOT EN 933-1	<i>Tests for geometrical properties of aggregates - Part 1: Determination of particle size distribution - Sieving method -- Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 1: détermination de la granularité – Analyse granulométrique par tamisage</i>
ELOT EN 933-2	<i>Tests for geometrical properties of aggregates – Part 2 : Determination of particle size distribution - Test sieves, nominal size of apertures -- Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 2: détermination de la granularité – Tamis de contrôle, dimensions nominales des ouvertures</i>
ELOT EN 1097-2	<i>Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation -- Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats – Partie 2: méthodes pour la détermination de la résistance à la fragmentation</i>
ELOT EN 1367-2	<i>Tests for thermal and weathering properties of aggregates - Part 2: Magnesium sulfate test -- Essais pour déterminer les propriétés thermiques et l'altérabilité des granulats – Partie 2: essai au sulfate de magnésium</i>
ELOT EN ISO 17892-11	<i>Geotechnical investigation and testing - Laboratory testing of soil - Part 11: Permeability tests -- Reconnaissance et essais géotechniques – Essais de laboratoire sur les sols – Partie 11: essais de perméabilité</i>
ELOT TS 1501-02-06-00-00	<i>Quarry sites and borrow areas development and exploitation -- Aménagement et exploitation de sites de carrières et de zones empruntées.</i>

3 Termes et définitions

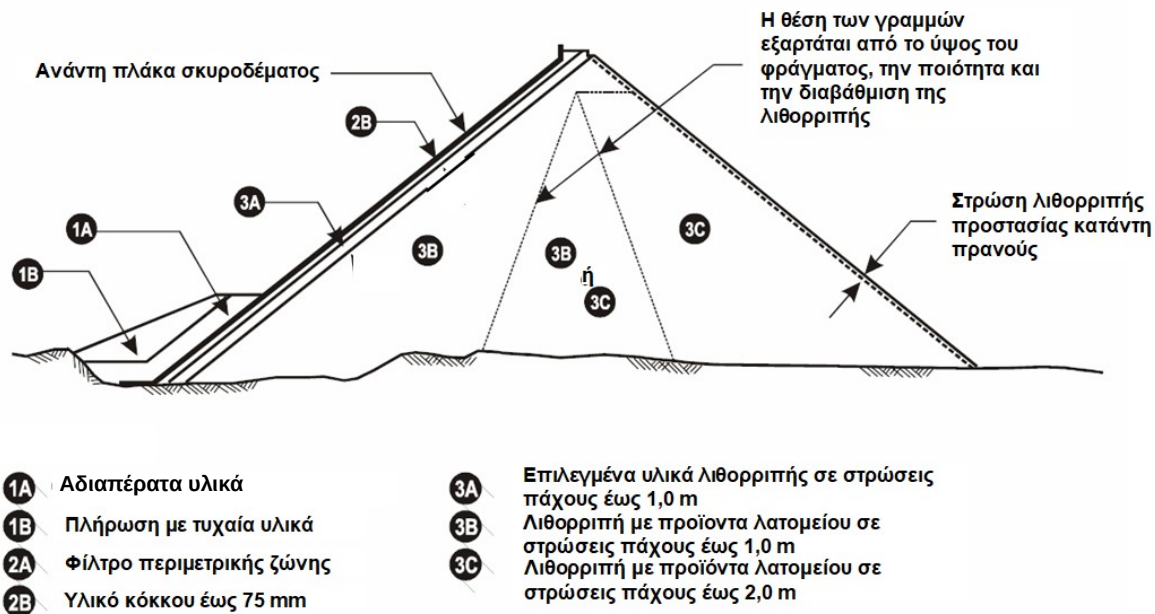
Les termes et définitions suivants sont utilisés dans la présente spécification technique:

3.1 Barrages en enrochements à masque en béton armé (CFRD).

Les barrages en enrochements à masque en béton armé (CFRD) sont formés d'un corps de matériaux en pierre ou en sable condensé en couches et d'une plaque en béton en amont d'une épaisseur variable, qui repose sur le corps du barrage et agit comme une couche imperméable.

