



Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης &  
Τεχνολογίας



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών

Δ.Π.Μ.Σ. Οργάνωση & Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων  
**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ:** Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας & Προστασία  
Περιβάλλοντος

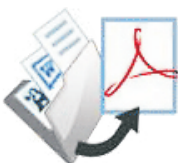
*Διπλωματική Εργασία*



**Θέμα:** Πειραματική και Υπολογιστική Προσομοίωση Καθίζησης  
Ανόργανων Υλικών κατά τον Πρωτοβάθμιο καθαρισμό Υγρών Αποβλήτων

**Όνοματεπώνυμο:** Γιαννόπουλος Βασίλειος

**Επιβλέπων Καθηγητής:** Σιδηράς Δ.

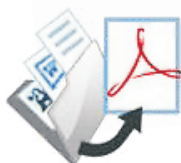


# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο εργαστήριο <<Προσομοίωσης Βιομηχανικών Διεργασιών>> του Τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιώς κατά τη διάρκεια του Μ.Π.Σ. στην Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων, με ειδίκευση στα Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Καθηγητή και διευθυντή του εργαστηρίου κ. Φραγκίσκο Μπατζιά τόσο για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο άτομο μου με την ανάθεση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, όσο και για τη δυνατότητα που μου προσέφερε να ασχοληθώ σε πειραματικό επίπεδο στο εργαστήριο του Πανεπιστημίου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Δημήτριο Σιδηρά, ο οποίος μου έδωσε κατευθυντήριες γραμμές για την εκπόνηση της εργασίας τόσο σε θεωρητικό, όσο και σε πειραματικό επίπεδο, οι οποίες με βοήθησαν να ασχοληθώ σε βάθος με ένα θέμα ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και προβληματισμού στον τομέα της αντιρρυπαντικής τεχνολογίας. Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Λέκτορα κα Χριστίνα Σιοντόρου για την αμέριστη συμπαράσταση της και τις συμβουλές που μου έδωσε καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους υποψήφιους διδάκτορες, μεταπτυχιακούς και προπτυχιακούς φοιτητές που εργαστήκαμε μαζί στο εργαστήριο μέσα σε ένα ιδιαίτερα φιλικό και ευχάριστο περιβάλλον. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου, που τόσα χρόνια με στηρίζουν στις αποφάσεις μου βοηθώντας με να εξελιχθώ και να προοδεύω.

Τέλος, στα πλαίσια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας, μέρος των πειραματικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε για την επιστημονική δημοσίευση με τίτλο: << Study Of The Effect Of An Oil Spill Dispersant On A Simulated Sea-Water Column Sedimentation >> Ninth International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering ICCMSE 2011 Halkidiki, 02-07 October.



# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει η σημερινή κοινωνία ιδιαίτερα σε τεχνολογικό επίπεδο είναι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής η οποία είναι ορατή σε όλο τον πλανήτη και για την οποία κύρια αιτία θεωρείται η ρύπανση του περιβάλλοντος. Η παρούσα διπλωματική εργασία, συνιστά μια μελέτη με σκοπό την πειραματική και υπολογιστική προσομοίωση καθίζησης ανόργανων υλικών κατά τον πρωτοβάθμιο καθαρισμό υγρών αποβλήτων.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται η ανάγκη για βιομηχανική κατεργασία του ύδατος, κάτι που ορίζεται και από την οδηγία πλαίσιο περί υδάτων (2000/60/ΕΚ). Γίνεται αναφορά στα τρία κύρια στάδια βιομηχανικής κατεργασίας ύδατος με σκοπό τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου.

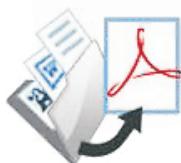
Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το φαινόμενο της κροκίδωσης, οι κατηγορίες των υλικών που χρησιμοποιούνται σε κροκίδωση καθώς και οι μηχανισμοί κροκίδωσης. Επίσης παρουσιάζονται βάση της βιβλιογραφίας παραδείγματα πολυμερών κροκιδωτικών που χρησιμοποιούνται σε αντιρρυπαντικές εφαρμογές.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται αναλυτικά η φάση της καθίζησης κατά τον πρωτοβάθμιο καθαρισμό, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου και γίνεται εκτενής αναφορά στις κατηγορίες καθίζησης αναλόγως το υπό καθίζηση υλικό και οι κατηγορίες δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης.

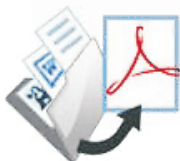
Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται ανάλυση των δεξαμενών καθίζησης καθώς επίσης παρουσιάζεται μια τυπική διαστασιολόγηση τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στο υπό καθίζηση υλικό που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική διαδικασία, την άργιλο (πηλός), τα είδη άργιλου και τα χαρακτηριστικά της, καθώς και τις χρήσεις της στη βιομηχανία.

Στο έκτο κεφάλαιο, γίνεται περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας, παρουσιάζεται το μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα Excel και ακολουθεί φωτογραφικό υλικό από τα πειράματα που έγιναν στο εργαστήριο. Ακόμα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πηλού και των κροκιδωτικών που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία



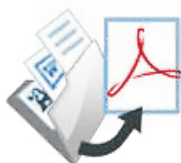
Τα αποτελέσματα των πειραματικών μετρήσεων παρατίθενται αναλυτικά στο έβδομο κεφάλαιο. Στα επόμενα κεφάλαια, ακολουθούν τα συγκεντρωτικά και συγκριτικά αποτελέσματα, τα συμπεράσματα από την πειραματική διαδικασία και η βιβλιογραφία.



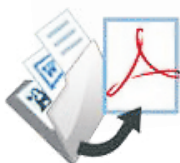
# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

<b>1. Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ.....</b>	<b>8</b>
1.1. Γενικά.....	8
1.2. Η οδηγία πλαίσιο περί υδάτων.....	8
1.3. Πρωτοβάθμιος Καθαρισμός.....	10
1.3.1. Προ-επεξεργασία.....	10
1.3.2. Κυρίως Κατεργασία.....	11
1.4. Δευτεροβάθμιος (βιολογικός) καθαρισμός.....	11
1.5. Τριτοβάθμιος καθαρισμός.....	12
1.6. Τεταρτοβάθμιος καθαρισμός.....	12
<b>2. ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ.....</b>	<b>14</b>
2.1. Η χρήση κροκιδωτικών.....	14
2.2. Κατηγορίες κροκιδωτικών υλικών.....	16
2.3. Μηχανισμοί κροκίδωσης.....	17
2.4. Παραδείγματα κροκιδωτικών στην επεξεργασία λυμάτων.....	18
2.5. Χημικά μέσα κροκίδωσης.....	19
<b>3. ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ: ΚΑΘΙΖΗΣΗ.....</b>	<b>20</b>
3.1. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα.....	20
3.2. Επεξεργασία Λάσπης.....	20
3.3. Ταξινόμηση των υπό καθίζηση υλικών.....	21
3.4. Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης.....	21
3.5. Καθίζηση ξεχωριστών σωματιδίων.....	24
3.5.1. Καθίζηση διακεκριμένων στερεών.....	24
3.5.2. Καθίζηση συσσωματούμενων στερεών.....	29
3.5.3. Καθίζηση Ζώνης – καθίζηση αιωρούμενων στερεών.....	29
<b>4. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ.....</b>	<b>31</b>
4.1. Κατηγορίες Δεξαμενών Καθίζησης.....	31

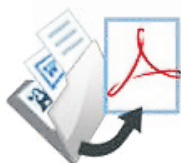


4.2. Ξέστρο – Σαρωτής.....	34
4.3. Διαστασιολόγηση Δεξαμενών Καθίζησης.....	39
4.4. Ορθογωνικές δεξαμενές.....	41
4.5. Κυκλικές δεξαμενές οριζόντιας ροής.....	41
<b>5. ΠΗΛΟΣ – ΕΙΔΗ ΠΗΛΟΥ.....</b>	<b>44</b>
5.1. Πηγές κοιτασμάτων.....	45
5.2. Η εναπόθεση των κοιτασμάτων σε στρώματα.....	46
5.3. Ξένα σώματα στην άργιλο.....	47
5.4. Οργανικές ουσίες.....	47
5.5. Εξόρυξη (μάζεμα πηλού).....	47
5.6. Χρήσεις.....	48
5.7. Υποκατάστατα και εναλλακτικές πηγές.....	50

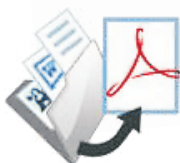


## II. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

<b>6. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....</b>	<b>51</b>
6.1. Μεθοδολογία εκτέλεσης του πειράματος.....	51
6.2. Τεχνικά χαρακτηριστικά κόκκινου πηλού .....	53
<b>7. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ</b>	
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>55</b>
7.1. Διαδικασία Μοντελοποίησης της Καθίζησης.....	55
7.1.1. Περιγραφή Χρησιμοποιηθέντων κροκιδωτικών.....	55
7.1.2. Μαθηματικό Μοντέλο Καθίζησης σε παχυντή διαλείποντος έργου.....	58
7.2. Καθίζηση πηλού.....	59
7.3. Επίδραση CaCl <sub>2</sub> στην καθίζηση πηλού.....	77
7.4. Επίδραση FeCl <sub>3</sub> στην καθίζηση του πηλού.....	100
7.5. Επίδραση MgCl στην καθίζηση πηλού.....	119
7.6. Επίδραση ZnCl <sub>2</sub> στην καθίζηση του πηλού.....	133
7.7. Επίδραση dierspersant (διασκορπιστικού) στην καθίζηση πηλού.....	146
7.8. Επίδραση diesel – dierspersant στην καθίζηση πηλού.....	160
7.9. Επίδραση στην καθίζηση από πετρέλαιο diesel.....	169
<b>8. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>172</b>
<b>9. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>201</b>
<b>10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>203</b>
<b>11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>205</b>



# **I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**





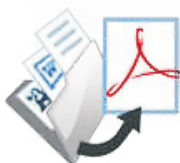
# 1. Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

## 1.1.Γενικά

Στη σημερινή κοινωνία, ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα παγκοσμίως ιδιαίτερα σε τεχνολογικό επίπεδο έχει εξελιχθεί η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής η οποία είναι ορατή σε όλο τον πλανήτη και για την οποία κύρια αιτία θεωρείται η ρύπανση του περιβάλλοντος. Κύριος υπεύθυνος της περιβαλλοντικής ρύπανσης, θεωρείται ο άνθρωπος καθώς με τις ενέργειες του, για ανάπτυξη, οικονομική και κοινωνική ευημερία, παραμελήθηκε η παράμετρος περιβάλλον με σημαντικότερες επιπτώσεις πια στην ανθρώπινη καθημερινότητα από την υγεία μέχρι την αισθητική. Από τις σημαντικότερες επιβαρύνσεις που δέχεται το περιβάλλον, θεωρείται η ρίψη ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων στους υδάτινους αποδέκτες του οικοσυστήματος μας.

Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι η ρύπανση του νερού είναι αποτέλεσμα όλων των δραστηριοτήτων του ανθρώπου, όπως των οικιακών, βιομηχανικών και γεωργικών, και δεν οφείλεται μόνο στο πετρέλαιο, τα ορυκτά, τη λάσπη των υπονόμων ή τη μεταχείριση των έμμονων οργανικών ρύπων που παράγονται από την αποτέφρωση των αποβλήτων, αλλά και σε συνθετικές ουσίες που παράγονται από τη χημεία (χρωστικές ουσίες, λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα, κ.τ.λ.[1].

Η συνεχής ρίψη υγρών αποβλήτων στους υδάτινους αποδέκτες επιφέρει πολύ δυσάρεστα αποτελέσματα στην υγεία του ανθρώπου αλλά και γενικότερα στην ποιότητα ζωής του. Η αξία του νερού για τη ζωή στον πλανήτη μας είναι ανυπολόγιστη. Η ύπαρξη αρκετού και καλής ποιότητας νερού είναι προϋπόθεση για την επιβίωση του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης ζωής. Επιπρόσθετα, το νερό είναι κοινωνικό και οικονομικό αγαθό, απαραίτητο για την υγεία, την οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνική ευημερία, την πολιτιστική και θρησκευτική ζωή και όλα όσα σημαίνουν ευημερία.



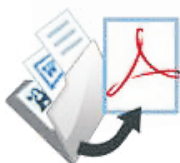
## 1.2. Η Οδηγία-Πλαίσιο περί Υδάτων

Αποτέλεσμα των πιο πάνω ανησυχιών των Κρατών Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήταν η ψήφιση της Οδηγίας- Πλαίσιο περί Υδάτων (2000/60/EK), η οποία έχει στόχο την προστασία των υδατικών πόρων σε όλη την έκταση της. Πρόκειται για την νομοθετική ρύθμιση των αναγκαίων ενεργειών που έχουν στόχο να διασφαλίσουν την ορθολογική διαχείριση και την βιώσιμη χρήση του νερού και που τα Κράτη Μέλη δεσμεύονται να υλοποιήσουν μέσα σε συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα. Της ρύθμισης αυτής έχουν προηγηθεί πολύωρες συζητήσεις μεταξύ τεχνοκρατών, καταναλωτών, πολιτικών και περιβαλλοντιστών, με σκοπό την εξεύρεση τρόπων για να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά τα προβλήματα και να τροχοδρομηθεί η εξασφάλιση των υδατικών πόρων για τις επόμενες γενιές [2].

Η ιστορική πορεία του ανθρώπου συνδέεται άμεσα με το νερό και την καθαρότητα του καθώς ο άνθρωπος δε μπορεί να ζήσει περισσότερο από 5 μέρες χωρίς νερό. Άλλωστε επικρατεί η άποψη ότι ο επόμενος παγκόσμιος πόλεμος θα γίνει για το νερό. Οπότε αποτελεί άμεση ανάγκη για τον άνθρωπο η εξασφάλιση του νερού αλλά και η συνετή χρησιμοποίηση του κάτι που πετυχαίνεται με την απομάκρυνση του ακάθαρτου νερού και στη συνέχεια την επαναχρησιμοποίηση του.

Όταν το νερό είναι μολυσμένο, η απολύμανση καθίσταται αναγκαία. Η καλύτερη προσέγγιση καθαρισμού ζητείται για την επίτευξη των στόχων της απολύμανσης που απαιτούνται από το νόμο. Η βιβλιογραφία αναφέρει πλήθος των διεργασιών για την απολύμανση των μολυσμένων υδάτων και λυμάτων, όπως η πήξη, η καθίζηση, η εξαγωγή, η εξάτμιση, προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα, μέσω ανταλλαγής ιόντων, η οξείδωση καθώς και την προηγμένη οξείδωση, την καύση, τη βιοαποικοδόμηση και τη διήθηση μέσω μεμβράνης [3].

Ωστόσο, πολλές από τις προτεινόμενες διαθέσιμες διαδικασίες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε βιομηχανική κλίμακα τόσο για τεχνολογικούς αλλά ιδιαίτερα για οικονομικούς λόγους. Για το βέλτιστο αποτέλεσμα συνήθως απαιτούνται αρκετά βήματα και συχνά είναι σκόπιμο να συνδυαστούν διάφορες μέθοδοι καθαρισμού μέχρι την μέγιστη απόδοση, ξέροντας ότι κάθε μέθοδος έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Μια γραμμή επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων πρέπει επίσης να σχεδιαστεί σύμφωνα με τους ποιοτικούς στόχους: για παράδειγμα, την



απαιτούμενη μείωση των επιπέδων της ρύπανσης, την επιστροφή σε ένα υδάτινο ρεύμα ή την ανακύκλωση.

Ένα γενικό σχέδιο της βιομηχανικής κατεργασίας ύδατος περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια [1]:

- Μια αρχική επεξεργασία ή προγενέστερης, με μηχανικές, φυσικές και χημικές μεθόδους
- Ένα δευτεροβάθμιο βήμα επεξεργασίας ή καθαρισμού που χρησιμοποιεί χημικές ή βιολογικές μεθόδους
- Και επεξεργασία της λάσπης που διαμορφώνεται (αποτέφρωση).

Γενικά, τα στάδια καθαρισμού λυμάτων με σκοπό τη μείωση του ρυπαντικού φορτίου, είναι:

### 1.3. Πρωτοβάθμιος Καθαρισμός

Σε αυτή την φάση απομακρύνονται τα ογκώδη στερεά, η άμμος και τα αιωρούμενα στερεά. Η πρωτοβάθμια επεξεργασία, χωρίζεται στην προ – επεξεργασία και στην κυρίως κατεργασία.

#### 1.3.1. Προ-επεξεργασία

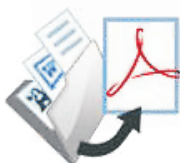
Στην **προ-επεξεργασία**, Περιλαμβάνονται κατεργασίες όπως:

- (i) Η εσχάρωση

Οι εσχάρες είναι διατάξεις με παράλληλες μπάρες και χρησιμοποιούνται για την προστασία των μονάδων επεξεργασίας από ογκώδη αντικείμενα, που εάν εισέλθουν θα προκαλέσουν διάφορες εμφράξεις στις εγκαταστάσεις.

- (ii) Η κοσκίνηση

Σε εφαρμογές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, έχουν χρησιμοποιηθεί περιστροφικά κόσκινα κυλινδρικού σχήματος. Τα κόσκινα αυτά είναι συνήθως βυθισμένα στο κανάλι



και συγκρατούν διάφορα στερεά που παρασύρει το ρεύμα. Τα κόσκινα αυτά περιστρέφονται και στο επάνω μέρος καθαρίζονται.

(iii) Ο άμμο-διαχωρισμός

Ο άμμο-διαχωρισμός έχει ως στόχο την αφαίρεση από το ρεύμα των ακατέργαστων αποβλήτων των χαλικιών, της άμμου και άλλων ανόργανων στερεών, που προκαλούν αποθέσεις στα κανάλια και τις σωληνώσεις, φθείρουν τις αντλίες και άλλα μηχανήματα των ΜΕΥΑ. Η εξάμμωση αφορά στερεά μεγέθους μεγαλύτερου των 200 μm. Τα μικρότερα απομακρύνονται με τις διαδικασίες της καθίζησης και διήθησης. Η διάταξη εξάμμωσης είναι μια δεξαμενή καθίζησης και λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο, όπως και η καθίζηση διακεκριμένων στερεών.

(iv) Ο ελαιο-διαχωρισμός. Η απομάκρυνση των ελαιωδών είναι ένας διαχωρισμός υγρών φάσεων, ενώ η απομάκρυνση των λιπαρών, ένας διαχωρισμός στερεής – υγρής φάσης. Τόσο τα ελαιώδη όσο και τα λιπαρά συστατικά είναι ελαφρύτερα από το νερό και όταν αυτό βρεθεί σε ηρεμία σε μια δεξαμενή, οι προσμίξεις αυτές επιπλέουν. Η υπερχειλίση που πολλές φορές υποβοηθείται με ένα επιφανειακό «ξέστρο» κυρίως για τα λιπαρά, είναι η μέθοδος απομάκρυνσης των προσμίξεων αυτών. Σε αρκετές περιπτώσεις όμως η απομάκρυνση των ελαιωδών και λιπαρών προσμίξεων γίνεται με την εφαρμογή της μεθόδου της Επίπλευσης Διαλυμένου Αέρα.

### 1.3.2. Κυρίως Κατεργασία

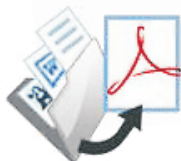
Η **κυρίως κατεργασία** μπορεί να είναι:

- (i) Χημική
- (ii) Φυσική (**καθίζηση**, λόγω βαρύτητας),
- (iii) Συνδυασμός των προηγούμενων διεργασιών

Σκοπός είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών.

### 1.4. Δευτεροβάθμιος (βιολογικός) καθαρισμός:

Σε αυτή τη φάση, απομακρύνονται τα οργανικά συστατικά και τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Η δευτεροβάθμια επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ακολουθεί



συνήθως την πρωτοβάθμια και αποσκοπεί στη περαιτέρω μείωση του διαλυτού οργανικού φορτίου (BOD) και των αιωρούμενων στερεών (S.S.), ενώ ακόμα μπορεί να στοχεύει στη μείωση των αζωτούχων (N) και φωσφορικών (P) ενώσεων, που μπορεί να υπάρχουν στα υγρά απόβλητα (τριτοβάθμιος καθαρισμός). Με δεδομένο ότι το κυριότερο ρυπαντικό φορτίο στα αστικά λύματα είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος (σε ποσοστό περίπου 70%) οργανικής σύνθεσης, η βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων στηρίζεται στη βιοχημική αποικοδόμηση και μετατροπή των πολύ λεπτών και διαλυμένων οργανικών ουσιών σε συσσωματώματα, τα οποία στη συνέχεια απομακρύνονται με καθίζηση. Διακρίνεται ανάλογα με τους μικροοργανισμούς οι οποίοι παίζουν το σπουδαιότερο ρόλο και είναι υπεύθυνοι για τη διάσπαση και τη σταθεροποίηση των οργανικών ουσιών σε:

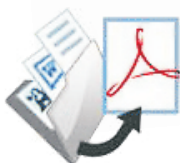
- αερόβια, κατά την οποία επιτυγχάνεται διάσπαση και σταθεροποίηση από αερόβιους και επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμούς,
- αναερόβια, κατά την οποία επιτυγχάνεται διάσπαση και σταθεροποίηση από αναερόβιους και επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμούς και
- αερόβια-αναερόβια, κατά την οποία επιτυγχάνεται διάσπαση και σταθεροποίηση και από τα τρία είδη των οργανισμών (αερόβιοι, αναερόβιοι και επαμφοτερίζοντες).

#### **1.5. Τριτοβάθμιος καθαρισμός: σε αυτή τη φάση απομακρύνονται τα θρεπτικά συστατικά ( φώσφορος, άζωτο)**

- (i) Απομάκρυνση φωσφόρου: Αναερόβια διαδικασία, Αερισμός
- (ii) Απομάκρυνση αζώτου: αερισμός, ανοξική διεργασία
- (iii) Απολύμανση: χλωρίωση, αποχλωρίωση

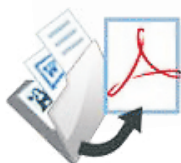
#### **1.6. Τεταρτοβάθμιος καθαρισμός: επεξεργασία της περίσσειας λάσπης με:**

- (i) Πάχυνση
- (ii) Αφυδάτωση



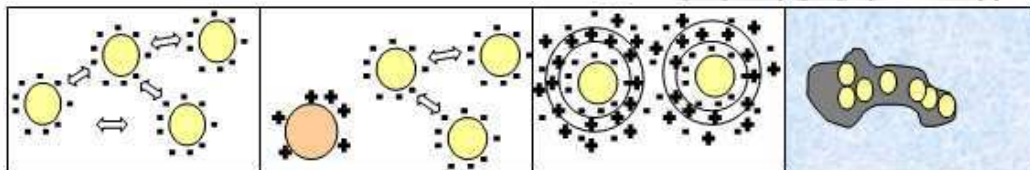
Σε ορισμένες περιπτώσεις, μια τριτοβάθμια επεξεργασία του νερού μπορεί επίσης να υποχρεωθεί να αφαιρέσει από τους εναπομένοντες ρύπους ή τα μόρια που παράγονται κατά τη διάρκεια της δευτερογενούς καθαρισμού (π.χ., την αφαίρεση των αλάτων που παράγονται από την ανοργανοποίηση της οργανικής ύλης).

Η Πρωτοβάθμια επεξεργασία αφορά μόνον ετερογενή απόβλητα, δηλαδή απόβλητα που περιέχουν στερεά ή υγρά αναμεμιγμένα και εξαλείφει τα στερεά σωματίδια και αιωρούμενες ουσίες (κολλοειδή ή διασπορές) από τα απόβλητα. Αυτό το στάδιο της προεπεξεργασίας είναι υποχρεωτικό πριν από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, διότι διαφορετικά, τα σωματίδια ρύπανσης θα μπορούσαν να εμποδίσουν αργότερα την απόδοση και να καθιστούν λιγότερο αποτελεσματικό τον εξοπλισμό καθαρισμού. Η πήξη / κροκίδωση συχνά εφαρμόζεται ως διαδικασία στον πρωτογενή καθαρισμό των βιομηχανικών λυμάτων (και σε ορισμένες περιπτώσεις, στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία) [4].



## 2. ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ

Διεργασία απαραίτητη ώστε να πραγματοποιηθεί η συσσωμάτωση, δηλαδή ο σχηματισμός μεγαλύτερων αιωρούμενων στερεών (που απομακρύνονται πιο εύκολα στη συνέχεια)



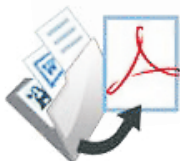
Αρνητικά φορτισμένα κολλοειδή σωματίδια	Προσθήκη κροκιδωτικού (Άλατα του αργιλίου ή του σιδήρου). Εξουδετέρωση του αρνητικού ηλεκτρικού φορτίου και συσσωμάτωση σε μικροκροκίδες	Οι μικροκροκίδες στη συνέχεια γίνονται κροκίδες οι οποίες καθιζάνουν πιο εύκολα
---	--	---

**Σχήμα 2.1:** Αναπαράσταση διαδικασίας κροκιδώσης

Η κροκιδώση είναι μια μέθοδος που έχει εφαρμοστεί με ιδιαίτερη επιτυχία στη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων αλλά και του νερού, για την απομάκρυνση κολλοειδών σωματιδίων και φυσικών οργανικών ουσιών [8].

### 2.1. Η χρήση κροκιδωτικών

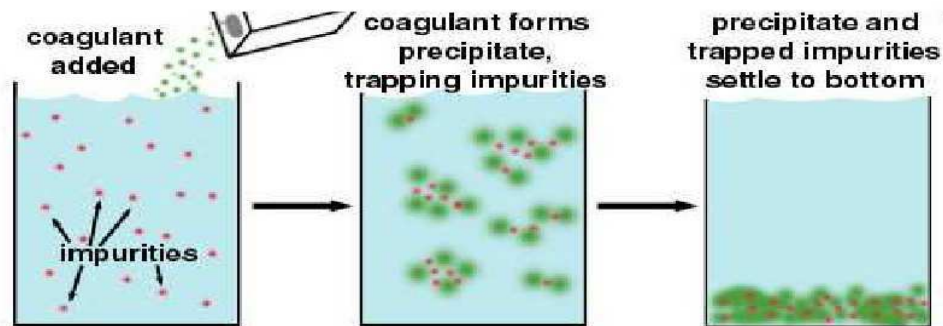
Η πήξη, με χρήση χημικών πηκτικών αποτελείται από το συνδυασμό αδιάλυτων σωματιδίων και/ή διαλυμένα οργανικής ύλης σε μεγάλα μεγέθη, διευκολύνοντας έτσι την απομάκρυνσή τους σε επόμενες διεργασίες όπως η καθίζηση, η επίπλευση και τα στάδια διήθησης. Συνήθως περιλαμβάνει τη διασπορά ενός ή περισσότερων χημικών αντιδραστηρίων που αποσταθεροποιεί τα κολλοειδή σωματίδια, που οδηγεί στο σχηματισμό των μικρο-νιφάδων. Τα πηκτικά και τα κροκιδωτικά που χρησιμοποιούνται συχνά είναι τα πρόσθετα ορυκτών υλών, συμπεριλαμβανομένων



μεταλλικών αλάτων, όπως χλωριούχου polyaluminium και συνθετικά πολυμερή, όπως πολυακρυλαμιδίου[5].

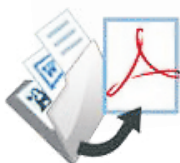
Χρησιμοποιώντας αυτές τις χημικές ουσίες μπορεί να υπάρχουν πολλές συνέπειες για το περιβάλλον όπως

- (i) αύξηση της συγκέντρωσης μετάλλων στο νερό (που ενδέχεται να έχουν επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου)
- (ii) την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων (τοξικά) ιλύος
- (iii) η διασπορά των ολιγομερών μπορεί επίσης να είναι επικίνδυνη για την υγεία. Για τους λόγους αυτούς, οι εναλλακτικές πηκτικών και κροκιδωτικών να εξετάζονται για περιβαλλοντικές εφαρμογές.



**Σχήμα 2.2: μέθοδος κροκιδώσης στην πρωτοβάθμια καθίζηση κατά την πειραματική διαδικασία.**

Η πήξη, με χρήση χημικών πηκτικών αποτελείται από το συνδυασμό αδιάλυτων σωματιδίων και/ ή διαλυμένα οργανικής ύλης σε μεγάλα μεγέθη, διευκολύνοντας έτσι την απομάκρυνσή τους σε επόμενες διεργασίες όπως η καθίζηση, η επίπλευση και τα στάδια διήθησης. Συνήθως περιλαμβάνει τη διασπορά ενός ή περισσότερων χημικών αντιδραστηρίων που αποσταθεροποιεί τα κολλοειδή σωματίδια, που οδηγεί στο σχηματισμό των μικρο-νιφάδων. Τα πηκτικά και τα κροκιδωτικά που χρησιμοποιούνται συχνά είναι τα πρόσθετα ορυκτών υλών, συμπεριλαμβανομένων





μεταλλικών αλάτων, όπως χλωριούχου polyaluminium και συνθετικά πολυμερή, όπως πολυακρυλαμιδίου[5].

Χρησιμοποιώντας αυτές τις χημικές ουσίες μπορεί να υπάρχουν πολλές συνέπειες για το περιβάλλον όπως

- (i) αύξηση της συγκέντρωσης μετάλλων στο νερό (που ενδέχεται να έχουν επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου)
- (ii) την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων (τοξικά) ιλύος
- (iii) η διασπορά των ολιγομερών μπορεί επίσης να είναι επικίνδυνη για την υγεία. Για τους λόγους αυτούς, οι εναλλακτικές πηκτικών και κροκιδωτικών να εξετάζονται για περιβαλλοντικές εφαρμογές [6].

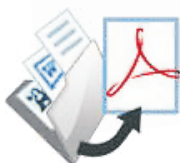
## 2.2. Κατηγορίες κροκιδωτικών υλικών

Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες των υλικών που χρησιμοποιούνται σε διαδικασίες πήξη / κροκίδωση [7]:

- (1) ανόργανων και οργανικών πηκτικών συμπεριλαμβανομένων των προσθέτων ορυκτών (ασβέστης, τα άλατα ασβεστίου, κλπ.), υδρόλυση μεταλλικά άλατα (θειικό αργίλιο, χλωριούχο σίδηρο, σιδήρου θειικό άλας, κ.λπ.), πριν από υδρολυμένη μέταλλα (χλωριούχο polyaluminium, polyaluminosilicate θειικό άλας, κ.λπ.) και πολυηλεκτρολύτες (αντιπηκτικές ενισχύσεις)
- (2) και οργανικά κροκιδωτικά συμπεριλαμβανομένων των κατιόντων και ανιόντων πολυηλεκτρολύτες, μη ιονικών πολυμερή, επαμφοτερίζουσες και hydrophobically τροποποιημένα πολυμερή, και φυσικά κροκιδωτικά (παράγωγα του αμύλου, guar ούλα, τανίνες, αλγινικού άλατος, κλπ). Η πήξη κυρίως προκαλείται από ανόργανα μεταλλικά άλατα, π.χ., του αλουμινίου και σιδήρου θειικά και χλωριούχα άλατα.

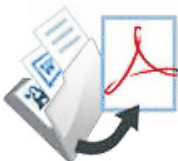
Οι πιο συχνές πρόσθετες ουσίες, είναι το θειικό αργίλιο (γενικά γνωστή ως στυπτηρία), τριχλωριούχος σίδηρος και θειικός σίδηρος [8].

Ωστόσο, το σημαντικό μειονέκτημα αυτών των συμβατικών πηκτικών είναι η ανικανότητα ελέγχου της φύσης δηλαδή, η απόδοση τους εξαρτάται όχι μόνο από το



pH του νερού και η συγκέντρωσή τους, αλλά και από τη θερμοκρασία και τη φύση της λύσης.

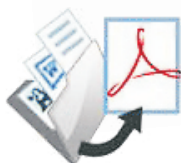
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ



## 2.3. Μηχανισμοί κροκίδωσης

Οι μηχανισμοί με τους οποίους επιτυγχάνεται η κροκίδωση και η συσσωμάτωση των κολλοειδών είναι οι εξής: [9]

- Αμοιβαία Συσσωμάτωση Με την προσθήκη, συνήθως, μεταλλικών οξειδίων (π.χ. θεικού αργιλίου) παρουσιάζονται πολυσθενή θετικά ιόντα τα οποία εξουδετερώνουν τα αρνητικά φορτισμένα κολλοειδή.
- Ηλεκτροστατική συσσωμάτωση Με την προσθήκη ηλεκτρολυτών, προκαλείται αποσταθεροποίηση των κολλοειδών λόγω μείωσης της ηλεκτροστατικής άπωσης, δηλαδή μείωση του δυναμικού  $Z$ . Η ποσότητα του προστιθέμενου ηλεκτρολύτη είναι ανάλογη του δυναμικού  $Z$  και όχι της ποσότητας των κολλοειδών και εξαρτάται από το σθένος των ιόντων του κροκιδωτικού μέσου. Η ικανότητακροκίδωσης αυξάνει γεωμετρικά με το σθένος του προστιθέμενου ιόντος π.χ.  $Na^{+1} : Mg^{+2} : Al^{+3} = 1 : 60 : 600$ . Η πιο αποτελεσματική κροκίδωση πραγματοποιείται όταν το δυναμικό  $Z$  γίνεται μηδέν(ισοηλεκτρικό σημείο), ωστόσο είναι αρκετά ικανοποιητική και για τιμές του δυναμικού  $\geq 0.5$  mV.
- Συσσωμάτωση με προσρόφηση Η αποσταθεροποίηση του κολλοειδούς διαλύματος γίνεται με την προσθήκη πολυηλεκτρολυτών οι οποίοι μεταβάλλουν το φορτίο των κολλοειδών, μέσω του μηχανισμού της προσρόφησης στη δώδεκυλαμίνη (χημικός δεσμός, μεγαλύτερη ενέργεια ηλεκτροχημική)
- Συσσωμάτωση με γεφύρωση Η αποσταθεροποίηση του κολλοειδούς διαλύματος είναι αποτέλεσμα της προσθήκης μακρομορίων ή πολυηλεκτρολυτών, που προσροφώνται στην επιφάνεια των κολλοειδών, δημιουργώντας γεφυρώσεις.

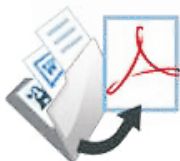


- Συσσωμάτωση με σάρωση: Η σάρωση των κολλοειδών σωματιδίων γίνεται από τα αδιάλυτα υδροξείδια των μετάλλων τα οποία καθώς καθιζάνουν αργά, συμπαρασύρουν τα αιωρούμενα σωματίδια.
- Συμπύεση της διπλής στοιβάδας: προσθήκη ιόντων αντίθετου φορτίου από το φορτίο των αιωρούμενων στερεών, εξουδετέρωση φορτίων, οπότε τα στερεά πλησιάζουν αρκετά ώστε να επιδράσουν οι δυνάμεις Van der Waals
- Παρασυρμός από ίζημα: προσθήκη αλάτων, π.χ.  $Al_2(SO_4)_3$  ή  $FeCl_3$ , σε συγκεντρώσεις ώστε να σχηματιστούν ιζήματα υδροξειδίων Al ή Fe, όπου τα κολλοειδή στερεά εγκλωβίζονται και καθιζάνουν
- Προσρόφηση που προκαλεί γεφύρωση στερεώντα μεγαλομόρια των πολυμερών κροκιδωτικών (πολυηλεκτρολυτών) προσροφούνται από περισσότερα του ενός στερεά, και συγκρατούνται σε ένα συσσωμάτωμα

#### 2.4. Παραδείγματα πολυμερών κροκιδωτικών στην επεξεργασία λυμάτων.

Παρακάτω, παρουσιάζονται παραδείγματα πολυμερών κροκιδωτικών που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές επεξεργασίας λυμάτων και ύδρευσης [10].

- Κατιονικές πολυηλεκτρολύτες
- Πολυ (diallyldimethyl χλωριούχο αμμώνιο)
- Επιχλωρυδρίνη/διμεθυλαμίνης
- πολυμερή κατιονικές πολυακρυλαμίδης ,
- Πολυ (αλκυλαμίνες) [πολυ (ethyleneimine),
- Φυσική κατιονικό πολυμερή (χιτοζάνη , κατιονικά άμυλα)
- Ανιονικός πολυηλεκτρολύτες , ανιονικές πολυακρυλαμίδης πολυμερή οξύ
- Καρβοξυλικά ,Phosphonic πολυμερή οξύ , πολυμερή σουλφονικού οξέος



- Φυσικό ανιονικών πολυμερών (θεική πολυσακχαρίτες, όπως τροποποιήθηκε λιγνιτοθειώδη άλατα)
- Μη ιονικά πολυμερή – Polyacrylamide παράγωγα της κυτταρίνης Φυσικά μη ιονικά πολυμερή (άμυλο,)

## 2.5. Χημικά μέσα κροκίδωσης

Τα κυριότερα χημικά μέσα που χρησιμοποιούνται σαν κροκιδωτικά ή θρομβωτικά (coagulants) είναι:[12]

Θεικό αργίλιο ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ),

Θεικός σίδηρος ( $Fe_2(SO_4)_3$ ),

Θεικός υποσίδηρος ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ),

Χλωριούχος σίδηρος ( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ),

Χλωριούχο Ασβέστιο ( $CaCl_2$ )

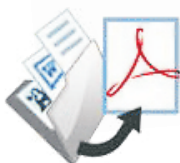
Χλωριούχος Ψευδάργυρος ( $ZnCl_2$ )

Αργλικό νάτριο ( $NaAlO_2$ ),

Υδράσβεστος ( $Ca(OH)_2$ ),

Θεικό οξύ ( $H_2SO_4$ ),

Διοξείδιο του θείου ( $SO_2$ ).



### 3. ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ: ΚΑΘΙΖΗΣΗ

Καθίζηση ορίζεται η διαδικασία αφαίρεσης των στερεών σωματιδίων από ένα διάλυμα μέσω της δύναμης της βαρύτητας. Πρόκειται στην ουσία για μια διαδικασία αφαίρεσης σωματιδίων με ειδικό βάρος μεγαλύτερο του νερού. Βασίζεται στο γεγονός ότι όταν τα σωματίδια ηρεμούν, τότε αρχίζουν να καθιζάνουν. Έτσι μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, θα δημιουργήσουν ίζημα στον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης. Αυτό το ίζημα που ονομάζεται ιλύς ή λάσπη, μαζεύεται διακόπτοντας τη λειτουργία της δεξαμενής και αδειάζοντας την. Η αφαίρεση της λάσπης γίνεται και με αντλία στο κάτω μέρος της δεξαμενής. Τα δοχεία που γίνεται η καθίζηση, βιβλιογραφικά αναφέρονται είτε ως “clarifiers” (ξεκαθαρίζουν), είτε ως “thickeners” (πυκνώνουν, πήζουν). Όταν έχουμε σκοπό, τα απόβλητα μας να έχουν χαμηλή ποσότητα αιωρημάτων, χρησιμοποιούμε ως δοχεία καθίζησης τους “clarifiers”. Αντίθετα αν επιδιώκουμε τη συγκέντρωση των αιωρημάτων, τότε χρησιμοποιούμε ως δοχείο καθίζησης, τους “thickeners”. Αυτοί οι δύο όροι, συχνά χρησιμοποιούνται κατ’ εναλλαγήν ως προς την περιγραφή δεξαμενών καθίζησης υγρών αποβλήτων από αντιδραστήρες επεξεργασίας λυμάτων και για αυτό το λόγο είναι σημαντικό κατά το σχεδιασμό των, να λαμβάνονται και οι δύο τρόποι καθίζησης υπ’ όψιν.

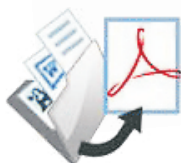
#### 3.1. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα της μεθόδου:

- Αρκετά αποδοτική διαδικασία
- Δεν δαπανάται ενέργεια και πολλές φορές δεν απαιτούνται πρόσθετα χημικά.
- Είναι μια καθαρά φυσική διεργασία

Μειονεκτήματα της μεθόδου:

- Ο χρόνος καθίζησης δεν είναι πάντα σταθερός και μπορεί να κυμανθεί σε αρκετές ώρες.



Το νερό υποβάλλεται συνήθως σε κάποιο βαθμό καθαρισμού κατά την αποθήκευση σε δεξαμενές. Το ποσοστό του καθαρισμού με καθίζηση εξαρτάται από το είδος και την ποσότητα των αιωρούμενων σωματιδίων ως τις φυσικές, χημικές και βιολογικές συνθήκες του αποθηκευμένου νερού. Το ποσοστό της καθίζησης ενισχύεται με την προσθήκη κροκιδωτικών, όπως άλατα σιδήρου, κολλοειδές πυριτικόάλας, κ.λπ...

Οι μικροοργανισμοί παραμένουν βιώσιμοι για μεγάλο χρονικό διάστημα, αν και η πιο ορατή ένδειξη της ρύπανσης έχει εξαφανιστεί. Καθίζηση, ως εκ τούτου, μειώνει το μικροβιακό πληθυσμό, αλλά δεν συντελεί στην αποστείρωση του μολυσμένου νερού. Για την παραγωγή πόσιμου νερού περαιτέρω επεξεργασία είναι αναγκαία. Έτσι η καθίζηση χρησιμοποιείται συχνά ως ένα πρώτο στάδιο καθαρισμού. Οι σημαντικές πειραματικές παράμετροι είναι η ταχύτητα καθίζησης η συγκέντρωση και η δοσολογία της κροκιδώσης [13],[14].

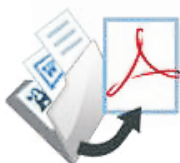
### **3.2. Επεξεργασία Λάσπης.**

Η λάσπη που συλλέγεται στη δεξαμενή καθιζήσεως (πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια), περιέχει σημαντικό οργανικό φορτίο και γι αυτό πρέπει έγκαιρα να απομακρύνεται για την αποφυγή δημιουργίας αναερόβιων ζυμώσεων με αποτέλεσμα δυσοσμίες και χειροτέρευση της ποιότητας της τελικής απορροής [15].

Η απομάκρυνση της λάσπης από τον ειδικό χώρο συγκέντρωσης της δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθιζήσεως πρέπει να γίνεται τουλάχιστον μια φορά σε κάθε βάρδια (3 φορές το 24ωρο) και ακόμη συχνότερα τις θερμές εποχές. Η λάσπη υποβάλλεται συνήθως σε κατάλληλη επεξεργασία ανοργανοποίησης και αφυδάτωσης πριν από την τελική της διάθεση. Η τελική διάθεση γίνεται σε ΧΥΤΑ, εκτός και χρησιμοποιηθεί η λάσπη ως συμπληρωματικό λιπάσματος ή σε άλλες χρήσεις[18],[19].

### **3.3 . Ταξινόμηση των υπό καθίζηση υλικών**

Τα βασικά χαρακτηριστικά των αιωρούμενων σωματιδίων, εξαρτώνται τόσο από τη φύση των σωματιδίων, όσο και από τη συγκέντρωσή τους και της συνθήκες



στη συσκευή που γίνεται η καθίζηση. Συγκεκριμένα, η συμπεριφορά των καθιζημάτων χωρίζεται σε 4 κατηγορίες (κλάσεις):

Στην κατηγορία 1, το διάλυμα είναι αραιωμένο(νερωμένο) και τα σωματίδια έχουν μικρή ή και καθόλου προδιάθεση ως προς το να “συγκρουστούν” μεταξύ τους με αποτέλεσμα την προσκόλληση τους. Συμπεραίνουμε, ότι καθένα από τα σωματίδια ή τα μόρια του υλικού που καθιζάνει, είναι ανεξάρτητο από τα άλλα.

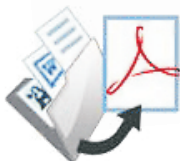
Στην κατηγορία 2, το διάλυμα είναι επίσης αραιό όπως, αλλά κάποια από τα σωματίδια, δημιουργούν μια νέα υπόσταση ( συγκερασμός) ή συσσωματώνονται κατά τη διάρκεια της καθίζησης. Με αυτό τον τρόπο, τα νέα σχηματισμένα σωματίδια είναι μεγαλύτερα λόγω της συσσωμάτωσης, αποκτούν μεγαλύτερη ταχύτητα καθίζησης κάνοντας το ποσοστό της καθίζησης να μεγαλώνει με το χρόνο. Τέτοια συμπεριφορά παρατηρείται πως εμφανίζουν κυρίως τα απόβλητα που εισέρχονται πρώτα στις δεξαμενές καθίζησης .

Στην κατηγορία 3, παρατηρείται το φαινόμενο όπου σωματίδια με μεγάλη συγκέντρωση στερεών καθιζάνουν σαν μια ενιαία μάζα. Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των σωματιδίων είναι αρκετά δυνατές ώστε να διατηρούν χονδρικά τα σωματίδια στην ίδια θέση καθώς καθιζάνουν. Ακόμα, καθώς τα σωματίδια έχουν μικρή τάση στο να κινηθούν το ένα μέσα στο άλλο, δημιουργείται μια καθαρή διαχωριστική γραμμή μεταξύ των στερεών σωματιδίων και του υγρού(π.χ. καθαρό νερό). Στην πράξη πάντως, πάντα υπάρχει κάποιο κομμάτι στερεών που “ξεφεύγει”, λόγω υδροδυναμικών παραγόντων.

Στην κατηγορία 4 παρατηρείται το εξής φαινόμενο. Κάθε στοιβάδα στερεών, προωθεί μια σειρά μηχανικών ιδιοτήτων στις “από πάνω” ζώνες στερεών. Από το σημείο που τα στερεά δεν υποστηρίζονται μόνο από υδραυλικές δυνάμεις, τα στερεά υπόκεινται σε πιέσεις συμπίεσης με αποτέλεσμα να σχηματίζεται μία ζώνη συμπίεσης όπου εκεί η συγκέντρωση των στερεών σχετίζεται με το βάθος της επεξεργασίας των λυμάτων και την κράτηση των στερεών σε αυτή τη ζώνη [20],[21].

### **3.4. Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης**

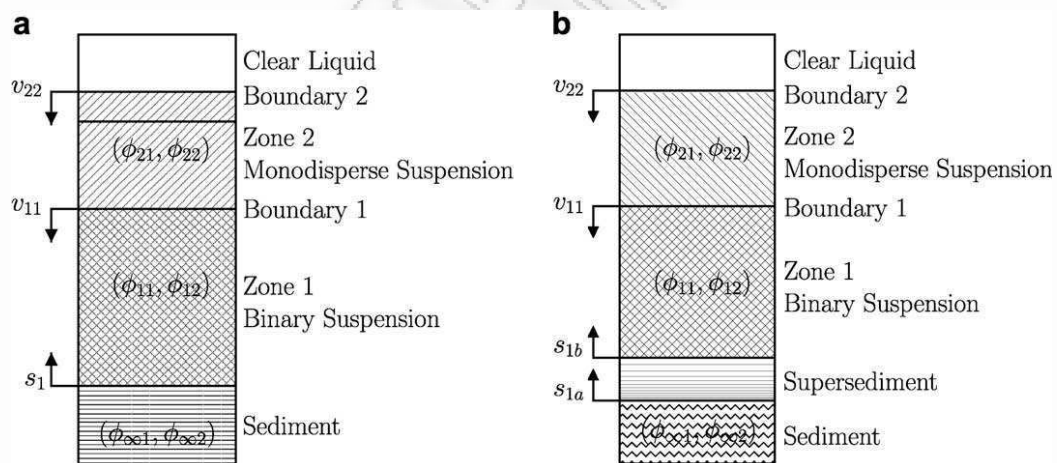
Η δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης αποτελεί τη βασική μονάδα επεξεργασίας των λυμάτων ύστερα από την προκαταρκτική επεξεργασία τους στις εγκαταστάσεις εσχάρωσης και εξάμωσης. Η αρχή λειτουργίας της στηρίζεται στη σημαντική





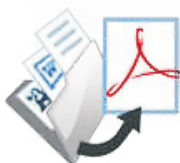
ελάττωση της ταχύτητας ροής των αποβλήτων, με αποτέλεσμα τα μεγαλύτερα και βαρύτερα οργανικά αιωρούμενα στερεά να καθιζάνουν. Συγκεκριμένα πραγματοποιείται απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών (SS) κατά 50-70% και απομάκρυνση οργανικού φορτίου BOD κατά 25-40%. Με τον τρόπο αυτό έχουμε μείωση της απαίτησης σε οξυγόνο στα επόμενα στάδια, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ρεύματος και τη μείωση του λειτουργικού κόστους της ΜΕΥΑ. Επίσης οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης λειτουργούν και ως δεξαμενές εξισορρόπησης της ροής για τα επόμενα στάδια επεξεργασίας των λυμάτων [25].

Η πρωτοβάθμια καθίζηση είναι σχεδιασμένη για τη μέγιστη ημερήσια παροχή και η κατασκευή της γίνεται σε ανοιχτούς χώρους της μονάδας. Ο σχεδιασμός των δεξαμενών στηρίζεται στη χρήση εμπειρικών κριτηρίων, πιλοτικών μονάδων και σωλήνων καθίζησης. Σύμφωνα με τα εμπειρικά κριτήρια το επιφανειακό φορτίο,  $q$ , παίρνει τιμές μεταξύ  $30-50 \text{ m}^3 \text{ λυμάτων/m}^2 \text{ επιφάνειας δεξαμενής ανά ημέρα}$ , ενώ ο χρόνος παραμονής  $\theta$  κυμαίνεται μεταξύ  $1,5-2,5$  ωρών. Το επιφανειακό φορτίο,  $q$  έχει φυσική σημασία και σχετίζεται με την ταχύτητα καθίζησης των σωματιδίων.



Σχήμα 3.1: Διάγραμμα απεικόνισης ζωνών καθίζησης κατά την εκτέλεση του πειράματος [12].

Κατά την πρωτοβάθμια καθίζηση, η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου (BOD), και των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS) εξαρτάται από το χρόνο παραμονής, καθώς η συσσωμάτωση αυξάνεται όσο αυξάνει ο χρόνος παραμονής.



Επίσης, επηρεάζεται από τη θερμοκρασία. Συγκεκριμένα, χαμηλές θερμοκρασίες έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ιξώδους του νερού, με συνέπεια την αργή καθίζηση των σωματιδίων [26].

Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης έχουν συνήθως μορφή, είτε ορθογωνική με ροή των λυμάτων κατά μήκος της μεγάλης πλευράς, είτε κυκλική με ακτινωτή ροή από το κέντρο στην περιφέρεια. Στην πράξη το είδος της δεξαμενής που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από την περιοχή, το μέγεθος της έκτασης που έχουμε στη διάθεση μας, την τεχνολογία του εργολάβου κ.α.

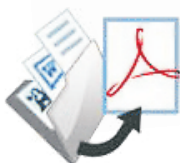
Πολύ σημαντική παράμετρος για την καλή λειτουργία της δεξαμενής είναι η διασφάλιση ομαλής οριζόντιας ροής. Η ομαλή ροή εξασφαλίζεται με την εισροή των λυμάτων σε όλο το πλάτος της δεξαμενής με τη χρήση υπερχειλιστών ή με την εισροή των λυμάτων μέσω ανοιγμάτων κάτω από τη στάθμη του νερού (100-200mm). Κατά την εκροή των αποβλήτων από το στάδιο αυτό πρέπει να υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή της ροής για την αποφυγή απομάκρυνσης επιπλέοντων σωματιδίων [27].

Κατά τη διάρκεια της πρωτοβάθμιας καθίζησης μπορεί να υπάρξει απόκλιση από τις ιδανικές συνθήκες ροής των λυμάτων. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε διαφορές πυκνότητας και θερμοκρασίας των λυμάτων, στην επίδραση του ανέμου, στο σύστημα συλλογής της ύλης καθώς και στην είσοδο και έξοδο των αποβλήτων [28].

### 3.5. Καθίζηση ξεχωριστών σωματιδίων

Ένα σωματίδιο μπορεί να διατηρεί το μέγεθος, το σχήμα και τις διαστάσεις του κατά την καθίζηση. Όταν το ενώσουμε με κάτι υγρό(π.χ. νερό), αρχικά το στερεό επιταχύνει μέχρι το σημείο όπου η δύναμη της βραδύτητας του υγρού λόγω τριβής να ισούται με τη δύναμη που αναπτύσσεται λόγω της βαρύτητας. Αφού δημιουργηθεί αυτή η ισορροπία, το υπό καθίζηση σωματίδιο αποκτά μία ομοιόμορφη ταχύτητα, η οποία βιβλιογραφικά συχνά ορίζεται ως “terminal settling velocity”, (τελική ταχύτητα καθίζησης) [25].

- Τρεις κατηγορίες καθίζησης:
  - Καθίζηση διακεκριμένων στερεών



- Τα στερεά δεν αλλάζουν μέγεθος, σχήμα & υδραυλική συμπεριφορά
- Ειδική κατηγορία: παρεμποδισμένη καθίζηση
- Καθίζηση συσσωματούμενων στερεών
  - *Αύξηση μεγέθους και αλλαγή σχήματος & ειδικού βάρους των αιωρούμενων στερεών*
- Καθίζηση ζώνης
  - *Σχετικά μεγάλες συγκεντρώσεις στερεών, που καθιζάνουν μαζικά*

### 3.5.1. Καθίζηση διακεκριμένων στερεών

- Τα στερεά επιταχύνονται μέχρις ότου αποκτήσουν την τερματική/οριακή ταχύτητα  $V_s$ 
  - $W = V_{ol}(\rho_s - \rho_w)g$

όπου

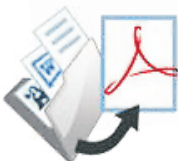
  - $V_{ol}$  όγκος νερού,  $m^3$
  - $\rho_w$  πυκνότητα νερού,  $Kg/m^3$
  - $\rho_s$  πυκνότητα στερεού,  $Kg/m^3$
- Stokes (1853):
  - $FD = 3\pi\mu dV_s$

όπου

  - $FD$  οπισθέλκουσα,  $N$
  - $\mu$  ιξώδες του υγρού,  $Kgm^{-1}s^{-1}$
  - $d$  διάμετρος στερεού,  $m$
  - $V_s$  ταχύτητα καθίζησης
- $W = FD$ , δίνει:
  - $V_s = (g/18\mu)(\rho_s - \rho_w)d^2$

“Νόμος του Stokes”

Ισχύει για την καθίζηση διακεκριμένων στερεών όταν ο αριθμός Reynolds  $Re = \rho_w d V_s / \mu$  είναι μικρότερος από 1 (στρωτή γραμμική ροή).

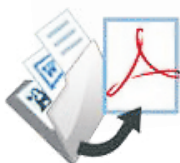


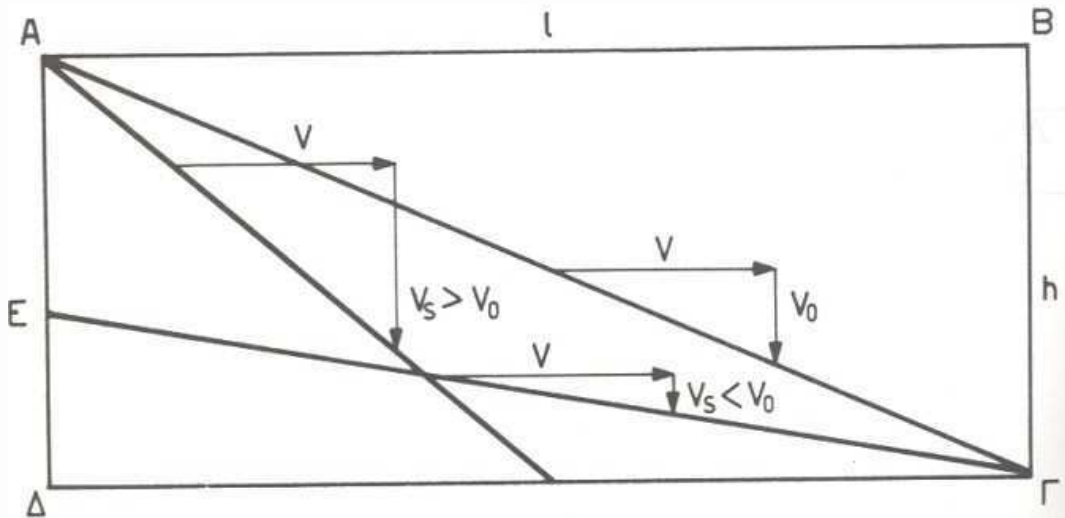
**Πίνακας 3.1.** Χρόνοι καθίζησης στερεών στο νερό

<i>Διάμετρος στερεού (mm)</i>	<i>Είδος στερεού</i>	<i>Χρόνος καθίζησης 1 m</i>
10	Χαλίκι	1 sec
1	Άμμος	10 sec
0.1	Λεπτή άμμος	2 min
0.01	Άργιλος	2 h
0.001	Βακτήρια	8 days
0.0001	Κολλοειδή στερεά	2 years
0.00001	Κολλοειδή στερεά	20 years

#### **Δεξαμενές Καθίζησης (ΔΚ)**

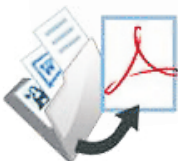
- **Ορθογώνια δεξαμενή με συνεχή οριζόντια ροή**
  - Μήκος  $l$
  - Πλάτος  $w$
  - Βάθος  $h$
  - Επιφάνεια ροής  $a=wl$
  - Ομοιόμορφη οριζόντια ταχύτητα  $V$
  - Παροχή  $Q=Vwh$
  
- **Παραδοχές**
  - Ομοιόμορφη κίνηση σε όλα τα σημεία
  - Ομοιόμορφη κατανομή στην έκταση εισόδου
  - Στερεό που δεν φθάνει στον πυθμένα, παρασύρεται στην έξοδο την δεξαμενής





Σχήμα 3.2. Ορθογώνια δεξαμενή καθίζησης

- Κρίσιμη ή οριακή ταχύτητα  $V_0$ : η ταχύτητα του στερεού που μόλις απομακρύνεται (τροχιά ΑΓ)
- $V_0/V = h/l$ 
  - Στερεά με  $V_s = V_0$  θα απομακρυνθούν από τη ροή και θα κατακαθίσουν στη δεξαμενή
  - Στερεά με  $V_s > V_0$  ομοίως
  - Στερεά με  $V_s < V_0$  θα απομακρυνθούν μόνο κατά το ποσοστό  $V_s/V_0$ , γιατί αυτό το ποσοστό θα προλάβει να φτάσει στον πυθμένα
- Λειτουργικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά
  - Επιφανειακό φορτίο
    - $Q = Vwh$  και  $V_0/V = h/l \Rightarrow V_0 = Q/wl = Q/a$  ( $a = \text{επιφάνεια}$ )
- Επίδραση βάθους στην απόδοση διαχωρισμού
  - Μείωση βάθους στο μισό  $\Rightarrow V_0/2V = (h/2)/l \Rightarrow V_0/V = h/l$  (απόδοση ανεξάρτητη του βάθους) \*
- Χρόνος παραμονής στη δεξαμενή
  - Χρόνος παραμονής  $t_R = \text{όγκος}/\text{παροχή } Q$ 
    - Είναι ο θεωρητικός χρόνος-στην πραγματικότητα ο μέσος χρόνος παραμονής των διαφόρων τμημάτων του ρευστού

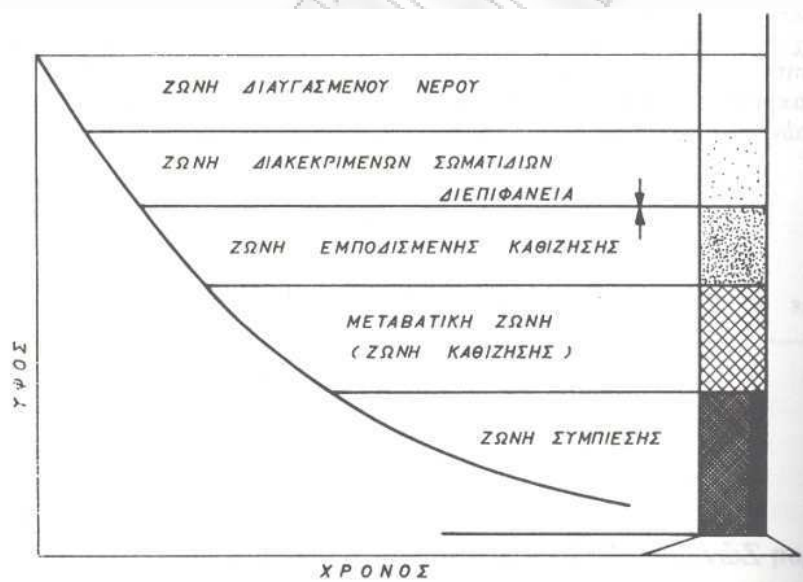


### 3.5.2. Καθίζηση συσσωματούμενων στερεών

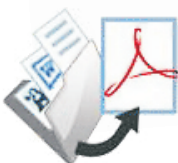
- Η ταχύτητα καθίζησης αυξάνει, λόγω της συσσωμάτωσης με άλλα στερεά
- Μαθηματική ανάλυση δεν είναι δυνατή, οι παράμετροι υπολογίζονται πειραματικά
- Στήλες καθίζησης:
  - διάμετρος 10-15 cm
  - ύψος 2.5-3 m (ύψος πραγματικής δεξαμενής)
- Δείγματα από διάφορα βάθη σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα
- Ανάλυση για αιωρούμενα στερεά

### 3.5.3. Καθίζηση Ζώνης – Μαζική καθίζηση αιωρούμενων στερεών

- Παρατηρείται (στην καθίζηση ενεργού ιλύος ή κροκιδωμένων χημικών αιωρημάτων) σε συγκεντρώσεις στερεών μεγαλύτερες από 500 mg/l
- Τα συσσωματώματα συγκολλώνται και η όλη μάζα καθιζάνει σχηματίζοντας μια διακεκριμένη επιφάνεια μεταξύ των συσσωματωμάτων και του διαυγασμένου νερού [22],[23].

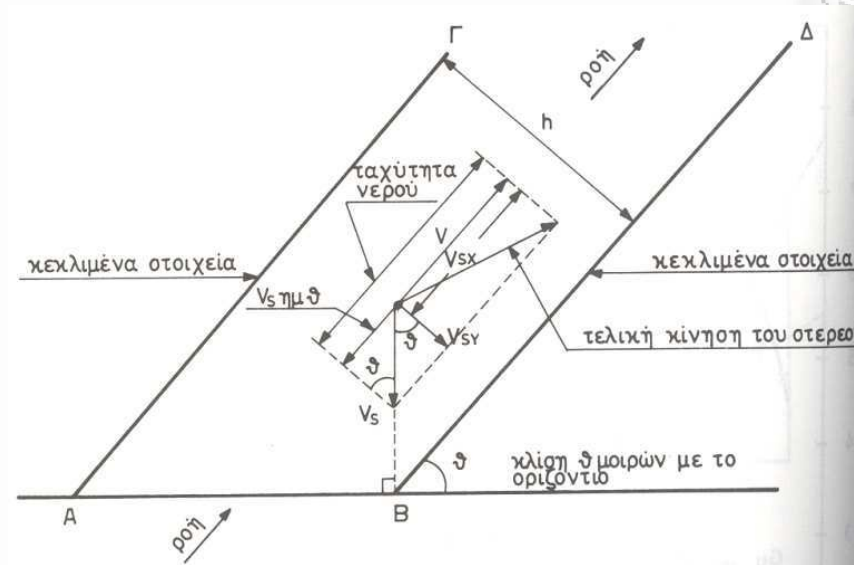


Σχήμα 3.3. Περιοχές καθίζησης ιλύος

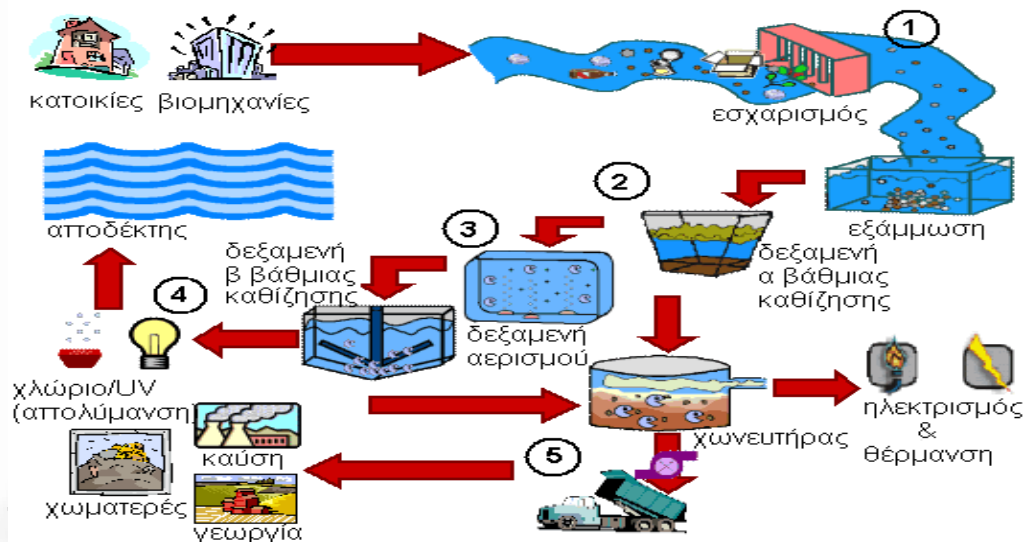


### Καθίζηση σε κεκλιμένους σωλήνες ή επίπεδα

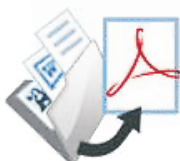
- Σημαντική βελτίωση σχεδιασμού ΔΚ: χρήση κεκλιμένων επιπέδων ή σωλήνων μέσα στη ΔΚ, όπου **τα στερεά συγκρατούνται και συσσωματώνονται σε όλο το ύψος της δεξαμενής**



Σχήμα 3.4. Χρήση κεκλιμένων επιπέδων στην καθίζηση



Σχήμα 3.5. Διάγραμμα ροής μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων



## 4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Στη συνέχεια, διακρίνονται οι κατηγορίες και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των δεξαμενών καθίζησης, οι οποίες είναι οι εξής:[26]

### 4.1. Κατηγορίες δεξαμενών καθίζησης

- *Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης*

- απομάκρυνση των καθιζανόντων ανόργανων στερεών
- Μερική απομάκρυνση των οργανικών στερεών

- *Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης*

- απομάκρυνση της ενεργού ιλύος μετά τη βιολογική επεξεργασία

- *Δεξαμενή καθίζησης μετά από τριτοβάθμια επεξεργασία*

- απομάκρυνση της χημικής ιλύος για απομάκρυνση του Φωσφόρου

- *Δεξαμενή καθίζησης / συμπύκνωσης ιλύος*

- Προσαγωγός αγωγός ή διάταξη εισόδου

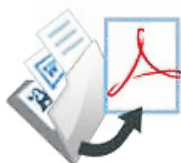
**στόχος :** ομοιόμορφη κατανομή της παροχής και ομαλή χωρίς στροβιλισμούς ροή

- Διάταξη απαγωγής των καθαρών

**στόχος :** ομοιόμορφη απομάκρυνση των εξερχόμενων σε όλη την περιφέρεια ή σ' όλη τη διάταξη εξόδου

- Κώνος συγκέντρωσης ιλύος και ξέστρο ιλύος

**στόχος :** απομάκρυνση ιλύος που καθιζάνει προς τον κώνο συγκέντρωσης με τη βοήθεια του ξέστρου





- Κίνηση ξέστρου με μικρή ταχύτητα για αποφυγή επαναιώρησης της ιλύος.
- Σύστημα συλλογής και απομάκρυνσης των επιπλεόντων

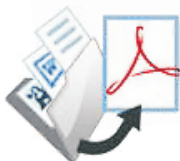
- *Δεξαμενή Καθίζησης Τύπου IMHOFF*

Η δεξαμενή τύπου IMHOFF κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στη Γερμανία το 1904 και κατασκευάστηκε για πρώτη φορά στις ΗΠΑ το 1911. Μορφολογικά αποτελείται από δύο παράλληλα διαμερίσματα: το θάλαμο καθίζησης και το θάλαμο χώνευσης, που επικοινωνούν με στενή σχισμή, διαμορφωμένη ώστε να διέρχονται προς τα κάτω τα καθιζάνοντα σωματίδια, χωρίς να επηρεάζονται τα διερχόμενα λύματα από τις φυσαλίδες, που ανέρχονται, παρασύροντας μικρά τεμάχια της χονεμένης ιλύος και οι οποίες οδηγούνται στους αεριαγωγούς. Έτσι, τα λύματα απομακρύνονται από τη δεξαμενή με υπερχειλίση, μετά από 2-4 h καθίζηση, σχετικά διαυγή και άοσμα.

Κατασκευαστικά είναι συνήθως ορθογώνια ή κυκλική σε κάτοψη. Το άνοιγμα της σχισμής πρέπει να είναι τουλάχιστον 12,5 – 15 cm και η οριζόντια επικάλυψη των άκρων της τουλάχιστον 10 ή κατά προτίμηση 15 cm. Η οριζόντια επιφάνεια των αεραγωγών πρέπει να είναι τουλάχιστον 20% της συνολικής επιφάνειας της δεξαμενής [25].

