ABSTRACT

The detailed engineering geometric design for roads depends mainly on the location of the road alignment and elevation ,in other words depends on three dimensional coordinates E,N,h where (E,N) are the horizontal coordinates. The third ordinate (h) is the reduced level from mean sea level to determine the natural ground level to be used to draw the profile of the existing ground surface and the cross-sections to determine cut and fill areas and to calculate the volumes of quantities as a very important stage in road design.

In This research another method of determining the levels of natural ground level, before the design in the study stage , and existing levels of pavement layers after design in the stage of construction (value of h) using global positioning system (GPS), the advantage of this method that the positions of points in the centerline can be relocated at any time using GPS which has the capability to stake out the points in three dimensional coordinates(E,N,h) in no time, compared to the ordinary leveling which determine only the hight (h) value and needs another device to fix pegs in the horizontal (E,N) position during the construction of roads.

In this study a section of 10 kms is selected from existing Khartoum – Medani road started from Soba toll station. The levels of points had been observed by GPS (real time method) in three different distances and precise levels have calculated each time by ordinary level, all levels had been adjusted to the accuracy $10\sqrt{k}$,Bench marks had been established every 5 km taking the levels values as reference.

In the first trail the distance between the control points on which the base GPS is located is 5km and in the second trial the distance is 2.5 km and in the third trail the distance is 1 km. The results of the three GPS

measurements had been obtained by 1 km trial, had been found the best values of precision ($10\sqrt{k}$) which is appropriate to roads geometric design .During roads construction the fixed pegs will be removed in any time and relocation is needed again using the conventional methods, by using GPS the E,N,h coordinates are saved in the memory of the device and can be retrieved at any time to relocate points, According to the fact that when the distance between control points on which the GPS base (reference station) is changed every one kilometer is reduced more precise levels will be obtained. Using real time GPS to measure the levels in highway and roads projects will reduce time and cost of survey works and detailed engineering design of roads, and the locations of points can be determined easily and accurately every time by GPS.
We can conclude that the height precision depends on the base distance (the least distance is the best precision), precision is a reference frame dependent.

المستخلص

تصميم الطريق الهندسىيعتمد إعتماداً كلياً على المواقع لنقاط محور الطريق والإرتفاع من مستوى سطح البحر أو بعبارة أخرى يعتمد على الإحدلثيات الشمالى والشرقى والمنسوب حيث نجد أن قيم الاحداثيات الشمالية والشرقية تمثل المستوى الأفقى و المنسوب هو البعد الثالث يمثل مستوى إرتفاع سطح الأرض من مستوى متوسط سطح البحر ويستخدم لتمثيل الأرض الطبيعية على محور الطريق ولحساب القطاعات العرضية لحساب كميات القطع و الردم للطريق وهذا البعد هو أهم بعد فى عملية التصميم .

فى هذا البحث تناولت طريقة أخرى لتحديد مناسيب نقاط محور الطريق فى مرحلة الدراسات الأولية ،هذه القيم تكون دقيقة ويمكن تحديدها أثناء وبعد مرحلة التشييد عن طريق جهاز نظام التوقيع العالمى .

من أهم مزايا هذه الطريقة إمكانية إسترجاع نقاط محور الطريق بأبعادها الثلاثة الشمالى والشرقى والمنسوب فى أى زمان بجهازنظام التوقيع العالمى لقابليته لإستدعاء النقاط فى أى زمن وبأسرع زمن ممكن مقارنة بالطريقة التقليدية بواسطة جهاز الميزانية حيث تعطينا فقط المنسوب ويحتاج الى جهاز آخر لتثبيت علامات الإحداثيات الأفقية للنقاط أثناء عملية التشييد لأنها تتعرض للإزالة فى كل مرحلة من مراحل تشييد الطريق.

فى هذا البحث أجريت تجربة عملية وقمت بإختيار طول 10 كيلومتر من دراسة توسعة طريق الخرطوم / مدنى بداية من محطة تحصيل سوبا .