3.2 Coupe transversale des barrages en enrochements à masque en béton armé

La section transversale des barrages en enrochements à masque en béton armé (CFRD) dépend d'un certain nombre de facteurs, tels que la hauteur du barrage, la largeur de la vallée et les caractéristiques mécaniques du matériau en pierre. La nomenclature des bandes, qui a été établie à l'échelle internationale, provient de l'USBR (U.S. Land Improvement Authority), et est présentée dans les figures 1 et 2 suivantes, à titre indicatif.



Σημείωση: Η Ζώνη 1A αποτελεί πρόφραγμα πρόσθετης προστασίας της ανάντη πλίνθου της επένδυσης

Σχήμα 1 - Τυπική διαζώνιση λιθόρριπτου φράγματος με ανάντη πλάκα σκυροδέματος

Ανάντη πλάκα σκυροδέματος	Masque en béton armé
Η θέση των γραμμών εξαρτάται από το ύψος του φράγματος, την ποιότητα και την διαβάθμιση της λιθορριπής	L'emplacement des lignes dépend de la hauteur du barrage, de la qualité et du calibre des pierres
Στρώση λιθορριπής προστασίας κατάντη πρσανούς	Couche de rip-rap sur la pente en aval
ή	ou
1A Αδιαπέρατα υλικά	1A Matériaux imperméables
1B Πλήρωση με τυχαία υλικά	1B Remplissage en matériaux aléatoires
2A Φίλτρο περιμετρικής ζώνης	2A Filtre de zone périphérique
2B Υλικό κόκκου έως 75 mm	2B Matériau granuleux jusqu'à 75 mm
3A Επιλεγμένα υλικά λιθορριπής σε στρώσεις πάχους έως 1,0 m	3A Matériaux de pierre sélectionnés dans des couches jusqu'à 1,0 m d'épaisseur
3B Λιθορριπή με προϊόντα λατομείου σε στρώσεις πάχους έως 1,0 m	3B Matériaux d'enrochement avec des produits de carrière en couches jusqu'à 1,0 m d'épaisseur
3C Λιθορριπή με προϊόντα λατομείου σε στρώσεις πάχους έως 2,0 m	3C Matériaux d'enrochement avec des produits de carrière en couches jusqu'à 2,0 m d'épaisseur
Σημείωση: Η Ζώνη 1A αποτελεί πρόφραγμα πρόσθετης προστασίας της ανάντη πλίνθου της επένδυσης	Remarque: La zone 1A est une barrière servant de protection supplémentaire à la semelle du masque en amont
Σχήμα 1 - Τυπική διαζώνιση λιθόρριπτου φράγματος με ανάντη πλάκα σκυροδέματος	Figure 1 — Coupe transversale standard d'un barrage en enrochements à masque en béton armé



Σχήμα 2 – Λεπτομέρεια διάταξης ζωνών στον πόδα ανάντη λιθόρριπτου φράγματος πλάκα σκυροδέματος

Γραμμή αναφοράς ανάντη πλίνθου	Ligne de référence de la plinthe en amont
Σχήμα 2 – Λεπτομέρεια διάταξης ζωνών στον πόδα ανάντη λιθόρριπτου φράγματος με ανάντη πλάκα σκυροδέματος	Figure 2 — Détail de l'aménagement de la zone au pied du masque en béton du barrage en enrochements à masque en béton armé

3.3 Corps de support des matériaux d'enrochement

Cette zone est très perméable, facilite le drainage des zones avoisinantes et contribue à la réduction des pressions développées et à la stabilité du barrage.

Cette zone doit être placée sur la face amont du barrage. La ligne de séparation avec la zone 3C est déterminée dans l'étude, généralement en fonction des caractéristiques des matériaux d'enrochement disponibles dans la zone la plus proche du barrage. Ces matériaux peuvent donc faire partie ou constituer l'ensemble du corps du barrage (dans ce cas, il n'y a donc pas de zone 3C spécifique).

Dans la présente spécification technique, il est appelé zone 3B.

4 Exigences

4.1 Exigences applicables aux matériaux de la zone 3B

Les matériaux rocheux de la zone 3B doivent être propres, solides et durables, ne doivent pas contenir de substances organiques, ni de pièces molles et friables. Les matériaux de la zone 3B peuvent provenir de produits appropriés de bancs d'emprunt ou d'excavations nécessaires de l'ouvrage.

Les limites granulométriques acceptables des matériaux de la zone 3B font l'objet d'une étude et ne sont pas définies dans la présente spécification technique.