Το βασικότερο πλεονέκτημα της δεξαμενής IMHOFF είναι ότι η διαχωριζόμενη ιλύς δεν είναι ανάγκη να αποκομίζεται ταχέως προς αποφυγή σήψης, όπως στις απλές δεξαμενές καθίζησης, αλλά μόνο αφού μειωθεί σημαντικά ο όγκος της ιλύος, λόγω ελαττώσεως του περιεχομένου σ' αυτή νερού. Το νερό χάνεται κατά τη διαδικασία της ζύμωσης, η οποία είναι σκόπιμη γι' αυτό το λόγο. Τα άλλα πλεονεκτήματα της εν λόγω δεξαμενής αναφέρονται ακολούθως:

- Το αποχετευμένο νερό είναι νωπό
- Αποφεύγονται οι κακοσμίες
- Η επίβλεψη της εγκατάστασης είναι απλή και απαιτεί μικρές δαπάνες συντήρησης
- Η δυνατότητα επέκτασης της εγκατάστασης είναι απεριόριστη με όμοιες σε σειρά δεξαμενές

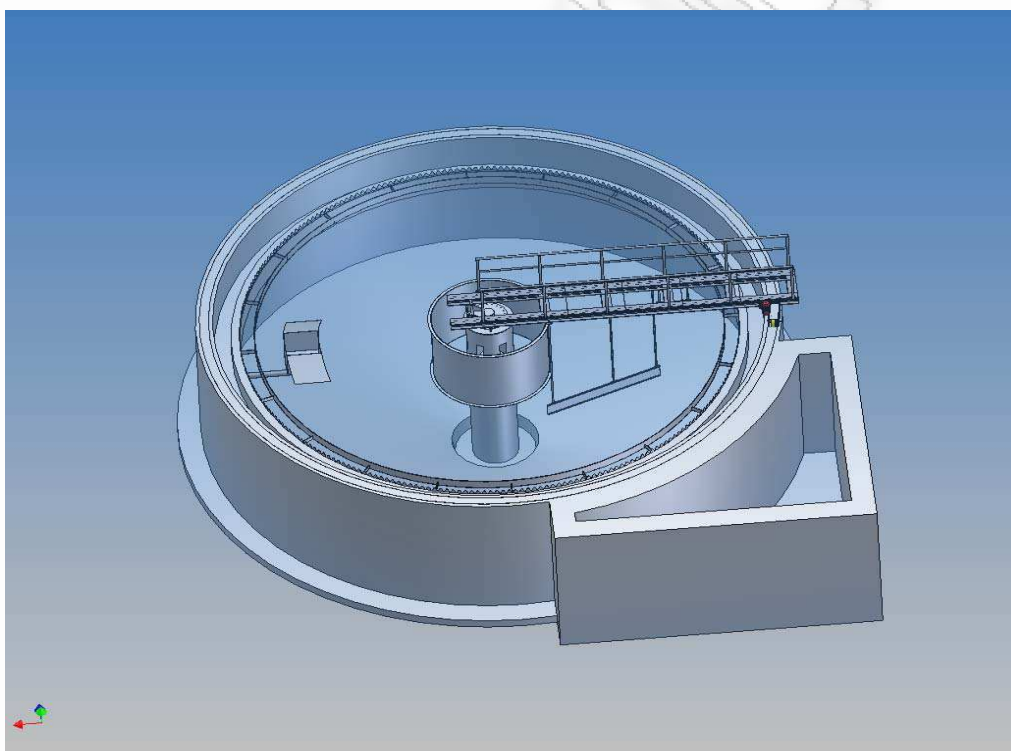


- Η απομάκρυνση της ιλύος είναι ευχερής και επιτυγχάνεται είτε με αναρρόφηση μέσω αντλίας είτε με κατάθλιψη νερού υπό πίεση [12].

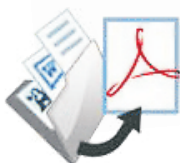
Ο βαθμός επεξεργασίας, που επιτυγχάνεται με τη χρήση της εσχάρωσης και της δεξαμενής IMHOFF, είναι:

- 30 – 40% BOD5
- 50 – 65% SS και
- 15% κολοβακτηρίδια στην εσχάρα, 50% στη δεξαμενή IMHOFF

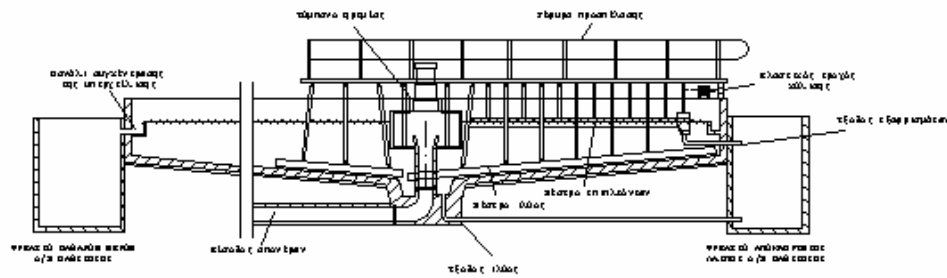
Στη συνέχεια, ακολουθεί φωτογραφικό υλικό για να γίνουν πιο κατανοητές οι ως άνω λεπτομέρειες, για τις δεξαμενές καθίζησης [11].



Εικόνα 4.1: Σχέδιο δεξαμενής Πρωτοβάθμιας Καθίζησης



## ΒΑΣΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

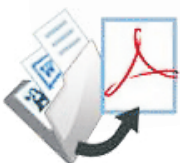


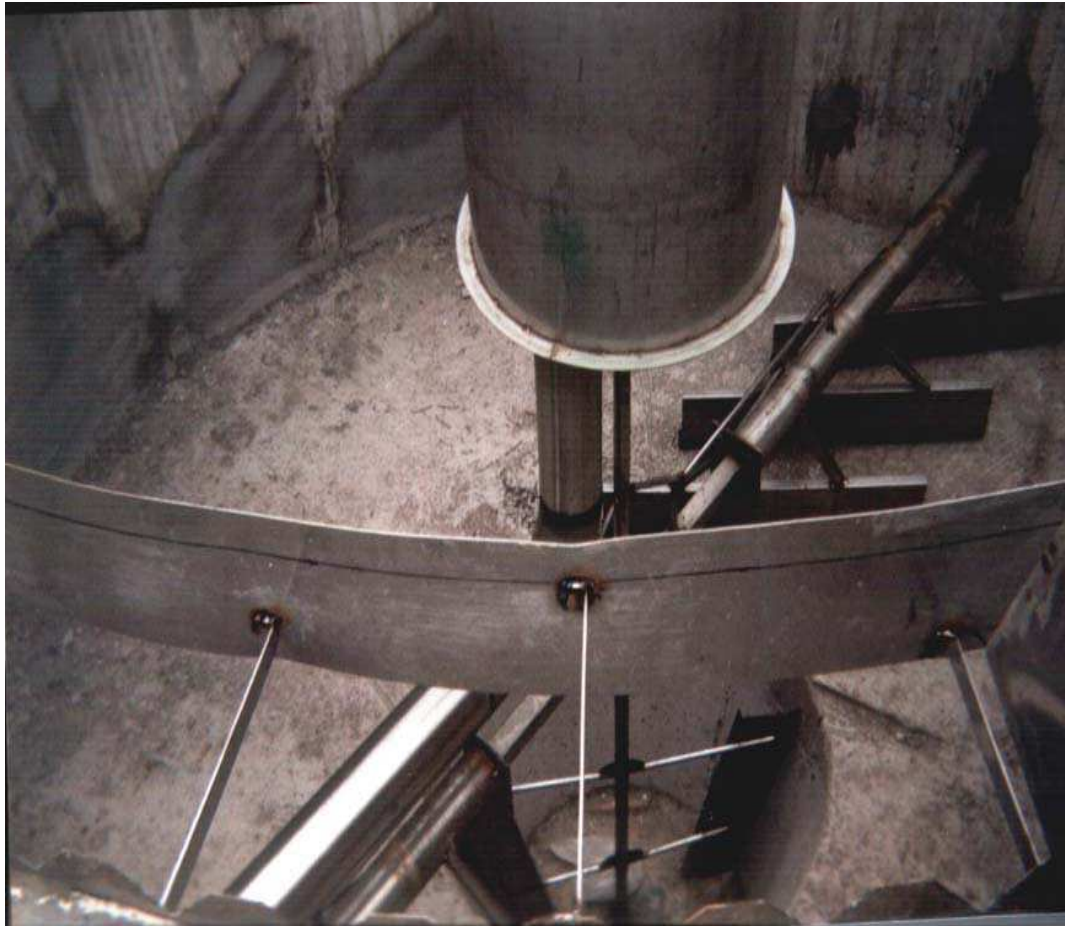
Εικόνα 4.2: Σχέδιο βασικής δεξαμενής καθίζησης (πλάγια όψη)

### 4.2. Ξέστρο-Σαρωτής

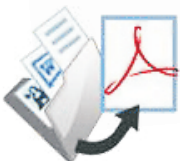
Περιλαμβάνει τον ακτινικό άξονα εις το οποίο αναρτώνται ειδικά ελάσματα σε γωνιακή γεωμετρία και επάλληλες θέσεις σε ύψος έως 30cm εκ του πυθμένα που δημιουργούν εκείνες τις υδρορροές ώστε να επιτυγχάνεται η απομάκρυνση του νερού χωρίς να υφίσταται εγκλωβισμός αυτού εντός της λάσπης. Η λάσπη αποκτά κινητικότητα και συστολή.

Το κουζιμένο πυθμένα κατασκευάζεται από πολυμερές μη διογκούμενο αντιτριβικό υλικό δια την στήριξη του άξονα εις τον πυθμένα της δεξαμενής





Εικόνα 4.3: ξεστρο-σαρωτής σε δεξαμενή καθίζησης



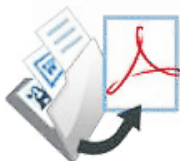


Εικόνα 4.4: Κυκλική Δεξαμενή Καθίζησης



Εικόνα 4.5: Κυκλικές δεξαμενές καθίζησης

Στις κυκλικές δεξαμενές καθίζησης κατασκευάζεται στο κέντρο ένας θάλαμος ηρεμίας στον οποίο καταλήγει ο προσαγωγός σωλήνας ο οποίος λειτουργεί σαν σίφοντας. Η έξοδος των λυμάτων από τις δεξαμενές καθίζησης γίνεται με υπερχειλιστές οι οποίοι τοποθετούνται στο τέλος των ορθογωνίων δεξαμενών



καθίζησης και στην εξωτερική περιφέρεια των κυκλικών δεξαμενών καθίζησης. Υπάρχουν δύο είδη υπερχειλιστών, οι υπερχειλιστές ευθείας και οδοντωτής στέψης.

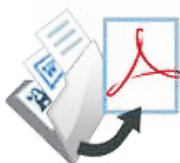
Η οδοντωτή στέψη παρουσιάζει το πλεονέκτημα της ομοιόμορφης ροής σε όλο το μήκος του υπερχειλιστή ακόμα και όταν η οριζοντίωση της στέψης δεν είναι τελείως ακριβής. Η ιλύς που καθιζάνει στον πυθμένα των δεξαμενών μπορεί να κυλήσει προς τον θάλαμο συγκέντρωσης μόνον όταν η κλίση του πυθμένα των δεξαμενών είναι κατάλληλη. Μεγάλες κλίσεις πυθμένα υπάρχουν μόνο στις χωνοειδείς δεξαμενές. Στις άλλες περιπτώσεις η μετακίνηση της ιλύος προς τον θάλαμο συγκέντρωσης γίνεται με μηχανικά μέσα.



Εικόνα 4.6: Δεξαμενές καθίζησης (Σαρωτές ιλύος)

Στις ορθογώνιες και κυκλικές δεξαμενές οι κλίσεις των πυθμένων είναι μικρές και συνεπώς οι δεξαμενές αυτές πρέπει να εξοπλίζονται με συστήματα σάρωσης της ιλύος προς τους θαλάμους συγκέντρωσης. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται σαρωτές ιλύος. Η ταχύτητα σάρωσης της ιλύος πρέπει να επιλέγεται κατά τρόπο που να μην εμποδίζεται το φαινόμενο της καθίζησης και κατά μείζονα λόγο να μην γίνεται ανάδευση της ιλύος που έχει ήδη κατακαθίσει. Η σάρωση των ορθογωνίων δεξαμενών είναι δυνατόν να είναι συνεχής ή διακοπτόμενη. Στις κυκλικές δεξαμενές η σάρωση είναι συνεχής.

Ο θάλαμος συγκέντρωσης της ιλύος πρέπει να είναι σε θέση να αποθηκεύσει ποσότητα ιλύος μισής ημέρας. Η ιλύς που συγκεντρώνεται στους θαλάμους συγκέντρωσης ιλύος απομακρύνεται είτε με βαρύτητα είτε με άντληση στις δεξαμενές συγκέντρωσης ιλύος οι οποίες βρίσκονται εκτός των δεξαμενών

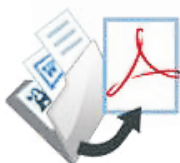


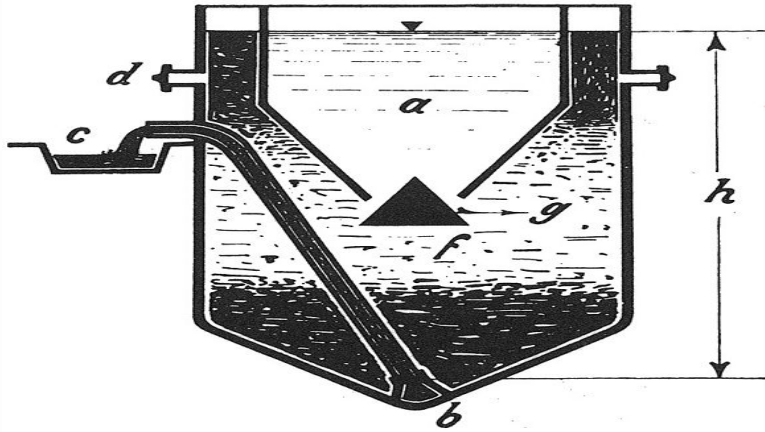
καθίζησης. Ο όγκος των δεξαμενών υπολογίζεται για να αποθηκεύει ποσότητα ιλύος μιας ημέρας.



Εικόνα 4.7: Δεξαμενές Καθίζησης

Κατά τη δεύτερη φάση επεξεργασίας των λυμάτων το νερό που βγαίνει απολυμαίνεται και δυστυχώς ρίχνεται στη θάλασσα αν και είναι σχεδόν καθαρό κατά 90%. Η Ελλάδα "πρωτοτυπεί" για άλλη μια φορά, τη στιγμή που σε άλλες χώρες το νερό αυτό χρησιμοποιείται για άρδευση ή για βιομηχανικούς σκοπούς, συμβάλλοντας έτσι στην οικονομία υδάτινων πόρων, που συνεχώς λιγοστεύουν.





Εικόνα 4.8: Δεξαμενή Καθίζησης Τύπου IMHOFF



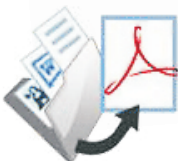
Εικόνα 4.9: Δεξαμενές καθίζησης (Λεπτομέρεια οδοντωτού υπερχειλιστή)

### 4.3. ΤΥΠΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

#### ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

- απομάκρυνση 50 ως 70% των αιωρούμενων στερεών
- μείωση 25 ως 40% του BOD

#### Διαστασιολόγηση Δεξαμενών Καθίζησης



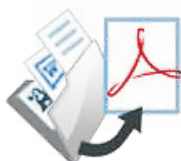


Πίνακας 4.1: Τυπικές διαστάσεις για ορθογωνικές και κυκλικές δεξαμενές για πρωτοβάθμια καθίζηση

	Εύρος τιμών	Τυπική Τιμή
<b>Χρόνος παραμονής</b>	<i>1,5 ως 2,5 h</i>	<i>2,0 h</i>
(μόνο πρωτοβάθμια επεξεργασία)		
Όταν ακολουθεί βιολογική επεξεργασία	<i>0,5 – 1,0h</i>	<i>0,75h</i>
<b>Ταχύτητα υπερχειλίσης/Υδραυλική φόρτιση</b>		
Για μέση παροχή	<i>30 – 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d</i>	<i>40 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d</i>
Για ωριαία παροχή αιχμής	<i>80 – 120 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d</i>	<i>100 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d</i>
<b>Φόρτιση Υπερχειλιστή</b>	<i>125 – 500 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d</i>	<i>250 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d</i>

Πίνακας 4.2: Τυπικές διαστάσεις για ορθογωνικές και κυκλικές δεξαμενές για πρωτοβάθμια καθίζηση

	Εύρος Τιμών	Τυπική τιμή
<b>Ορθογώνιες</b>		
Βάθος	<i>3 – 5m</i>	<i>4.3m</i>
Μήκος	<i>15 – 90m</i>	<i>24 – 40m</i>
Πλάτος	<i>3 – 24</i>	<i>10m</i>
Ταχύτητα ξέστρων	<i>0,6 – 1,2 m/min</i>	<i>0,9 m/min</i>
<b>Κυκλικές</b>		
Βάθος	<i>3 – 5m</i>	<i>4,3m</i>



Διάμετρος	<i>3 – 60m</i>	<i>12 – 45m</i>
Κλίση πυθμένα	<i>1/16 ως 1/6</i>	<i>1/12</i>
Ταχύτητα ξέστρων	<i>0,02 – 0,05r/min</i>	<i>0.03r/min</i>

#### 4.4. Ορθογωνικές δεξαμενές

Μήκος δεξαμενής :  $L > 30m$

Πλάτος δεξαμενής  $b$  : 4 ως 10m (ιδανικό 6m)

Βάθος δεξαμενής  $H$  : 2 ως 3,5m (ωφέλιμο)

$H/L$  : 1:15 ως 1:20

Κλίση πυθμένα : 1:100

#### 4.5. Κυκλικές δεξαμενές οριζόντιας ροής

Ιδανική διάμετρος :  $D = 30$  ως  $40m$

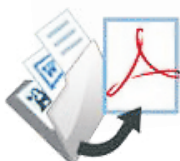
$D > 20m$

$H$  : 1,6 ως 3,5m

Κλίση πυθμένα 1:15

Παρακάτω, παρουσιάζονται κάποια από τα γενικά χαρακτηριστικά των δεξαμενών που αφορούν τη λειτουργία τους.

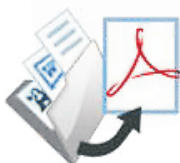
- Άδειασμα του κώνου ιλύος : 2 ως 3 φορές ημερησίως
- Ταχύτητα στον αγωγό προσαγωγής :  $U = 0,3$  ως  $1,5$  m/s
- Ειδικές διατάξεις για ήρεμη και ομοιόμορφη κατανομή της προσαγωγής
- Επιβάρυνση καναλιού απαγωγής καθαρών:  $\sim 35m^3/m.h$
- Στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης: ως  $60$   $m^3/m.h$
- Το περιμετρικό κανάλι εξόδου καθαρών σε κυκλικές δεξαμενές να είναι απόλυτα οριζόντιο.

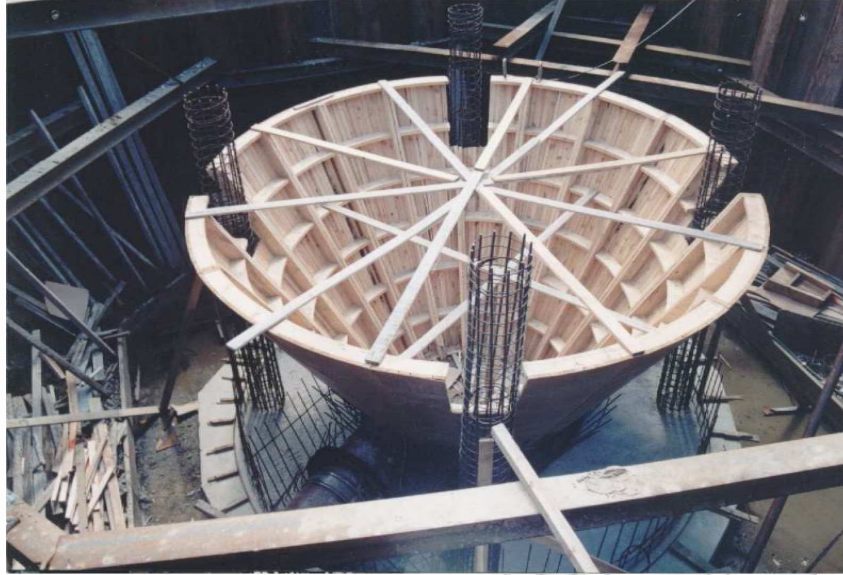


Ακολουθούν φωτογραφίες που αφορούν τη φάση κατασκευής των δεξαμενών καθίζησης:



Εικόνα 4.10: Κώνος ύλος δεξαμενής καθίζησης στη φάση κατασκευής

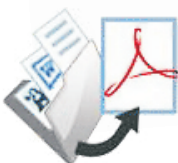




Σχήμα 4.11: Κώνος ιλύος δεξαμενής καθίζησης στη φάση κατασκευής



Σχήμα 4.12: Δεξαμενή καθίζησης στη φάση κατασκευής

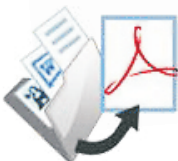


## 5. ΠΗΛΟΣ – ΕΙΔΗ ΠΗΛΟΥ

Τα κεραμικά υλικά βασίζονται στο αργιλώδες χώμα, που είναι και η πρώτη ύλη της κατασκευής τους. Το αργιλώδες χώμα ή άργιλος προέρχεται από τη διάλυση των πετρωμάτων σε πολύ λεπτά σωματίδια (σχεδόν σε μοριακή μορφή). Το μέγεθος των κόκκων της αργίλου διαφοροποιείται ανάλογα με την ποιότητα του υλικού. Η κυριότερη αιτία που προκάλεσε και συνεχίζει να προκαλεί τη διάλυση αυτών των πετρωμάτων είναι η κίνηση του νερού και του αέρα στην ατμόσφαιρα (δηλαδή τα διάφορα καιρικά φαινόμενα), και άλλες αιτίες όπως η διέλευση ενός ποταμού ή ενός χειμάρρου και σε μικρότερη κλίμακα κάποιες γεωλογικές αιτίες που προξένησαν πιέσεις και απότομες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας στα πετρώματα. Βασικά συστατικά του πηλού είναι το αργίλιο, το πυρίτιο και νερό μέσα στη χημική του σύνθεση. Η ονομασία του είναι ένυδρο πυριτικό αργίλιο ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Η καθαρότερη μορφή αργίλου είναι η καολίνη. Το αργίλιο μπορούμε να το συναντήσουμε και με την ονομασία αλουμίνα και το πυρίτιο ως πυριτική άμμο.

Ο πηλός αναφέρεται σε μια σειρά από γήινα υλικά που αποτελούνται από ορυκτά πλούσια σε αλουμίνα, πυρίτιο και νερό. Ο πηλός δεν είναι ένα ενιαίο ορυκτό, αλλά σύνολο ορισμένων ορυκτών. Όταν οι περισσότεροι άργιλοι είναι υγροί, γίνονται «πλαστικό» που σημαίνει ότι μπορεί να δημιουργηθούν και να διαμορφωθούν σε σχήματα. Όταν εκτίθενται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, το νερό εξατμίζεται και γίνονται σκληροί σαν πέτρα. Ο πηλός είναι εύκολο να βρεθεί σε όλο τον κόσμο. Ως αποτέλεσμα, σχεδόν όλοι οι πολιτισμοί έχουν χρησιμοποιήσει κάποια μορφή πηλού για τα πάντα, από τα τούβλα στην αγγειοπλαστική στις ταμπλέτες για τις επιχειρησιακές συναλλαγές καταγραφής.

Τα μεταλλεύματα που αποτελούν τον άργιλο είναι τόσο λεπτά που μέχρι την εφεύρεση της ανάλυσης διάθλασης ακτίνας X, αυτά τα μεταλλεύματα δεν ήταν συγκεκριμένα γνωστά. Κάτω από εξαιρετικά υψηλή μεγέθυνση, μπορεί κανείς να τα δει κάποιος ότι μπορούν να διαμορφωθούν όπως οι νιφάδες, οι ίνες, και ακόμη και σαν τους κοίλους σωλήνες. Οι άργιλοι μπορούν επίσης να περιέχουν άλλα υλικά όπως το οξείδιο σιδήρου (σκουριά), το πυρίτιο, και τα τεμάχια/θραύσματα βράχων. Αυτές οι ακαθαρσίες μπορούν να αλλάξουν τα χαρακτηριστικά του πηλού. Για παράδειγμα, σιδήρου οξείδιο χρωματίζει τον κόκκινο πηλό. Η παρουσία πυριτίου



αυξάνει την πλαστικότητα του πηλού (δηλαδή, διευκολύνει τη μούχλα και τη μορφή του σε ένα σχήμα).

Οι άργιλοι είναι ταξινομημένοι σε έξι κατηγορίες στη βιομηχανία. Αυτές οι κατηγορίες είναι:

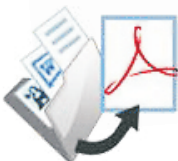
- Καθαρή άργιλος (καολίνη ή αργίλιο).
- άργιλος σφαιρών,
- άργιλος πυρκαγιάς
- βεντονίτης,
- κοινός άργιλος,
- πληρέστερης γης

### **5.1. Πηγές κοιτασμάτων – που βρίσκεται η άργιλος**

Την άργιλο τη συναντάμε στην επιφάνεια ή στο υπέδαφος σε μορφή κοιτασμάτων τα οποία διαφέρουν στην ποιότητα, στην καθαρότητα, στη σύνθεση, στο χρώμα και σε πολλές άλλες ιδιότητες οι οποίες εναλλάσσονται διαδοχικά ακόμα και μέσα στο ίδιο το κοίτασμα. Τα κοιτάσματα αυτά προήλθαν από την εναπόθεση σε στρώματα θετών υλικών τα οποία μπορούν να ξεχωρίζουν μεταξύ τους χρωματικά και από μεγάλη απόσταση. Με αυτόν τον τρόπο οποιοδήποτε μπορεί να διαλέξει την ποιότητα που θα του χρειαστεί ανάλογα με τα προϊόντα που θα θελήσει να κατασκευάσει.

Οι άργιλοι είναι κοινοί σε όλο τον κόσμο. Ορισμένες περιοχές, όπως ήταν αναμενόμενο, παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες συγκεκριμένων τύπων πηλού. Εκτιμάται ότι η κατάσταση στη Γεωργία έχει αποθέματα αργίλου καολίνης από 5 έως 10 δις. τόνους. Οι Ηνωμένες Πολιτείες είναι αυτάρκειες, γι 'αυτό οι εισάγει παρά μόνο κάποιες μικρές ποσότητες αργίλου από το Μεξικό, τη Βραζιλία, το Ηνωμένο Βασίλειο, Τον Καναδά, και διάφορες άλλες χώρες. Οι Ηνωμένες Πολιτείες εξάγουν σχεδόν το ήμισυ της παγκόσμιας παραγωγής του.

Τα έθνη που παράγουν τα πλέον σημαντικά ποσά από τα διάφορα αργίλους είναι οι εξής:

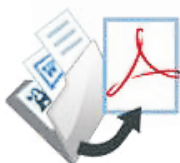


- Καολίνη: Βραζιλία, Ηνωμένο Βασίλειο και οι Ηνωμένες Πολιτείες αποτελούν το κυρίαρχο παραγωγό υψηλής ποιότητας καολίνη.
- Άργιλοι Σφαιρών : Σημαντικότεροι παραγωγό του αργίλου σφαιρών είναι η Γερμανία, οι Ηνωμένες Πολιτείες, Ηνωμένο Βασίλειο, η Τσεχική Δημοκρατία, η Κίνα και η Γαλλία.
- άργιλοι πυρκαγιάς: Άργιλοι πυρκαγιάς: Σημαντικές χώρες παραγωγό αργίλου πυρκαγιάς είναι Γερμανία, και οι Ηνωμένες Πολιτείες.
- Βεντονίτης: Κυριότεροι παραγωγό του βεντονίτη είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες, Γερμανία, Τουρκία, και Ελλάδα
- Πληρέστερη-“Fuller” γη: Σημαντικότεροι παραγωγό της πληρέστερης γης είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες (attapulgite, smectite), Ισπανία (attapulgite, σεπιολίτης ), και η Σενεγάλη (attapulgite).

## 5.2 Η εναπόθεση των κοιτασμάτων σε στρώματα

Η εναπόθεση των κοιτασμάτων σε στρώματα γίνεται διαδοχικά, σε διαφορετικές χρονιές ή γεωλογικές περιόδους και σε συνδυασμό με εναλλασσόμενες κλιματολογικές συνθήκες όπου επικράτησαν. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μεταφορά των στρωμάτων της αργίλου και το καθένα με διαφορετική σύνθεση. Οι περιοχές οι οποίες σήμερα περιέχουν κοιτάσματα αργίλου σχεδόν πάντα ήσαν φυσικές λεκάνες όπου συσσωρεύονταν βρόχινα ή ποταμίσια νερά.

Αυτά τα φερτά υλικά κατά τη διαδρομή τους σε αυτές τις φυσικές λεκάνες ήρθαν σε επαφή με άλλες ξένες ουσίες προερχόμενες από τη διάβρωση πετρωμάτων, από εδάφη με διαφορετική σύνθεση και σύσταση υλικών. Έτσι η άργιλος που βρίσκεται στα διάφορα στρώματα διαφοροποιείται και αυτή ως προς τη σύνθεση της μάζας και ως προς τις φυσικές και τεχνικές ιδιότητες όπως η πλαστικότητα, απορροφητικότητα, μηχανική αντοχή, χρώμα κ.τ.λ. Για παράδειγμα αν κατά τη διάρκεια κάποιας καταιγίδας, κάποιος χείμαρρος προξένησε διάβρωση σε κάποια εδάφη τα οποία ήταν πλούσια σε σίδηρο, η άργιλος η οποία μεταφέρθηκε στη λεκάνη, πριν κατακαθίσει, θα εμπλουτιστεί με κόκκινο χρώμα.



### 5.3. Ξένα σώματα στην άργιλο

Στη διαδικασία της εναπόθεσης των διαφόρων στρωμάτων αργίλου, σε πολλές περιπτώσεις υπάρχουν και υλικά ανεπιθύμητα. Αυτά μπορούν να είναι μεγάλη ποσότητα άμμου και πέτρες, τα οποία μεταφέρονται με την ίδια διαδικασία. Μπορούμε επίσης να βρούμε μεγάλη ποσότητα ασβεστίου η οποία προέρχεται από διάφορα οστρακοειδή, τα οποία ζούσαν στο βυθό της λίμνης και σε πολλές περιπτώσεις βρίσκονται ολόκληρα. Ανάμεσα στις ξένες ύλες μπορούμε να έχουμε και οργανικά υλικά.

### 5.4. Οργανικές ουσίες

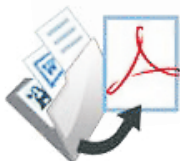
Τα οργανικά αυτά υλικά που στην πλειοψηφία τους προέρχονται από φυτά τα οποία τοποθετήθηκαν ανάμεσα στα στρώματα των κοιτασμάτων σαν ιζήματα παρασυρμένα από ρέματα (επιφανειακά νερά). Κατόπιν σαπίζουν ανάμεσα στην αργιλώδη μάζα και κατακάθονται. Σε ευσταθή εδάφη είναι πιθανόν να βρούμε και κομμάτια φυτών, κυρίως ρίζες και ξύλα όπως έχουν.

Οι οργανικές ουσίες μέσα στον πηλό συνήθως τροποποιούν το χρώμα του κοιτάσματος και το κάνουν να φαίνεται πιο σκούρο, γκριζο, μολυβί, μπλε, κ.τ.λ. λόγω του άνθρακα ο οποίος εμπεριέχεται. Μετά το ψήσιμο οι μάζες που περιέχουν οργανικές ύλες δίνουν προϊόντα ελαφρύτερα και απορροφητικότερα λόγω των κενών που δημιουργούνται ανάμεσα στα μόρια της πάστας. Στην επεξεργασία της μια πάστα είναι πιο πλαστική από μια άλλη. Στην αρχαιότητα κατασκεύαζαν κεραμικά δοχεία για φίλτρα αναμιγνύοντας τεχνητές οργανικές ύλες ανάμεσα στην πάστα υπό μορφής σκόνης. Τέτοια υλικά μπορεί να ήταν αλεύρι, πριονίδι, διάφοροι σπόροι κ.τ.λ.

### 5.5. Εξόρυξη (μάζεμα πηλού)

Ο πηλός βρίσκεται σε κοιτάσματα, με μορφή στρωμάτων. Όπως τον παίρνουμε από το βουνό με σκαπτικά εργαλεία, είναι ενσωματωμένος σε μικρούς ή μεγάλους σβόλους και με πολλά άλλα ξένα σώματα.

Το πρώτο πράγμα που έχουμε να κάνουμε είναι να σπάσουμε τους σβόλους σε όσο το δυνατόν μικρότερα κομμάτια και κατόπιν να τους βάλουμε να λιώσουν σε δεξαμενές





με νερό. Με τη διαδικασία της καθίζησης του ιζήματος όπου τα χοντρότερα κομμάτια όπως πέτρες, χαλίκια και άμμος κατακάθονται στον πυθμένα της δεξαμενής, ενώ το ωφέλιμο στρώμα της μάζας δημιουργείται επιφανειακά. Το επόμενο στάδιο είναι να αφαιρεθεί σχεδόν όλη η ποσότητα του νερού που απέμεινε στην επιφάνεια της λεκάνης και στη συνέχεια να αφαιρεθεί το ωφέλιμο ίζημα [30].

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία του καθαρισμού, ο πηλός καταργάζεται έτσι ώστε να πάρει την εμπορική του μορφή. Μερικές εμπορικές μορφές πηλού είναι

1. Σε στεγνή μορφή σαν χώμα που είναι και ο καλύτερος τρόπος μαζικής μεταφοράς του.
2. Υπό μορφής πάστας με αρκετή πλαστικότητα και συσκευάζεται σε πακέτα.
3. Υπό μορφής ρευστής μάζας (χυλού) μέσα σε πλαστικά δοχεία.

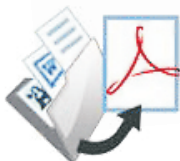


Εικόνα 5.1: Φωτογραφίες από το Mineral Information Institute [31]

## 5.6. Χρήσεις

Οι Ηνωμένες Πολιτείες και εισάγουν και εξάγουν τους αργίλους και τα προϊόντα αργίλου. Υπολογίζεται ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες καταναλώνουν περίπου 37.6 εκατομμύρια τόνοι των αργίλων κάθε έτος.

Οι άργιλοι σφαιρών είναι άργιλοι καλής ποιότητας που χρησιμοποιούνται συνήθως στην αγγειοπλαστική αλλά προστίθενται επίσης σε άλλους αργίλους για να βελτιώσουν την πλαστικότητά τους. Οι άργιλοι σφαιρών δεν είναι τόσο κοινοί όσο άλλες ποικιλίες αργίλου. Το ένα τρίτο του χρησιμοποιούμενου αργίλου σφαιρών ετησίως, χρησιμοποιείται για να κάνει τα κεραμίδια πατωμάτων και τοίχων.



Χρησιμοποιείται επίσης για τα υγειονομικά εμπορεύματα, την αγγειοπλαστική, και άλλες χρήσεις.

Ο βεντονίτης διαμορφώνεται από την αλλαγή της ηφαιστειακής τέφρας. Ο βεντονίτης χρησιμοποιείται στα απορρίματα κατοικίδιων ζώων για να απορροφήσει τα υγρά. Χρησιμοποιείται ως λάσπη στις εφαρμογές διάτρυσης. Χρησιμοποιείται επίσης σε άλλες βιομηχανικές εφαρμογές όπως «pelletizing» του Όρεγκον σιδήρου.

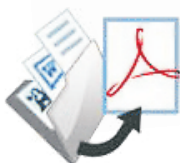
Ο κοινός άργιλος χρησιμοποιείται για να κάνει τα δομικά υλικά όπως τα τούβλα, το τσιμέντο, και τα ελαφριά σύνολα. [32]

Οι άργιλοι πυρκαγιάς είναι όλοι οι άργιλοι (αποκλείοντας τους αργίλους βεντονίτη και σφαιρών) που χρησιμοποιούνται για να καταστήσουν τα στοιχεία ανθεκτικά στην ακραία θερμότητα. Αυτά τα προϊόντα καλούνται πυρίμαχα προϊόντα. Σχεδόν όλοι (81%) των αργίλων πυρκαγιάς χρησιμοποιούνται για να κάνουν τα πυρίμαχα προϊόντα. [33]

Η πληρέστερη γη, << Fuller>>, αποτελείται από το ορυκτό palygorskite (συγχρόνως αυτό το μέταλλευμα ονομάστηκε «attapulgate»). Η πληρέστερη γη χρησιμοποιείται συνήθως ως απορροφητικό υλικό (74%), αλλά και για τα φυτοφάρμακα και τα συναφή προϊόντα (6%).

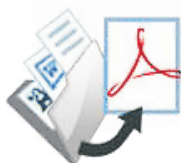
Καολίνη: είναι ένας άργιλος που αποτελείται από τον ορυκτό καολίνη. Είναι ένα ουσιαστικό συστατικό στην παραγωγή υψηλού - ποιοτικό έγγραφο και μερικές πυρίμαχες πορσελάνες. Περιέχει ξένες ουσίες ή προσμείξεις σε τόση μικρή πυκνότητα έτσι το σημείο που αρχίζει να λιώνει είναι πάντοτε ψηλότερο από 1600°C. Μπορούμε να πούμε ότι έχει πυρίμαχες ιδιότητες. Αντέχει δηλαδή σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Καολίνες: πυρίμαχα χρώματα, τα οποία μπορούν να αντέχουν και σε πολύ μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας σε σύντομο χρόνο [33].

Αδιάβροχη άργιλος (gress, πορσελάνη). Περιέχουν συστατικά τα οποία υαλοποιούνται σε θερμοκρασίες άνω των 1150°C με αποτέλεσμα να προκύπτει αδιάβροχοποίηση της μάζας. Η ουσιαστική διαφορά με τα άλλα προϊόντα είναι ότι τα κατασκευασμένα αντικείμενα διατηρούν το σχήμα τους κατά το στάδιο της υαλοποίησης [34].



## 5.7. Υποκατάστατα και εναλλακτικές πηγές

Εφόσον είναι αναγκαίο, ανθρακικό ασβέστιο και τάλκη (talk), μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέση του πηλού ως πληρωτικό σε ορισμένες εφαρμογές. Εντούτοις, ο άργιλος είναι τόσο άφθονος σε όλες τις μορφές του έτσι ώστε τέτοιες αντικαταστάσεις είναι απαραίτητες μόνο εάν τα εναλλακτικά υλικά είναι λιγότερο ακριβά από τον άργιλο (που δεν είναι πολύ πιθανό).

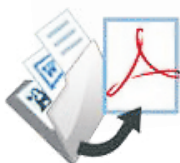


## 6. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### 6.1. Μεθοδολογία εκτέλεσης του πειράματος

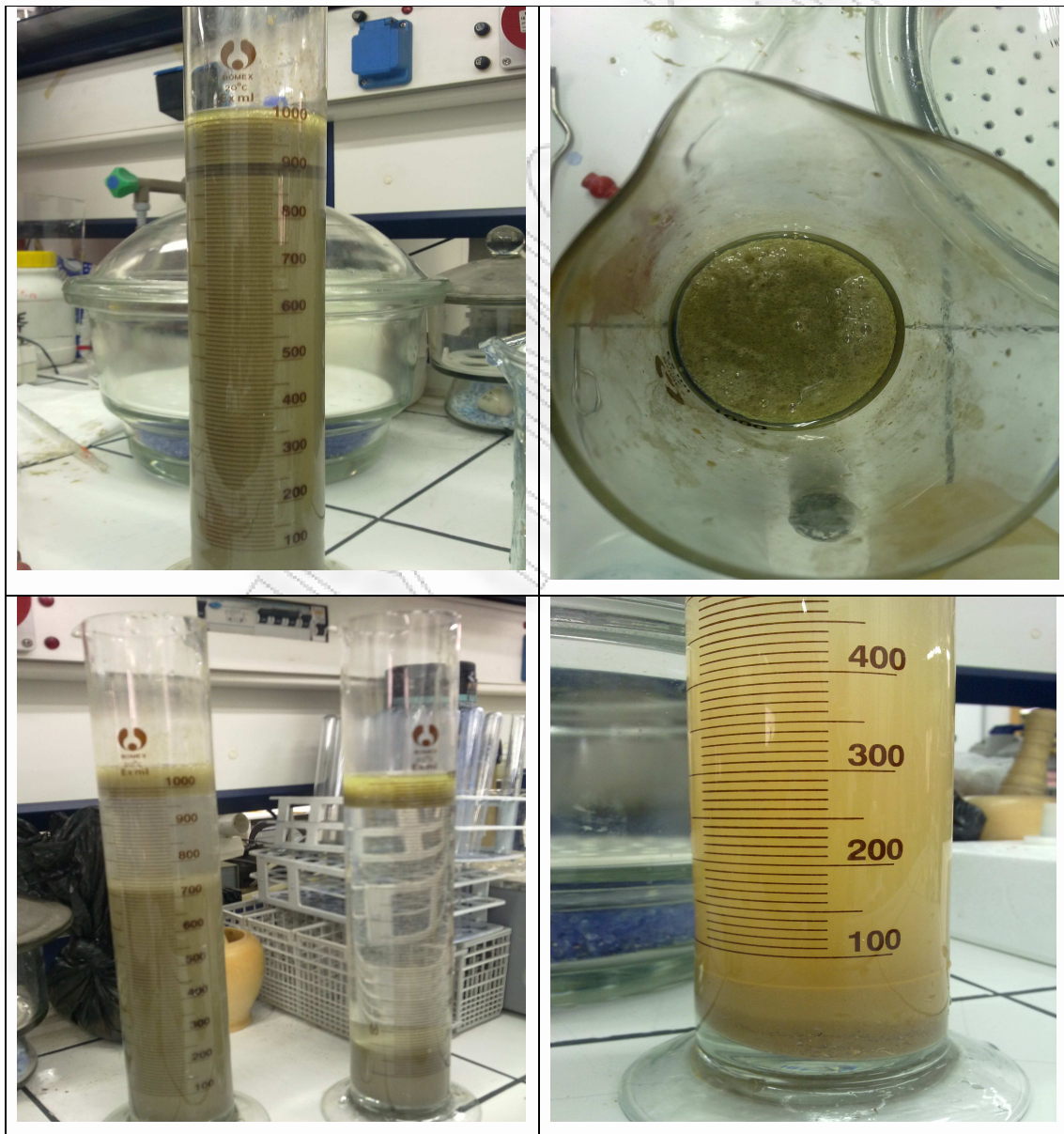
Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα και αποτελείται από τα εξής βήματα:

1. Μετράμε σε ζυγαριά ακριβείας την απαιτούμενη ποσότητα πηλού (g), που θα χρησιμοποιήσουμε στο πείραμα.
2. Προσθέτουμε τον πηλό μαζί με νερό μέσα σε ογκομετρική φιάλη. Αυτό θα μετατρέψει τον πηλό από μορφή πάστας, σε υγρή. Γι' αυτό το λόγο, ανακατεύουμε αρκετή ώρα, ( συνήθως κοντά στα 30 min) ώστε να λειώσουν όλα τα κομμάτια πηλού.
3. Όταν πετύχουμε την υγρή μορφή που θέλουμε, αν υπάρχει ανάγκη προσθέτουμε κάποια mL νερού ώστε να έχουμε τον επιθυμητό για εμάς όγκο.
4. Μεταφέρουμε το διάλυμα σε ογκομετρικό κύλινδρο και περιμένουμε για μικρό χρονικό διάστημα, μέχρι να δημιουργηθεί η σχισμή (διαχωριστική γραμμή) που θα ξεχωρίζει το καθαρό νερό από το υπόλοιπο διάλυμα, οπότε παίρνουμε τότε την πρώτη μέτρηση ή στα πρώτα 5 λεπτά.
5. Σε περίπτωση που θέλουμε να υπάρχει παρουσία “ηλεκτρολύτη” στο διάλυμα μας, τότε έχουμε από πριν μετρήσει (g), την ποσότητα του και τον προσθέτουμε στον ογκομετρικό κύλινδρο αμέσως μετά τη στιγμή που θα έχουμε ρίξει το αρχικό διάλυμα νερού-πηλού.
6. Ανά 5 λεπτά παίρνουμε μετρήσεις, παρατηρώντας σε ποιο σημείο βρίσκεται η σχισμή, δηλαδή πόσα mL καθαρό νερό έχω και σημειώνουμε πάντα ως μέτρηση το σημείο που βρίσκεται η σχισμή (διαχωριστική γραμμή).
7. Μετά από αρκετή ώρα θα παρατηρήσουμε τη μείωση της ταχύτητας καθίζησης και τη μικρή εως ελάχιστη διαφορά που έχουν οι μετρήσεις μας. Στο σημείο που οι μετρήσεις για αρκετή ώρα παραμένουν ίδιες, θεωρούμε ως το πείραμα τέλειωσε, το μείγμα έχει καθιζάνει και κρατάμε την τελευταία τιμή.

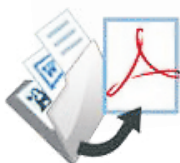


8. Στη συνέχεια περνάμε τις τιμές στο πρόγραμμα Excel, και σύμφωνα με την ανάλυση καθίζησης σε παχυντή διαλείποντος έργου ( αναφέρεται παρακάτω), προκύπτουν οι απαιτούμενες τιμές και διαγράμματα.

Ακολουθεί φωτογραφικό υλικό από τη διαδικασία του πειράματος:



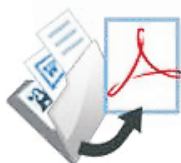
Πίνακας 6.1: Φωτογραφίες από το εργαστήριο βιομηχανικών διεργασιών κατά τη διάρκεια των πειραμάτων.



Στο πείραμα που έγινε στο εργαστήριο Βιομηχανικών Διεργασιών στο Πανεπιστήμιο Πειραιά, χρησιμοποιήθηκε κόκκινος πηλός τον οποίο προμηθεύτηκε ο μελετητής από επαγγελματικό εργαστήριο κεραμοποιίας, με πρώτες ύλες και μηχανήματα κεραμικής. Ο κόκκινος πηλός που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα καθίζησης, έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

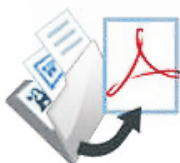
## **6.2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΟΚΚΙΝΟΥ ΠΗΛΟΥ MMF**

- ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ Α ΕΨΗΣΗΣ: 940 – 960 (ΜΠΙΣΚΟΥΙ)
- ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ Β ΕΨΗΣΗΣ: 980 – 1000 (ΥΑΛΩΜΑ)
- ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ στους 500° C:  $57 \times 10^{-7}$
- ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ : 80 MESH
- ΣΥΣΤΟΛΗ: 6,5%



## II. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ



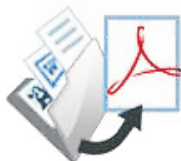
## 7. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 7.1. Διαδικασία Μοντελοποίησης της καθίζησης

Η καθίζηση της βιολογικής λάσπης ακολουθεί τις αρχές της παρεμποδισμένης καθίζησης (hindered settling). Μία καθίζηση είναι παρεμποδισμένη όταν η μελέτη ενός μεμονωμένου σωματιδίου στερεού δεν μπορεί να εκφράσει το σύνολο του φαινομένου. Η παρεμποδισμένη καθίζηση είναι χαρακτηριστικό φαινόμενο καθίζησης των στερεών που περιέχουν μεγάλο ποσοστό οργανικών στερεών (πτητικών στερεών). Αυτό οφείλεται στο ότι τα σωματίδια κατά την κάθοδό τους μέσα στο νερό, συγκρούονται μεταξύ τους και συσσωματώνονται σχηματίζοντας ολόενα και μεγαλύτερα σωματίδια με μεταβαλλόμενη πυκνότητα και διάμετρο και επομένως η οριακή ταχύτητα καθίζησής τους συνεχώς μεταβάλλεται. Μία τέτοια καθίζηση αν δεν μελετηθεί στο σύνολο των σωματιδίων τότε θα δώσει λανθασμένα αποτελέσματα. Επίσης, λόγω των ιδιαίτερων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των αιωρούμενων σωματιδίων που επιδρούν στο φαινόμενο της καθίζησης και δεν μπορούν να προϋπολογιστούν, προσδίδεται στα συστήματα αυτά η ιδιότητα της **μοναδικότητας**. Ο πετυχημένος σχεδιασμός ενός τέτοιου συστήματος δεν μπορεί να ολοκληρωθεί αν προηγουμένως δεν έχει μελετηθεί το φαινόμενο σε εργαστηριακή ή πιλοτική κλίμακα ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για τις τιμές των εμπειρικών σταθερών που θα χρησιμοποιηθούν. Επειδή η μαθηματική μοντελοποίηση του φαινομένου εμπεριέχει πολύ εμπειρισμό, γι αυτό και δεν έχει προτυποποιηθεί ακόμα και επομένως ο σχεδιασμός μιας δεξαμενής παρεμποδισμένης καθίζησης, εκτός από στοιχεία επιστήμης, περιλαμβάνει και στοιχεία τέχνης. Η μεθοδολογία της εργαστηριακής ανάλυσης καθώς η διαδικασία μεγέθυνσης (scale up) από το εργαστήριο σε πραγματικά μεγέθη εξαρτάται από το μαθηματικό μοντέλο που θα ακολουθήσει κανείς.

#### 7.1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΝΤΩΝ ΚΡΟΚΙΔΩΤΙΚΩΝ

Το χλωρίδιο ασβεστίου,  $\text{CaCl}_2$ , είναι ένα άλας του ασβεστίου και του χλωρίου. Συμπεριφέρεται ως χαρακτηριστικό ιοντικό αλογονίδιο, και είναι στερεό σε θερμοκρασία δωματίου. Οι κοινές εφαρμογές περιλαμβάνουν την άλμη για τις



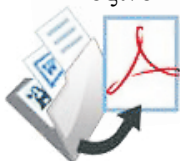


εγκαταστάσεις ψύξης, τον πάγο και τον έλεγχο σκόνης στους δρόμους, καθώς και την αποξήρανση. Λόγω της υγροσκοπικής φύσης του, το άνυδρο χλωριούχο ασβέστιο πρέπει να κρατηθεί στα στενά-σφραγισμένα αεροστεγή εμπορευματοκιβώτια. Το χλωριούχο ασβέστιο μπορεί να παραχθεί απευθείας από ασβεστόλιθο, αλλά πρόκειται για μεγάλες ποσότητες [11].

Χλωριούχος ψευδάργυρος είναι το όνομα της χημικής ένωσης με τον  $ZnCl_2$  τύπο και τα ένυδρα του. Ο Χλωριούχος Ψευδάργυρος, έχει γνωστές εννέα κρυσταλλικές μορφές, είναι άχρωμος ή λευκός και πολύ διαλυτός στο νερό. Το  $ZnCl_2$  είναι υγροσκοπικό και μάλιστα εφυδατούμενο. Τα δείγματα θα πρέπει να προστατεύονται από πηγές υγρασίας, συμπεριλαμβανομένης της παρουσίας υδρατμών στον ατμοσφαιρικό αέρα. Ο Χλωριούχος ψευδάργυρος βρίσκει ευρεία εφαρμογή στην επεξεργασία κλωστοϋφαντουργίας, καθώς και στην επεξεργασία μεταλλουργικών λιπασμάτων. [17] Είναι λευκό, υδατοδιαλυτή κρυσταλλική ένωση που χρησιμοποιείται ως συντηρητικό ξύλου, ως συγκόλληση ροής, καθώς επίσης και για διάφορους βιομηχανικούς σκοπούς [16].

Το Χλωριούχο μαγνήσιο είναι ελαφρύ, ασημί-λευκό, μετρίως σκληρό μεταλλικό στοιχείο. Χρησιμοποιείται σε κράματα, πυροτεχνήματα, φωτογράφιση με φλας, και εμπρηστικές βόμβες. Είναι το όνομα για το χημικές ενώσεις με τις φόρμουλες  $MgCl_2$  και τις διάφορες πτυχές που ενυδατώνει  $MgCl_2 \cdot (H_2O)_n$ . Αυτά τα άλατα είναι πολύ ευδιάλυτα στο νερό. Το ένυδρο χλωριούχο μαγνήσιο μπορεί να εξαχθεί από την άλμη ή νερό της θάλασσας. Το άνυδρο χλωριούχο μαγνήσιο είναι το κύριο πρόδρομο για το μέταλλο μαγνήσιο, το οποίο παράγεται σε μεγάλη κλίμακα. Hydrated magnesium chloride is the form usually used in prescription oral magnesium supplements. Ένυδρο χλωριούχο μαγνήσιο είναι η μορφή που χρησιμοποιείται συνήθως στη συνταγή του στόματος συμπληρώματα μαγνησίου [16].

Το Σιδήρου (III) χλωρίδιο, που ονομάζεται επίσης τριχλωριούχος σίδηρος, είναι ένα βιομηχανικό προϊόν χημικής ένωσης, με τον τύπο  $FeCl_3$ . Το χρώμα του σιδήρου (III) κρυστάλλους του χλωριούχου εξαρτάται από την οπτική γωνία: από την ανάκλαση του φωτός στα κρύσταλλα φαίνεται σκούρο πράσινο, αλλά με φωτισμό εμφανίζονται μωβ-κόκκινο [35]. Όταν διαλυθεί στο νερό, σίδηρο (III) χλωριούχο υφίσταται υδρόλυση και εκπέμπει θερμότητα σε μια εξώθερμη αντίδραση. Προκύπτει ένα καφέ, όξινο και διαβρωτικό διάλυμα το οποίο χρησιμοποιείται ως πηκτικό στην



επεξεργασία λυμάτων και πόσιμου νερού. Άνυδρο σιδήρου (III) χλωρίδιο είναι ένα αρκετά ισχυρό οξύ και χρησιμοποιείται ως καταλύτης στην οργανική σύνθεση[36].

**Marichem oil spill dispersant:** Το διασκορπιστικό Marichem oil spill dispersant είναι διασκορπιστικό 3<sup>ης</sup> γενιάς εγκεκριμένο ως τέτοιο από το γενικό χημείο του κράτους. Είναι αποδοτικό και περιβαλλοντικό φιλικό προϊόν, που δεν περιέχει υδρογονάνθρακες. Είναι ειδικά σχεδιασμένο για τη διασπορά πετρελαίου στη θάλασσα.[37]. Και τα οργανικά (π.χ. φυτοπλαγκτόν) και ανόργανα μόρια (π.χ. ορυκτά) έχουν συμβάλει στις μεταφορές του πετρελαίου από τα επιφανειακά νερά μέσα στο θαλάσιο περιβάλλον (βυθός). Αυτή η φυσική αυτοκαθαριζόμενη διαδικασία αποδίδεται στη μείωση της προσκόλλησης πετρελαίου όταν τα σταγονίδια πετρελαίου σταθεροποιούνται από την αλληλεπίδρασή τους με τα ορυκτά. Η αυξανόμενη γνώση αυτής της διαδικασίας έχει ενθαρρύνει την ανάπτυξη και την αξιολόγηση των στρατηγικών για την καταπολέμηση διαρροών πετρελαίου βασισμένων στην πρόωση των διασκορπιστικών. [38]

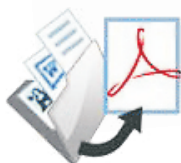
#### Πλεονεκτήματα

Δεν είναι τοξικό για τη θαλάσσια ζωή  
Ελαχιστοποιεί τον περιβαλλοντικό κίνδυνο  
Αντιρυπαντικό προϊόν  
Μικρό κόστος

#### Φυσικά Χαρακτηριστικά

Το διασκορπιστικό είναι ένα υγρό χαμηλού ιξώδους, με τα εξής χαρακτηριστικά:

<b>ΧΡΩΜΑ:</b>	ΔΙΑΦΑΝΕΣ
<b>Πυκνότητα: (g/ml):</b>	1.00-1.05 gr/cm <sup>3</sup> at 20°C
<b>Σημείο Ανάφλεξης:</b>	90°C
<b>PH:</b>	7



### 7.1.2. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ ΣΕ ΠΑΧΥΝΤΗ ΔΙΑΔΕΙΠΟΝΤΟΣ ΕΡΓΟΥ (Batch thickener)

$$H_t - H_\infty = (H_2 - H_\infty) \cdot e^{-k(t-t_2)}$$

**H<sub>t</sub>**: sludge height at time t ( ύψος στήλης πάχυνσης)

**H<sub>∞</sub>**: sludge depth/height after long period, say 24h ( ύψος στήλης μετά από μια μακρά περίοδο, έστω 24 ώρες)

**H<sub>2</sub>**: sludge height at time t<sub>2</sub>

**k**:(rate) constant for a given suspension ( σταθερά της ταχύτητας καθίζησης)

$$\begin{aligned} \frac{dH}{dt} &= -k \cdot (H - H_\infty) \Rightarrow \frac{dH}{H - H_\infty} = -k dt \Rightarrow \\ &\Rightarrow \int_{H_2}^H \frac{d(H - H_\infty)}{H - H_\infty} = -k \int_{t_2}^t dt \Rightarrow \ln(H - H_\infty) \Big|_{H_2}^H = -kt \Big|_{t_2}^t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\rightarrow \ln(H - H_\infty) - \ln(H_2 - H_\infty) = -k(t - t_2) \Rightarrow \\ &\Rightarrow \ln \frac{H - H_\infty}{H_2 - H_\infty} = -k(t - t_2) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{H - H_\infty}{H_2 - H_\infty} = e^{-k(t-t_2)} \rightarrow H - H_\infty = (H_2 - H_\infty) \cdot e^{-k(t-t_2)} \quad (2)$$

Από το παραπάνω γράφημα, προκύπτει:

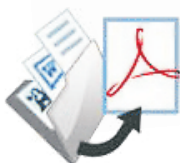
H<sub>2</sub>: η τιμή ύψους της στήλης μετά από μια τιμή t, την οποία ορίζει ο μελετητής. Έστω στη συγκεκριμένη περίπτωση t=5 min, άρα H<sub>2</sub> = 34,38cm. Αν για την αρχή του χρόνου t<sub>2</sub>=0, τότε H<sub>2</sub>=H<sub>0</sub>, οπότε H<sub>2</sub> = 35,37cm, (1<sup>η</sup> μέτρηση). Οπότε προκύπτει, ότι:

$$H = H_\infty + (H_0 - H_\infty) \cdot e^{-k(t-t_2)} \quad [39].$$

Αν οι τιμές των παραμέτρων H<sub>0</sub> και H<sub>∞</sub> προσδιορίζονται εξωγενώς ( π.χ. μέτρηση στην ισορροπία ), τότε η (1) παίρνει τη μορφή y=b·x και επομένως

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} \quad b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}, \text{ όπου } b = -k, \text{ οπότε εκτιμάται η τιμή της σταθεράς } k.$$

Στην περίπτωση που μόνο η τιμή της παραμέτρου H<sub>∞</sub>, προσδιορίζεται εξωγενώς, τότε η (2) δίνει ότι: ln(H-H<sub>∞</sub>) = ln (H<sub>2</sub>-H<sub>∞</sub>) + (-k) · t, δηλαδή παίρνει τη μορφή y=a+bx.

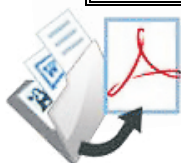


Επομένως, οι τιμές των παραμέτρων  $a$  και  $b$ , εκτιμώνται με τη μέθοδο των απλών ελαχίστων τετραγώνων (γραμμική παλινδρόμηση). Αν ουδεμία τιμή παραμέτρου μπορεί να εκτιμηθεί εξωγενώς, τότε εφαρμόζουμε τη μέθοδο της μη γραμμικής παλινδρόμησης, (π.χ. Solver add-in στο Excel), με αρχικές τιμές παραμέτρων που προσδιορίζονται με γραμμική παλινδρόμηση, δίνονται διάφορες τιμές στην παράμετρο  $H_0$  και επιλέγοντας εκείνη που καθιστά το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων, ελάχιστο.