تمت قراءة كل النقاط بجهاز نظام التوقيع العالمى بثلاث محاولات مختلفة وعلى مسافات مختلفة وتمت قراءة نفس النقاط بجهاز الميزانية مع إستخدام المعادلة $10\sqrt{k}$ لمعرفة الدقة ، وتمت المقارنة بين الطريقتين للحصول على دقة عالية للمناسيب بواسطة جهاز نظام التوقيع العالمى ، وتم تشييد نقاط الضبط الرئيسية كل 5 كيلومتر وتمت قرائتها بجهاز الميزانية كمرجع.

فى المحاولة الأولى تم وضع الجهاز الأساسى (الوحدة الأساسية) على مسافة كل 5 كيلومتر وتمت قراءة المحور بالوحدة المتحركة ، وفى المحاولة الثانية تم تغيير وضع الوحدة الأساسية كل 2.5 كيلومتر ، وفى المحاولة الثالثة تم وضع جهاز الوحدة الأساسية كل 1 كيلومتر وفى كل المحاولات تتم مقارنة النتائج بالقيم المتحصل عليها بواسطة جهاز الميزانية.

وجدت أن أكثر قيم دقة هى الناتجة من المحاولة الثالثة أى ضبط نقاط الضبط على مسافة كل 1 كيلومتر .

عموما نجد أن فى عملية تشييد الطرق تتم إزالة النقاط المثبتة على محور الطريق من استيكات وأوتاد وغيرها بواسطة معدات وآليات التشييد فيتم إرجاعها بواسطة طرق أخرى وأجهزة أخرى وهذه الطرق تكلف زمن وعمال ، أما عن طريق جهاز تحديد المواقع العالمى يتم تخزين الإحداثيات فى ذاكرة وبكل سهولة يمكن إرجاع النقاط فى زمن سريع جداً .

*النتيجة المتحصل عليها هى أن وضع جهاز الوحدة الاساسية على مسافة كل 1 كيلومتر وضبط نقاط الضبط كل 1 كيلومتر تؤدى الى نتائج جيدة ودقيقة ، ويمكن قراءة كل محور الطريق بالوحدة المتحركة بطريقة الزمن الحقيقى .

*أيضاً إستخدام جهاز تحديد المواقع العالمى يقلل الزمن والتكلفة العالية لأعمال المساحة .

*خلاصة البحث أن النتائج الجيدة بواسطة جهاز تحديد المواقع العالمى تعتمد على المسافة بين نقاط الضبط حيث يتم ضبط القيم.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deep gratitude and thanks to my Supervisor Dr. Abd elrahim Alhaj A.alaziz for his kind help, close supervision, valuable suggestions, and discussions. Special thanks to Surveying Engineering Department staff, College of Engineering, Sudan University of Science and Technology.

Further more I would like to thank my colleagues at National Highway Authority for their considerable help during all stags of my study. Also I like to thank every one in the National Highway Authority who helps me during my study, Special thanks to training department.

CONTENTS

DEDICATION

ABESTRACT…….. i

ACKNOWLEDGEMENTS..…….……...…… iv

CONTENTS…….……v

LIST OF FIGURES ……...…….……viii

LIST OF TABLES…….……ix

LIST OF DATA COLLECTION……..x

APPENDICES……..…..xi

CHAPTER ONE: INTRODUCTION…….1

CHAPYER TWO: GENERAL CONCEPTS OF GPS

2-1 The general concept of GPS ……..……..…….4
2-2 Global Positioning System (GPS) Survey Specification.……4