Toutefois, au moins les exigences suivantes sont recommandées (sur la base des preuves issues de l'expérience internationale dans la construction de barrages CFRD):

Caractéristique	Norme d'essai	Exigence/recommandation
Pourcentage de matériaux à faible granularité (à travers un tamis de 0,063 mm)	ELOT EN 933-1 ELOT EN 933-2	≤ 5 %
Pourcentage de matériaux traversant un tamis de 32 mm (1¼")	ELOT EN 933-1 ELOT EN 933-2	≤ 40 % en poids de matériau

Taux d'usure des matériaux lors de l'essai Los Angeles	ELOT EN 1097-2	≤ 50 %
Taux d'usure des matériaux pendant le test d'altérabilité	ELOT EN 1367-2	≤ 12 %

Les pourcentages ci-dessus se réfèrent au matériau après compactage.

La dimension maximale des pierres de la zone 3B ne doit pas dépasser 800 mm, de sorte que les pierres plus grandes puissent être bien intégrées dans le matériau de chaque couche sans empêcher un compactage satisfaisant.

Dans les bandes de 5 m de large de la zone 3B en contact avec la zone de transition 3A et toute autre zone du barrage (selon la conception de sa section transversale), et dans les zones non accessibles par un compacteur normal, un matériau d'un calibre maximal de 400 mm doit être utilisé et l'épaisseur de la couche après compactage ne doit pas dépasser 500 mm.

4.2 Exigences relatives à l'extraction et à la gestion des matériaux

Les matériaux à utiliser dans la construction de la zone 3B peuvent provenir de sites d'excavation de roches nécessaires aux travaux, de carrières ou de bancs d'emprunt exclusivement destinés à être utilisés pour les travaux et, pendant leur extraction, ils ne doivent pas être mélangés avec des produits inappropriés de sorte que le produit fini réponde aux exigences de la présente spécification technique.

Dans les zones d'excavation ou d'extraction de roches, le contractant appliquera les méthodes appropriées de sablage approuvées par l'autorité compétente, afin d'éviter une fragmentation excessive du matériau, les vibrations dans les structures adjacentes, etc.

Les obligations du contractant comprennent l'évaluation et la sélection des équipements et l'exécution de tous les travaux connexes requis (tels que, mais sans s'y limiter: le forage et l'entretien des routes de service du chantier de construction, les excavations, le traitement et le transport des matériaux, etc.), ainsi que le calcul du pourcentage de matériaux utiles pour assurer des quantités suffisantes de matériaux acceptables.

L'équipement d'excavation et de transport doit être suffisant pour livrer des matériaux en une quantité suffisante pour le remblai pour atteindre un taux de construction uniforme.

Afin d'obtenir la granulométrie spécifiée du matériau à étaler, les méthodes suivantes sont appliquées:

- a) limitation des matériaux de petit calibre: mélanger les produits de petit calibre avec des produits plus grossiers, en utilisant des chargeurs avec des seaux perforés, etc.
- b) calibres surdimensionnés: élimination par poussée ou tamisage, etc.

Tout traitement nécessaire pour assurer le respect des exigences relatives au calibre des matériaux doit être effectué avant que le matériau ne soit transféré à la surface du remblai pour l'étalement.

À tous les stades de l'excavation, du criblage (le cas échéant), du stockage, de la manutention et du transport, des efforts doivent être faits pour réduire au minimum la séparation et l'hétérogénéité du matériau, de manière à ce que chaque charge répartie sur le remblai contienne des matériaux uniformes et d'une granulométrie correcte dans les limites de classement des particules spécifiées. En particulier, il n'est pas permis d'éliminer les matériaux par simple décharge depuis l'extrémité du rouleau de transport sans trémies et tubes de guidage.

Les matériaux peuvent être déposés en piles dans des zones de stockage temporaire ou transférés directement au remblai pour l'étalement.

Pour le développement des bancs d'emprunt et des carrières et leur remise en état à la fin des travaux, les dispositions suivantes s'appliquent comme indiqué dans la spécification technique ELOT 1501-02-06-00-00: «Aménagement et exploitation de sites de carrières et de bancs d'emprunt».

L'échantillonnage et les essais nécessaires au développement des sources d'extraction des matériaux de la zone 3B sont effectués par l'entrepreneur conformément aux normes mentionnées ci-après.