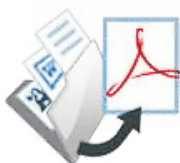
## 7.2 Καθίζηση πηλού

**Πίνακας 7.2.1: Καθίζηση 30g πηλού ανά λίτρο**

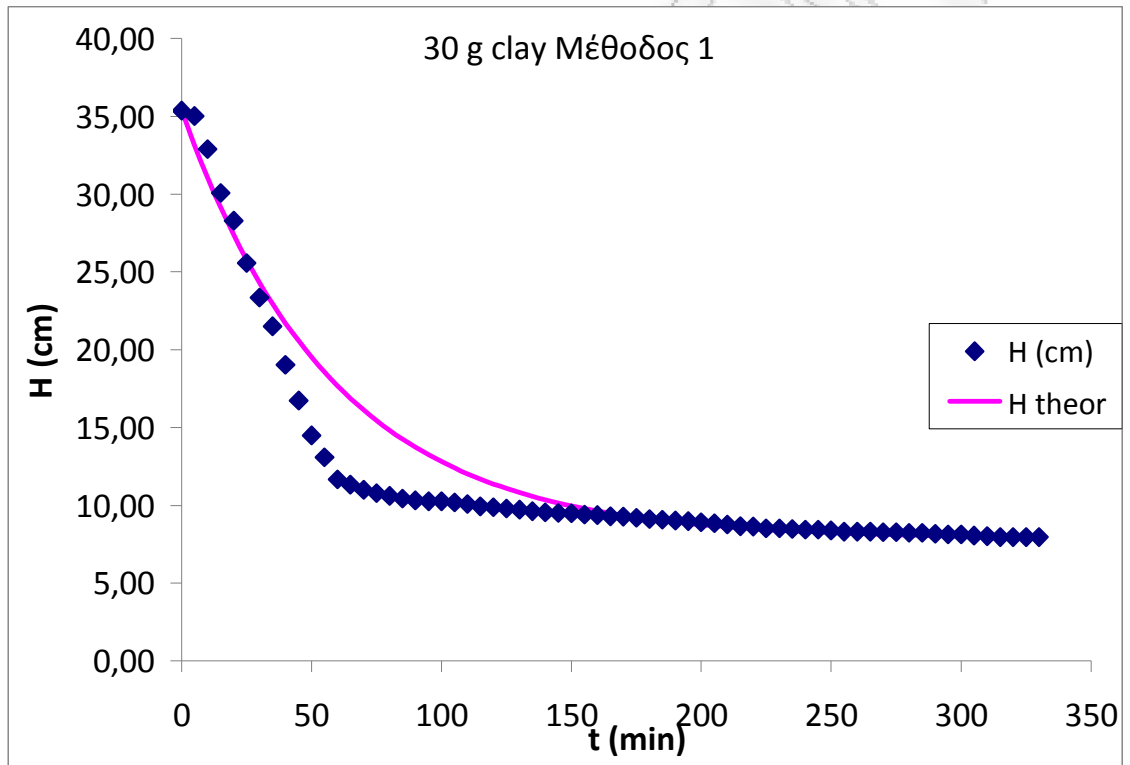
ΜΕΘΟΔΟΣ 3				SOLVER	
				$H_0$	38,99
m πηλού (g)	30	$E$ (cm <sup>2</sup> )	28,27433	$H_e$	8,389093
				$k$	0,02784
mL νερού	1000			SEE	0,98947
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	$H_{theor}$	SEE
	1	1000	0	35,37	38,98598
	2	990	5	35,01	35,01065
	3	930	10	32,89	31,55182
	4	850	15	30,06	28,54239
	5	800	20	28,29	25,92395
	6	723	25	25,57	23,64572
	7	660	30	23,34	21,66349
	8	608	35	21,50	19,9388
	9	538	40	19,03	18,4382
	10	473	45	16,73	17,13256
	11	410	50	14,50	15,99656
	12	370	55	13,09	15,00815
	13	330	60	11,67	14,14816
	14	320	65	11,32	13,39991
	15	311	70	11,00	12,74888
	16	305	75	10,79	12,18243
	17	300	80	10,61	11,68957
	18	295	85	10,43	11,26076
	19	292	90	10,33	10,88765



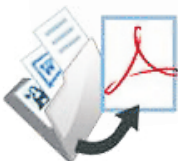
20	290	95	10,26	10,56303	0,093865
21	290	100	10,26	10,28058	0,000572
22	288	105	10,19	10,03482	0,022829
23	285	110	10,08	9,821	0,066984
24	281	115	9,94	9,634958	0,092042
25	279	120	9,87	9,473088	0,155645
26	277	125	9,80	9,332249	0,215873
27	275	130	9,73	9,209709	0,266697
28	272	135	9,62	9,103089	0,26723
29	270	140	9,55	9,010323	0,290493
30	269	145	9,51	8,929609	0,34143
31	268	150	9,48	8,859382	0,383383
32	266	155	9,41	8,798279	0,371547
33	265	160	9,37	8,745115	0,393559
34	263	165	9,30	8,698859	0,363444
35	262	170	9,27	8,658612	0,369351
36	260	175	9,20	8,623594	0,327212
37	258	180	9,12	8,593127	0,282765
38	257	185	9,09	8,566617	0,273423
39	255	190	9,02	8,543552	0,225841
40	254	195	8,98	8,523484	0,211534
41	252	200	8,91	8,506023	0,165367
42	250	205	8,84	8,490831	0,123279
43	248	210	8,77	8,477612	0,086197
44	245	215	8,67	8,466111	0,039597
45	244	220	8,63	8,456105	0,030147
46	241	225	8,52	8,447398	0,005812
47	241	230	8,52	8,439823	0,007024
48	240	235	8,49	8,433231	0,003029
49	239	240	8,45	8,427497	0,000645
50	239	245	8,45	8,422507	0,000923
51	237	250	8,38	8,418166	0,001296
52	235	255	8,31	8,414388	0,010601
53	235	260	8,31	8,411102	0,009935
54	235	265	8,31	8,408242	0,009374
55	234	270	8,28	8,405754	0,016821
56	234	275	8,28	8,403589	0,016264
57	233	280	8,24	8,401706	0,025926
58	233	285	8,24	8,400067	0,025401
59	231	290	8,17	8,398641	0,052298
60	230	295	8,13	8,397401	0,069072

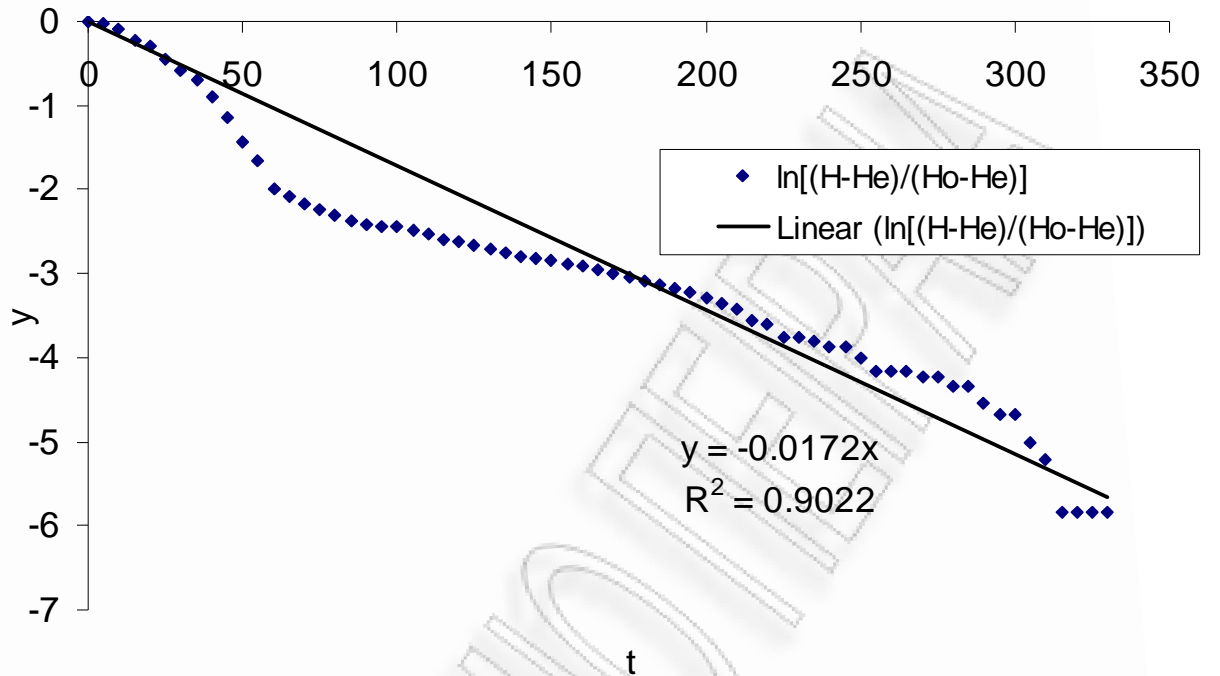


61	230	300	8,13	8,396321	0,068505
62	228	305	8,06	8,395382	0,109913
63	227	310	8,03	8,394565	0,134016
64	225	315	7,96	8,393854	0,190189
65	225	320	7,96	8,393235	0,18965
66	225	325	7,96	8,392697	0,189181
67	225	330	7,96	8,392229	0,188774
				sum	62,65953

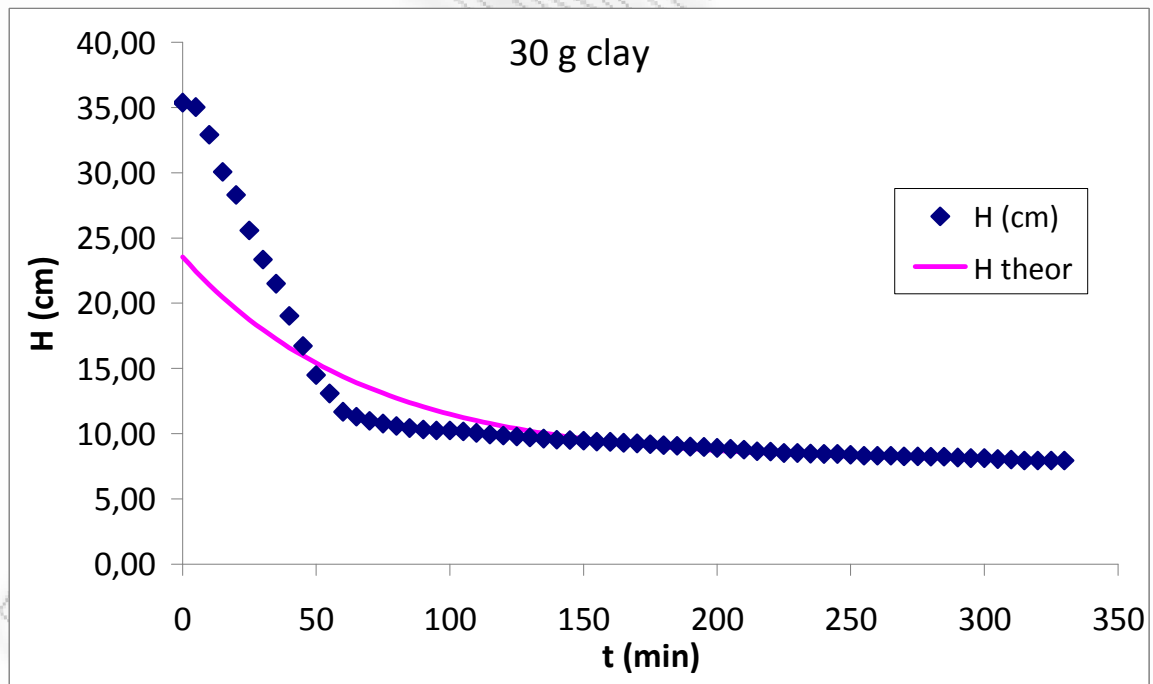


Σχήμα 7.2.1: Μέθοδος 1 - Διάγραμμα Συσχέτισης H - t

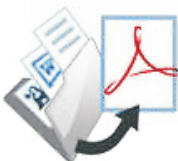


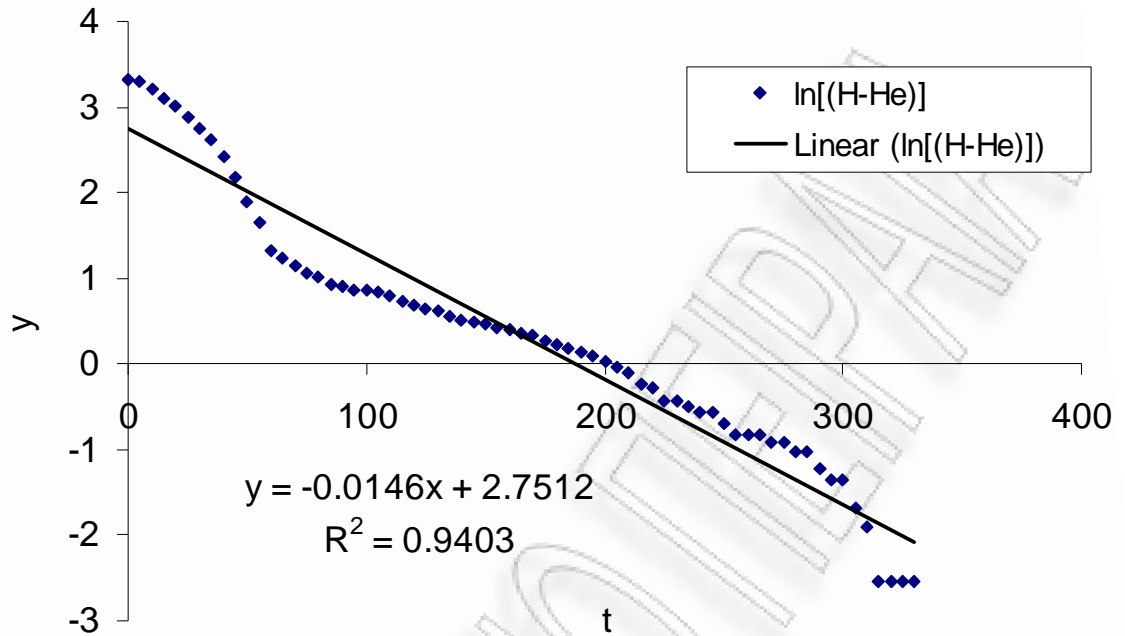


Σχήμα 7.2.2.: Μέθοδος 1 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $\ln( H-He)/(Ho-He) - t$

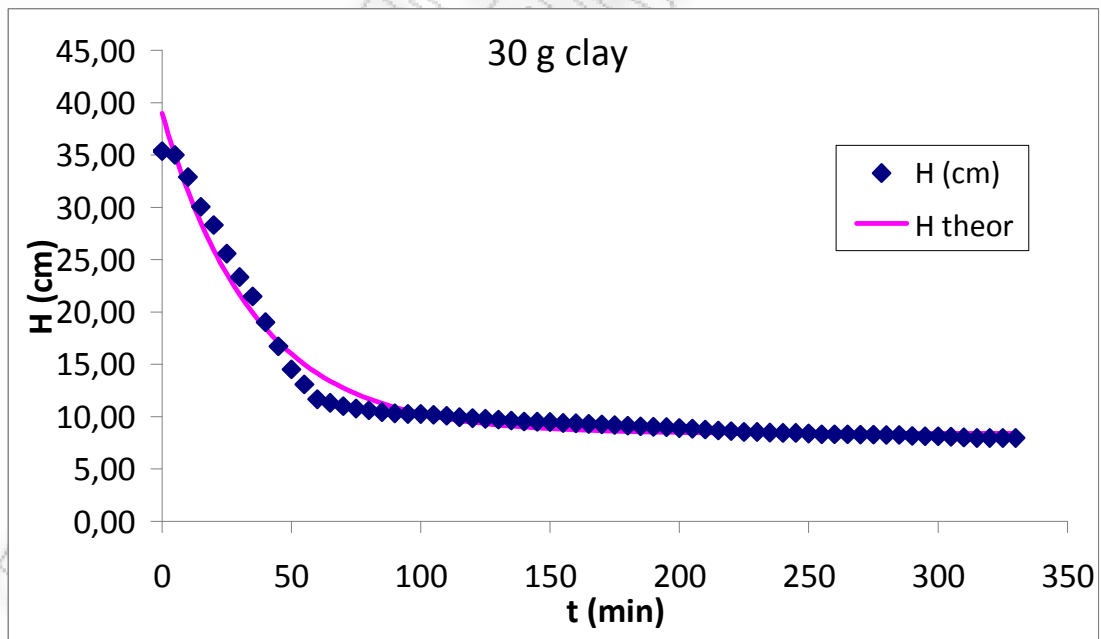


Σχήμα 7.2.3.: Μέθοδος 2 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $H - t$

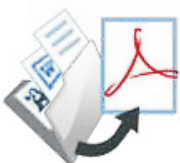




Σχήμα 7.2.4.: Μέθοδος 2 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $\ln(H-He)/(H_0-He) - t$



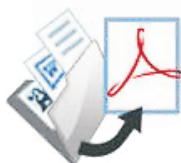
Σχήμα 7.2.5: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $H - t$



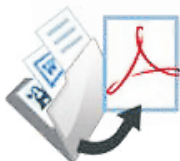


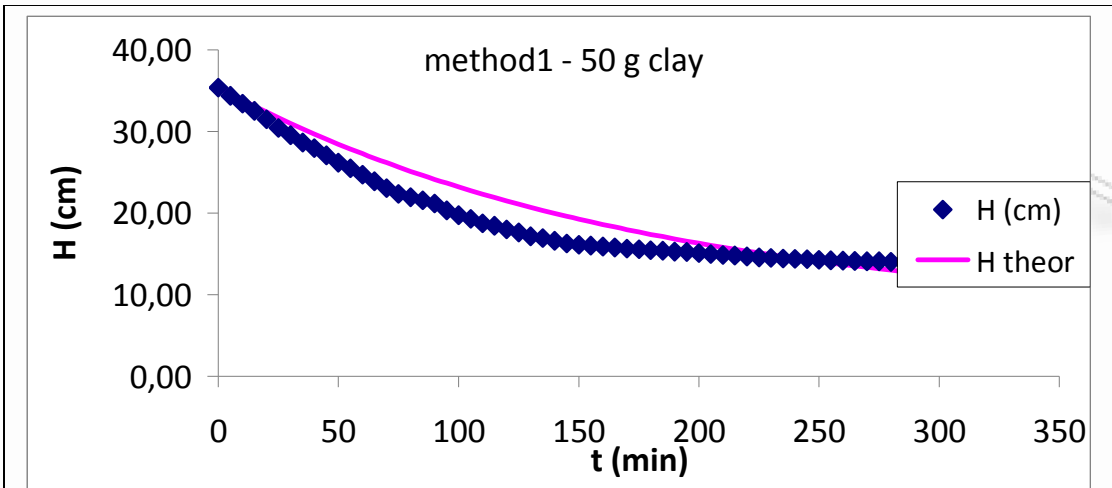
**Πίνακας 7.2.2: Καθίζηση 50g πηλού ανά λίτρο**

ΜΕΘΟΔΟΣ 3	11/3/2010				SOLVER	
					Ho	36,42
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	13,13106	n
				k	0,01243	p
mL νερού	1000			SEE	0,35510	n-p
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE
1	1000	0	35,37		36,41519	1,097092
2	972	5	34,38		35,01201	0,402649
3	944	10	33,39		33,6934	0,093777
4	919	15	32,50		32,45425	0,002374
5	890	20	31,48		31,28978	0,035169
6	860	25	30,42		30,19548	0,048753
7	835	30	29,53		29,16712	0,133197
8	810	35	28,65		28,20074	0,199942
9	790	40	27,94		27,2926	0,419825
10	765	45	27,06		26,43918	0,380889
11	740	50	26,17		25,63719	0,286178
12	720	55	25,46		24,88353	0,337861
13	698	60	24,69		24,17529	0,261537
14	675	65	23,87		23,50973	0,132138
15	652	70	23,06		22,88428	0,0308
16	632	75	22,35		22,29652	0,003125
17	620	80	21,93		21,74419	0,033793
18	610	85	21,57		21,22513	0,121944
19	598	90	21,15		20,73736	0,17021
20	574	95	20,30		20,27898	0,000489
21	558	100	19,74		19,84822	0,012772
22	545	105	19,28		19,44343	0,028223
23	530	110	18,74		19,06303	0,101194
24	521	115	18,43		18,70555	0,077809
25	509	120	18,00		18,36961	0,134997
26	498	125	17,61		18,05392	0,194282
27	485	130	17,15		17,75725	0,364681
28	478	135	16,91		17,47847	0,327956
29	469	140	16,59		17,21648	0,395637
30	460	145	16,27		16,97028	0,491551
31	455	150	16,09		16,73892	0,41807
32	452	155	15,99		16,5215	0,28651
33	449	160	15,88		16,31718	0,191014
34	446	165	15,77		16,12517	0,123306
35	442	170	15,63		15,94474	0,097461
36	440	175	15,56		15,77518	0,045523
37	437	180	15,46		15,61584	0,025639
38	435	185	15,38		15,4661	0,00658
39	432	190	15,28		15,32538	0,002163
40	430	195	15,21		15,19314	0,000225
41	426	200	15,07		15,06888	4,88E-06
42	423	205	14,96		14,9521	7,17E-05
43	420	210	14,85		14,84236	0,000147
44	418	215	14,78		14,73923	0,00198
45	415	220	14,68		14,64232	0,001247

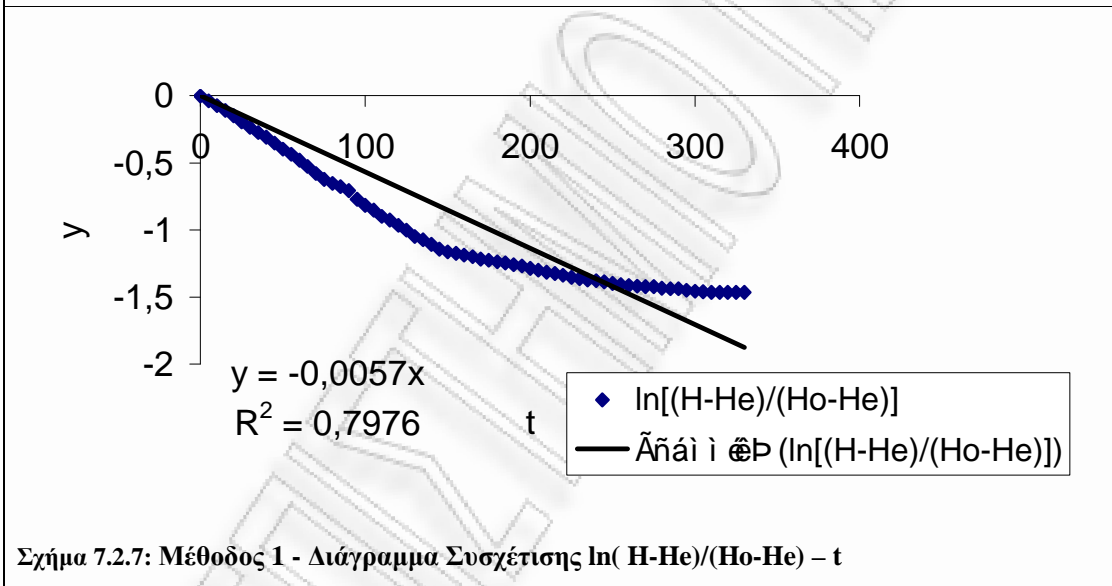


46	412	225	14,57	14,55124	0,000411
47	410	230	14,50	14,46566	0,001234
48	408	235	14,43	14,38523	0,002008
49	407	240	14,39	14,30965	0,00723
50	405	245	14,32	14,23863	0,007279
51	403	250	14,25	14,17188	0,006614
52	401	255	14,18	14,10916	0,005375
53	400	260	14,15	14,05022	0,009388
54	399	265	14,11	13,99483	0,013669
55	398	270	14,08	13,94277	0,017848
56	398	275	14,08	13,89386	0,033311
57	396	280	14,01	13,84789	0,024884
58	395	285	13,97	13,80469	0,027416
59	395	290	13,97	13,7641	0,042507
60	393	295	13,90	13,72595	0,030132
61	392	300	13,86	13,6901	0,030299
62	391	305	13,83	13,65641	0,029717
63	390	310	13,79	13,62475	0,028452
64	390	315	13,79	13,595	0,039374
65	390	320	13,79	13,56704	0,051251
66	390	325	13,79	13,54077	0,063837
67	390	330	13,79	13,51608	0,076923
				sum	8,069944

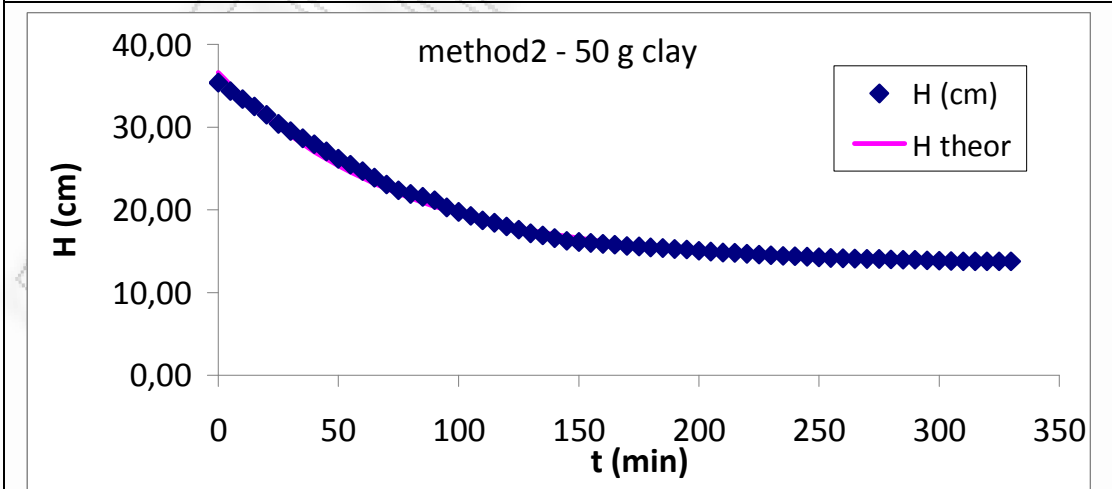




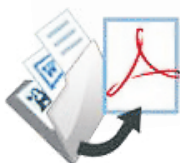
Σχήμα 7.2.6: Μέθοδος1 - Διάγραμμα Συσχέτισης H -t

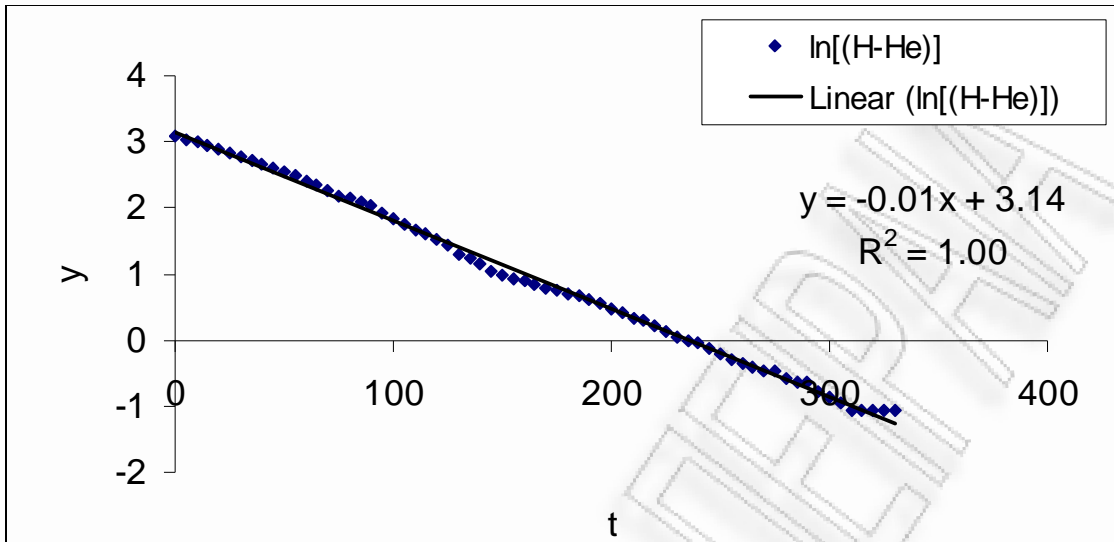


Σχήμα 7.2.7: Μέθοδος 1 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $\ln \frac{H-He}{Ho-He} - t$

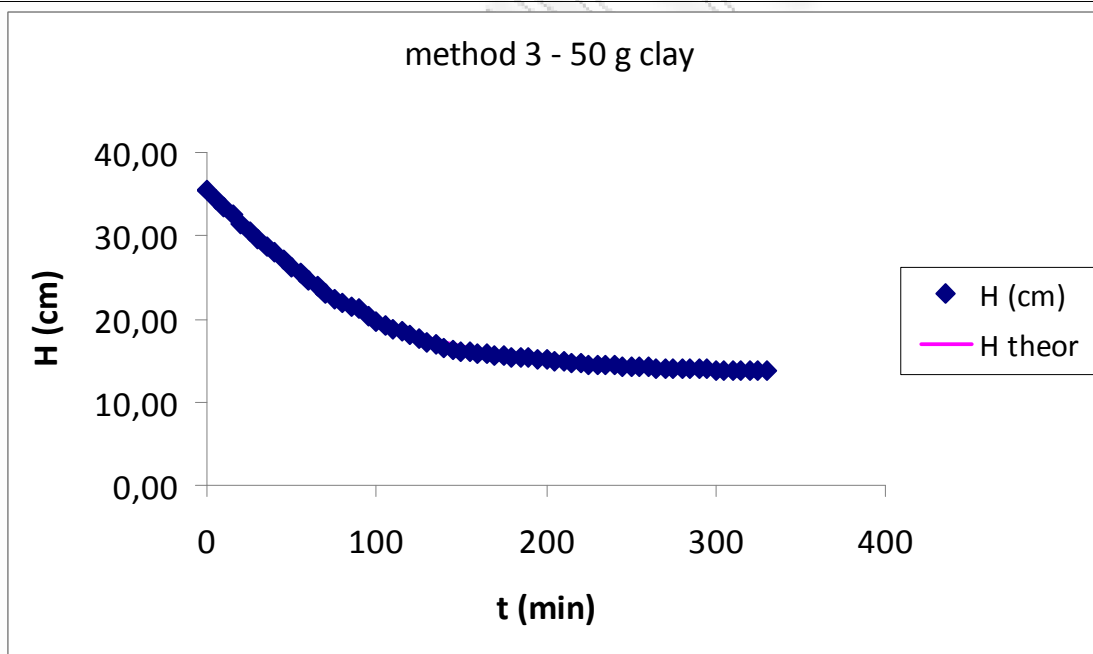


Σχήμα 7.2.8: Μέθοδος 2 - Διάγραμμα Συσχέτισης H -t

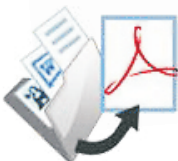




Σχήμα 7.2.9 Μέθοδος 2 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $\ln(H-He)/(H_0-He) - t$

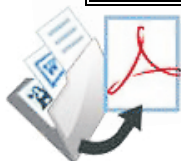


Σχήμα 7.2.10: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H - t

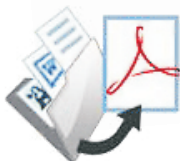


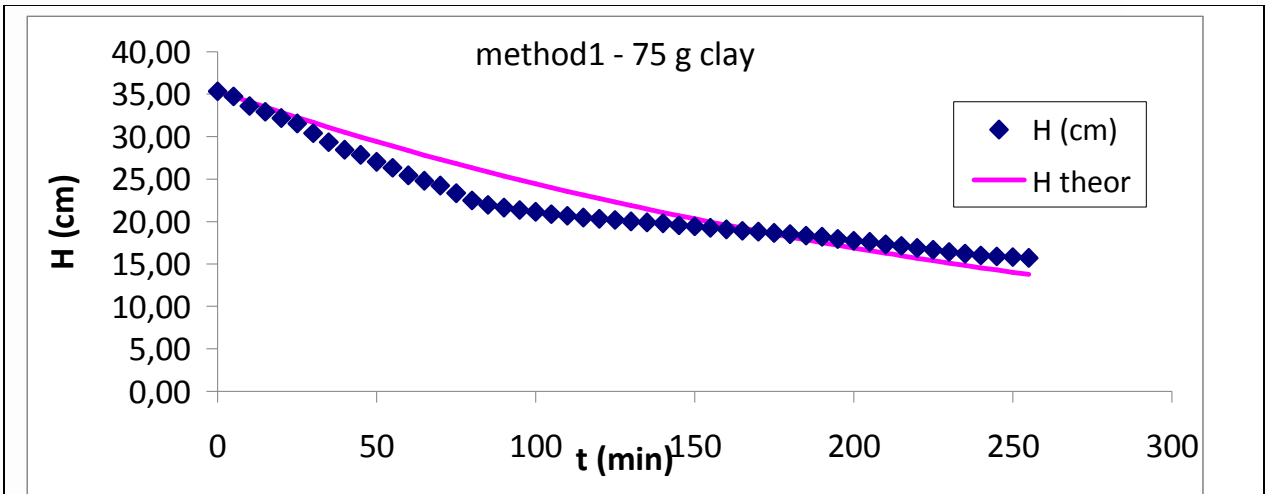
**Πίνακας 7.2.3: Καθίζηση 75g πηλού ανά λίτρο**

ΜΕΘΟΔΟΣ 3	18/10/2010				SOLVER		
					Ho	36,11	
m πηλού (g)	75	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	16,08971	n	52
m (g)	-			k	0,01282	p	3
mL νερού	1000			SEE	0,00000	n-p	49
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		36,11142	0,553018	
2	982	5	34,73		34,86811	0,018759	
3	950	10	33,60		33,70201	0,010533	
4	931	15	32,93		32,60832	0,101808	
5	910	20	32,18		31,58254	0,362554	
6	892	25	31,55		30,62047	0,860404	
7	860	30	30,42		29,71813	0,487404	
8	830	35	29,36		28,87184	0,233684	
9	805	40	28,47		28,07809	0,154418	
10	788	45	27,87		27,33364	0,287472	
11	765	50	27,06		26,63541	0,177183	
12	745	55	26,35		25,98054	0,135751	
13	720	60	25,46		25,36634	0,009693	
14	701	65	24,79		24,79028	6,37E-06	
15	685	70	24,23		24,24999	0,000532	
16	660	75	23,34		23,74325	0,160422	
17	636	80	22,49		23,26798	0,599206	
18	621	85	21,96		22,82223	0,737612	
19	612	90	21,65		22,40415	0,576198	
20	604	95	21,36		22,01203	0,422376	
21	598	100	21,15		21,64427	0,244378	
22	590	105	20,87		21,29934	0,186936	
23	585	110	20,69		20,97583	0,08162	
24	579	115	20,48		20,67242	0,037822	
25	575	120	20,34		20,38784	0,002639	
26	571	125	20,19		20,12093	0,005485	
27	566	130	20,02		19,8706	0,021772	
28	563	135	19,91		19,63581	0,076307	
29	560	140	19,81		19,41561	0,152365	
30	553	145	19,56		19,20908	0,122009	
31	550	150	19,45		19,01537	0,190882	
32	545	155	19,28		18,83369	0,195134	
33	540	160	19,10		18,6633	0,189484	

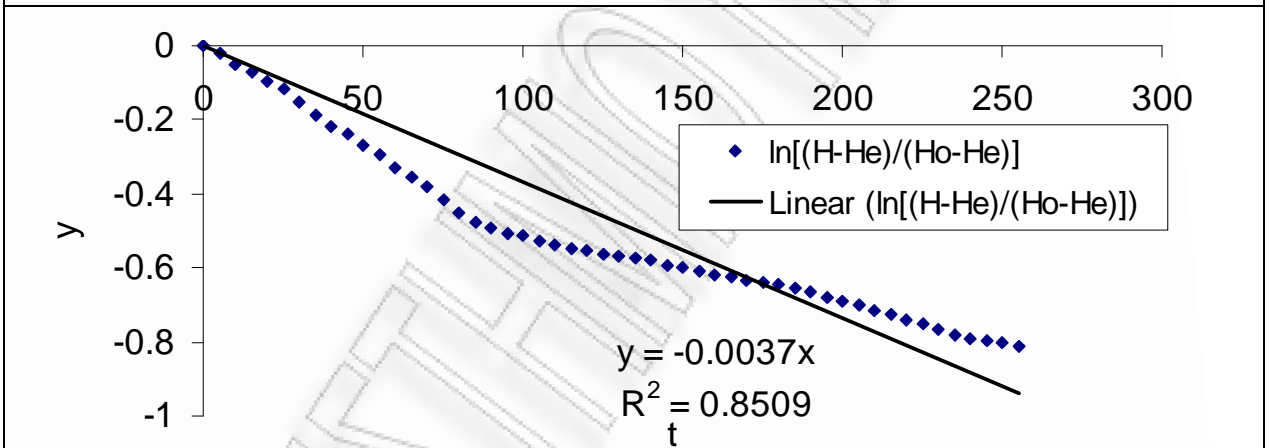


34	535	165	18,92	18,50348	0,174952
35	532	170	18,82	18,35359	0,2135
36	528	175	18,67	18,21301	0,21268
37	524	180	18,53	18,08116	0,203901
38	519	185	18,36	17,95749	0,158707
39	515	190	18,21	17,8415	0,13905
40	508	195	17,97	17,73272	0,054804
41	502	200	17,75	17,63069	0,015357
42	498	205	17,61	17,535	0,006107
43	490	210	17,33	17,44525	0,013236
44	485	215	17,15	17,36107	0,043143
45	478	220	16,91	17,28213	0,141627
46	472	225	16,69	17,20808	0,264704
47	465	230	16,45	17,13863	0,479721
48	459	235	16,23	17,07349	0,705079
49	453	240	16,02	17,0124	0,981695
50	450	245	15,92	16,95511	1,080791
51	448	250	15,84	16,90137	1,116419
52	445	255	15,74	16,85096	1,237229
				sum	14,63857

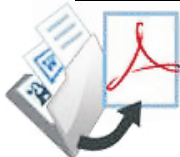
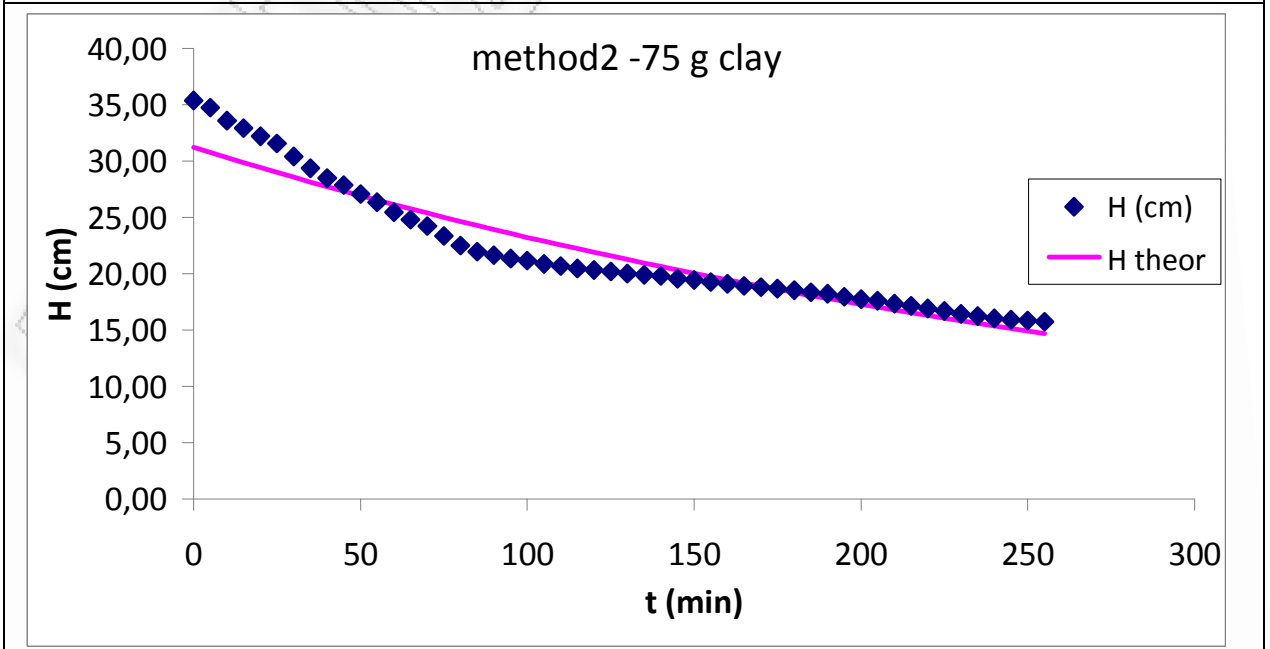




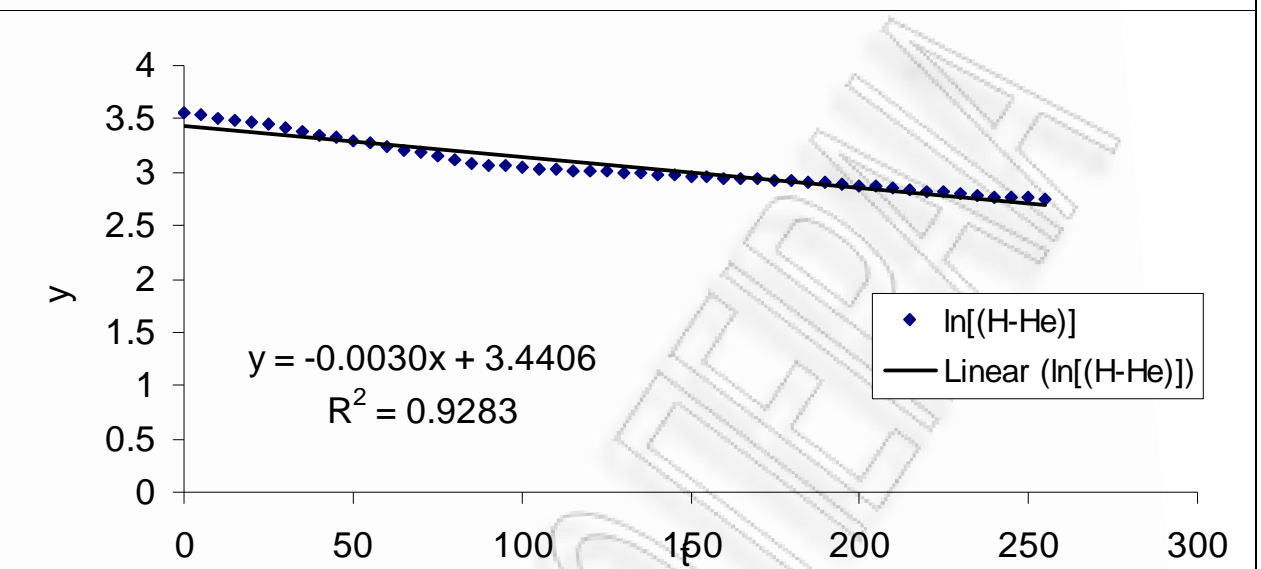
Σχήμα 7.2.11: Μέθοδος 1 - Διάγραμμα Συσχέτισης H - t



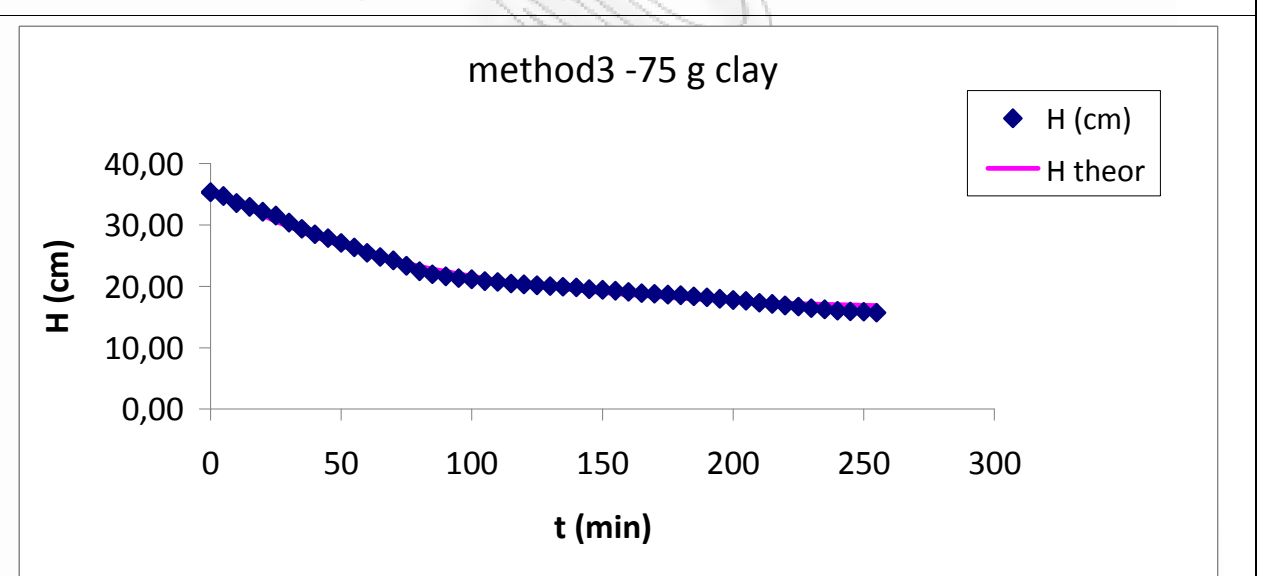
Σχήμα 7.2.12 Μέθοδος 2 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $\ln( H-He)/(Ho-He) - t$



Σχήμα 7.2.13: Μέθοδος 2 - Διάγραμμα Συσχέτισης H - t



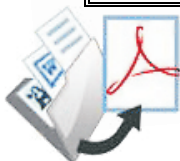
Σχήμα 7.2.14 Μέθοδος 2 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $\ln(H - H_e)/(H_0 - H_e) - t$



Σχήμα 7.2.15: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H - t

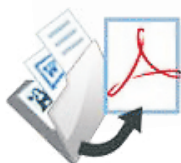
Πίνακας 7.2.4: Καθίζηση 100g πηλού ανά λίτρο

	11/3/2010				SOLVER		
				Ho	35,91		
m πηλού (g)	100	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	16,59894	n	67
				k	0,01009	p	3
mL νερού	1000			SEE	0,42773	n-p	64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	

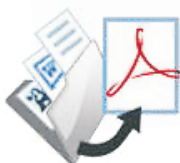


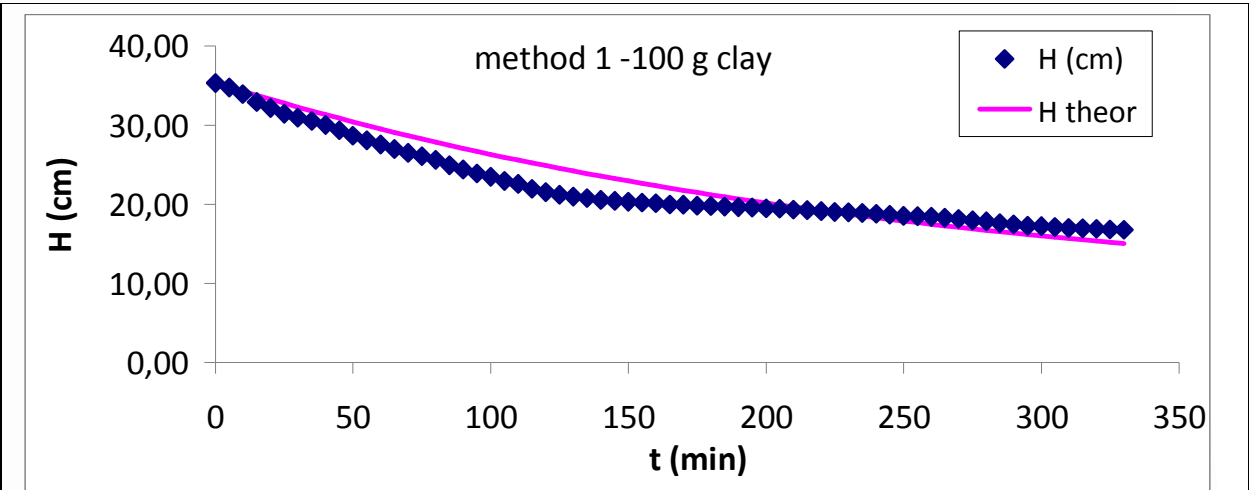


1	1000	0	35,37	35,90637	0,290093
2	983	5	34,77	34,95657	0,036122
3	960	10	33,95	34,0535	0,010089
4	932	15	32,96	33,19485	0,053867
5	910	20	32,18	32,37844	0,037549
6	890	25	31,48	31,6022	0,015596
7	876	30	30,98	30,86414	0,01393
8	864	35	30,56	30,16238	0,156314
9	850	40	30,06	29,49515	0,321998
10	830	45	29,36	28,86074	0,244531
11	811	50	28,68	28,25755	0,181231
12	795	55	28,12	27,68402	0,187795
13	780	60	27,59	27,13871	0,200838
14	764	65	27,02	26,62022	0,160602
15	750	70	26,53	26,12724	0,158868
16	738	75	26,10	25,65851	0,196159
17	725	80	25,64	25,21284	0,183859
18	705	85	24,93	24,78909	0,021077
19	690	90	24,40	24,38619	0,000308
20	676	95	23,91	24,00311	0,008931
21	665	100	23,52	23,63888	0,014236
22	650	105	22,99	23,29256	0,092119
23	639	110	22,60	22,96328	0,131969
24	622	115	22,00	22,65019	0,42438
25	610	120	21,57	22,35251	0,605558
26	600	125	21,22	22,06948	0,720489
27	594	130	21,01	21,80036	0,62712
28	588	135	20,80	21,54449	0,559863
29	582	140	20,58	21,3012	0,514317
30	578	145	20,44	21,06988	0,393518
31	575	150	20,34	20,84994	0,263654
32	572	155	20,23	20,64082	0,168474
33	570	160	20,16	20,44198	0,079726
34	566	165	20,02	20,25293	0,05512
35	564	170	19,95	20,07318	0,015816
36	561	175	19,84	19,90227	0,003715
37	560	180	19,81	19,73977	0,00438
38	558	185	19,74	19,58526	0,022486
39	556	190	19,66	19,43835	0,051132
40	555	195	19,63	19,29867	0,109189
41	552	200	19,52	19,16586	0,127551

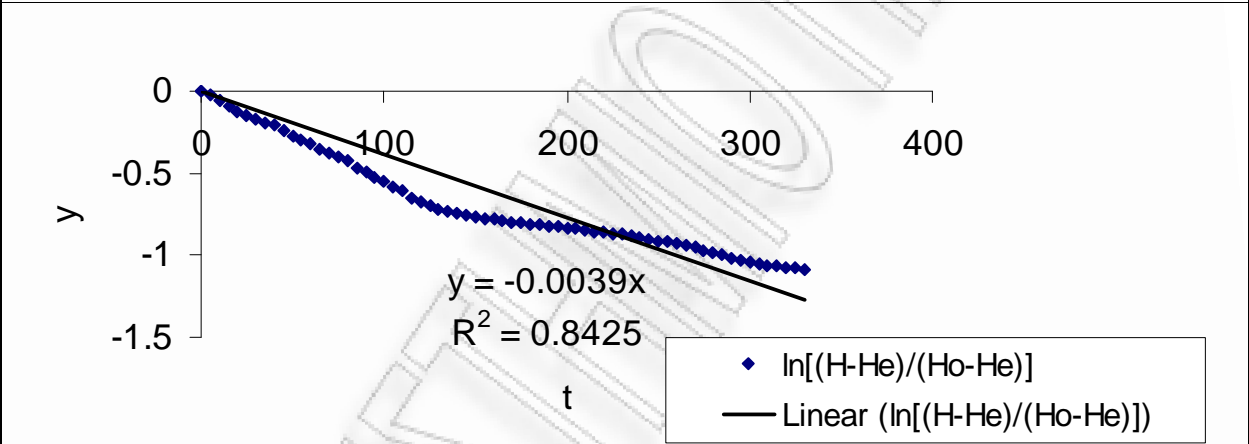


42	550	205	19,45	19,03959	0,170307
43	547	210	19,35	18,91952	0,182024
44	545	215	19,28	18,80537	0,220961
45	542	220	19,17	18,69683	0,223259
46	539	225	19,06	18,59362	0,220526
47	538	230	19,03	18,4955	0,283407
48	535	235	18,92	18,4022	0,269937
49	532	240	18,82	18,31349	0,252164
50	529	245	18,71	18,22915	0,230785
51	525	250	18,57	18,14895	0,175666
52	524	255	18,53	18,0727	0,211607
53	521	260	18,43	18,0002	0,18182
54	518	265	18,32	17,93127	0,151503
55	514	270	18,18	17,86573	0,09816
56	508	275	17,97	17,80341	0,026705
57	505	280	17,86	17,74416	0,013587
58	499	285	17,65	17,68782	0,001545
59	494	290	17,47	17,63425	0,026432
60	489	295	17,29	17,58332	0,083225
61	488	300	17,26	17,5349	0,075861
62	485	305	17,15	17,48886	0,112553
63	482	310	17,05	17,44508	0,158257
64	480	315	16,98	17,40345	0,182266
65	478	320	16,91	17,36388	0,209841
66	476	325	16,84	17,32625	0,241268
67	475	330	16,80	17,29047	0,240864
				Sum	11,7091

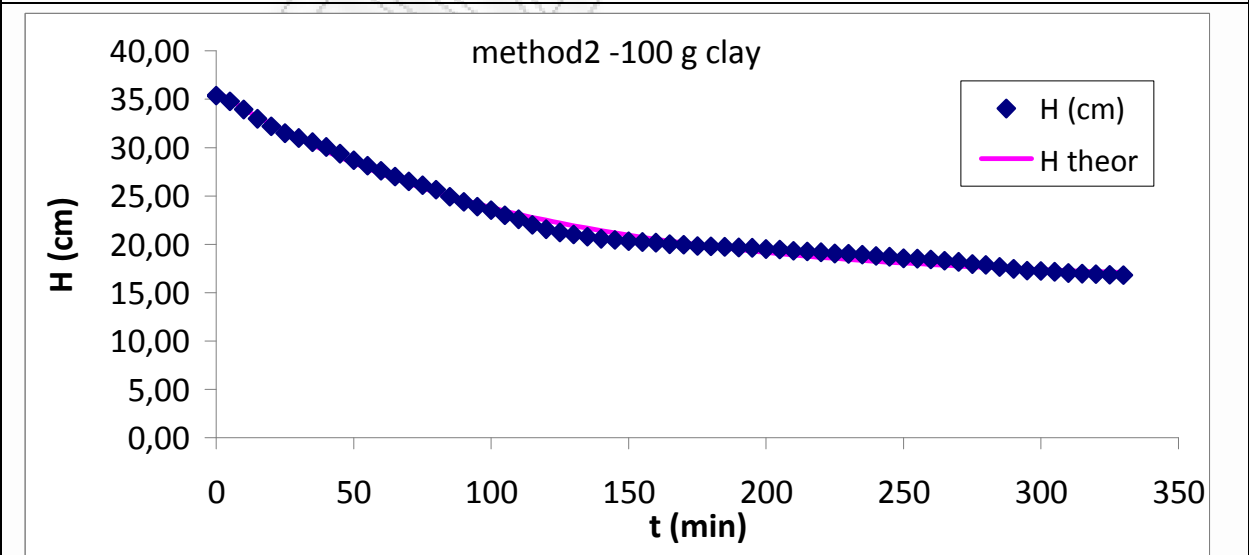




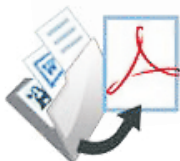
Σχήμα 7.2.16: Μέθοδος 1 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

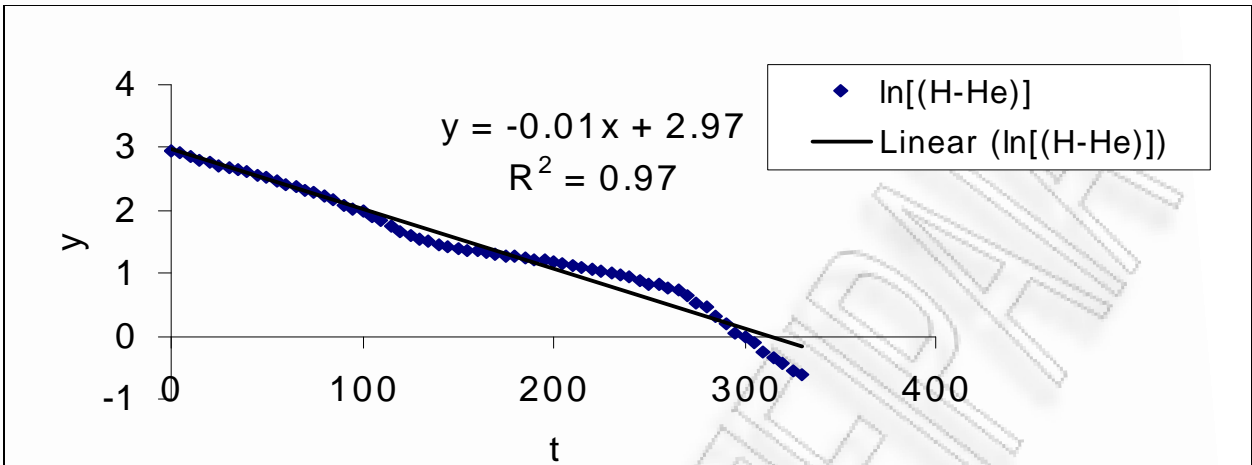


Σχήμα 7.2.17 Μέθοδος 1 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $\ln( H-He)/(Ho-He) - t$

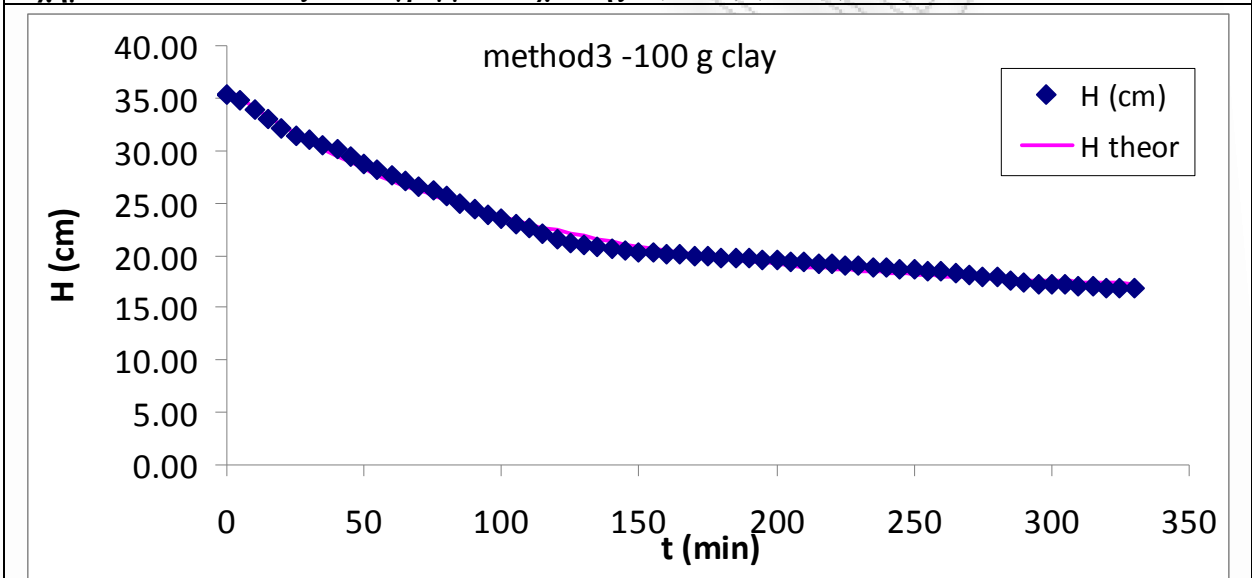


Σχήμα 7.2.18: Μέθοδος 2 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t





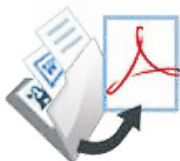
Σχήμα 7.2.19: Μέθοδος 2 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $\ln( H-He)/(H_0-He) - t$



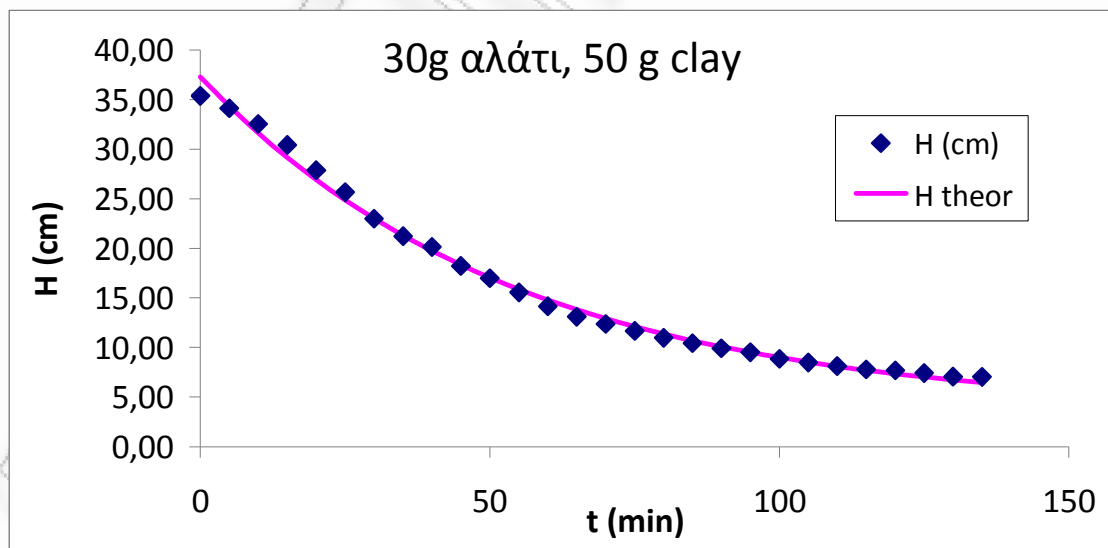
Σχήμα 7.2.20: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H -t

**Πίνακας 7.2.5. Καθίζηση πηλού σε αλατόνερο (προσομοίωση σε θαλασσινό νερό)**

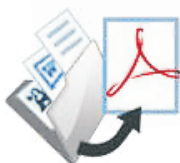
	21/10/2010		<b>Ho</b>	<b>37,27</b> solver		
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	<b>He</b>	<b>3,669809</b> n	28
m αλάτι (g)	30			<b>k</b>	<b>0,01842</b> p	3
mL νερού	1000			<b>SEE</b>	<b>0,64223</b> n-p	25
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	37,27089	3,621881
	2	965	5	34,13	34,31413	0,033942
	3	920	10	32,54	31,61755	0,847869
	4	860	15	30,42	29,15825	1,582624
	5	788	20	27,87	26,91537	0,910933
	6	725	25	25,64	24,86985	0,59564



7	<b>650</b>	<b>30</b>	22,99	23,00433	0,000234
8	<b>600</b>	<b>35</b>	21,22	21,30297	0,006775
9	<b>569</b>	<b>40</b>	20,12	19,75132	0,139083
10	<b>515</b>	<b>45</b>	18,21	18,33621	0,014838
11	<b>480</b>	<b>50</b>	16,98	17,04562	0,004774
12	<b>440</b>	<b>55</b>	15,56	15,8686	0,094119
13	<b>400</b>	<b>60</b>	14,15	14,79516	0,419972
14	<b>370</b>	<b>65</b>	13,09	13,81617	0,533043
15	<b>350</b>	<b>70</b>	12,38	12,92333	0,296604
16	<b>330</b>	<b>75</b>	11,67	12,10906	0,191577
17	<b>310</b>	<b>80</b>	10,96	11,36644	0,161949
18	<b>295</b>	<b>85</b>	10,43	10,68916	0,065369
19	<b>280</b>	<b>90</b>	9,90	10,07149	0,028397
20	<b>269</b>	<b>95</b>	9,51	9,508165	3,32E-05
21	<b>250</b>	<b>100</b>	8,84	8,994412	0,023247
22	<b>240</b>	<b>105</b>	8,49	8,525868	0,001414
23	<b>230</b>	<b>110</b>	8,13	8,098554	0,001298
24	<b>220</b>	<b>115</b>	7,78	7,708842	0,005194
25	<b>218</b>	<b>120</b>	7,71	7,353423	0,127271
26	<b>210</b>	<b>125</b>	7,43	7,029279	0,158365
27	<b>200</b>	<b>130</b>	7,07	6,733659	0,115528
28	<b>199</b>	<b>135</b>	7,04	6,464052	0,329629
				sum	<b>10,3116</b>



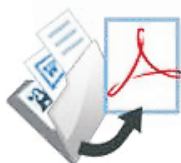
Σχήμα 7.2.21: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H-t



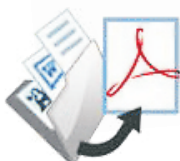
### 7.3. Επίδραση CaCl<sub>2</sub> στην καθίζηση πηλού

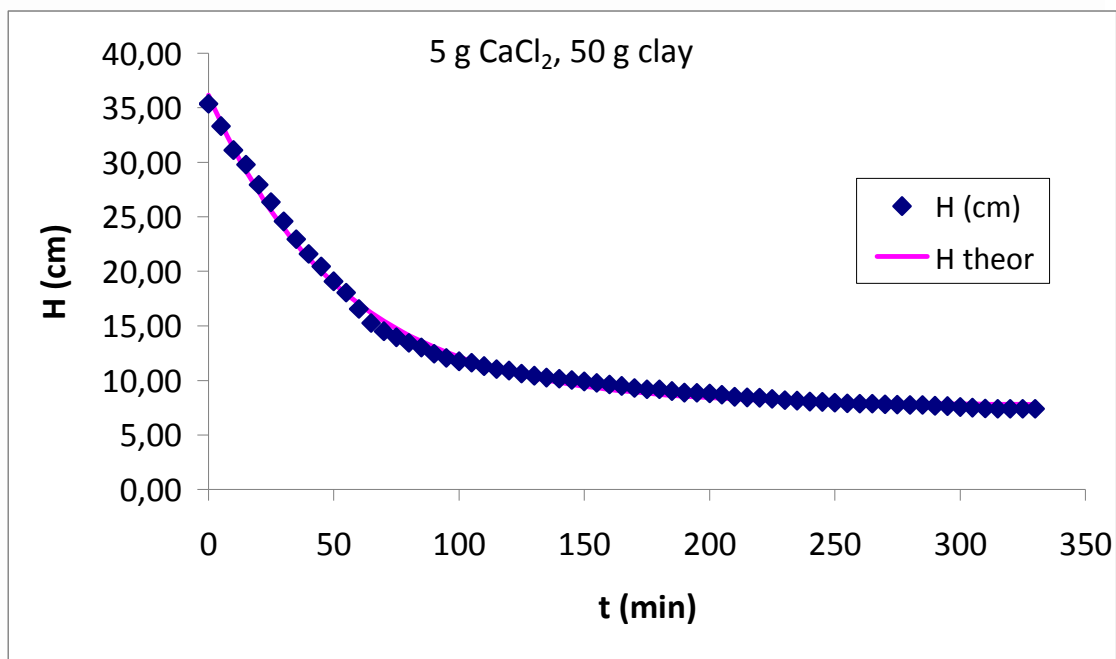
Πίνακας 7.3.1: Καθίζηση 50g πηλού με 5g CaCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

	20/4/2010				SOLVER		
					Ho	36,16	
m πηλού (g)	50,05	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	7,72858	N	67
m CaCl <sub>2</sub> (g)	5			k	0,01863	P	3
mL νερού	1000			SEE	0,41142	n-p	64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		36,15551	0,620538	
2	942	5	33,32		33,62657	0,096181	
3	880	10	31,12		31,32261	0,03959	
4	842	15	29,78		29,22361	0,309186	
5	790	20	27,94		27,31135	0,395869	
6	745	25	26,35		25,56921	0,608044	
7	695	30	24,58		23,98206	0,358248	
8	649	35	22,95		22,5361	0,174371	
9	611	40	21,61		21,21878	0,15282	
10	578	45	20,44		20,01865	0,179703	
11	540	50	19,10		18,92529	0,030032	
12	510	55	18,04		17,9292	0,011741	
13	468	60	16,55		17,02173	0,220535	
14	431	65	15,24		16,19498	0,905302	
15	410	70	14,50		15,44178	0,885483	
16	395	75	13,97		14,7556	0,616741	
17	380	80	13,44		14,13045	0,477068	
18	368	85	13,02		13,56092	0,297664	
19	352	90	12,45		13,04206	0,351184	
20	341	95	12,06		12,56936	0,259031	
21	332	100	11,74		12,13871	0,1573	
22	328	105	11,60		11,74637	0,021241	
23	320	110	11,32		11,38894	0,005077	
24	312	115	11,03		11,0633	0,000816	
25	308	120	10,89		10,76663	0,016037	
26	300	125	10,61		10,49636	0,012989	
27	295	130	10,43		10,25013	0,033621	
28	290	135	10,26		10,02581	0,05329	
29	287	140	10,15		9,821438	0,108314	
30	284	145	10,04		9,635251	0,16744	
31	280	150	9,90		9,465628	0,191271	



32	276	155	9,76	9,311095	0,202867
33	272	160	9,62	9,17031	0,20225
34	268	165	9,48	9,04205	0,190542
35	263	170	9,30	8,9252	0,141769
36	260	175	9,20	8,818745	0,142034
37	260	180	9,20	8,721761	0,224542
38	255	185	9,02	8,633404	0,148514
39	251	190	8,88	8,552909	0,105236
40	250	195	8,84	8,479574	0,13131
41	249	200	8,81	8,412763	0,155087
42	246	205	8,70	8,351896	0,121504
43	240	210	8,49	8,296444	0,036795
44	239	215	8,45	8,245925	0,042837
45	238	220	8,42	8,199901	0,047362
46	235	225	8,31	8,157971	0,023548
47	232	230	8,21	8,119771	0,007319
48	230	235	8,13	8,084969	0,002462
49	228	240	8,06	8,053264	0,000112
50	227	245	8,03	8,024379	1,68E-05
51	225	250	7,96	7,998064	0,001625
52	223	255	7,89	7,97409	0,007583
53	222	260	7,85	7,952249	0,010121
54	222	265	7,85	7,93235	0,006514
55	221	270	7,82	7,914222	0,009593
56	220	275	7,78	7,897707	0,013642
57	219	280	7,75	7,882661	0,018802
58	219	285	7,75	7,868953	0,015231
59	217	290	7,67	7,856465	0,033
60	216	295	7,64	7,845088	0,042292
61	214	300	7,57	7,834723	0,070767
62	212	305	7,50	7,82528	0,107135
63	210	310	7,43	7,816678	0,151669
64	209	315	7,39	7,80884	0,17387
65	209	320	7,39	7,8017	0,167966
66	209	325	7,39	7,795195	0,162677
67	209	330	7,39	7,789269	0,157931
				sum	10,83325

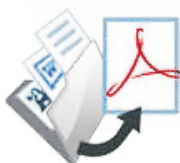




Σχήμα 7.3.1: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

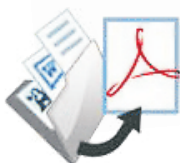
Πίνακας 7.3.2 Καθίζηση 50g πηλού με 10g CaCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

	8/4/2010				SOLVER		
				Ho	37,85		
m πηλού (g)	49,9992	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	7,129357	N	67
m CaCl <sub>2</sub> (g)	10			k	0,01757	P	3
mL νερού	1000			SEE	0,61648	n-p	64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	37,84542	6,138798	
	2	975	5	34,48	35,26253	0,606782	
	3	938	10	33,17	32,89684	0,077355	
	4	890	15	31,48	30,73007	0,558374	
	5	860	20	30,42	28,7455	2,791497	
	6	810	25	28,65	26,92782	2,958657	
	7	750	30	26,53	25,26298	1,594781	
	8	700	35	24,76	23,73813	1,038975	
	9	650	40	22,99	22,34151	0,419299	
	10	610	45	21,57	21,06234	0,262145	
	11	560	50	19,81	19,89072	0,007186	
	12	532	55	18,82	18,81763	3,91E-06	
	13	491	60	17,37	17,83477	0,220146	

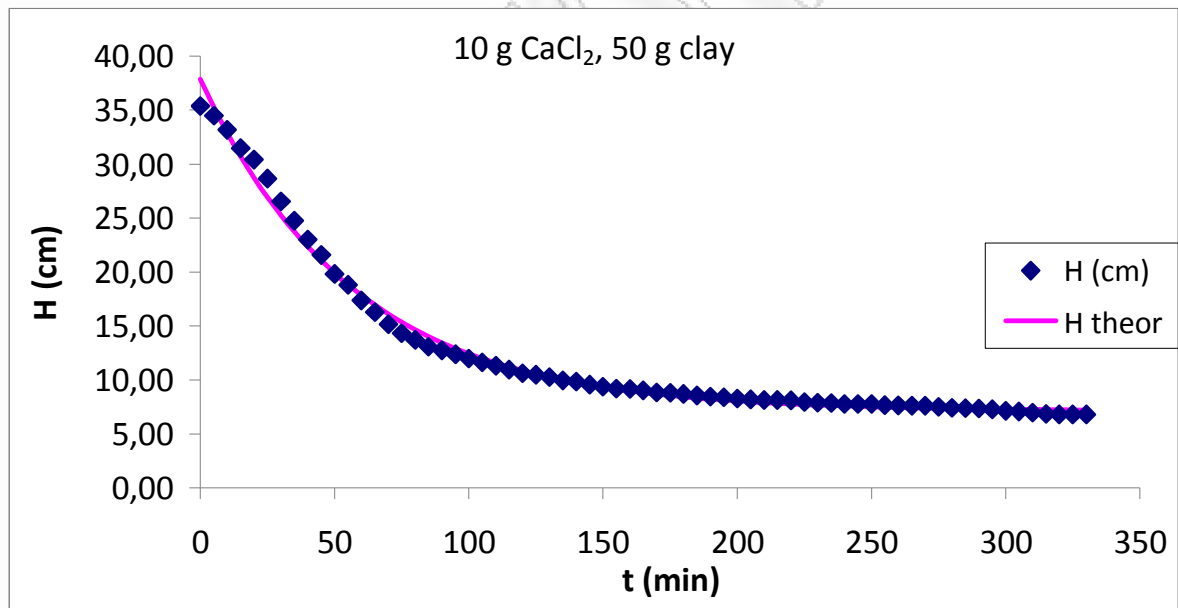




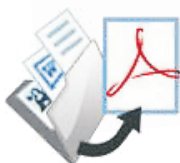
14	460	65	16,27	16,93456	0,442741
15	429	70	15,17	16,11005	0,878486
16	405	75	14,32	15,35487	1,062802
17	388	80	13,72	14,66319	0,884536
18	370	85	13,09	14,02968	0,890387
19	360	90	12,73	13,44943	0,514143
20	350	95	12,38	12,91798	0,290807
21	339	100	11,99	12,43122	0,194966
22	329	105	11,64	11,98539	0,122078
23	320	110	11,32	11,57705	0,067271
24	310	115	10,96	11,20305	0,05714
25	300	120	10,61	10,86049	0,062582
26	296	125	10,47	10,54675	0,006066
27	290	130	10,26	10,25938	7,44E-06
28	281	135	9,94	9,996179	0,003345
29	278	140	9,83	9,75511	0,005949
30	270	145	9,55	9,534312	0,000225
31	265	150	9,37	9,332081	0,00163
32	260	155	9,20	9,146856	0,002378
33	259	160	9,16	8,977206	0,033506
34	255	165	9,02	8,821822	0,038793
35	250	170	8,84	8,679504	0,026386
36	249	175	8,81	8,549153	0,066265
37	246	180	8,70	8,429763	0,073282
38	242	185	8,56	8,320413	0,056923
39	239	190	8,45	8,220258	0,05412
40	237	195	8,38	8,128525	0,064331
41	234	200	8,28	8,044506	0,053616
42	232	205	8,21	7,967552	0,056535
43	230	210	8,13	7,897068	0,056415
44	230	215	8,13	7,832512	0,091249
45	229	220	8,10	7,773384	0,106168
46	225	225	7,96	7,719229	0,056891
47	223	230	7,89	7,669627	0,047256
48	222	235	7,85	7,624196	0,051733
49	220	240	7,78	7,582585	0,039332
50	220	245	7,78	7,544474	0,055901
51	220	250	7,78	7,509567	0,073626
52	217	255	7,67	7,477595	0,038892
53	216	260	7,64	7,448312	0,036529
54	215	265	7,60	7,421492	0,033335



55	215	270	7,60	7,396926	0,042908
56	212	275	7,50	7,374426	0,015262
57	210	280	7,43	7,353819	0,005389
58	209	285	7,39	7,334944	0,00324
59	208	290	7,36	7,317656	0,001508
60	206	295	7,29	7,301822	0,000258
61	202	300	7,14	7,28732	0,020458
62	200	305	7,07	7,274037	0,040194
63	197	310	6,97	7,261871	0,086684
64	194	315	6,86	7,250728	0,151618
65	192	320	6,79	7,240522	0,20242
66	192	325	6,79	7,231174	0,194096
67	192	330	6,79	7,222613	0,186625
				Sum	24,32328