2-3 Post Processed GPS Survey Specifications ……5

2-3-1 Methods …….5

2-3-1-1 Static GPS Surveys……5

2-3-1-2 Fast-static GPS Surveys……5

2-3-1-3 Kinematic GPS Surveys ……..6

2-4 Equipment……...6

2-4-1 Receiver Requirements……6

2-4-2 Antennas ……..6

2-4-3 Miscellaneous Equipment Requirements…….7

2-5 Second-order (Horizontal) GPS Surveys ……7

2-5-1 Applications……...7

2-5-2 Specifications…….7

CHAPTER THREE: VERTICAL GPS SURVEYS

3-1 General……...…9

3-1-1 Itroduction……..……..……...…9
3-2 Geoid Height Modeling Methods……..10
3-2-1 Published National and Regional Geoid Models……..10
3-2-2 Local Geoid Models Based on Existing Vertical Control……....…10
3-3 Accuracy Standards ……11
3-4 Applications ……..11
3-5 Vertical Project Control Surveys……12
3-6 Guidelines ……12
3-7 General Notes Observations…….13
3-7-1 Datums/Network/Epoch……..13
3-7-2 Vertical Control Stations……14
3-7-3 Checks……14
3-8 Method……..……..…..15
3-8-1 Conventional (Single Base Station) RTK GPS Surveys……..15
3-8-2 Real Time Network RTK GPS Surveys……15
3-9 Equipment…..……..……16
3-9-1 Base Station Requirements……16
3-9-2 Rover Unit Requirements……16
3-9-3 Data Transfer Link……..17
3-10 Conventional RTK Survey Design……17
3-11 Conventional RTK Field Procedures……18
3-12 Office Procedures……..21
3-13 General Notes……21
3-14 Third-Order RTK Surveys……..……22
3-14-1 Applications……22
CHAPTER FOUR: SURVEY WORKS IN ROADS STUDY AND DESIGN
4-1 Horizontal Alignment ……..…….25
4-2 Route Selection ……..…...…..……..……25
4-3 Detailed road Engineering Study…..……..……..…..25
4-3-1 Topographical Survey ……..……26
4-3-2 Survey of Water Courses …...…….....26
5-3-3 Hydrological and Geological Surveys (Locations)……..…26

4-3-4 Laboratory Site Investigation ……..……26
4-3-5 Soils and Materials Survey …….…….26
4-4 Design Stage …….……..27
4-4-1 Quantities Calculation ……27
4-4-2 Out Put Of Design Stage…….27
4-5 Construction Stage(survey works)……...……..28

4-6 Instruments ……..……..…….28

CHAPTER FIVE: Results Of Data And Analysis

5-1 Field study……..……29

5-2 The Data…..……..31

5-3 Root Mean Square(RMS)……...……...…….31

5-4 Formula……..……...32

5-5 Leveling Derived Dataset……..34

5-6 Results and Discussion……...36

CHAPTER SIX: CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

6-1 Conclusion…….39
6-2 Recommendations……..……..…40

APPENDECIS…….41

REFRENCES AND BIBLIOGRAPHY…….……49

LIST OF FIGURES

Figure 1-1	Study location	3
Figure 1-3-1-1	Earth Surface And Ellipsoid And Goid Shape	9
Figure 1-5-5	Differential leveling method	35

LIST OF TABLES

First:- List Of Standards And Specifications Accuracy

TABLES NO		Page No
1-3-15-1	specifications for general-order accuracy using RTK procedures	23
2-3-15-1-3	specifications for general -order accuracy using RTK procedures	24

Second :- List Of Data Collecting

1-5-4	GPS –leveling Observation every 5 kilometer	**33**
2-5-4	GPS – Leveling Observation every 2.5 kilometer	**33**
3-5-4	GPS – Leveling Observation every 1 kilometer	**34**
1-5-6	The data set of the GPS/Leveling observations	**36**
2-4-6	leveling for center lines of road	**37**

Appendices

A-1 GPS Reading at center line every 5 kilometer 41
A-2 Leveling data by level Instrument for control points every 2.5 kilometer 44
A-3 Leveling data by level Instrument for centerline (Base every 2.5 kilometer 45

A-4 Different reading between gps / level instrument every 1 kilometer 47

A-5 Leveling data by level Instrument for centerline (Base every 1kilometer . 47