Les échantillons doivent être prélevés en temps utile et en quantités suffisantes pour permettre l'exécution du nombre d'essais prévus dans les présentes, et les résultats des essais de laboratoire correspondants doivent être soumis à l'autorité compétente afin de vérifier et d'approuver leur intégration dans les travaux.

4.3 Prescriptions applicables à l'équipement de compactage

L'équipement de compactage doit être correctement entretenu conformément aux instructions du fabricant et maintenu en bon état de fonctionnement. Les machines de compactage utilisées sur la même voie, l'une derrière l'autre, doivent avoir les mêmes dimensions (arrière), les mêmes poids pratiques et les mêmes caractéristiques de fonctionnement.

Il est recommandé que les compacteurs vibratoires possèdent les caractéristiques suivantes:

- 1) être autopropulsés ou remorqués et comporter des tambours cylindriques en acier lisse d'une longueur minimale de 180 cm
- 2) le poids statique des compacteurs à tambour unique ne doit pas être inférieur à 15 tonnes
- 3) la force vibratoire exercée doit être d'au moins 24 tonnes, à la fréquence de fonctionnement la plus élevée de la machine
- 4) la fréquence des vibrations doit être comprise entre 1 200 et 1 600 Hz
- 5) les compacteurs doivent se déplacer à une vitesse maximale de 5 km/h.

Le contractant soumettra à l'autorité compétente, pour approbation, un tableau de l'équipement de compactage qu'il envisage d'utiliser dans les travaux avec les caractéristiques techniques de chaque machine (dimensions, poids, puissance, plage de fréquences de vibration, etc.).

5 Méthodologie pour l'exécution des travaux

5.1 Généralités

La surface de la partie de la zone 3B en cours de construction doit être maintenue dans des conditions telles que l'équipement de construction puisse s'y déplacer librement. Les passages doivent être programmés de manière à ce que l'énergie de compactage soit répartie aussi uniformément que possible.

Les inclinaisons temporaires de la surface de la zone 3B au stade de la construction ne doivent pas dépasser 1:5 (verticalement: horizontalement) sur les surfaces de coupe transversales (surfaces parallèles à l'axe du barrage).

Les travaux de construction doivent être interrompus pendant les précipitations si leur intensité est susceptible d'avoir un effet néfaste sur la qualité de la construction. Si l'autorité compétente le juge nécessaire, l'interruption est prolongée après la fin des précipitations pour permettre le séchage de la surface de travail.

L'étalement doit être interrompu lorsque la température ambiante est inférieure à 0 °C. Il n'est pas permis d'étaler les matériaux lorsque ceux-ci ou la surface de la fondation ou la surface du remblai sont gelés.

Le contractant enlève les matériaux qui ont été dispersés en dehors des limites spécifiées de la zone 3B. Les matières devant être étalées qui ne sont pas conformes aux exigences de la présente spécification technique, ainsi que les matériaux qui, pendant ou après la construction, ont été mélangés avec des matériaux d'une autre zone ou d'un autre terrain végétal ou d'autres matériaux inacceptables, en raison de

la circulation d'engins de construction ou pour d'autres raisons, sont complètement retirés et remplacés par les matériaux spécifiés.

5.2 Préparation de la surface de fondation

Avant l'étalement des matériaux de la zone 3B, la surface de la fondation doit être exempte d'eau stagnante et de matériaux lâches de toutes sortes et nettoyée afin d'obtenir un contact satisfaisant.

Les matériaux ne doivent être étalés sur aucune partie de la fondation de remblais ou sur aucune structure tant que ces parties et structures n'ont pas été inspectées et validées par l'autorité compétente.

Les matériaux inappropriés tels que les arbustes, les racines, les bûches, les terres végétales, les matières congelées, le sol racinaire et d'autres matériaux organiques ou décomposables ne doivent pas être incorporés dans le remblai du barrage. En particulier, les racines d'un diamètre supérieur à 10 mm et les complexes racinaires plus petits contenus dans le matériau déposé sur la surface de montage du remblai doivent être enlevés manuellement ou par d'autres moyens.

5.3 Étalement — mouillage

Les matériaux de la zone 3B doivent être chargés et étalés selon des méthodes garantissant qu'ils ne sont pas séparés et mélangés, telles que l'empilement avec la séparation ultérieure des piles et l'étalement à l'aide de propulseurs.