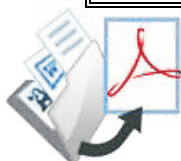


Σχήμα 7.3.2: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

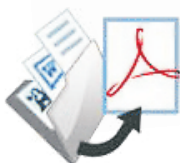


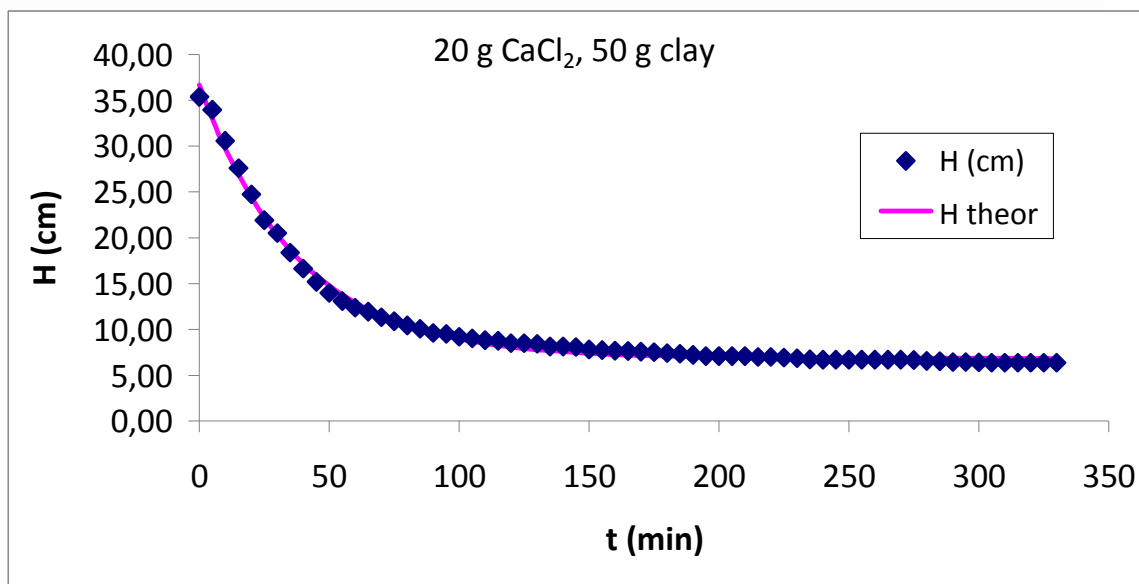
**Πίνακας 7.3.3: Καθίζηση 50g πηλού με 20g CaCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

	13/4/2010				SOLVER	
				Ho	36,68	
m πηλού (g)	50,011	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	6,834537	n 67
m CaCl <sub>2</sub> (g)	20			k	0,02648	p 3
mL νερού	1000			SEE	0,44413	n-p 64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE
1	1000	0	35,37		36,67773	1,715996
2	960	5	33,95		32,97658	0,953502
3	865	10	30,59		29,73445	0,737308
4	780	15	27,59		26,89441	0,479485
5	700	20	24,76		24,40659	0,123094
6	620	25	21,93		22,22731	0,089576
7	580	30	20,51		20,3183	0,038027
8	520	35	18,39		18,64605	0,064927
9	470	40	16,62		17,18119	0,311739
10	430	45	15,21		15,898	0,475903
11	395	50	13,97		14,77395	0,645903
12	370	55	13,09		13,7893	0,494534
13	350	60	12,38		12,92678	0,300368
14	338	65	11,95		12,17122	0,047051
15	320	70	11,32		11,50936	0,036741
16	308	75	10,89		10,92959	0,001319
17	295	80	10,43		10,42173	0,000138
18	285	85	10,08		9,976843	0,010603
19	272	90	9,62		9,587135	0,001082
20	269	95	9,51		9,245758	0,071915
21	260	100	9,20		8,946719	0,061951
22	255	105	9,02		8,684767	0,111565
23	250	110	8,84		8,455302	0,14949
24	248	115	8,77		8,254295	0,267197
25	240	120	8,49		8,078217	0,168138
26	240	125	8,49		7,923976	0,318421
27	238	130	8,42		7,788864	0,395218
28	230	135	8,13		7,670509	0,215368
29	230	140	8,13		7,566832	0,322345
30	228	145	8,06		7,476013	0,345553
31	221	150	7,82		7,396457	0,176248
32	219	155	7,75		7,326768	0,175371
33	217	160	7,67		7,265721	0,167349



34	216	165	7,64	7,212246	0,182492
35	214	170	7,57	7,165403	0,16265
36	212	175	7,50	7,124369	0,139575
37	210	180	7,43	7,088424	0,11479
38	208	185	7,36	7,056937	0,089735
39	204	190	7,22	7,029355	0,034473
40	200	195	7,07	7,005194	0,004673
41	200	200	7,07	6,984029	0,008015
42	200	205	7,07	6,965489	0,011678
43	200	210	7,07	6,949248	0,015452
44	198	215	7,00	6,935022	0,004596
45	198	220	7,00	6,92256	0,006441
46	196	225	6,93	6,911643	0,000418
47	194	230	6,86	6,90208	0,001659
48	190	235	6,72	6,893704	0,030216
49	189	240	6,68	6,886366	0,040747
50	189	245	6,68	6,879938	0,038193
51	189	250	6,68	6,874307	0,036024
52	189	255	6,68	6,869375	0,034176
53	189	260	6,68	6,865055	0,032597
54	189	265	6,68	6,86127	0,031245
55	189	270	6,68	6,857954	0,030084
56	188	275	6,65	6,85505	0,042399
57	186	280	6,58	6,852506	0,075132
58	185	285	6,54	6,850278	0,094397
59	182	290	6,44	6,848325	0,169244
60	182	295	6,44	6,846615	0,167839
61	181	300	6,40	6,845117	0,196738
62	180	305	6,37	6,843805	0,228109
63	180	310	6,37	6,842656	0,227012
64	180	315	6,37	6,841649	0,226054
65	180	320	6,37	6,840767	0,225216
66	180	325	6,37	6,839994	0,224483
67	180	330	6,37	6,839317	0,223842
				Sum	12,62382

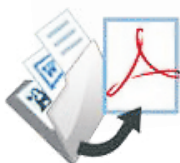




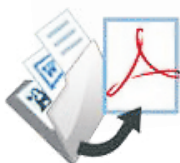
Σχήμα 7.3.3: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.3.4: Καθίζηση 50g πηλού με 30g CaCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

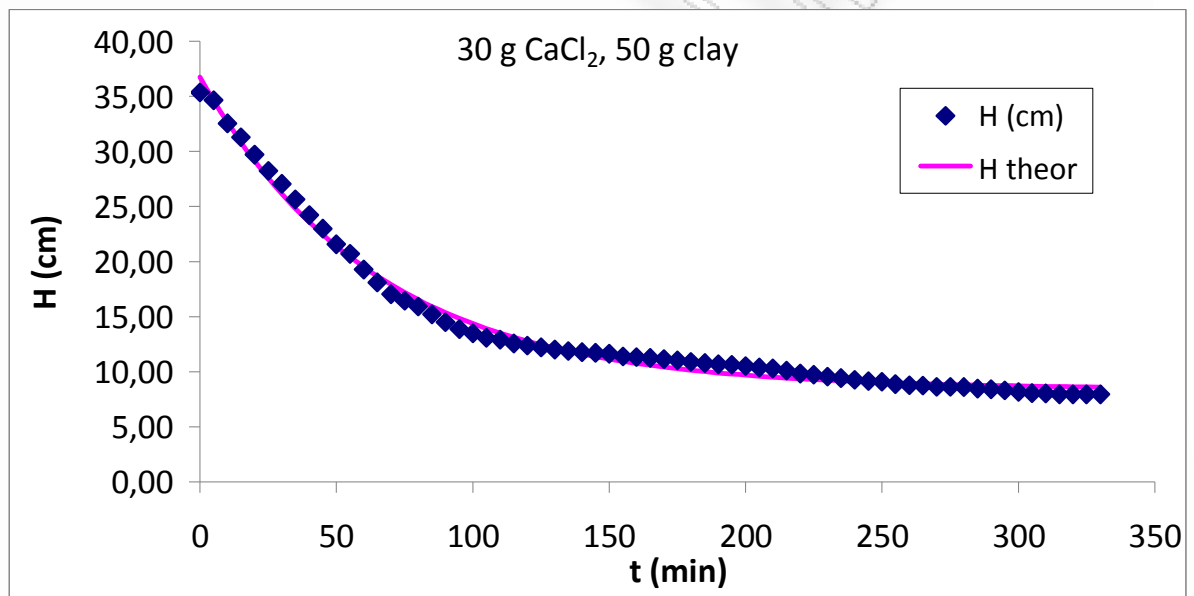
	16/4/2010			SOLVER		
				Ho	36,75	
m πηλού (g)	50,022	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	8,446311	n
m CaCl <sub>2</sub> (g)	30			k	0,01565	p
mL νερού	1000			SEE	0,60312	n-p
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	36,74775	1,904372
	2	980	5	34,66	34,6174	0,00185
	3	920	10	32,54	32,6474	0,011893
	4	885	15	31,30	30,82569	0,225416
	5	840	20	29,71	29,14111	0,32241
	6	798	25	28,22	27,58333	0,409781
	7	765	30	27,06	26,14282	0,834522
	8	725	35	25,64	24,81073	0,690386
	9	685	40	24,23	23,57892	0,4199
	10	650	45	22,99	22,43983	0,301636
	11	610	50	21,57	21,38649	0,035287
	12	585	55	20,69	20,41243	0,077124
	13	545	60	19,28	19,5117	0,055821
	14	512	65	18,11	18,67876	0,325432
	15	482	70	17,05	17,90853	0,741776



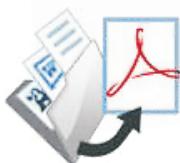
16	465	75	16,45	17,19627	0,562889
17	450	80	15,92	16,53763	0,387049
18	430	85	15,21	15,92856	0,519011
19	410	90	14,50	15,36535	0,747467
20	392	95	13,86	14,84452	0,961105
21	381	100	13,48	14,36291	0,788166
22	370	105	13,09	13,91754	0,691339
23	365	110	12,91	13,5057	0,355772
24	355	115	12,56	13,12486	0,324108
25	350	120	12,38	12,77269	0,155213
26	345	125	12,20	12,44703	0,060097
27	340	130	12,03	12,14588	0,014602
28	336	135	11,88	11,8674	0,000262
29	333	140	11,78	11,60988	0,028086
30	331	145	11,71	11,37174	0,112215
31	329	150	11,64	11,15154	0,2347
32	322	155	11,39	10,9479	0,194055
33	320	160	11,32	10,7596	0,31146
34	318	165	11,25	10,58547	0,437556
35	315	170	11,14	10,42445	0,513228
36	312	175	11,03	10,27554	0,576382
37	308	180	10,89	10,13785	0,57066
38	305	185	10,79	10,01052	0,603178
39	302	190	10,68	9,892779	0,621396
40	300	195	10,61	9,783897	0,68299
41	297	200	10,50	9,683212	0,674064
42	293	205	10,36	9,590106	0,596987
43	291	210	10,29	9,504008	0,620962
44	286	215	10,12	9,424391	0,47719
45	278	220	9,83	9,350767	0,231815
46	275	225	9,73	9,282686	0,196648
47	270	230	9,55	9,219728	0,108615
48	266	235	9,41	9,16151	0,060671
49	262	240	9,27	9,107675	0,025179
50	259	245	9,16	9,057891	0,010478
51	257	250	9,09	9,011855	0,006031
52	251	255	8,88	8,969285	0,008459
53	248	260	8,77	8,929918	0,02519
54	247	265	8,74	8,893515	0,024862
55	244	270	8,63	8,859853	0,052954
56	244	275	8,63	8,828724	0,039597



57	243	280	8,59	8,799938	0,042259
58	239	285	8,45	8,773319	0,102671
59	238	290	8,42	8,748704	0,109678
60	235	295	8,31	8,725942	0,171824
61	231	300	8,17	8,704893	0,28616
62	228	305	8,06	8,685428	0,386359
63	227	310	8,03	8,667429	0,408253
64	225	315	7,96	8,650785	0,480301
65	225	320	7,96	8,635393	0,459204
66	225	325	7,96	8,62116	0,440117
67	225	330	7,96	8,607999	0,422827
				sum	23,27995

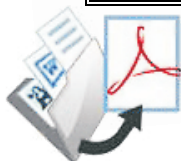


Σχήμα 7.3.4: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t



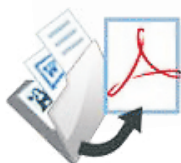
**Πίνακας 7.3.5: Καθίζηση 100g πηλού με 5g CaCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

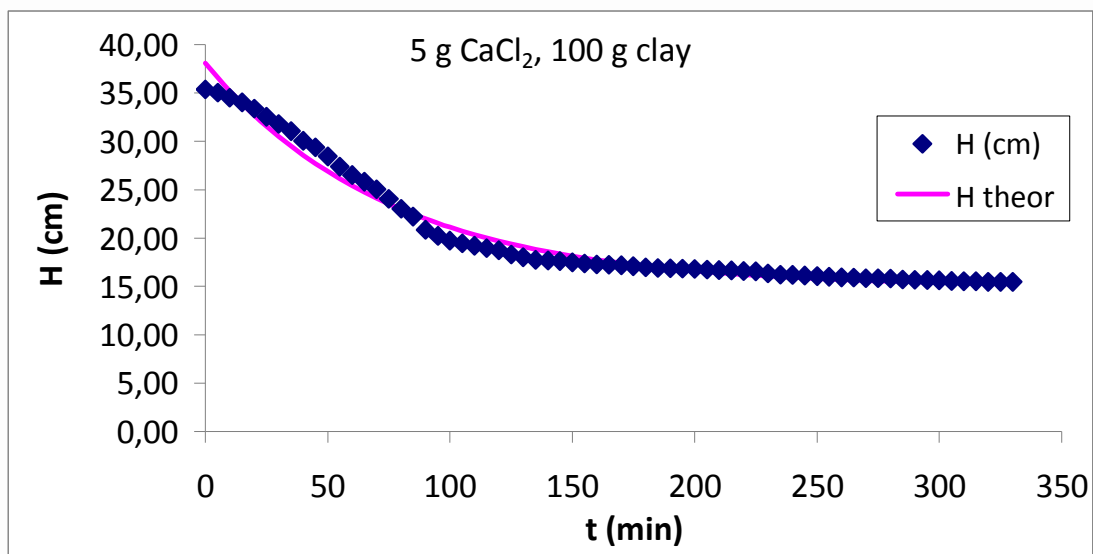
	27/4/2010				SOLVER	
				Ho	38,06	
m πηλού (g)	100,003	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	14,96831	n 67
m CaCl <sub>2</sub> (g)	5			k	0,01321	p 3
mL νερού	1000			SEE	0,84684	n-p 64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE
	1	1000	0	35,37	38,05774	7,235964
	2	990	5	35,01	36,58142	2,456544
	3	975	10	34,48	35,1995	0,512558
	4	962	15	34,02	33,90594	0,013889
	5	944	20	33,39	32,69509	0,478981
	6	920	25	32,54	31,56165	0,953925
	7	899	30	31,80	30,50069	1,676844
	8	878	35	31,05	29,50757	2,388052
	9	850	40	30,06	28,57794	2,204217
	10	830	45	29,36	27,70775	2,714229
	11	804	50	28,44	26,89321	2,379237
	12	774	55	27,37	26,13074	1,547314
	13	750	60	26,53	25,41702	1,229435
	14	730	65	25,82	24,74894	1,143882
	15	708	70	25,04	24,12358	0,840518
	16	680	75	24,05	23,5382	0,26202
	17	651	80	23,02	22,99025	0,001167
	18	628	85	22,21	22,47734	0,070958
	19	590	90	20,87	21,99722	1,27743
	20	572	95	20,23	21,54779	1,73563
	21	558	100	19,74	21,12711	1,937375
	22	550	105	19,45	20,73332	1,641091
	23	543	110	19,20	20,36471	1,345637
	24	536	115	18,96	20,01967	1,129012
	25	530	120	18,74	19,69669	0,90588
	26	518	125	18,32	19,39436	1,153181
	27	510	130	18,04	19,11137	1,153062
	28	502	135	17,75	18,84646	1,192129
	29	500	140	17,68	18,5985	0,836524
	30	498	145	17,61	18,36639	0,567373
	31	495	150	17,51	18,14912	0,412261
	32	491	155	17,37	17,94574	0,336596
	33	489	160	17,29	17,75537	0,212088





34	488	165	17,26	17,57717	0,100931
35	486	170	17,19	17,41036	0,049118
36	483	175	17,08	17,25422	0,029442
37	480	180	16,98	17,10806	0,0173
38	478	185	16,91	16,97125	0,004284
39	477	190	16,87	16,84318	0,000742
40	476	195	16,84	16,7233	0,012489
41	475	200	16,80	16,61109	0,035569
42	474	205	16,76	16,50605	0,066702
43	472	210	16,69	16,40773	0,081713
44	471	215	16,66	16,3157	0,117321
45	469	220	16,59	16,22955	0,128118
46	468	225	16,55	16,1489	0,162578
47	462	230	16,34	16,07342	0,071017
48	459	235	16,23	16,00276	0,053382
49	458	240	16,20	15,93662	0,068549
50	456	245	16,13	15,87471	0,064007
51	454	250	16,06	15,81675	0,057703
52	453	255	16,02	15,7625	0,06713
53	451	260	15,95	15,71172	0,057187
54	450	265	15,92	15,66419	0,063154
55	448	270	15,84	15,6197	0,050653
56	448	275	15,84	15,57805	0,071135
57	447	280	15,81	15,53906	0,073078
58	445	285	15,74	15,50257	0,055737
59	444	290	15,70	15,46841	0,055168
60	443	295	15,67	15,43643	0,053586
61	442	300	15,63	15,4065	0,051098
62	440	305	15,56	15,37849	0,03361
63	439	310	15,53	15,35226	0,030342
64	439	315	15,53	15,32771	0,039497
65	438	320	15,49	15,30473	0,034726
66	438	325	15,49	15,28322	0,043206
67	438	330	15,49	15,26309	0,051982
				sum	45,89726

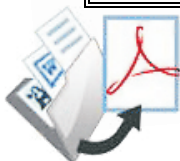




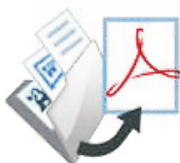
Σχήμα 7.3.5: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.3.6: Καθίζηση 100g πηλού με 10g CaCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

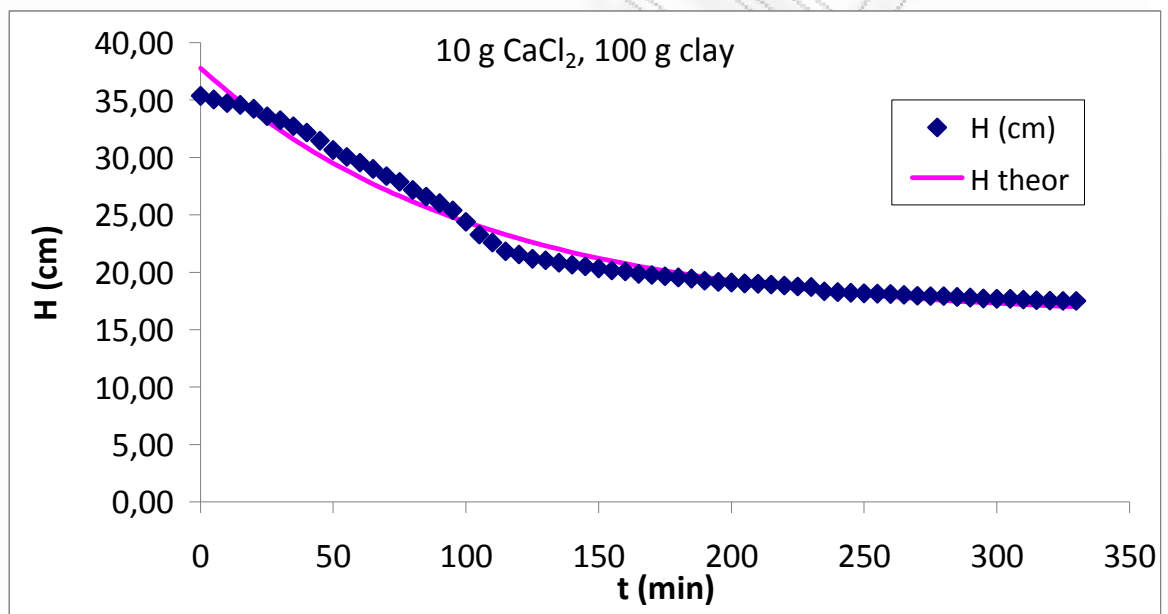
	7/5/2010			SOLVER	
				Ho	37,79
m πηλού (g)	100,009	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	16,10058
m CaCl <sub>2</sub> (g)	10			k	0,00962
mL νερού	1000			SEE	0,84935
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE
	1	1000	0	35,37	37,78744
	2	991	5	35,05	36,76886
	3	982	10	34,73	35,79811
	4	978	15	34,59	34,87296
	5	968	20	34,24	33,99126
	6	950	25	33,60	33,15097
	7	940	30	33,25	32,35015
	8	925	35	32,72	31,58694
	9	910	40	32,18	30,85958
	10	890	45	31,48	30,16638
	11	867	50	30,66	29,50574
	12	850	55	30,06	28,87613
	13	836	60	29,57	28,27609
	14	820	65	29,00	27,70423
	15	802	70	28,36	27,15923
	16	788	75	27,87	26,63983



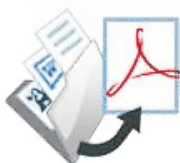
17	768	80	27,16	26,14482	1,035549
18	752	85	26,60	25,67307	0,852837
19	736	90	26,03	25,22347	0,651583
20	718	95	25,39	24,79499	0,358885
21	690	100	24,40	24,38663	0,000293
22	658	105	23,27	23,99745	0,526292
23	639	110	22,60	23,62655	1,053802
24	617	115	21,82	23,27307	2,105866
25	609	120	21,54	22,93619	1,95224
26	599	125	21,19	22,61514	2,044469
27	595	130	21,04	22,30917	1,601098
28	589	135	20,83	22,01756	1,406472
29	584	140	20,65	21,73965	1,176961
30	580	145	20,51	21,4748	0,924471
31	575	150	20,34	21,22238	0,78485
32	570	155	20,16	20,98182	0,676006
33	568	160	20,09	20,75256	0,440458
34	562	165	19,88	20,53407	0,432152
35	559	170	19,77	20,32584	0,308308
36	556	175	19,66	20,12738	0,214283
37	553	180	19,56	19,93825	0,144309
38	550	185	19,45	19,75801	0,093474
39	545	190	19,28	19,58622	0,096592
40	542	195	19,17	19,42251	0,064102
41	540	200	19,10	19,26649	0,028189
42	538	205	19,03	19,11779	0,008088
43	537	210	18,99	18,97608	0,000269
44	535	215	18,92	18,84102	0,006517
45	533	220	18,85	18,71231	0,01924
46	531	225	18,78	18,58964	0,036344
47	529	230	18,71	18,47274	0,056079
48	519	235	18,36	18,36132	2,97E-05
49	517	240	18,29	18,25514	0,0009
50	515	245	18,21	18,15394	0,003655
51	514	250	18,18	18,0575	0,014769
52	513	255	18,14	17,96559	0,03171
53	512	260	18,11	17,87799	0,053039
54	510	265	18,04	17,79451	0,059072
55	508	270	17,97	17,71495	0,063439
56	507	275	17,93	17,63913	0,085455
57	507	280	17,93	17,56687	0,132926



58	505	285	17,86	17,498	0,131568
59	503	290	17,79	17,43236	0,127893
60	501	295	17,72	17,36981	0,122106
61	500	300	17,68	17,3102	0,139638
62	500	305	17,68	17,25339	0,185326
63	498	310	17,61	17,19924	0,171317
64	497	315	17,58	17,14764	0,185019
65	496	320	17,54	17,09846	0,197091
66	495	325	17,51	17,05159	0,207434
67	495	330	17,51	17,00693	0,250117
				sum	46,16889

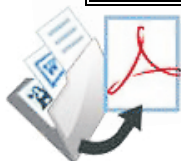


Σχήμα 7.3.6: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

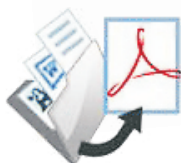


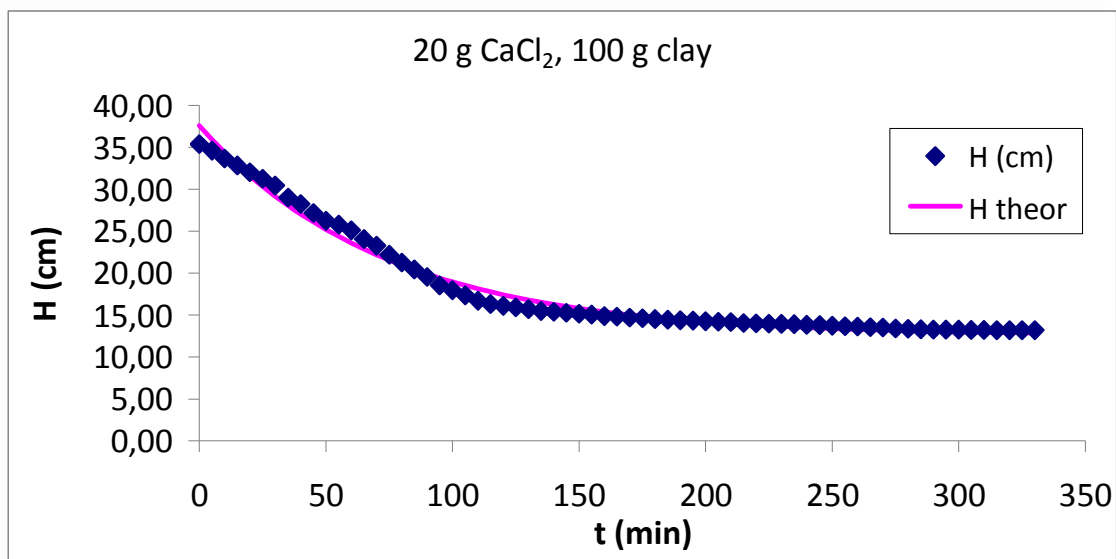
**Πίνακας 7.3.7: Καθίζηση 100g πηλού με 20g CaCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

	13/5/2010				SOLVER	
				Ho	37,55	
m πηλού (g)	100,01	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	12,57799	n 67
m CaCl <sub>2</sub> (g)	20			k	0,01366	p 3
mL νερού	1000			SEE	0,78230	n-p 64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE
	1	1000	0	35,37	37,55356	4,77772
	2	978	5	34,59	35,90473	1,729366
	3	952	10	33,67	34,36474	0,482513
	4	928	15	32,82	32,92643	0,011054
	5	905	20	32,01	31,58306	0,180424
	6	884	25	31,27	30,32839	0,877439
	7	860	30	30,42	29,15654	1,586935
	8	820	35	29,00	28,06206	0,882675
	9	799	40	28,26	27,03983	1,48599
	10	768	45	27,16	26,08509	1,160689
	11	742	50	26,24	25,19338	1,101455
	12	729	55	25,78	24,36054	2,023687
	13	709	60	25,08	23,58268	2,229252
	14	680	65	24,05	22,85617	1,425421
	15	658	70	23,27	22,17763	1,197632
	16	627	75	22,18	21,54388	0,399059
	17	601	80	21,26	20,95197	0,092452
	18	578	85	20,44	20,39913	0,001886
	19	552	90	19,52	19,8828	0,129451
	20	524	95	18,53	19,40055	0,753149
	21	508	100	17,97	18,95014	0,966907
	22	490	105	17,33	18,52946	1,438219
	23	472	110	16,69	18,13656	2,082173
	24	461	115	16,30	17,76959	2,146383
	25	455	120	16,09	17,42685	1,780947
	26	450	125	15,92	17,10674	1,419072
	27	444	130	15,70	16,80776	1,219867
	28	438	135	15,49	16,52852	1,076285
	29	435	140	15,38	16,26772	0,779228
	30	432	145	15,28	16,02413	0,555404
	31	429	150	15,17	15,79662	0,38919
	32	426	155	15,07	15,58413	0,267772
	33	421	160	14,89	15,38568	0,245863



34	419	165	14,82	15,20032	0,145332
35	416	170	14,71	15,0272	0,098726
36	413	175	14,61	14,86551	0,066884
37	410	180	14,50	14,71449	0,04567
38	408	185	14,43	14,57344	0,020562
39	406	190	14,36	14,44171	0,006789
40	405	195	14,32	14,31867	2,78E-05
41	403	200	14,25	14,20375	0,002446
42	401	205	14,18	14,09642	0,007405
43	400	210	14,15	13,99618	0,022779
44	397	215	14,04	13,90255	0,019168
45	396	220	14,01	13,81511	0,0363
46	395	225	13,97	13,73344	0,056089
47	394	230	13,93	13,65716	0,077141
48	393	235	13,90	13,58591	0,098357
49	391	240	13,83	13,51937	0,095743
50	390	245	13,79	13,45722	0,113033
51	388	250	13,72	13,39918	0,104661
52	386	255	13,65	13,34497	0,094243
53	385	260	13,62	13,29433	0,10385
54	383	265	13,55	13,24704	0,089289
55	382	270	13,51	13,20287	0,094626
56	379	275	13,40	13,16162	0,058934
57	378	280	13,37	13,12309	0,06048
58	376	285	13,30	13,0871	0,044596
59	375	290	13,26	13,05349	0,043856
60	375	295	13,26	13,0221	0,05799
61	375	300	13,26	12,99278	0,07297
62	374	305	13,23	12,9654	0,06872
63	374	310	13,23	12,93982	0,082783
64	373	315	13,19	12,91594	0,076309
65	373	320	13,19	12,89363	0,089132
66	373	325	13,19	12,87279	0,102009
67	373	330	13,19	12,85333	0,114819
				sum	39,16728

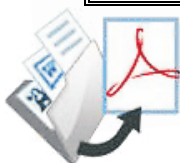




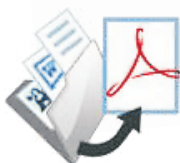
Σχήμα 7.3.7: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.3.8: Καθίζηση 30g πηλού με 10g CaCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

	7/6/2011			SOLVER	
				Ho	36,23
m πηλού (g)	30	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	6,678956
m CaCl <sub>2</sub> (g)	10			k	0,01552
mL νερού	1000			SEE	0,70090
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE
	1	1000	0	35,37	36,22982
	2	935	5	33,07	34,02277
	3	886	10	31,34	31,98056
	4	831	15	29,39	30,09087
	5	798	20	28,22	28,34232
	6	764	25	27,02	26,72436
	7	730	30	25,82	25,22724
	8	701	35	24,79	23,84193
	9	670	40	23,70	22,56009
	10	642	45	22,71	21,37398
	11	605	50	21,40	20,27646
	12	572	55	20,23	19,26091
	13	545	60	19,28	18,32121
	14	520	65	18,39	17,45169
	15	498	70	17,61	16,64711

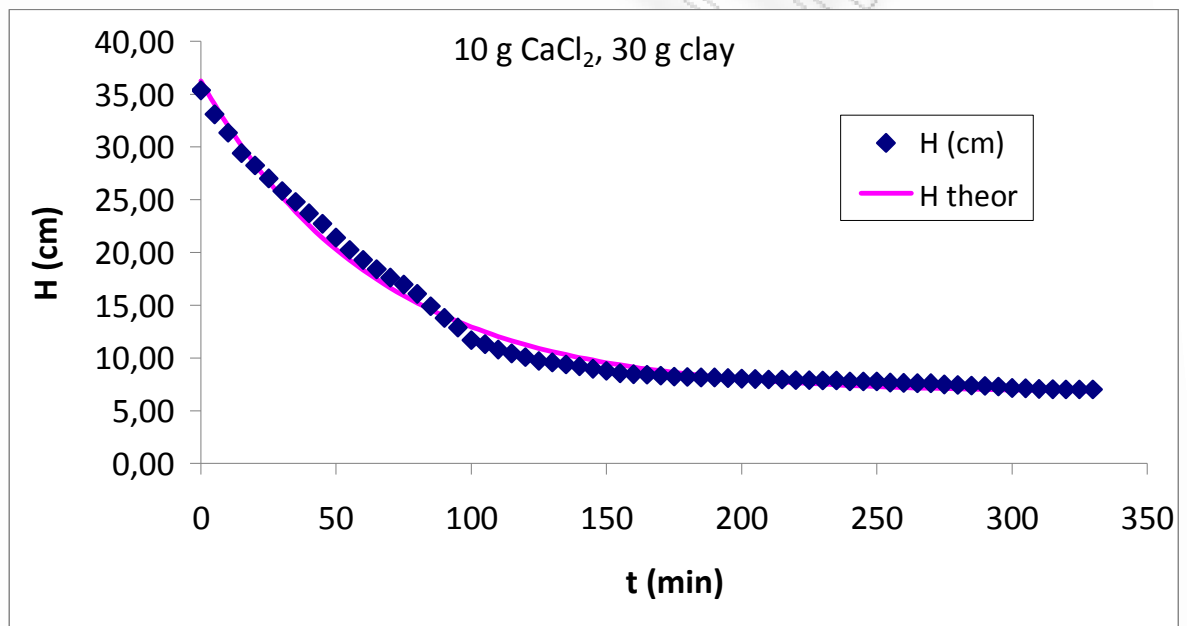


16	479	75	16,94	15,90263	1,078551
17	454	80	16,06	15,21374	0,711024
18	421	85	14,89	14,57631	0,098294
19	390	90	13,79	13,98648	0,037271
20	364	95	12,87	13,44071	0,321312
21	330	100	11,67	12,9357	1,598547
22	320	105	11,32	12,4684	1,324157
23	305	110	10,79	12,03601	1,559609
24	295	115	10,43	11,63591	1,445816
25	285	120	10,08	11,26569	1,406314
26	275	125	9,73	10,92313	1,432788
27	271	130	9,58	10,60614	1,043422
28	265	135	9,37	10,31284	0,884312
29	260	140	9,20	10,04143	0,715405
30	254	145	8,98	9,790303	0,651073
31	248	150	8,77	9,557928	0,618931
32	242	155	8,56	9,342907	0,614512
33	239	160	8,45	9,143946	0,47755
34	238	165	8,42	8,959845	0,294107
35	235	170	8,31	8,789493	0,228549
36	233	175	8,24	8,631864	0,153018
37	232	180	8,21	8,486009	0,078785
38	230	185	8,13	8,351046	0,046855
39	230	190	8,13	8,226164	0,008386
40	229	195	8,10	8,110608	0,00013
41	227	200	8,03	8,003683	0,000615
42	226	205	7,99	7,904744	0,007809
43	225	210	7,96	7,813194	0,020896
44	225	215	7,96	7,728482	0,052563
45	223	220	7,89	7,650096	0,056129
46	223	225	7,89	7,577565	0,095757
47	222	230	7,85	7,510451	0,116412
48	222	235	7,85	7,44835	0,162646
49	220	240	7,78	7,390887	0,152117
50	220	245	7,78	7,337715	0,19642
51	220	250	7,78	7,288515	0,242452
52	217	255	7,67	7,242989	0,186465
53	216	260	7,64	7,200863	0,192347
54	215	265	7,60	7,161884	0,195528
55	215	270	7,60	7,125815	0,228727
56	212	275	7,50	7,092441	0,164451

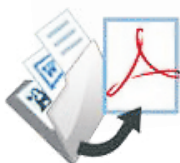




57	210	280	7,43	7,061559	0,133716
58	209	285	7,39	7,032984	0,128794
59	208	290	7,36	7,006543	0,122467
60	206	295	7,29	6,982077	0,092223
61	202	300	7,14	6,959438	0,03417
62	201	305	7,11	6,938489	0,029047
63	200	310	7,07	6,919106	0,023854
64	199	315	7,04	6,90117	0,018773
65	198	320	7,00	6,884573	0,013982
66	198	325	7,00	6,869217	0,017849
67	198	330	7,00	6,855007	0,021848
				sum	31,44053

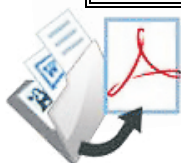


Σχήμα 7.3.8: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

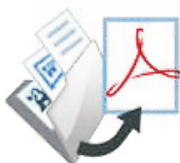


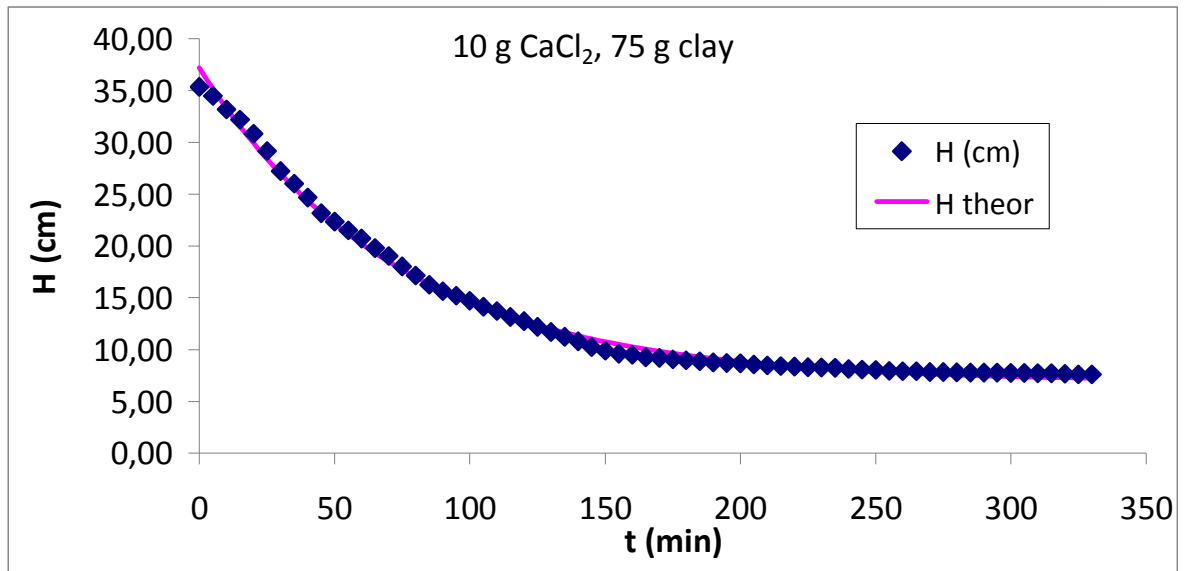
**Πίνακας 7.3.9: Καθίζηση 75g πηλού με 10g CaCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

	7/6/2011				SOLVER	
				Ho	37,18	
m πηλού (g)	75,002	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	6,903193	n 67
m CaCl <sub>2</sub> (g)	10			k	0,01372	p 3
mL νερού	1000			SEE	0,47106	n-p 64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE
1	1000	0	35,37		37,18407	3,298958
2	975	5	34,48		35,17603	0,479496
3	938	10	33,17		33,30115	0,015922
4	910	15	32,18		31,5506	0,402043
5	872	20	30,84		29,91613	0,854807
6	825	25	29,18		28,39006	0,621494
7	770	30	27,23		26,96518	0,071823
8	735	35	26,00		25,63479	0,12997
9	698	40	24,69		24,39263	0,086478
10	655	45	23,17		23,23284	0,004482
11	632	50	22,35		22,14996	0,040995
12	608	55	21,50		21,13888	0,133018
13	586	60	20,73		20,19486	0,281588
14	560	65	19,81		19,31344	0,242565
15	538	70	19,03		18,49047	0,288787
16	510	75	18,04		17,72207	0,099533
17	485	80	17,15		17,00463	0,022122
18	460	85	16,27		16,33477	0,004303
19	442	90	15,63		15,70932	0,005894
20	430	95	15,21		15,12535	0,006853
21	416	100	14,71		14,58011	0,017657
22	400	105	14,15		14,07102	0,005788
23	388	110	13,72		13,5957	0,016128
24	372	115	13,16		13,15189	2,42E-05
25	360	120	12,73		12,73752	2,62E-05
26	345	125	12,20		12,35062	0,022124
27	331	130	11,71		11,98938	0,079892
28	318	135	11,25		11,6521	0,164144
29	305	140	10,79		11,33718	0,302511
30	290	145	10,26		11,04314	0,61857
31	280	150	9,90		10,76861	0,749322
32	272	155	9,62		10,51228	0,796102
33	268	160	9,48		10,27295	0,631046

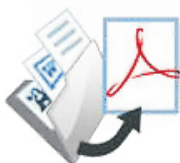


34	262	165	9,27	10,04948	0,613292
35	260	170	9,20	9,840841	0,416312
36	256	175	9,05	9,646035	0,35033
37	254	180	8,98	9,464146	0,231105
38	251	185	8,88	9,29432	0,173898
39	248	190	8,77	9,135755	0,132896
40	246	195	8,70	8,987705	0,082504
41	245	200	8,67	8,849473	0,033993
42	242	205	8,56	8,720408	0,026053
43	240	210	8,49	8,599902	0,012463
44	238	215	8,42	8,487386	0,00488
45	236	220	8,35	8,382332	0,001263
46	235	225	8,31	8,284245	0,000739
47	234	230	8,28	8,192662	0,006955
48	233	235	8,24	8,107153	0,017832
49	230	240	8,13	8,027313	0,011507
50	228	245	8,06	7,952769	0,012339
51	227	250	8,03	7,883167	0,021117
52	225	255	7,96	7,818181	0,019479
53	224	260	7,92	7,757505	0,027184
54	224	265	7,92	7,700852	0,049074
55	222	270	7,85	7,647957	0,041489
56	222	275	7,85	7,598568	0,064047
57	221	280	7,82	7,552455	0,069601
58	220	285	7,78	7,5094	0,073717
59	220	290	7,78	7,4692	0,097162
60	220	295	7,78	7,431666	0,12197
61	219	300	7,75	7,396621	0,121745
62	219	305	7,75	7,3639	0,145649
63	218	310	7,71	7,333349	0,141996
64	218	315	7,71	7,304824	0,164308
65	217	320	7,67	7,27819	0,157303
66	215	325	7,60	7,253323	0,123023
67	215	330	7,60	7,230104	0,13985
				sum	14,20154





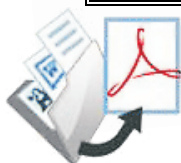
Σχήμα 7.3.9: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H-t



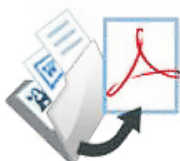
#### 7.4. Επίδραση FeCl<sub>3</sub> στην καθίζηση του πηλού

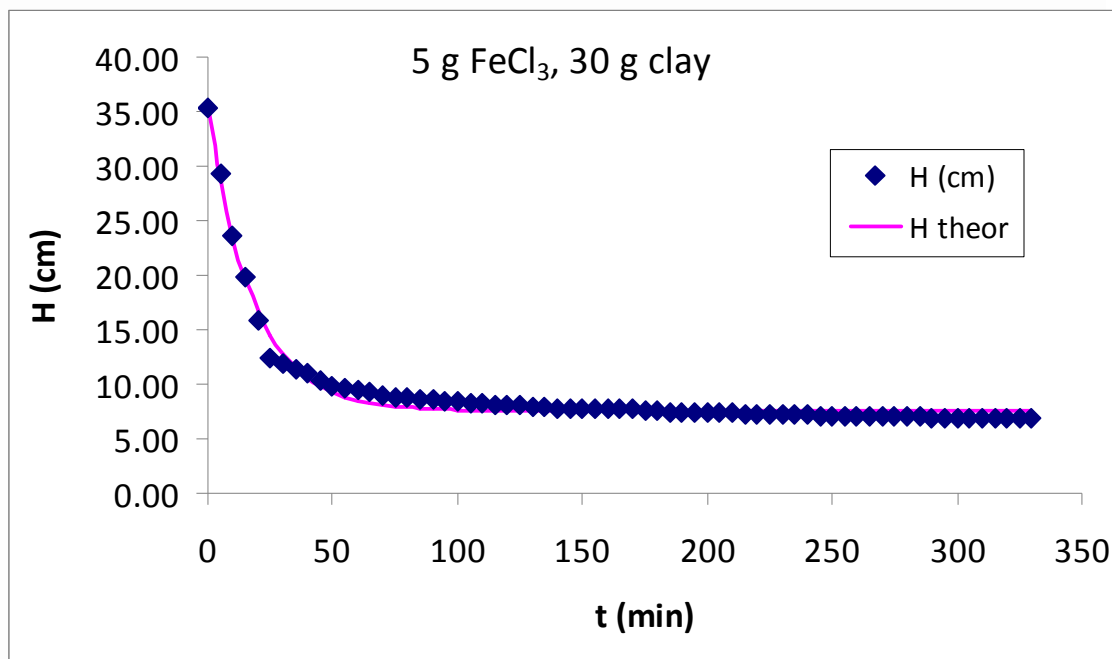
Πίνακας 7.4.1: Καθίζηση 30g πηλού με 5g FeCl<sub>3</sub> ανά λίτρο

	15/10/2010				SOLVER	
					Ho	35,49
m πηλού (g)	30	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	7,553101	n
m FeCl <sub>3</sub> (g)	5			k	0,05602	p
mL νερού	1000			SEE	0,59717	n-p
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE
1	1000	0	35,37		35,48909	0,01472
2	830	5	29,36		28,66508	0,476332
3	670	10	23,70		23,50799	0,0355
4	561	15	19,84		19,61064	0,053213
5	450	20	15,92		16,6653	0,562213
6	352	25	12,45		14,43944	3,960033
7	338	30	11,95		12,75729	0,644784
8	322	35	11,39		11,48605	0,009531
9	310	40	10,96		10,52533	0,192436
10	291	45	10,29		9,799296	0,242777
11	280	50	9,90		9,250611	0,425578
12	275	55	9,73		8,835954	0,792422
13	269	60	9,51		8,522588	0,982757
14	261	65	9,23		8,285768	0,893439
15	252	70	8,91		8,106797	0,649442
16	250	75	8,84		7,971544	0,757592
17	248	80	8,77		7,869329	0,813381
18	245	85	8,67		7,792083	0,762163
19	244	90	8,63		7,733706	0,802867
20	240	95	8,49		7,689589	0,637881
21	238	100	8,42		7,656249	0,579546
22	235	105	8,31		7,631052	0,462907
23	233	110	8,24		7,612011	0,395237
24	231	115	8,17		7,597621	0,327565
25	229	120	8,10		7,586746	0,262628
26	227	125	8,03		7,578527	0,20246
27	225	130	7,96		7,572316	0,148557
28	222	135	7,85		7,567622	0,080668
29	221	140	7,82		7,564075	0,063605
30	220	145	7,78		7,561394	0,048186
31	220	150	7,78		7,559368	0,04908



32	219	155	7,75	7,557837	0,035233
33	218	160	7,71	7,55668	0,02356
34	218	165	7,71	7,555806	0,023829
35	217	170	7,67	7,555145	0,014319
36	216	175	7,64	7,554646	0,00719
37	215	180	7,60	7,554268	0,00248
38	212	185	7,50	7,553983	0,003138
39	211	190	7,46	7,553768	0,008312
40	210	195	7,43	7,553605	0,01597
41	210	200	7,43	7,553482	0,015939
42	209	205	7,39	7,553388	0,026091
43	208	210	7,36	7,553318	0,038739
44	207	215	7,32	7,553265	0,053888
45	205	220	7,25	7,553225	0,091708
46	205	225	7,25	7,553195	0,091689
47	204	230	7,22	7,553172	0,114344
48	204	235	7,22	7,553154	0,114332
49	203	240	7,18	7,553141	0,139491
50	202	245	7,14	7,553131	0,167152
51	202	250	7,14	7,553124	0,167146
52	201	255	7,11	7,553118	0,197311
53	200	260	7,07	7,553114	0,229979
54	200	265	7,07	7,553111	0,229976
55	200	270	7,07	7,553108	0,229973
56	199	275	7,04	7,553106	0,265144
57	199	280	7,04	7,553105	0,265142
58	199	285	7,04	7,553104	0,265141
59	197	290	6,97	7,553103	0,34299
60	197	295	6,97	7,553103	0,342989
61	196	300	6,93	7,553102	0,385666
62	195	305	6,90	7,553102	0,430845
63	195	310	6,90	7,553101	0,430844
64	195	315	6,90	7,553101	0,430844
65	195	320	6,90	7,553101	0,430844
66	195	325	6,90	7,553101	0,430844
67	195	330	6,90	7,553101	0,430844
				sum	22,82343

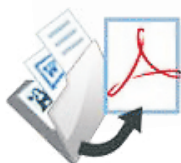




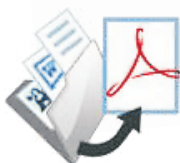
Σχήμα 7.4.1: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

**Πίνακας 7.4.2: Καθίζηση 50g πηλού με 5g FeCl<sub>3</sub> ανά λίτρο**

	14/10/2010			SOLVER	
				Ho	35,39
m πηλού (g)	50,05	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	13,30905
m FeCl <sub>3</sub> (g)	5			k	0,01992
mL νερού	1000			SEE	0,69374
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE
	1	1000	0	35,37	35,38749
	2	930	5	32,89	33,29476
	3	899	10	31,80	31,40039
	4	865	15	30,59	29,68559
	5	813	20	28,75	28,13332
	6	778	25	27,52	26,72819
	7	739	30	26,14	25,45624
	8	691	35	24,44	24,30485
	9	647	40	22,88	23,26261
	10	590	45	20,87	22,31915
	11	565	50	19,98	21,46512

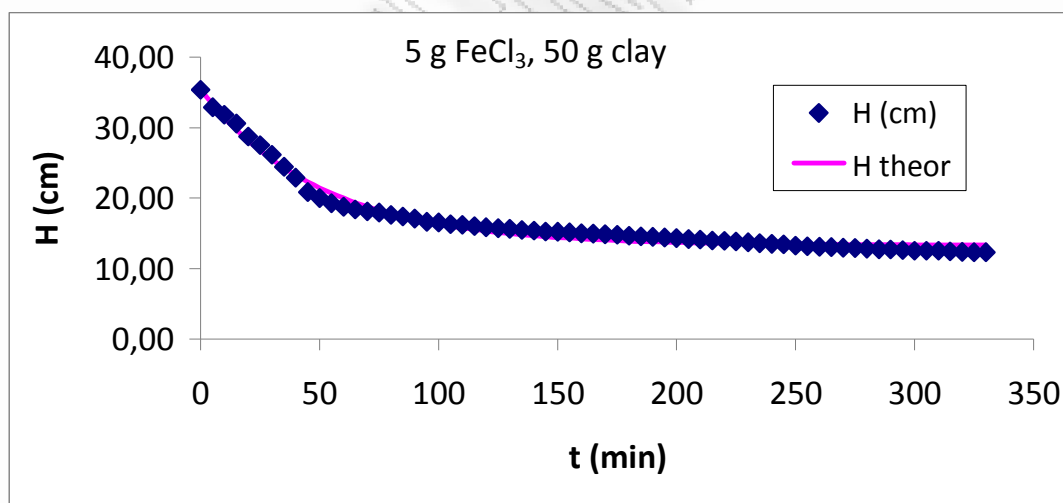


12	545	55	19,28	20,69204	2,006765
13	531	60	18,78	19,99223	1,468818
14	520	65	18,39	19,35876	0,936098
15	512	70	18,11	18,78533	0,458377
16	508	75	17,97	18,26626	0,089659
17	498	80	17,61	17,79638	0,033575
18	492	85	17,40	17,37105	0,000894
19	484	90	17,12	16,98603	0,017417
20	470	95	16,62	16,6375	0,000215
21	468	100	16,55	16,32201	0,052948
22	461	105	16,30	16,03642	0,071886
23	458	110	16,20	15,77791	0,176845
24	453	115	16,02	15,54389	0,228201
25	449	120	15,88	15,33206	0,300375
26	445	125	15,74	15,14031	0,358018
27	442	130	15,63	14,96673	0,443317
28	438	135	15,49	14,80961	0,464407
29	435	140	15,38	14,66738	0,514954
30	432	145	15,28	14,53863	0,547969
31	430	150	15,21	14,42208	0,61789
32	428	155	15,14	14,31658	0,673752
33	425	160	15,03	14,22108	0,656456
34	423	165	14,96	14,13463	0,682163
35	421	170	14,89	14,05638	0,694639
36	418	175	14,78	13,98554	0,637095
37	415	180	14,68	13,92142	0,57184
38	412	185	14,57	13,86338	0,501465
39	410	190	14,50	13,81084	0,476029
40	408	195	14,43	13,76327	0,444589
41	405	200	14,32	13,72022	0,364484
42	401	205	14,18	13,68125	0,251229
43	399	210	14,11	13,64597	0,216942
44	396	215	14,01	13,61403	0,153352
45	394	220	13,93	13,58513	0,122342
46	392	225	13,86	13,55896	0,093151
47	388	230	13,72	13,53527	0,035127
48	385	235	13,62	13,51383	0,01056
49	382	240	13,51	13,49442	0,000258
50	380	245	13,44	13,47685	0,001376





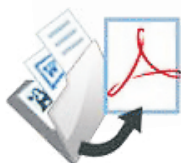
51	375	250	13,26	13,46094	0,039217
52	372	255	13,16	13,44655	0,083948
53	370	260	13,09	13,43351	0,120715
54	369	265	13,05	13,42172	0,13765
55	366	270	12,94	13,41104	0,217563
56	365	275	12,91	13,40137	0,242199
57	363	280	12,84	13,39262	0,307051
58	361	285	12,77	13,3847	0,380611
59	359	290	12,70	13,37753	0,463083
60	357	295	12,63	13,37104	0,554648
61	355	300	12,56	13,36516	0,655464
62	354	305	12,52	13,35985	0,705023
63	354	310	12,52	13,35503	0,696961
64	352	315	12,45	13,35067	0,812197
65	350	320	12,38	13,34673	0,937044
66	349	325	12,34	13,34316	0,999614
67	349	330	12,34	13,33992	0,99316
				sum	30,8015



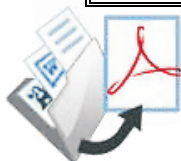
Σχήμα 7.4.2: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

Πίνακας 7.4.3: Καθίζηση 50g πηλού με 10g FeCl<sub>3</sub> ανά λίτρο

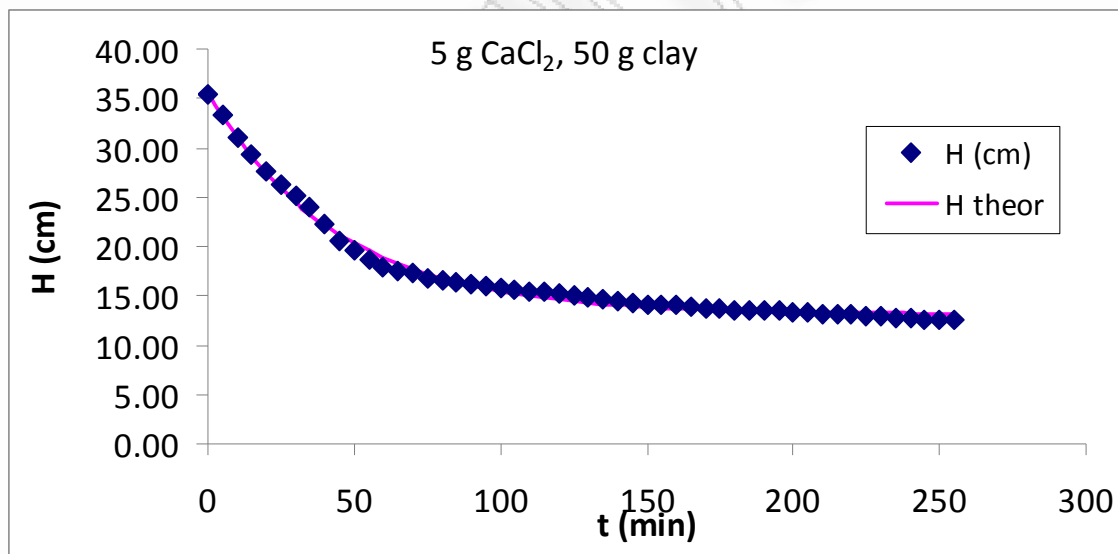
	14/10/2010			SOLVER	
				Ho	35,63
m πηλού (g)	50,05	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	13,1318
				n	52



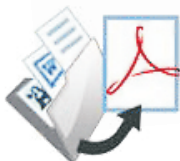
m FeCl <sub>3</sub> (g)	10			k	0,02270	p	3
ML νερού	1000			SEE	0,43888	n-p	49
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		35,62514	0,066244	
2	940	5	33,25		33,21152	0,001168	
3	880	10	31,12		31,05689	0,004454	
4	831	15	29,39		29,13346	0,066127	
5	779	20	27,55		27,41642	0,018243	
6	742	25	26,24		25,88363	0,129064	
7	710	30	25,11		24,51531	0,354984	
8	678	35	23,98		23,29381	0,469953	
9	630	40	22,28		22,20339	0,006131	
10	582	45	20,58		21,22997	0,417232	
11	553	50	19,56		20,36101	0,644224	
12	529	55	18,71		19,58529	0,766921	
13	508	60	17,97		18,8928	0,857437	
14	498	65	17,61		18,27463	0,437555	
15	488	70	17,26		17,72278	0,214658	
16	475	75	16,80		17,23015	0,185298	
17	470	80	16,62		16,79038	0,028067	
18	464	85	16,41		16,3978	0,000165	
19	458	90	16,20		16,04735	0,022828	
20	452	95	15,99		15,7345	0,063369	
21	446	100	15,77		15,45522	0,101636	
22	442	105	15,63		15,20591	0,182026	
23	437	110	15,46		14,98335	0,223129	
24	435	115	15,38		14,78467	0,36037	
25	431	120	15,24		14,60731	0,404746	
26	425	125	15,03		14,44898	0,339094	
27	421	130	14,89		14,30764	0,33894	
28	416	135	14,71		14,18147	0,282512	
29	410	140	14,50		14,06884	0,186577	
30	405	145	14,32		13,96829	0,12649	
31	400	150	14,15		13,87853	0,072132	
32	398	155	14,08		13,7984	0,077265	
33	396	160	14,01		13,72688	0,077707	
34	392	165	13,86		13,66302	0,040458	
35	389	170	13,76		13,60602	0,023117	
36	388	175	13,72		13,55513	0,028076	
37	385	180	13,62		13,50971	0,011424	
38	383	185	13,55		13,46916	0,005882	



39	381	190	13,48	13,43296	0,001778
—40	380	195	13,44	13,40064	0,001529
41	378	200	13,37	13,37179	7,72E-06
42	375	205	13,26	13,34604	0,006911
43	374	210	13,23	13,32305	0,009122
44	371	215	13,12	13,30253	0,032794
45	369	220	13,05	13,28421	0,054525
46	366	225	12,94	13,26786	0,104494
47	365	230	12,91	13,25326	0,118352
48	363	235	12,84	13,24022	0,161384
49	360	240	12,73	13,22859	0,246209
50	358	245	12,66	13,2182	0,309742
51	357	250	12,63	13,20893	0,33947
52	355	255	12,56	13,20066	0,416153
				sum	9,438172

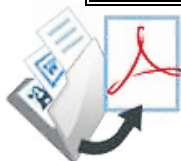


Σχήμα 7.4.3: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

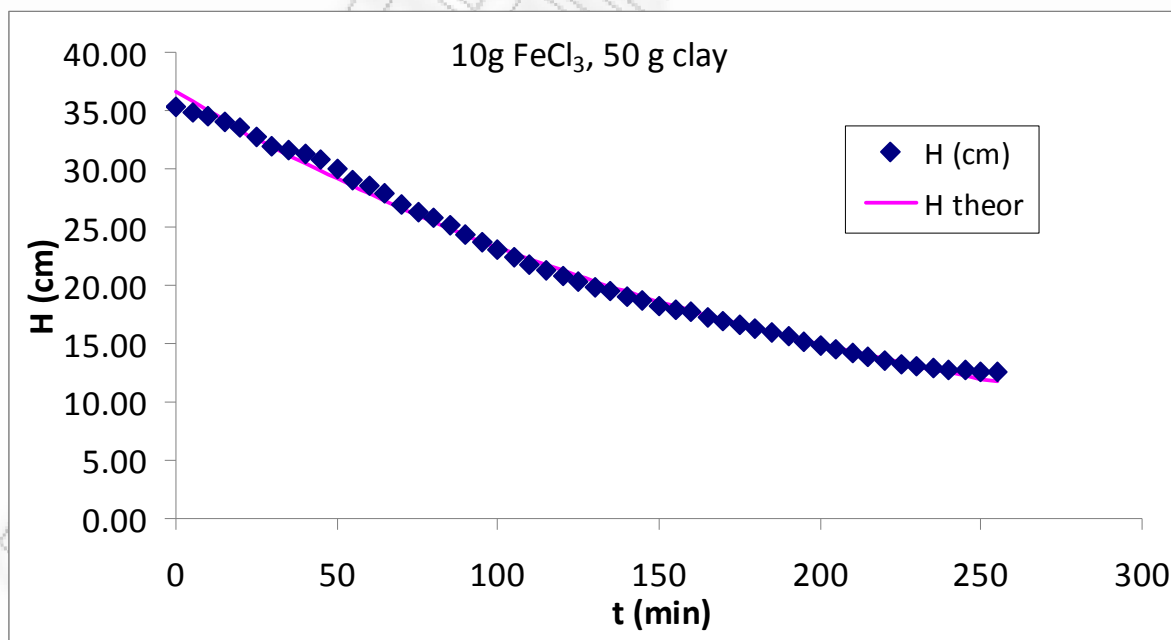


**Πίνακας 7.4.4: Καθίζηση 50g πηλού με 10g FeCl<sub>3</sub> ανά λίτρο**

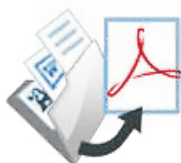
	3/6/2011				SOLVER	
				Ho	36,59	
m πηλού (g)	50,05	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	0,974403	n 52
m FeCl <sub>3</sub> (g)	20			k	0,00469	p 3
mL νερού	1000			SEE	0,45169	n-p 49
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE
1	1000	0	35,37		36,59299	1,501181
2	985	5	34,84		35,76755	0,865451
3	974	10	34,45		34,96123	0,263194
4	963	15	34,06		34,1736	0,013096
5	950	20	33,60		33,40422	0,038087
6	928	25	32,82		32,65267	0,028432
7	905	30	32,01		31,91854	0,007973
8	893	35	31,58		31,20142	0,145921
9	884	40	31,27		30,50092	0,58398
10	870	45	30,77		29,81665	0,908786
11	850	50	30,06		29,14825	0,836046
12	822	55	29,07		28,49533	0,332901
13	806	60	28,51		27,85754	0,421043
14	790	65	27,94		27,23453	0,498437
15	762	70	26,95		26,62597	0,105152
16	742	75	26,24		26,0315	0,044682
17	730	80	25,82		25,45081	0,135172
18	710	85	25,11		24,88358	0,051771
19	690	90	24,40		24,32949	0,005515
20	672	95	23,77		23,78825	0,000446
21	650	100	22,99		23,25955	0,07317
22	632	105	22,35		22,7431	0,152622
23	616	110	21,79		22,23862	0,204369
24	602	115	21,29		21,74583	0,206508
25	590	120	20,87		21,26446	0,157986
26	575	125	20,34		20,79424	0,20956
27	562	130	19,88		20,33492	0,209984
28	551	135	19,49		19,88625	0,158892
29	540	140	19,10		19,44798	0,122069
30	528	145	18,67		19,01986	0,119494
31	515	150	18,21		18,60166	0,149973
32	508	155	17,97		18,19316	0,051226
33	500	160	17,68		17,79412	0,012152



34	490	165	17,33	17,40433	0,005494
35	480	170	16,98	17,02357	0,002213
36	468	175	16,55	16,65164	0,009905
37	459	180	16,23	16,28832	0,002972
38	450	185	15,92	15,93343	0,000322
39	441	190	15,60	15,58676	0,000109
40	430	195	15,21	15,24812	0,001599
41	418	200	14,78	14,91734	0,017852
42	410	205	14,50	14,59421	0,008729
43	400	210	14,15	14,27858	0,017285
44	391	215	13,83	13,97026	0,020012
45	382	220	13,51	13,66909	0,025154
46	374	225	13,23	13,37489	0,021712
47	368	230	13,02	13,08752	0,00521
48	364	235	12,87	12,8068	0,004498
49	360	240	12,73	12,53259	0,039923
50	358	245	12,66	12,26473	0,157552
51	357	250	12,63	12,00308	0,38839
52	355	255	12,56	11,7475	0,65296
				sum	9,997165

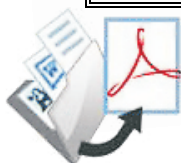


Σχήμα 7.4.4: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

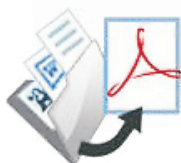


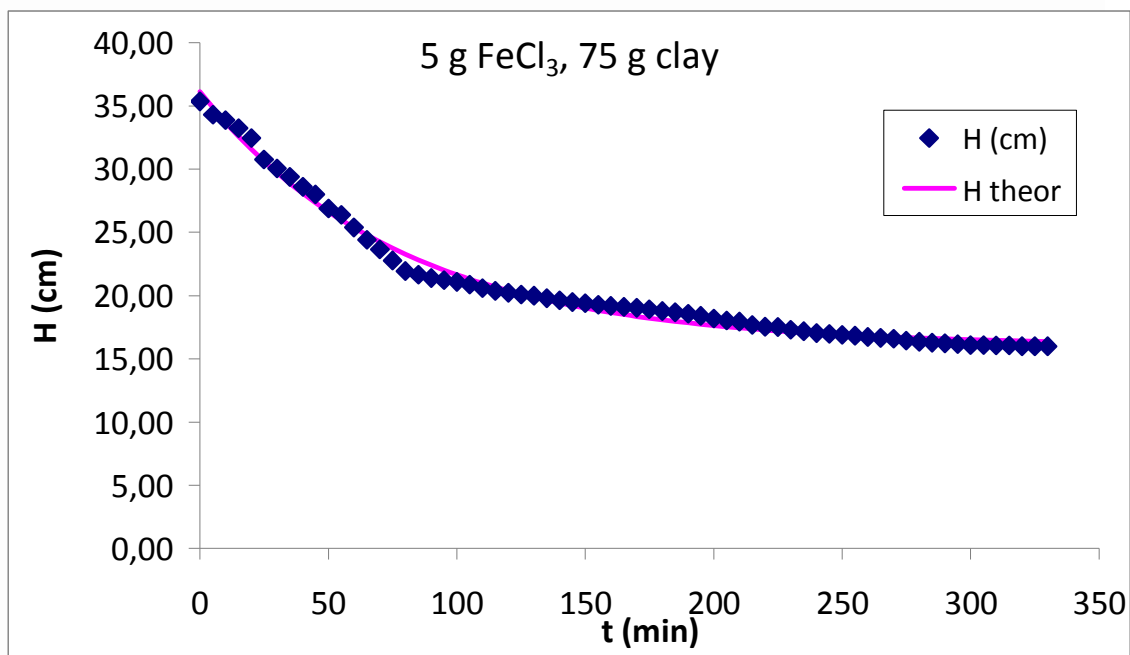
**Πίνακας 7.4.5: Καθίζηση 75g ηλίου με 5g FeCl<sub>3</sub> ανά λίτρο**

		18/10/2010			SOLVER		
					Ho	36,11	
m ηλίου (g)	75	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	16,08971	n	67
m FeCl <sub>3</sub> (g)	5			k	0,01282	p	3
mL νερού	1000			SEE	0,52048	n-p	64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		36,11142	0,553018	
2	970	5	34,31		34,86811	0,315142	
3	958	10	33,88		33,70201	0,032513	
4	940	15	33,25		32,60832	0,406258	
5	918	20	32,47		31,58254	0,783343	
6	870	25	30,77		30,62047	0,022347	
7	850	30	30,06		29,71813	0,118656	
8	831	35	29,39		28,87184	0,269129	
9	809	40	28,61		28,07809	0,285617	
10	792	45	28,01		27,33364	0,459189	
11	760	50	26,88		26,63541	0,059581	
12	746	55	26,38		25,98054	0,163064	
13	718	60	25,39		25,36634	0,000768	
14	690	65	24,40		24,79028	0,149399	
15	669	70	23,66		24,24999	0,346869	
16	644	75	22,78		23,74325	0,933952	
17	620	80	21,93		23,26798	1,795514	
18	612	85	21,65		22,82223	1,38569	
19	605	90	21,40		22,40415	1,013347	
20	600	95	21,22		22,01203	0,626275	
21	596	100	21,08		21,64427	0,319317	
22	590	105	20,87		21,29934	0,186936	
23	582	110	20,58		20,97583	0,153503	
24	576	115	20,37		20,67242	0,09035	
25	572	120	20,23		20,38784	0,024799	
26	568	125	20,09		20,12093	0,001027	
27	565	130	19,98		19,8706	0,012586	
28	560	135	19,81		19,63581	0,028945	
29	555	140	19,63		19,41561	0,045583	
30	551	145	19,49		19,20908	0,077597	
31	548	150	19,38		19,01537	0,134077	
32	545	155	19,28		18,83369	0,195134	
33	542	160	19,17		18,6633	0,256069	



34	540	165	19,10	18,50348	0,354158
35	538	170	19,03	18,35359	0,454636
36	535	175	18,92	18,21301	0,502322
37	531	180	18,78	18,08116	0,48878
38	528	185	18,67	17,95749	0,513644
39	525	190	18,57	17,8415	0,527907
40	520	195	18,39	17,73272	0,433644
41	514	200	18,18	17,63069	0,300674
42	510	205	18,04	17,535	0,252565
43	507	210	17,93	17,44525	0,236396
44	500	215	17,68	17,36107	0,104205
45	496	220	17,54	17,28213	0,067749
46	495	225	17,51	17,20808	0,08938
47	489	230	17,29	17,13863	0,024401
48	486	235	17,19	17,07349	0,01328
49	482	240	17,05	17,0124	0,001215
50	480	245	16,98	16,95511	0,000459
51	478	250	16,91	16,90137	1,96E-05
52	476	255	16,84	16,85096	0,000253
53	473	260	16,73	16,80369	0,005586
54	471	265	16,66	16,75935	0,010229
55	469	270	16,59	16,71777	0,016975
56	465	275	16,45	16,67877	0,054176
57	462	280	16,34	16,64219	0,091374
58	460	285	16,27	16,60788	0,114724
59	459	290	16,23	16,5757	0,116895
60	457	295	16,16	16,54552	0,146273
61	455	300	16,09	16,51722	0,180528
62	455	305	16,09	16,49067	0,158674
63	454	310	16,06	16,46577	0,167123
64	454	315	16,06	16,44242	0,148575
65	452	320	15,99	16,42052	0,188606
66	452	325	15,99	16,39997	0,171185
67	452	330	15,99	16,38071	0,155613
				sum	17,33782

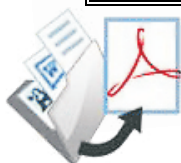




Σχήμα 7.4.5: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

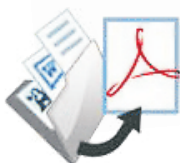
Πίνακας 7.4.6: Καθίζηση 100g πηλού με 1g FeCl<sub>3</sub> ανά λίτρο

		8/10/2010	SOLVER				
			Ho	35,60			
m πηλού (g)	100	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	6,043868	n	67
m FeCL3(g)	1			k	0,00480	p	3
mL νερού	1000			SEE	0,43883	n-p	64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE		
1	1000	0	35,37	35,59918	0,053553		
2	970	5	34,31	34,8985	0,350193		
3	950	10	33,60	34,21444	0,3783		
4	939	15	33,21	33,54659	0,11307		
5	920	20	32,54	32,89457	0,126901		
6	908	25	32,11	32,25802	0,020761		
7	892	30	31,55	31,63655	0,007833		
8	880	35	31,12	31,02982	0,008801		
9	860	40	30,42	30,43747	0,000449		
10	848	45	29,99	29,85916	0,01761		
11	830	50	29,36	29,29457	0,003682		
12	818	55	28,93	28,74335	0,035148		

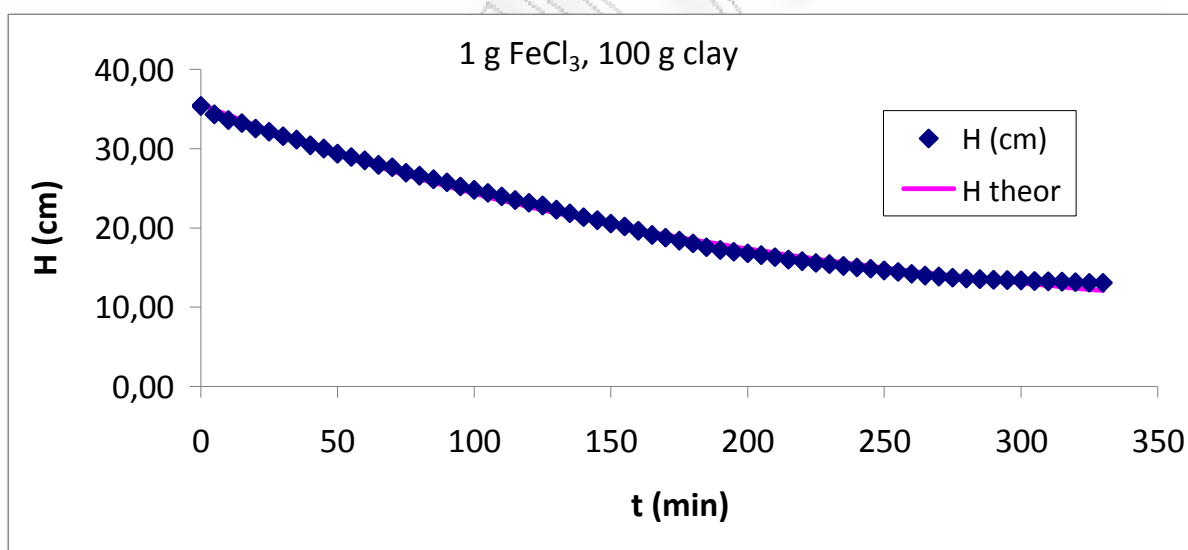




13	806	60	28,51	28,20521	0,090726
14	790	65	27,94	27,67983	0,067969
15	782	70	27,66	27,16669	0,240783
16	762	75	26,95	26,66613	0,080719
17	751	80	26,56	26,17723	0,147428
18	739	85	26,14	25,69992	0,190845
19	728	90	25,75	25,23393	0,263995
20	713	95	25,22	24,77898	0,192048
21	701	100	24,79	24,33482	0,209744
22	690	105	24,40	23,9012	0,252569
23	678	110	23,98	23,47785	0,2515
24	665	115	23,52	23,06453	0,207052
25	655	120	23,17	22,66102	0,254889
26	645	125	22,81	22,26707	0,297173
27	630	130	22,28	21,88246	0,159383
28	618	135	21,86	21,50697	0,122713
29	604	140	21,36	21,14039	0,049171
30	593	145	20,97	20,78249	0,036327
31	581	150	20,55	20,43308	0,013363
32	570	155	20,16	20,09195	0,004581
33	555	160	19,63	19,7589	0,016847
34	540	165	19,10	19,43376	0,112335
35	531	170	18,78	19,11632	0,11292
36	520	175	18,39	18,80641	0,172366
37	510	180	18,04	18,50384	0,217419
38	496	185	17,54	18,20845	0,443607
39	487	190	17,22	17,92006	0,484358
40	480	195	16,98	17,63851	0,438218
41	475	200	16,80	17,36363	0,31803
42	469	205	16,59	17,09527	0,257848
43	461	210	16,30	16,83327	0,279556
44	452	215	15,99	16,57748	0,34958
45	447	220	15,81	16,32776	0,268706
46	441	225	15,60	16,08396	0,236947
47	436	230	15,42	15,84593	0,181124
48	430	235	15,21	15,61355	0,16436
49	425	240	15,03	15,38668	0,126296
50	420	245	14,85	15,16519	0,096551
51	414	250	14,64	14,94895	0,09406
52	408	255	14,43	14,73783	0,09473
53	402	260	14,22	14,53172	0,09852



54	396	265	14,01	14,3305	0,105535
55	392	270	13,86	14,13404	0,072835
56	388	275	13,72	13,94225	0,048204
57	385	280	13,62	13,755	0,019157
58	383	285	13,55	13,57219	0,000693
59	381	290	13,48	13,39371	0,006627
60	380	295	13,44	13,21947	0,048525
61	378	300	13,37	13,04935	0,102184
62	376	305	13,30	12,88327	0,172232
63	375	310	13,26	12,72113	0,29353
64	374	315	13,23	12,56283	0,441848
65	372	320	13,16	12,40828	0,560293
66	370	325	13,09	12,2574	0,686702
67	370	330	13,09	12,11009	0,952539
				sum	12,32456



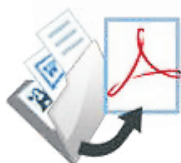
Σχήμα 7.4.6: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

Πίνακας 7.4.7: Καθίζηση 100g πηλού με 5g FeCl<sub>3</sub> ανά λίτρο

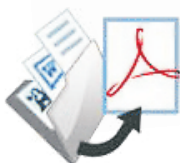
				SOLVER			
			Ho	35,88			
m πηλού (g)	100	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	16,31787	n	67
m FeCL3(g)	5			k	0,01063	p	3
mL νερού	1000			SEE	0,24113	n-p	64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	

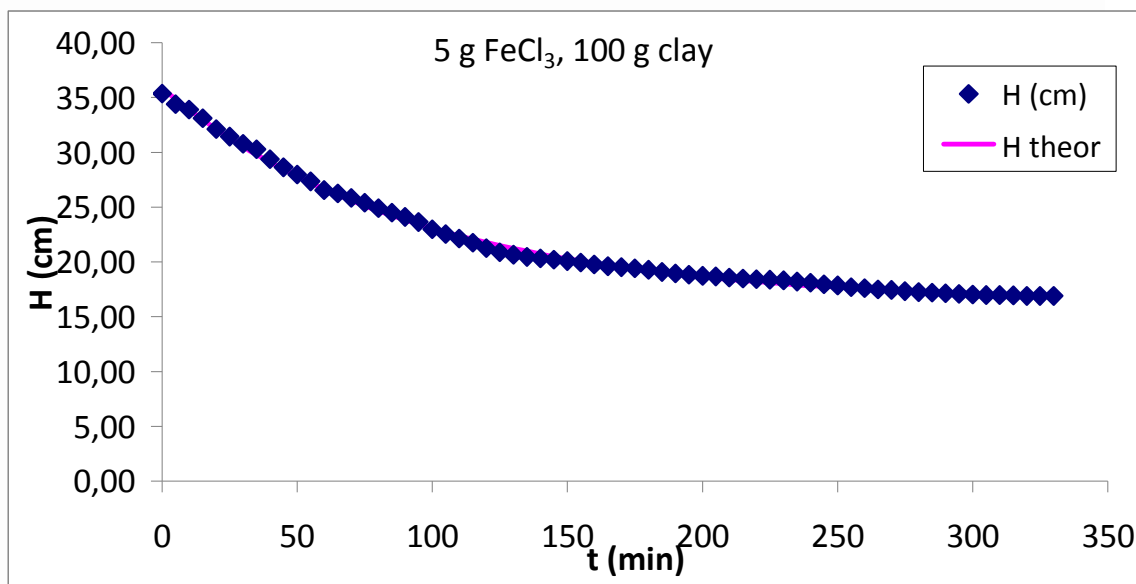


1	1000	0	35,37	35,87576	0,258063
2	973	5	34,41	34,86373	0,203309
3	959	10	33,92	33,90407	0,000185
4	936	15	33,10	32,99407	0,012136
5	908	20	32,11	32,13115	0,000296
6	889	25	31,44	31,31289	0,016656
7	870	30	30,77	30,53696	0,054286
8	856	35	30,27	29,80119	0,224313
9	831	40	29,39	29,10349	0,082439
10	810	45	28,65	28,44189	0,042434
11	791	50	27,98	27,81453	0,026041
12	773	55	27,34	27,21963	0,014316
13	751	60	26,56	26,65552	0,008897
14	742	65	26,24	26,12059	0,014955
15	731	70	25,85	25,61335	0,057836
16	718	75	25,39	25,13235	0,068491
17	704	80	24,90	24,67624	0,049581
18	693	85	24,51	24,24373	0,070825
19	682	90	24,12	23,8336	0,08249
20	669	95	23,66	23,4447	0,046801
21	650	100	22,99	23,07592	0,007547
22	638	105	22,56	22,72622	0,02611
23	626	110	22,14	22,39462	0,064718
24	615	115	21,75	22,08017	0,10824
25	601	120	21,26	21,782	0,27665
26	590	125	20,87	21,49926	0,399774
27	584	130	20,65	21,23114	0,332202
28	579	135	20,48	20,97691	0,248971
29	575	140	20,34	20,73582	0,159486
30	572	145	20,23	20,50721	0,076647
31	568	150	20,09	20,29043	0,04062
32	564	155	19,95	20,08487	0,018893
33	559	160	19,77	19,88995	0,014248
34	555	165	19,63	19,70511	0,005776
35	552	170	19,52	19,52983	4,66E-05
36	549	175	19,42	19,36363	0,002838
37	545	180	19,28	19,20603	0,004817
38	540	185	19,10	19,05658	0,001765
39	536	190	18,96	18,91486	0,001786
40	533	195	18,85	18,78048	0,004976
41	530	200	18,74	18,65305	0,008439



42	528	205	18,67	18,53221	0,020154
43	525	210	18,57	18,41763	0,022634
44	523	215	18,50	18,30898	0,03548
45	521	220	18,43	18,20595	0,04869
46	520	225	18,39	18,10825	0,080083
47	518	230	18,32	18,0156	0,092963
48	515	235	18,21	17,92775	0,082165
49	512	240	18,11	17,84445	0,069615
50	508	245	17,97	17,76546	0,040549
51	505	250	17,86	17,69055	0,028958
52	500	255	17,68	17,61952	0,004143
53	498	260	17,61	17,55217	0,003719
54	495	265	17,51	17,4883	0,000351
55	493	270	17,44	17,42773	7,36E-05
56	490	275	17,33	17,3703	0,001608
57	488	280	17,26	17,31584	0,003178
58	486	285	17,19	17,2642	0,005695
59	485	290	17,15	17,21523	0,003828
60	483	295	17,08	17,1688	0,007425
61	482	300	17,05	17,12477	0,006007
62	480	305	16,98	17,08301	0,011339
63	480	310	16,98	17,04342	0,004475
64	479	315	16,94	17,00588	0,004188
65	478	320	16,91	16,97028	0,004158
66	478	325	16,91	16,93652	0,000944
67	478	330	16,91	16,9045	1,66E-06
				sum	3,721325

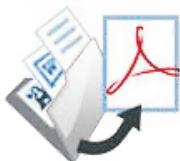




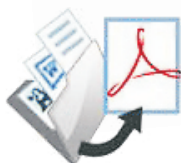
Σχήμα 7.4.7: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.4.8: Καθίζηση 100g πηλού με 8g FeCl<sub>3</sub> ανά λίτρο

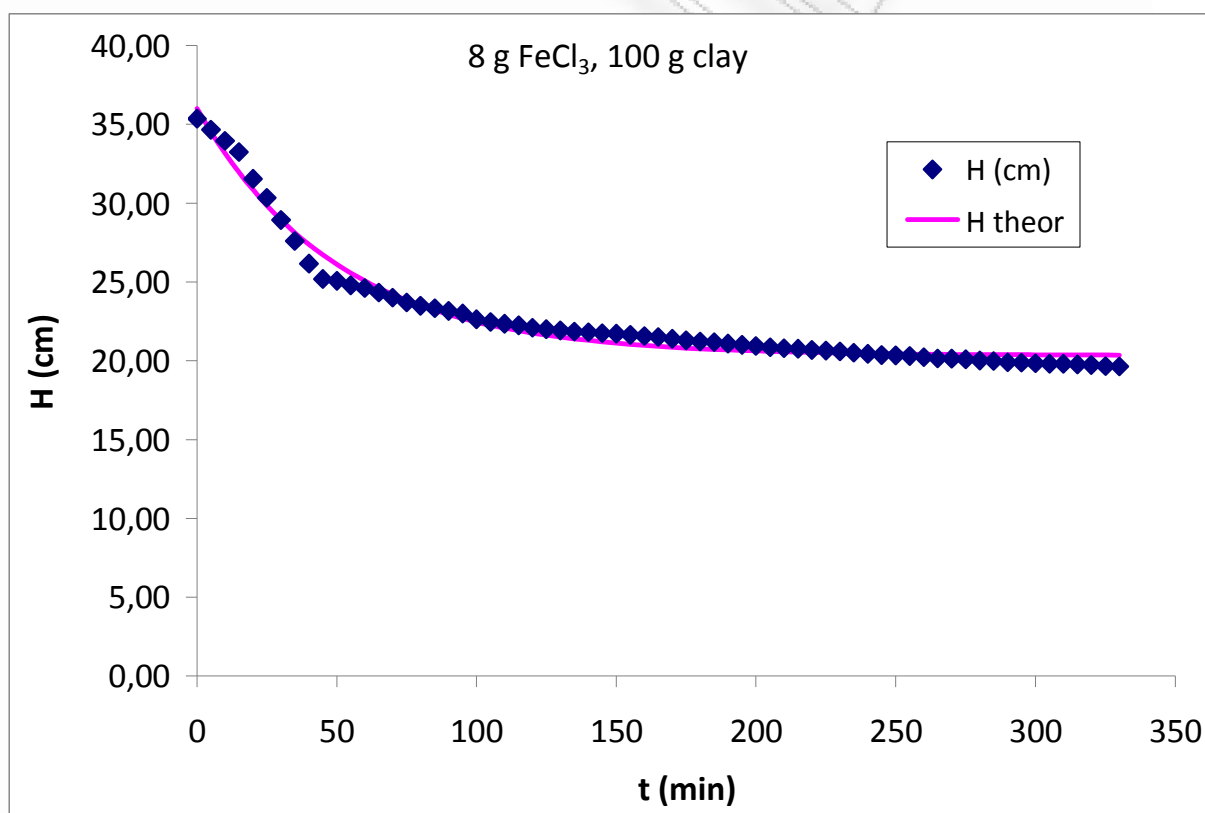
	14/10/2010				SOLVER	
				Ho	36,02	
m πηλού (g)	100	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	20,33137	n
m FeCL3(g)	8			k	0,01996	p
mL νερού	1000			SEE	0,52960	n-p
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE
	1	1000	0	35,37	36,01871	0,423736
	2	980	5	34,66	34,52891	0,017293
	3	960	10	33,95	33,18058	0,596714
	4	940	15	33,25	31,96031	1,652234
	5	892	20	31,55	30,85592	0,479039
	6	858	25	30,35	29,85642	0,239245
	7	818	30	28,93	28,95183	0,000441
	8	780	35	27,59	28,13316	0,298444
	9	740	40	26,17	27,39223	1,488605
	10	712	45	25,18	26,72167	2,371044
	11	709	50	25,08	26,11479	1,079611
	12	701	55	24,79	25,56554	0,597128
	13	696	60	24,62	25,06846	0,204753
	14	688	65	24,33	24,61858	0,081546
	15	679	70	24,01	24,21143	0,038699



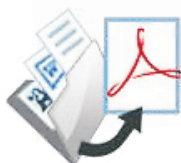
16	670	75	23,70	23,84295	0,021475
17	664	80	23,48	23,50946	0,000638
18	660	85	23,34	23,20764	0,018249
19	655	90	23,17	22,93448	0,053548
20	650	95	22,99	22,68727	0,091071
21	640	100	22,64	22,46353	0,029529
22	635	105	22,46	22,26104	0,039002
23	632	110	22,35	22,07778	0,07543
24	629	115	22,25	21,91193	0,111821
25	625	120	22,10	21,76182	0,117669
26	622	125	22,00	21,62598	0,138961
27	620	130	21,93	21,50303	0,180613
28	618	135	21,86	21,39176	0,216711
29	617	140	21,82	21,29105	0,28181
30	615	145	21,75	21,19991	0,30389
31	614	150	21,72	21,11743	0,358058
32	612	155	21,65	21,04278	0,362759
33	610	160	21,57	20,97522	0,358946
34	608	165	21,50	20,91407	0,347546
35	605	170	21,40	20,85873	0,290269
36	602	175	21,29	20,80865	0,233043
37	600	180	21,22	20,76332	0,209157
38	599	185	21,19	20,7223	0,214361
39	596	190	21,08	20,68517	0,155247
40	594	195	21,01	20,65157	0,127363
41	592	200	20,94	20,62116	0,100206
42	590	205	20,87	20,59364	0,074714
43	588	210	20,80	20,56873	0,051761
44	587	215	20,76	20,54619	0,04609
45	585	220	20,69	20,52579	0,027011
46	584	225	20,65	20,50733	0,021741
47	582	230	20,58	20,49062	0,008728
48	580	235	20,51	20,47549	0,00143
49	578	240	20,44	20,46181	0,00037
50	576	245	20,37	20,44942	0,00602
51	575	250	20,34	20,43821	0,010352
52	574	255	20,30	20,42806	0,01612
53	572	260	20,23	20,41888	0,035539
54	570	265	20,16	20,41057	0,062972
55	569	270	20,12	20,40305	0,077723
56	568	275	20,09	20,39624	0,094463



57	566	280	20,02	20,39008	0,138327
58	565	285	19,98	20,3845	0,161376
59	563	290	19,91	20,37946	0,218468
60	562	295	19,88	20,37489	0,24821
61	561	300	19,84	20,37076	0,280308
62	560	305	19,81	20,36702	0,314798
63	560	310	19,81	20,36363	0,31101
64	559	315	19,77	20,36057	0,348084
65	558	320	19,74	20,35779	0,387608
66	556	325	19,66	20,35529	0,477215
67	555	330	19,63	20,35301	0,524037
				sum	17,95038



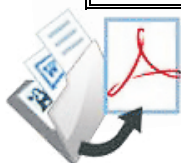
Σχήμα 7.4.8: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t



## 7.5. Επίδραση MgCl στην καθίζηση πηλού

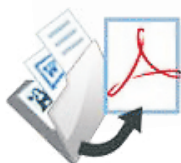
**Πίνακας 7.5.1: Καθίζηση 50g πηλού με 10g MgCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

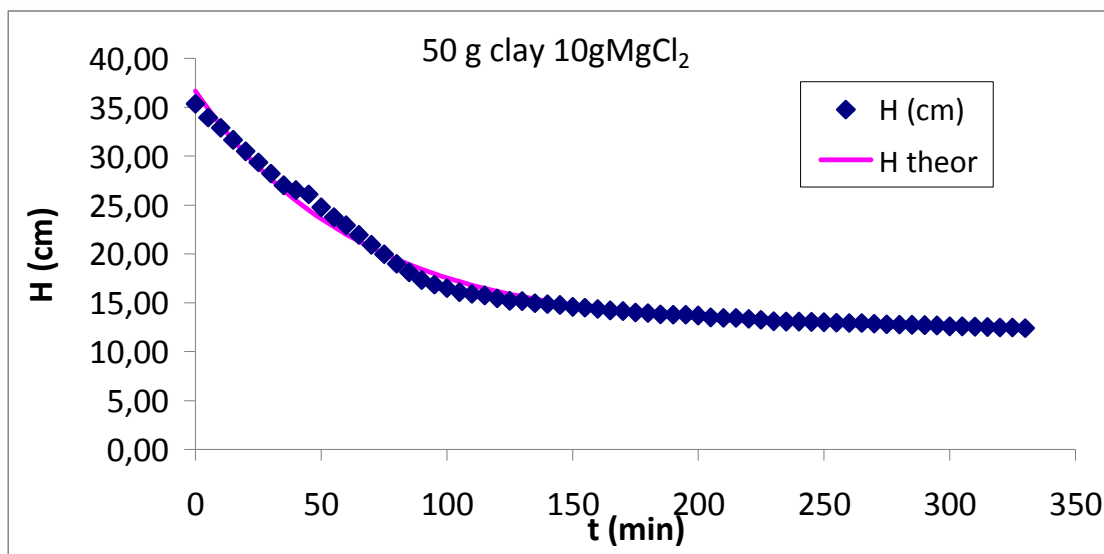
ΜΕΘΟΔΟΣ	5/11/2010				SOLVER		
					Ho	36,63	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	12,30028	n	67
MgCl <sub>2</sub> (g)	10			k	0,01533	p	3
mL νερού	1000			SEE	0,55494	n-p	64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		36,6347	1,605127	
2	960	5	33,95		34,8389	0,784714	
3	930	10	32,89		33,17561	0,080425	
4	895	15	31,65		31,63508	0,000364	
5	862	20	30,49		30,20823	0,077721	
6	830	25	29,36		28,88668	0,219556	
7	798	30	28,22		27,66265	0,314525	
8	764	35	27,02		26,52896	0,242081	
9	750	40	26,53		25,47892	1,096002	
10	738	45	26,10		24,50638	2,544126	
11	700	50	24,76		23,60561	1,326711	
12	672	55	23,77		22,77131	0,991679	
13	648	60	22,92		21,99858	0,845911	
14	620	65	21,93		21,28287	0,416208	
15	592	70	20,94		20,61998	0,100954	
16	565	75	19,98		20,00602	0,00054	
17	537	80	18,99		19,43736	0,197906	
18	512	85	18,11		18,91066	0,643791	
19	490	90	17,33		18,42284	1,193842	
20	477	95	16,87		17,97101	1,211289	
21	466	100	16,48		17,55253	1,14736	
22	455	105	16,09		17,16493	1,150459	
23	450	110	15,92		16,80593	0,792878	
24	445	115	15,74		16,47343	0,539891	
25	437	120	15,46		16,16546	0,503744	
26	430	125	15,21		15,88022	0,451698	
27	429	130	15,17		15,61603	0,196483	
28	423	135	14,96		15,37134	0,168738	
29	420	140	14,85		15,14471	0,084243	
30	418	145	14,78		14,9348	0,022823	
31	412	150	14,57		14,74038	0,028513	
32	410	155	14,50		14,56031	0,003543	





33	406	160	14,36	14,39352	0,00117
34	402	165	14,22	14,23905	0,00045
35	400	170	14,15	14,09597	0,002615
36	396	175	14,01	13,96346	0,001779
37	394	180	13,93	13,84072	0,00887
38	391	185	13,83	13,72704	0,010354
39	390	190	13,79	13,62175	0,029474
40	390	195	13,79	13,52423	0,072469
41	387	200	13,69	13,4339	0,064222
42	382	205	13,51	13,35025	0,025677
43	380	210	13,44	13,27276	0,027885
44	380	215	13,44	13,201	0,057004
45	378	220	13,37	13,13453	0,054985
46	375	225	13,26	13,07296	0,036081
47	371	230	13,12	13,01594	0,01113
48	370	235	13,09	12,96313	0,015116
49	370	240	13,09	12,91421	0,029537
50	369	245	13,05	12,8689	0,033052
51	368	250	13,02	12,82694	0,035493
52	366	255	12,94	12,78808	0,024501
53	365	260	12,91	12,75208	0,024698
54	365	265	12,91	12,71874	0,036289
55	364	270	12,87	12,68786	0,0346
56	362	275	12,80	12,65925	0,020701
57	361	280	12,77	12,63276	0,018225
58	360	285	12,73	12,60823	0,015418
59	359	290	12,70	12,5855	0,012438
60	358	295	12,66	12,56445	0,009449
61	356	300	12,59	12,54496	0,002113
62	356	305	12,59	12,5269	0,004099
63	355	310	12,56	12,51018	0,002059
64	354	315	12,52	12,49469	0,00065
65	352	320	12,45	12,48034	0,000954
66	352	325	12,45	12,46705	0,00031
67	351	330	12,41	12,45475	0,001653
				Sum	19,70936

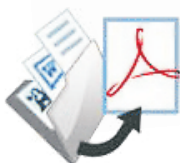




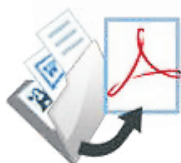
Σχήμα 7.5.1: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

**Πίνακας 7.5.2: Καθίζηση 50g πηλού με 20g MgCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

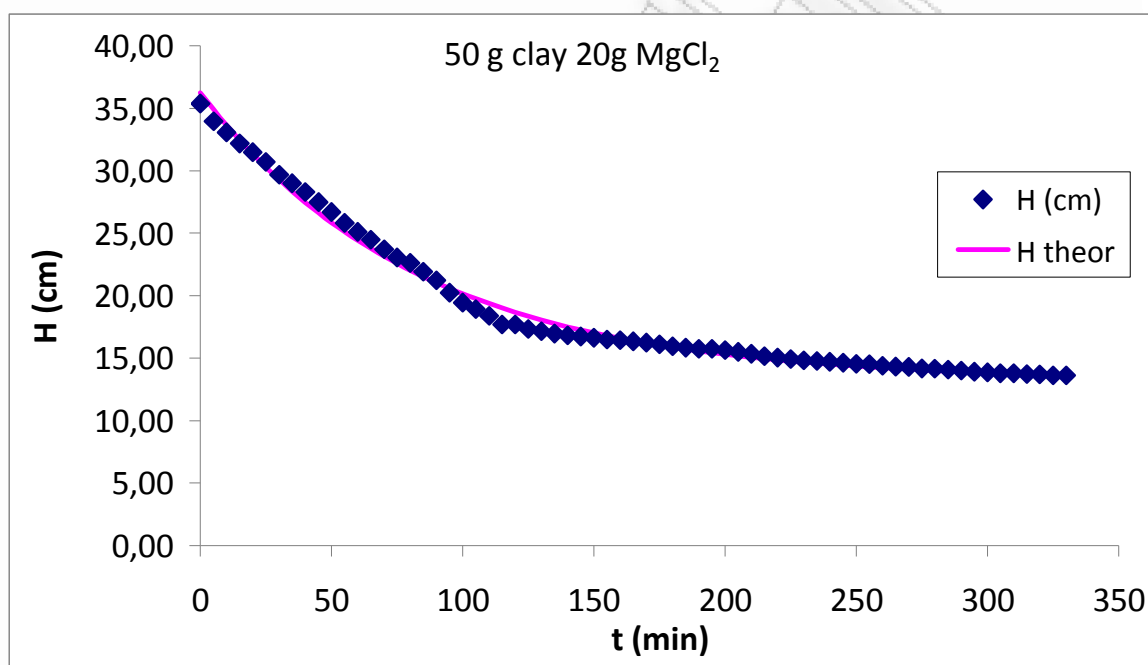
		5/11/2010	SOLVER				
				Ho	36,24		
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	13,21474	n	67
MgCl <sub>2</sub> (g)	20			k	0,01200	p	3
mL νερού	1000			SEE	0,51369	n-p	64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		36,23696	0,755501	
2	960	5	33,95		34,89668	0,890421	
3	935	10	33,07		33,63442	0,319856	
4	910	15	32,18		32,44565	0,06811	
5	890	20	31,48		31,32608	0,022871	
6	868	25	30,70		30,27169	0,18278	
7	839	30	29,67		29,27869	0,15592	
8	820	35	29,00		28,34349	0,433062	
9	800	40	28,29		27,46274	0,691342	
10	777	45	27,48		26,63327	0,718235	
11	755	50	26,70		25,85208	0,723491	
12	730	55	25,82		25,11637	0,49294	
13	710	60	25,11		24,42349	0,47282	
14	692	65	24,47		23,77095	0,494967	
15	670	70	23,70		23,1564	0,291599	
16	652	75	23,06		22,57763	0,232472	
17	640	80	22,64		22,03255	0,363391	
18	620	85	21,93		21,5192	0,167126	



19	600	90	21,22	21,03574	0,034194
20	572	95	20,23	20,58043	0,122546
21	550	100	19,45	20,15162	0,489088
22	535	105	18,92	19,74777	0,68231
23	520	110	18,39	19,36744	0,952973
24	500	115	17,68	19,00925	1,756597
25	500	120	17,68	18,67191	0,976199
26	490	125	17,33	18,35421	1,048587
27	485	130	17,15	18,05501	0,812954
28	480	135	16,98	17,77322	0,63472
29	476	140	16,84	17,50784	0,452637
30	473	145	16,73	17,25791	0,279793
31	470	150	16,62	17,02253	0,159742
32	466	155	16,48	16,80085	0,102061
33	465	160	16,45	16,59208	0,021335
34	462	165	16,34	16,39546	0,003086
35	459	170	16,23	16,21029	0,000553
36	455	175	16,09	16,03589	0,003185
37	451	180	15,95	15,87166	0,006274
38	448	185	15,84	15,71698	0,016328
39	445	190	15,74	15,57131	0,028006
40	445	195	15,74	15,43411	0,092746
41	442	200	15,63	15,30491	0,107351
42	438	205	15,49	15,18322	0,094776
43	434	210	15,35	15,06863	0,078952
44	429	215	15,17	14,9607	0,044975
45	425	220	15,03	14,85905	0,029669
46	422	225	14,93	14,76333	0,026202
47	419	230	14,82	14,67317	0,021293
48	418	235	14,78	14,58827	0,038204
49	416	240	14,71	14,5083	0,041896
50	414	245	14,64	14,433	0,043789
51	411	250	14,54	14,36207	0,030303
52	410	255	14,50	14,29528	0,042232
53	407	260	14,39	14,23237	0,026343
54	405	265	14,32	14,17313	0,022745
55	404	270	14,29	14,11734	0,029324
56	401	275	14,18	14,06479	0,01385
57	400	280	14,15	14,0153	0,017372
58	398	285	14,08	13,9687	0,011594
59	396	290	14,01	13,9248	0,006534



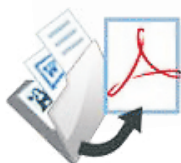
60	393	295	13,90	13,88347	0,000258
61	392	300	13,86	13,84453	0,000385
62	390	305	13,79	13,80787	0,000209
63	390	310	13,79	13,77334	0,000404
64	388	315	13,72	13,74082	0,000329
65	387	320	13,69	13,71019	0,000523
66	385	325	13,62	13,68135	0,004194
67	385	330	13,62	13,65418	0,001413
				sum	16,88794



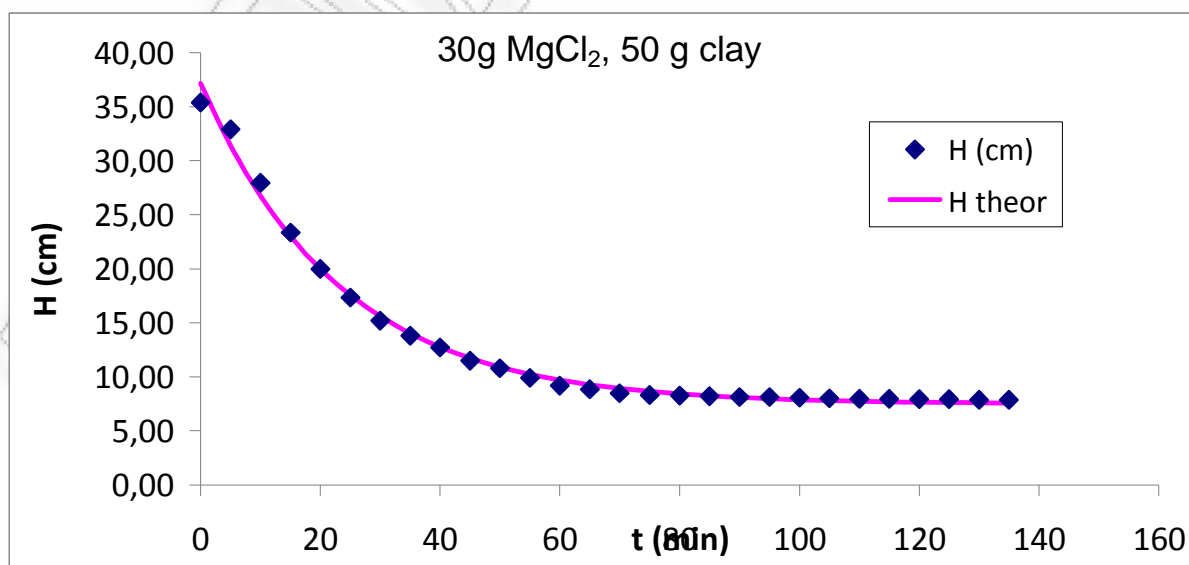
Σχήμα 7.5.2: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.5.3: Καθίζηση 50g πηλού με 30g MgCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

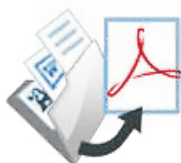
	27/12/2010			HO	37,13	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	7,48742	n	28
	-			k	0,04316	p	3
MgCl (g)	30			SEE	0,59297	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	37,12947	3,103618	
	2	930	5	32,89	31,37552	2,29978	
	3	790	10	27,94	26,73849	1,44491	
	4	660	15	23,34	23,00158	0,116382	



5	565	20	19,98	19,99005	5,28E-05
6	490	25	17,33	17,56311	0,054244
7	430	30	15,21	15,60727	0,159306
8	390	35	13,79	14,03109	0,056483
9	360	40	12,73	12,76087	0,000811
10	325	45	11,49	11,73721	0,058899
11	305	50	10,79	10,91227	0,01565
12	280	55	9,90	10,24745	0,118667
13	260	60	9,20	9,711692	0,266331
14	250	65	8,84	9,279928	0,191832
15	240	70	8,49	8,931976	0,196881
16	235	75	8,31	8,651567	0,115696
17	234	80	8,28	8,425589	0,02236
18	232	85	8,21	8,243476	0,001456
19	230	90	8,13	8,096715	0,001434
20	230	95	8,13	7,978442	0,024381
21	228	100	8,06	7,883127	0,032661
22	227	105	8,03	7,806315	0,049359
23	225	110	7,96	7,744413	0,045512
24	225	115	7,96	7,694527	0,069285
25	224	120	7,92	7,654324	0,071854
26	224	125	7,92	7,621926	0,090272
27	223	130	7,89	7,595816	0,084795
28	223	135	7,89	7,574775	0,097492
				sum	8,790403

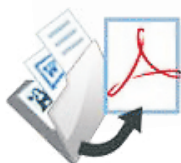


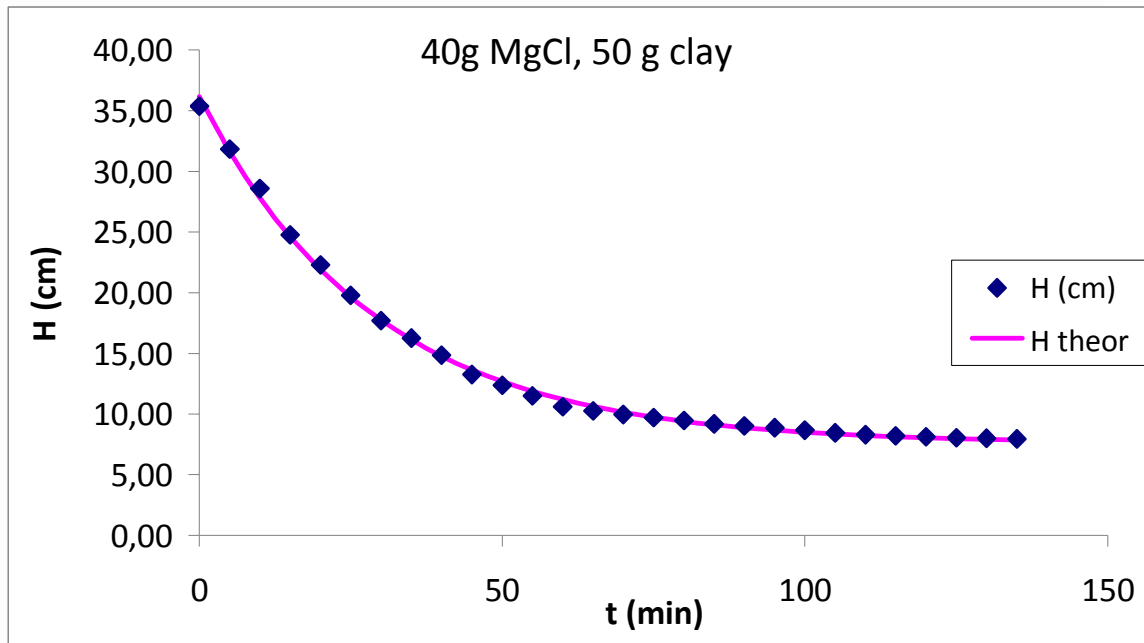
Σχήμα 7.5.3: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t



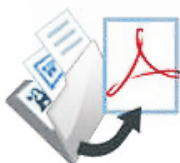
**Πίνακας 7.5.4: Καθίζηση 50g πηλού με 40g MgCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

	27/12/2010			HO	36,15	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	7,592799	N	28
	-			k	0,03449	P	3
MgCl (g)	40			SEE	0,31434	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		36,1485	0,609547	
2	900	5	31,83		31,62575	0,042122	
3	808	10	28,58		27,81933	0,574294	
4	700	15	24,76		24,61579	0,020065	
5	630	20	22,28		21,91963	0,13109	
6	559	25	19,77		19,6505	0,01442	
7	500	30	17,68		17,74076	0,003235	
8	460	35	16,27		16,13349	0,018409	
9	420	40	14,85		14,78079	0,005428	
10	375	45	13,26		13,64233	0,143958	
11	350	50	12,38		12,68418	0,09331	
12	325	55	11,49		11,87779	0,146896	
13	300	60	10,61		11,19912	0,346677	
14	290	65	10,26		10,62794	0,137855	
15	282	70	9,97		10,14722	0,030107	
16	275	75	9,73		9,742646	0,000273	
17	268	80	9,48		9,402146	0,005839	
18	260	85	9,20		9,115576	0,006407	
19	255	90	9,02		8,874393	0,020848	
20	251	95	8,88		8,67141	0,042394	
21	245	100	8,67		8,500576	0,027069	
22	239	105	8,45		8,356799	0,009235	
23	235	110	8,31		8,235795	0,00572	
24	232	115	8,21		8,133955	0,005093	
25	230	120	8,13		8,048245	0,007455	
26	228	125	8,06		7,97611	0,007698	
27	226	130	7,99		7,9154	0,00604	
28	225	135	7,96		7,864305	0,008731	
					sum	2,470214	



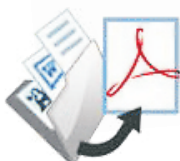


Σχήμα 7.5.4: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H - t

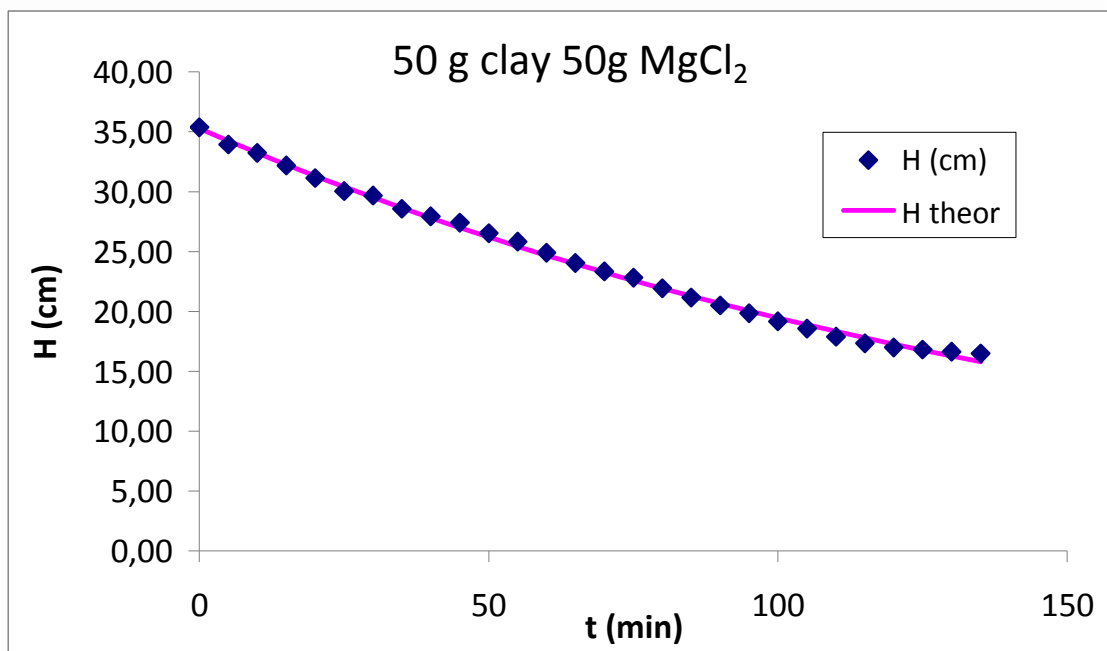


Πίνακας 7.5.5: Καθίζηση 50g πηλού με 50g MgCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

	27/12/2010			HO	35,28	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	0	n	28
	-			k	0,00595	p	3
MgCl <sub>2</sub> (g)	50			SEE	0,29612	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		35,27798	0,008062	
2	960	5	33,95		34,24382	0,084545	
3	940	10	33,25		33,23998	3,27E-05	
4	910	15	32,18		32,26557	0,006545	
5	880	20	31,12		31,31972	0,03845	
6	850	25	30,06		30,4016	0,114919	
7	839	30	29,67		29,51039	0,026623	
8	808	35	28,58		28,64531	0,004645	
9	790	40	27,94		27,80559	0,018211	
10	775	45	27,41		26,99048	0,176012	
11	750	50	26,53		26,19927	0,106639	
12	730	55	25,82		25,43125	0,149938	
13	704	60	24,90		24,68575	0,045438	
14	680	65	24,05		23,9621	0,007741	
15	660	70	23,34		23,25966	0,0069	
16	645	75	22,81		22,57781	0,054941	
17	620	80	21,93		21,91596	0,000145	
18	598	85	21,15		21,2735	0,015272	
19	580	90	20,51		20,64988	0,018653	
20	561	95	19,84		20,04454	0,0413	
21	542	100	19,17		19,45694	0,082723	
22	525	105	18,57		18,88657	0,101441	
23	506	110	17,90		18,33292	0,190825	
24	490	115	17,33		17,7955	0,216503	
25	480	120	16,98		17,27384	0,088394	
26	475	125	16,80		16,76746	0,001038	
27	470	130	16,62		16,27593	0,12035	
28	466	135	16,48		15,79881	0,465894	
					sum	2,192179	



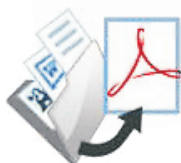




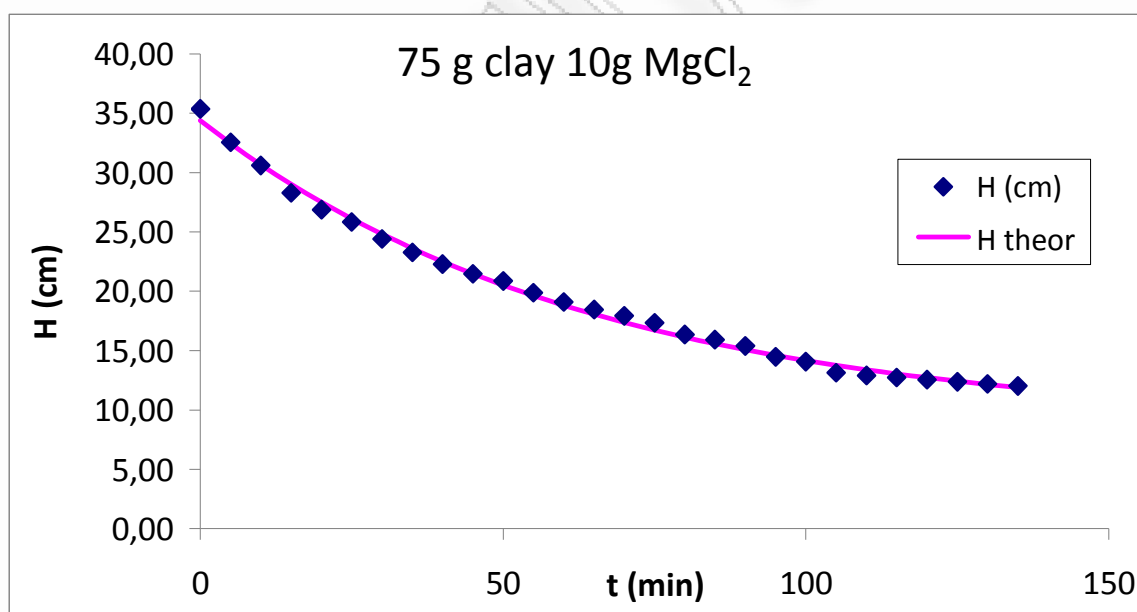
Σχήμα 7.5.5: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

**Πίνακας 7.5.6: Καθίζηση 75g πηλού με 10g MgCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

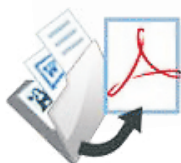
	10/3/2011			HO	34,37	SOLVER	
m πηλού (g)	75	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	8,787179	n	28
	-			k	0,01560	p	3
MgCl <sub>2</sub> (g)	10			SEE	0,42486	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		34,37164	0,992273	
2	920	5	32,54		32,45165	0,007516	
3	865	10	30,59		30,67575	0,006828	
4	800	15	28,29		29,03312	0,545988	
5	760	20	26,88		27,51376	0,40229	
6	730	25	25,82		26,10843	0,084077	
7	690	30	24,40		24,80855	0,163861	
8	658	35	23,27		23,60623	0,111717	
9	630	40	22,28		22,49413	0,045132	
10	607	45	21,47		21,4655	7,49E-06	
11	590	50	20,87		20,51405	0,124559	
12	562	55	19,88		19,63401	0,058891	
13	540	60	19,10		18,82001	0,07761	
14	522	65	18,46		18,06709	0,15593	



15	507	70	17,93	17,37068	0,314468
16	490	75	17,33	16,72653	0,364419
17	462	80	16,34	16,13072	0,043757
18	450	85	15,92	15,57963	0,112806
19	435	90	15,38	15,06989	0,099281
20	409	95	14,47	14,5984	0,017686
21	398	100	14,08	14,1623	0,007384
22	371	105	13,12	13,75892	0,406384
23	365	110	12,91	13,38582	0,227133
24	360	115	12,73	13,04071	0,09506
25	355	120	12,56	12,72151	0,02754
26	350	125	12,38	12,42626	0,00226
27	345	130	12,20	12,15316	0,002373
28	340	135	12,03	11,90056	0,015495
				sum	4,512724

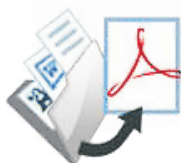


Σχήμα 7.5.6: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

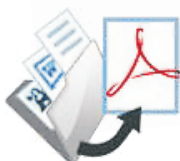


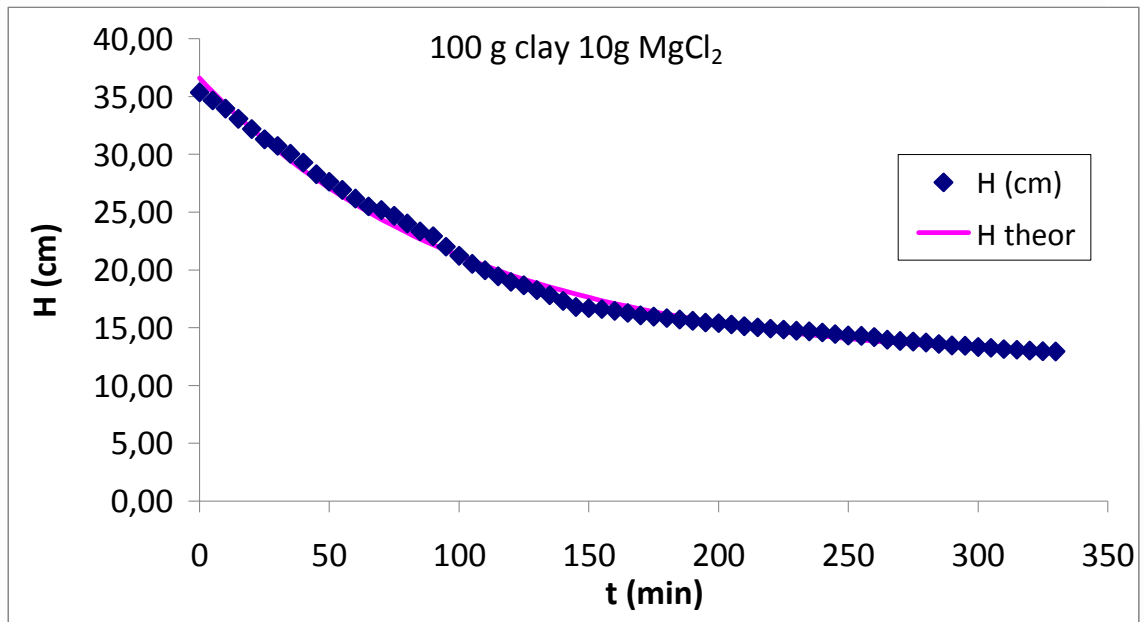
**Πίνακας 7.5.7: Καθίζηση 100g πηλού με 10g MgCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

	5/11/2010				SOLVER		
					Ho	36,59	
m πηλού (g)	100	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	11,87868	N	67
MgCl <sub>2</sub> (g)	10			k	0,00973	P	3
mL νερού	1000			SEE	0,49132	n-p	64
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		36,59337	1,502098	
2	980	5	34,66		35,41992	0,576857	
3	960	10	33,95		34,30219	0,121896	
4	935	15	33,07		33,23753	0,028449	
5	910	20	32,18		32,22342	0,001502	
6	885	25	31,30		31,25746	0,00185	
7	869	30	30,73		30,33736	0,157791	
8	850	35	30,06		29,46095	0,361987	
9	828	40	29,28		28,62615	0,433442	
10	800	45	28,29		27,83098	0,214582	
11	781	50	27,62		27,07357	0,30102	
12	761	55	26,91		26,35212	0,316683	
13	740	60	26,17		25,66493	0,257269	
14	721	65	25,50		25,01036	0,2399	
15	712	70	25,18		24,38687	0,631984	
16	698	75	24,69		23,79299	0,798718	
17	679	80	24,01		23,2273	0,620015	
18	660	85	23,34		22,68847	0,428045	
19	648	90	22,92		22,17523	0,552173	
20	622	95	22,00		21,68635	0,097593	
21	600	100	21,22		21,22069	7,53E-10	
22	580	105	20,51		20,77713	0,069605	
23	565	110	19,98		20,35464	0,138271	
24	550	115	19,45		19,9522	0,249929	
25	536	120	18,96		19,56887	0,374238	
26	528	125	18,67		19,20374	0,280439	
27	516	130	18,25		18,85595	0,367462	
28	504	135	17,83		18,52467	0,48905	
29	490	140	17,33		18,20912	0,7725	
30	475	145	16,80		17,90856	1,229591	
31	472	150	16,69		17,62226	0,862439	
32	470	155	16,62		17,34956	0,528105	

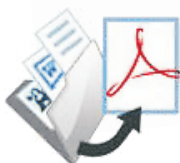


33	465	160	16,45	17,0898	0,414468
34	460	165	16,27	16,84238	0,328568
35	454	170	16,06	16,60671	0,302214
36	451	175	15,95	16,38222	0,18607
37	448	180	15,84	16,16839	0,10474
38	444	185	15,70	15,96472	0,068347
39	441	190	15,60	15,77072	0,030113
40	437	195	15,46	15,58592	0,016955
41	435	200	15,38	15,40991	0,000621
42	432	205	15,28	15,24224	0,001342
43	428	210	15,14	15,08254	0,00301
44	425	215	15,03	14,93042	0,010176
45	422	220	14,93	14,78553	0,019507
46	420	225	14,85	14,64751	0,042828
47	417	230	14,75	14,51605	0,053967
48	415	235	14,68	14,39083	0,082251
49	412	240	14,57	14,27155	0,08998
50	409	245	14,47	14,15794	0,094541
51	405	250	14,32	14,04972	0,075198
52	404	255	14,29	13,94664	0,11692
53	401	260	14,18	13,84846	0,111568
54	395	265	13,97	13,75493	0,046369
55	392	270	13,86	13,66585	0,039329
56	390	275	13,79	13,58099	0,045128
57	388	280	13,72	13,50017	0,049517
58	384	285	13,58	13,42318	0,024977
59	381	290	13,48	13,34985	0,015692
60	380	295	13,44	13,28	0,025521
61	377	300	13,33	13,21346	0,014444
62	375	305	13,26	13,15009	0,012729
63	372	310	13,16	13,08972	0,0045
64	370	315	13,09	13,03222	0,0029
65	368	320	13,02	12,97745	0,001435
66	367	325	12,98	12,92528	0,00299
67	366	330	12,94	12,87559	0,004762
				sum	15,44916





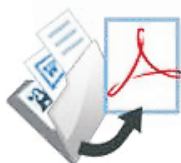
Σχήμα 7.5.7: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H-t

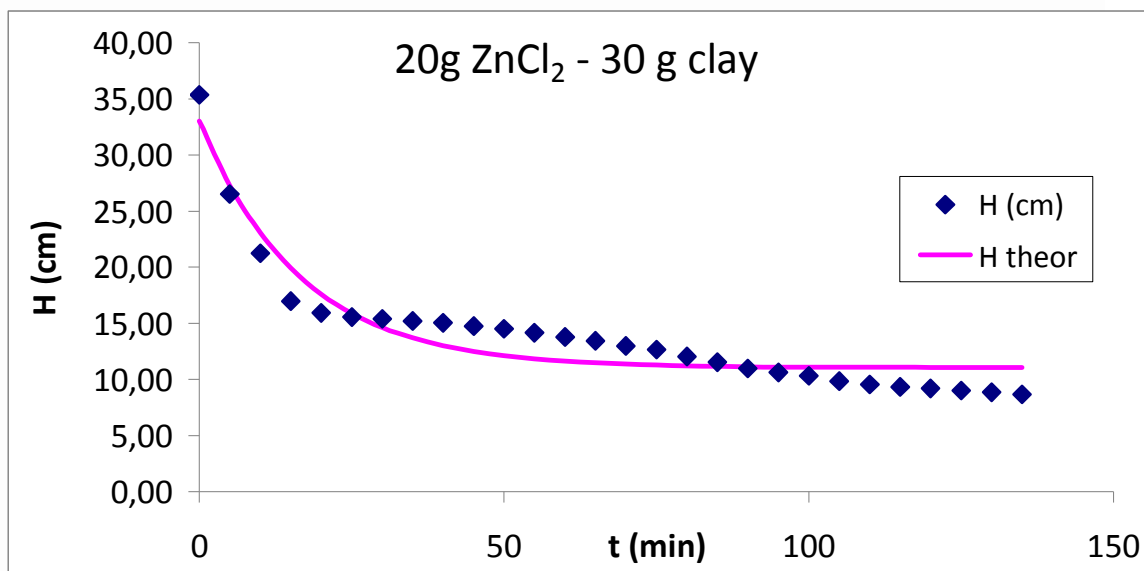


## 7.6. Επίδραση $ZnCl_2$ στην καθίζηση του πηλού

**Πίνακας 7.6.1: Καθίζηση 30g πηλού με 20g  $ZnCl_2$  ανά λίτρο**

	12/4/2011			HO	33,02	SOLVER	
m πηλού (g)	30	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	11,04234	n	28
	-			k	0,06051	p	3
ZnCl <sub>2</sub> (g)	20			SEE	1,83268	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		33,02157	5,504636	
2	750	5	26,53		27,28367	0,574331	
3	600	10	21,22		23,04371	3,323506	
4	480	15	16,98		19,91063	8,608962	
5	450	20	15,92		17,59547	2,822334	
6	440	25	15,56		15,88471	0,104263	
7	435	30	15,38		14,62056	0,584328	
8	430	35	15,21		13,68643	2,315586	
9	425	40	15,03		12,99617	4,141764	
10	417	45	14,75		12,4861	5,1178	
11	410	50	14,50		12,10919	5,719697	
12	400	55	14,15		11,83068	5,365816	
13	390	60	13,79		11,62488	4,702605	
14	380	65	13,44		11,4728	3,868884	
15	367	70	12,98		11,36043	2,622917	
16	358	75	12,66		11,27739	1,916207	
17	340	80	12,03		11,21603	0,6545	
18	326	85	11,53		11,17069	0,129028	
19	310	90	10,96		11,13718	0,029989	
20	300	95	10,61		11,11242	0,252098	
21	292	100	10,33		11,09413	0,587892	
22	278	105	9,83		11,08061	1,558431	
23	270	110	9,55		11,07062	2,314427	
24	264	115	9,34		11,06324	2,97959	
25	260	120	9,20		11,05778	3,46766	
26	255	125	9,02		11,05375	4,141118	
27	250	130	8,84		11,05078	4,878948	
28	245	135	8,67		11,04857	5,680939	
					sum	83,96826	

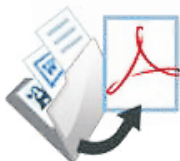




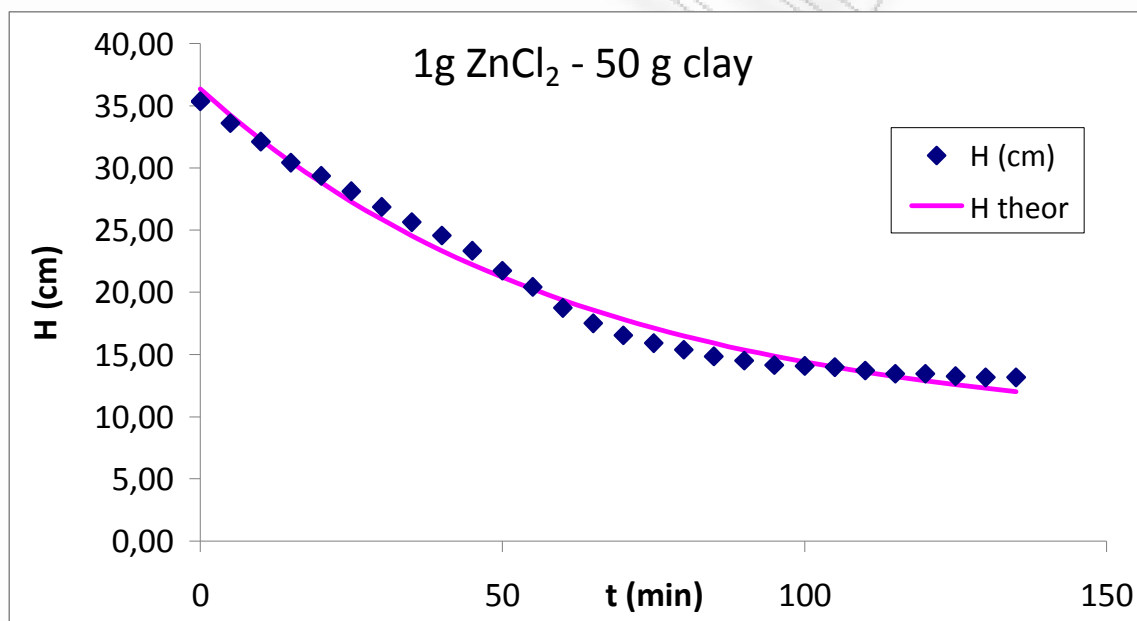
Σχήμα 7.6.1: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.6.2: Καθίζηση 50g πηλού με 1g ZnCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

	12/1/2011			HO	36,35	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	8,863802	N	28
	-			k	0,01602	P	3
ZnCl <sub>2</sub> (g)	1			SEE	0,86957	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE		
	1	1000	0	35,37	36,35179	0,96831	
	2	950	5	33,60	34,23649	0,405912	
	3	908	10	32,11	32,28397	0,028912	
	4	860	15	30,42	30,4817	0,00428	
	5	830	20	29,36	28,81812	0,288504	
	6	795	25	28,12	27,28256	0,696913	
	7	760	30	26,88	25,86517	1,028873	
	8	725	35	25,64	24,55685	1,176748	
	9	695	40	24,58	23,34921	1,516311	
	10	660	45	23,34	22,2345	1,228153	
	11	615	50	21,75	21,20558	0,297676	
	12	578	55	20,44	20,25583	0,03487	
	13	530	60	18,74	19,37917	0,402284	
	14	495	65	17,51	18,56998	1,129827	
	15	468	70	16,55	17,82305	1,615279	
	16	450	75	15,92	17,1336	1,483788	
	17	435	80	15,38	16,49721	1,237062	



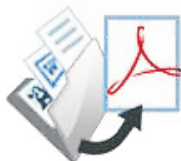
18	420	85	14,85	15,90979	1,113722
19	410	90	14,50	15,36758	0,751329
20	400	95	14,15	14,86709	0,518372
21	398	100	14,08	14,40511	0,108071
22	395	105	13,97	13,97869	7,09E-05
23	388	110	13,72	13,58508	0,018938
24	380	115	13,44	13,22176	0,047521
25	380	120	13,44	12,8864	0,306201
26	375	125	13,26	12,57684	0,470691
27	372	130	13,16	12,29111	0,749433
28	372	135	13,16	12,02737	1,27564
				sum	18,90369



Σχήμα 7.6.2: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H -t

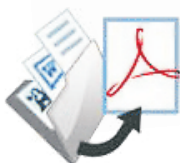
Πίνακας 7.6.3: Καθίζηση 50g πηλού με 2g ZnCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

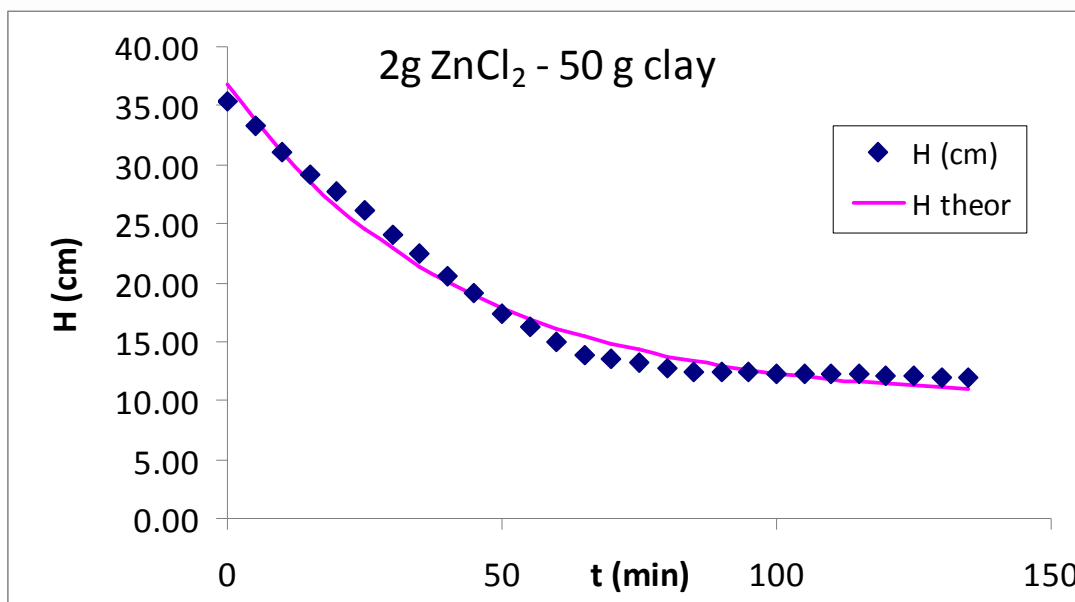
	12/1/2011			HO	36,88	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	10,02867	N	28
	-			k	0,02459	P	3
ZnCl <sub>2</sub> (g)	2			SEE	0,97744	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		36,8841	2,29926	
2	940	5	33,25		33,77663	0,281893	





3	880	10	31,12	31,02874	0,009005
4	825	15	29,18	28,59881	0,335936
5	785	20	27,76	26,45004	1,725687
6	741	25	26,21	24,54991	2,747643
7	680	30	24,05	22,86965	1,39342
8	635	35	22,46	21,38381	1,155027
9	582	40	20,58	20,0699	0,264342
10	540	45	19,10	18,90802	0,036318
11	490	50	17,33	17,88058	0,302916
12	460	55	16,27	16,97203	0,494012
13	425	60	15,03	16,16861	1,293474
14	390	65	13,79	15,45815	2,771307
15	382	70	13,51	14,8299	1,74086
16	372	75	13,16	14,27435	1,248895
17	362	80	12,80	13,78308	0,960295
18	352	85	12,45	13,34865	0,808558
19	350	90	12,38	12,96449	0,343134
20	350	95	12,38	12,62479	0,06055
21	348	100	12,31	12,32439	0,000269
22	347	105	12,27	12,05875	0,045739
23	345	110	12,20	11,82385	0,142908
24	345	115	12,20	11,61613	0,343108
25	344	120	12,17	11,43244	0,538862
26	342	125	12,10	11,27001	0,681893
27	340	130	12,03	11,12637	0,807606
28	340	135	12,03	10,99936	1,05203
				sum	23,88495

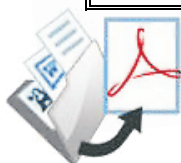




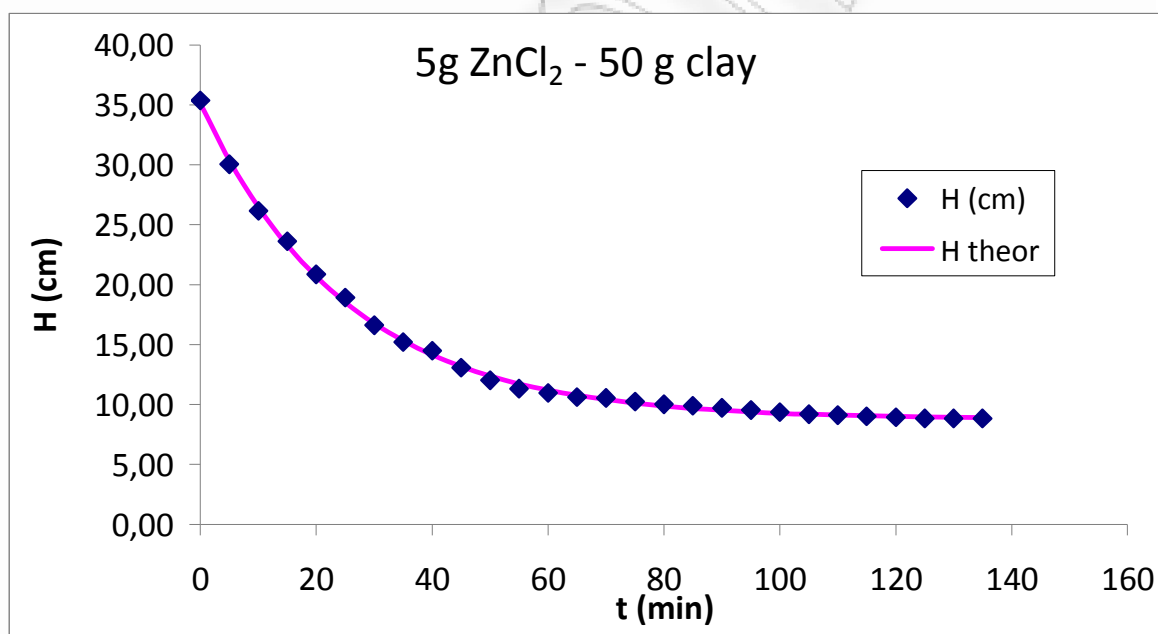
Σχήμα 7.6.3: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H-t

Πίνακας 7.6.4: Καθίζηση 50g πηλού με 5g ZnCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