L'étalement doit se faire en couches jusqu'à 1,00 m d'épaisseur avant le compactage. La surface de chaque couche ne doit pas contenir d'argile, de terre végétale ou d'autres matériaux inappropriés avant que la couche suivante ne soit mouillée et étalée. Tout matériau inapproprié doit être retiré du remblai.

Les matériaux doivent être mouillés immédiatement avant ou pendant le compactage de façon uniforme, à l'aide de camions arroseurs, avec une quantité d'eau d'au moins 200 kg/m³ de remblai, afin d'obtenir le compactage spécifié.

L'eau est ajoutée peu de temps avant le début du processus de compactage, après que le matériau d'étalement a été mélangé à des distances denses à l'aide de propulseurs équipés d'un agitateur à une profondeur égale aux deux tiers de l'épaisseur de la couche, afin de faciliter la pénétration de l'eau et d'obtenir un mouillage uniforme de la couche.

Si la quantité d'eau nécessaire n'est pas disponible, l'étalement doit s'arrêter jusqu'à ce que les quantités minimales spécifiées d'eau nécessaires à l'étalement aient été obtenues.

5.4 Compactage

Un passage de l'engin de compactage est défini comme «un» passage sur la couche du matériau compacté.

Chaque couche de la zone 3B doit être compactée sur le remblai en couches horizontales continues, dans une direction parallèle à l'axe longitudinal du barrage avec au moins 6 passages du compacteur vibratoire, en appliquant la vibration spécifiée.

Les matériaux doivent être entièrement compactés comme ci-dessus avant l'étalement de la couche suivante. À cette fin, un processus systématique de compactage devrait être mis en place et suivi.

Il est recommandé que les surfaces des zones 3A, 3B et 3C soient maintenues au même niveau et que les matériaux de ces zones soient répartis et compactés simultanément.

La surface de compactage de la zone 3B du remblai doit être maintenue à un angle vertical de 2 % pour faciliter le drainage.

5.5 Étalement et compactage spéciaux

Dans les zones de la zone 3B du remblai qui ne sont pas accessibles aux principaux engins de compactage (par exemple en cas de contact avec des contreforts pointus), les matériaux doivent être répartis en couches jusqu'à 300 mm d'épaisseur avant compactage et ne doivent pas contenir de pierres d'une dimension supérieure à 150 mm.

Les matériaux doivent être humidifiés, s'il y a lieu, et compactés avec des équipements mécaniques légers tels que des plaques vibrantes ou des rouleaux vibrants à pousser afin d'obtenir un degré de compactage comparable à celui obtenu avec un compacteur vibratoire habituel.

Dans les positions de contact avec les contreforts ou les structures, et pour une hauteur d'au moins 2,0 m de la fondation, la surface de chaque couche doit être inclinée vers le haut jusqu'à la surface de contact afin qu'elle puisse être compactée avec le compacteur spécifié le plus près possible du côté escarpé de la fondation ou de la structure.

Dans les positions de contact avec des surfaces rocheuses escarpées, la surface du remblai doit être inclinée vers le haut de manière à permettre le compactage avec le compacteur spécifié le plus près possible de la surface de la roche. Lorsqu'un étalement et un compactage spéciaux sont nécessaires, les grosses pierres empêchant l'obtention du niveau maximal de compactage doivent être retirées du matériau avant le compactage.

Aux limites extérieures de la zone 3B, une bande de 1,00 à 1,50 m de largeur, qui est considérée comme n'étant pas compactée de manière satisfaisante avec la procédure spécifiée, doit être construite avec une largeur plus grande et ensuite la partie en dehors des lignes théoriques doit être enlevée, ou d'autres procédures d'étalement ou de compactage (compactage sur des surfaces inclinées ou étalement sur des épaisseurs plus petites et compactage à l'aide d'un appareil plus léger au degré de compactage souhaité, etc.) doivent être appliquées.

6 Critères d'acceptation des travaux

6.1 Généralités

L'adéquation des matériaux de la zone 3B doit être vérifiée en permanence pendant la construction. Les contrôles de réception du matériau sont effectués sur le talus après compactage.

Les essais suivants sont également effectués.

6.2 Essais lors de la construction de la zone 3B

6.2.1 Essai d'affaissement

L'efficacité des méthodes d'étalement et de compactage proposées doit être vérifiée lors de l'étalement des premiers 50 000 m³ de matériaux de la zone 3B, en effectuant des mesures d'affaissement sur deux segments d'une surface d'environ 300 m².

Dans chaque section (couche), des mesures d'altitude des positions choisies par l'autorité compétente doivent être effectuées avant le roulement et après 12 passages de compacteur.

6.2.2 Essais de contrôle de compactage et de granularité

Un minimum de 4 essais de contrôle de compactage (détermination du poids de l'unité sèche et de la porosité) sont requis lors de la construction des premiers 50 000 m³ de la zone 3B et deux essais pour chaque 50 000 m³ supplémentaire. Les essais de granulométrie sont effectués au double de la fréquence du contrôle de compactage, dont la moitié est effectuée sur le remblai compacté.

L'essai de compactage sur site sera effectué comme suit, en utilisant le personnel et les moyens du contractant.

L'équipement suivant est généralement nécessaire pour effectuer l'essai:

- 1) un excavateur à filet inversé et un camion-benne équipé d'un tamis de 6" (15,0 cm) pour retenir les pierres surdimensionnées (séparation); Le camion doit être pesé à vide et chargé sur un pont-bascule;
- 2) une citerne avec un débitmètre d'une précision de 2 % (pour mesurer la fosse forée);
- 3) un pont-bascule d'une capacité suffisante pour peser les pierres les plus lourdes attendues dans la zone 3B;
- 4) des feuilles de polyéthylène d'une taille et d'une épaisseur suffisantes d'au moins 1,00 mm (pour l'étanchéité de la fosse d'essai à titrer par la méthode de remplissage à l'eau).

La procédure à suivre est la suivante:

Forage d'un puits d'essai d'au moins 2,00 m (diamètre) x 1,00 m (profondeur). La surface de la couche en position d'essai doit être aussi plate que possible pour faciliter le processus de titrage.

L'analyse du tamis doit être effectuée après cantonnement du matériau de l'échantillon (matériau provenant de différents niveaux de la couche d'essai).

Le matériau compacté doit être retiré de la tranchée à l'intérieur de la fosse en deux étapes (la moitié supérieure et la moitié inférieure).

Après chaque phase d'enlèvement du matériau, la tranchée doit être scellée en installant soigneusement des membranes en polyéthylène et par un titrage en mesurant la quantité d'eau nécessaire pour remplir la tranchée.

Après l'essai, la tranchée doit être remplie en couches avec un matériau acceptable puis compactée, à l'aide d'un pilon vibrant, conformément aux prescriptions de la présente spécification technique.

6.2.3 Essai de perméabilité

Au moins un essai de perméabilité par 50 000 m³ de matériaux étalés sur la zone 3B est nécessaire, selon la procédure suivante:

- i. Creuser un puits d'au moins 1,50 m (largeur) x 1,50 m (hauteur) x 0,80 m (profondeur) et nettoyer soigneusement le fond (manuellement) de manière à ce qu'il ne reste que du matériau destiné à être étalé.
- ii. Placer au milieu de la fosse un tube métallique vertical d'un diamètre de 800 mm long de 1,50 m, en comblant l'espace entre les bords de tuyau et la tranchée avec des matériaux imperméables et en effectuant le compactage avec des pilons vibrants en couches de 10 cm.
- iii. Remplir le tuyau d'eau jusqu'au bord et maintenir ce niveau pendant une heure pour s'assurer que le matériau adjacent au tuyau est saturé à la base.

L'essai doit commencer au bout d'une heure et, en fonction de la perméabilité de la couche, il peut s'agir soit d'un essai au niveau variable MAAG (si la perméabilité est relativement faible) soit d'un essai Lefranc à niveau constant (si la perméabilité est plus élevée) (voir la spécification technique ELOT EN ISO 17892-11).

Une fois l'essai terminé, le tube est retiré et le matériau est prélevé à une profondeur d'au moins 0,50 m sous le fond de la tranchée, qui fait ensuite l'objet d'une analyse au tamis selon la procédure décrite au

point 6.2.2. La tranchée est ensuite remplie d'un matériau acceptable, qui doit être compacté en couches avec des pilons vibrants.