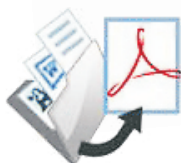
	12/1/2011			HO	35,17	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	8,784385	n	28
	-			k	0,03983	p	3
ZnCl <sub>2</sub> (g)	5			SEE	0,23078	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE		
	1	1000	0	35,37	35,16574	0,040813	
	2	850	5	30,06	30,40243	0,115484	
	3	740	10	26,17	26,49916	0,106939	
	4	668	15	23,63	23,30065	0,105635	
	5	590	20	20,87	20,67965	0,035092	
	6	535	25	18,92	18,53189	0,151995	
	7	470	30	16,62	16,77192	0,022222	
	8	430	35	15,21	15,32972	0,014782	
	9	410	40	14,50	14,14792	0,124512	
	10	370	45	13,09	13,1795	0,008729	
	11	340	50	12,03	12,38594	0,130247	
	12	320	55	11,32	11,73566	0,174699	
	13	310	60	10,96	11,20279	0,057015	
	14	300	65	10,61	10,76613	0,024273	
	15	298	70	10,54	10,40831	0,017235	
	16	290	75	10,26	10,1151	0,020036	



17	283	80	10,01	9,874833	0,018021
18	280	85	9,90	9,677946	0,050638
19	275	90	9,73	9,516608	0,043902
20	270	95	9,55	9,384401	0,027191
21	265	100	9,37	9,276064	0,009292
22	260	105	9,20	9,187289	6,94E-05
23	258	110	9,12	9,114542	0,000107
24	255	115	9,02	9,05493	0,001307
25	253	120	8,95	9,006081	0,003368
26	250	125	8,84	8,966053	0,015404
27	250	130	8,84	8,933251	0,008338
28	250	135	8,84	8,906373	0,004151
				sum	1,331495

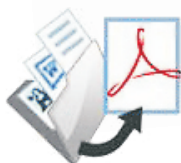


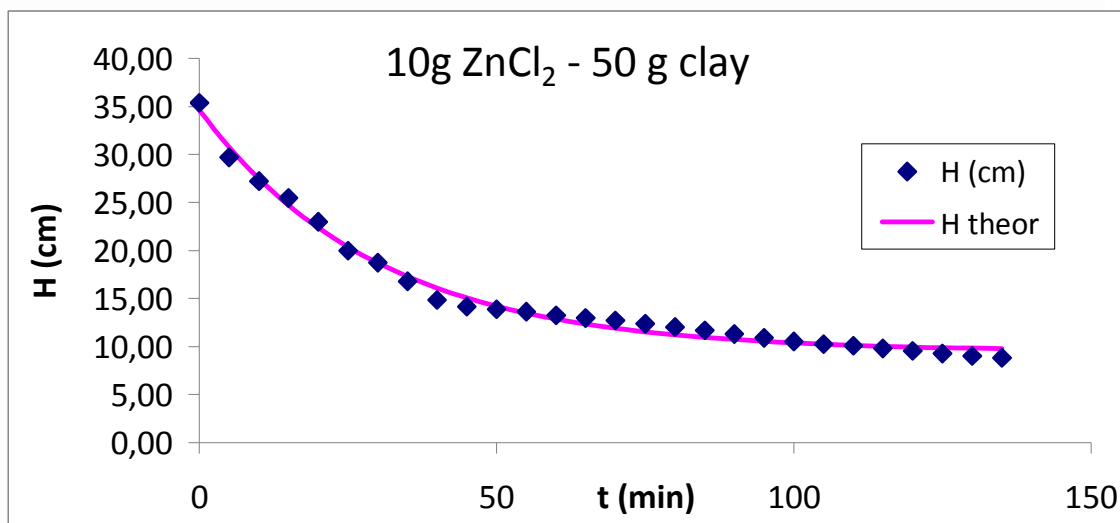
Σχήμα 7.6.4: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t



**Πίνακας 7.6.5: Καθίζηση 50g πηλού με 10g ZnCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

	24/1/2011			HO	34,62	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	9,496864	n	28
	-			k	0,03348	p	3
ZnCl <sub>2</sub> (g)	10			SEE	0,67049	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		34,61649	0,564416	
2	840	5	29,71		30,74471	1,072866	
3	770	10	27,23		27,46971	0,055947	
4	720	15	25,46		24,69949	0,585679	
5	650	20	22,99		22,35626	0,400419	
6	565	25	19,98		20,3742	0,153202	
7	530	30	18,74		18,69764	0,002235	
8	475	35	16,80		17,27949	0,230209	
9	420	40	14,85		16,07993	1,501766	
10	400	45	14,15		15,06526	0,843001	
11	392	50	13,86		14,20698	0,117524	
12	385	55	13,62		13,48099	0,018386	
13	375	60	13,26		12,86691	0,15682	
14	367	65	12,98		12,34747	0,400055	
15	360	70	12,73		11,9081	0,679468	
16	350	75	12,38		11,53645	0,709423	
17	340	80	12,03		11,22208	0,644749	
18	330	85	11,67		10,95616	0,511508	
19	320	90	11,32		10,73124	0,34392	
20	308	95	10,89		10,54098	0,12411	
21	298	100	10,54		10,38005	0,025455	
22	290	105	10,26		10,24392	0,000162	
23	285	110	10,08		10,12877	0,002397	
24	277	115	9,80		10,03137	0,054992	
25	270	120	9,55		9,948988	0,159754	
26	262	125	9,27		9,879301	0,375703	
27	255	130	9,02		9,820355	0,642522	
28	250	135	8,84		9,770494	0,86221	
					sum	11,2389	

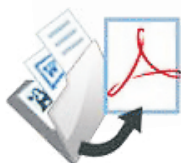




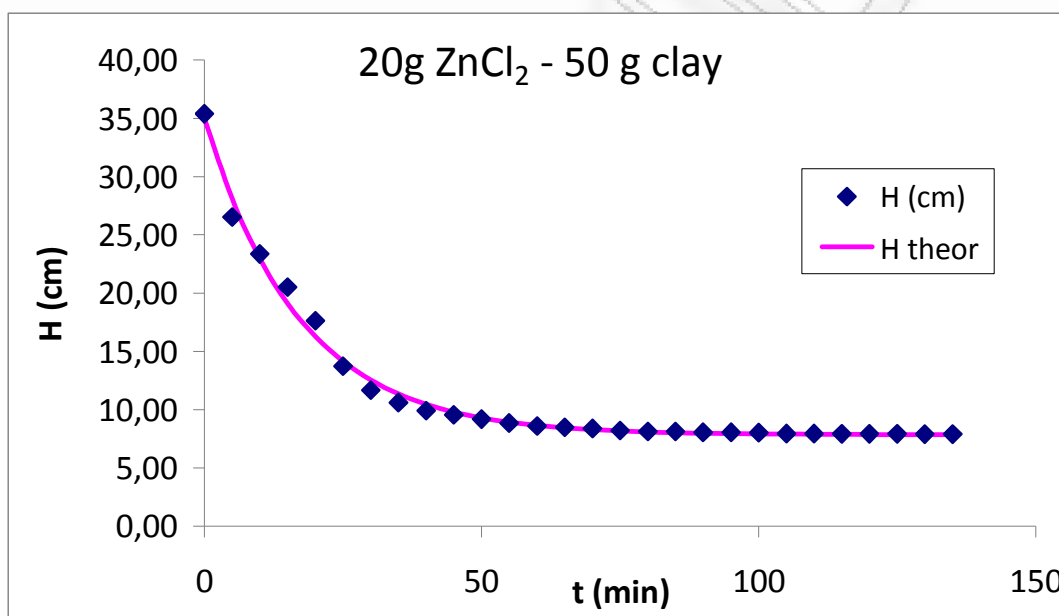
Σχήμα 7.6.5: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.6.6: Καθίζηση 50g πηλού με 20g ZnCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE
1	1000	0	35,37	34,97662	0,152996
2	750	5	26,53	28,10149	2,482736
3	660	10	23,34	22,96759	0,140728
4	580	15	20,51	19,13391	1,902716
5	498	20	17,61	16,27117	1,800902
6	388	25	13,72	14,13346	0,168726
7	330	30	11,67	12,53715	0,74958
8	300	35	10,61	11,34512	0,539922
9	280	40	9,90	10,455	0,304729
10	270	45	9,55	9,790307	0,058086
11	260	50	9,20	9,293959	0,009671
12	250	55	8,84	8,923317	0,006622
13	243	60	8,59	8,646546	0,002723
14	240	65	8,49	8,439871	0,002342
15	237	70	8,38	8,285539	0,009336
16	232	75	8,21	8,170294	0,001227
17	230	80	8,13	8,084236	0,002535
18	230	85	8,13	8,019974	0,013136



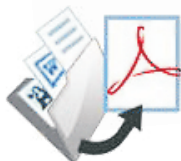
19	228	90	8,06	7,971987	0,008439
20	228	95	8,06	7,936153	0,016307
21	227	100	8,03	7,909394	0,014182
22	225	105	7,96	7,889413	0,00467
23	225	110	7,96	7,874492	0,006931
24	224	115	7,92	7,86335	0,003484
25	224	120	7,92	7,85503	0,004536
26	224	125	7,92	7,848817	0,005411
27	223	130	7,89	7,844178	0,001835
28	223	135	7,89	7,840713	0,002144
				sum	8,416649



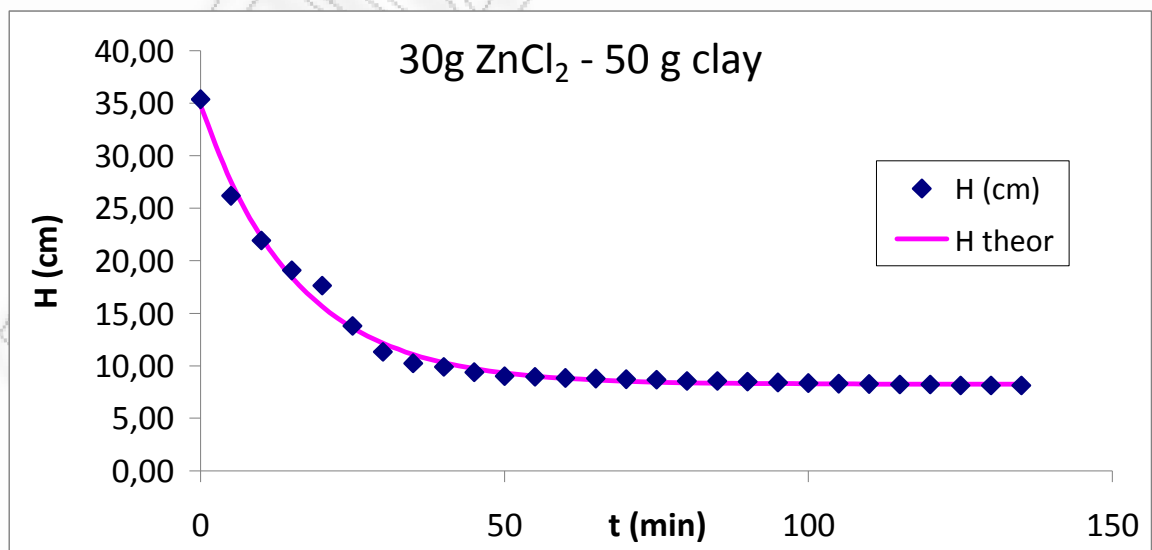
Σχήμα 7.6.6: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

Πίνακας 7.6.7: Καθίζηση 50g πηλού με 30g ZnCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

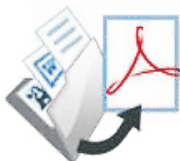
	24/1/2011			HO	34,77	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	8,223627	n	28
	-			k	0,06371	p	3
ZnCl <sub>2</sub> (g)	30			SEE	0,58890	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	34,77341	0,353253	
	2	740	5	26,17	27,53095	1,846357	
	3	620	10	21,93	22,26415	0,112986	
	4	540	15	19,10	18,43406	0,441599	



5	498	20	17,61	15,64878	3,858738
6	390	25	13,79	13,62329	0,028948
7	320	30	11,32	12,15033	0,693291
8	290	35	10,26	11,07917	0,676536
9	280	40	9,90	10,30021	0,157798
10	265	45	9,37	9,733745	0,130528
11	255	50	9,02	9,321803	0,091823
12	253	55	8,95	9,022234	0,005504
13	250	60	8,84	8,804383	0,001411
14	248	65	8,77	8,64596	0,015686
15	247	70	8,74	8,530753	0,04206
16	245	75	8,67	8,446972	0,047581
17	242	80	8,56	8,386046	0,029913
18	242	85	8,56	8,34174	0,047201
19	240	90	8,49	8,30952	0,031949
20	238	95	8,42	8,28609	0,017276
21	236	100	8,35	8,269051	0,006044
22	235	105	8,31	8,256659	0,002999
23	234	110	8,28	8,247649	0,000807
24	232	115	8,21	8,241096	0,00128
25	232	120	8,21	8,23633	0,000962
26	230	125	8,13	8,232865	0,009659
27	230	130	8,13	8,230345	0,00917
28	230	135	8,13	8,228512	0,008822
				sum	8,670179

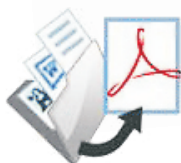


Σχήμα 7.6.7: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

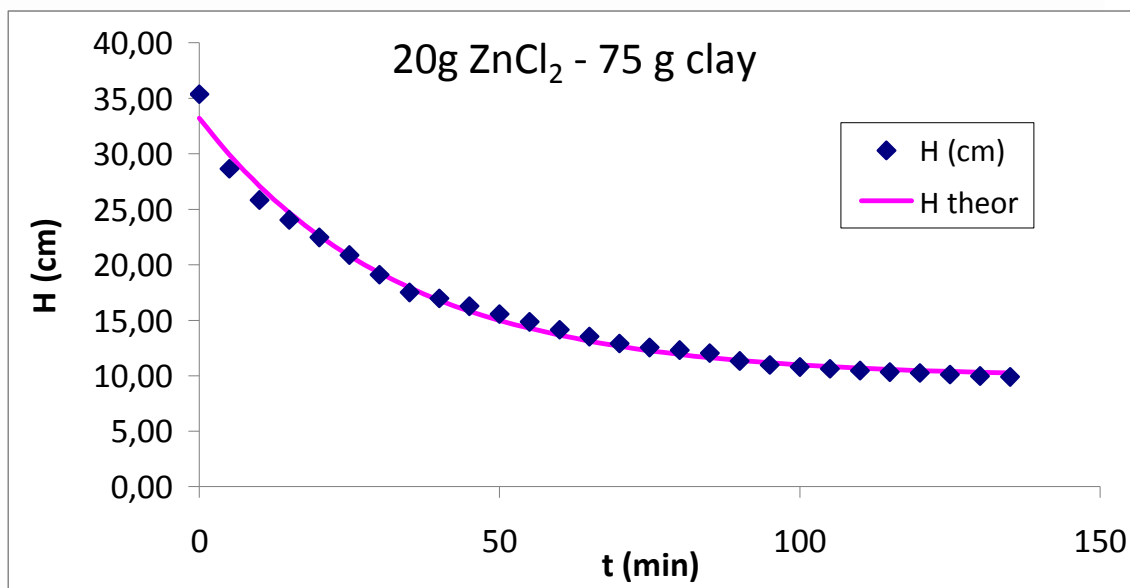


**Πίνακας 7.6.8: Καθίζηση 75g πηλού με 20g ZnCl<sub>2</sub> ανά λίτρο**

	12/4/2011			HO	33,21	SOLVER	
m πηλού (g)	75	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	9,837006	n	28
	-			k	0,03022	p	3
ZnCl <sub>2</sub> (g)	20			SEE	0,66108	n-p	25
mL νερού	1000						
A/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		33,20783	4,665299	
2	810	5	28,65		29,93019	1,644302	
3	730	10	25,82		27,11222	1,673803	
4	680	15	24,05		24,68946	0,408808	
5	635	20	22,46		22,60648	0,021888	
6	590	25	20,87		20,81562	0,002638	
7	540	30	19,10		19,27593	0,031447	
8	495	35	17,51		17,95217	0,198134	
9	480	40	16,98		16,81406	0,026397	
10	460	45	16,27		15,83556	0,18802	
11	440	50	15,56		14,99429	0,322084	
12	420	55	14,85		14,27101	0,340417	
13	400	60	14,15		13,64916	0,247949	
14	382	65	13,51		13,11453	0,156785	
15	365	70	12,91		12,65487	0,064701	
16	355	75	12,56		12,25968	0,087544	
17	348	80	12,31		11,91991	0,150599	
18	340	85	12,03		11,62779	0,157805	
19	320	90	11,32		11,37664	0,003476	
20	310	95	10,96		11,16072	0,038695	
21	305	100	10,79		10,97507	0,035309	
22	300	105	10,61		10,81547	0,042081	
23	296	110	10,47		10,67824	0,043841	
24	292	115	10,33		10,56026	0,054231	
25	290	120	10,26		10,45883	0,040876	
26	286	125	10,12		10,37162	0,065762	
27	282	130	9,97		10,29664	0,104287	
28	280	135	9,90		10,23218	0,108378	
					sum	10,92556	



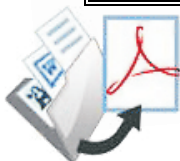




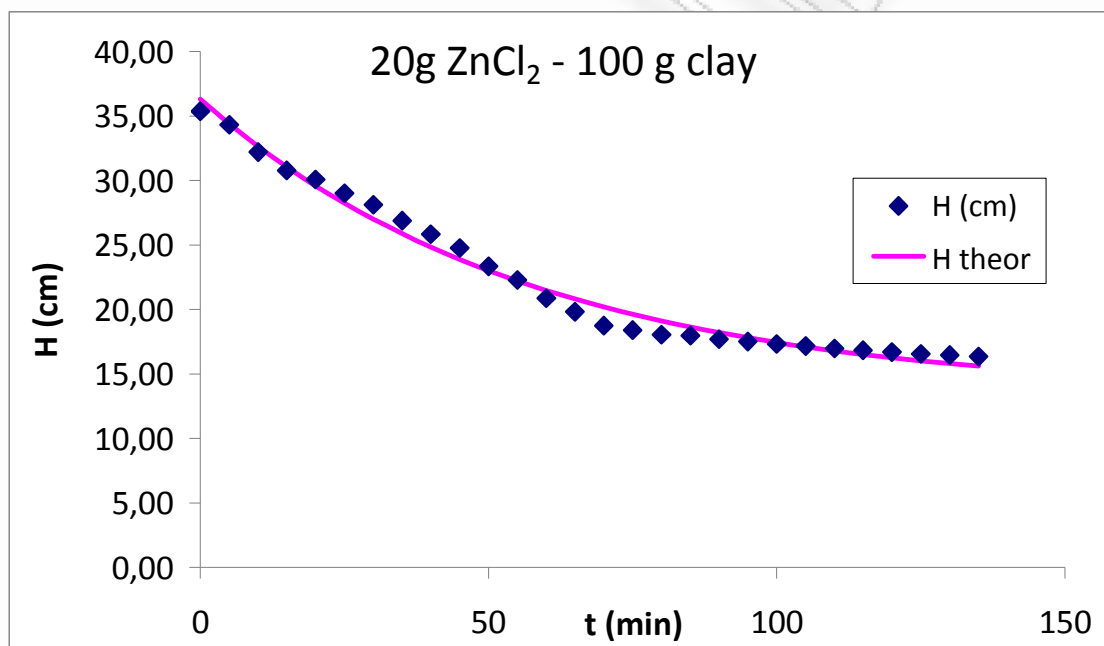
Σχήμα 7.6.8: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.6.9: Καθίζηση 30g πηλού με 5g ZnCl<sub>2</sub> ανά λίτρο

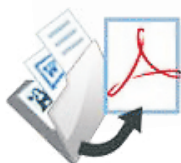
	12/4/2011			HO	36,28	SOLVER	
m πηλού (g)	100	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	13,39558	n	28
	-			k	0,01735	p	3
ZnCl <sub>2</sub> (g)	20			SEE	0,76562	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	36,28305	0,83775	
	2	970	5	34,31	34,38102	0,005519	
	3	910	10	32,18	32,63705	0,204653	
	4	870	15	30,77	31,03802	0,071856	
	5	850	20	30,06	29,57186	0,240822	
	6	820	25	29,00	28,22756	0,599094	
	7	795	30	28,12	26,99496	1,259802	
	8	760	35	26,88	25,86481	1,029607	
	9	730	40	25,82	24,82857	0,979904	
	10	700	45	24,76	23,87844	0,772626	
	11	660	50	23,34	23,00728	0,112523	
	12	630	55	22,28	22,20851	0,005355	
	13	590	60	20,87	21,47613	0,371056	
	14	560	65	19,81	20,8046	0,99731	
	15	530	70	18,74	20,18889	2,08505	
	16	520	75	18,39	19,62434	1,520533	
	17	510	80	18,04	19,1067	1,143069	



18	508	85	17,97	18,63209	0,442577
19	500	90	17,68	18,19692	0,263203
20	495	95	17,51	17,79791	0,084602
21	490	100	17,33	17,43206	0,010374
22	485	105	17,15	17,09661	0,003221
23	480	110	16,98	16,78904	0,035151
24	476	115	16,84	16,50703	0,107599
25	472	120	16,69	16,24846	0,198136
26	468	125	16,55	16,01138	0,292399
27	465	130	16,45	15,79399	0,425127
28	462	135	16,34	15,59468	0,55537
				sum	14,65429



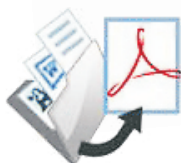
Σχήμα 7.6.9: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

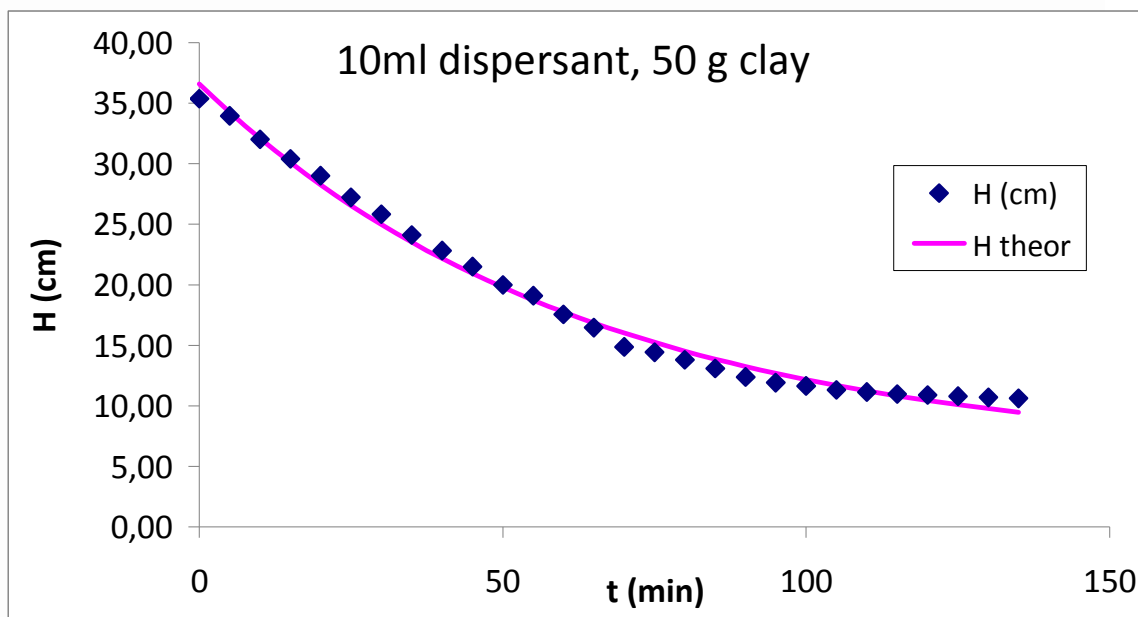


## 7.7. Επίδραση dierspersant (διασκορπιστικού) στην καθίζηση πηλού

Πίνακας 7.7.1: Καθίζηση 50g πηλού με 10ml diersp ανά λίτρο

	2/12/2010			HO	36,60	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	5,84511	n	28
mL dierspersant 10%	10			k	0,01583	p	3
mL diesel	-			SEE	0,70853	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		36,60454	1,529615	
2	960	5	33,95		34,26376	0,096536	
3	905	10	32,01		32,10111	0,008701	
4	860	15	30,42		30,10303	0,098122	
5	820	20	29,00		28,25701	0,554363	
6	770	25	27,23		26,55147	0,464723	
7	730	30	25,82		24,97572	0,710217	
8	682	35	24,12		23,51989	0,361111	
9	645	40	22,81		22,17484	0,406232	
10	608	45	21,50		20,93216	0,326549	
11	565	50	19,98		19,78404	0,039502	
12	540	55	19,10		18,72329	0,140853	
13	496	60	17,54		17,74326	0,040341	
14	465	65	16,45		16,83782	0,153512	
15	420	70	14,85		16,00128	1,315182	
16	408	75	14,43		15,22839	0,637356	
17	390	80	13,79		14,51433	0,519698	
18	370	85	13,09		13,8546	0,59064	
19	350	90	12,38		13,24508	0,75059	
20	337	95	11,92		12,68195	0,582186	
21	329	100	11,64		12,16167	0,276331	
22	320	105	11,32		11,68098	0,131982	
23	315	110	11,14		11,23687	0,009221	
24	310	115	10,96		10,82656	0,018892	
25	308	120	10,89		10,44747	0,198737	
26	305	125	10,79		10,09723	0,476009	
27	302	130	10,68		9,773649	0,823404	
28	300	135	10,61		9,474688	1,289681	
					sum	12,55029	

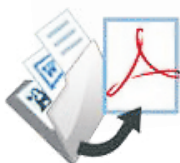




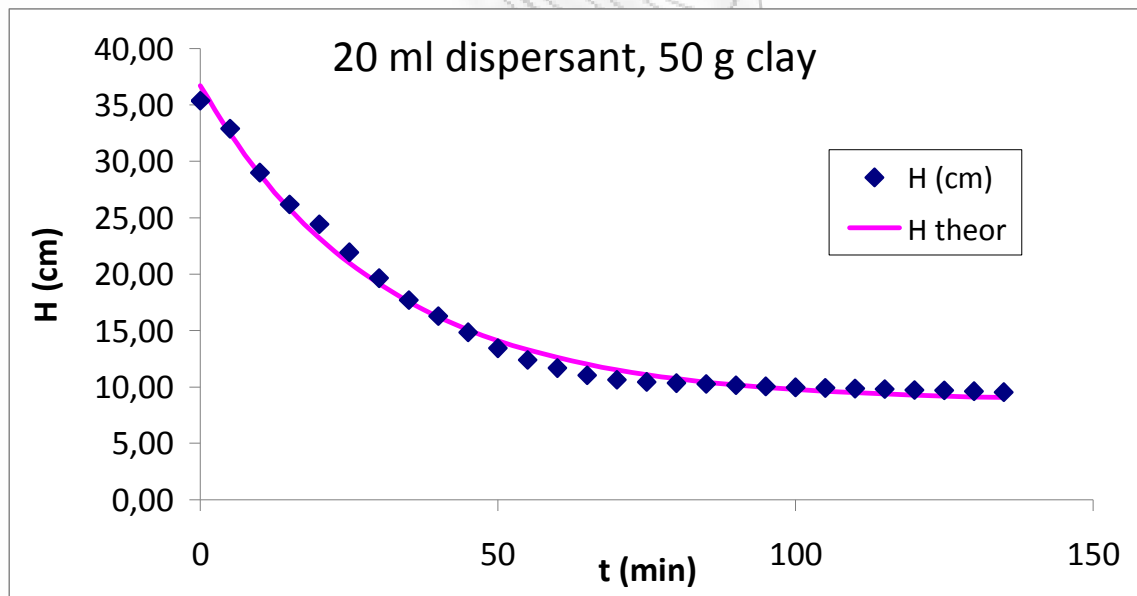
Σχήμα 7.7.1: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.7.2: Καθίζηση 50g πηλού με 20ml diesp ανά λίτρο

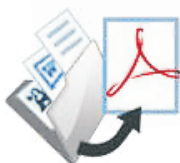
	2/12/2010			HO	36,71	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	8,745742	n	28
mL despersant 10%	20			k	0,03304	p	3
mL diesel	-			SEE	0,65445	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	36,70783	1,795763	
	2	930	5	32,89	32,44993	0,195445	
	3	820	10	29,00	28,8404	0,025975	
	4	740	15	26,17	25,78051	0,153381	
	5	690	20	24,40	23,18656	1,481578	
	6	620	25	21,93	20,9876	0,884384	
	7	555	30	19,63	19,12348	0,255659	
	8	500	35	17,68	17,54322	0,019785	
	9	460	40	16,27	16,2036	0,0043	
	10	420	45	14,85	15,06796	0,045581	
	11	380	50	13,44	14,10525	0,44289	
	12	350	55	12,38	13,28914	0,828863	
	13	330	60	11,67	12,5973	0,857354	



14	312	65	11,03	12,01081	0,952698
15	301	70	10,65	11,51362	0,753292
16	295	75	10,43	11,09215	0,433826
17	292	80	10,33	10,73485	0,166025
18	290	85	10,26	10,43196	0,030733
19	287	90	10,15	10,17519	0,000607
20	284	95	10,04	9,957525	0,007555
21	282	100	9,97	9,773002	0,040284
22	280	105	9,90	9,616577	0,082023
23	279	110	9,87	9,483972	0,147176
24	277	115	9,80	9,371558	0,180891
25	275	120	9,73	9,276263	0,202385
26	274	125	9,69	9,195478	0,245311
27	272	130	9,62	9,126995	0,243085
28	270	135	9,55	9,06894	0,230742
				sum	10,70759

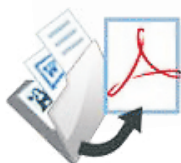


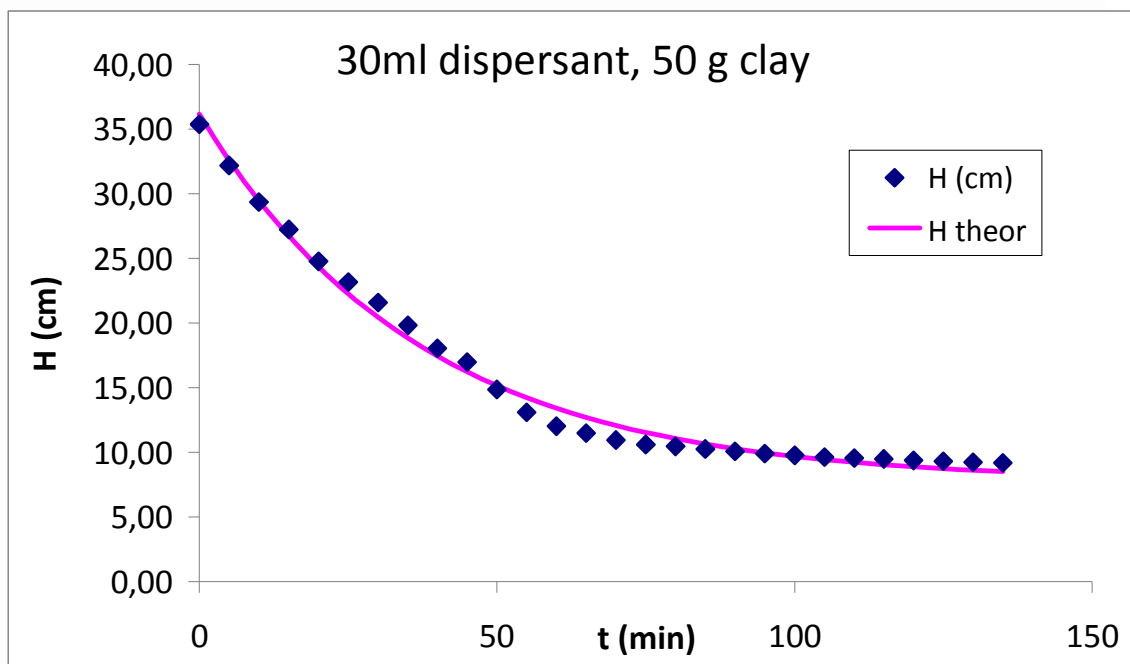
Σχήμα 7.7.2: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t



**Πίνακας 7.7.3: Καθίζηση 50g πηλού με 30ml diesp ανά λίτρο**

	2/12/2010			HO	36,16	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	7,750813	n	28
mL despersant 10%	30			k	0,02687	p	3
mL diesel	-			SEE	0,75797	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	36,15637	0,621897	
	2	910	5	32,18	32,58517	0,160401	
	3	830	10	29,36	29,46294	0,011599	
	4	770	15	27,23	26,73325	0,249928	
	5	700	20	24,76	24,34674	0,168669	
	6	655	25	23,17	22,26027	0,820143	
	7	610	30	21,57	20,43611	1,295556	
	8	560	35	19,81	18,84129	0,930564	
	9	510	40	18,04	17,44697	0,348792	
	10	480	45	16,98	16,22795	0,560362	
	11	420	50	14,85	15,16219	0,094697	
	12	370	55	13,09	14,23042	1,309525	
	13	340	60	12,03	13,41579	1,934183	
	14	325	65	11,49	12,70358	1,461811	
	15	310	70	10,96	12,08091	1,247463	
	16	300	75	10,61	11,53652	0,857826	
	17	296	80	10,47	11,06057	0,350125	
	18	290	85	10,26	10,64446	0,150397	
	19	285	90	10,08	10,28067	0,040342	
	20	280	95	9,90	9,962609	0,003556	
	21	276	100	9,76	9,684538	0,005924	
	22	272	105	9,62	9,441426	0,0319	
	23	270	110	9,55	9,228879	0,102667	
	24	268	115	9,48	9,043054	0,189667	
	25	265	120	9,37	8,880591	0,241933	
	26	263	125	9,30	8,738553	0,31716	
	27	261	130	9,23	8,614372	0,380213	
	28	260	135	9,20	8,505804	0,475845	
					sum	14,36315	

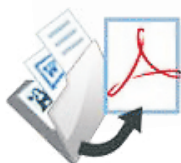




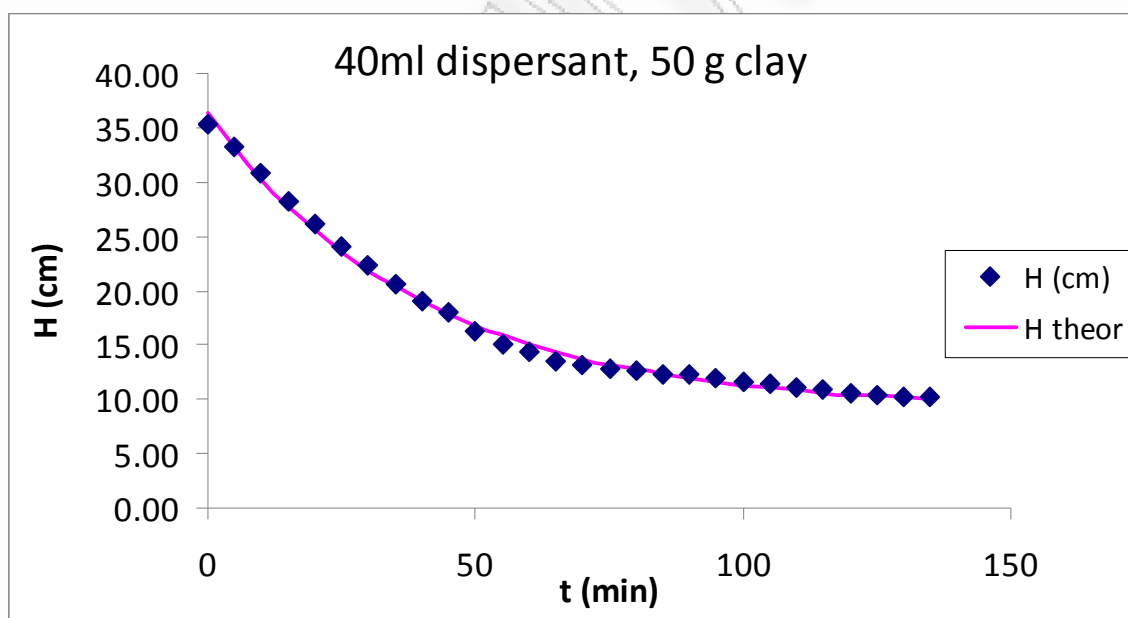
Σχήμα 7.7.3: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.7.4: Καθίζηση 50g πηλού με 40ml diesp ανά λίτρο

	29/11/2010			HO	36,43	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	9,186382	n	28
mL dispersant 10%	40			k	0,02549	p	3
mL diesel	-			SEE	0,50091	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	36,42766	1,123387	
	2	938	5	33,17	33,16738	5,75E-05	
	3	870	10	30,77	30,29729	0,223414	
	4	800	15	28,29	27,7707	0,274069	
	5	740	20	26,17	25,54649	0,391444	
	6	680	25	24,05	23,58848	0,213072	
	7	630	30	22,28	21,86481	0,173788	
	8	585	35	20,69	20,34744	0,117448	
	9	540	40	19,10	19,01166	0,007557	
	10	510	45	18,04	17,83575	0,040726	
	11	460	50	16,27	16,80058	0,282395	
	12	428	55	15,14	15,8893	0,565347	
	13	404	60	14,29	15,08708	0,63761	
	14	380	65	13,44	14,38088	0,885715	



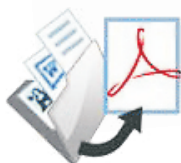
15	370	70	13,09	13,75919	0,453085
16	361	75	12,77	13,21191	0,197264
17	355	80	12,56	12,73012	0,030474
18	350	85	12,38	12,306	0,005287
19	348	90	12,31	11,93264	0,140881
20	340	95	12,03	11,60396	0,177305
21	330	100	11,67	11,31462	0,127263
22	322	105	11,39	11,05991	0,107918
23	312	110	11,03	10,83568	0,039624
24	306	115	10,82	10,63829	0,033946
25	298	120	10,54	10,46453	0,005635
26	294	125	10,40	10,31155	0,007494
27	289	130	10,22	10,17689	0,001971
28	287	135	10,15	10,05835	0,008501
				sum	6,272678



Σχήμα 7.7.4: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

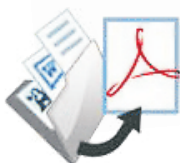
Πίνακας 7.7.5: Καθίζηση 50g πηλού με 60ml diersp ανά λίτρο

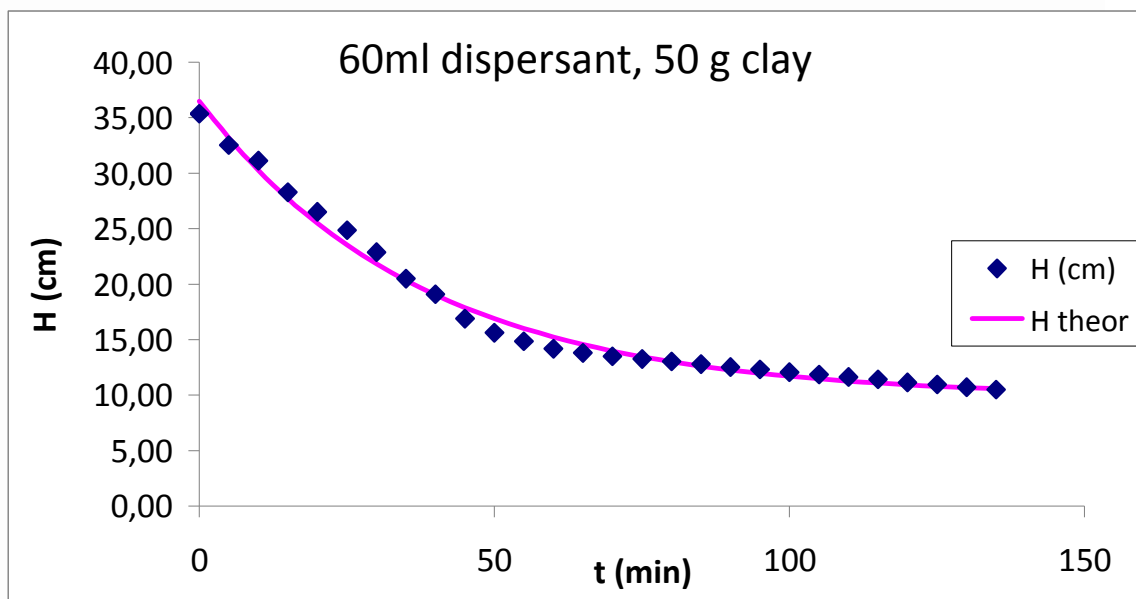
	29/11/2010		HO	36,51	SOLVER		
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	9,844133	n	28
mL dispersant 10%	60		k	0,02664	p		3
mL diesel	-		SEE	0,72989	n-p		25





mL νερού	1000					
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE
1	1000	0	35,37		36,51064	1,306164
2	920	5	32,54		33,18497	0,418129
3	880	10	31,12		30,27406	0,721774
4	800	15	28,29		27,72618	0,322663
5	750	20	26,53		25,49605	1,060435
6	703	25	24,86		23,54405	1,741057
7	647	30	22,88		21,83549	1,097167
8	580	35	20,51		20,34001	0,030032
9	540	40	19,10		19,03103	0,004565
10	478	45	16,91		17,8853	0,959443
11	442	50	15,63		16,88246	1,562276
12	420	55	14,85		16,00469	1,323025
13	401	60	14,18		15,23639	1,110732
14	390	65	13,79		14,5639	0,593628
15	382	70	13,51		13,97528	0,216036
16	375	75	13,26		13,46007	0,038873
17	369	80	13,05		13,00912	0,001729
18	362	85	12,80		12,6144	0,035618
19	354	90	12,52		12,26891	0,063139
20	348	95	12,31		11,96651	0,116603
21	341	100	12,06		11,70182	0,128584
22	335	105	11,85		11,47014	0,142927
23	329	110	11,64		11,26736	0,135893
24	323	115	11,42		11,08986	0,111506
25	315	120	11,14		10,9345	0,042577
26	310	125	10,96		10,79852	0,027386
27	303	130	10,72		10,6795	0,001364
28	297	135	10,50		10,57532	0,005054
					sum	13,31838

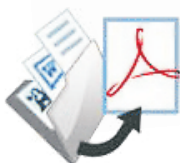




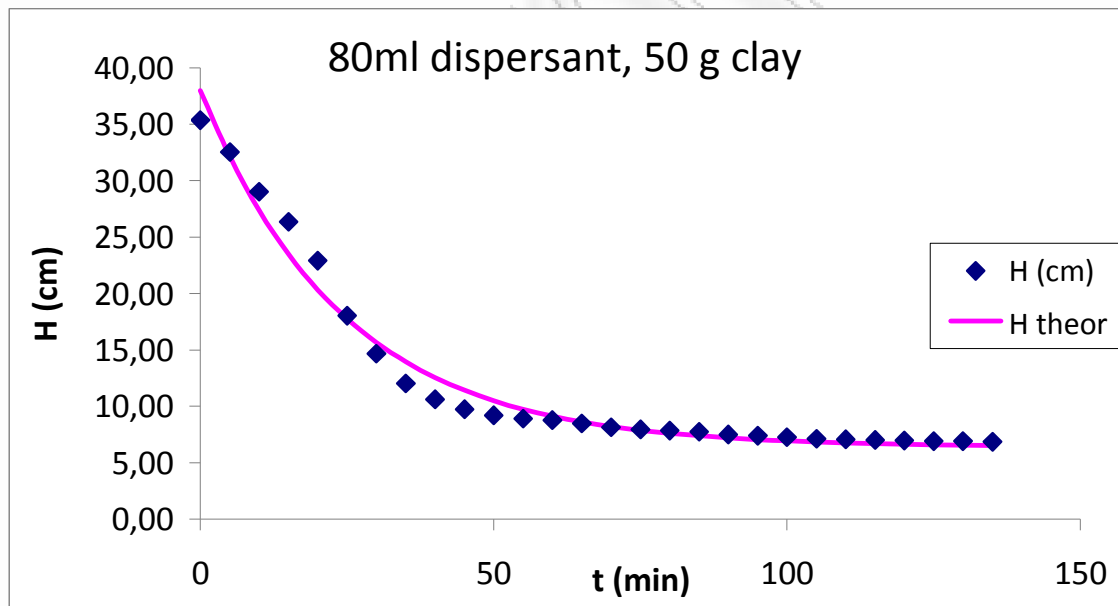
Σχήμα 7.7.5: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.7.6: Καθίζηση 50g πηλού με 80ml diesp ανά λίτρο

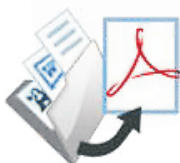
	29/11/2010			HO	37,97	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	6,39807	n	28
mL dispersant 10%	80			k	0,04091	p	3
mL diesel	-			SEE	1,25616	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	37,96616	6,751636	
	2	920	5	32,54	32,12702	0,169183	
	3	820	10	29,00	27,36795	2,668692	
	4	745	15	26,35	23,48917	8,178563	
	5	648	20	22,92	20,32784	6,710567	
	6	510	25	18,04	17,75125	0,081971	
	7	415	30	14,68	15,65126	0,947974	
	8	340	35	12,03	13,9397	3,665939	
	9	300	40	10,61	12,54473	3,741914	
	10	275	45	9,73	11,40779	2,827954	
	11	260	50	9,20	10,48114	1,652572	
	12	252	55	8,91	9,725899	0,66133	
	13	248	60	8,77	9,110352	0,11502	
	14	240	65	8,49	8,608663	0,014496	
	15	230	70	8,13	8,199771	0,004249	



16	225	75	7,96	7,866511	0,008324
17	222	80	7,85	7,594894	0,06592
18	219	85	7,75	7,373518	0,138401
19	212	90	7,50	7,19309	0,092949
20	209	95	7,39	7,046036	0,119596
21	205	100	7,25	6,926182	0,105112
22	201	105	7,11	6,828497	0,078637
23	200	110	7,07	6,748881	0,105412
24	198	115	7,00	6,683992	0,10165
25	197	120	6,97	6,631105	0,113128
26	195	125	6,90	6,588001	0,095304
27	195	130	6,90	6,552869	0,118229
28	194	135	6,86	6,524236	0,113643
				sum	39,44837

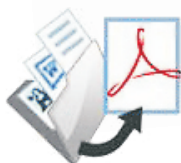


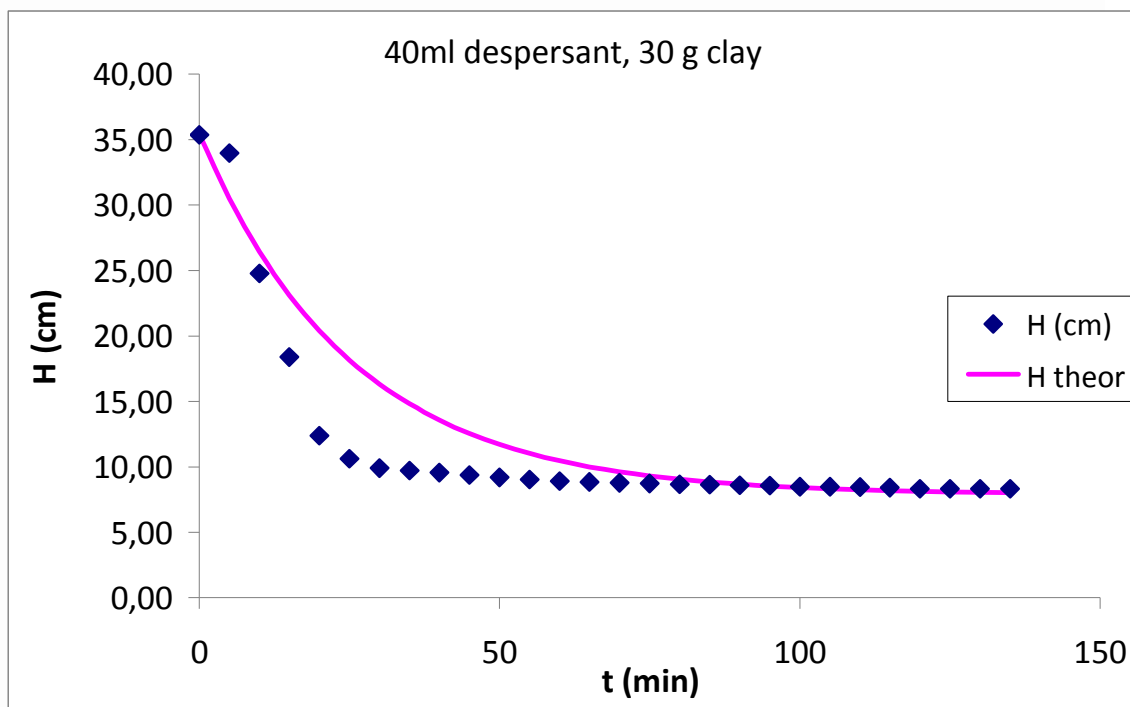
Σχήμα 7.7.6: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t



**Πίνακας 7.7.7: Καθίζηση 30g πηλού με 40ml diesp ανά λίτρο**

	29/3/2011			HO	36,43	SOLVER	
m πηλού (g)	30	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	9,186382	n	28
mL despersant 10%	40			k	0,02549	p	3
mL diesel	-			SEE	0,50091	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	36,42766	1,123387	
	2	938	5	33,17	33,16738	5,74E-05	
	3	870	10	30,77	30,2973	0,223404	
	4	800	15	28,29	27,77071	0,274053	
	5	740	20	26,17	25,54651	0,391422	
	6	680	25	24,05	23,5885	0,213053	
	7	630	30	22,28	21,86483	0,17377	
	8	585	35	20,69	20,34746	0,117433	
	9	540	40	19,10	19,01168	0,007554	
	10	510	45	18,04	17,83577	0,040718	
	11	460	50	16,27	16,8006	0,282417	
	12	428	55	15,14	15,88932	0,565377	
	13	404	60	14,29	15,0871	0,63764	
	14	380	65	13,44	14,38089	0,88575	
	15	370	70	13,09	13,75921	0,453108	
	16	361	75	12,77	13,21192	0,197278	
	17	355	80	12,56	12,73014	0,030479	
	18	350	85	12,38	12,30602	0,005285	
	19	348	90	12,31	11,93265	0,140871	
	20	340	95	12,03	11,60398	0,177295	
	21	330	100	11,67	11,31463	0,127255	
	22	322	105	11,39	11,05992	0,107911	
	23	312	110	11,03	10,83569	0,03962	
	24	306	115	10,82	10,6383	0,033942	
	25	298	120	10,54	10,46453	0,005634	
	26	294	125	10,40	10,31156	0,007493	
	27	289	130	10,22	10,1769	0,00197	
	28	287	135	10,15	10,05835	0,0085	
					sum	6,272678	

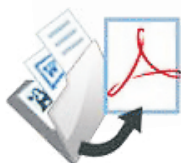




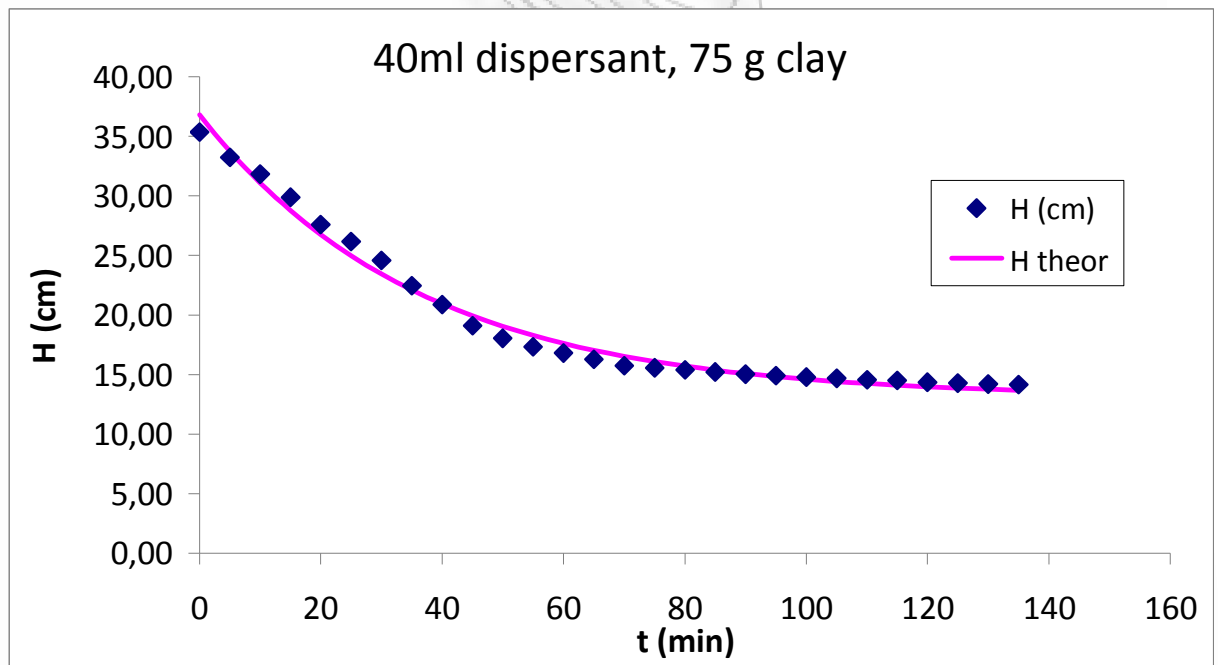
Σχήμα 7.7.7: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t

Πίνακας 7.7.8: Καθίζηση 75g πηλού με 40ml diesp ανά λίτρο

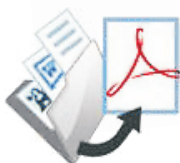
	28/3/2011			HO	36,81	SOLVER	
m πηλού (g)	75	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	13,12433	n	28
mL dispersant 10%	40			k	0,02768	p	3
mL diesel	-			SEE	0,74313	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	36,80625	2,069233	
	2	940	5	33,25	33,74578	0,250078	
	3	900	10	31,83	31,08082	0,562756	
	4	845	15	29,89	28,76026	1,266758	
	5	780	20	27,59	26,73959	0,717862	
	6	740	25	26,17	24,98006	1,421077	
	7	695	30	24,58	23,44791	1,282973	
	8	635	35	22,46	22,11377	0,118859	
	9	590	40	20,87	20,95204	0,007236	
	10	540	45	19,10	19,94045	0,708722	
	11	510	50	18,04	19,05959	1,044536	
	12	490	55	17,33	18,29256	0,926123	
	13	475	60	16,80	17,62465	0,68057	



14	460	65	16,27		17,04307	0,598913
15	445	70	15,74		16,53664	0,636777
16	440	75	15,56		16,09566	0,284986
17	435	80	15,38		15,71167	0,106725
18	430	85	15,21		15,3773	0,028614
19	425	90	15,03		15,08614	0,003007
20	422	95	14,93		14,83261	0,008572
21	418	100	14,78		14,61184	0,029543
22	415	105	14,68		14,41961	0,066571
23	412	110	14,57		14,25222	0,101954
24	410	115	14,50		14,10646	0,155494
25	406	120	14,36		13,97953	0,144232
26	404	125	14,29		13,86901	0,176034
27	402	130	14,22		13,77278	0,198084
28	400	135	14,15		13,68897	0,209884
					sum	13,80617

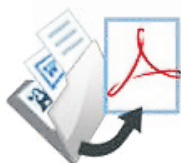


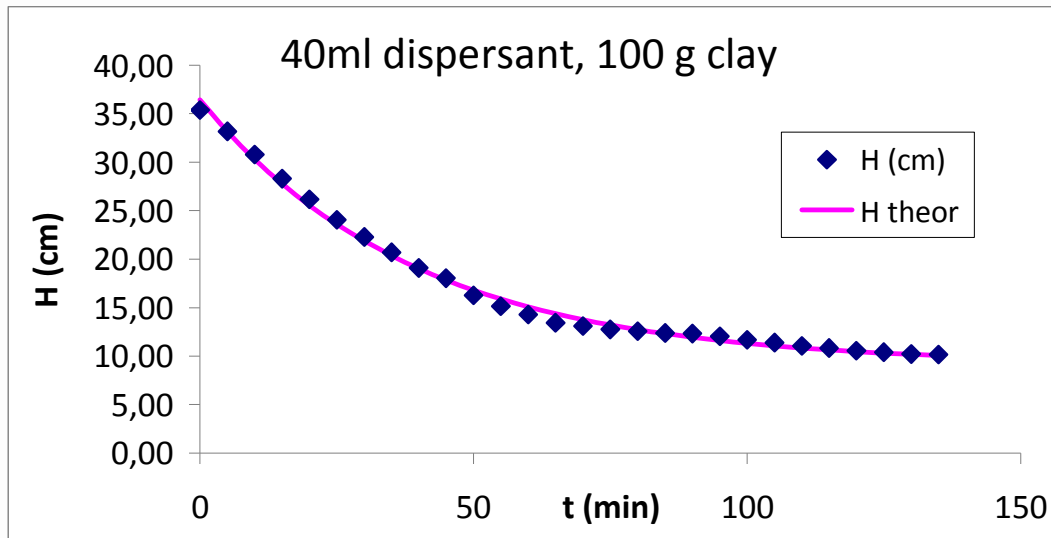
Σχήμα 7.7.8: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης  $H-t$



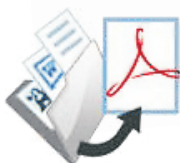
**Πίνακας 7.7.9: Καθίζηση 100g πηλού με 40ml diesp ανά λίτρο**

	28/3/2011			HO	36,43	SOLVER	
m πηλού (g)	100	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	9,186382	n	28
mL despersant 10%	40			k	0,02549	p	3
mL diesel	-			SEE	0,50091	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	36,42766	1,123387	
	2	938	5	33,17	33,16738	5,74E-05	
	3	870	10	30,77	30,2973	0,223404	
	4	800	15	28,29	27,77071	0,274053	
	5	740	20	26,17	25,54651	0,391422	
	6	680	25	24,05	23,5885	0,213053	
	7	630	30	22,28	21,86483	0,17377	
	8	585	35	20,69	20,34746	0,117433	
	9	540	40	19,10	19,01168	0,007554	
	10	510	45	18,04	17,83577	0,040718	
	11	460	50	16,27	16,8006	0,282417	
	12	428	55	15,14	15,88932	0,565377	
	13	404	60	14,29	15,0871	0,63764	
	14	380	65	13,44	14,38089	0,88575	
	15	370	70	13,09	13,75921	0,453108	
	16	361	75	12,77	13,21192	0,197278	
	17	355	80	12,56	12,73014	0,030479	
	18	350	85	12,38	12,30602	0,005285	
	19	348	90	12,31	11,93265	0,140871	
	20	340	95	12,03	11,60398	0,177295	
	21	330	100	11,67	11,31463	0,127255	
	22	322	105	11,39	11,05992	0,107911	
	23	312	110	11,03	10,83569	0,03962	
	24	306	115	10,82	10,6383	0,033942	
	25	298	120	10,54	10,46453	0,005634	
	26	294	125	10,40	10,31156	0,007493	
	27	289	130	10,22	10,1769	0,00197	
	28	287	135	10,15	10,05835	0,0085	
					sum	6,272678	





Σχήμα 7.7.9: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H-t

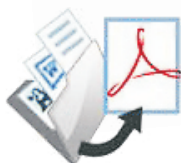


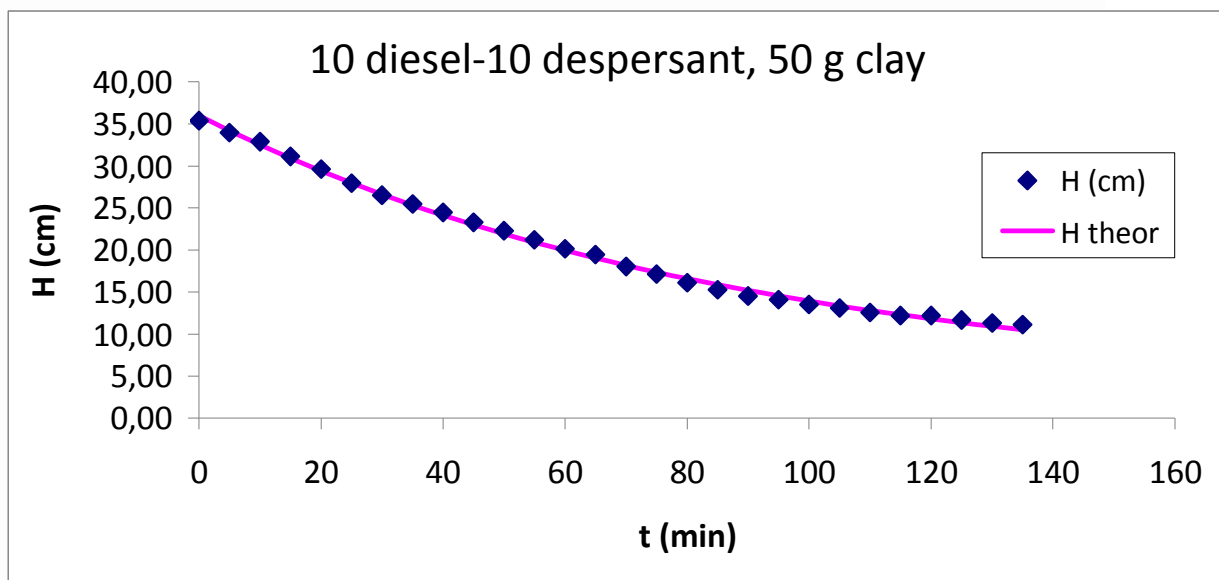


## 7.8 Επίδραση diesel – dispersant στην καθίζηση πηλού

**Πίνακας 7.8.1: Καθίζηση 50g πηλού με 10ml diesp-diesel ανά λίτρο**

				HO	36,00	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	3,437657	n	28
mL dispersant 10%	10			k	0,01132	p	3
mL diesel	10			SEE	0,39201	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	35,99722	0,39621	
	2	960	5	33,95	34,20581	0,063884	
	3	930	10	32,89	32,51296	0,143689	
	4	880	15	31,12	30,91325	0,044261	
	5	838	20	29,64	29,40156	0,055994	
	6	790	25	27,94	27,97304	0,001056	
	7	750	30	26,53	26,62311	0,009465	
	8	720	35	25,46	25,34746	0,013767	
	9	692	40	24,47	24,14199	0,110556	
	10	659	45	23,31	23,00285	0,092724	
	11	630	50	22,28	21,92638	0,126244	
	12	600	55	21,22	20,90914	0,097042	
	13	570	60	20,16	19,94787	0,04484	
	14	550	65	19,45	19,03949	0,17039	
	15	510	70	18,04	18,18108	0,020599	
	16	485	75	17,15	17,36991	0,04689	
	17	455	80	16,09	16,60336	0,26115	
	18	432	85	15,28	15,87899	0,36014	
	19	411	90	14,54	15,19448	0,43339	
	20	399	95	14,11	14,54762	0,189994	
	21	382	100	13,51	13,93636	0,181365	
	22	370	105	13,09	13,35872	0,074338	
	23	355	110	12,56	12,81287	0,066211	
	24	345	115	12,20	12,29705	0,009058	
	25	345	120	12,20	11,80961	0,153873	
	26	330	125	11,67	11,34899	0,103923	
	27	320	130	11,32	10,91371	0,163193	
	28	315	135	11,14	10,50238	0,407633	
					sum	3,841877	

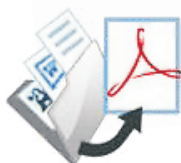




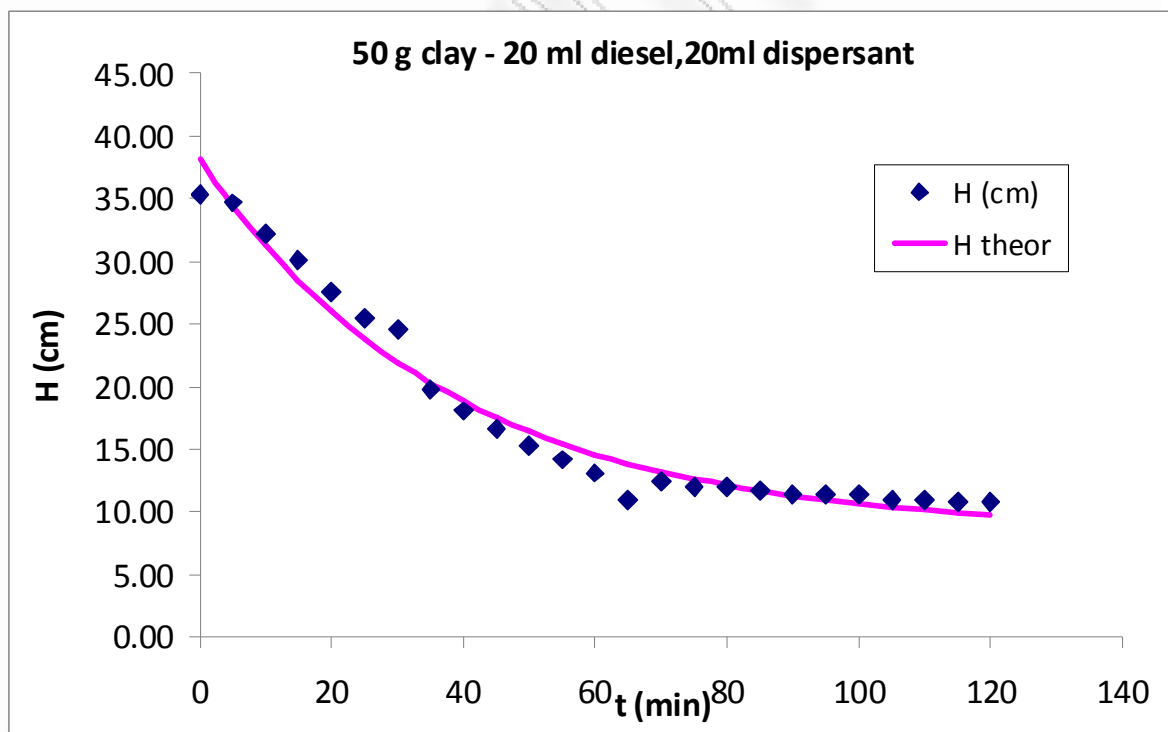
Σχήμα 7.8.1: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

**Πίνακας 7.8.2: Καθίζηση 50g πηλού με 20ml diesp-diesel ανά λίτρο**

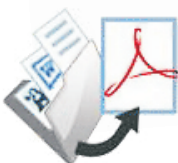
SOLVER							
				Ho	38,18		
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	8,507894711	n	25
mL dispresant	20			k	0,02646	p	3
mL diesel	20			SEE	1,40195741248	n-p	22
m αλάτι(g)	30						
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		38,17862129	7,900912	
2	980	5	34,66		34,50124697	0,025333	
3	910	10	32,18		31,2796445	0,819064	
4	850	15	30,06		28,45732576	2,576907	
5	780	20	27,59		25,98480372	2,566574	
6	720	25	25,46		23,81872477	2,709534	
7	695	30	24,58		21,92110851	7,072878	
8	560	35	19,81		20,25868181	0,204967	
9	510	40	18,04		18,80229541	0,58482	
10	470	45	16,62		17,52641278	0,816426	
11	430	50	15,21		16,40866237	1,441256	
12	400	55	14,15		15,42944536	1,644394	
13	370	60	13,09		14,571592	2,206766	



14	310	65	10,96		13,82006053	8,157041	
15	350	70	12,38		13,16167348	0,61302	
16	340	75	12,03		12,58488658	0,313428	
17	340	80	12,03		12,07958634	0,002975	
18	330	85	11,67		11,63691275	0,001187	
19	320	90	11,32		11,24910389	0,004703	
20	320	95	11,32		10,90935986	0,166729	
21	320	100	11,32		10,61172353	0,498381	
22	310	105	10,96		10,35097609	0,375807	
23	310	110	10,96		10,12254555	0,708058	
24	305	115	10,79		9,922426567	0,747778	
25	305	120	10,79		9,747110229	1,081721	
					sum	43,24066	

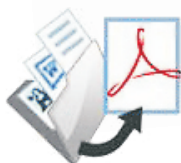


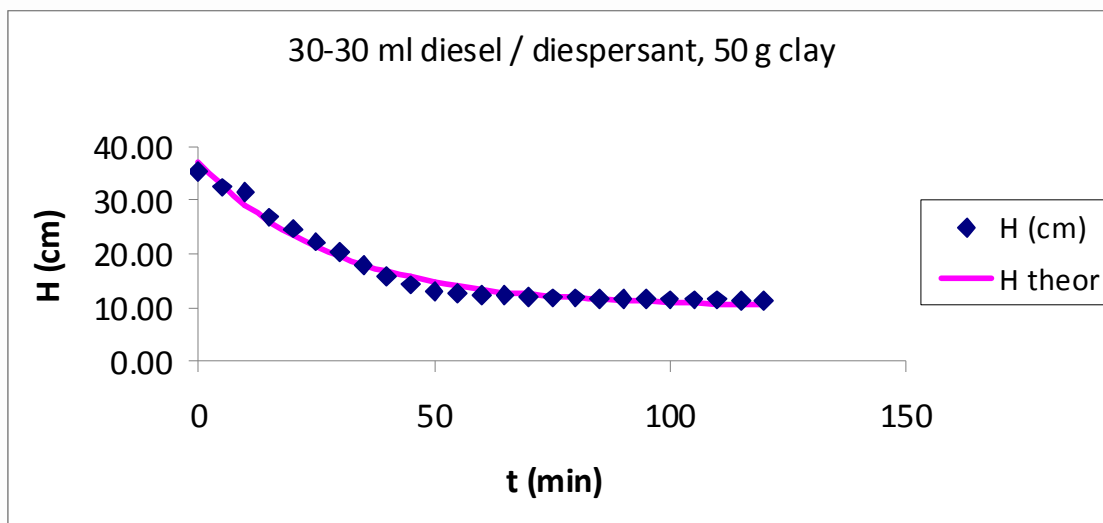
Σχήμα 7.8.2: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t