7 Méthode de mesure des travaux

La mesure se fait en mètres cubes (m^3) de matériau compacté de la zone 3B construite conformément aux dispositions de la présente spécification et de l'étude de projet.

Les niveaux finaux de fondation (déterminés par cartographie topographique par le personnel du contractant sous la supervision de l'autorité compétente) et les contours théoriques de la zone (pente, largeur par section transversale et altitude) définis dans l'étude et/ou sur instruction de l'autorité compétente sont pris comme lignes du contour mesuré.

La mesure peut être distinguée en mètres cubes (m^3) de matériau compacté de la zone 3B fait avec des matériaux issus de carrières ou de bancs d'emprunt et en mètres cubes (m^3) de matériau compacté de la zone 3B fait avec des matériaux issus des excavations faites en lien avec les travaux.

Les unités de travaux d'évaluation mentionnées ci-dessus comprennent:

- (1) le développement des carrières et des bancs d'emprunt et l'extraction des matériaux;
- (2) l'élimination des matières impropres résultant de l'exploitation des carrières et des bancs d'emprunt dans des sites d'élimination agréés;
- (3) le traitement pour obtenir la granulométrie requise conformément à la présente spécification technique et aux instructions de l'autorité compétente;
- (4) le stockage dans des zones spéciales si nécessaire;
- (5) le chargement et le déchargement à partir de carrières, de bancs d'emprunt ou de sites intermédiaires de stockage ou de traitement et l'intégration dans les lieux désignés conformément à l'étude;
- (6) l'étalement, le mouillage et le compactage des matériaux du barrage conformément aux dispositions de la présente spécification technique;
- (7) le transport de matériaux depuis n'importe quelle distance;
- (8) l'augmentation de la quantité de matériaux causée par l'affaissement de la fondation et/ou du remblai du barrage.

Annexe A (à titre d'information)

Conditions en matière de santé, de sécurité et de protection de l'environnement

A.1 Généralités

Au cours de l'exécution des travaux, les dispositions applicables en matière de mesures de sécurité et de santé à l'intention des travailleurs sont respectées et les employés sont dotés, le cas échéant, des équipements de protection individuelle (EPI) nécessaires, conformes aux dispositions du règlement (UE) 2016/425.

Les dispositions du plan de santé et de sécurité (SAP) ou du dossier de santé et de sécurité (HSF) approuvé pour les travaux, conformément aux décisions ministérielles ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/889 (ΦΕΚ/16 Β'/14-01-2003) et ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/177 (ΦΕΚ/266 Β'/14-01-2001), sont également strictement respectées.

A.2 Mesures de santé et de sécurité

En tout état de cause, les dispositions du plan de santé et de sécurité des travaux (SAP) sont mises en œuvre.

Les exigences minimales suivantes sont également prises en compte.

Le respect de la directive 92/57/CEE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé à mettre en œuvre sur les chantiers temporaires ou mobiles (tel qu'elle a été transposée dans la législation hellénique par le décret présidentiel n° 305/96), ainsi que le respect de la législation hellénique en matière de santé et de sécurité (décret présidentiel n° 17/96 et 159/99, etc.) sont obligatoires.

Sur le chantier, les règles de circulation et de manutention applicables aux moyens de transport et aux équipements sont appliquées et soigneusement respectées sous la supervision de l'ingénieur chargé de la sécurité.

Les signaux sonores d'avertissement de la circulation arrière sont obligatoires sur tous les engins de construction et dans tous les camions de transport, car ils permettent de protéger les personnes travaillant dans la zone où les produits d'excavation sont chargés et déchargés.

Lorsqu'une machine de compactage est immobilisée (stationnement ou interruption temporaire du travail), elle doit toujours être laissée dans un état de sécurité, avec les racleurs ou dispositifs de charge abaissés et reposant sur le sol (par exemple, les lames de poussée ou de nivellement, les godets des chargeurs, les godets des pelleteuses).

Toutes les centrales électriques sont également éteintes lorsqu'il n'y a pas de supervision de leur utilisation.

Les travaux de terrassement sont conçus et supervisés de manière à ce que les surfaces résultantes soient stables à tous les stades de la construction et ne présentent pas de risque pour les travailleurs ou le public (y compris pour les personnes circulant illégalement dans la zone des travaux). Cela peut nécessiter des restrictions sur les méthodes de travail ou la construction de certains ouvrages temporaires.

Tous les ponts et passages à niveau, temporaires ou permanents, doivent être suffisamment stables pour permettre le passage en toute sécurité de grandes charges, sinon des signaux d'avertissement et des signaux prohibitifs doivent être apposés pour éviter de les surcharger. Lorsque des charges doivent traverser des parties d'une ouverture, d'une largeur ou d'une hauteur limitées, il doit y avoir avant ces parties des indications indiquant la jauge maximale admissible du véhicule.

Des mesures appropriées doivent être prises dans ces sections pour assurer la sécurité des piétons dans la circulation. Lorsque les travaux doivent être effectués à proximité d'une ouverture ou d'une pente existante, des tas de terre ou des rondins sont placés au sommet de la pente pour protéger contre les chutes.

Il convient de veiller à ne pas surcharger les surfaces sur lesquelles les équipements circulent ou sur lesquelles les matériaux afin d'éviter les affaissements ou les glissements susceptibles d'entraîner des dangers.

Toutes les voies de transport de matériaux sont entretenues de manière à ce qu'elles soient sûres, en fonction de leur utilisation prévue (par exemple, le type de machine, les charges maximales de matériaux) et sont maintenues propres.

Les roues des véhicules sont nettoyées, le cas échéant, avant de circuler sur le réseau routier public.

Les travailleurs, dans tous les cas, sont dotés des équipements de protection individuelle (EPI) requis, en fonction de l'objet et de l'emplacement des travaux à effectuer et du type d'équipements utilisés. Les EPI doivent être en bon état, exempts de dommages, porter un marquage CE et une déclaration de conformité conformément aux dispositions du règlement (UE) 2016/425 et être conformes aux normes suivantes:

Tableau A.1: Exigences relatives aux EPI

Type d'EPI	Normes pertinentes
Casques de protection pour l'industrie	ELOT EN 397
Vêtements de protection — Exigences générales	ELOT EN ISO 13688
Équipement de protection individuelle — Chaussures de sécurité	ELOT EN ISO 20345

A.3 Mesures de protection de l'environnement

Les conditions environnementales des travaux s'appliquent toujours.

Bibliographie

- [1] Décret présidentiel 85/91 (*Journal officiel*, n° 38A/18.3.1991), «Protection des travailleurs contre les risques résultant de l'exposition au bruit au travail, conformément à la directive 86/188/CEE».
- [2] Décret présidentiel 396/94 (*Journal officiel* 220A/94), «Prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs d'équipements de protection individuelle au travail, conformément à la directive 89/656/CEE».
- [3] Décret présidentiel 105/95, (*Journal officiel* 67A/95) «Prescriptions minimales pour le marquage de sécurité et/ou de santé au travail, conformément à la directive 92/58/CEE».
- [4] Décret présidentiel 17/96 (*Journal officiel* n° 11A/96), «Mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la santé et de la sécurité des travailleurs» conformément aux directives 89/391/CEE et 91/383/CEE.
- [5] Décret présidentiel 305/96 (*Journal officiel* n° 212A/29.8.96), «Prescriptions minimales de sécurité et de santé à appliquer aux chantiers de construction temporaires ou mobiles, conformément à la directive 92/57/CEE», en liaison avec la circulaire n° 130159/7.5.97 du ministère du travail et la circulaire n° 11 (protocole n° Δ16α/165/10/258/AΦ/ 19.5.97) du ministère de l'environnement, des travaux publics et des travaux publics, concernant le décret présidentiel susmentionné.
- [6] Décret présidentiel 148 — *Journal officiel* n° 190/A/29-9-2009, «Responsabilité environnementale pour la prévention et la réparation des dommages à l'environnement Harmonisation avec la directive 2004/35/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 avril 2004».
- [7] Loi n° 4042/2012, *Journal officiel* n° 24/A 13.2.2012, «Protection pénale de l'environnement — Harmonisation avec la directive 2008/99/CE — cadre pour la production et la gestion des déchets — Harmonisation avec la directive 2008/98/CE — réglementation des questions relevant du ministère de l'environnement, de l'énergie et du changement climatique».
- [8] Règlement (UE) 2016/425 du Parlement européen et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux équipements de protection individuelle et abrogeant la directive 89/686/CEE du Conseil.