**Πίνακας 7.8.3: Καθίζηση 50g πηλού με 30ml diesp-diesel ανά λίτρο**

						SOLVER	
					Ho	37,29	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	10,25705	n	25
m αλάτι(g)	30			k	0,03553	p	3
mL dispresant	30						
mL diesel	30						
mL νερού	1000			SEE	1,05234	n-p	22
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		37,28555	3,677912	
2	920	5	32,54		32,88609	0,120929	
3	890	10	31,48		29,20274	5,173691	
4	760	15	26,88		26,11892	0,578478	
5	700	20	24,76		23,53707	1,489297	
6	630	25	22,28		21,37546	0,82125	
7	580	30	20,51		19,56571	0,897941	
8	510	35	18,04		18,05052	0,000168	
9	450	40	15,92		16,78197	0,750783	
10	405	45	14,32		15,7199	1,948697	
11	370	50	13,09		14,83071	3,043747	
12	360	55	12,73		14,08625	1,832914	
13	350	60	12,38		13,46296	1,17559	
14	350	65	12,38		12,94113	0,316311	
15	340	70	12,03		12,50424	0,229634	
16	335	75	11,85		12,13846	0,084252	
17	335	80	11,85		11,83222	0,000255	
18	330	85	11,67		11,57583	0,009126	
19	330	90	11,67		11,36117	0,096219	
20	330	95	11,67		11,18145	0,240013	
21	325	100	11,49		11,03098	0,214868	
22	325	105	11,49		10,90501	0,347526	
23	325	110	11,49		10,79954	0,483001	
24	320	115	11,32		10,71124	0,367777	
25	320	120	11,32		10,63731	0,462911	
					sum	24,36329	

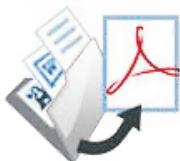




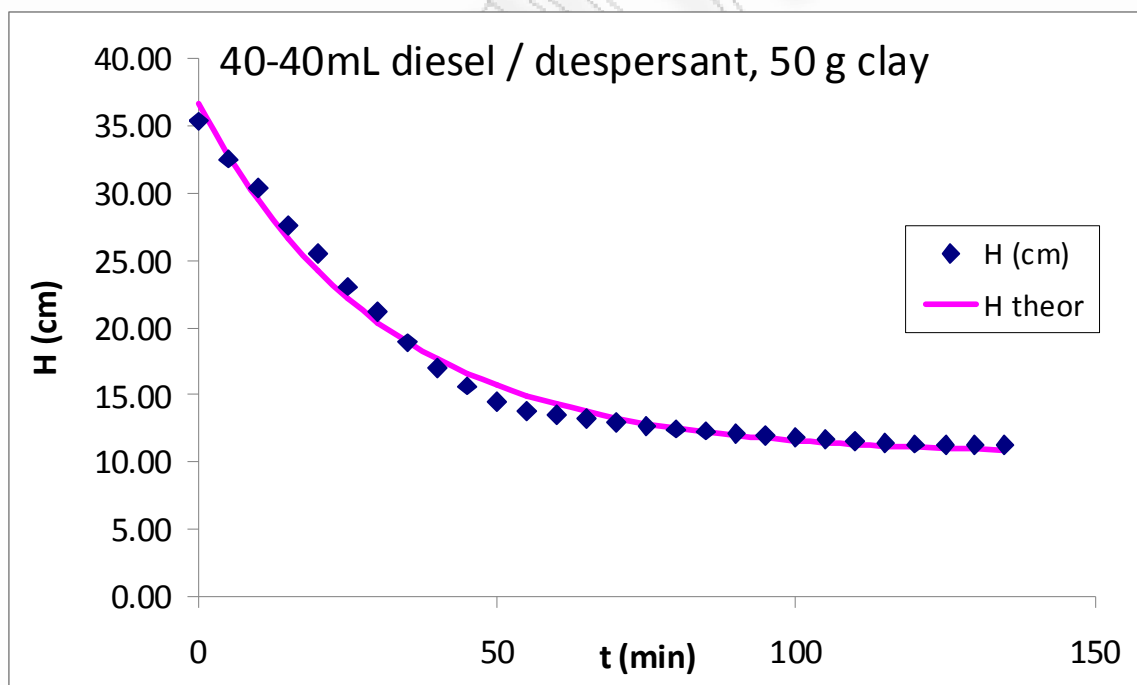
Σχήμα 7.8.3: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.8.4: Καθίζηση 50g πηλού με 40ml diesp-diesel ανά λίτρο

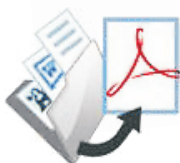
				SOLVER		
				Ho	36,75	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	10,60835	
m dispersant	40				0	
m diesel	40			k	0,03261	
mL νερού	1000			SEE	0,71160	
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	36,75142	1,914494
	2	920	5	32,54	32,81869	0,078591
	3	860	10	30,42	29,47756	0,881194
	4	780	15	27,59	26,63904	0,898354
	5	722	20	25,54	24,22753	1,710866
	6	652	25	23,06	22,17878	0,776172
	7	599	30	21,19	20,43822	0,55811
	8	535	35	18,92	18,9595	0,001425
	9	481	40	17,01	17,70323	0,477944
	10	444	45	15,70	16,63594	0,869838
	11	410	50	14,50	15,7292	1,509011
	12	390	55	13,79	14,95887	1,358244
	13	382	60	13,51	14,30441	0,630319
	14	375	65	13,26	13,74841	0,235708



15	368	70	13,02		13,27605	0,067969	
16	360	75	12,73		12,87474	0,020262	
17	353	80	12,48		12,53381	0,002399	
18	349	85	12,34		12,24416	0,009839	
19	344	90	12,17		11,99808	0,028369	
20	339	95	11,99		11,78902	0,040261	
21	335	100	11,85		11,61141	0,056069	
22	332	105	11,74		11,46052	0,079286	
23	328	110	11,60		11,33233	0,071985	
24	325	115	11,49		11,22342	0,073498	
25	321	120	11,35		11,13089	0,049355	
26	320	125	11,32		11,05229	0,070437	
27	319	130	11,28		10,9855	0,088098	
28	318	135	11,25		10,92877	0,10124	
					sum	12,65934	

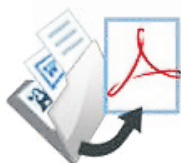


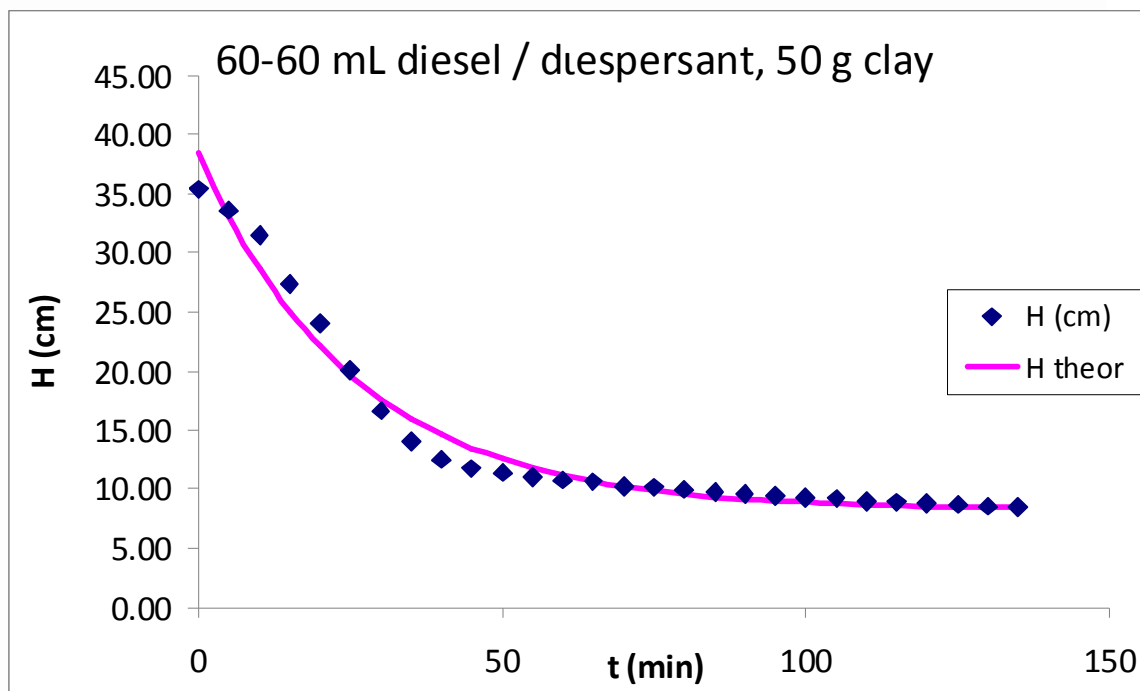
Σχήμα 7.8.4: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H – t



**Πίνακας 7.8.5: Καθίζηση 50g πηλού με 60ml diesp-diesel ανά λίτρο**

SOLVER						
				Ho	38,41	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	8,285811	n
m dispersant	60			k	0,03910	p
m diesel	60			SEE	1,30701	n-p
mL νερού	1000					
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)	H theor	SEE	
1	1000	0	35,37	38,40655	9,234241	
2	950	5	33,60	33,0572	0,293953	
3	890	10	31,48	28,65788	7,949199	
4	775	15	27,41	25,03986	5,617642	
5	680	20	24,05	22,06439	3,942954	
6	568	25	20,09	19,61736	0,222342	
7	470	30	16,62	17,60491	0,964443	
8	398	35	14,08	15,94987	3,509988	
9	353	40	12,48	14,58875	4,426533	
10	332	45	11,74	13,46937	2,983469	
11	322	50	11,39	12,54879	1,346448	
12	310	55	10,96	11,79169	0,685066	
13	305	60	10,79	11,16906	0,145841	
14	301	65	10,65	10,657	0,000128	
15	290	70	10,26	10,23589	0,000431	
16	288	75	10,19	9,88956	0,087827	
17	282	80	9,97	9,604739	0,13614	
18	276	85	9,76	9,370501	0,152883	
19	272	90	9,62	9,177863	0,195513	
20	268	95	9,48	9,019438	0,210794	
21	263	100	9,30	8,889148	0,170218	
22	260	105	9,20	8,781997	0,171083	
23	255	110	9,02	8,693876	0,105563	
24	251	115	8,88	8,621405	0,065487	
25	248	120	8,77	8,561804	0,043849	
26	246	125	8,70	8,512789	0,035224	
27	242	130	8,56	8,472478	0,007486	
28	240	135	8,49	8,439326	0,002395	
				sum	42,70714	

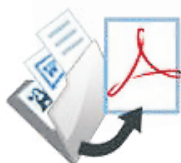




Σχήμα 7.8.5: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

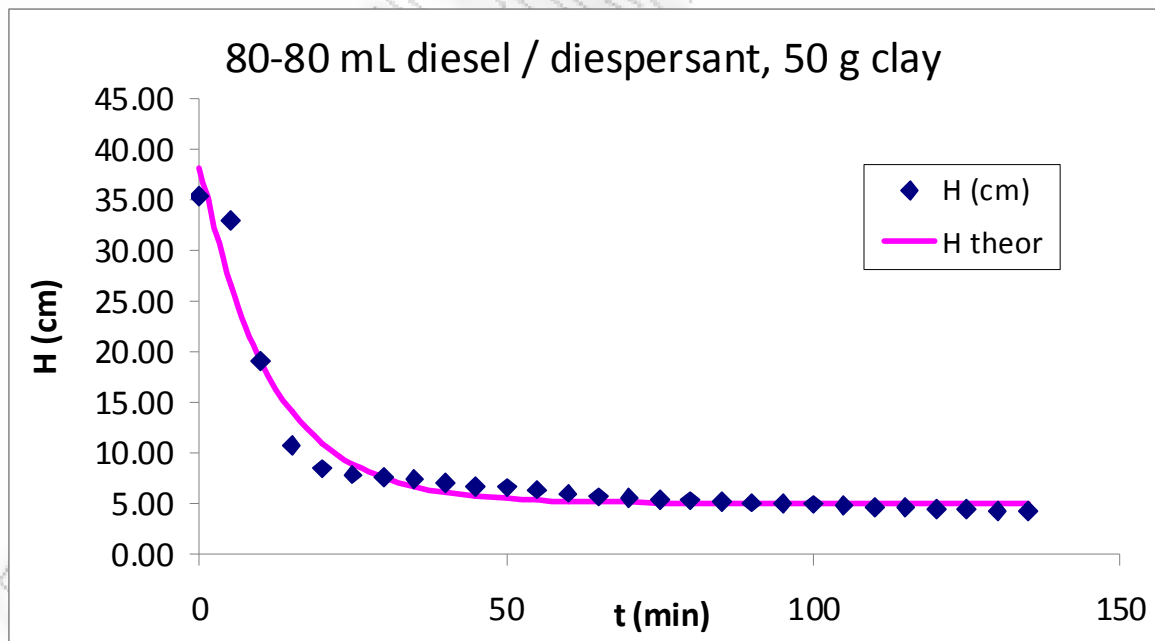
Πίνακας 7.8.6: Καθίζηση 50g πηλού με 80ml diesp-diesel ανά λίτρο

				SOLVER			
				Ho	38,13		
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	5,059517	n	28
m dierspersant	80				0		
m diesel	80			k	0,08602	p	3
mL νερού	1000			SEE	1,72433	n-p	25
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	38,12505	7,602642	
	2	930	5	32,89	26,56652	40,01193	
	3	540	10	19,10	19,04844	0,002515	
	4	305	15	10,79	14,15841	11,3653	
	5	240	20	8,49	10,97776	6,197615	
	6	222	25	7,85	8,908957	1,11791	
	7	214	30	7,57	7,56333	2,89E-05	
	8	209	35	7,39	6,688087	0,495301	
	9	200	40	7,07	6,118797	0,911559	
	10	190	45	6,72	5,74851	0,94355	

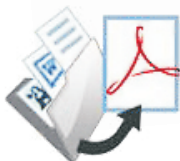




11	188	50	6,65	5,507663	1,302969
12	180	55	6,37	5,351007	1,030612
13	170	60	6,01	5,249113	0,582791
14	160	65	5,66	5,182837	0,226581
15	158	70	5,59	5,139729	0,201043
16	152	75	5,38	5,11169	0,069807
17	150	80	5,31	5,093452	0,044822
18	148	85	5,23	5,08159	0,02336
19	144	90	5,09	5,073874	0,000364
20	142	95	5,02	5,068855	0,002175
21	141	100	4,99	5,065591	0,006199
22	138	105	4,88	5,063468	0,033385
23	132	110	4,67	5,062087	0,154875
24	130	115	4,60	5,061188	0,21472
25	127	120	4,49	5,060604	0,323645
26	125	125	4,42	5,060224	0,408645
27	123	130	4,35	5,059977	0,503734
28	122	135	4,31	5,059816	0,554949
				sum	74,33302



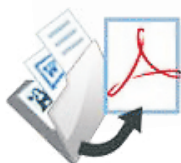
Σχήμα 7.8.6: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

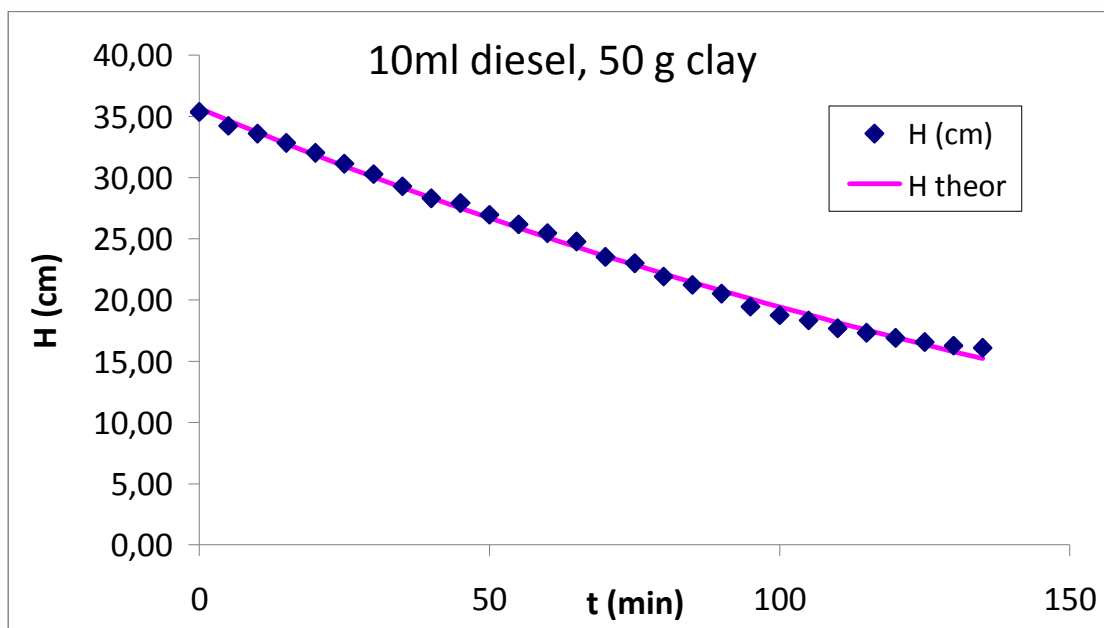


## 7.9. Επίδραση στην καθίζηση από πετρέλαιο diesel

Πίνακας 7.9.1: Καθίζηση 50g ηλίου με 10ml diesel ανά λίτρο

	6/12/2010			HO	35,66	SOLVER	
m ηλίου (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	-10,8818	n	28
mL despersant 10%	-			k	0,00429	p	3
mL diesel	10			SEE	0,38348	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
1	1000	0	35,37		35,66188	0,086504	
2	968	5	34,24		34,67489	0,192628	
3	950	10	33,60		33,70883	0,01198	
4	928	15	32,82		32,76326	0,003367	
5	905	20	32,01		31,83774	0,028931	
6	880	25	31,12		30,93184	0,036785	
7	856	30	30,27		30,04515	0,05274	
8	828	35	29,28		29,17727	0,0115	
9	800	40	28,29		28,32779	0,001128	
10	789	45	27,91		27,49633	0,16715	
11	762	50	26,95		26,68249	0,071687	
12	740	55	26,17		25,88592	0,081927	
13	720	60	25,46		25,10623	0,128563	
14	700	65	24,76		24,34308	0,171687	
15	665	70	23,52		23,59612	0,005861	
16	650	75	22,99		22,86499	0,01539	
17	620	80	21,93		22,14937	0,048997	
18	600	85	21,22		21,44892	0,052103	
19	580	90	20,51		20,76333	0,062511	
20	550	95	19,45		20,09227	0,409599	
21	530	100	18,74		19,43544	0,476831	
22	518	105	18,32		18,79255	0,222827	
23	500	110	17,68		18,16328	0,229825	
24	490	115	17,33		17,54736	0,047158	
25	478	120	16,91		16,9445	0,001499	
26	468	125	16,55		16,35443	0,039079	
27	460	130	16,27		15,77687	0,242364	
28	455	135	16,09		15,21155	0,775774	
					sum	3,676395	

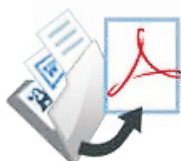




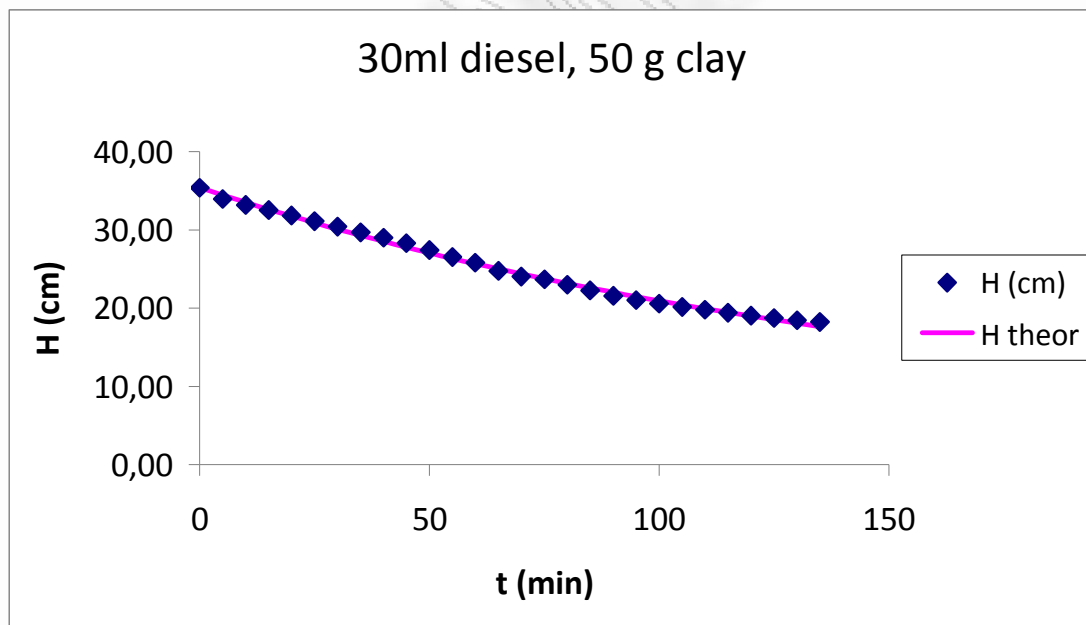
Σχήμα 7.9.1: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t

Πίνακας 7.9.2: Καθίζηση 50g πηλού με 10ml diesel ανά λίτρο

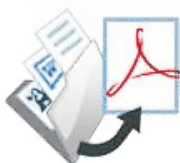
	6/12/2010			HO	35,41	SOLVER	
m πηλού (g)	50	E (cm <sup>2</sup> )	28,27433	He	4,221996	n	28
mL despersant 10%	-			k	0,00623	p	3
mL diesel	30			SEE	0,33229	n-p	25
mL νερού	1000						
a/a	V (mL)	t (min)	H (cm)		H theor	SEE	
	1	1000	0	35,37	35,41187	0,001945	
	2	960	5	33,95	34,45493	0,251884	
	3	938	10	33,17	33,52736	0,124183	
	4	920	15	32,54	32,62824	0,008082	
	5	900	20	31,83	31,75671	0,005517	
	6	880	25	31,12	30,91192	0,044821	
	7	860	30	30,42	30,09305	0,104476	
	8	840	35	29,71	29,2993	0,167789	
	9	820	40	29,00	28,52991	0,222463	
	10	800	45	28,29	27,78412	0,260196	
	11	775	50	27,41	27,06121	0,121667	
	12	750	55	26,53	26,36048	0,027338	



13	730	60	25,82	25,68125	0,018828
14	700	65	24,76	25,02286	0,070451
15	680	70	24,05	24,38467	0,111952
16	670	75	23,70	23,76606	0,004852
17	650	80	22,99	23,16643	0,031465
18	630	85	22,28	22,5852	0,092116
19	610	90	21,57	22,0218	0,200222
20	595	95	21,04	21,47568	0,186506
21	582	100	20,58	20,94632	0,131251
22	570	105	20,16	20,43321	0,074846
23	560	110	19,81	19,93583	0,01687
24	549	115	19,42	19,45372	0,001355
25	538	120	19,03	18,98639	0,001719
26	530	125	18,74	18,53341	0,044736
27	522	130	18,46	18,09432	0,135169
28	515	135	18,21	17,6687	0,297783
				sum	2,760484

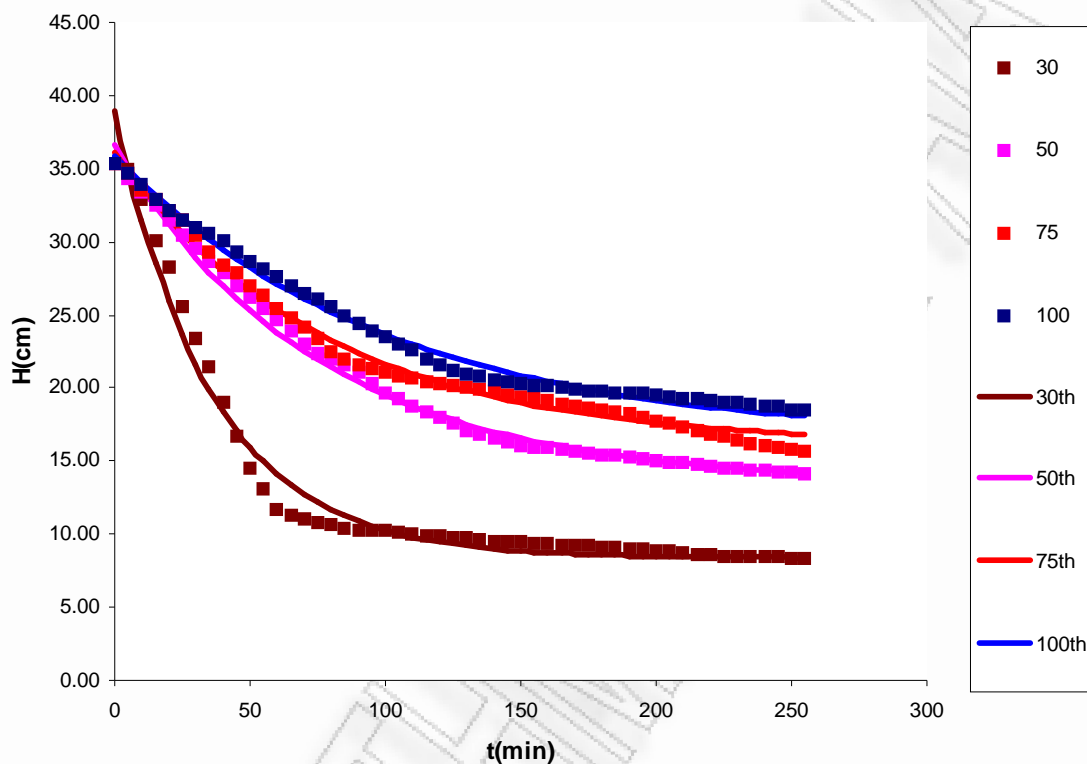


Σχήμα 7.9.2: Μέθοδος 3 - Διάγραμμα Συσχέτισης H –t



## 8. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

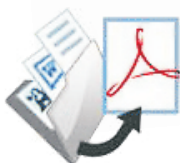
- Καθίζηση Πηλού

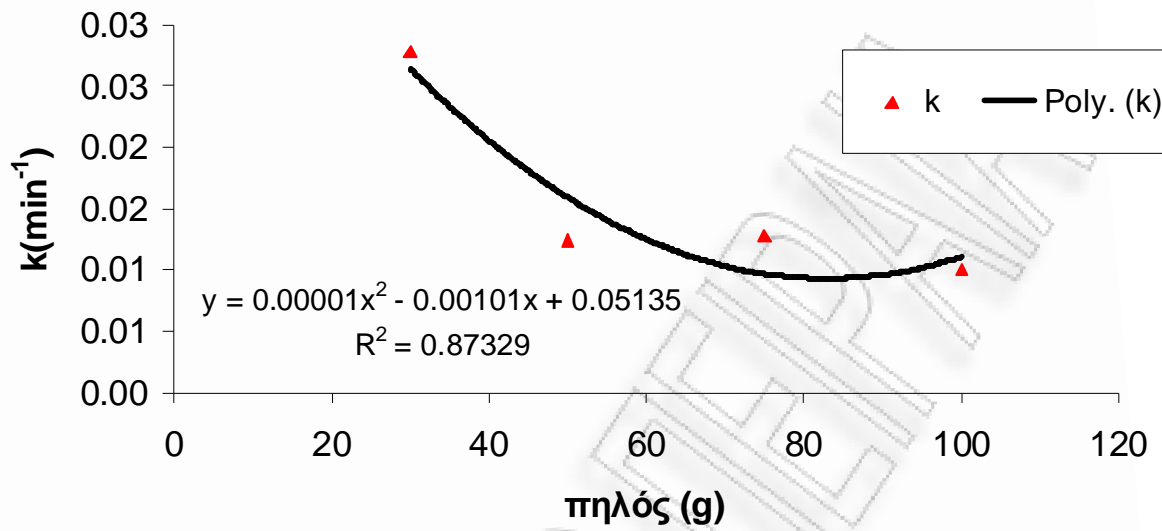


Σχήμα 8.1: Συγκεντρωτικό διάγραμμα καθίζησης πηλού (30 – 100 g)

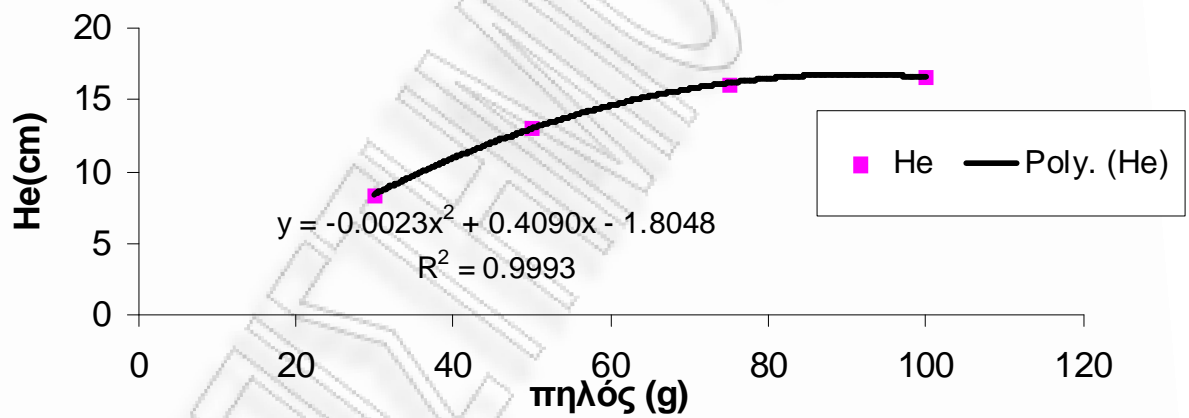
Πίνακας 8.1: Επίδραση στις παραμέτρους του πηλού από την καθίζηση

METHOD 1	ΠΗΛΟΣ (G)	HO	HE	K
	30	35,40	7,87817	0,01720
	50	35,40	7,31	0,00570
	75	35,40	0	0,00370
	100	35,4	7,31	0,0039
Method 2	πηλός (g)	Ho	He	k
	30	23,54	7,8782	0,0146
	50	36,60	13,4449	0,0133
	75	1,00	0,0000	0,0030
	100	17,26	16,25989	0,00953
Method 3	πηλός (g)	Ho	He	k
	30	38,99	8,389093	0,02784
	50	36,42	13,13106	0,01243
	75	36,11	16,08971	0,01282
	100	35,91	16,59894	0,01009

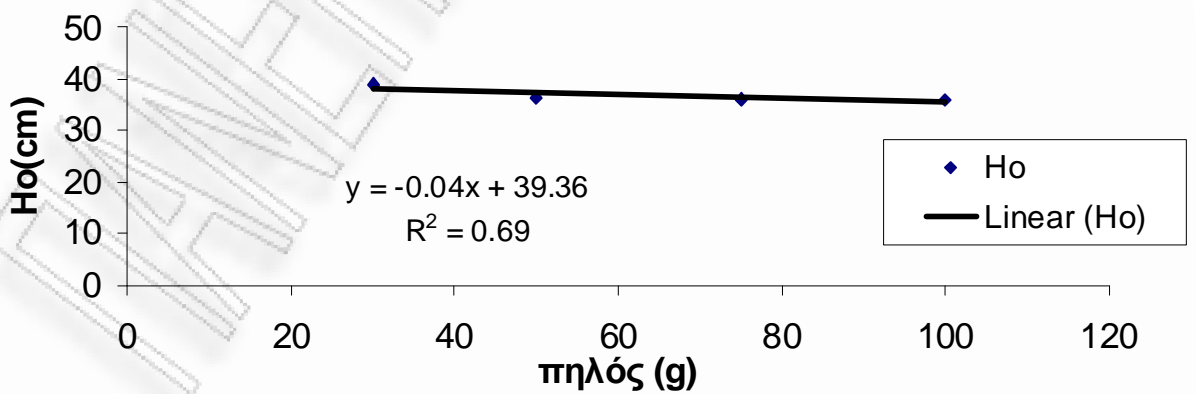




(α)

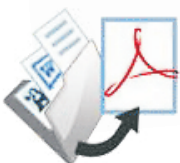


(β)



(γ)

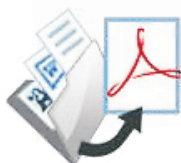
Σχήμα 8.2: Επίδραση στις παραμέτρους του πηλού από την καθίζηση

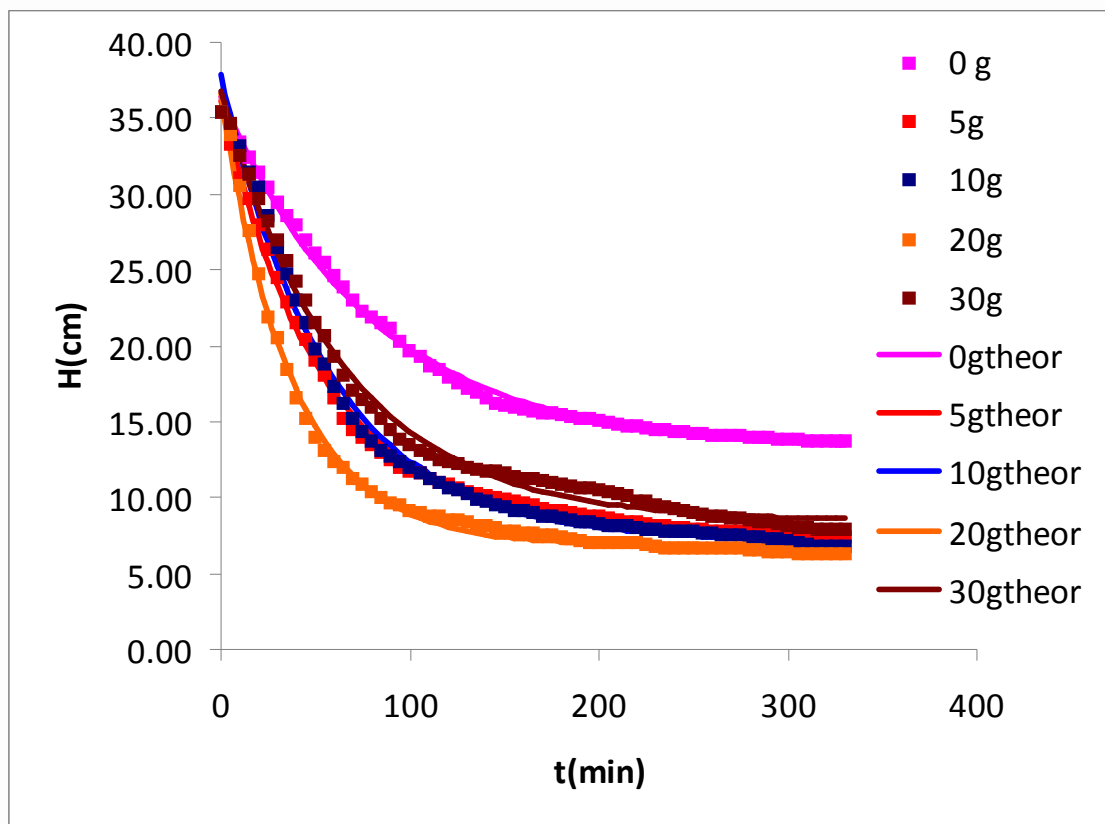


- Επίδραση του CaCl<sub>2</sub>

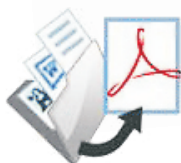
Πίνακας 8.2: Επίδραση CaCl<sub>2</sub> στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης

50 G CLAY					
Method 1	CaCl <sub>2</sub> (g)	Ho	He	k	R <sup>2</sup>
	0	35,4	15,83	0,0111	0,79
	5	35,4	7,31	0,0159	0,97
	10	35,4	6,70	0,0147	0,95
	20	35,4	6,32	0,0188	0,96
	30	35,4	7,88	0,0142	0,92
Method 2	CaCl <sub>2</sub> (g)	Ho	He	k	R <sup>2</sup>
	0	36,08	11,2659	0,0055	1
	5	35,40	7,3100	0,0159	0,97
	10	34,17	6,7227	0,0147	0,94
	20	26,95	6,3025	0,0168	0,97
	30	35,90	7,7682	0,0134	0,96
Method 3	CaCl <sub>2</sub> (g)	Ho	He	k	
	0	36,1787	10,7268	0,0053	
	5	36,1555	7,7286	0,0186	
	10	37,8454	7,1294	0,0176	
	20	36,6777	6,8345	0,0265	
	30	36,7478	8,4463	0,0157	

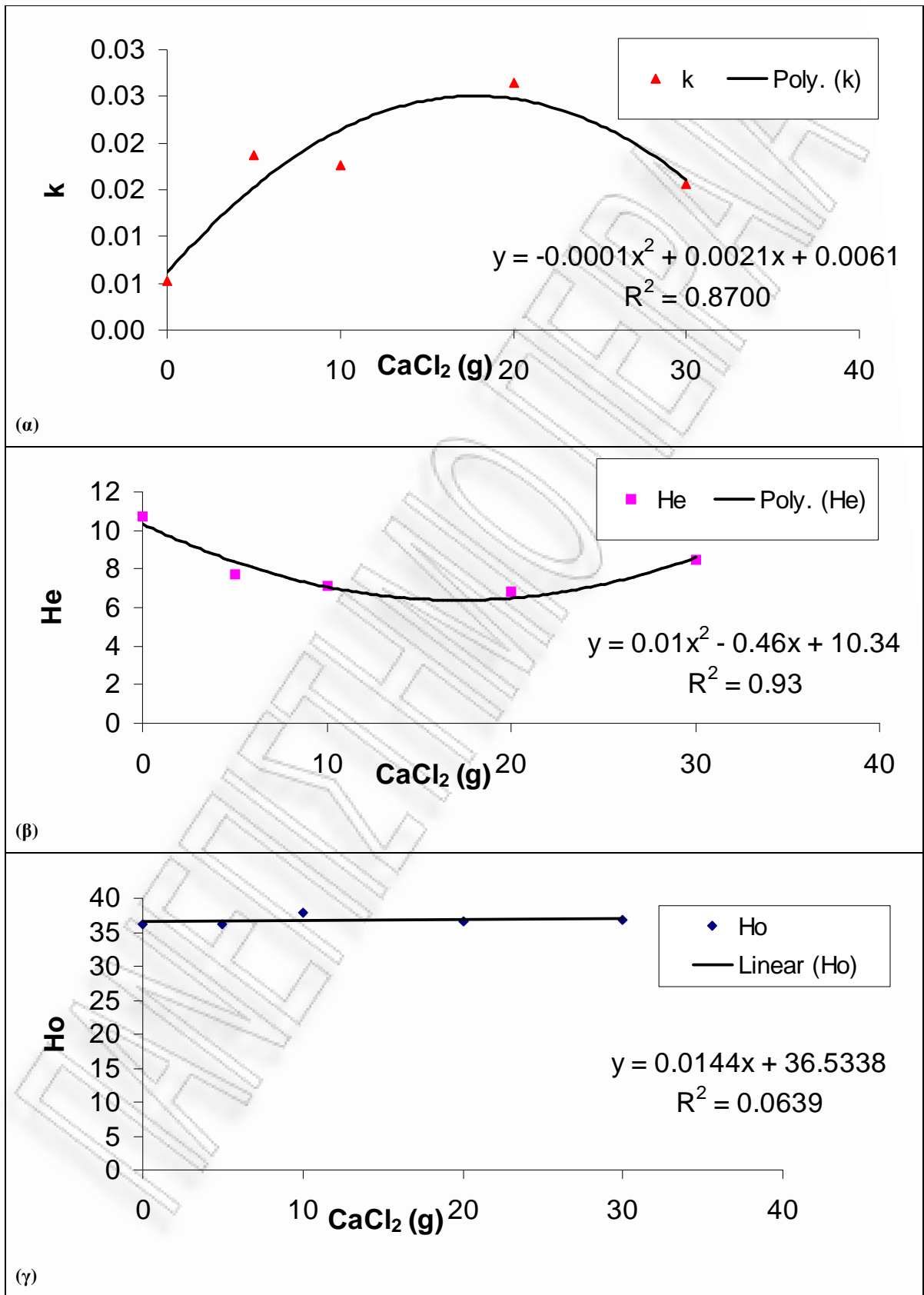




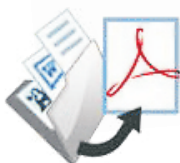
Σχήμα 8.3.: Επίδραση  $\text{CaCl}_2$  στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης





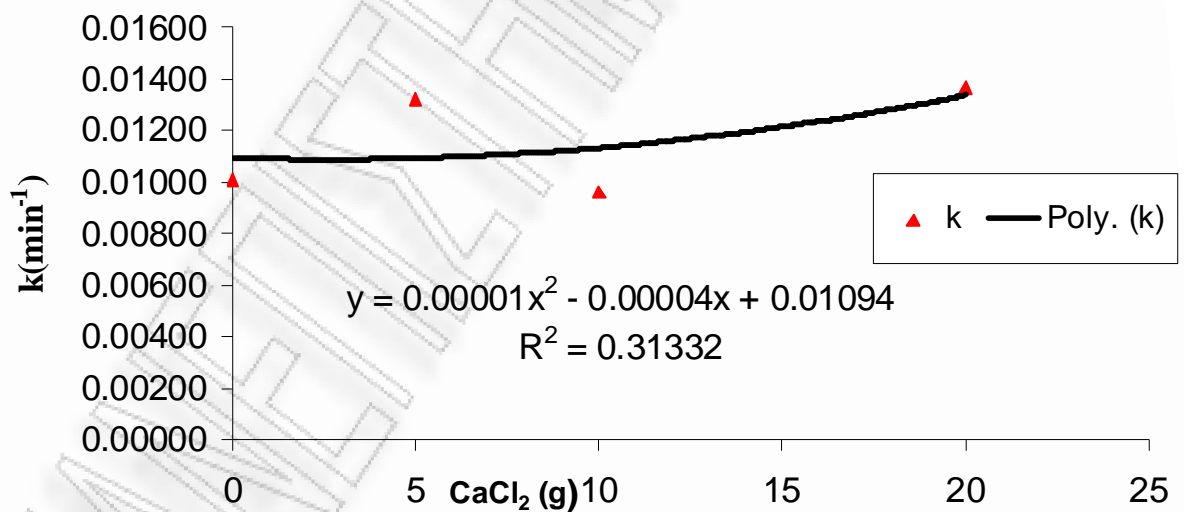


Σχήμα 8.3: Επίδραση  $\text{CaCl}_2$  στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης

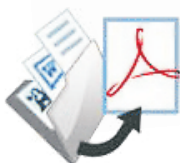


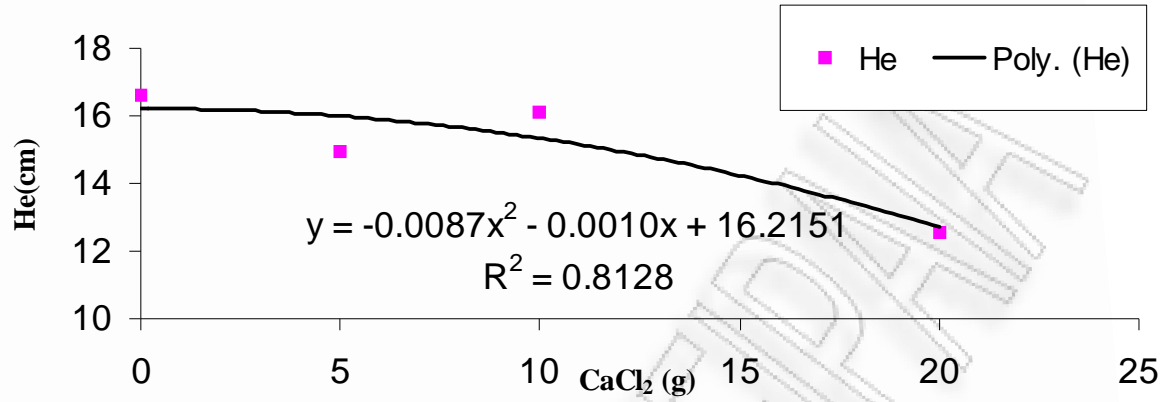
**Πίνακας 8.3: Επίδραση 100g CaCl<sub>2</sub> στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης**

Method 1	CaCl <sub>2</sub> (g)	Ho	He	k
	0	35,4	7,31	0,0039
	5	35,4	15,33	0,0139
	10	35,4	17,33	0,0124
	20	35,4	13,06025	0,0152
Method 2	CaCl <sub>2</sub> (g)	Ho	He	k
	0	35,80	16,25989	0,00953
	5	38,35	15,33255	0,01446
	10	37,83	16,84424	0,01088
	20	37,96	13,02262	0,01527
Method 3	CaCl <sub>2</sub> (g)	Ho	He	k
	0	35,91	16,59894	0,01009
	5	38,05774	14,96831	0,013215
	10	37,78744	16,10058	0,009621
	20	37,55356	12,57799	0,01366

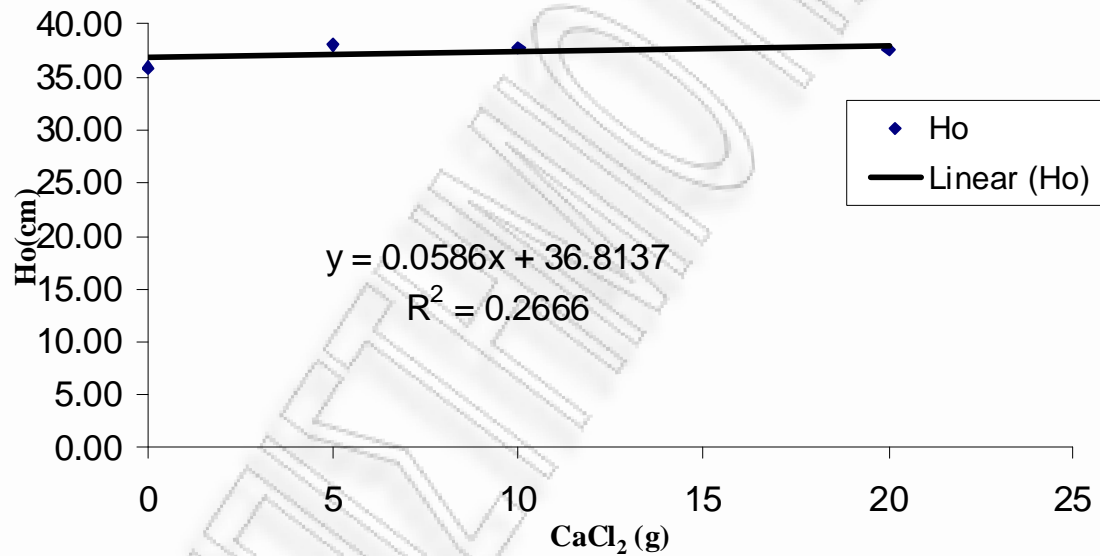


(α)





(β)

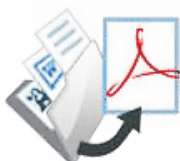


(γ)

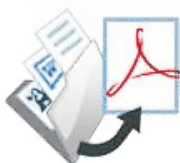
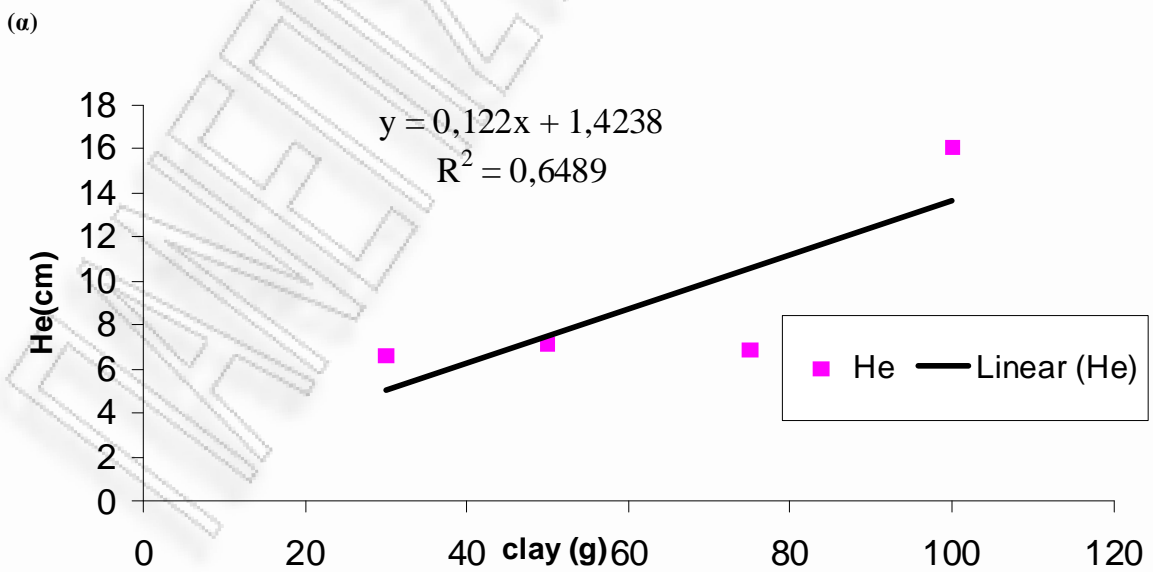
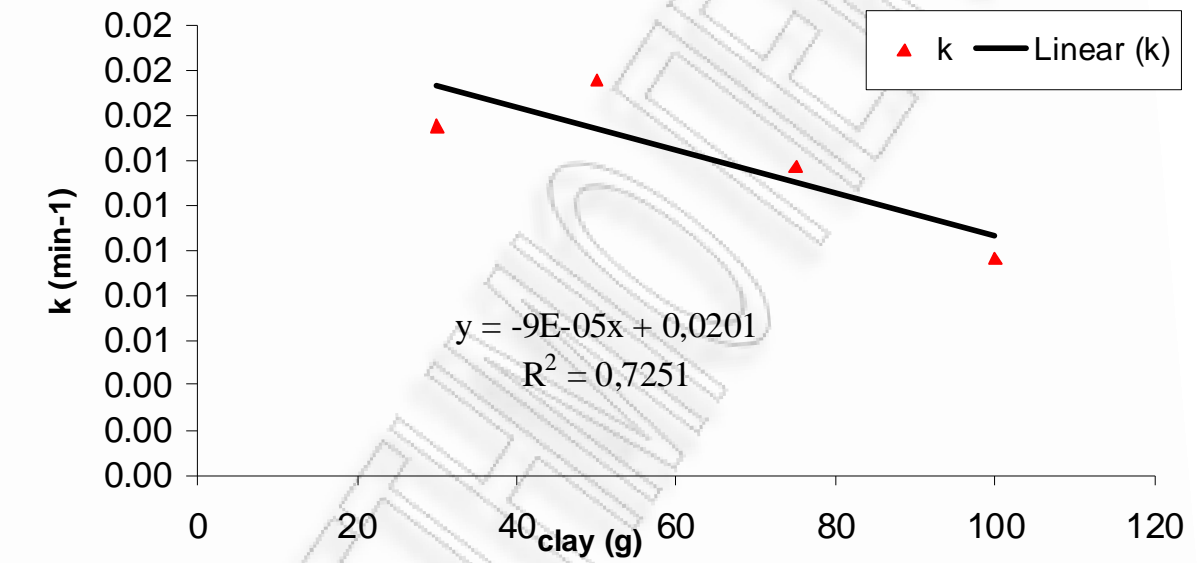
Σχήμα 8.4: Επίδραση CaCl<sub>2</sub> στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης

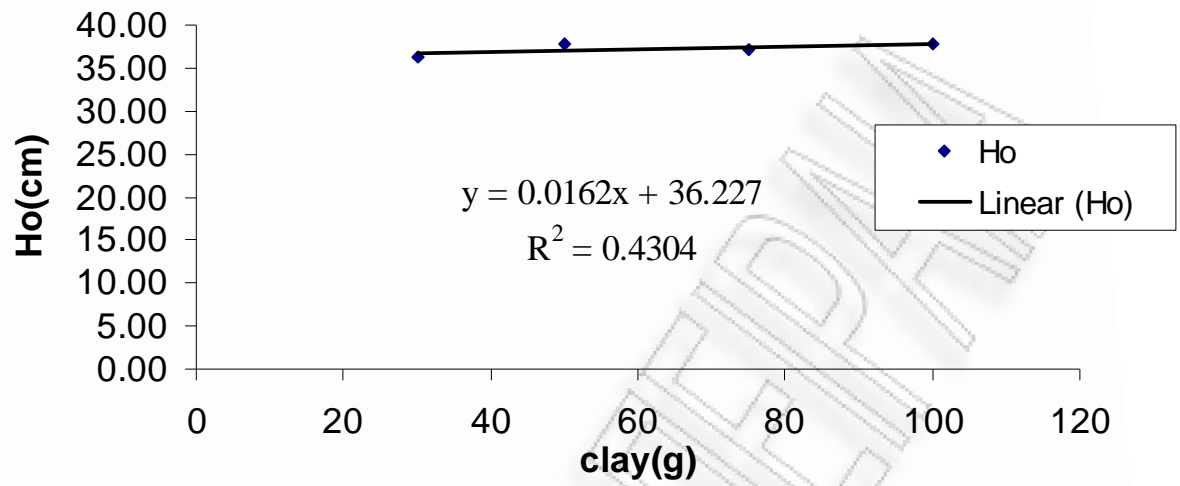
**Πίνακας 8.4: Επίδραση CaCl<sub>2</sub> στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης**

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	CLAY (G)	HO	HE	K	SEE
10g CaCl <sub>2</sub>					
	30	35,4	6,7	0,0143	0,812053
	50	35,4	6,7	0,0147	0,896413
	75	35,4	6,7	0,0121	0,722219
	100	35,4	17,332	0,0124	1,715178
	clay (g)	Ho	He	k	SEE
	30	35,03	6,9328	0,0160	0,84884
	50	34,17	6,7227	0,0147	1,04443



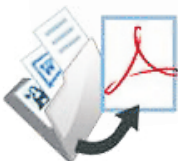
	75	37,65	7,3916	0,0153	0,63630
	100	37,83	16,8442	0,0109	0,91884
	clay (g)	Ho	He	k	SEE
	30	36,23	6,6790	0,0155	0,70090
	50	37,85	7,1294	0,0176	0,61648
	75	37,18	6,9032	0,0137	0,47106
	100	37,79	16,1006	0,0096	0,84935



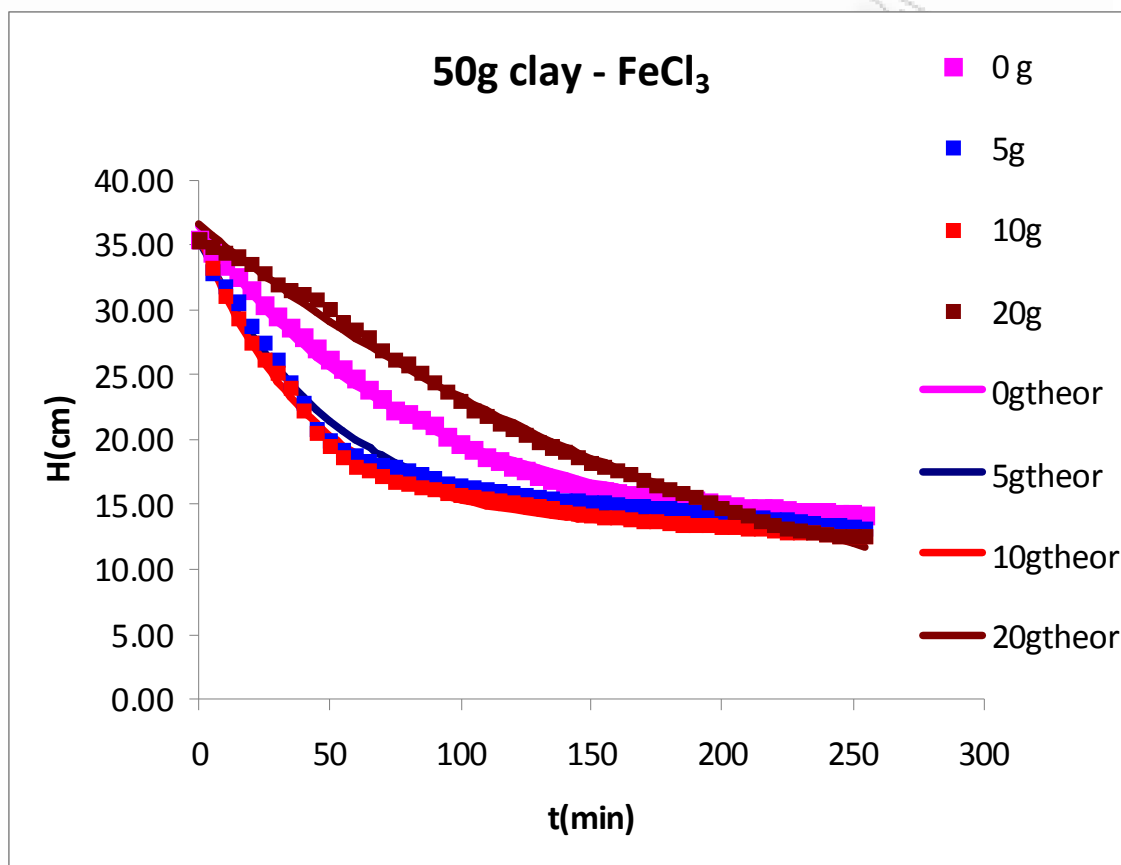


(γ)

Σχήμα 8.5: Επίδραση  $\text{CaCl}_2$  στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης



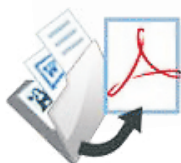
- Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την επίδραση  $\text{FeCl}_3$

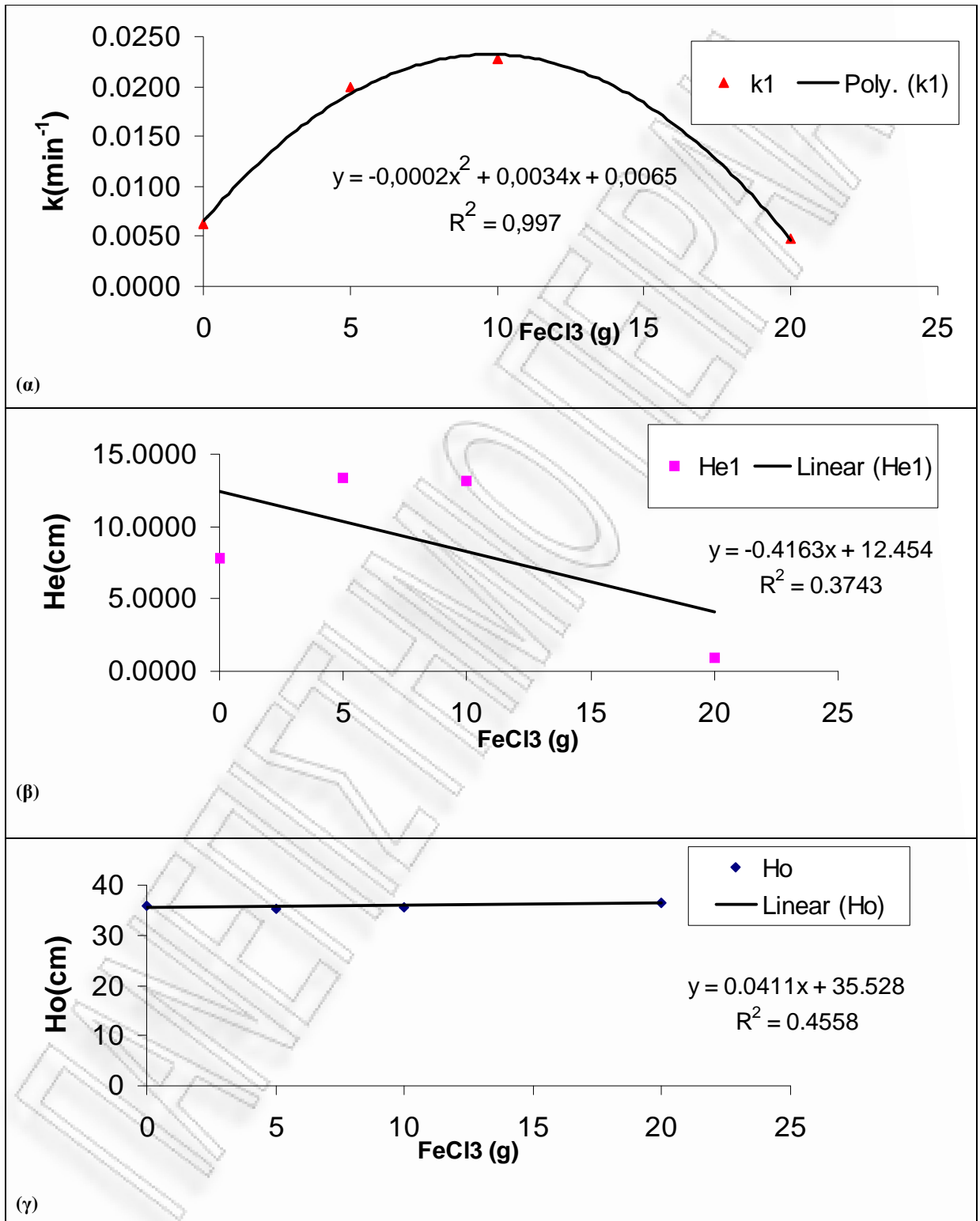


Σχήμα 8.6: Επίδραση  $\text{FeCl}_3$  στην καθίζηση πηλού

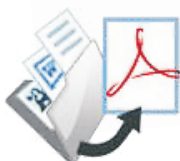
Πίνακας 8.5: Επίδραση  $\text{FeCl}_3$  στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης

METHOD1	$\text{FeCl}_3$	HO	HE1	K1	$R^2$
50g clay	0	35,4	12,535	0,0133	0,7976
	5	35,4	7,31	0,0065	0,54
	10	35,4	7,31	0,0083	0,61
	20	35,4	7,31	0,0065	0,98
Method2	$\text{FeCl}_3$	Ho	He1	k1	$R^2$
	0	35,72	8,664	0,0066	1
	5	31,31	12,22	0,0127	0,95
	10	24,96	0,000	0,0033	0,8
	20	36,31	13,132	0,0044	0,99
Method3	$\text{FeCl}_3$	Ho	He1	k1	
	0	35,94	7,8317	0,0062	
	5	35,39	13,3091	0,0199	
	10	35,63	13,1318	0,0227	
	20	36,59	0,9744	0,0047	



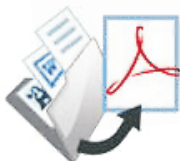


Σχήμα 8.7: Επίδραση  $\text{FeCl}_3$  στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης

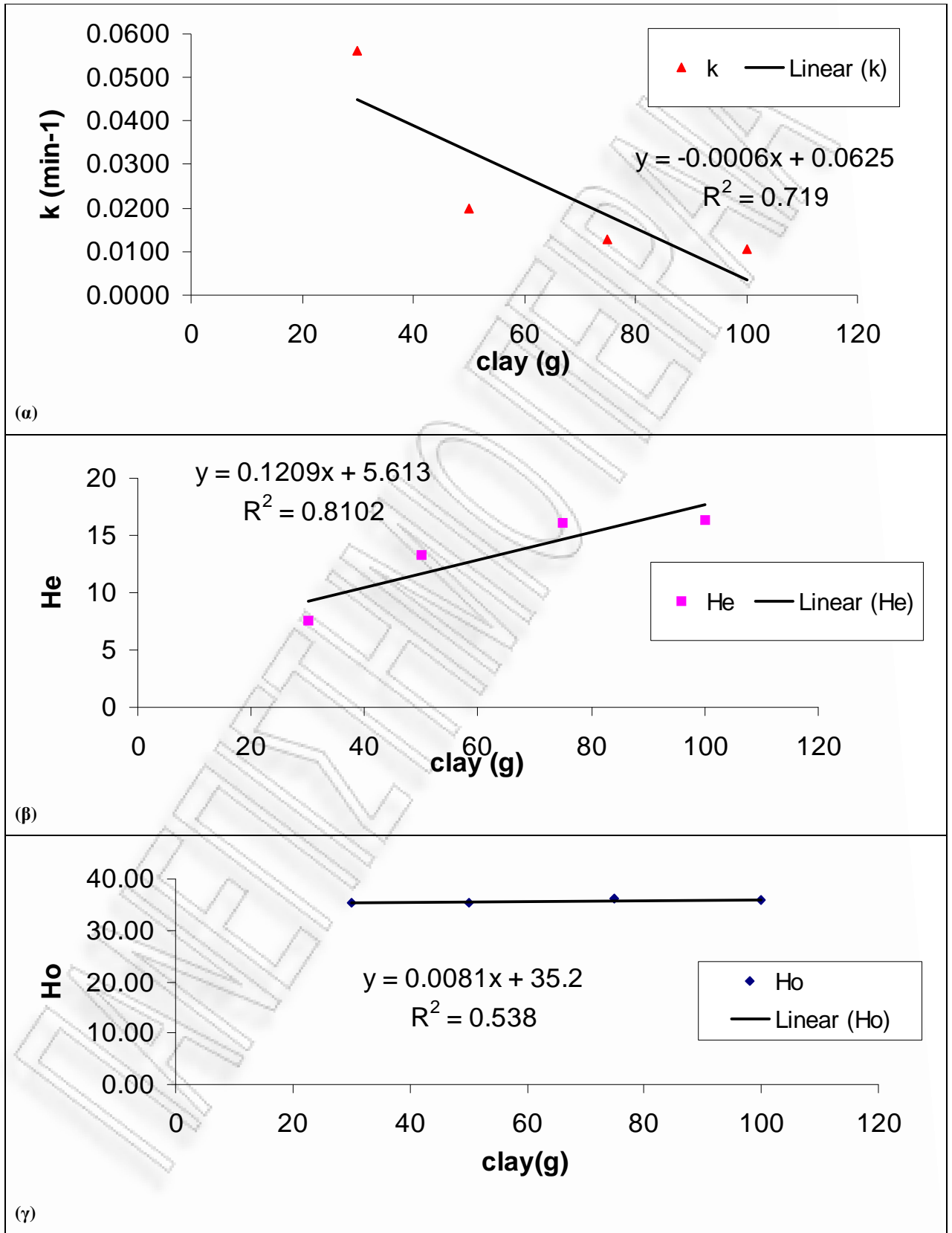


**Πίνακας 8.6: Επίδραση FeCl<sub>3</sub> στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης**

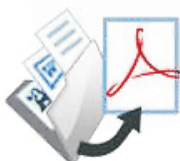
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	CLAY (G)	HO	HE	K	SEE
5g FeCl <sub>3</sub>					
	30	35,4	6,83	0,0197	3,912928
	50	35,4	7,31	0,0065	3,645664
	75	35,4	15,83	0,0126	0,603598
	100	36,59	16,74	0,0124	0,689632
	clay (g)	Ho	He	k	SEE
	30	15,95	6,83	0,0145	3,33953
	50	31,31	12,22	0,0127	1,20681
	75	35,79	15,60	0,0115	0,57813
	100	35,87	16,30	0,0106	0,24132
	clay (g)	Ho	He	k	SEE
	30	35,49	7,553	0,0560	0,59717
	50	35,39	13,309	0,0199	0,69374
	75	36,11	16,090	0,0128	0,52048
	100	35,88	16,318	0,0106	0,24113



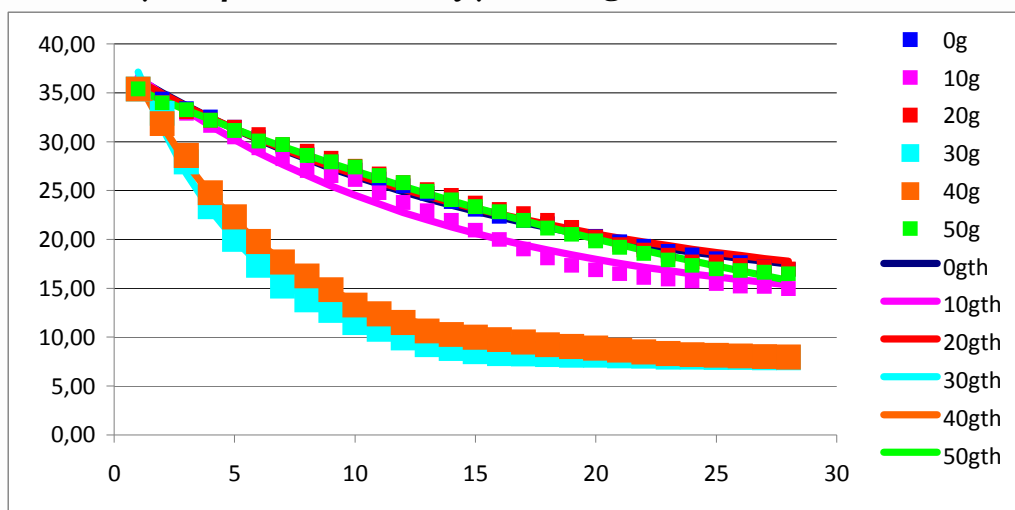




Σχήμα 8.8: Επίδραση  $\text{FeCl}_3$  στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης



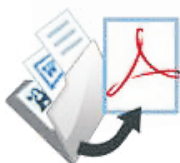
• Συγκεντρωτικοί πίνακες για το  $MgCl_2$

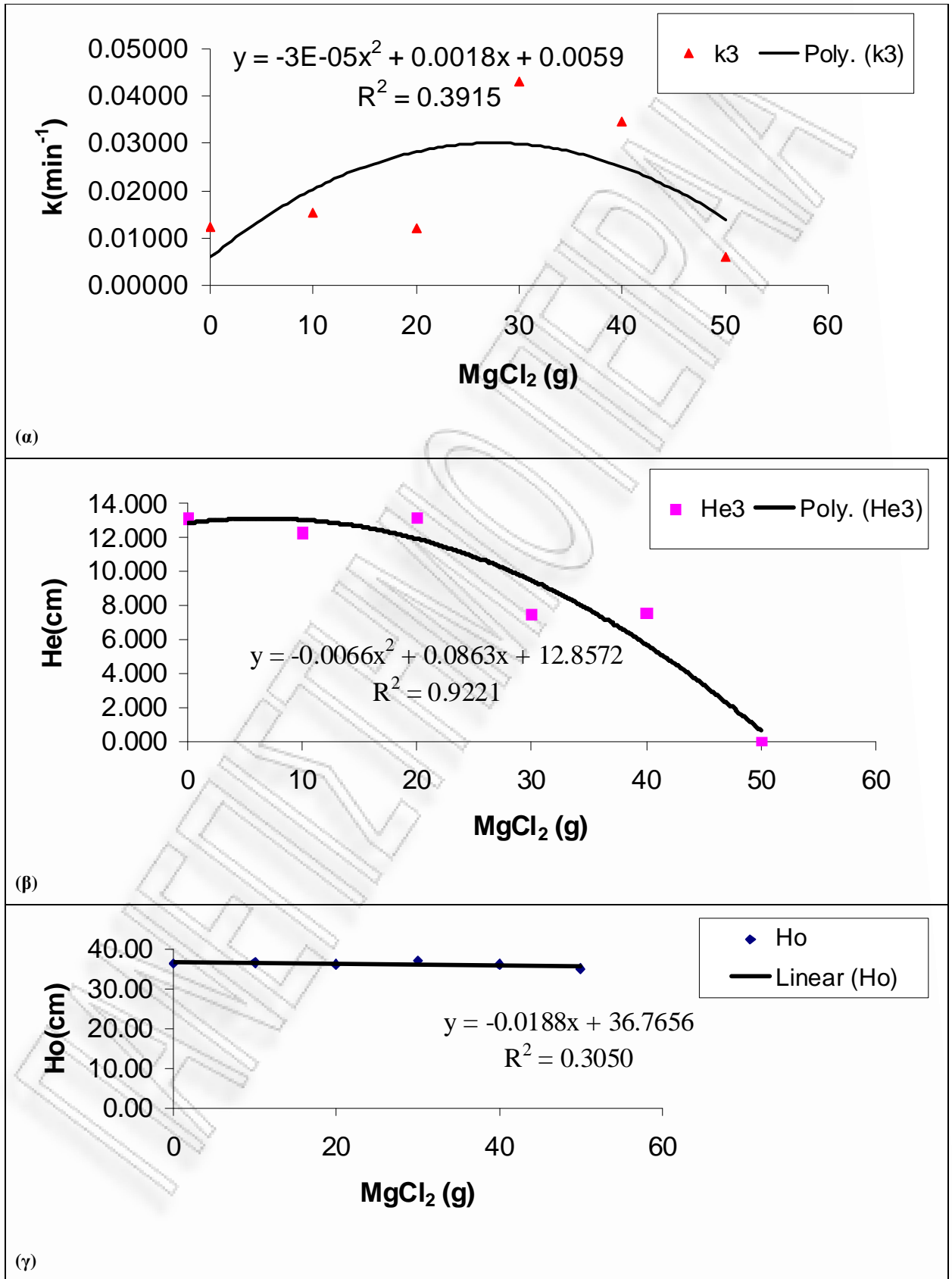


Σχήμα 8.9: Διάγραμμα καθίζησης με την επίδραση  $MgCl_2$

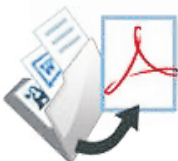
Πίνακας 8.7: Επίδραση  $MgCl_2$  στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης

METHOD 1	$MgCl_2$	HO	HE1	K1	$R^2$
50g clay	0	35,4	7,31	0,0057	0,79
	10	35,4	12,29	0,0149	0,99
	20	35,4	13,48	0,0129	0,97
	30	35,4	7,88	0,0535	0,97
	40	35,4	7,88	0,0383	0,98
	50	35,4	7,88	0,0088	0,99
Method 2	$MgCl_2$	Ho	He2	k2	$R^2$
	0	36,60	13,445	0,01334	1
	10	34,37	12,290	0,0143	0,99
	20	36,29	13,307	0,01221	0,99
	30	35,16	7,808	0,04646	0,99
	40	36,25	7,732	0,03546	1
	50	35,21	1,162	0,00567	1
Method 3	$MgCl_2$	Ho	He3	k3	
	0	36,42	13,131	0,01243	
	10	36,63	12,300	0,01533	
	20	36,24	13,215	0,01200	
	30	37,13	7,484	0,04316	
	40	36,15	7,593	0,03449	
	50	35,21	0	0,00595	



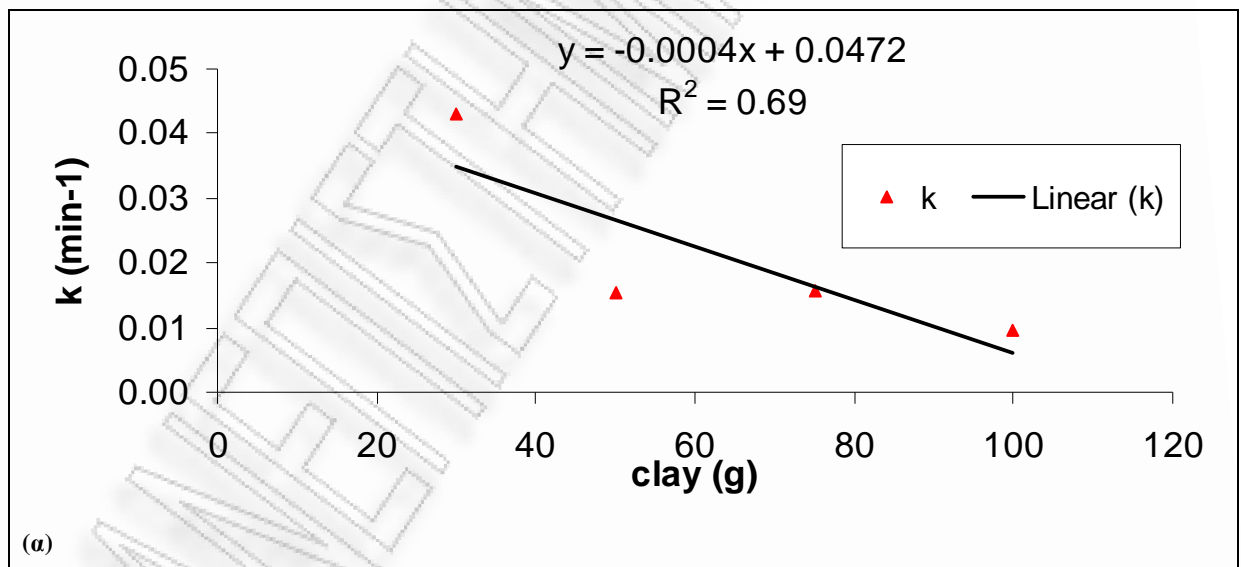


Σχήμα 8.10: Επίδραση  $\text{MgCl}_2$  στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης



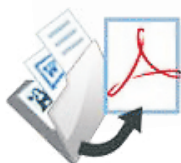
**Πίνακας 8.8: Επίδραση MgCl<sub>2</sub> στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης**

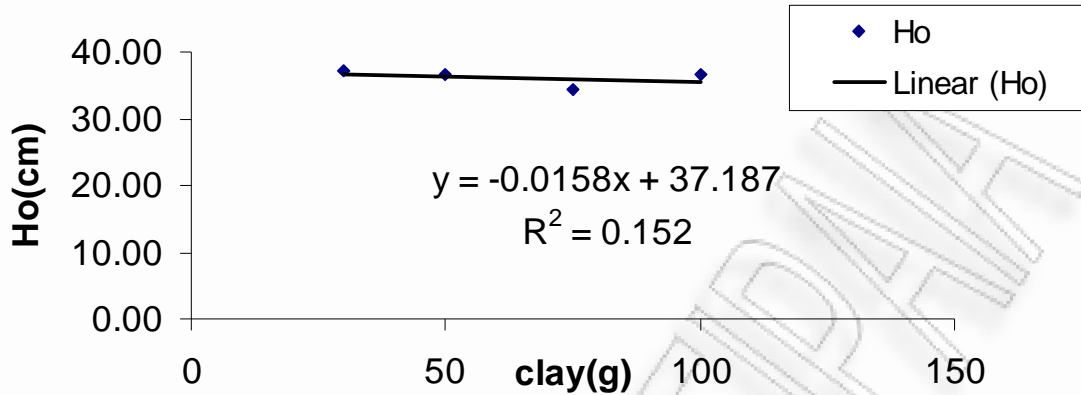
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	CLAY (G)	HO	HE	K	SEE
10g MgCl <sub>2</sub>					
	30	35,4	7,88	0,0535	1,5442
	50	35,4	12,2894	0,0149	0,6353
	75	35,4	7,88	0,0383	6,6101
	100	36,59	11,8787	0,00973	0,4913
	clay (g)	Ho	He	k	SEE
	30	35,16	7,8081	0,04646	1,0696
	50	34,37	12,2899	0,01430	0,8030
	75	34,38	8,5495	0,01532	0,4274
	100	36,65	12,1652	0,01014	0,5059
	clay (g)	Ho	He	k	SEE
	30	37,13	7,4874	0,04316	0,5930
	50	36,63	12,3003	0,01533	0,5549
	75	34,37	8,7872	0,01560	0,4249
	100	36,59	11,8787	0,00973	0,4913



(α)

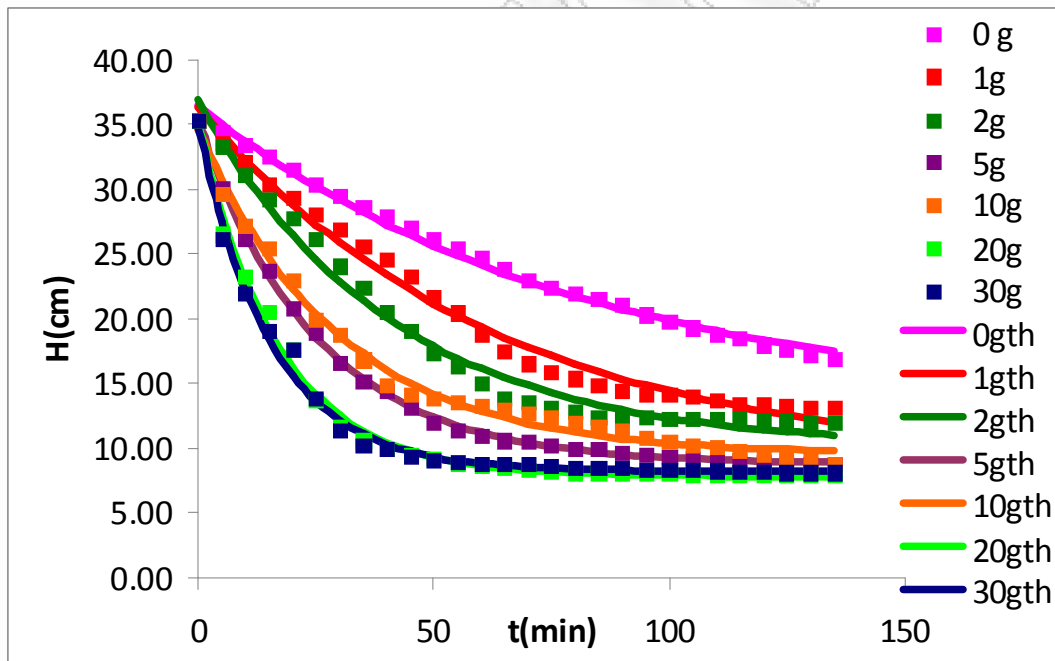
(β)





(γ)Σχήμα 8.11: Επίδραση MgCl<sub>2</sub> στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης

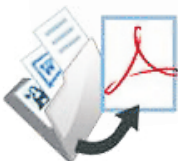
• Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την επίδραση του ZnCl<sub>2</sub>



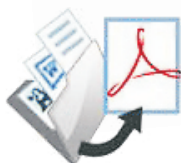
Σχήμα 8.12: Επίδραση ZnCl<sub>2</sub> στην καθίζηση πηλού

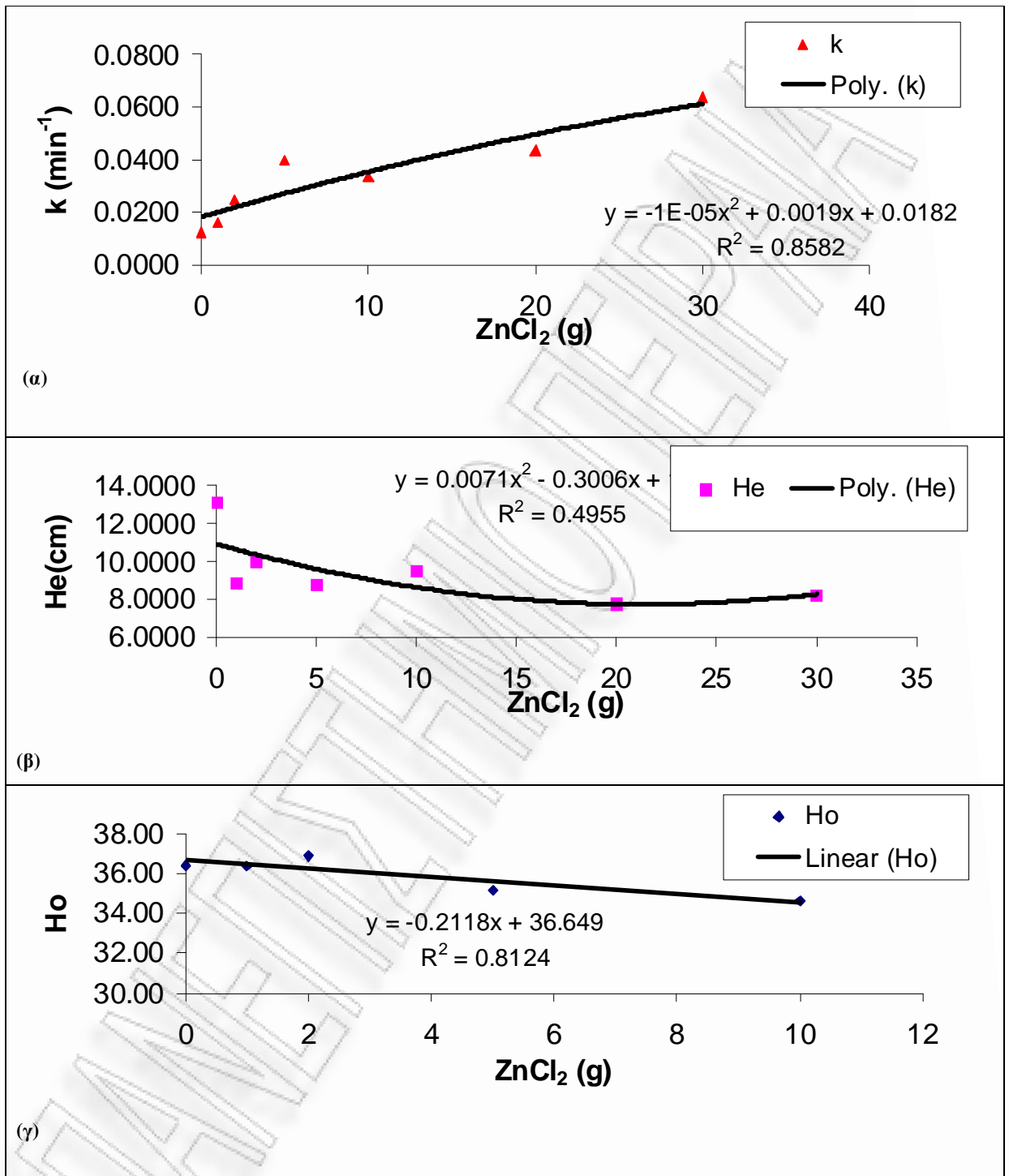
**Πίνακας 8.9: Επίδραση ZnCl<sub>2</sub> στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης**

50G CLAY	ZnCl <sub>2</sub> (G)	HO	HE	K	R <sup>2</sup>
Method1	0	35,4	7,31	0,0057	0,7976
	1	35,4	7,88	0,0141	0,9631
	2	35,4	7,88	0,0176	0,8844
	5	35,4	7,88	0,0292	0,927
	10	35,4	7,88	0,0244	0,9657

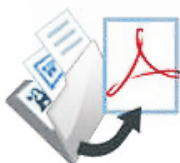


		20	35,4	7,88	0,057	0,9804
		30	35,4	7,88	0,0418	0,8022
Method2	ZnCl <sub>2</sub> (g)	Ho	He	k		R <sup>2</sup>
		0	36,60	13,4449	0,0133	1
		1	36,03	9,9231	0,0174	0,9731
		2	36,62	11,3101	0,0303	0,9543
		5	35,05	8,7060	0,0388	0,992
		10	33,99	8,6036	0,0282	0,95
		20	23,91	7,8081	0,0435	0,97
		30	22,07	8,0532	0,0402	0,96
Method3	ZnCl <sub>2</sub> (g)	Ho	He	k		
		0	36,42	13,1311	0,0124	
		1	36,35	8,8638	0,0160	
		2	36,88	10,0287	0,0246	
		5	35,17	8,7844	0,0398	
		10	34,62	9,4969	0,0335	
		20	34,98	7,8081	0,0435	
		30	34,77	8,2236	0,0637	



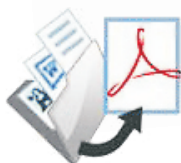


Σχήμα 8.13: Επίδραση ZnCl<sub>2</sub> στις κινητικές παραμέτρους κ της καθίζησης

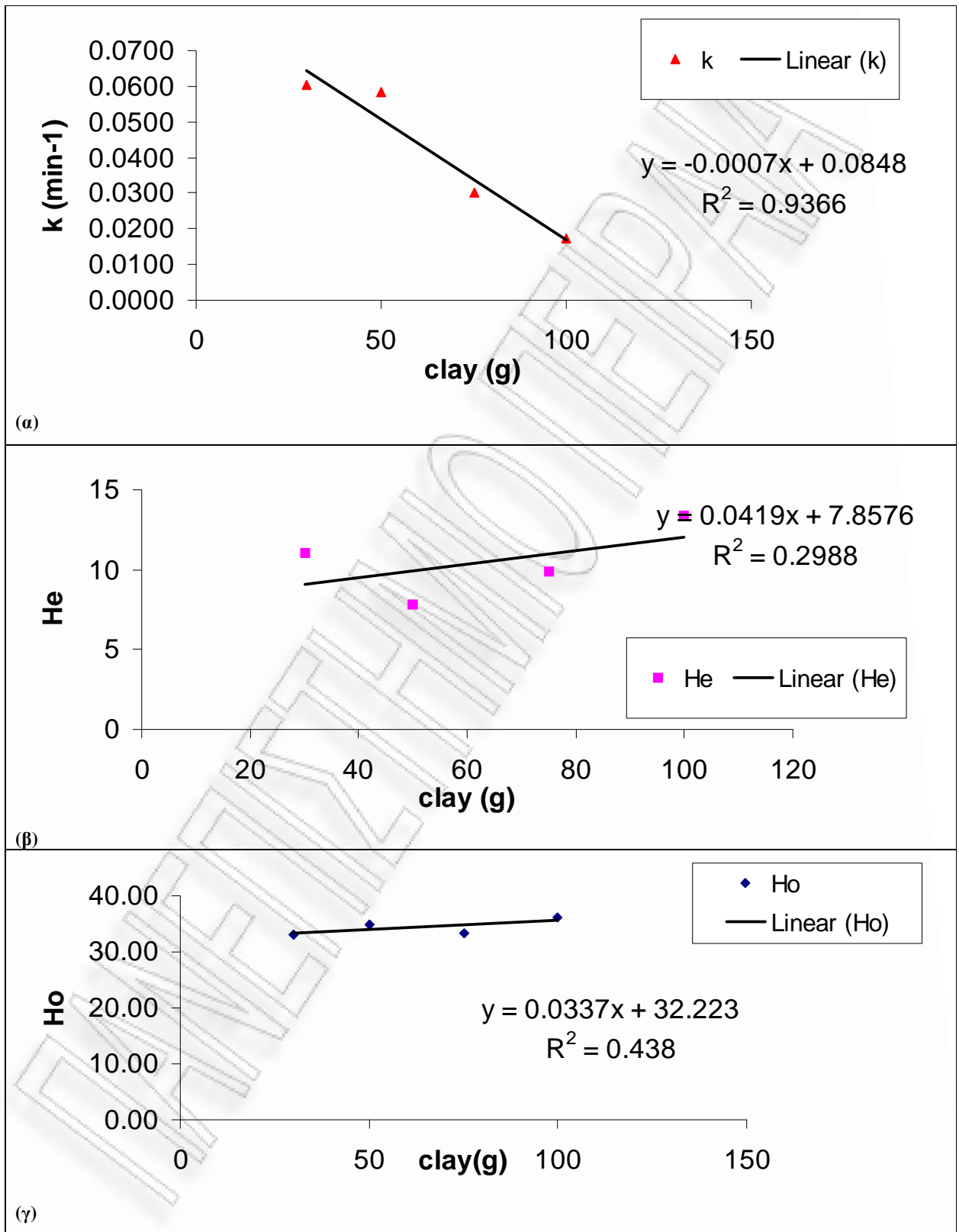


**Πίνακας 8.10: Επίδραση ZnCl<sub>2</sub> στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης**

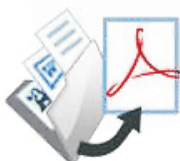
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	METHOD 1	CLAY (G)	HO	HE	K	SEE
20g ZnCl <sub>2</sub>						
		30	35,4	7,88	0,0258	3,6343
		50	35,4	7,88	0,057	0,6083
		75	35,4	7,88	0,0219	1,9429
		100	35,4	7,88	0,0104	1,1364
	Method 2	clay (g)	Ho	He	k	SEE
		30	28,9	8,4433	0,0267	2,2620
		50	23,91	7,8081	0,0435	2,9727
		75	33,00	9,3913	0,0278	0,6991
		100	36,04	14,3004	0,0191	0,8282
	Method 3	clay (g)	Ho	He	k	SEE
		30	33,02	11,0423	0,0605	1,8327
		50	34,98	7,8305	0,0584	0,5802
		75	33,21	9,8370	0,0302	0,6611
		100	36,28	13,3956	0,0174	0,7656



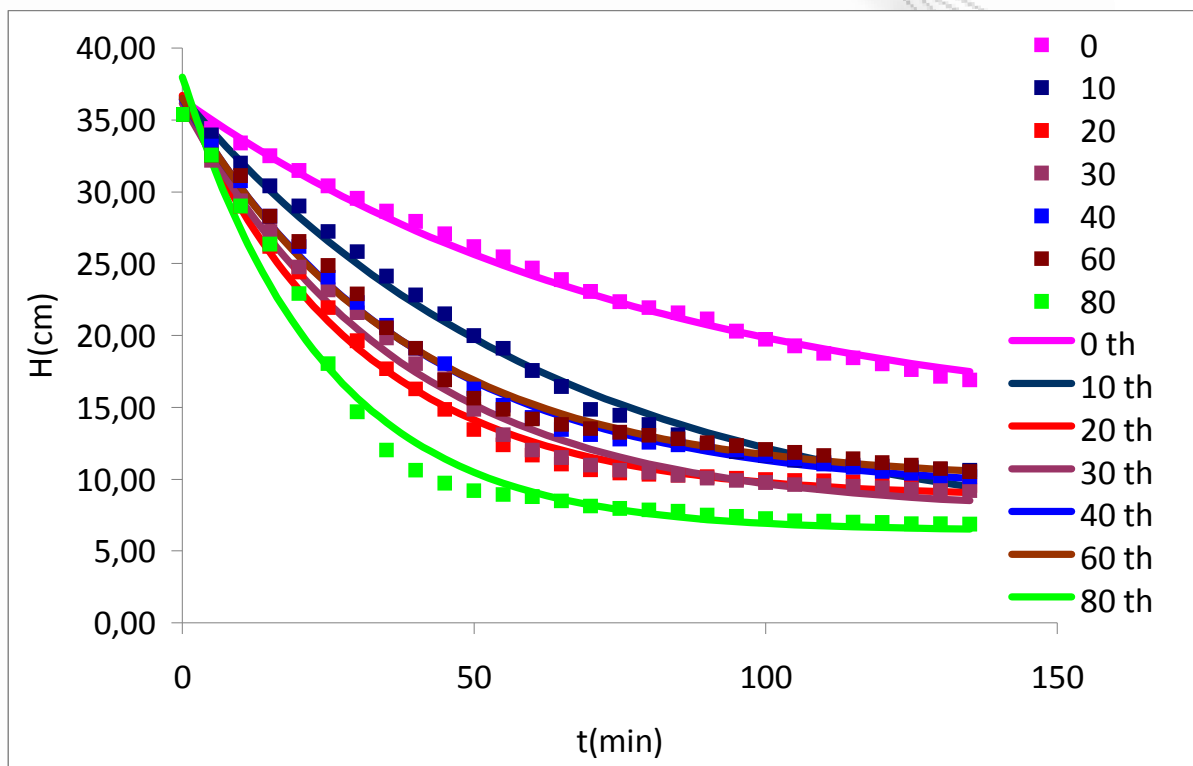




Σχήμα 8.14: Επίδραση  $ZnCl_2$  στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης



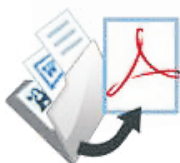
- Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την επίδραση του διασκορπιστικού



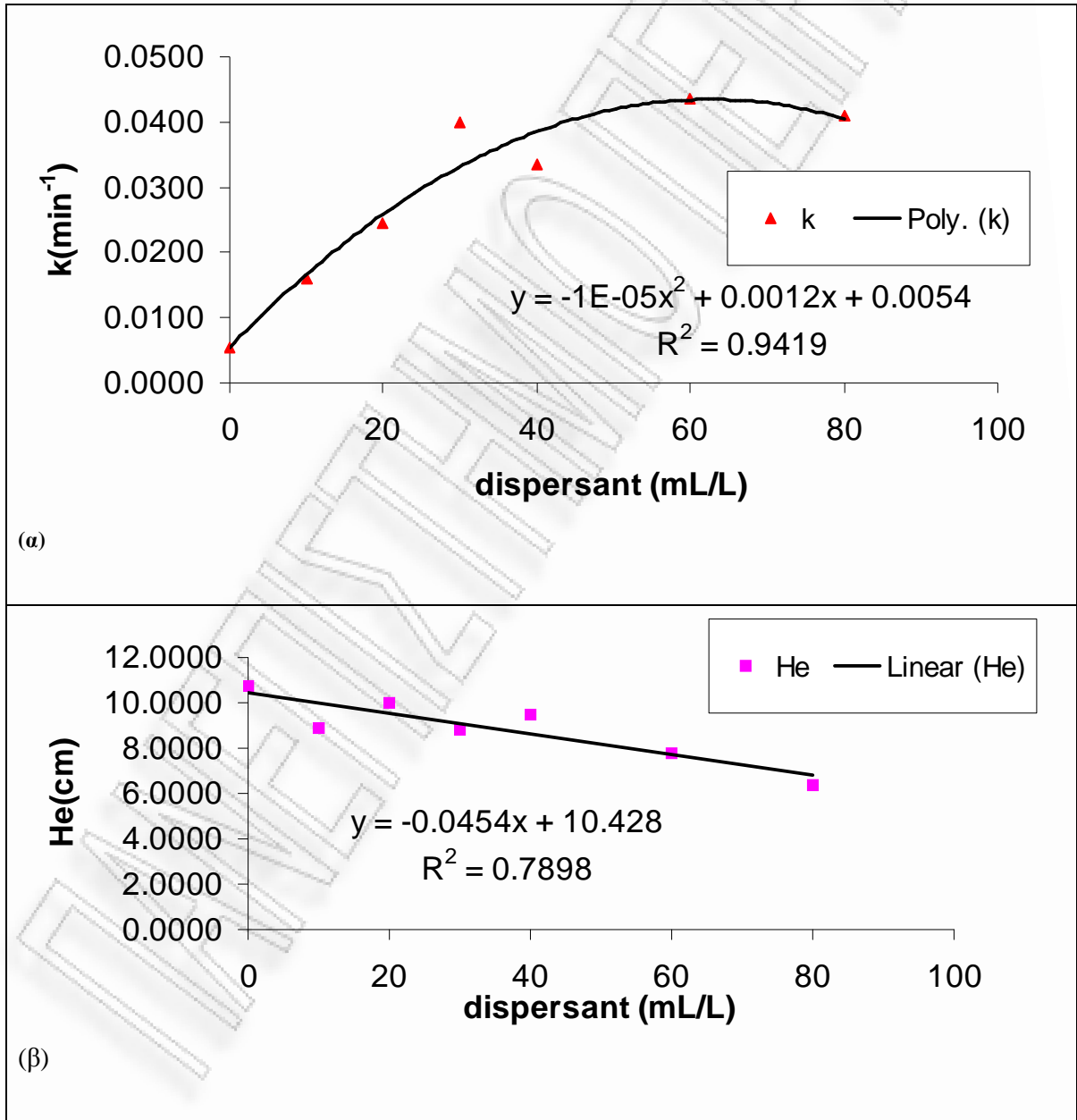
Σχήμα 8.15: Συγκεντρωτικό διάγραμμα για την επίδραση του διασκορπιστικού

**Πίνακας 8.11: Επίδραση dierspant στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης**

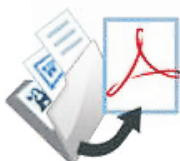
METHOD 1	DIESP (ML)	HO	HE	K	R2
	0	35,4	15,83	0,0111	0,7976
	10	35,4	7,88	0,0185	0,98
	20	35,4	7,88	0,0253	0,89
	30	35,4	7,88	0,0259	0,96
	40	35,4	7,88	0,0203	0,97
	60	35,4	7,88	0,0192	0,94
	80	35,4	7,88	0,0431	0,99
Method 2	diesp (ml)	Ho	He	k	R2
	0	36,08	11,2659	0,0055	1
	10	36,37	6,8011	0,0169	0,98
	20	37,21	9,4144	0,0390	0,99
	30	36,31	8,6524	0,0313	0,98
	40	36,48	9,4485	0,0265	0,99
	60	36,59	10,1087	0,0278	0,98
	80	36,31	6,7927	0,0434	0,99



Method 3	diesp (ml)	Ho	He	k	
	0	36,18	10,7268	0,0053	
	10	36,35	8,8638	0,0160	
	20	36,88	10,0287	0,0246	
	30	35,17	8,7844	0,0398	
	40	34,62	9,4969	0,0335	
	60	34,98	7,8081	0,0435	
	80	37,97	6,3981	0,0409	

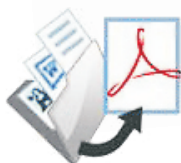


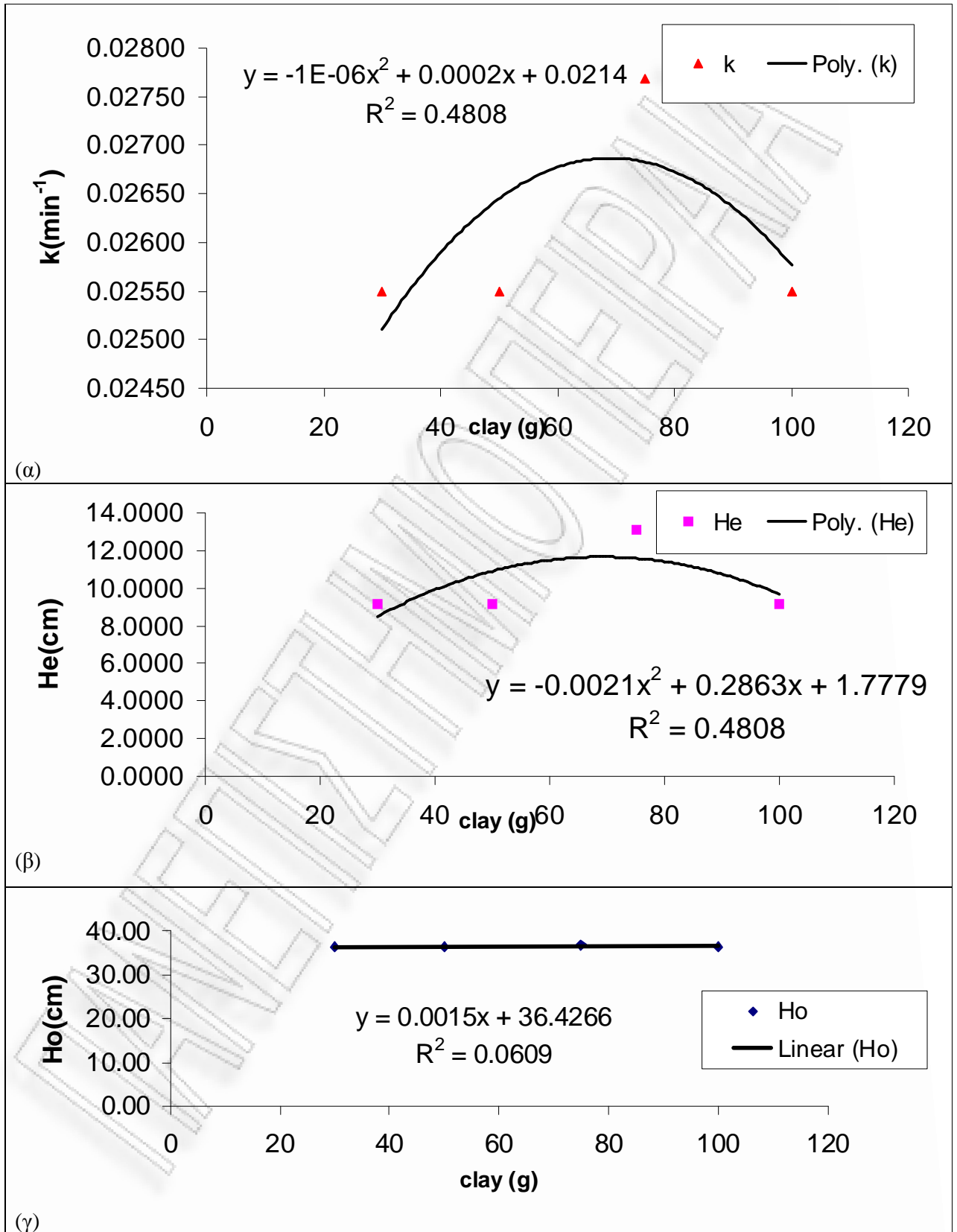
Σχήμα 8.16: Επίδραση dispersant στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης



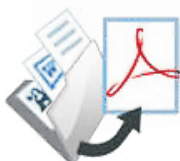
**Πίνακας 8.12: Επίδραση dispersant στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης**

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	CLAY (G)	HO	HE	K	SEE
40 ml diesp					
	30	35,4	7,88	0,0394	3,1483
	50	35,4	7,88	0,0203	0,8561
	75	35,4	7,88	0,0138	1,9543
	100	35,4	7,88	0,011	0,6265
	clay (g)	Ho	He	k	SEE
	30	18,94	8,2283	0,0387	5,1710
	50	36,48	9,4485	0,0265	0,5180
	75	36,99	13,8144	0,0319	0,8794
	100	35,90	12,0260	0,0159	0,2684
	clay (g)	Ho	He	k	SEE
	30	36,43	9,1864	0,0255	0,5009
	50	36,43	9,1864	0,0255	0,5009
	75	36,81	13,1243	0,0277	0,7431
	100	36,43	9,1864	0,0255	0,5009

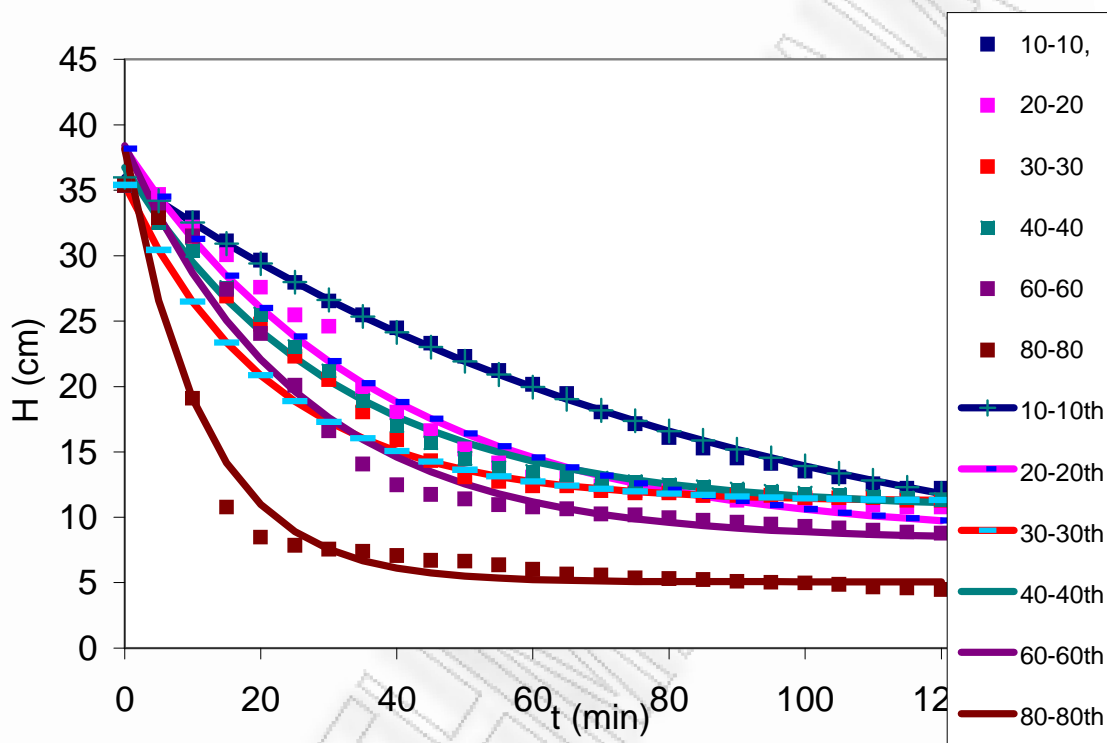




Σχήμα 8.17: Επίδραση dierspersant στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης



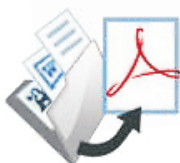
- Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για diesel – dispersant

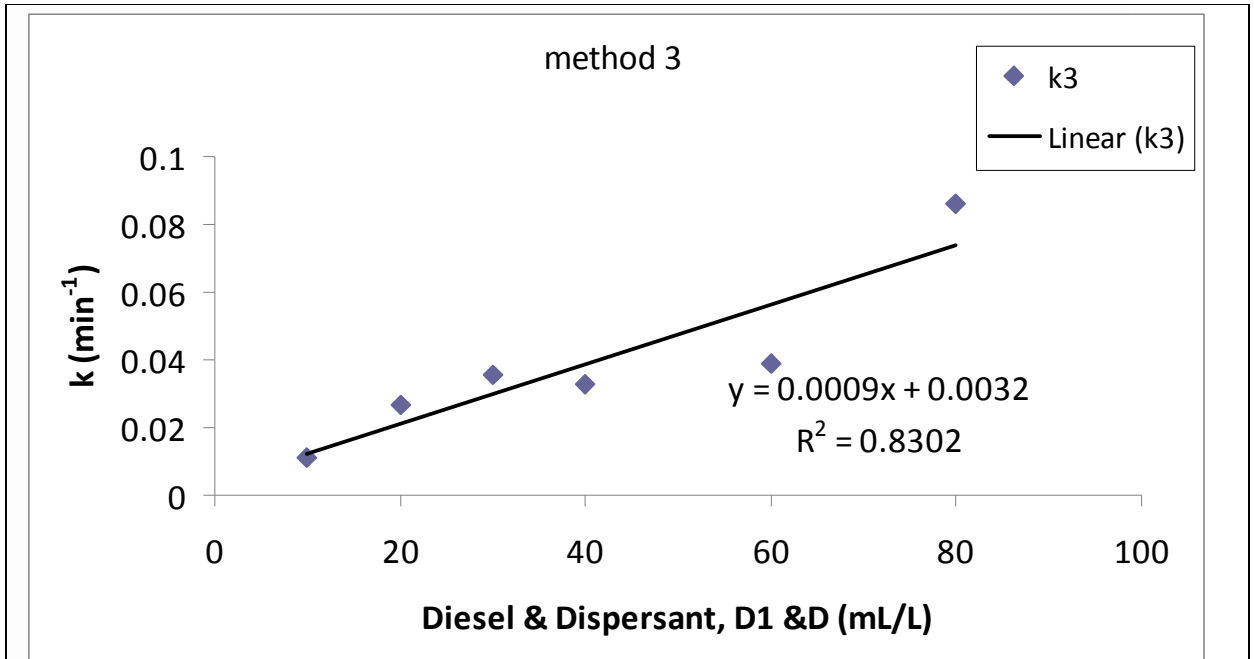


Σχήμα 8.18: Συγκεντρωτικό διάγραμμα για την επίδραση του διασκορπιστικού μαζί με diesel

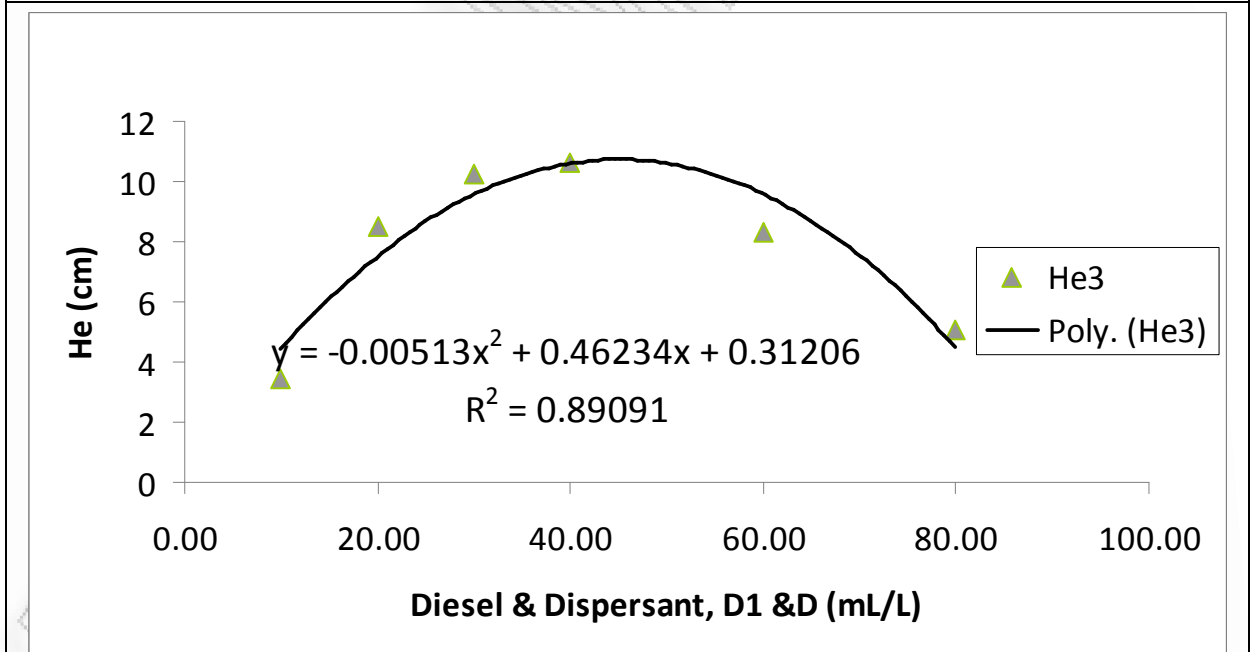
Πίνακας 8.13: Επίδραση dispersant-diesel στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης

METHOD 1	C	10,00	20,00	30,00	40,00	60,00	80,00
	Ho	35,4	35,400	35,4	35,4	35,4	35,4
	He1	7,88	10,679	11,205	7,88	7,88	4,271719
	k1	0,0154	0,046	0,046	0,0194	0,0275	0,0366
	SEE	1,037436	3,587	1,244	1,92369185	2,09325654	4,34991
Method 2	c	10,00	20,00	30,00	40,00	60,00	80,00
	Ho	35,93358	37,725	28,740	37,033	34,949	20,39
	He2	3,850098	10,055	7,768	11,048	8,403	4,271719
	k2	0,011546	0,033	0,019	0,036	0,037	0,036571
	SEE	0,397583	1,75	2,812	0,798	1,662	4,494319
Method 3	c	10,00	20,00	30,00	40,00	60,00	80,00
	Ho	35,997	38,179	37,286	36,751	38,407	38,125
	He3	3,4382	8,508	10,257	10,608	8,286	5,0595
	k3	0,0113	0,026	0,036	0,033	0,039	0,086
	SEE	0,392	1,40	1,052	0,712	1,307	1,7243



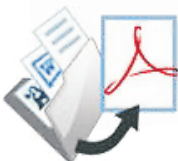


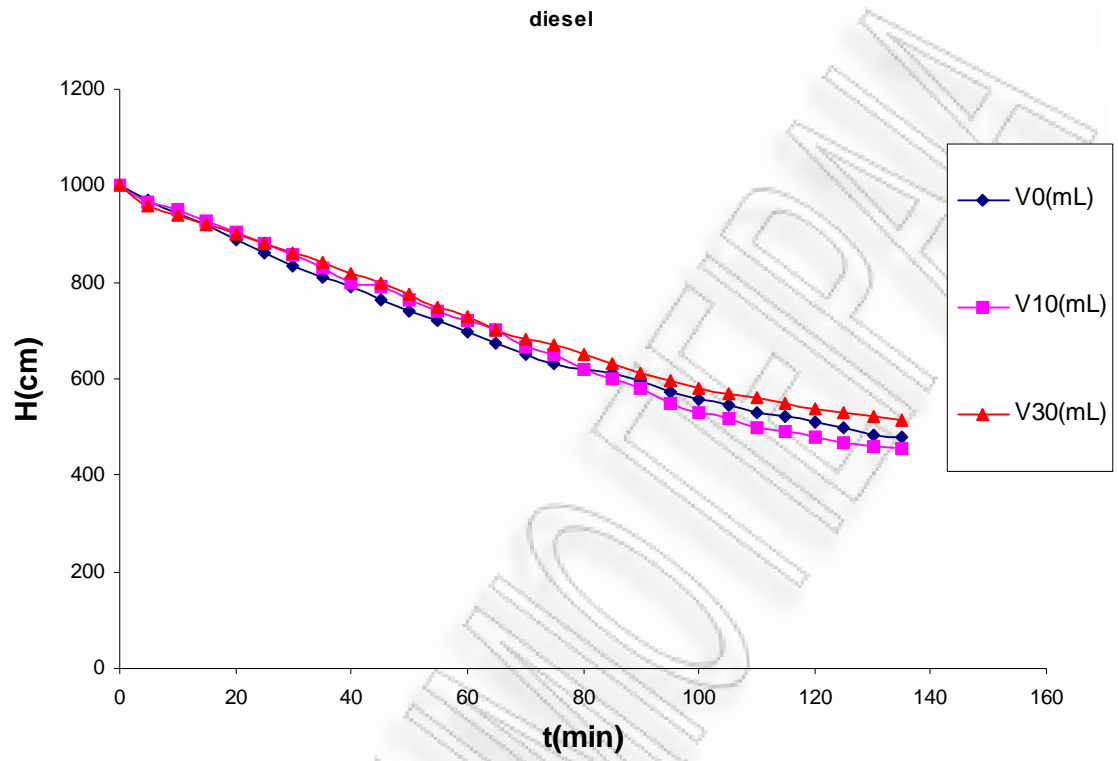
(α)



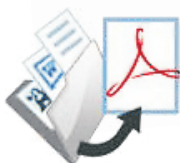
(β)

Σχήμα 8.19: Επίδραση diespersant-diesel στις κινητικές παραμέτρους της καθίζησης





Σχήμα 8.20: Επίδραση diesel στην καθίζηση πηλού

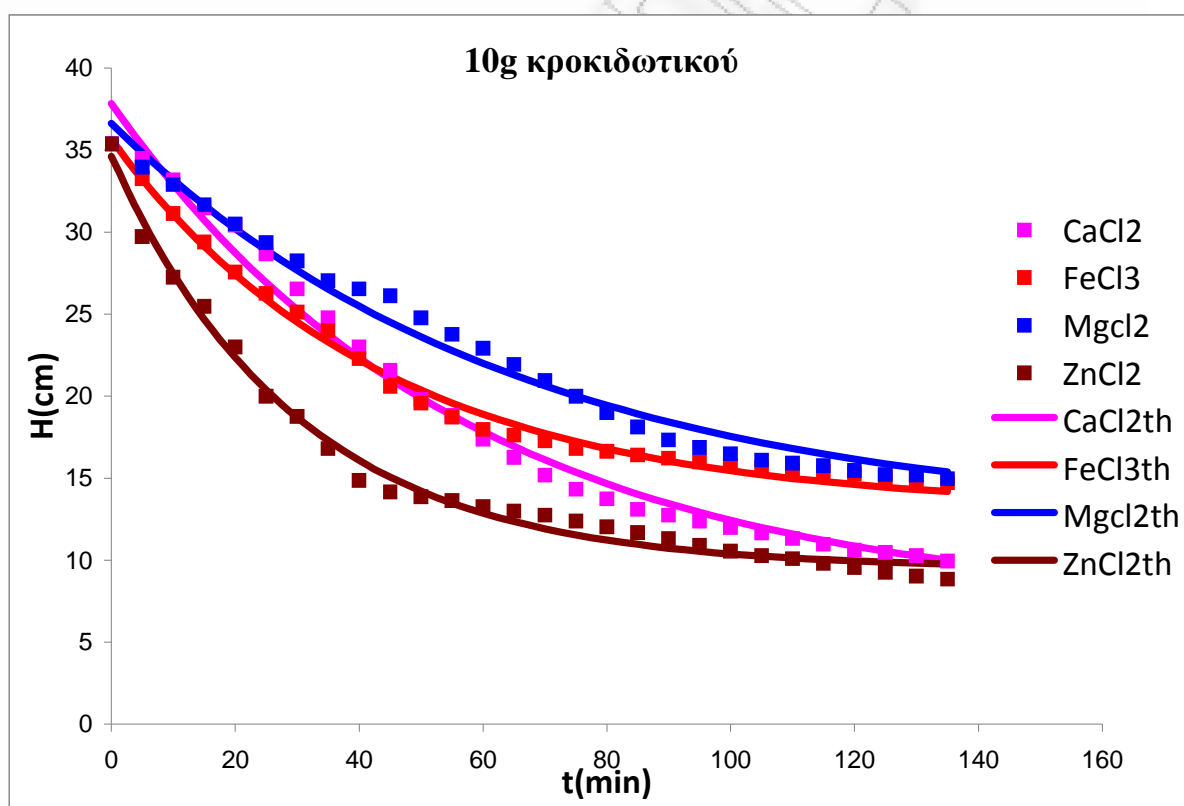




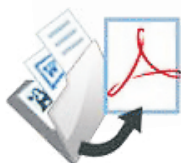
## 9. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

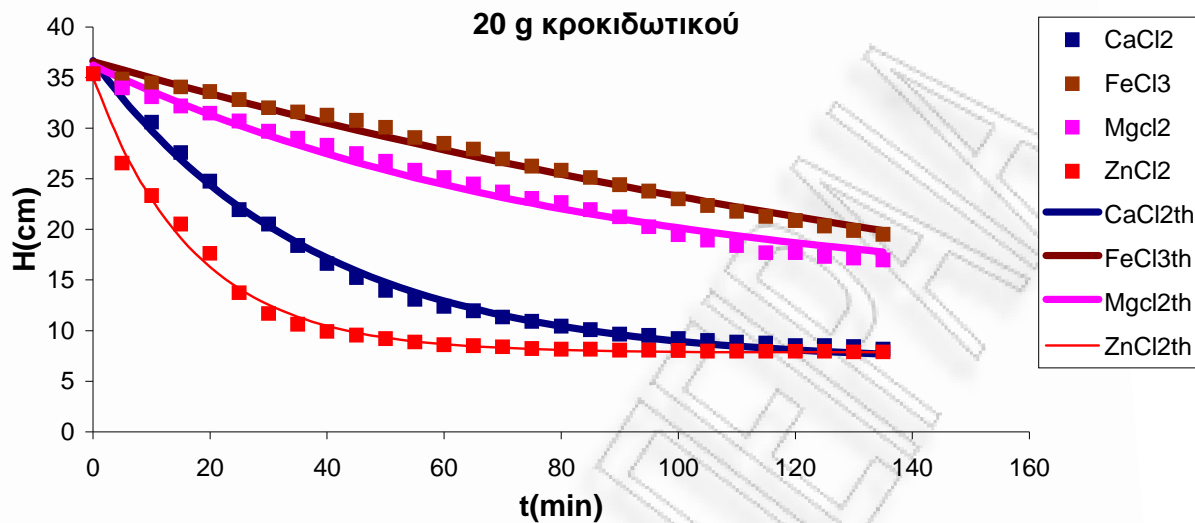
Πίνακας 9.1: Σύγκριση επίδρασης 10g,20g και 30g κροκιδωτικών σε 50g clay

10G	CaCl2	FeCl3	MgCl2	ZnCl2	20G	CaCl2	FeCl3	MgCl2	ZnCl2	30G	CaCl2	MgCl2	ZnCl2
Ho	37,85	35,63	36,63	34,62	Ho	36,68	36,59	36,24	34,98	Ho	36,75	37,13	34,77
He	7,13	13,13	12,30	9,50	He	6,83	0,97	13,21	7,83	He	8,45	7,49	8,22
k	0,02	0,02	0,02	0,03	k	0,03	0,00	0,01	0,06	k	0,02	0,04	0,06

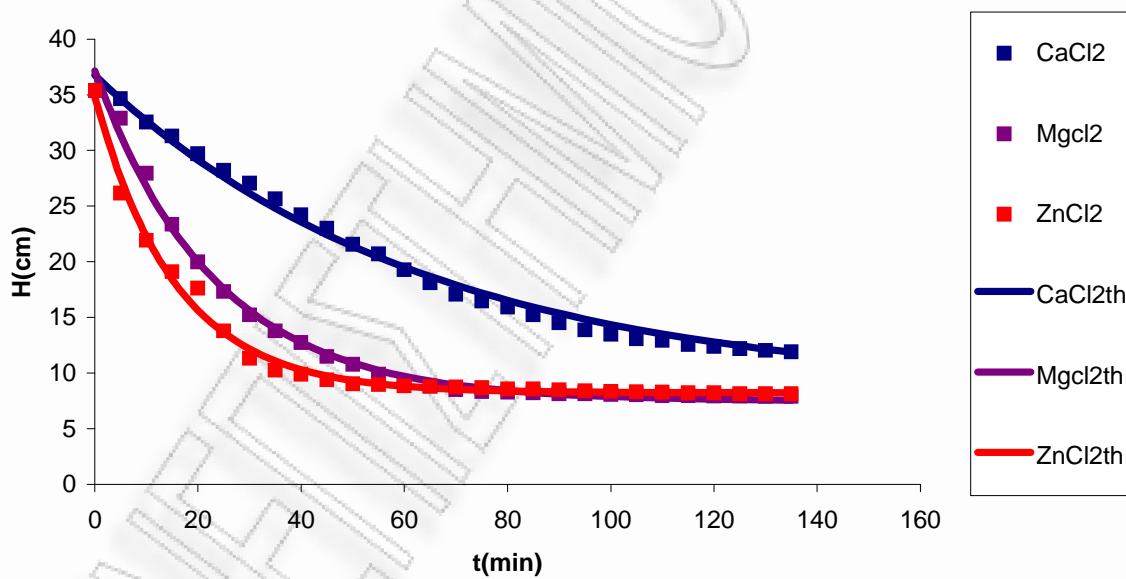


Σχήμα 9.1: καθίζηση πηλού με 10g ποσότητα διαφόρων κροκιδωτικών

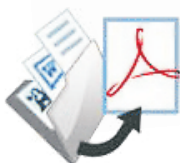




Σχήμα 9.2: καθίζηση πηλού με 20g ποσότητα διαφόρων κροκιδωτικών



Σχήμα 9.3: καθίζηση πηλού με 30g ποσότητα διαφόρων κροκιδωτικών



## 10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μελετήθηκε η επίδραση των κροκιδωτικών (  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ , διασκορπιστικό) στην μεταβολή των παραμέτρων  $k$ ,  $H_0$ ,  $H_e$ , που περιγράφουν την καθίζηση του πηλού.

Το  $\text{CaCl}_2$ , επηρεάζει αισθητά την σταθερά ταχύτητας της καθίζησης. Για προσθήκη του κροκιδωτικού μέχρι 20g, έχουμε αύξηση του  $k$ . Από αυτή την τιμή και πάνω η σταθερά  $k$ , μένει σταθερή ή και επιβραδύνει.

Το  $\text{FeCl}_3$ , δεν είχε ουσιαστικά αποτελέσματα. Για προσθήκη του κροκιδωτικού μέχρι 10g, έχουμε αύξηση του  $k$ . Από αυτή την τιμή και πάνω η σταθερά  $k$ , μένει σταθερή και όσο μεγαλώνει η ποσότητα  $\text{FeCl}_3$  η σταθερά  $k$  επιβραδύνει.

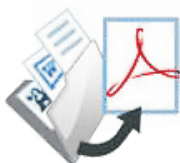
Το  $\text{MgCl}_2$ , επηρεάζει επίσης αισθητά την ταχύτητα καθίζησης. Για προσθήκη του κροκιδωτικού μέχρι 30g, έχουμε αύξηση του  $k$ . Από αυτή την τιμή και πάνω η σταθερά  $k$ , σταθεροποιείται.

Το  $\text{ZnCl}_2$ , επίσης παρουσιάζει πολύ σημαντική επίδραση στην καθίζηση του πηλού. Για προσθήκη του κροκιδωτικού μέχρι 30g, έχουμε αύξηση του  $k$ . Από αυτή την τιμή και πάνω η σταθερά  $k$ , μένει σταθεροποιείται..

Το διασκορπιστικό είχε επίσης πολύ σημαντική επίδραση από όλα τα κροκιδωτικά που χρησιμοποιήθηκαν. Για προσθήκη ολοένα και μεγαλύτερων ποσοτήτων, έχουμε αύξηση του  $k$ . Όσο η ποσότητα του κροκιδωτικού άξανε, τόσο η καθίζηση επηρεαζόταν με θεαματικούς ρυθμούς.

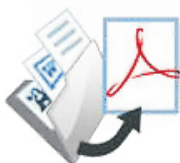
Για συγκεκριμένη ποσότητα του κάθε κροκιδωτικού (  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ , διασκορπιστικό), παρατηρείται πως όσο αυξάνει η ποσότητα πηλού, αυξάνεται και η σταθερά  $k$ .

Εξετάσθηκε επίσης το κατά πόσο επηρεάζει την καθίζηση η προσθήκη πετρελαίου. Από τις μετρήσεις προκύπτει ότι το πετρέλαιο diesel δεν άλλαξε κάτι δραστικά καθώς



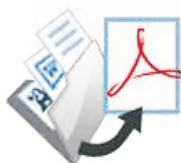
οι τιμές είναι παρόμοιες με αυτές τις απλής καθίζησης πηλού χωρίς προσθήκης κροκιδωτικού. Στην περίπτωση προσθήκης ίδιας ποσότητας diesel και διασκορπιστικού, το  $k$  αυξάνει, όσο αυξάνουν και οι ποσότητες.

Συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα για ίδιες ποσότητες κροκιδωτικών και προέκυψε πως βέλτιστο αποτέλεσμα πετυχαίνουμε με τη χρήση του  $ZnCl_2$ . Άξιο αναφοράς ωστόσο είναι πως μεγαλώνοντας τις ποσότητες πετυχαίνουμε εξίσου καλά αποτελέσματα και με τη χρήση του  $MgCl_2$ . Το  $CaCl_2$  και το  $FeCl_3$  ακολουθούν με το  $FeCl_3$  να μην πετυχαίνει μεγάλες επιδόσεις.

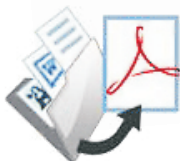


## 11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Sajjad Haydar, Javed Anwar Aziz, Coagulation–flocculation studies of tannery wastewater using combination of alum with cationic and anionic polymers Institute of Environmental Engineering and Research (IEER), University of Engineering and Technology, Lahore, Pakistan, Journal of Hazardous Materials 168;2009:1035-1040
- [2] Οδηγία Πλαίσιο περί Υδάτων 2000/60/ΕΚ (ΟΠΥ). Ευρωπαϊκή Νομοθεσία
- [3] Mondal S. Methods of dye removal from dye house effluent—an overview. Environ Eng Sci 2008;25:383–96 .
- [4] Manu B. Physico-chemical treatment of indigo dye wastewater. Coloration Technol 2007;123:197–202.
- [5] Jiang JQ, Graham NJD. Pre-polymerized inorganic coagulants and phosphorus removal by coagulation – a review. Water SA 1998;24:237–44.
- [6] Stechemesser H, Dobiaš B. Coagulation and flocculation, Surfactants science series, vol. 126. 2nd ed. CRC Press; 2005
- [7] M. Ohtsubo and m. Ibaraki: Particle – size characterization of flocs and sedimentation volume in electrolyte clay suspensions, Department of Agricultural Engineering, Kyushu University; 1991, pages 181- 194.
- [8] Shahnawaz Sinha, Yeomin Yoon, Gary Amy and Jaekyung Yoon Determining the effectiveness of conventional and alternative coagulants through effective characterization schemes.
- [9] Σημειώσεις: Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας Μ. Καραντανέλλη – Α. Νικολάου Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη 2005

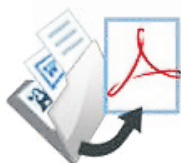


- [10] F. Renault, B. Sancey, P.-M. Badot, Chitosan for coagulation/flocculation processes. An eco-friendly approach, *European Polymer Journal*, 5, May 2009, Pages 1337-1348
- [11] Αθανάσιος Κουτσούκος: Κατασκευές Μηχανημάτων Χημικής Τεχνολογίας & Επεξεργασίας Νερών /Απονερών ISO REGISTERED- CERTIFICATE No. QA-C-349/07
- [12] Sampa Chakrabarti a,\*, Smritikana Banerjee b, Basab Chaudhuri a, Sekhar Bhattacharjee a, Binay K. Dutta, Application of biodegradable natural polymers for flocculated sedimentation of clay slurry, *Bioresource Technology* 99 (2008) 3313–3317.
- [13] Ayrton F. Martins, Tibiriçá G. Vasconcelos, Marcelo L. Wilde, Influence of variables of the combined coagulation–Fenton - sedimentation process in the treatment of trifluraline effluent *Journal of Hazardous Materials*, , 9 December 2005, Pages 111-119
- [14] Sampa Chakrabarti a,\*, Smritikana Banerjee b, Basab Chaudhuri a, Sekhar Bhattacharjee a, Binay K. Dutta. Application of biodegradable natural polymers for flocculated sedimentation of clay slurry.
- [15] Nariyoshi Kawabata, Emi Tanabe Removal of water-borne bacteria by coagulation and sedimentation using sawdust coated with an equimolar copolymer of *N*-benzyl-4-vinylpyridinium chloride with styrene *Reactive and Functional Polymers*, December 2005, Pages 293-299
- [16] F.M.Menezes, R. Amal, D. Luketina, removal of particles using coagulation and flocculation in a dynamic separator, School of Chemical engineering, University of New South Wales, Sydney, Australia, *Powder Technology* 88;1996:27-31
- [17] Ayrton F. Martins, Tibiric, G. Vasconcelos, Marcelo L. Wilde Influence of variables of the combined coagulation–Fenton-sedimentation process in the

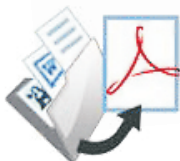


treatment of trifluraline effluent *Journal of Hazardous Materials B127* (2005)  
111–119

- [18] Γεώργιος Τοσουνίδης «Συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων για μικρούς και απομονωμένους οικισμούς,σελ.38-52,
- [19] S.H.Cho, F. Colin, M. Sardin and C. Prost: Settling velocity model of activated sludge, Korea institute of energy research, *Water Research* 1993 pp. 1237-1242.
- [20] Leif Eriksson, Claes Axberg, Direct influence of wastewater pollutants on flocculation and sedimentation behaviour in biological wastewater treatment—I model system *E. coli B Water Research*, Vol. 15, Issue 4,1981, Pages 421-431
- [21] Xuejun Guo, Zhijun Wu, Mengchang He, Removal of antimony(V) and antimony(III) from drinking water by coagulation–flocculation–sedimentation(CFS), *September 2009, Pages 4327-4335*
- [22] Saint-Laurent, J. St-Laurent, L. Lavoie, B. Ghaleb Use geopedological methods for the evaluation of sedimentation rates on river floodplains, southern Québec, Canada *CATENA*, 15 May 2008, Pages 321-337 D.
- [23] Sajjad Haydar, Javed Anwar Aziz, Coagulation–flocculation studies of tannery wastewater using combination of alum with cationic and anionic polymers *Journal of Hazardous Materials*, 15 September 2009, Pages1035-1040
- [24] Stanley B. Grant, Joon Ha Kim, Cris Poor Kinetic Theories for the Coagulation and Sedimentation of Particles, *Journal of Colloid and Interface Science*, 15 June 2001, Pages 238-250
- [25] K.S. Bassoon, Studies in liquid fluidization and sedimentation of polydisperse particle mixtures, PhD Thesis, University of Manchester Institute of Science and Technology, 1977.



- [26] ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ: Επιλογή βέλτιστου συστήματος διαχείρισης των υγρών αποβλήτων του δήμου Λουτροπόλεως Θέρμης - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
- [27] Robert Rember, John Trefry: Sediment and organic carbon focusing in the Shelikof Strait, Alaska, *Marine Geology*, 30 November 2005, Pages 83-101
- [28] Liangxiong Li, Junhang Dong, Robert Lee, Preparation of  $\alpha$ -alumina-supported mesoporous bentonite membranes for reverse osmosis desalination of aqueous solutions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 15 May 2004, Pages 540-546
- [29] A. Sworska, J. S. Laskowski, G. Cymerman, Flocculation of the Syncrude fine tailings: Part II. Effect of hydrodynamic conditions *International Journal of Mineral Processing*, Volume 60, Issue 2, September 2000, Pages 153-161
- [30] Feng Rao, Francisco J. Ramirez-Acosta, Regina J. Sanchez-Leija, Shaoxian Song, Alejandro Lopez-Valdivieso: Stability of kaolinite dispersions in the presence of sodium and aluminum ions, *Applied clay science* 51;(2011):38-42.
- [31] Mineral Information Institute – [www.mii.org](http://www.mii.org)
- [32] G. Bulut, M. Chimeddorj, F. Esenli, M.S. Çelik Production of desiccants from Turkish bentonites, *Applied Clay Science*, Volume 46, Issue 2, October 2009, Pages 141-147
- [33] George E. Christidis Physical and chemical properties of some bentonite deposits of Kimolos Island, Greece, *Applied Clay Science*, Vol.13, Issue 2, August 1998, Pages 79-98
- [34] Thomas Juettner, Heinrich Moertel, V. Svinka, R. Svinka, Structure of kaoline–alumina based foam ceramics for high temperature applications, *Journal of the European Ceramic Society*, Volume 27, Issues 2-3, 2007, Pages 1435-1441





- [35] M. Weber, C. Lott, K.E. Fabricius: Sedimentation stress in a scleractinian coral exposed to terrestrial and marine sediments with contrasting physical, organic and geochemical properties, *Journal of experimental marine Biology and Ecology* 336 (2006);18-32.
- [36] Marine Chemicals & Equipment Division, General Cleaning & Maintenance, Marichem marisages Worldwide Services, Info Guide for Marichem oil spill Dispersant
- [37] Guyomarch, J., Le Floch, S., Merlin, F.X., 2002. Effect of suspended mineral load, water salinity and oil type on the size of oil–mineral aggregates in the presence of chemical dispersant. *Spill Science & Technology Bulletin* 8 (1), 95–100
- [38] Bragg, J.R., Yang, S.H., 1995. Clay-oil flocculation and its effects on the rate of natural cleansing in Prince William Sound following the Exxon Valdez oil spill. In: Wells, P.G., Butler, J.N., Hughes, J.S. (Eds.), *Exxon Valdez Oil Spill – Fate and Effects in Alaskan Waters*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, pp. 178–214.
- [39] Metcalf and Eddy, 2002. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, ] Metcalf and Eddy Inc, George Tchobanoglous, Franklin Burton, H. DDDavid Stensel, Fourth Edition, pages 383-409

